ผลของฝุ่นขนาดเล็กที่เข้าสู่ระบบทางเดินหายใจที่มีต่อสมรรถภาพปอด ของตำรวจจราจรในเขตกรุงเทพมหานคร

นางสาว ดวงฤทัย บัวด้วง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-333-526-9

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

EFFECT OF RESPIRABLE PARTICULATES ON LUNG FUNCTION AMONG TRAFFIC POLICEMEN IN BANGKOK

Miss Doungrutai Boudoung

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Environmental Science
Interdepartment of Environmental Science
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 1999

ISBN 974-333-526-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของฝุ่นขนาดเล็กที่เข้าสู่ระบบทางเดินหายใจที่มีต่อสมรรถภาพปอดของตำรวจจราจรในเขตกรุงเทพมหานคร
โดย	นางสาวดวงฤทัย บัวด้วง
สหสาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วนิดา จีนศาสตร์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ศาสตราจารย์ นายแพทย์สว่าง แสงหิรัญวัฒนา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยอนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. สุชาดา กีระนันทน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วนิดา จีนศาสตร์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์สว่าง แสงหิรัญวัฒนา)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ธเรศ ศรีสถิตย์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ดวงฤทัย บัวด้วง : ผลของฝุ่นขนาดเล็กที่เข้าสู่ทางเดินหายใจที่มีต่อสมรรถภาพปอดของตำรวจจราจรในเขตกรุงเทพมหานคร (EFFECT OF RESPIRABLE PARTICULATES ON LUNG FUNCTION AMONG TRAFFIC POLICEMEN IN BANGKOK) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร. วนิดา จีนศาสตร์, อ. ที่ปรึกษาร่วม : ศ.นพ. สว่าง แสงหิรัญวัฒนา ; 107 หน้า. ISBN 974-333-526-9.

ศึกษาผลกระทบของฝุ่นพีเอ็ม-เท็นที่เข้าสู่ระบบทางเดินหายใจต่อสมรรถภาพปอดของตำรวจจราจรในกรุงเทพมหานคร ศึกษาสุขภาพโดยใช้แบบสอบถาม ATS-DLD-78A และทดสอบสมรรถภาพปอดด้วยเครื่อง Spirometer กลุ่มศึกษาเป็นตำรวจในกรุงเทพมหานคร เขตโชคชัย 4 และวิภาวดีทั้งสิ้นจำนวน 135 คน (อายุเฉลี่ย 36.1±8.8) กลุ่มเปรียบเทียบเป็นตำรวจที่ปฏิบัติงานและอาศัยอยู่ในจังหวัดอยุธยาจำนวน 67 คน (อายุเฉลี่ย 32.5±8.2) โดยกำหนดพื้นที่ในการศึกษาอ้างอิงข้อมูลจากกรมควบคุมมลพิษ ซึ่งจากการตรวจวัดพบในเขตกรุงเทพมหานครมีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นพีเอ็ม-เท็นใน 24 ชั่วโมงเท่ากับ 124.8 ug/m^3 (ระดับมาตรฐานที่ 120 ug/m^3) พื้นที่ควบคุมมีค่าเท่ากับ 44.68 ug/m^3 การศึกษานี้ได้ควบคุมปัจจัยต่าง ๆ จากการวิเคราะห์แบบสอบถาม จากการศึกษาพบว่าตำรวจกรุงเทพมหานครมีอัตราความชุกของอาการในโรคระบบทางเดินหายใจสูงกว่าตำรวจในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา แต่อย่างไรก็ตามจากผลการทดสอบสมรรถภาพปอดในกลุ่มศึกษามีค่าพารามิเตอร์ของ V_{25}/Ht., FEV_1, MMEF, และ $FEV_{0.5}$ ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) จากผลการศึกษานี้ชี้ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของปัญหาทางระบบทางเดินหายใจกับค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นพีเอ็ม-เท็น

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2542 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

3937529 : MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTTAL SCIENCE
KEY WORD : PM_{10} / Lung function Test / Respiratory Disease

DOUNGRUTAI BOUDOUNG : EFFECT OF RESPIRABLE PARTICULATES ON LUNG FUNCTION AMONG TRAFFIC POLICEMEN IN BANGKOK. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. WANIDA JINSART, Ph.D. THESIS COADVISON : PROF. SAWANG SAENGHIRUNVATTANA, Ph.D. 107 pp. ISBN 974-333-526-9.

An epidermiological study on health effects of airborne fine particulate has been conducted using a modified Thai version of ATS-DLD 78 questionnaire and spirometric test for lung function . Subject group was 135 policemen (aged 36.1$\pm$ 8.8) from heavy traffic area in Bangkok (Wipavadee and Chockchai 4). Control group was 67 policemen (aged32.5$\pm$8.2) from Ayutthaya province. The 24 hr. mean average concentration of particulate matter (PM_{10}) at the studied area in Bangkok was 124.8 $\mu g/m^3$ (National Air Quality Standard=120 $\mu g/m^3$). That of the control rural area was 44.68 $\mu g/m^3$. We restricted the questionnaire analysis to individuals without a history of occupational exposure to dust and who had no exposure to passive smoking, there was a slightly higher prevalence of nonspecific respiratory disease in Bangkok police than in Ayutthaya police but the difference was not significant. However, from the spirometric testing, various lung function in the subject group, V_{25}/Ht., FEV_1, MMEF and $FEV_{0.5}$ were significantly lower than in the control group ($P<0.05$). These results suggested an association between respiratory impairment and the mean particulate concentrations.

สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา 2542 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งของผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วนิดา จีนศาสตร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และศาสตราจารย์นายแพทย์สว่าง แสงหิรัญวัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมซึ่งได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการวิจัยครั้งนี้ด้วยดีมาตลอด

กราบขอบพระคุณในความอนุเคราะห์เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาทั้งเครื่องตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองและเครื่องตรวจสมรรถภาพปอดและคำแนะนำต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย จาก ศาสตราจารย์ อิจิ ยาโน และท่านผู้ทรงคุณวุฒิ (คุณคาริตะและ คุณทามูระ) ของมหาวิทยาลัยโตเกียว จากประเทศญี่ปุ่น

กราบขอบพระคุณ พ.ต.ท.พลกิต กรุดพันธ์ รอง ผกก.5 บก.จร ที่ให้ความช่วยเหลือในการติดต่อประสานงานกับเจ้าหน้าที่สถานีตำรวจจราจรทั้งในและนอกเขตกรุงเทพมหานครในการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองและการตรวจวัดสมรรถภาพปอด พร้อมให้ความช่วยเหลือในด้านข้อมูลของตำรวจจราจรเป็นอย่างดียิ่ง

กราบขอบพระคุณ ตำรวจจราจรและเจ้าหน้าที่อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง ในเขตวิภาวดี โชคชัย4 และในอำเภอเมือง, อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บข้อมูลเพื่อการวิจัยครั้งนี้

กราบขอบพระคุณ คุณสราวุธ เทพพานนท์ เจ้าหน้าที่ในกรมควบคุมกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ที่ให้ความช่วยเหลือในการสืบค้นข้อมูลและให้คำแนะนำในด้านการตรวจวัดคุณภาพอากาศ

กราบขอบพระคุณสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อมที่เปิดโอกาสให้ผู้วิจัยได้ศึกษาในระดับมหาบัณฑิต

กราบขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่สนับสนุนทุนวิจัยบางส่วน

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา เพื่อน ๆ และน้อง ๆ ที่ให้ความสนับสนุน ช่วยเหลือในการวิจัยและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ
กิตติกรรมประกาศ.....ฉ
สารบัญ.....ช
สารบัญรูป.....ฌ
สารบัญตาราง.....ฎ
รายการคำย่อ.....ฐ
บทที่
1. บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....2
1.3 ขอบเขตการศึกษาวิจัย.....3
1.4 สมมุติฐานการศึกษาวิจัย.....4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....4
1.6 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....5
2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....6
2.1 การหายใจ.....6
2.2 ฝุ่นละออง.....13
2.3 การตกตัวของฝุ่นละอองในระบบทางเดินหายใจ.....17
2.4 การตอบสนองต่อสิ่งแปลกปลอมของปอด.....23
2.5 พยาธิสภาพของทางเดินหายใจที่เกิดจากมลสารในอากาศ.....24
2.6 ความผิดปกติที่มีผลกระทบต่อกลไกของกระบวนการหายใจ.....25
2.7 ปัญหาฝุ่นละอองในกรุงเทพมหานคร.....28
2.8 ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน.....30
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....33
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....39
3.1 การดำเนินการวิจัย.....39
3.2 การตรวจวัด.....42

หน้า

3.3 เครื่องมือที่ใช้ทดสอบ.....42
3.3.1 การตรวจวัดฝุ่น.....42
3.3.2 การตรวจวัดสุขภาพ.....47
3.3.3 แบบสอบถาม.....54
3.4 การแปลผลและวิเคราะห์ข้อมูล.....55
4 ผลการวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล.....56
4.1 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่นพีเอ็ม-เท็น.....56
4.2 ลักษณะประชากรที่ศึกษา.....60
4.3 ผลการวิเคราะห์จากแบบสอบถาม.....61
4.4 ผลการตรวจวัดสมรรถภาพปอด.....69
4.5 การทดสอบความสัมพันธ์ของข้อมูล.....72
5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....74
5.1 สรุปผลการวิจัย.....74
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....77
5.3 ข้อเสนอแนะ.....78
รายการอ้างอิง.....80
ภาคผนวก
ภาคผนวก ก. ปริมาตรและการแปลผลมาตรการหายใจ และค่าปกติของ Spirometry ในคนไทย.....84
ภาคผนวก ข. แบบสอบถามที่ใช้ในการศึกษาวิจัย.....96
ภาคผนวก ค. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....103
ประวัติผู้วิจัย.....109

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 ส่วนของระบบทางเดินหายใจ.....6

รูปที่ 2.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาตรปอดขณะหายใจ.....9

รูปที่ 2.3 แสดงการทำงานของ Spirometer.....9

รูปที่ 2.4 กราฟแสดงลายเส้นตัวอย่างที่เกิดจากการหายใจอย่างปกติ.....10

รูปที่ 2.5 กราฟแสดงปริมาตรการหายใจออกอย่างรุนแรงใน 1 วินาที.....11

รูปที่ 2.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบขนาดของฝุ่นขนาดเล็ก-ใหญ่
กับการแพร่กระจาย.....15

รูปที่ 2.7 การแจกแจงขนาดของอนุภาคและกลไกของการเกิดละออง
ในบรรยากาศ.....16

รูปที่ 2.8 ฝุ่นละอองเดี่ยวที่ถูกจับโดย Interception.....17

รูปที่ 2.9 ฝุ่นละอองเดี่ยวที่ถูกจับโดย Impaction.....18

รูปที่ 2.10 ฝุ่นละอองเดี่ยวที่ถูกจับโดย Diffusion 18

รูปที่ 2.11 การตกตัวของฝุ่นละอองในระบบทางเดินหายใจ.....20

รูปที่ 2.12 การเกาะตัวของฝุ่นละอองในส่วนของAlveoli.....21

รูปที่ 2.13 การตกตัวของฝุ่นขนาดต่าง ๆ ภายในปอด.....22

รูปที่ 2.14 Pneumothorax.....26

รูปที่ 2.15 ปัญหาฝุ่นละอองใน 20เมืองใหญ่.....28

รูปที่ 2.16 กราฟแสดงฝุ่นรวมเฉลี่ยรายปีในย่านที่อยู่อาศัย
ในกรุงเทพมหานครในปี พ.ศ. 2534-2539.....29

รูปที่ 2.17 กราฟแสดงฝุ่นรวมเฉลี่ยรายปีในกรุงเทพมหานคร
และปริมณฑลในปี พ.ศ. 2532-2539.....30

รูปที่ 2.18 กราฟแสดงฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) เฉลี่ยรายปี
จากสถานีตรวจวัดข้างถนนในเขตกรุงเทพมหานคร
ในปี พ.ศ. 2535-2539.....31

รูปที่ 2.19 ผลการศึกษาของ Dockery et. al. ในปี 1993 34

รูปที่ 3.1 แสดงพื้นที่ตรวจวัดในเขตกรุงเทพมหานคร.....40

รูปที่ 3.2 แสดงพื้นที่ตรวจวัดนอกเขตกรุงเทพมหานคร.....41

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.3 เครื่องมือตรวจวัดในบรรยากาศ.....44

รูปที่ 3.4 เครื่องมือตรวจวัดในเฉพาะบุคคล.....46

รูปที่ 3.5 แสดงเทคนิคการตรวจวัดสมรรถภาพปอด.....49

รูปที่ 3.6 แสดงการตรวจวัดสมรรถภาพปอด.....50

รูปที่ 3.7 เครื่องมือตรวจวัด Spirometer.....51

รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่น PM_{10} ที่ได้จากการตรวจวัดในบรรยากาศและในเฉพาะบุคคล และเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน.....59

รูปที่ 4.2 ตัวอย่างค่าที่ได้จากการตรวจสมรรถภาพปอด โดย Spirometer.....69

รูปที่ 4.3 การเปรียบเทียบผลการทดสอบสมรรถภาพปอด Spirometer ในกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มเปรียบเทียบ.....70

รูปที่ ก.1 ส่วนประกอบของ Spirogram.....85

รูปที่ ก.2 Flow Volume Curve ปกติ.....89

รูปที่ ก.3 Spirogram ปกติเปรียบเทียบกับภาวะอุดกั้นและจำกัดการขยายตัว.....90

รูปที่ ก.4 Spirogram ในรูปแบบต่าง ๆ.....91

รูปที่ ก.5 โปรแกรมการแปรผลสมรรถภาพปอด.....94

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 การ Settling, Impaction, Diffusion ของฝุ่นในส่วนต่าง ๆ ของปอด.....22

ตารางที่ 2.2 อัตราการตายด้วยโรคระบบทางเดินหายใจต่อประชากรแสนคนใน ประเทศไทยปี พ.ศ.2531 ถึง พ.ศ.2536.....32

ตารางที่ 2.3 ปริมาณการปล่อยฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนจาก ยานยนต์โดยไม่มีการควบคุมในปี พ.ศ. 2539.....32

ตารางที่ 2.4 ร้อยละที่เพิ่มขึ้นของการเข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาลต่อ การเพิ่มระดับของฝุ่น PM_{10} 30 ug/m^3.....32

ตารางที่ 3.1 แสดงค่ามาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไปของคณะ กรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 ปี พ.ศ. 2538.....39

ตารางที่ 4.1 ความสัมพันธ์ของจำนวนรถยนต์และปริมาณฝุ่น PM10 ในบรรยากาศกรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ. 2539.....57

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการตรวจวัดฝุ่น PM_{10} ในแต่ละพื้นที่ที่ศึกษา.....58

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนประชากรตัวอย่างทั้งหมดที่ใช้ศึกษาในแต่ละ พื้นที่ศึกษา.....60

ตารางที่ 4.4 ลักษณะทั่วไปของประชากรที่ศึกษา.....61

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลเกี่ยวกับอาการทางระบบทางเดินหายใจ.....64

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบอาการของโรคในระบบทางเดินหายใจในส่วนของ Non Specific Respiratory Disease (NSRD.).....67

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบอาการของโรคในระบบทางเดินหายใจในส่วนของ Persistent Cough and Phlegm (PCP.).....67

ตารางที่ 4.8 แสดง PCP.ในกลุ่มที่มีปัจจัยการสูบบุหรี่และอายุที่แตกต่างกัน.....68

ตารางที่ 4.9 แสดง NSRD.ในกลุ่มที่มีปัจจัยการสูบบุหรี่และอายุที่แตกต่างกัน.....68

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าจากการตรวจวัดสมรรถภาพปอดเฉพาะในตำรวจจราจร.....71

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์สมรรถภาพปอดที่สำคัญในกลุ่มศึกษา และกลุ่มควบคุม.....72

ตารางที่ 5.1 ค่าความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบ สมรรถภาพปอด.....76

สารบัญตาราง (ต่อ)

หน้า

ตารางที่ ก.1 เกณฑ์ในการเปรียบเทียบค่าทดสอบสมรรถภาพปอด.....88
ตารางที่ ก.2 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่าของสมรรถภาพปอดในกรณีที่มีการ
อุดกั้นและมีการจำกัดของการขยายตัว.....88
ตารางที่ ก.3 สูตรคำนวณค่าความจุปอดในคนปกติ.....92
ตารางที่ ก.4 สมการค่าปกติของ Spirometry ในคนไทย.....93

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รายการคำย่อ

A	=	Age
AB	=	Acute Bronchitis
ANCOVA	=	Analysis of Co-variance
ATS-DLD	=	American Thoracic Society Division of lung Disease
AV	=	Alveolar Ventilation
BA	=	Bronchial Asthma
BTPS	=	Body Temperature Pressure Saturated
C	=	Capacity
CB	=	Chronic Bronchitis
COPD	=	Chronic Obstructive Pulmonary Disease
CXR	=	Chest X-ray
ERV	=	Expiratory Reserve Volume
FEV_1	=	Forced Expiratory Volume in one second
FRV	=	Functional Residual Capacity
FVC	=	Forced Vital Capacity
Ht.	=	Height
hr.	=	hour
IC	=	Inspiratory Capacity
IRV	=	Inspiratory Reserve Volume
LFT	=	Lung Function Test
MMEF	=	Maximum Mid Expiration Flow
No.	=	Number
NSRD	=	Non Specific Respiratory Disease
PCD	=	Pollution Control Department
PCP	=	Persistent Cough and Phlegm
PEFR	=	Peak Expiratory Flow Rate
PM	=	Particulate Matter
PM_{10}	=	Particulate matter < 10 microns (less than)
PV	=	Pulmonary Ventilation
RR	=	Respiratory Rate

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

RV	=	Residual Volume
SD	=	Standard Deviation
SPM	=	Suspended Particulate Matter
SPSS	=	Statistical Package for the Social Science
TLC	=	Total Lung Capacity
TSP	=	Total suspend Particulate Matter
TV	=	Tidal Volume
U.S.EPA	=	Environmental Protection Agency
V	=	Volume
VC	=	Vital Capacity
W	=	Weight

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันกรุงเทพมหานครมีการขยายตัวทางด้านอุตสาหกรรม มีความเจริญทางด้านวัตถุ มีการก่อสร้างอาคาร สำนักงาน มีการใช้จำนวนยานพาหนะมากขึ้น จากความเจริญและการพัฒนาของความเป็นเมืองดังกล่าว ผลกระทบสืบเนื่องที่สำคัญตามมาก็คือความเสื่อมโทรมทางด้านสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะปัญหาการเพิ่มขึ้นของมลพิษทางอากาศจนถึงขั้นอันตรายที่สามารถเรียกได้ว่าเป็นภาวะวิกฤต โดยเฉพาะปัญหาสำคัญคือปัญหาฝุ่นละออง จากการติดตามตรวจวัดคุณภาพอากาศทั่วไปในเขตกรุงเทพมหานคร โดยกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม และกรมอนามัย พบว่า ณ จุดตรวจวัดในเขตกรุงเทพมหานครมีปริมาณอนุภาคแขวนลอยในอากาศอยู่ในระดับเกินมาตรฐานทั้งเฉลี่ย 24 ชั่วโมง และเฉลี่ยต่อปี ส่วนฝุ่นละอองที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10})ที่มีขนาดเล็กพอที่จะหายใจเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจตอนล่างได้มีผลกระทบต่อสุขภาพโดยตรงนั้นมีค่าเฉลี่ยต่อปีเกินระดับมาตรฐานเป็นเวลา 3 ปีติดต่อกัน โดยเฉลี่ยสูงกว่าระดับค่ามาตรฐาน 3 - 4 เท่า

ปัญหาฝุ่นละอองที่สำคัญนั้นส่งผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน ฝุ่นละอองในอากาศมีขนาดและองค์ประกอบแตกต่างกันไป โดยปกติแล้วแบ่งตามขนาดสามารถแบ่งออกได้เป็น Fine Particulate ซึ่งมีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน และ Coase Particulate ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่า 2.5 ไมครอน จากที่ฝุ่นละอองมีขนาดแตกต่างกันนั้น พบว่าฝุ่นที่มีขนาดเล็กน้อยกว่า 10 ไมครอน สามารถแพร่ผ่านเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจและมีการแพร่กระจายพัดพาไปไกลได้ดีกว่าฝุ่นที่มีขนาดใหญ่

ผลจากการเพิ่มขึ้นของปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่สามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจได้นั้นทำให้ประชาชนที่อาศัยในกรุงเทพมหานครมีอัตราการเจ็บป่วยด้วยโรคทางเดินหายใจมากขึ้นจนถึงขั้นวิกฤต จากการศึกษาของกองระบาดวิทยา กระทรวงสาธารณสุข พบว่า ในปัจจุบันมีผู้ป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจในกรุงเทพมหานครเพิ่มสูงขึ้นเฉลี่ยเก้าแสนคนต่อปี และมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของโรคเพิ่มมากขึ้น โดยการป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจในปัจจุบันมีผู้ป่วยด้วยโรคดังกล่าวเพิ่มสูงขึ้นเป็นอันดับหนึ่ง ทำให้มีอัตราการตายเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก

จากปัญหามลพิษทางอากาศดังกล่าวที่เกิดขึ้นแหล่งกำเนิดที่สำคัญนั้นเนื่องมาจากการคมนาคมขนส่งและปัญหาการจราจรที่เพิ่มมากขึ้น สภาพการจราจรที่ติดขัดก่อให้เกิดมลสารที่เป็นพิษซึ่งออกมาพร้อมกับไอเสียของรถยนต์อันได้แก่ ก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์ ไฮโดรคาร์บอน

และฝุ่นละอองต่าง ๆ เป็นต้น ยานพาหนะเป็นสาเหตุที่สำคัญที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางอากาศในบริเวณเส้นทางจราจร ซึ่งจะมีผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนทั่วไป ประชาชนมีโอกาสที่จะสัมผัสกับฝุ่นละอองในอากาศมากน้อยแตกต่างกัน โดยผู้ที่สัมผัสหรือได้รับฝุ่นละอองมากอาจทำให้เกิดปัญหาหรือพยาธิสภาพของปอดมากในบริเวณริมเส้นทางการจราจรนั้นฝุ่นละอองจะส่งผลกระทบต่อผู้อาศัยบริเวณใกล้เคียงกับแหล่งกำเนิด และตำรวจจราจรที่ปฏิบัติงานบนเส้นทางการจราจรโดยตรง ตำรวจจราจรเป็นอาชีพหนึ่งที่ต้องปฏิบัติงานในสถานที่ต่าง ๆ บนถนน ซึ่งมีปัญหาจากมลภาวะอากาศ กองบัญชาการตำรวจนครบาลได้ทำการตรวจสุขภาพและบำบัดสุขภาพอนามัยข้าราชการ ในปี พ.ศ.2533 พบว่า ตำรวจจราจรมีผลตรวจร่างกายผิดปกติ 40.41% ในส่วนนี้เป็นตำรวจจราจรที่มีสมรรถภาพปอดลดลง 5.97% ซึ่งนับว่าเป็นปัญหาที่มีความสำคัญ

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้มีการตรวจวัดสมรรถภาพปอดโดยวิธี Spirometer Test เพื่อวัดพยาธิสภาพของปอดในตำรวจจราจรที่ปฏิบัติงานในพื้นที่กรุงเทพมหานครและอยุธยา ซึ่งมีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่สามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจได้แตกต่างกัน โดยตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กในเวลา 24 ชั่วโมง และวัด Personal Sampling ในตำรวจจราจร ณ พื้นที่นั้น ๆ เพื่อประโยชน์ในการพิจารณาถึงผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นได้จากปัญหามลพิษทางอากาศ คือ ปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็กเพื่อเป็นฐานข้อมูลในการหาทางแก้ไขต่อไปในภายหน้า

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย

1. เพื่อหาปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ในบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่นในเขตชุมชนเมืองกรุงเทพมหานคร

2. เพื่อตรวจสอบสมรรถภาพปอดของตำรวจจราจรที่ปฏิบัติหน้าที่บริเวณการจราจรหนาแน่นในเขตชุมชนเมืองกรุงเทพมหานครและนอกเขตกรุงเทพมหานคร

3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่นละอองกับการเจ็บป่วยของระบบทางเดินหายใจในตำรวจจราจรที่ปฏิบัติหน้าที่อยู่ในบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่นในเขตกรุงเทพมหานคร

1.3 ขอบเขตการศึกษาวิจัย

1. พื้นที่ศึกษา คือ ภายในเขตกรุงเทพและนอกเขตกรุงเทพมหานครที่มีปริมาณฝุ่นมากน้อยแตกต่างกันโดยอ้างอิงข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศจากกรมควบคุมมลพิษ โดยระบุในเขตกรุงเทพมหานครบริเวณดินแดง ปทุมวัน และรามคำแหง ที่เป็นพื้นที่ที่มีปริมาณฝุ่นสูงกว่าระดับมาตรฐาน (ปริมาณฝุ่นรวมเฉลี่ยสูงกว่า 0.33 mg/m^3 ต่อปีและมีฝุ่น PM_{10} สูงกว่า 120 ug/m^3 ในเฉลี่ย 24 ชั่วโมง) และนอกเขตกรุงเทพมหานครคือจังหวัดนนทบุรีและจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในเขตอำเภอเมือง และเขตอำเภอบางไทร ซึ่งมีปริมาณฝุ่นรวมต่ำกว่าระดับมาตรฐาน

2. ตรวจวัดสมรรถภาพการทำงานปอดโดยใช้เครื่องมือ Spirometer ในตำรวจจราจรที่อาศัยบริเวณที่ทำการศึกษาในและนอกเขตกรุงเทพมหานคร โดยผ่านการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างจากแบบสอบถาม

3. บุคคลที่ได้รับการตรวจคือตำรวจที่ปฏิบัติหน้าที่ประจำในเขตกรุงเทพมหานครในพื้นที่ศึกษาจำนวน 135 คน ตำรวจจราจรที่ปฏิบัติหน้าที่ประจำนอกเขตกรุงเทพมหานครในบริเวณเขตอำเภอเมืองและบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยาจำนวน 67 คน

4. กลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันในเรื่องของสถานที่ปฏิบัติงานและที่อยู่อาศัยที่มีปริมาณฝุ่นละอองแตกต่างกัน

5. ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาวิจัย

ตัวแปรต้น : - การสัมผัสฝุ่นในสิ่งแวดล้อม

ตัวแปรตาม :- สมรรถภาพปอด (Lung Function Test⇒ Spirometry)

ตัวแปรควบคุม : ได้แก่

- ประวัติการทำงาน
- ประวัติการสูบบุหรี่
- ประวัติการเจ็บป่วย

ตัวแปรแทรกซ้อน : ได้แก่

- น้ำหนัก ส่วนสูง
- อายุ
- บริเวณที่พักอาศัย สิ่งแวดล้อม
- สถานะทางสังคม
- พฤติกรรม การออกกำลังกาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4 สมมุติฐานของการศึกษาวิจัย

ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่เข้าสู่ทางเดินหายใจได้ในบรรยากาศมีมากขึ้นทำให้มีผู้ป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจมากขึ้น

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับปริมาณฝุ่นละอองในอากาศบริเวณริมถนนกรุงเทพมหานคร

2. สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นของภาวะสุขภาพ (อัตราการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ)ของตำรวจจราจรที่ปฏิบัติหน้าที่และอาศัยอยู่ในบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่นในเขตและนอกเขตกรุงเทพมหานคร

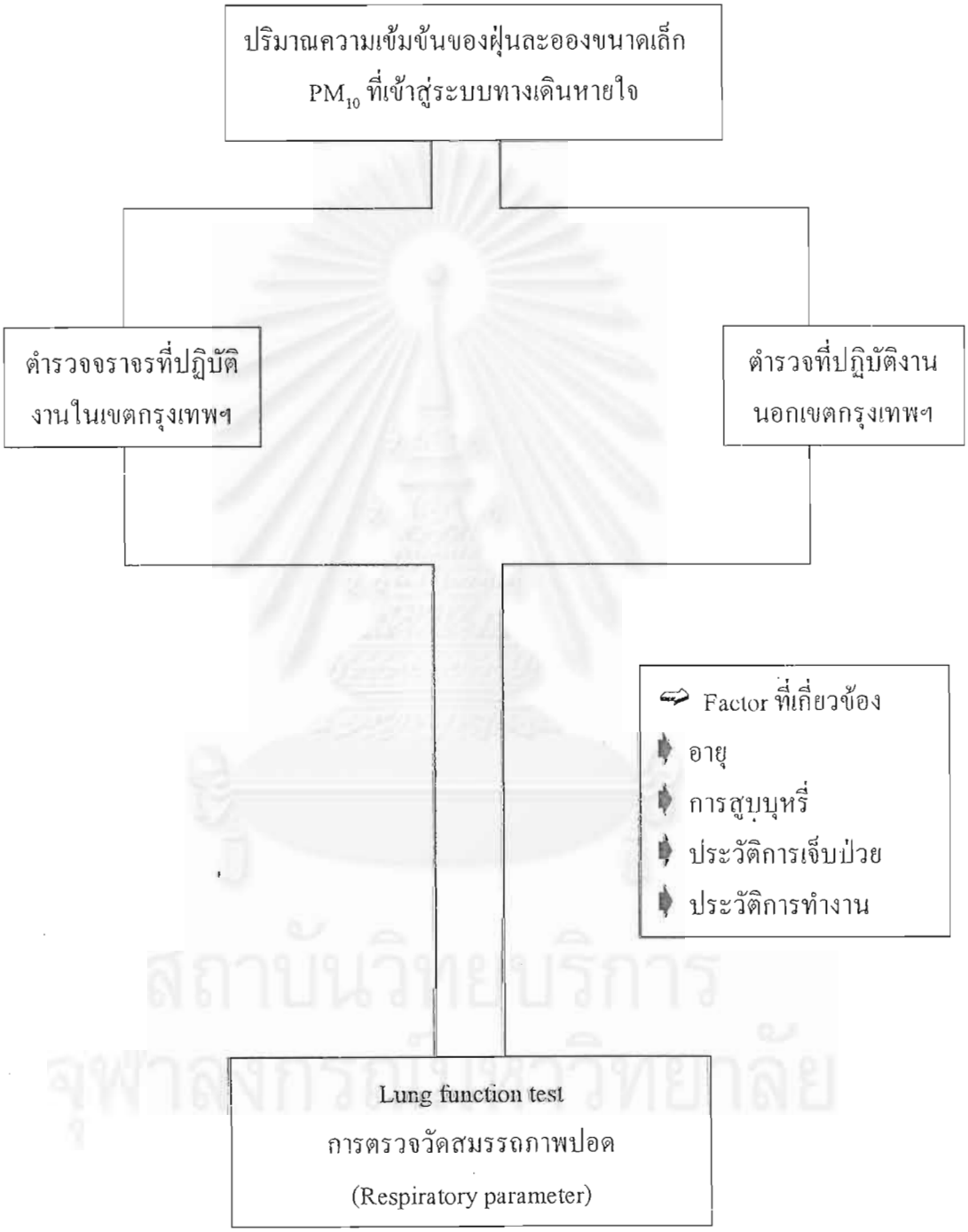
3. เป็นแนวทางการประเมินโอกาสที่จะเกิดอันตรายต่อภาวะสุขภาพของประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียงกับแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองซึ่งสามารถใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการประเมินผลกระทบสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากฝุ่นละอองขนาดเล็กในอากาศ

4. ประโยชน์ในการพิจารณาผลกระทบที่เกิดขึ้นของฝุ่นละอองจากปัญหามลภาวะอากาศที่มีผลต่อภาวะสุขภาพและคุณภาพชีวิตของประชาชนที่อาศัยอยู่ในบริเวณใกล้เคียงเพื่อประโยชน์ในการพิจารณาหาทางแก้ไขต่อไป

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรอบแนวคิดในการวิจัย



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การหายใจ

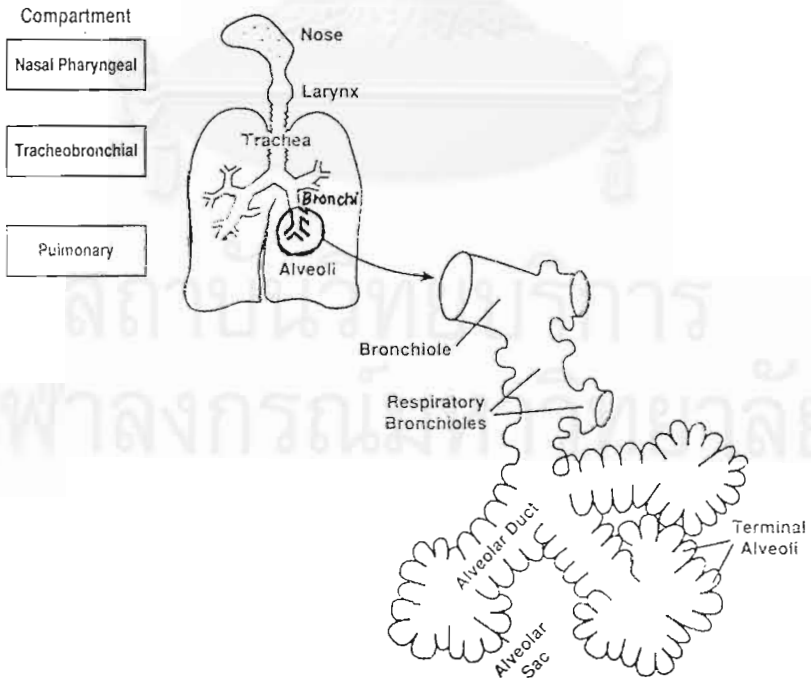
ส่วนของระบบทางเดินหายใจ

ระบบทางเดินหายใจของมนุษย์นั้นเมื่อแบ่งตามลักษณะการตกตัวของฝุ่นละอองสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน โดยอาศัยความแตกต่างทางกายวิภาคของระบบการทำงานและลักษณะการไหลของอากาศในส่วนนั้น ๆ คือ

ส่วนที่ 1 ส่วนศีรษะ จมูกร่วมคอหอย (Nasopharyngeal Section) คือ จมูก ปาก และกล่องเสียง ซึ่งอากาศที่หายใจผ่านเข้าสู่ส่วนนี้จะทำให้อุณหภูมิและความชื้นสูงขึ้น

ส่วนที่ 2 ส่วนของคอหอยร่วมหลอดลม (Tracheobronchial System) คือ ในส่วนของหลอดลมถึงขั้วปอดประกอบด้วยอากาศที่หายใจจากกล่องเสียงไปจนถึงแขนงของขั้วปอด (Terminal Bronchioles)

ส่วนที่ 3 ส่วนเกี่ยวกับปอด (Pulmonary Structure) คือ ในส่วนตั้งแต่แขนงขั้วปอดไปจนถึงถุงลมขนาดเล็ก (Alveolus) ที่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนระหว่างอากาศที่หายใจเข้าไปกับเม็ดเลือดแดง



รูปที่ 2.1 ส่วนของระบบทางเดินหายใจ

ในส่วนของถุงลมซึ่งมีการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจน ระหว่างก๊าซออกซิเจนที่หายใจเข้าไปกับเม็ดเลือดแดง ความเร็วของอากาศในการหายใจจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนเข้าไปในส่วนของขั้วปอดซึ่งจะมีการเพิ่มขึ้นของพื้นที่หน้าตัดทำให้ความเร็วของลมลดลง ในการหายใจส่วนของถุงลมที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระหว่าง 150 ถึง 400 ไมครอนจะเป็นตัวแลกเปลี่ยนก๊าซ โดยอาศัยหลักการแพร่ระหว่างก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สองส่วนแรกในระบบทางเดินหายใจ โดยในส่วนที่ 1 และ 2 จะมีน้ำเมือก (Mucus) ปกคลุมที่ผนังของท่อทางเดินหายใจซึ่งจะมีส่วนที่ยื่นออกมาเป็นนิ้วเล็ก ๆ ที่ผนังคล้ายขนเรียกว่าซีเลีย (Celia หรือ Mucociliary) ซึ่งมีการเคลื่อนไหวตลอดเวลาและจะดักจับ ฝุ่น จุลินทรีย์และเชื้อโรคต่าง ๆ จากส่วนขของปอดจะถูกขับออกจากร่างกายในช่วงเวลาที่เป็นชั่วโมง ในระบบทางเดินหายใจส่วนที่ 3 นั้นจะไม่มีน้ำเมือก และ ซีเลีย ดังนั้นเมื่อฝุ่นละอองที่หลุดเข้าไปยังอวัยวะในส่วนที่ 3 แล้ว จะถูกขับออกจากร่างกายได้ยากและช้าอาจจะฝังตัวอยู่ในบริเวณนี้ได้นานเป็นเดือน ส่วนฝุ่นละอองที่ละลายได้จะละลายซึมผ่านผนังถุงลม (Alveolar) ในปอดเข้าสู่กระแสโลหิตได้ ฝุ่นละอองที่เป็นของแข็งอาจละลายได้ช้ามากหรืออาจถูกกินโดยเซลล์ฟาโกไซโตรซีส (Phagocytic Cell) แล้วละลายหรือถูกขับออกโดยการเคลื่อนไหวของ Mucocilialy ได้ ส่วนฝุ่นที่เป็นเส้นใย (Fibrogenic Particles) เช่นซิลิกาจะทำให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบนี้แล้วยังทำให้เกิดเป็นพังผืด (Fibrosis) หรือ แผลขึ้นในส่วนนี้ได้และส่งผลเป็นอันตรายต่อระบบการทำงานต่าง ๆ ของร่างกาย โรคที่ฝุ่นละอองในบรรยากาศมีผลเสียต่อสุขภาพ ได้แก่ มะเร็งปอด หลอดลมอักเสบ โรคระบบทางเดินหายใจ การระคายเคืองต่อสภาพผิวหนังภายนอกของมนุษย์ ฝุ่นที่มีโลหะหนักปนเปื้อนอยู่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์เป็นอย่างมาก

การหายใจ

คนเราหายใจเอาอากาศเข้าออกจากปอดประมาณ 18,925 ลิตรต่อวัน การหายใจทำหน้าที่ 3 ประการดังนี้ คือ

1. ให้ออกซิเจนแก่ร่างกายเพื่อนำไปเผาผลาญอาหารให้เกิดพลังงาน
2. ขับคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นของเสียทิ้งไป
3. เพื่อควบคุมความเป็นด่าง-กรด (pH) ของเลือด

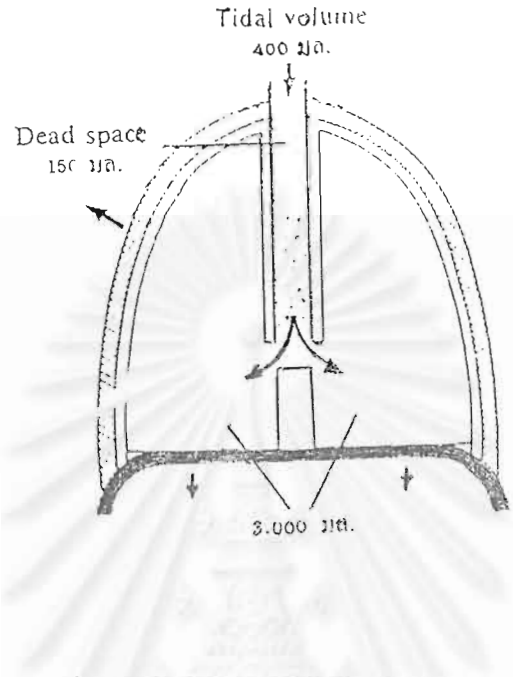
ปอดอยู่ภายในช่องอก โดยทั้งสองข้างอยู่ในตำแหน่งระหว่างกระดูกไหปลาร้าและกระบังลม มีลักษณะนุ่มหยุ่น และเบาเหมือนฟองน้ำ แต่ละข้างหนักเพียง 450 กรัม หรือ 1 ปอนด์เท่านั้น ภายในปอดมีเยื่อหุ้มปอด (Pleura) ซึ่งอากาศไม่สามารถลอดผ่านเยื่อหุ้มทั้งสองข้าง และการหายใจเข้า-ออกจะเกิดโดยการเพิ่มขึ้นและลดลงของขนาดของช่องอก เมื่อเราหายใจเข้าอากาศจะไหลเข้าปอดโดยผ่าน คอหอย กล่องเสียง และหลอดลม ต่อจากหลอดลมคออากาศจะผ่านหลอดลมขั้วปอด ซึ่งแตกแขนงเข้าไปในปอดแต่ละข้างและเล็กลงเรื่อย ๆ จนเป็นหลอดลมฝอย ผนังของ

ถุงลมและผนังของหลอดเลือดฝอยติดกันและมีความบางมากจึงทำให้แลกเปลี่ยนออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์กันได้โดยง่าย ในปอดคนเราโดยทั่วไปจะมีถุงลมอยู่ประมาณ 300 ล้านถุง

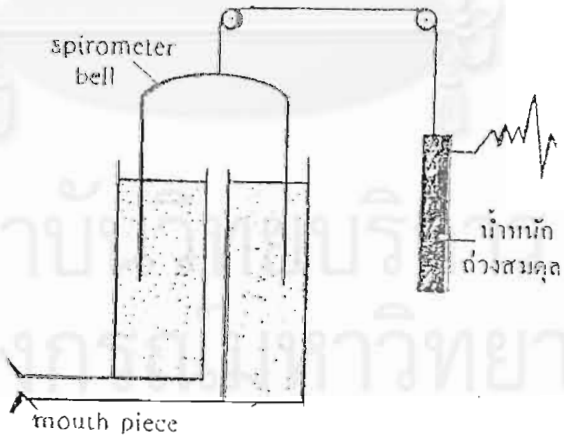
เมื่อเราหายใจเข้า อากาศซึ่งมีออกซิเจนอยู่ 1 ใน 5 จะเข้าไปในถุงลมปอด และออกซิเจนก็จะแพร่เข้าไปในเลือดโดยผ่านทางผนังหลอดเลือดฝอย ออกซิเจนบางส่วนจะละลายอยู่ในเลือด แต่ออกซิเจนส่วนใหญ่จะไปจับกับเฮโมโกลบิน (Hemoglobin) ในเลือดโดยปฏิกิริยาทางเคมี เลือดจะนำออกซิเจนไปปล่อยยังเนื้อเยื่อที่ต้องการออกซิเจน และนำคาร์บอนไดออกไซด์จากเซลล์ต่าง ๆ มาสู่ถุงลมเพื่อขับทิ้งออกจากร่างกายไปพร้อมลมหายใจออก ในภาวะปกติคนเราหายใจประมาณ 15 ครั้งต่อนาที ในแต่ละครั้งมีอากาศผ่านเข้าและออกประมาณ 550 มิลลิลิตร เทียบเท่ากับไม่เกิน 12 % ของการหายใจเต็มที่หนึ่งครั้งของคนหนุ่มสาวที่ร่างกายสมบูรณ์ โดยเฉลี่ยจะมีอากาศอยู่ในปอดประมาณ 2.5 ลิตร และในปอดจำเป็นต้องมีอากาศคงค้างอยู่เสมอ

อากาศที่อยู่ในปอดเรียกว่า *อากาศในถุงลม* (Alveolar air) ซึ่งจะแตกต่างจาก *อากาศภายในห้อง* (Room air) ที่มีออกซิเจนน้อยกว่าและมีคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่า อากาศในถุงลมจะติดต่ออย่างใกล้ชิดกับเลือดที่ไหลผ่านมาตามหลอดเลือดฝอย Pulmonary (ซึ่งเลือดในหลอดเลือดนี้จะไม่ไปติดต่อกับอากาศภายนอก) และพบว่าประกอบด้วยออกซิเจน 14% คาร์บอนไดออกไซด์ 5.5-6.0 % ไนโตรเจน 80 % ในอากาศภายในห้องหรืออากาศรอบตัวเรานั้นมีปริมาณออกซิเจนเป็นองค์ประกอบอยู่ประมาณ 1 ใน 5 ของอากาศทั้งหมด ประกอบด้วยออกซิเจน 21 % ไนโตรเจน 79 % และคาร์บอนไดออกไซด์ 0.04 % ระบบการหายใจจะนำออกซิเจนเข้าสู่ปอดและดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิต ในขณะเดียวกันก็ขับเอาคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซเสียออกมาทางลมหายใจขณะหายใจออก เมื่อสิ้นสุดการหายใจออกแบบธรรมดา ปอดจะมีอากาศในถุงลมประมาณ 3 ลิตร และจะมีออกซิเจนเพียง 420 มิลลิลิตร (14% ของ 3,000 มิลลิลิตร) แต่เนื่องจากร่างกายต้องการออกซิเจน 250 มิลลิลิตรในทุก ๆ นาที เพื่อการเมตาบอลิสม ปริมาณออกซิเจนที่เหลือสำรองอยู่จะพอใช้ไปได้นานน้อยกว่า 2 นาที ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนอากาศที่อยู่ในปอดใหม่ตลอดเวลา โดยขบวนการหายใจ ซึ่งขบวนการหายใจนี้จะต้องรักษาไว้ตลอดชีวิตโดยไม่มีการหยุดพัก

กลไกของขบวนการหายใจนั้น เมื่อสิ้นสุดการหายใจออกปอดจะบรรจุอากาศ 3,000 มิลลิลิตร เมื่อหายใจเข้าครั้งต่อไปอากาศ 400 มิลลิลิตรจะผ่านเข้าทางจมูกหรือปาก ปริมาตรของ Dead Space เท่ากับ 150 มิลลิลิตร และอากาศจากภายในห้องเพียง 250 มิลลิลิตรที่เข้าไปถึงปอด การเพิ่มขึ้นของขนาดทรวงอกเกิดจากแผ่นกระบังลมที่เคลื่อนลงข้างล่างและการหดตัวของกล้ามเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครงทำให้ทรวงอกเคลื่อนขึ้นข้างบนและออกไปข้างหน้าดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การเปลี่ยนแปลงปริมาตรปอดขณะหายใจ

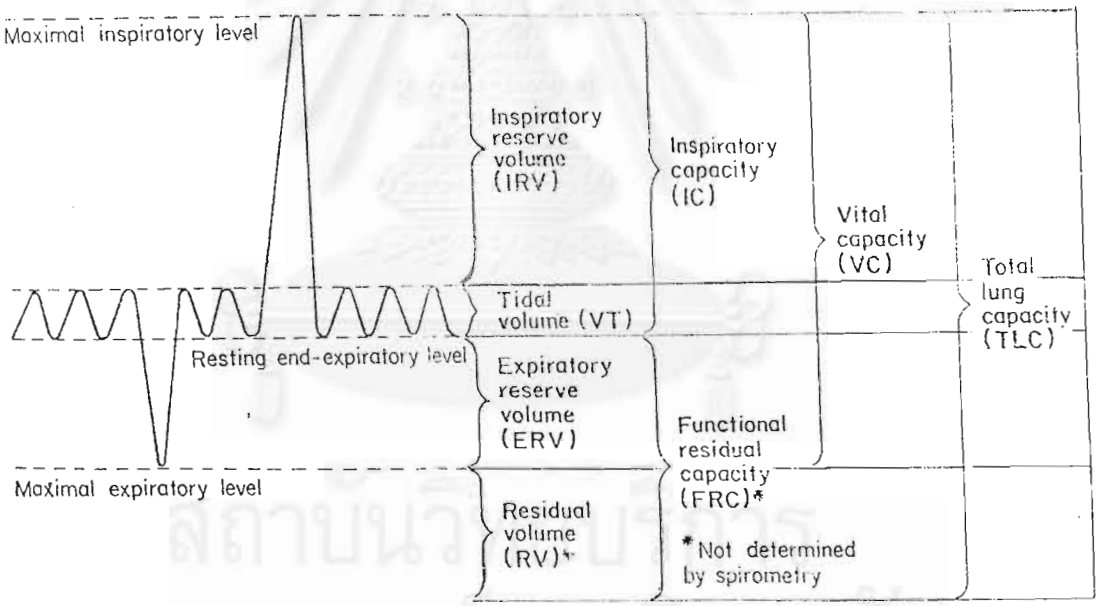


รูปที่ 2.3 แสดงการทำงานของ Spirometer

แหล่งที่มา : Collins Water-Seal Spirometer. (Modified from Warren E. Collins, Inc., Braintree, Mass., 1977.

การเปลี่ยนแปลงปริมาตรปอดขณะเกิดการหายใจนั้น เป็นการยากที่จะประเมินให้ละเอียดโดยใช้วิธีการตรวจวัด ซึ่งการใช้วิธีนี้จะให้เพียงค่าการเพิ่มขึ้นของเส้นรอบวงของทรวงอกในขณะหายใจ และเนื่องจากการเพิ่มขึ้นมีขนาดน้อยมากจึงเป็นการยากที่จะวัดได้โดยละเอียด การวัดอย่างละเอียดของการเปลี่ยนแปลงปริมาตรขณะเกิดการหายใจจะใช้เครื่อง Spirometer (รูปที่ 2.3) การตรวจวัดด้วย Spirometry Test ผู้ถูกตรวจวัดหายใจทาง mouth piece ทำให้ spirometer bell เคลื่อนขึ้น ๆ ลง ๆ เข็มซึ่งติดกับน้ำหนักถ่วงจะบันทึกการเปลี่ยนแปลงปริมาตรของ spirometer จะมีค่าเท่ากับการเปลี่ยนแปลงปริมาตรปอด

วิธีการวัดทำโดยให้ผู้ถูกทดสอบหายใจผ่านท่อที่ติดต่อกับ Spirometer Bell ซึ่งอยู่ในรูปแบบที่ผนึกกั้นการรั่วด้วยน้ำเพื่อป้องกันอากาศรั่วออกไป เมื่อผู้ถูกทดลองหายใจเข้า Spirometer Bell จะลดต่ำลงและเมื่อหายใจออกจะสูงขึ้น การขึ้น ๆ ลง ๆ นี้ จะถูกบันทึกลงบนกระดาษ ซึ่งมีการแบ่งส่วนเป็นมิลลิลิตรของอากาศ



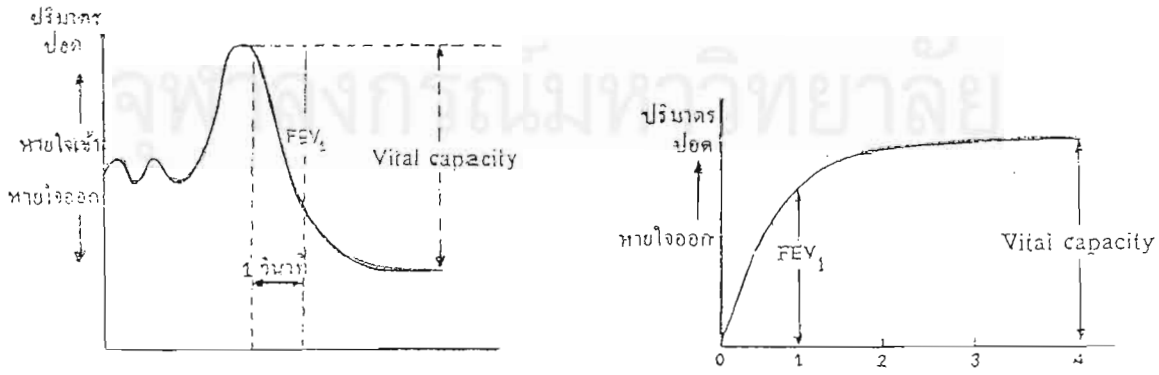
รูปที่ 2.4 แสดงลายเส้นตัวอย่างที่เกิดจากการหายใจอย่างปกติ (Normal Breathing)
แหล่งที่มา : เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์ , 2538

ในรูปที่ 2.4 แสดงให้เห็นว่าขนาดของทรวงอกที่เพิ่มขึ้น 400 มิลลิลิตรในแต่ละครั้งของการหายใจ ปริมาตรนี้ไม่ใช่ปริมาตรสูงสุดของการหายใจเข้าที่คนเราสามารถทำได้ ถ้าหากหายใจเข้าลึกมากปริมาตรของทรวงอกอาจจะเพิ่มขึ้นเป็นปริมาตรถึง 5 - 6 ลิตร การเพิ่มขึ้นของการหายใจเข้าแบบนี้ เรียกว่า *ปริมาตรการหายใจเข้าสำรอง* (Inspiratory Reserve Volume) นอกจากนี้อาจจะ

หายใจออกได้มากกว่าระดับการหายใจปกติเช่นเดียวกัน เช่น การหายใจออกอย่างรุนแรงซึ่งปริมาตรของการหายใจออกไปในขณะนี้เรียกว่า *ปริมาตรการหายใจออกสำรอง* (Exspiratory Reserve Volume) แต่ถึงแม้จะหายใจออกเอาอากาศซึ่งเป็นปริมาตรการหายใจ ออกสำรองไปแล้วก็ตาม ในปอดยังคงมีอากาศเหลือค้างอยู่ ซึ่งเรียกว่า *ปริมาตรส่วนเหลือ* (Residual Volume) ซึ่งจะเท่ากับ 1 - 1.5 ลิตร ปริมาตรนี้จะไม่สามารถขับออกจากปอดได้ไม่ว่าจะหายใจออกด้วยความแรงเท่าใดก็ตาม ทั้งนี้เป็นเพราะไม่สามารถทำให้ด้านหลังและด้านหน้าของทรวงอกมาชิดกันปริมาตรของปอดที่ระดับการหายใจปกติ (ตั้งแต่ภายหลังการหายใจออกปกติและก่อนการหายใจเข้าครั้งต่อไป) เรียกว่า Function Residual Capacity (F.R.C.) ซึ่งเท่ากับค่าปริมาตรการหายใจออกสำรองบวกด้วยปริมาตรส่วนเหลือ

Vital Capacity

การหายใจเข้าอย่างมากที่สุดเท่าที่ทำได้ แล้วตามด้วยการหายใจออกอย่างแรงและมากที่สุดเช่นกัน เราเรียกปริมาณอากาศที่หายใจออกด้วยวิธีนี้ว่า Vital capacity ซึ่งเป็นปริมาตร Tidal (tidal volume) ที่มีขนาดใหญ่ที่สุดที่สามารถทำได้ ขนาดของการเปลี่ยนแปลงจะขึ้นอยู่กับรูปร่างของแต่ละคนและมักจะเท่ากับ 4.5 ลิตรในผู้ชาย และ 3.5 ลิตรในผู้หญิง ในทางการแพทย์จะมีการทดสอบที่สำคัญ ที่เรียกว่า timed vital capacity ซึ่งผู้ถูกทดสอบจะต้องหายใจออกอย่างรวดเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้จากจุดที่เกิดจากการหายใจเข้าสูงสุดจนกระทั่งถึงจุดของการหายใจออกสูงสุด ในคนปกติจำนวนอากาศที่หายใจออกในวินาทีแรก ควรเท่ากับ 80% ของ Vital capacity ทั้งหมด จำนวนเปอร์เซ็นต์นี้เรียกว่า ปริมาตรการหายใจออกอย่างรวดเร็วรุนแรงใน 1 วินาที (Forced Expiratory Volume in 1 second , FEV_1) ดังรูป 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงปริมาตรการหายใจออกอย่างรุนแรงใน 1 วินาที, FEV_1

Pulmonary ventilation

ในขณะพักตามปกติ การหายใจแต่ละครั้งจะนำอากาศเข้า 400 มิลลิลิตร และเรียกว่าปริมาตร Tidal ขบวนการนี้เกิดขึ้นซ้ำ ๆ กัน 15 - 20 ครั้งต่อนาที จำนวนอากาศทั้งหมดที่หายใจเข้าต่อนาที จะได้จากการคูณปริมาตร tidal ด้วยจำนวนครั้งที่หายใจเข้าไปใน 1 นาที ซึ่งตัวเลขหลังนี้เรียกว่าอัตราการหายใจ (Respiratory Rate)

การระบายอากาศของปอดใน 1 นาที (Pulmonary Ventilation, PV)

= ปริมาตร tidal x อัตราการหายใจ

(V =ปริมาตร, v = ปริมาตร/นาที)

ซึ่งค่าจะอยู่ระหว่าง 400 มล. x 15 = 6,000 มล.ต่อนาทีจนถึง 400 มล. X 20 = 8,000 มล.ต่อนาที หรือประมาณ 6-8 ลิตรต่อนาที

ในการออกกำลังกาย อัตราหายใจและปริมาตร Tidal จะเพิ่มขึ้นอย่างมาก และการระบายอากาศของปอดในกรณีนี้อาจสูงถึง 50 ลิตรต่อนาที แต่ค่านี้ก็มิใช่ความสามารถในการหายใจสูงสุด ร่างกายสามารถควบคุมให้เกิดการหายใจอย่างลึกมาก และด้วยอัตราความเร็วสูงมากได้ เพื่อให้เกิดการรับอากาศได้มากกว่า 100 ลิตรต่อนาที ซึ่งการทดสอบที่เกี่ยวกับการหายใจสูงสุดในลักษณะนี้ (เวลาประมาณ 15 วินาที) เรียกว่า ปริมาตรการถ่ายเทอากาศสูงสุด (Maximum Ventilation Volume) หรือความจุอากาศสูงสุด (Maximum Breathing Capacity)

Alveolar Ventilation (AV)

จำนวนอากาศที่หายใจเข้าไปถึงปอดจริง ๆ ใน 1 นาที ซึ่งเป็นจำนวนอากาศไหลเวียนอยู่ใน Alveoli วัดเป็นลิตร/นาที ทั้งนี้มีค่าน้อยกว่าปริมาณของ Pulmonary ventilation เพราะปริมาณนี้จะรวมอากาศที่เข้าไปอยู่ภายใน dead space ด้วย

Alveolar ventilation = อัตราการหายใจ x Alveolar tidal volume

= อัตราการหายใจ x (ปริมาตร tidal - dead space)

= 15 x (400-150)

= 3,750 มล.ต่อนาที

Pulmonary ventilation = 6,000 มล.ต่อนาที

Alveolar ventilation คือ อากาศที่หายใจออกจากถุงลมสู่ภายนอกในแต่ละนาทีเนื่องจากอากาศนี้จะมีคาร์บอนไดออกไซด์คงที่ประมาณ 5.5-6.0% ดังนั้นปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ขับออกไปในแต่ละนาที จึงเป็นสัดส่วนโดยตรงกับ Alveolar ventilation

ปริมาตรปอด (Lung Volume)

ในทางสรีระวิทยาของการหายใจนั้น แบ่งปริมาตรของปอดออกเป็นส่วนย่อย ๆ ได้ 3 ส่วน คือ ส่วนที่เรียกว่าปริมาตร (Volume) 4 ส่วน และส่วนที่เรียกว่าความจุ (Capacity) 4 ส่วน การตรวจหาปริมาตรปอดจะเป็นวิธีการหนึ่งในการตรวจการทำหน้าที่ของปอดถ้าหากปอดมีปริมาตรผิดไปแสดงว่าปอดทำหน้าที่ผิดปกติด้วย

ปริมาตร(Volume)

1. ปริมาตรอากาศหายใจเข้าออกแต่ละครั้ง (Tidal Volume, TV:V_t) คือ ปริมาตรอากาศที่หายใจเข้าและออกในแต่ละครั้ง เมื่อมีการออกกำลังกายร่างกายต้องใช้ก๊าซออกซิเจนมากขึ้นค่านี้จะเพิ่มมากขึ้น

2. ปริมาตรหายใจเข้าสำรอง (Inspiratory Reserve Volume, IRV) หมายถึง ปริมาตรอากาศที่เพิ่มขึ้นจากการหายใจเข้าธรรมดาไปเป็นการหายใจเข้าเต็มที่

3. ปริมาตรหายใจออกสำรอง (Exspiratory Reserve Volume, ERV) หมายถึง ปริมาตรอากาศที่หายใจออกเต็มที่หลังการหายใจออกธรรมดา

4. ปริมาตรส่วนเหลือ (Residual Volume, RV) หมายถึง ปริมาตรอากาศที่ยังคงเหลืออยู่ในปอดหลังจากการหายใจออกเต็มที่แล้ว

ความจุ (Capacity)

1. ความจุส่วนที่เหลือใช้งานได้ (Functional Residual Capacity, FRC) หมายถึง ปริมาตรอากาศที่เหลืออยู่ภายหลังจากหายใจออกธรรมดาแล้ว

2. ความจุหายใจเข้า (Inspiratory Capacity, IC) หมายถึง ปริมาตรอากาศที่หายใจเข้าเต็มที่ภายหลังจากหายใจออกธรรมดาแล้ว

3. ความจุชีพ (Vital Capacity, VC) หมายถึง ปริมาตรอากาศที่หายใจออกเต็มที่ ภายหลังจากการหายใจเข้าเต็มที่

4. ความจุปอดรวม (Total Lung Capacity, TLC) หมายถึง ปริมาตรของอากาศทั้งหมดขณะหายใจเข้าเต็มที่

2.2 ฝุ่นละออง

ฝุ่นละออง (Particulates) ได้แก่ สารที่แขวนลอยอยู่ในอากาศ อาจเป็นของเหลวหรือของแข็งก็ได้ ซึ่งมีขนาดใหญ่เล็กแตกต่างกัน เช่น เขม่า ควันดำ ฝุ่นจากดิน ละอองเกสรดอกไม้ ละอองน้ำมัน ขี้เถ้า อีกทั้งการกระจายตัวแตกต่างกันโดยอนุภาคเล็ก ๆ ของฝุ่น เมื่อถูกกระแสลมพัด

ก็จะปลิวกระจายลอยตัวอยู่ในอากาศและตกลงสู่พื้นโดยเวลาที่ใช้ในการตกนั้นขึ้นอยู่กับน้ำหนักของอนุภาคฝุ่น แหล่งกำเนิดของฝุ่นจะแสดงถึงคุณสมบัติความเป็นพิษของฝุ่นด้วย เช่น ฝุ่นแอสเบสตอส ตะกั่วไฮโดรคาร์บอน ฝุ่นละอองตามกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์นั้นมีผลต่อระบบทางเดินหายใจ

ชนิดของฝุ่น

เนื่องจากฝุ่นละอองประกอบด้วยอนุภาคและขนาดที่แตกต่างกันมีทั้งที่เป็นสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ รวมถึงการมีแหล่งที่มาที่แตกต่างกันอีกด้วย ดังนั้นในการแบ่งประเภทของฝุ่นละอองอย่างแน่นอนนั้นกระทำได้ยาก จำเป็นต้องใช้ข้อมูลจากหลาย ๆ แขนง เช่น เคมี ฟิสิกส์ ไมโครสโคปี (Microscopy) ผลึกวิทยา (Crystallography) เป็นต้น

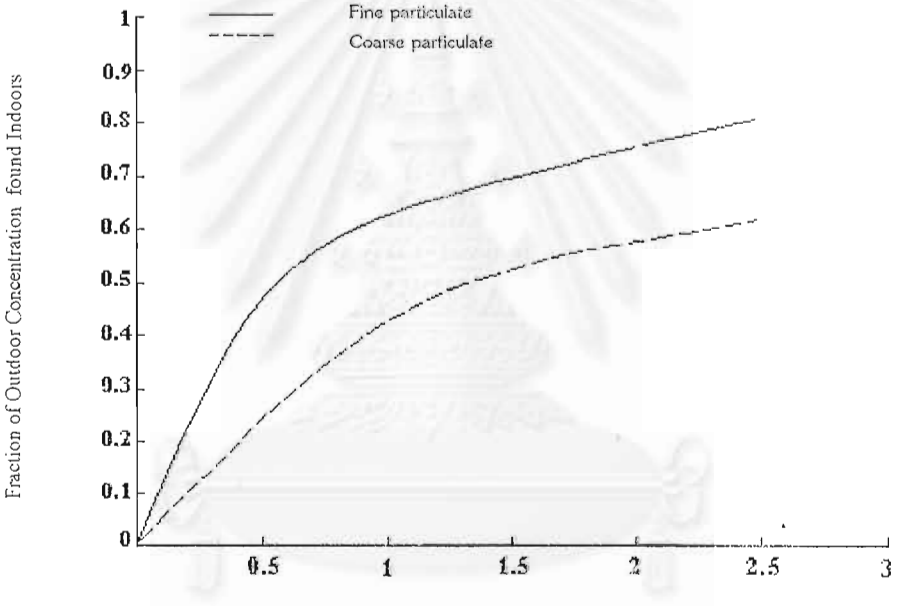
Mc Crone ,1972 ได้เสนอไว้ว่าในการศึกษาตัวอย่างฝุ่นละอองสิ่งสำคัญ คือ จะต้องจัดประเภทของฝุ่นละอองให้อยู่ใน 3 ลำดับย่อยนี้ให้ได้เสียก่อนซึ่งได้แก่

1. ผลผลิตที่เกิดจากการกัดเซาะของลม (Wind-erotion products)
   - ทางด้านชีววิทยา เช่น ไฟเบอร์ ละอองเกสร (Pollens) เมล็ด (Seed)
   - ทางด้านแร่ (Mineral)
2. ฝุ่นที่เกิดจากอุตสาหกรรม (Industrial Dust)
   - ไฟเบอร์ (กระดาษ และสิ่งทอ)
   - ผลิตภัณฑ์เคมี
   - ฝุ่นที่เกิดจากการหล่อโลหะ
   - พวกโพลิเมอร์และอื่น ๆ
3. ผลผลิตที่เกิดจากการเผาไหม้
   - จากเตาเผาขยะ และเตาเผาใบไม้
   - จากเตาที่ใช้ภายในครัวเรือน
   - จากเตาขนาดเล็กที่ใช้ต้มน้ำในการผลิตไอน้ำ
   - จากอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ และเตาต้มน้ำที่ใช้สำหรับในการผลิตไอน้ำสำหรับสาธารณชน

ขนาดของฝุ่นละอองเป็นลักษณะเฉพาะที่สำคัญ ซึ่งสามารถใช้ในการจำแนกประเภทของฝุ่นละอองได้จาก U.S.EPA. (Environmental Protection Agency, 1982) ได้กำหนดขนาดของฝุ่นละอองไว้ คือฝุ่นที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางจาก 0.005 ไมครอนถึงประมาณ 100 ไมครอน และจำแนกฝุ่นออกไว้เป็น 2 ชนิดคือ

1. ฝุ่นที่มีขนาดเล็ก (Fine Particulate Matter) โดยกำหนดขนาดมีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 2.5ไมครอนฝุ่นละอองประเภทนี้จะเป็นอันตรายอย่างมากต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนที่ได้สัมผัส

2. ฝุ่นที่มีขนาดใหญ่ (Coarse Particulate Matter) โดยกำหนดขนาดไว้ว่ามีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 2.5 ไมครอน



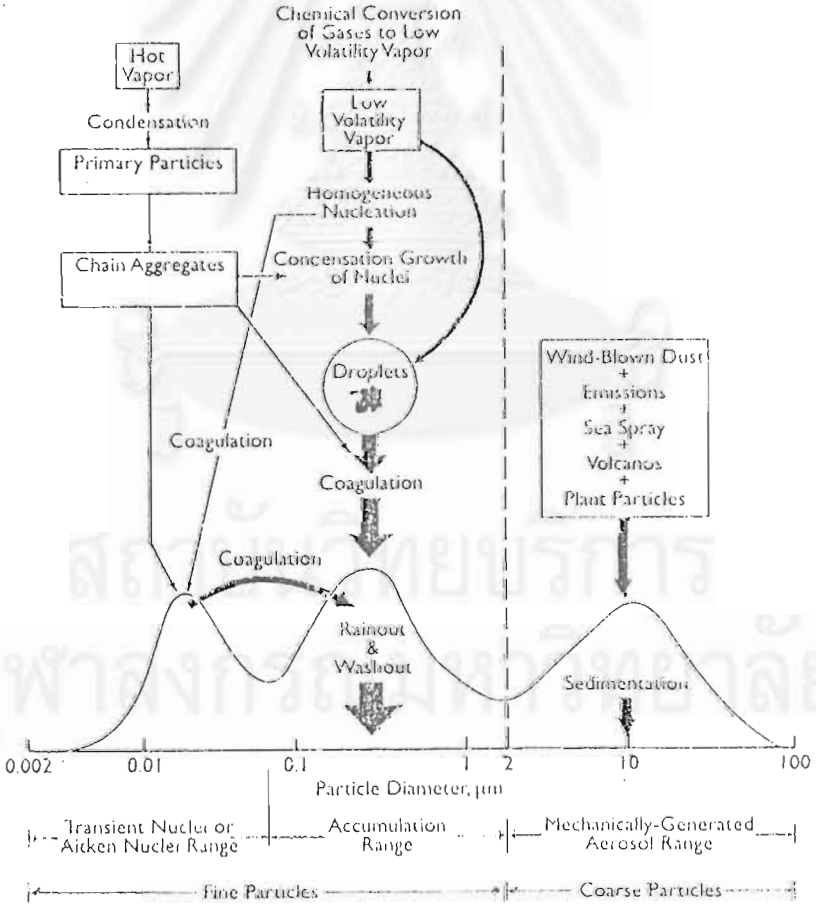
อัตราการแลกเปลี่ยนก๊าซ (Air Change per Hour)

รูปที่ 2.6 สัดส่วนของฝุ่นละอองในอาคารจากภายนอกอาคารภายใต้สภาวะสมดุลเมื่อเปรียบเทียบระหว่างฝุ่นสองขนาดที่มีขนาดเล็กและใหญ่แตกต่างกัน
แหล่งที่มา : Murray and Burmaster , 1995

สำหรับการเรียกชื่อชนิดของฝุ่นละอองนั้น อาจเรียกได้ตามลักษณะโครงสร้าง หรือองค์ประกอบทางเคมีของฝุ่นละอองนั้น ๆ หรือประเภทและขบวนการทางอุตสาหกรรมที่มาของสาเหตุที่ทำให้เกิดฝุ่น เช่น ฝุ่นถ่าน ขี้เถ้าถ่านหิน ฝุ่นปูน ฝุ่นดิน ฝุ่นคาร์บอน และฝุ่นของแอสเบสตอส เป็นต้น

ลักษณะทางกายภาพของฝุ่น

ฝุ่นละอองมีแหล่งที่มาและคุณสมบัติที่แตกต่างกันหลาย ๆ ด้านทั้งในด้านของขนาด รูปร่าง ความหนาแน่น องค์ประกอบทางเคมี การเกาะตัวกัน (Cohesiveness) และโครงสร้าง (สถาบันวิจัยสแตนฟอร์ด ในสหรัฐอเมริกา Perkins , Henry C., 1974) ฝุ่นละอองมีการเคลื่อนที่ในลักษณะที่กระจัดกระจายมีการแพร่กระจายจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งโดยอาศัยลมดังนั้นลักษณะทางภูมิประเทศ ภูมิอากาศ และสภาพทางอุตุนิยมวิทยามีอิทธิพลต่อการแพร่มากที่สุด โดยทั่วไปธรรมชาตินั้นมีขบวนการที่จะลดจำนวนฝุ่นละอองในบรรยากาศลง เช่น การเกิดฝนตก ขบวนการดังกล่าวนี้จะทำให้ฝุ่นเกิดการจับตัวหรือรวมตัวกันกับเมฆและตกลงมาพร้อมกับฝน หรือถูกชะล้างโดยน้ำฝน สำหรับฝุ่นที่มีขนาดใหญ่จะตกลงมาสู่พื้นเองตามแรงโน้มถ่วงของโลก (Gravitational Settling) ในรูปที่ 2.7 แสดงการแจกแจงขนาดของอนุภาคในบรรยากาศและกลไกการเกิดละออง ซึ่งจะพบว่าฝุ่นละอองที่มีสัดส่วนมากกว่า ได้แก่ พวกฝุ่นละอองเล็กกว่า 2.5 ไมครอน โดยทั่วไปฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กนี้ส่วนใหญ่เกิดจากกิจกรรมและเทคโนโลยีของมนุษย์ ส่วนฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่เส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 2.5 ไมครอน ส่วนมากนั้นเกิดขึ้นเองจากกลไกทางธรรมชาติ



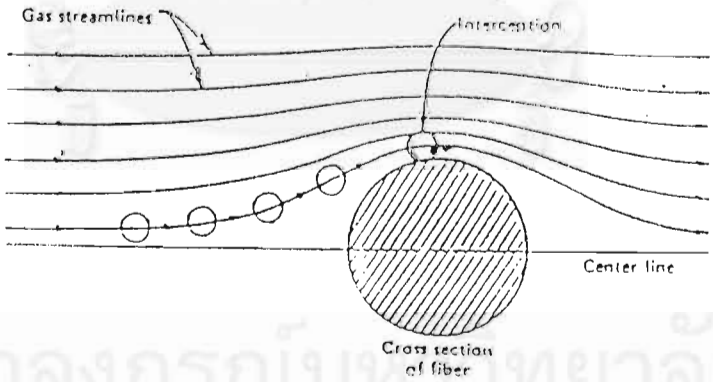
รูปที่ 2.7 การกระจายของอนุภาคขนาดต่าง ๆ และกลไกของการเกิดละอองในบรรยากาศ
แหล่งที่มา จาก Whitby and Sverdrup, 1980

2.3 ลักษณะการตกตัวของฝุ่นในระบบทางเดินหายใจ

ลักษณะการตกตัวของฝุ่นละอองนั้นขึ้นอยู่กับช่วงเวลาและสถานที่ตก ซึ่งถ้าตกอยู่ในระบบทางเดินหายใจแล้วปฏิกิริยาที่เกิดจะขึ้นอยู่กับประเภท องค์ประกอบทางเคมี ตำแหน่งที่ตกในปอด และลักษณะการกำจัดสิ่งแปลกปลอมโดยขบวนการต่าง ๆ ของร่างกายในส่วนของระบบทางเดินหายใจทั้ง 3 ส่วน และความสามารถในการละลายของฝุ่นซึ่งอาจซึมผ่านผนังของถุงลมปอดและเข้าสู่กระแสโลหิตได้แตกต่างกัน

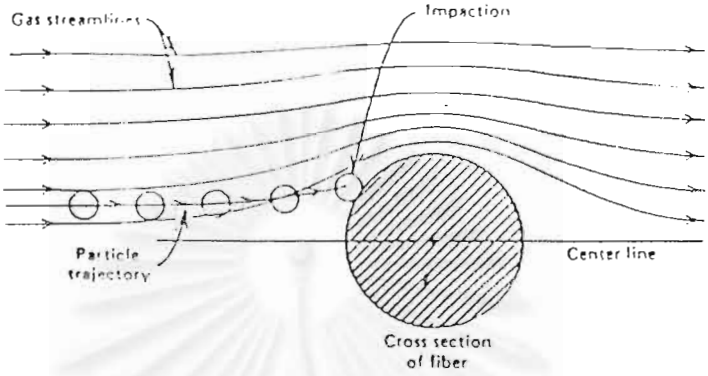
ฝุ่นละอองในระบบทางเดินหายใจ (Inhale Particles) จะเกาะตัวหรือตกตัวได้ในส่วนต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจด้วยขบวนการที่ซับซ้อน ซึ่งลักษณะการเกาะตัวของฝุ่นในระบบทางเดินหายใจแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภทคือ

1. Interception คือ การที่อนุภาคของฝุ่นละอองขนาดเล็กเกาะตัวกับอนุภาคของฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่กว่าเนื่องจากแรงในการเคลื่อนตัวของฝุ่นขนาดเล็กนั้นสิ้นสุดลงจากการเปลี่ยนแปลงทิศทางการเคลื่อนตัว ดังแสดงในรูปที่ 2.8



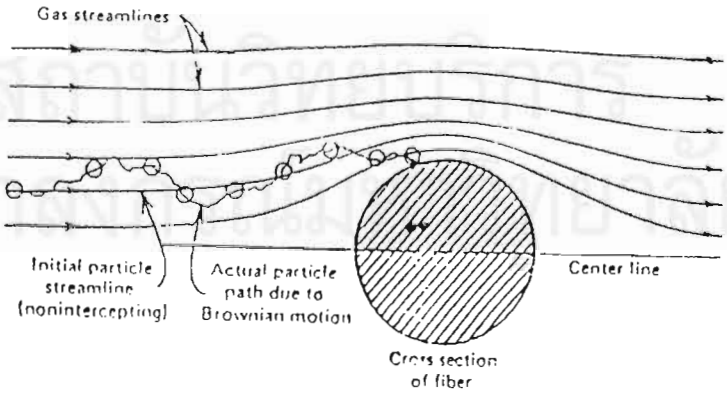
รูปที่ 2.8 ฝุ่นละอองที่ถูกจับโดย Interception

2. Inertial Impaction คือ การที่อนุภาคของฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กเกาะตัวกับอนุภาคของฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่กว่า เนื่องจากการกระทบกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ฝุ่นละอองเดี่ยวที่ถูกจับโดย Impaction

3. Diffusion คือการที่อนุภาคของฝุ่นละอองขนาดเล็กเคลื่อนตัวด้วยทิศทางไม่คงที่ (Brownian Motion) ทำให้แรงในการเคลื่อนที่สิ้นสุดลงเมื่อมีอนุภาคของฝุ่นขนาดใหญ่กว่ามาขวางกั้นอยู่ ดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 ฝุ่นละอองเดี่ยวที่ถูกจับโดย Diffusion

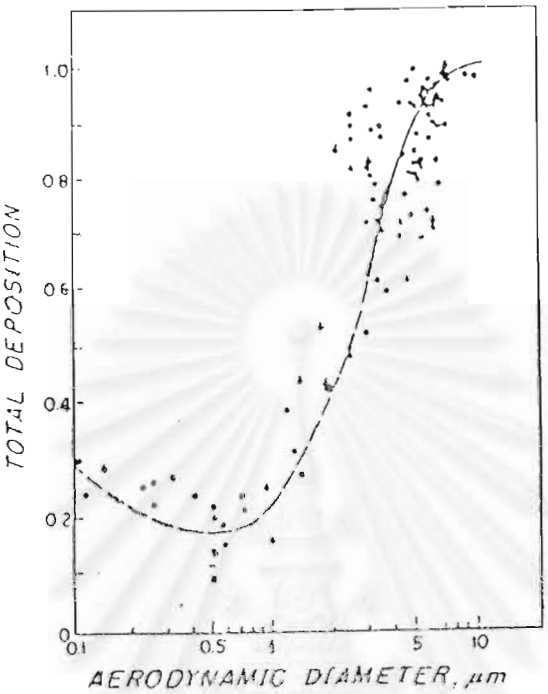
4. Gravitational settling คือ การที่อนุภาคตกตัวด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก

5. Electrostatic attraction คือ การที่อนุภาคตกตัวหรือเกาะตัวโดยอาศัยความแตกต่างของประจุไฟฟ้าของอนุภาคของฝุ่นละอองเหล่านั้น

ขบวนการสำคัญที่เกิดขึ้นในระบบทางเดินหายใจส่วนมากเป็นขบวนการ Impaction และ Diffusion

ในขณะที่มีการหายใจเข้านั้น อากาศที่เข้าไปมักจะมีการเปลี่ยนแปลงทิศทางตามส่วนที่อากาศนั้นพัดผ่าน ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนทิศทางของอากาศ ฝุ่นละอองมีแนวโน้มที่จะเข้าไปสู่ระบบทางเดินหายใจที่ระยะสั้นขึ้น ทั้งนี้เป็นเพราะความหนืด (Inertia) ที่เกิดขึ้น เป็นผลทำให้ฝุ่นละอองที่อยู่ใกล้ผิวผนังทางเดินอากาศเกิดการตกตัวหรือเกาะตัว โดยขบวนการ Inertial Impaction ซึ่งขบวนการที่เกิดขึ้นนี้ขึ้นอยู่กับระยะทางที่ฝุ่นนั้นหยุดลงและความเร็วในการไหลของอากาศต่ำลง ลักษณะเช่นนี้เป็นการตกตัวและเกาะตัวของฝุ่นละอองขนาดใหญ่ที่อยู่ใกล้กับผนังของทางเดินอากาศ ซึ่งน้ำหนักเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดการตกตัวหรือการเกาะตัวของฝุ่นละออง (ดังตารางที่ 2.1) โอกาสในการตกตัวหรือเกาะตัวโดยการ Impaction นี้ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของระยะทางในการหยุดตัวของฝุ่นกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของทางเดินอากาศ และจะมีการตกตัวหรือเกาะตัวสูงที่สุดในส่วนของแขนงขั้วปอด (Bronchial Region) ดังนั้นอาจกล่าวได้ว่า การเกิด Impaction นี้จะเกิดขึ้นในระบบทางเดินหายใจที่มีขนาดใหญ่ และการตกตะกอน (Sedimentation) มักจะเกิดขึ้นโดยฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็ก ความเร็วของการตกตัว ช่วงเวลาที่ใช้ในขณะที่ผ่านทางเดินอากาศที่มีความชื้น และมีละอองน้ำคอยจับอยู่ซึ่งขนาดของฝุ่นจะมีขนาดเพิ่มขึ้นมากเรื่อย ๆ และจะทำให้ฝุ่นละอองตกตัวโดยขบวนการของ Sedimentation และ Impaction ในการตรวจวัดการเกาะตัวของฝุ่นละอองในระบบทางเดินหายใจทั้งหมด ทำการศึกษาจากการตรวจวัดปริมาณของฝุ่นละออง ในขณะที่หายใจเข้าและขณะหายใจออกในภาวะที่ควบคุม (ดังแสดงในรูปที่ 2.11) ซึ่งจากผลการทดลอง พบว่าเกือบ 100 % ของฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน จะเกาะตัวหรือตกตัวทั้งหมด และลดลงเมื่อฝุ่นมีขนาดเล็กลง ขนาดของฝุ่นละอองเล็กที่สุดที่มีการเกาะตัวหรือตกตัวคือ 0.3 ถึง 1 ไมครอน ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่านี้จะเกาะตัวโดยขบวนการ Diffusion

อัตราการหายใจ ปริมาตรของอากาศที่หายใจ และช่วงเวลาที่หายใจเข้า-ออกนั้น จะมีผลต่อการเกาะตัวหรือตกตัวของฝุ่นละอองทั้งสิ้น สำหรับฝุ่นละอองที่มีขนาด 0.5 ไมครอน การเกาะตัวจะขึ้นสูงสุด ถ้ามีการหายใจอย่างช้า ๆ เพราะมีเวลาเพียงพอที่จะให้ฝุ่นละอองเกิดการตกตัวโดยแรงโน้มถ่วงของโลก ช่วงระยะเวลาของการหายใจที่ช้าและยาวนานขึ้นจะเพิ่มอัตราการเกาะตัวหรือการตกตัวของฝุ่นละอองทุกขนาด



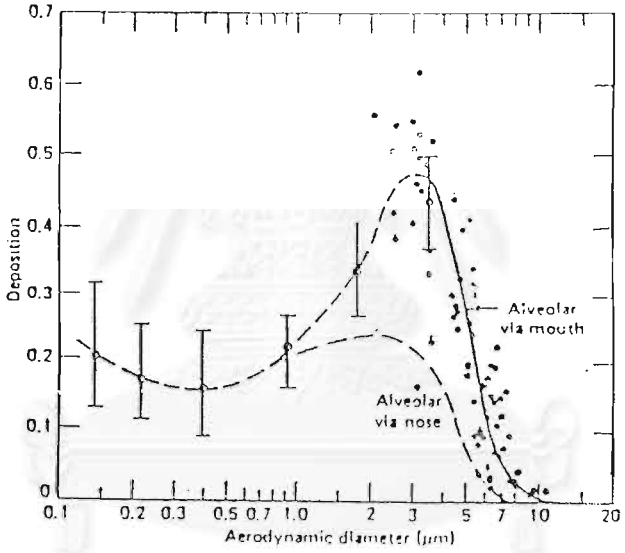
รูปที่ 2.11 ผลการทดลองการตกตัวของฝุ่นละอองในระบบทางเดินหายใจ

แหล่งที่มา Reprinted with permission from seminars in Respiratory Medicine, 1: 196-210: 1980, Thieme - Stration, New York .

การเกาะตัวของฝุ่นละอองในทางเดินหายใจส่วนที่1 คือส่วนศีรษะจมูกรวมคอหอย (Nasopharyngeal Section) สูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของอากาศและขนาดของฝุ่นละออง ในขณะที่อากาศไหลผ่านจมูกนั้นอากาศจะอบอุ่นและชื้นขึ้น ดังนั้น เมื่ออากาศไหลผ่านโพรงจมูก ฝุ่นละอองขนาดใหญ่จะถูกจับโดยขบวนการ Sedimentation และ Impaction โดยขนจมูกและผนังของโพรงจมูก ซึ่งฝุ่นละอองจะเกาะตัวกันในบริเวณผนังของโพรงจมูกและถูกขับออกมาเป็นของเสียในรูปของน้ำมูกและน้ำลายจากการหายใจทางปากในอัตรา 30 ลิตรต่อนาที ประมาณ 20% ของฝุ่นที่มีขนาด 5 ไมครอน และ 70% ของฝุ่นละอองที่มีขนาด 10 ไมครอน จะเกาะตัวก่อนที่อากาศจะไหลเข้าสู่บริเวณกล่องเสียง (Larynx) จากการหายใจโดยผ่านจมูก ฝุ่นละอองขนาด 5 ไมครอน ประมาณ 70% ของขนาด 10 ไมครอน 100% จะถูกเกาะตัวภายในโพรงจมูก ซึ่งการเกาะตัวนี้จะเพิ่มมากขึ้นเมื่ออัตราการหายใจเพิ่มมากขึ้น

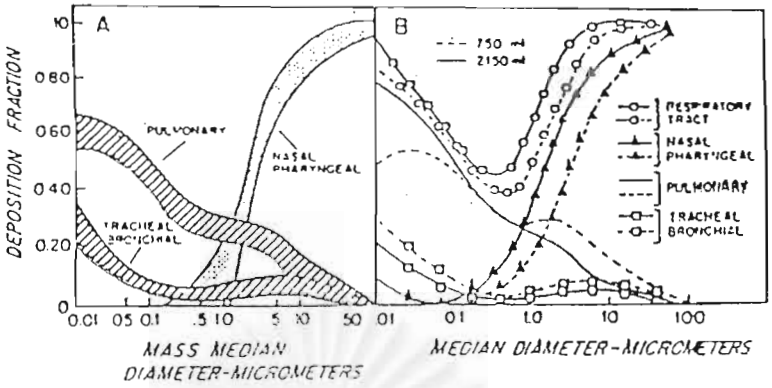
หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ถ้าอัตราการหายใจอยู่ในระดับ 20 ลิตรต่อนาทีหรือสูงกว่า การเกาะตัวของฝุ่นละอองขนาด 3 ไมครอนในส่วนของหลอดคอจนถึงขั้วปอด (Tracheobronchial Region) จะเกาะตัวด้วยขบวนการ Impact สำหรับฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 3 ไมครอนที่อัตราการหายใจน้อยกว่า 20 ลิตรต่อนาที ฝุ่นละอองจะเกาะตัวด้วยขบวนการ Sedimentation ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กมาก (เล็กกว่า 2 ไมครอน) จะไม่สามารถเกาะตัวในส่วนนี้ได้โดยตรง ดังแสดงในรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 ผลการทดลองการเกาะตัวของฝุ่นละอองขนาดต่าง ๆ ในส่วนของ Alveolar
แหล่งที่มา : Reprinted with permission from Lippmann , 1977.

IRCP Task Group on Lung Dynamics (ค.ศ. 1966) ได้กำหนดส่วนต่าง ๆ ของระบบทางเดินหายใจไว้ เรียกว่า Task Force Model ซึ่งสรุปส่วนที่มีการเกาะตัวของฝุ่นละอองไว้ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 การตกตัวของฝุ่นขนาดต่าง ๆ ภายในส่วนของปอดในแบบจำลอง ซึ่งเสนอโดย IRCP Task Group : (A) Effect of GSD of 1.2-4.5 at a tidal volume of 1450 ml. (B) Effect of tidal volume, 750 and 2150 ml. Reprinted with permission from Seminars in Respiratory Medicine, 1, 196-210 (1980), Thieme-Stration, Inc., New York, NY.

ตารางที่ 2.1 การ Settling, Impaction, Diffusion ของฝุ่นละอองในส่วนต่าง ๆ ของปอด

Airway	Stopping Distance[a] Airway Diameter			Settling Distance[b] Airway Diameter			Rms Displacement[c] Airway Diameter		
	0.1 um	1 um	10 um	0.1 um	1 um	10 um	0.1 um	1 um	10 um
Trachea	0	0.0008	0.068	0	0	0.0052	0.0004	0.0001	0
Main Bronchus	0	0.0013	0.109	0	0	0.0041	0.0003	0.0001	0
Segmental Bronchus	0	0.0031	0.272	0	0	0.0022	0.0005	0.0001	0
Terminal bronchus	0	0.0017	0.149	0	0.0002	0.021	0.0029	0.0006	0.0002
Terminal Bronchiole	0	0.0003	0.028	0	0.0018	0.156	0.011	0.0022	0.0006
Alveolar duct	0	0	0.0023	0.0004	0.017	1.52	0.039	0.0079	0.0023
Alveolar sac	0	0	0.007	0.0012	0.047	4.13	0.067	0.013	0.0040

[a]Stopping distance at airway velocity for steady flow of 1.0 L/s

[b]Settling distance = settling velocity residence time in each airway at a steady flow of 1.0 L/s

[c]Rms displacement during residence time in each airway at a steady flow of 1.0 L/s.

2.4 การตอบสนองต่อสิ่งแปลกปลอมของปอด

เมื่อมีสิ่งแปลกปลอมเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจร่างกายจะต่อต้านโดยกระบวนการป้องกันสิ่งแปลกปลอมที่มีอยู่แล้วซึ่งมีหลายแบบแตกต่างกัน และทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาด รูปร่าง และชนิดของสิ่งแปลกปลอมนั้น ๆ สำหรับกระบวนการ การกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่เป็นฝุ่นมี 3 แบบ ขึ้นอยู่กับขนาดของฝุ่น คือ

1. การกรองอย่างหยาบ (Coarse filtration) การตอบสนองแบบนี้จะใช้กับฝุ่นที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางมากกว่า 15 ไมครอน ฝุ่นนี้เมื่อหายใจเข้าไปส่วนใหญ่จะถูกกักอยู่ตามซอกจมูก และลำคอ โดยขนจมูกและเมือกแล้วถูกขับออกมาโดยเร็วโดยการไอ จาม สั่งน้ำมูก และ ถูกกลืนลงหลอดอาหาร

2. การกรองอย่างละเอียด (Fine filtration) การตอบสนองแบบนี้จะใช้กับฝุ่นที่มีขนาดเล็กซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 5 ไมครอนถึง 15 ไมครอนฝุ่นที่มีขนาดนี้จะสามารถหลุดผ่านจมูก และลำคอลงไปหลอดลมใหญ่ (Bronchus) และหลอดลมฝอย (Bronchioles) ต่อมาจะถูกเมือกซึ่งเซลล์ที่ผิวทางเดินหายใจผลิตออกมาจะจับไว้แล้วถูกเซลล์ขนพัดโบกขึ้นมาสู่ทางเดินหายใจส่วนบน ซึ่งใช้เวลาประมาณ 20 นาทีแล้วขับออกมาทางอาการไอ จาม

3. กลไกการป้องกันระดับเซลล์ (Cellular level defect) ฝุ่นละอองขนาดเล็กมากซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 5 ไมครอน (Respirable Particulate) จะถูกหายใจปนเข้ากับอากาศผ่านทางเดินหายใจส่วนต้นเข้าสู่หลอดลม (Alveolar duct) และถุงลม ส่วนหนึ่งจะถูกหายใจกลับปนออกมาขณะที่หายใจออกและอีกส่วนหนึ่งจะถูกแมคโครเฝจ (Macrophage) ซึ่งเป็นเซลล์อยู่ในกระแสเลือดเคลื่อนตัวผ่านผนังหลอดเลือดเข้าสู่ผนังถุงลมเพื่อกินฝุ่น (Phagocytosis) แล้วส่วนหนึ่งจะถูกจับโดยเยื่อปอดทำให้เกิดปฏิกิริยาต่าง ๆ กันไปและเซลล์แมคโครเฝจ ซึ่งกินฝุ่นแล้ว อีกส่วนหนึ่งจะถูกจับโดยเยื่อเมือกแล้วพัดกลับขึ้นมาสู่ทางเดินหายใจส่วนบน ถูกไอ จาม ออกสู่ภายนอกอีกส่วนหนึ่งจะเคลื่อนสู่น้ำเหลือง และถูกขจัดออกทางระบบน้ำเหลือง สำหรับสิ่งแปลกปลอมที่เป็นก๊าซกระบวนการที่กล่าวมาข้างต้นไม่สามารถนำมาใช้งานได้ ดังนั้นเยื่อบุของทางเดินหายใจมักมีการระคายเคืองหรือถูกทำลายโดยเฉพาะก๊าซที่ละลายน้ำจะละลายน้ำในเยื่อเมือกบุผิวและซึมผ่านผนังเซลล์เข้าสู่เซลล์ได้ ส่วนมากเยื่อบุผิวที่ถูกทำลายเป็นบริเวณทางเดินหายใจส่วนต้น สำหรับก๊าซที่ละลายได้ดีในไขมันจะก่อให้เกิดความระคายเคืองต่อเยื่อบุทางเดินหายใจส่วนต้นน้อยมาก ส่วนใหญ่จะเข้าสู่ถุงลมแล้วซึมเข้าสู่กระแสเลือดแต่จะมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง

2.5 พยาธิสภาพของทางเดินหายใจที่เกิดจากมลสารในอากาศ

เมื่ออนุภาคมลสาร (Particulate) ถูกสูดเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ จะก่อให้เกิดพยาธิสภาพต่ออวัยวะในระบบทางเดินหายใจ ดังนี้

1. พยาธิสภาพของทางเดินหายใจ เป็นการเกิดพยาธิสภาพของทางเดินหายใจส่วนต้น ซึ่งเป็นส่วนที่ไม่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซเกิดขึ้น

1.1 การระคายเคือง (Simple Irritation) เมื่อมีการสูดดมฝุ่นที่ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อเยื่อบุผิวทางเดินหายใจ ต่อมเมือก จะเกิดการขยายตัว และขยายใหญ่ขึ้นเป็นผลให้มีการผลิตสารเมือกมากขึ้นในหลอดลม ทำให้หลอดลมแคบลง และการขจัดสารเมือกทำได้ลดลง จะมีอาการอักเสบของหลอดลม ซึ่งถ้าเป็นบ่อย ๆ จะกลายเป็นโรค หลอดลมอักเสบเรื้อรัง

1.2 การสร้างภูมิคุ้มกันเกินและหรือภูมิแพ้ (Allergic and immune reaction) เมื่อฝุ่นเข้าสู่ทางเดินหายใจ บางคนอาจมีการตอบสนองทันทีโดยการเกิดการรวมตัวกันของเซลล์จำพวกอีโอซิโนฟิล (Eosinophil) และมาสต์เซลล์ (Mast Cell) ซึ่งจะปล่อยสารที่ทำให้เกิดการการหดตัวของหลอดลมเกิดภาวะหอบหืด (Asthma) ซึ่งผู้ป่วยพวกนี้มักมีประวัติหอบเหนื่อย

1.3 การเกิดมะเร็ง (Malignant Change) ฝุ่นของสารบางชนิด เช่น แอสเบสตอล (asbestos) สามารถกระตุ้นทำให้เกิดมะเร็งปอดได้ โดยเฉพาะกับคนที่สูบบุหรี่ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดมะเร็งปอดของเยื่อหุ้มปอดได้ด้วย

2. พยาธิสภาพของถุงลมและเนื้อปอด เป็นการเกิดพยาธิสภาพ ของระบบทางเดินหายใจในส่วนที่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซ พยาธิสภาพของทางเดินหายใจในระดับล่าง เกิดจากอนุภาคมลสารที่มีขนาดเล็กเส้นผ่าศูนย์ต่ำกว่า 5 ไมครอน จากคุณสมบัติทางด้านเคมี ขนาด รูปร่าง และปริมาณทำให้เกิดพยาธิสภาพที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งอาจแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ ๆ ได้เป็น 5 กลุ่มดังนี้

2.1 ดิฟฟิ่ว อินเตอร์สติเดียล ไฟโบรซีส (Diffuse Institial Fibrosis) คือ การที่มีเนื้อเยื่อพังพืด (fibous tissue) แทรกเข้าไปอยู่ในช่องว่างระหว่างเนื้อปอด และผนังของถุงลม ซึ่งเข้าใจว่า แมโครเฟจในปอดที่ถูกฝุ่นทำลาย ทำให้มีการกระตุ้นเซลล์ประเภท โฟโบรลาส์ให้เติบโตอย่างรวดเร็วผิดปกติ ทำให้มีอาการหอบเหนื่อยเนื่องจากการที่ปอดขยายตัวได้ไม่เต็มที่

2.2 โนดูลาร์ ไฟโบรซีส (Nodular Fibrosis) คือการที่มีเนื้อเยื่อพังพืดมาจับกันเป็นหย่อม ๆ เล็ก ๆ (nodule) ในบริเวณที่มีฝุ่นตกค้างอยู่ในปอด เชื่อว่าแมโครเฟจในปอดที่ถูกทำลายโดยฝุ่นมีบทบาทในการทำให้เกิดพยาธิสภาพเช่นนี้ อาการที่พบคือ การเหนื่อยหอบเนื่องจากปอดขยายตัวไม่เต็มที่ร่วมกับการอุดกั้นของทางเดินหายใจขณะหายใจออก

2.3 เอกซ์ทรินซิก อัลเลอร์จิก อัลวีโอไลติส (Extrinsic Allergic Alveolitis) คือการอักเสบของเนื้อปอดบริเวณหลอดลมส่วนปลาย หรือเกิดจากภูมิแพ้ต่อสารนอกร่างกายซึ่งมีลักษณะ

เฉพาะ อาการที่เกิดขึ้นในระยะแรก ๆ เป็นการอักเสบ มีไข้ หนาวสั่น ต่อมาเป็นอาการเหนื่อยหอบแบบรีสติกทีฟ ลัง ดีสซีส (Restrictive Lung Disease)

2.4 ถุงลมโป่งพอง (Emphysema) มักจะเกิดในบุคคลที่ได้รับฝุ่นเป็นจำนวนมากเป็นเวลานานเนื่องจากผนังของถุงลมและหลอดลมถูกทำลายไปช้า ๆ เนื่องจากถูกเซลล์ชนิดโพลิเมอร์ โพนิเคลียร์ (Polymorphonuclear) ปล่อยสารพิษออกมาทำลายถุงลม ถุงลมที่โป่งพองมักจะอยู่ใกล้บริเวณที่มีเนื้อเยื่อที่ล้อมรอบฝุ่นเอาไว้ อาการที่เกิดจะเป็นลักษณะของอาการเหนื่อยหอบเนื่องจากทางเดินหายใจถูกอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic Obstructive Lung Disease)

2.5 อะคิว พูลโมนารี เอดรีมา (Acute Pulmonary Edema) คือการที่ผนังเส้นเลือดฝอยที่ผนังถุงลมผิดปกติ ทำให้น้ำพลาสม่า (Plasma) บางครั้งเป็นเม็ดเลือดแดงรั่วเข้าสู่ถุงลม อากาศไม่สามารถเข้าสู่ถุงลมเหล่านั้นได้ ทำให้เกิดอาการเหนื่อยหอบทันทีทันใด ไอ มีเสมหะเป็นสีชมพูหรือสีเลือดซึ่งเกิดจากการสูดดมเอาฝุ่นควันของสารพิษเข้าไปสู่ระบบทางเดินหายใจ เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ คลอรีน แอมโมเนีย หรือ ฟูม (Fume) ของโลหะต่างๆ การเปลี่ยนแปลงของปอดจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของรอยโรคดังที่กล่าวมาแล้ว การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเกิดขึ้นจากการที่ปอดยืดและหดตัวได้ไม่ดี ประกอบกับมีลมคั่งในถุงลมทำให้การกระจายตัวของอากาศในปอดไม่ทั่วถึง การไหลเวียนของเลือดสู่ผนังถุงลมบางส่วนลดลง เนื่องจากหลอดเลือดถูกทำลาย ถุงลมบางส่วนมีเลือดไหลเวียนแต่ไม่มีการระบายอากาศ ในทางตรงกันข้ามถุงลมที่มีการระบายอากาศแต่ไม่มีเลือดผ่านเข้าไป ทำให้เกิดความไม่สมดุลระหว่างการระบายอากาศ และภาวะออกซิเจนต่ำถ้าผู้ป่วยไม่มีหลอดลมอักเสบเรื้อรังร่วมด้วย ร่างกายจะแก้ไขภาวะนี้โดยการเพิ่มการระบายอากาศหายใจในปอดให้มากขึ้น ดังนั้นระดับออกซิเจนในเลือดแดงมักจะปกติ ผู้ป่วยจึงไม่เกิดภาวะผิวกายเขียวคล้ำ

2.6 ความผิดปกติที่มีผลกระทบต่อกลไกของกระบวนการหายใจ

การเปลี่ยนแปลงทางพยาธิสภาพที่พบบ่อยๆ คือ

1. ความล้มเหลวของการหายใจเข้า (Inspiratory Failure)

การหายใจเข้าเกิดจากการทำงานของศูนย์หายใจ (Respiratory Center) ที่ส่งกระแสประสาทไปยังเซลล์ในแอนทีเรียฮอน (Anterior Horn Cell) ของไขสันหลังที่มีหน้าที่ควบคุมกล้ามเนื้อหายใจเซลล์นี้จะถ่ายทอดกระแสประสาทไปยังกล้ามเนื้อหายใจด้วยตัวเองศูนย์หายใจเป็นส่วนหนึ่งของสมอง และอาจเกิดความเสียหายเนื่องจากการบาดเจ็บอย่างใดอย่างหนึ่งที่เกิดกับสมอง ถ้าหากศูนย์หายใจหยุดทำงานการหายใจโดยธรรมชาติจะหยุดลง

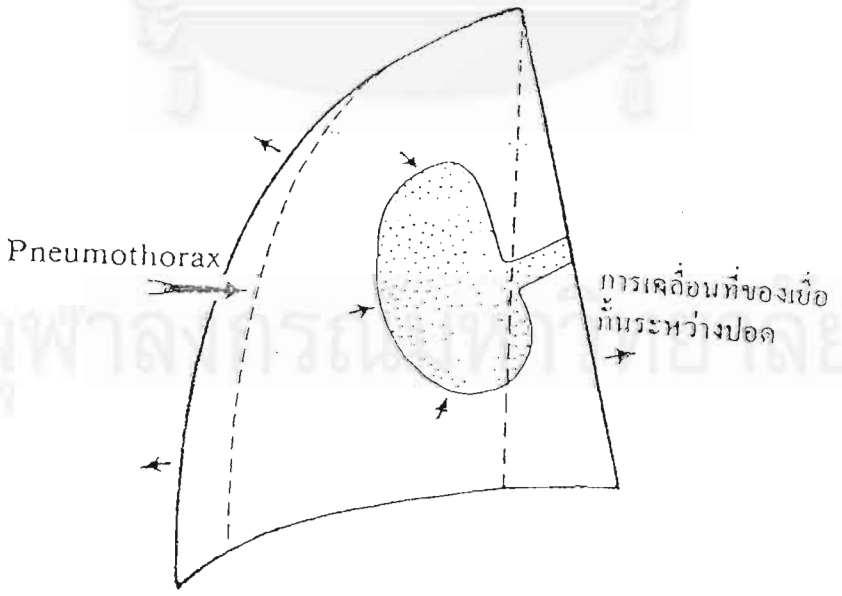
2. ความล้มเหลวของการหายใจออก (Expiratory Failure)

โดยเหตุที่การหายใจออกจะเกิดจากการหยุ่นตัวกลับของปอด และนอกจากในกรณีพิเศษเท่านั้นที่การหายใจออกจะเกิดจากกล้ามเนื้อหายใจออก ความล้มเหลวของการหายใจออกเกิดจากการสูญเสียความสามารถในการยืดหยุ่นกลับอันเป็นผลมาจากการสลายตัวของเนื้อเยื่อยืดหยุ่น (Elastic tissue) ของปอดจากการไอร่วมกับหลอดลมอักเสบเรื้อรัง

3. ปอดแฟบ (Pneumothorax)

ปอดเป็นโครงสร้างซึ่งยืดหยุ่นได้และจะแฟบตัวคล้ายลูกโป่งที่ปล่อยลมออกแล้วเมื่อปอดออกมาอยู่นอกทรวงอก ในทรวงอกปอดจะขยายตัวเต็มที่และบรรจุอยู่เต็มช่องทรวงอก ซึ่งจะไม่มีช่องว่างระหว่างด้านนอกของปอดและด้านในของทรวงอก หากมีอากาศเข้าไปอยู่ระหว่างด้านนอกของปอดกับผนังด้านในของทรวงอกจะทำให้ปอดแฟบลงและเรียกสภาพนี้ว่า Pneumothorax (Pneumo ภาษาละติน = อากาศ) เมื่อเกิด Pneumothorax แล้วการหายใจจะไม่สามารถทำให้เกิดการถ่ายเทอากาศของปอดได้อย่างเพียงพอ

กลไกการเกิด Pneumothorax เกิดจากการเคลื่อนของเยื่อที่กั้นกลางของช่องอกเมื่อมีลมเข้าไปในระหว่างปอดและผนังทรวงอกจะทำให้ปอดแฟบลงในขณะที่ผนังอกจะเคลื่อนย้ายออกด้านนอกเล็กน้อย ส่วนเยื่อที่กั้นกลางช่องอกจะเคลื่อนย้ายเข้าไปในปอดอีกด้านตำแหน่งของผนังทรวงอกและเยื่อที่กั้นกลางช่องอกขณะเริ่มต้นแสดงโดยจุดไข่ปลา ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 Pneumothorax

4. มีของเหลวคั่งในปอด (Pleural Effusion)

ถ้ามีของเหลวเข้าไปอยู่ระหว่างปอดกับผนังทรวงอก (ช่องปอด) อันเป็นผลมาจากเยื่อหุ้มปอดอักเสบ (Pleurisy) หรือเกิดมีเลือดออกในปอดจากการการบาดเจ็บ (Haemothorax) การหายใจไม่เป็นปกติ และในกรณีนี้เยื่อกั้นระหว่างปอด จะเคลื่อนที่เข้าไปยังอีกด้านหนึ่ง

5. หลอดลมอุดตัน (Blocked Bronchus)

ถ้าเกิดการอุดตันหลอดลมจนทำให้อากาศผ่านเข้าปอดไม่ได้ อากาศที่ตกค้างอยู่ภายในปอดข้างนั้น จะดูดซึมเข้าสู่เลือด ทำให้ปอดข้างนั้นแฟบลง และเยื่อกั้นระหว่างปอดจะถูกดึงเข้าไปในปอดด้านที่แฟบ

6. ทางผ่านอากาศบางส่วนถูกอุดตัน (Partially Blocked Airway)

ในโรคหืดหรือภาวะอื่นใดก็ตามที่ทำให้หลอดลมบีบเกร็ง (Bronchospasm) ทางผ่านอากาศจะแคบลง ดังนั้นถึงแม้การหายใจอาจจะพอเพียงเมื่อมีอัตราการหายใจต่ำ แต่ถ้าจะพยายามออกกำลังกายจะทำให้การหายใจเป็นไปโดยลำบากมาก ผนังของทางผ่านอากาศประกอบด้วยกล้ามเนื้อเรียบซึ่งควบคุมโดยทั้งระบบประสาทซิมพาเธททิคและประสาทพาราซิมพาเธททิค ระบบประสาทซิมพาเธททิคจะเป็นส่วนขยายหลอดลม ในขณะที่ประสาทซิมพาเธททิคจะทำให้หลอดลมตีบตัว ซึ่งในคนเป็นโรคหืดนั้นจะมีการทำงานของประสาทซิมพาเธททิคมากและการทำงานมีไม่เพียงพอ

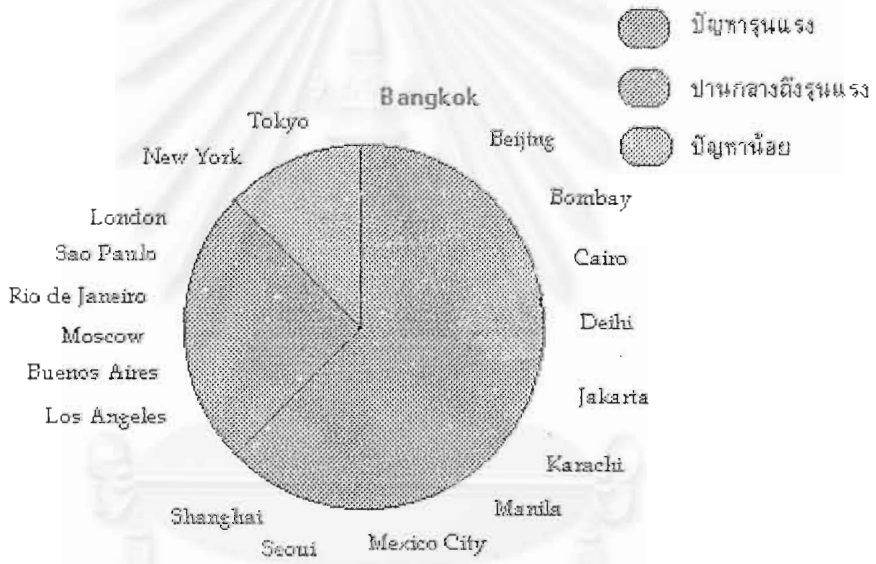
7. เนื้อปอดแข็ง (Consolidation)

โรคปอดบวมชนิดที่เกิดการอักเสบที่กลีบปอด (Lobar Pneumonia) ปอดจะมีลักษณะหนาแน่นขึ้น อันเป็นส่วนหนึ่งของการเปลี่ยนแปลงทางพยาธิสภาพของโรค

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.7 ปัญหาฝุ่นละอองในกรุงเทพมหานคร

กรุงเทพมหานครเป็นหนึ่งใน 20 มหานคร ที่มีฝุ่นละอองมาก (รูปที่ 2.15) สาเหตุหลักของปัญหานี้ คือ การเติบโตอย่างรวดเร็วของเมือง ในปัจจุบันตัวเลขที่เป็นทางการระบุว่ามีประชากรมากกว่า 5.6 ล้านคน เป็นผู้อยู่อาศัยในกรุงเทพมหานคร แต่จำนวนผู้อยู่อาศัยจริงอาจมีมากถึง 10 ล้านคน ฝุ่นละอองในกรุงเทพมหานครส่วนใหญ่มาจากยานยนต์ และโรงงานอุตสาหกรรม ในปี พ.ศ. 2534 กรุงเทพมหานครมีจำนวนรถยนต์มากถึง 2,112,518 คัน และครึ่งหนึ่งของโรงงานอุตสาหกรรมในประเทศตั้งอยู่ในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล ในปี พ.ศ. 2539 คาดว่ามีฝุ่นละอองจำนวน 1,136,000 ตัน เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีอยู่ในขณะนี้ (ดร. ชัชวาลย์ จันทรวิจิตร, 2542)



รูปที่ 2.15 ฝุ่นละอองใน 20 เมืองใหญ่

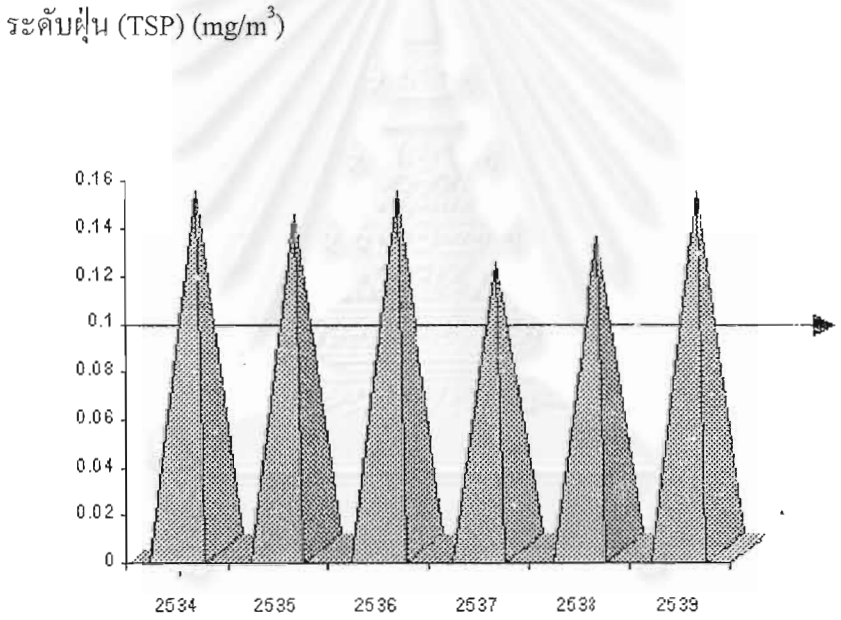
แหล่งที่มา : UNEP / WHO 1992. Urban Air Pollution in Megacities of the World

ระดับฝุ่นละอองในบรรยากาศ

ระดับฝุ่นละอองในกรุงเทพมหานครจะถูกตรวจวัดโดย 2 หน่วยงาน คือ กระทรวงสาธารณสุข และกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมทั้งค่าเฉลี่ยระยะสั้น 24 ชั่วโมง และค่าเฉลี่ยระยะยาว 1 ปี จะถูกตรวจวัดโดยเทคนิคการเก็บอากาศปริมาตรสูง (High Volume Sampler Technique)

ระดับฝุ่นรวม **(Total Suspended Particulate , TSP)**

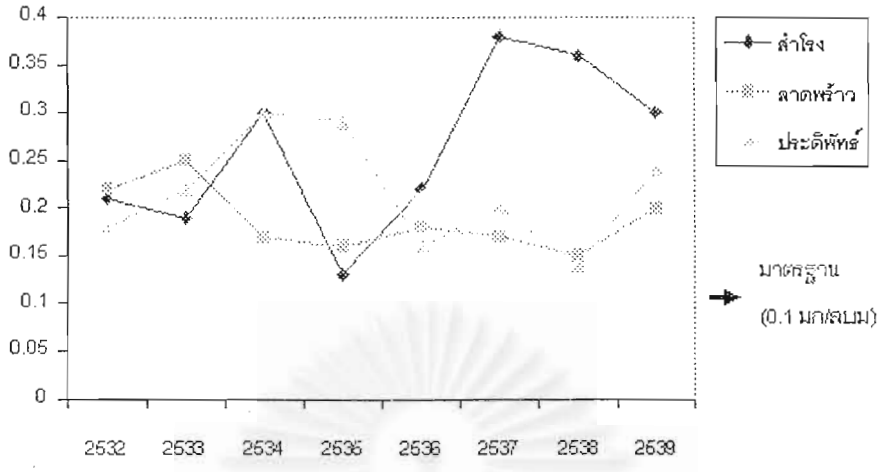
ในระหว่างปี พ.ศ. 2534-2539 ค่าเฉลี่ยรายปีของระดับฝุ่นละอองในบริเวณย่านที่อยู่อาศัยมีค่าสูงกว่าค่ามาตรฐาน (0.1 mg/m^3) โดยตลอดค่าเฉลี่ยรายปีที่ได้จากสถานีของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม มีค่าระหว่าง 0.12 และ 0.15 mg/m^3 (รูป 2.16) ซึ่งสอดคล้องกับค่าที่วัดได้โดยกระทรวงสาธารณสุข ซึ่งพบค่าระหว่าง 0.13 ถึง 0.38 mg/m^3 (รูปที่ 2.17) ระดับฝุ่นที่แตกต่างกันของหน่วยงานทั้งสองนั้นเกิดจากการเลือกตำแหน่งที่ตั้งของสถานีตรวจวัด โดยกระทรวงสาธารณสุขมักจะเลือกตั้งบริเวณที่มีปัญหาระดับฝุ่นละอองสูง ค่าสูงสุดที่วัดได้เท่ากับ 0.38 mg/m^3 สูงถึงประมาณ 4 เท่าของระดับค่ามาตรฐาน (0.1 mg/m^3)



รูปที่ 2.16 ฝุ่นรวมเฉลี่ยรายปี ในย่านที่อยู่อาศัยในกรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ. 2534-2539

แหล่งที่มา : กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2540.

ระดับฝุ่น TSP (mg/m^3)



รูปที่ 2.17 ระดับฝุ่นละอองรวมเฉลี่ยรายปี ในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ในปี พ.ศ. 2532-2539

แหล่งที่มา : สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2540.

2.8 ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10})

ในเรื่องปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพนั้นฝุ่นละอองขนาดเล็กเป็นตัวชี้วัดที่ดีสำหรับการประเมินผลกระทบจากการได้สัมผัสฝุ่นละออง ในช่วงระหว่างปี พ.ศ. 2535-2539 ค่าเฉลี่ยรายปีของฝุ่นขนาดเล็กในกรุงเทพมหานครอยู่ระหว่าง 41 ถึง 85 ug/m^3 (รูปที่2.18) ค่าเฉลี่ยรายปีเริ่มตั้งแต่ ปี พ.ศ. 2536 สูงเกินค่ามาตรฐานซึ่งกำหนดไว้ไม่เกิน 50 ug/m^3 มาตลอด ส่วนในค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงมีค่าสูงเช่นเดียวกัน ดังข้อมูลของกระทรวงสาธารณสุข ในปี พ.ศ. 2539 พบว่า 40% ของค่าฝุ่นละอองที่วัดได้จากทั้งหมดสูงเกินกว่าระดับค่ามาตรฐาน

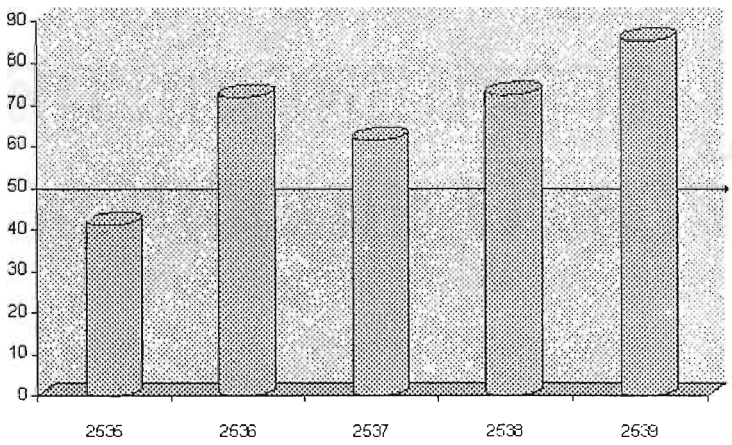
แหล่งที่มาของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

ฝุ่นในกรุงเทพมหานครมีที่มาจาก 5 แหล่งที่สำคัญคือ ฝุ่นปลิวจากถนน ฝุ่นจากยานยนต์ จากการก่อสร้าง จากหม้อไอน้ำ และจากโรงไฟฟ้า (บริษัทเรเดียนอินเตอร์เนชั่นเนล, 2541) ฝุ่นจากถนนเกิดจากการวิ่งของยานยนต์ ในปี พ.ศ. 2539 มีฝุ่นจากแหล่งนี้ประมาณ 20,378 ตัน (33.2%) ของฝุ่นจากทุกแหล่ง (ตารางที่ 2.3) แหล่งที่มาของฝุ่นที่สำคัญ รองลงมาคือ ฝุ่นจากหม้อน้ำซึ่งทำให้เกิดฝุ่นประมาณ 18,115 ตัน/ปี (29.5 %) ฝุ่นจากยานยนต์เกิดจากการเผาไหม้ของ

เครื่องยนต์ ทำให้เกิดฝุ่นค่อนข้างมากเช่นกัน ประมาณ 14,043 ตัน/ปี (22.8%) ฝุ่นบางส่วนมาจากโรงไฟฟ้า ประมาณ 7,191 ตัน/ปี (11.7%) และจากการก่อสร้างประมาณ 1,752 ตัน/ปี (2.9%)

ผลกระทบของฝุ่นละอองต่อประชากรในกรุงเทพมหานคร

ฝุ่นละอองนั้นนอกจากจะลดความสามารถในการมองเห็น ทำให้เกิดความสกปรกและสร้างความเดือดร้อนรำคาญแล้ว ผลการศึกษาจากทั่วโลกพบว่าฝุ่นละอองยังสามารถทำให้ประชากรเสียชีวิตก่อนเวลาอันสมควร ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินหายใจ และโรคระบบหัวใจและหลอดเลือด เช่น จากการศึกษาของวิทยาลัยการสาธารณสุข จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่านักเรียนที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่มีฝุ่นละออง PM_{10} สูงกว่า 100 ug/m^3 มีอัตราป่วยด้วยโรคในระบบทางเดินหายใจสูงกว่าเด็กที่อาศัยอยู่ในบริเวณที่มีฝุ่นละออง PM_{10} ต่ำกว่า 50 ug/m^3 และพบว่าระดับความรุนแรงของอาการป่วยในประชากรจะเปลี่ยนแปลงไปตามระดับของฝุ่นละออง (วิทยาลัยการสาธารณสุข จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2538) นอกจากนี้ในปัจจุบันยังพบว่าอัตราการเข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาลด้วยโรคในระบบทางเดินหายใจ และ โรคหัวใจ หลอดเลือดจะสูงขึ้นเมื่อระดับฝุ่น PM_{10} สูงขึ้น (ตารางที่ 2.4) ในสภาพที่ไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ และมีระดับฝุ่นละอองแตกต่างกันมาก ๆ (180 ug/m^3) ผู้ใหญ่ที่อาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีปริมาณฝุ่นละอองสูงจะมีโอกาสป่วยเป็นโรคในระบบทางเดินหายใจเฉียบพลันได้สูงเป็นสองเท่าของคนที่อยู่อาศัยในสิ่งแวดล้อมที่มีฝุ่นละอองต่ำ มีการประมาณว่าในแต่ละปีอาจจะมีผู้ที่เสียชีวิตก่อนวัยอันสมควรประมาณ 4,000 ถึง 5,500 คน เนื่องจากฝุ่นละอองเป็นสาเหตุ (ประมาณจากประชากรล้านคน บริษัทแฮกเลอร์ เบลลี่ เซอร์วิส, 2541)



รูปที่ 2.18 ระดับฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) เฉลี่ยรายปี จากสถานีตรวจวัดข้างถนนในเขตกรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ.2535-2539

ตารางที่ 2.2 อัตราการตายด้วยโรคระบบทางเดินหายใจต่อประชากรแสนคนในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2531 ถึง พ.ศ. 2536

2531	2532	2533	2534	2535	2536
12.6	13.5	13.5	13.9	14.4	16.6

แหล่งที่มา : กระทรวงสาธารณสุข, 2539

ตารางที่ 2.3 ปริมาณการปล่อยฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนจากยานยนต์โดยไม่มีการควบคุม ในปี พ.ศ. 2539

ประเภทแหล่งกำเนิด	อัตราการปล่อย (ตัน/ปี)	เปอร์เซ็นต์
ฝุ่นปลิวจากถนน	20.378	33.2%
หม้อไอน้ำโรงงาน	18.115	29.5%
ยานยนต์	14.043	22.8%
โรงไฟฟ้า	7.191	11.7%
การก่อสร้าง	1.752	2.9%
รวม	61.492	100.0%

แหล่งที่มา : บริษัท เรเดียนอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด, 2541

ตารางที่ 2.4 ร้อยละที่เพิ่มของการเข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาลต่อการเพิ่มระดับฝุ่นละออง (PM_{10}) 30 ug/m^3

ชนิดโรค	ทุกกลุ่มอายุ ตลอดปี	ทุกกลุ่มอายุ ทุกฤดู ยกเว้นฤดูฝน	ผู้สูงอายุตลอดปี
โรคในระบบทางเดินหายใจ	5.5%	11.1%	17.6%
โรคหัวใจและหลอดเลือด	5.3%	-	7.6%

แหล่งที่มา : บริษัท แฮกเกอร์เบลลี่เซอร์วิส, 2541

จากผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้นอาจกล่าวได้ว่าปริมาณฝุ่นละอองที่เพิ่มขึ้นในบรรยากาศนั้นมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงแนวโน้มของโรคทางระบบทางเดินหายใจในประชากรที่อาศัยในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียง โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) ที่มีความสามารถในการแพร่ผ่านเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ดี

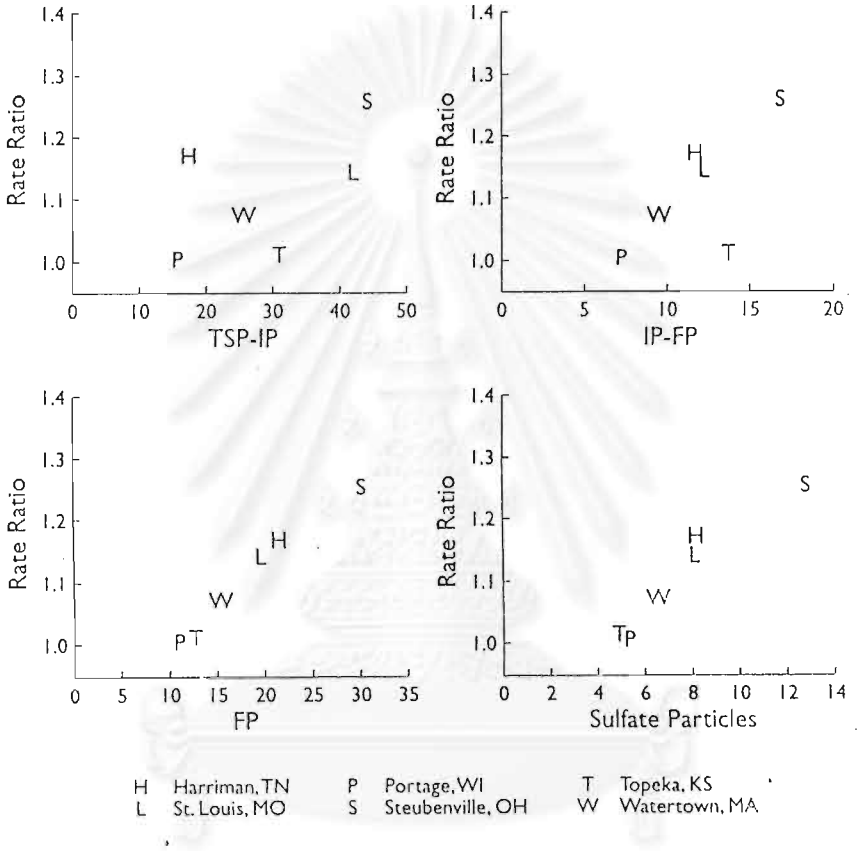
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Arden Pope, et al. (1991) ศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพของฝุ่นละอองที่ปล่อยมาจากโรงงานถลุงเหล็กในมลรัฐยูทาห์ ประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่าปริมาณ PM_{10} ในชั้นบรรยากาศที่เพิ่มขึ้นทำให้เด็กที่เป็นโรคหืดมีการทำงานของปอดลดลง วัดโดยค่า peak flow ที่ลดต่ำลงและเกิดอาการหอบหืดมากขึ้น รวมทั้งมีความจำเป็นต้องใช้ยารักษาโรคหืดมากขึ้นและมีความจำเป็นที่ต้องเข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาลขึ้นอีก ความรุนแรงของการเกิดอาการหอบหืดจากฝุ่นมีความสัมพันธ์ต่อปริมาณ PM_{10} ในชั้นบรรยากาศ

Abbey, et al. (1995: 139-151). ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนและการเพิ่มขึ้นของอาการแสดงของโรคระบบทางเดินหายใจในประชาชนที่ไม่ได้สูบบุหรี่ในมลรัฐเคริฟอร์เนียร์ในปี ค.ศ. 1977-1987 การศึกษานี้เลือกกลุ่มตัวอย่างของ California Seventh-day Adventist (SDA) จำนวน 3,914 คน เป็นเพศหญิงและเพศชายที่ไม่ได้สูบบุหรี่ การศึกษาพบว่าปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนแปรผันตามกันกับการเพิ่มขึ้นของอาการแสดงของโรคหลอดลมอุดกั้น อาการไอเรื้อรัง และความรุนแรงของโรคหลอดลมอุดกั้นและโรคหอบ ความเสี่ยงของความรุนแรงของโรคหลอดลมอุดกั้นอาการไอ อาการหอบต่อการสัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่มากกว่า 100 ug/m^3 เท่ากับ 1.17, 1.21 และ 1.30 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10ไมครอนกับความรุนแรงของอาการแสดงของโรคระบบทางเดินหายใจในผู้ที่ประกอบอาชีพเกี่ยวกับฝุ่นละอองจะมีความสัมพันธ์มากกว่าผู้ที่ไม่ได้ประกอบอาชีพเกี่ยวกับฝุ่นละออง

Bagnoli P. (1997) ศึกษา Characterization ของ PM_{10} ในบรรยากาศ ซึ่งมีขนาดเล็กและสามารถแพร่ผ่านเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ดี โดยเก็บตัวอย่างของ PM_{10} จากสถานที่ที่แตกต่างกันโดยใช้เครื่องวัด High Volume ตาม form EPA Leghorn ใน Tuscany, Italy 2 ที่ ซึ่งมีการจราจรหนาแน่น นำ PM_{10} มาตรวจสอบแยกส่วนประกอบที่เป็นพิษและหาความเข้มข้นของส่วนประกอบด้วย HPLC diode array UV detector โลหะหนัก ด้วย HGA Graphic Furnance AAS-Zeeman-effect Technique หรือ AA-Flame Spectrophotometry จากการศึกษาพบว่าแหล่งปล่อย PM_{10} ที่สำคัญ คือ ยานพาหนะซึ่งพบโดยทั่วไป ตัวอย่างที่เก็บจากบริเวณพื้นที่อุตสาหกรรมจะมีค่าเฉลี่ยของส่วนประกอบของ PM_{10}ที่แตกต่างกัน แต่ถึงกระนั้นก็ตามก็ยังมีปริมาณน้อยกว่าแถบยุโรป

Dockery, et al. (1993) รายงานผลการศึกษาที่สำคัญโดยบ่งชี้ให้เห็นว่าปริมาณของฝุ่นโดยเฉพาะอย่างยิ่งฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กกว่า 2.5 ไมครอน ($PM_{2.5}$) มีความสัมพันธ์กับอัตราการตายของประชากร 6 รัฐในประเทศสหรัฐอเมริกา และอัตราการตายที่เพิ่มขึ้นนี้เกิดขึ้นในประชากรที่เป็นโรคปอดโรคหัวใจหรือโรคมะเร็งปอดอยู่แล้วได้มากกว่าประชากรปกติ



รูปที่ 2.19 ผลการศึกษาของ Dockery, et al. ในปี 1993

จากรูปที่ 2.19 แสดงความสัมพันธ์ของอัตราการตายในประชากร 6 รัฐในประเทศสหรัฐอเมริกากับปริมาณฝุ่นละอองในบรรยากาศ Non- Inhalable Particulate (TSP-IP), the Coarse Fraction of Inhalable Particulates (IP-FP), Fine Particulate ($PM_{2.5}$), and Sulfate Particles

Saldiva, et al. (1995:159-163) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมลภาวะอากาศกับอัตราการตายของคนอายุ 65 ปีขึ้นไป ในเมือง Sao Paulo ประเทศ Brazil ในช่วงเดือนพฤษภาคม ค.ศ. 1990 ถึงเดือนเมษายน ค.ศ. 1991 พบว่า อัตราการตายมีความสัมพันธ์ในปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ไนโตรเจนออกไซด์ และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยควบคุมปัจจัยทางด้านฤดูกาล ภูมิอากาศและปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนที่เพิ่มขึ้นเท่ากับ 100 ug/m^3 มีความสัมพันธ์กับการเพิ่มขึ้นของอัตราการตายเท่ากับ 13%

Schwartz (1994:648-655) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างมลพิษทางอากาศและการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลของผู้สูงอายุในเมือง Detroit และ Michigan ในช่วงปี ค.ศ.1986 - 1989 พบว่า ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนมีความสัมพันธ์กับการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ ในผู้ที่มีอายุ 65 ปีและมากกว่า 65 ปี ในเมือง Detroit และ Michigan โดยการเพิ่มขึ้นของปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนทุก 10 ug/m^3 ทำให้มีความเสี่ยงของการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลเพิ่มขึ้นจากปกติ 3.5% สำหรับโรคปอดอักเสบ (Pneumonia) และ 6 % สำหรับโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (COPD)

Wordly J., Walters S, Ayres JG. (1997) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่าของ PM_{10} ในบรรยากาศและการเข้ารับการรักษาในโรงพยาบาลและการตายในเบอร์มิ่งแฮม,สหรัฐอเมริกา เพื่อหาค่าความสัมพันธ์ของโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดโรคของปริมาณฝุ่น PM_{10} ที่ระดับต่างๆ โดยทำการเก็บตัวอย่างตั้งแต่ เมษายน 1992 ถึง มีนาคม 1994 และอาศัยข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา และการรับเข้ารักษาในโรงพยาบาลด้วยโรคหอบหืด หลอดลมอักเสบ ปอดบวม โรคหัวใจ หลอดเลือด COPD และโรคระบบหายใจอื่นๆ ในช่วงเวลาเดียวกันจาก West Midlands Regional Health Authority แล้วนำมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ จากการศึกษาพบว่าอัตราการตายและการเจ็บป่วยด้วยโรคดังกล่าวมีความสัมพันธ์กับปริมาณของฝุ่นที่เพิ่มขึ้น โดยพบว่าฝุ่น PM_{10} ที่เพิ่มขึ้น 10 ug/m^3 จะทำให้การรับเข้ารักษาพยาบาลของผู้ป่วยโรคทางเดินหายใจเพิ่มขึ้น 2.4 % และโรคระบบหลอดเลือดเพิ่มขึ้น 2.1 % และเพิ่มขึ้น 1.1 % ของสาเหตุการตายทั้งหมด

Yamaguchi, et al. (1998:1-6) ศึกษาปัจจัยการเกิดอาการโรคปอดแบบอุดตัน และโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังในประชาชนอายุมากกว่า 40 ปี จากพื้นที่ในชนบทในเขตที่อยู่อาศัย และในเขตอุตสาหกรรมของกรุงปักกิ่ง สาธารณรัฐประชาชนจีน โดยใช้แบบสอบถามของ British Medical Research Council และการทดสอบสมรรถภาพปอด เกณฑ์ของโรคแบบอุดตัน คือ ค่า FEV_1/FVC < 68% ตัวแปรที่ศึกษาคือ พื้นที่ที่อยู่อาศัย เพศ อายุ การสูบบุหรี่ ประวัติการเจ็บป่วย

ด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ สถานะทางเศรษฐกิจและสังคม องค์ประกอบของครอบครัว ผลการศึกษาพบว่าอัตราความชุกของโรคปอดแบบอุดตันจะสูงในกลุ่มตัวอย่างจากชนบท และต่ำกว่าในกลุ่มตัวอย่างจากเขตที่อยู่อาศัย ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับการเสื่อมสมรรถภาพปอด คือ เมื่ออายุสูงขึ้น การสูบบุหรี่ สถานะทางเศรษฐกิจและสังคมต่ำ และการมีประวัติการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ

กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (2538) ศึกษาผลกระทบของฝุ่นละอองต่อภาวะสุขภาพของระบบทางเดินหายใจทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรังในช่วงเดือนกันยายน พ.ศ.2537 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ.2538 โดยใช้อาการเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจและสมรรถภาพทางปอดเป็นเครื่องชี้วัดสถานะสุขภาพของเด็กนักเรียน 7-12 ปี จาก 6 โรงเรียนในกรุงเทพมหานคร ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีปริมาณฝุ่นละอองปริมาณระดับสูง (119.57 ug/m^3) ปานกลาง (65.31-72.7 ug/m^3) และต่ำ (54.75 ug/m^3) ผลการศึกษาพบว่า อาการเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจเกือบทุกอาการของนักเรียนในโรงเรียนในกลุ่มที่มีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน อยู่ในระดับสูงและปานกลาง มีอัตราชุกสูงกว่านักเรียนในโรงเรียนที่มีปริมาณฝุ่นละอองในระดับต่ำ

พูนทรัพย์ วงศ์สุรเกียรติ์, นันทา มาระเนตร์, อรรถ นานา, ชนะ นฤมาน, มนต์ชัย อักษรอินทร์และธารทิพย์ เฉลิมแสนยากร (2540) ศึกษาอาการเจ็บป่วยระบบทางเดินหายใจ และสมรรถภาพการทำงานของปอดของตำรวจ จราจรในเขตธนบุรี จำนวน 630 คน และกลุ่มควบคุมซึ่งมิได้มีอาชีพที่ต้องสัมผัสกับสารมลพิษทางอากาศเป็นประจำ จำนวน 303 คน โดยใช้แบบสอบถามที่ปรับมาจากแบบสอบถามมาตรฐานที่ใช้ในการสอบถามอาการเจ็บป่วยของระบบทางเดินหายใจของ British Medical Research Council และตรวจสมรรถภาพปอดโดยตรวจ Spirometry ผลการศึกษาพบว่า ตำรวจจราจรที่ปฏิบัติงานในเขตธนบุรีมีอาการไอและ rhinitis มากกว่าประชากรทั่วไป และมีค่า FEV_1 และ FEV_2 ผิดปกติมากกว่าประชากรทั่วไป ตำรวจจราจรที่ไม่ใส่เครื่องป้องกันมลพิษอากาศ มีความผิดปกติของ FVC มากกว่าตำรวจจราจรที่ใส่เครื่องป้องกันมลพิษอากาศ

ภารดี โรจนะบุรานนท์ (2540) : ผลของฝุ่นละอองซิลิกาที่มีอัตราการซึมผ่านของสารรังสีไอโซโทปของปอดคนงานในโรงงานอุตสาหกรรมแก้วและอิฐทนไฟ ศึกษาผลกระทบของฝุ่นละอองซิลิกาต่อสุขภาพในโรงงานผลิตแก้วและในโรงงานผลิตอิฐทนไฟ โดยการตรวจสอบพยาธิสภาพของปอดในกลุ่มตัวอย่างคนงานในโรงงานทั้งสองด้วยวิธีวัดอัตราการซึมผ่านของสารรังสีไอโซโทปด้วยเครื่องมือแกรมมาคาเมร่าเทียบกับกลุ่มคนปกติพร้อมทั้งทำการตรวจสมรรถภาพปอดวัดค่า %FEV_1, FVC, $FEF_{25-75\%}$ และถ่ายภาพรังสีทรวงอกจากการศึกษาพบว่าในสภาวะการทำงานของกลุ่มตัวอย่างโรงงานผลิตแก้วและโรงงานผลิตอิฐทนไฟมีปริมาณฝุ่นซิลิกาเกินมาตรฐาน

0-1.551 mg/m^3 และ 0-13.374 mg/m^3 ตามลำดับ กลุ่มตัวอย่างโรงงานอิฐทนไฟมีค่าอัตราการซึมผ่านของสารเภสัชรังสี (HT-7=49.0±15.3;HT-30=53.7±13.2)แตกต่างจากกลุ่มควบคุม(HT-7=64.7±17.9;HT-30=67.4±15.6) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p< 0.05$) กลุ่มตัวอย่างโรงงานแก้วมีค่าอัตราการซึมผ่านของสารเภสัชรังสี (HT-7=63.4±16.1 ; HT-30=68.6±11.7) ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม (HT-7 = 61.4±14.3; Ht-30 = 61.1±17.2) และพบว่าอายุและระยะเวลาการทำงานของกลุ่มตัวอย่างไม่มีความสัมพันธ์กับค่าอัตราการซึมผ่านของสารเภสัชรังสีไอโซโทป

วนิดา ศศิวิมลกุล โรงพยาบาลตำรวจ (2535) ได้ศึกษาอัตราการป่วยในตำรวจจราจรในกรุงเทพมหานคร พบว่ามีอัตราการชุกของโรคทางเดินอากาศหายใจอักเสบเรื้อรัง 20% และเป็นโรคประสาทหูเสื่อมจากเสียงดัง 28% ผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่ามลพิษอากาศนอกจากจะมีส่วนทำให้ตำรวจจราจรป่วยด้วยโรคทางเดินหายใจแล้วยังมีมลพิษเสียงดังทำให้ประสาทหูเสื่อมจากการทำงานบนถนนที่มีเสียงดังจากการจราจรอีกด้วย

วิชัย เอกพลากร และคณะ (2536) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานในบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่นต่อการเกิดโรคทางเดินหายใจของตำรวจจราจรในกรุงเทพฯในปี พ.ศ. 2536 โดยเปรียบเทียบอัตราชุกของโรคระบบทางเดินหายใจและสมรรถภาพปอดระหว่างตำรวจจราจรกรุงเทพฯและตำรวจชานเมืองที่มิได้ปฏิบัติงานจราจร ผลการศึกษาพบว่าตำรวจจราจรในกรุงเทพมหานครมีอัตราชุกของโรคทางเดินหายใจสูงกว่าตำรวจชานเมืองส่วนสมรรถภาพปอดโดยเฉพาะหลอดลมส่วนปลายของตำรวจจราจรในกรุงเทพมหานครด้อยกว่าตำรวจที่ปฏิบัติงานอยู่ชานเมืองที่มีมลพิษน้อยกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

วีระอนงค์ ประสพโชค (2542) ศึกษาผลกระทบต่อภาวะสุขภาพของระบบทางเดินหายใจของฝุ่นพีเอ็ม-เท็น และฝุ่นซิลิกาในกลุ่มตัวอย่างที่ไม่สูบบุหรี่อายุ 20-65 ปี ในจังหวัดสระบุรี ใช้แบบสอบถาม ATS-DLD-78A ตรวจสมรรถภาพปอด และถ่ายภาพรังสีทรวงอกในกลุ่มศึกษา 150 คนกลุ่มควบคุม 85 คน พร้อมทั้งเก็บตัวอย่างอากาศแบบเฉพาะบุคคลในกลุ่มศึกษา 60 ตัวอย่าง และกลุ่มควบคุม 20 ตัวอย่าง ผลพบกลุ่มศึกษามีค่าเฉลี่ยปริมาณฝุ่นรวมของพีเอ็ม-เท็นเท่ากับ 0.300 0.375 mg/m^3ค่าเฉลี่ยร้อยละของซิลิกาเท่ากับ 32.691 ± 13.656 mg/m^3 พบว่ามี 13 ตัวอย่างที่มีปริมาณฝุ่นซิลิกาเกินมาตรฐาน และผลการตรวจสมรรถภาพปอดพบกลุ่มตัวอย่างมีค่า %FVC และ % FEV_1 ต่ำกว่ากลุ่มควบคุม เมื่อหาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของปริมาณฝุ่นพีเอ็น-เท็นและฝุ่นซิลิกา กับผลการตรวจสมรรถภาพปอดและผลภาพถ่ายรังสีทรวงอกในกลุ่มศึกษาพบว่ามีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

ศศิธร อยู่สุข (2533) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสารมลพิษในบรรยากาศกับโรคมะเร็งปอดในเขตกรุงเทพมหานคร โดยใช้ข้อมูลเกี่ยวกับที่พักอาศัยและการสูบบุหรี่ที่ได้จากการศึกษาจากประวัติผู้ป่วยโรคมะเร็งปอดและผู้ป่วยโรคอื่นๆที่ไม่เกี่ยวกับโรคระบบทางเดินหายใจและโรคที่ไม่มีสาเหตุการเกิดโรคสัมพันธ์กับการสูบบุหรี่ใช้ค่าของปริมาณฝุ่นรวม (Total Suspend Particulate) ในบรรยากาศเป็นดัชนีที่ใช้ในการแบ่งเขตมลภาวะอากาศของเขตกรุงเทพมหานคร มาประเมินอัตราเสี่ยง (Relative Risk) ต่อการป่วยเป็นโรคมะเร็งปอดพบว่า การได้รับปัจจัยเสี่ยงจากมลภาวะอากาศเพียงอย่างเดียวไม่มีนัยสำคัญทางสถิติในการเพิ่มอัตราเสี่ยงของโรคมะเร็งปอด แต่การได้รับปัจจัยเสี่ยงทั้งมลภาวะอากาศและการสูบบุหรี่จะเป็นการเพิ่มอัตราเสี่ยงต่อการป่วยเป็นโรคมะเร็งปอดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สว่าง แสงหิรัญวัฒนา และคณะ : (2538) ศึกษาเรื่องความเสื่อมสมรรถภาพของปอดในตำรวจจราจรในกรุงเทพฯ พบว่าในการตรวจสมรรถภาพทางปอดของตำรวจจราจร 174 คน ในกรุงเทพมหานคร พบว่า 30 ราย ปอดเล็กลง (restrictive lungs) มีหลอดลมขนาดเล็กตีบ (small airway obstruction) จำนวน 11 ราย และมีจำนวน 3 ราย มีหลอดลมขนาดใหญ่ตีบ (large airway obstruction) รวมทั้งสิ้นมีความผิดปกติของปอด จำนวน 44 ราย คิดเป็น 25.29%

อุมา เศวตสกุลานนท์ : (2540) ผลของฝุ่นละอองที่มีผลต่ออัตราการซึมผ่านของสารรังสีไอโซโทปของปอดตำรวจจราจรในกรุงเทพมหานคร โดยการวัดปริมาณฝุ่น PM_{10} ในกรุงเทพมหานครบริเวณแยกปทุมวัน สามย่าน อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิและประตูน้ำ ด้วยอุปกรณ์ Personal Sampler พบว่าจุดตรวจวัดบริเวณอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิมีปริมาณฝุ่นเฉลี่ยสูงสุด และจากการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุมโดยใช้แบบสอบถามสำหรับการศึกษาระบบทางเดินหายใจนำกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุม นำมาตรวจเอกซเรย์ปอด ตรวจสมรรถภาพปอดด้วย Spirometry และดูพยาธิสภาพปอดด้วยวิธีแกมมาคาเมร่า พบว่ากลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 และพบว่าปริมาณฝุ่นมีความสัมพันธ์กับค่าอัตราการซึมผ่านของสารรังสี ผลเอกซเรย์ปอด และผลการตรวจสมรรถภาพปอดหรือผลการตรวจอย่างใดอย่างหนึ่ง

จากรายงานผลการศึกษาข้างต้นทำให้ทราบว่าฝุ่นมีความสัมพันธ์กับการเสื่อมสมรรถภาพปอดในประชากร โดยเฉพาะฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กในบรรยากาศที่สามารถแพร่ผ่านเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนล่างได้ดี (Respirable Particulate) โดยทั้งนี้มีปัจจัยในด้านต่าง ๆ เกี่ยวข้อง เช่น อายุ น้ำหนัก ส่วนสูง การสูบบุหรี่ การทำงาน ประวัติสุขภาพ เป็นต้น ดังนั้นจึงถือได้ว่าฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศมีความสำคัญถือเป็นปัญหาทางมลภาวะอากาศที่สำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์โดยตรงในปัจจุบัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 การดำเนินวิจัย

การดำเนินวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบของฝุ่นขนาดเล็ก PM_{10} ที่มีผลต่อระบบทางเดินหายใจของตำรวจจราจรในเขตกรุงเทพมหานคร มีการจัดเก็บข้อมูลดังนี้

3.1.1 สำรวจภาคสนามขั้นต้น (Pre Field Survey)

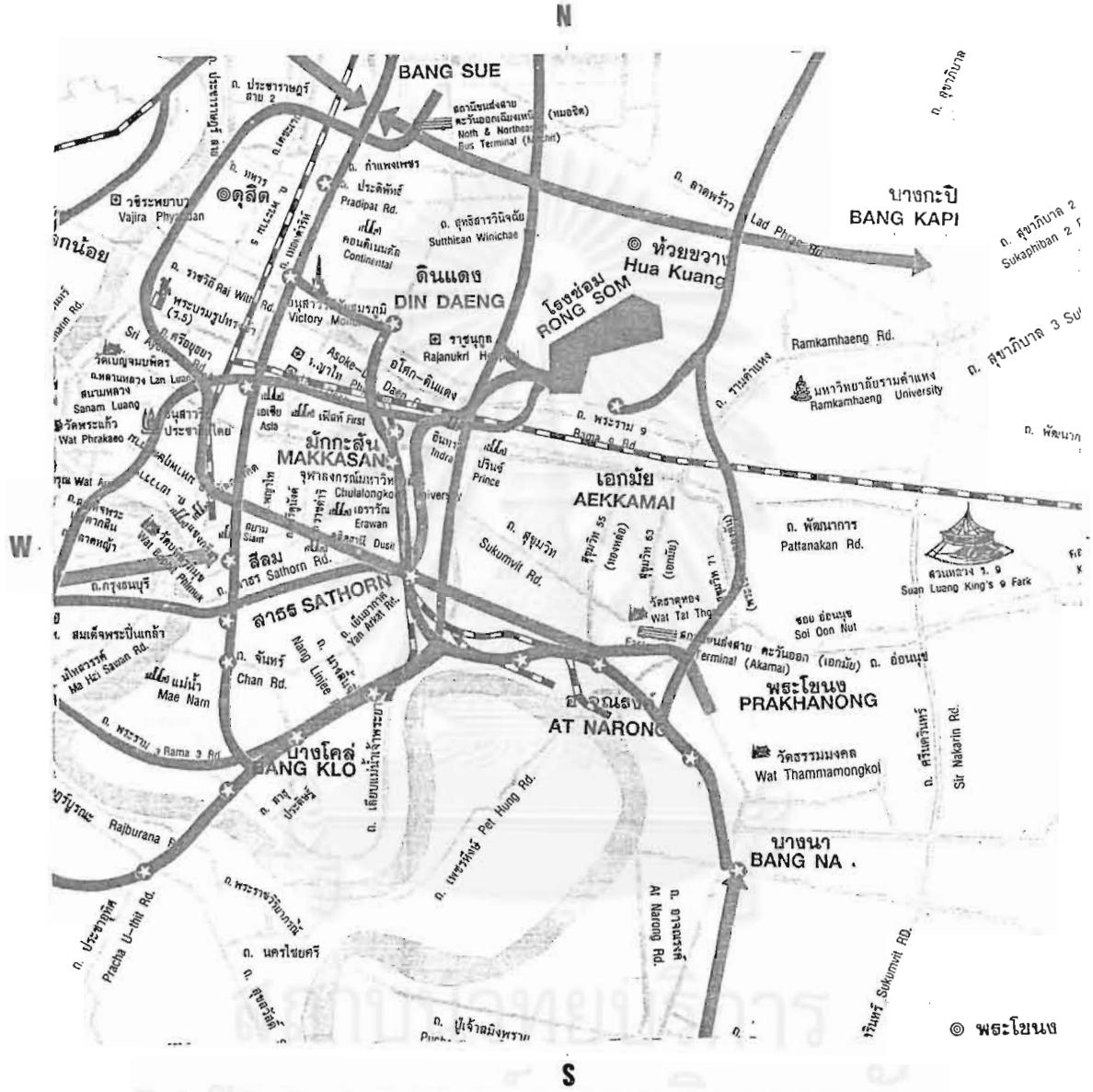
สำรวจพื้นที่และประชากรที่ใช้ศึกษาโดยอาศัยข้อมูลจากแหล่งต่าง ๆ ได้แก่กรมควบคุมมลพิษกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม กองบังคับการตำรวจจราจรกรมตำรวจ กรมอุตุนิยมวิทยา กระทรวงสาธารณสุข กรมอนามัย และค่าจากการตรวจวัดปริมาณฝุ่นรวมด้วยเครื่อง Digital Dust Indicator เป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบในการเลือกพื้นที่ศึกษา จัดทำแบบสอบถามทดสอบเกี่ยวกับอาการระบบทางเดินหายใจในตำรวจจราจร ATS-DLD-78A (American Thoracic Society Division of Lung Disease) ตามวิธีมาตรฐานทางระบาดวิทยาของ Ferris B.G. in 1978. โดยทำการทดสอบแบบสอบถามก่อนการนำไปใช้ จริง (Pre-tested)

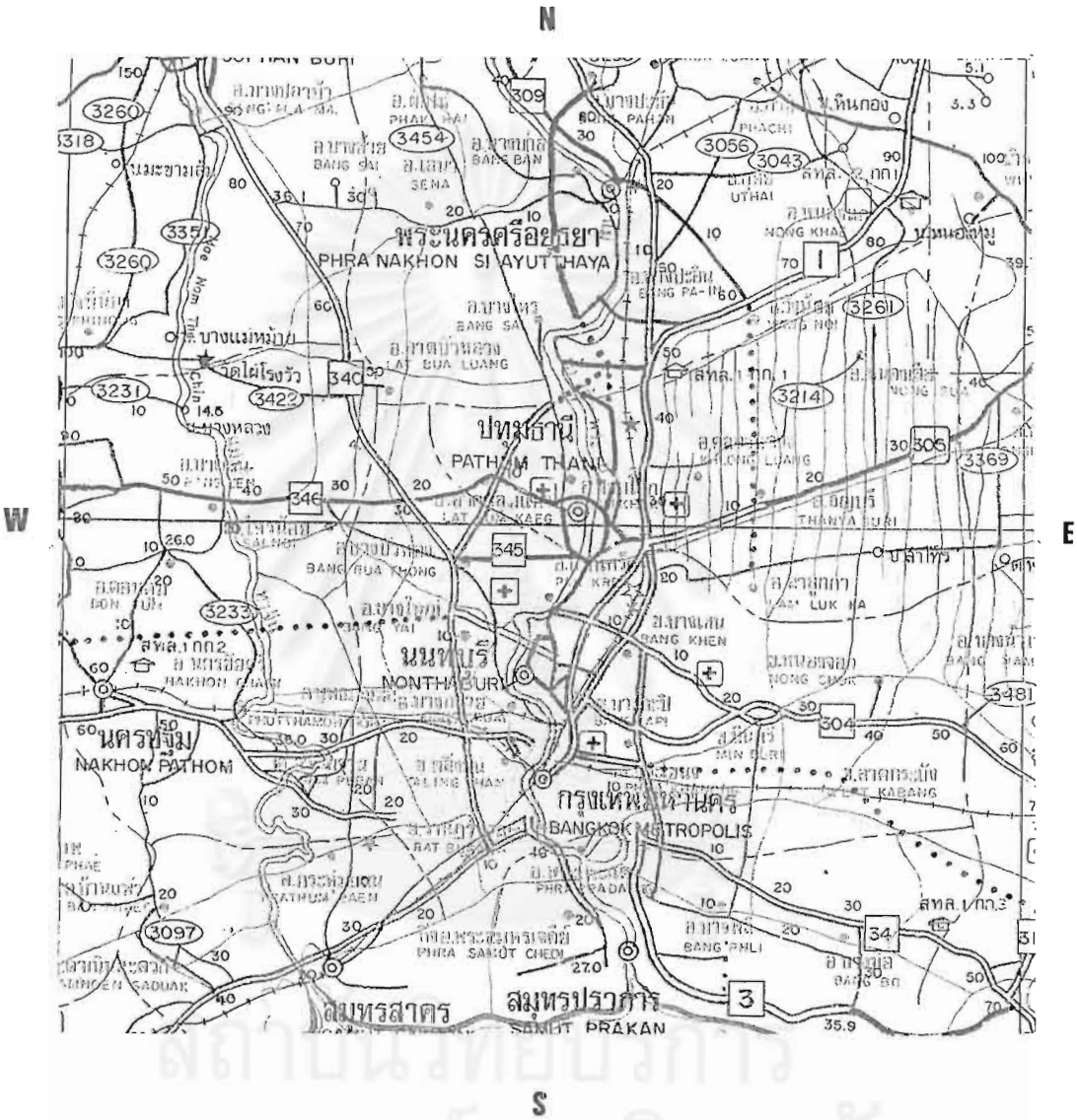
3.1.2 พื้นที่ศึกษา

ศึกษาในเขตพื้นที่ที่มีปริมาณฝุ่นPM_{10} แตกต่างกัน โดยแยกเป็นบริเวณพื้นที่ที่มีปริมาณฝุ่นสูงกว่าระดับมาตรฐานในกรุงเทพมหานครชั้นใน ได้แก่ เขตวิภาวดี โชคชัยสี่ เป็นพื้นที่ตัวอย่าง และพื้นที่ที่มีปริมาณฝุ่นน้อยในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ในเขตอำเภอเมือง และอำเภอบางไทร เป็นพื้นที่ของกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 3.1 แสดงค่ามาตรฐานฝุ่นละอองในบรรยากาศโดยทั่วไปของคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 ปี พ.ศ. 2538

สารมลพิษ	ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง	ค่าเฉลี่ย 1 ปี
ฝุ่นรวม (TSP) mg/m^3	0.33	0.10
ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) mg/m^3	0.12	0.05


N
W
E
S
BANG SUE
ดุสิต
DUSIT
ดินแดง
DIN DAENG
ห้วยขวาง
Hua Kuang
โรงซ่อม
RONG SOM
บางกะปิ
BANG KAPI
Ramkamhaeng Rd.
มหาวิทยาลัยรามคำแหง
Ramkamhaeng University
มักกะสัน
MAKKASAN
เอกมัย
AEKKAMAI
สาธร
SATHORN
สีลม
Silom Rd.
Sathorn Rd.
Sukumvit Rd.
พัฒนาการ
Pattanakan Rd.
สวนหลวง ร. 9
Suan Luang King's 9 Park
พระโขนง
PRAKHANONG
Wat Thammamongkol
บางนา
BANG NA
บางโคล่
BANG KLO
Rajburana Rd.
Pet Hung Rd.
At Narong Rd.
Sir Nakarin Rd.
Mae Nam
Chan Rd.
Soi Oon Nut
Wat Tai Thong
Wat Phrakaeo
Sanam Luang
Victory Monument
Rajanukri
Asoke–Din Daeng
Pradipat Rd.
Sutthisan Winichai
Lad Phrao Rd.
Continental
Asia
First
Indra
Prince
Erawan
Chulalongkorn
Siam
Vajira Phyabal
Rama 9 Rd.
Rama 3 Rd.
Yen Akat Rd.
Nang Linchee
Wat Phrayakirawong
Wat Phrachetuphon
Wat Suthat
Sukaphiban 2
Sukaphiban 3
Sir Nakarin Rd.
Pracha U-thit Rd.
Nakhonchaisri Rd.
Sukumvit Rd.
Soi 63 (Ekamai)
Soi 55 (Thonglor)
Soi 71
Soi 77
Soi 79
Soi 81
Soi 83
Soi 85
Soi 87
Soi 89
Soi 91
Soi 93
Soi 95
Soi 97
Soi 99
Soi 101
Soi 103
Soi 105
Soi 107
Soi 109
Soi 111
Soi 113
Soi 115
Soi



รูปที่ 3.2 แสดงพื้นที่ตรวจวัดนอกเขตกรุงเทพมหานคร (พื้นที่ควบคุม)

3.1.3 ประชากรที่ศึกษา กลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุม

ศึกษาในตำรวจจราจรที่ปฏิบัติหน้าที่ในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา โดยแบ่งพื้นที่ตามปริมาณฝุ่นละอองที่มีค่าแตกต่างกัน (อ้างอิงข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศจากกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม)

กลุ่มตัวอย่าง - ตำรวจจราจรที่ปฏิบัติหน้าที่ในบริเวณเขตโชคชัยสี่และเขตวิภาวดี

กลุ่มควบคุม - ตำรวจจราจรที่ปฏิบัติหน้าที่ในเขตอำเภอเมือง และ อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

3.2 การตรวจวัด

การตรวจวัด แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

3.2.1 การตรวจวัดฝุ่น : ตรวจวัดฝุ่น PM_{10}

ตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM_{10} ในบรรยากาศบริเวณป้อมสถานีตำรวจที่ตำรวจจราจรปฏิบัติงานในแต่ละพื้นที่ (Inside and Outside Boot) และ ณ จุดเดียวกันกับจุดตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM_{10} แบบติดตัวในเฉพาะบุคคล ณ ตำแหน่งที่ตำรวจจราจรสามารถสูดดมเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (Personal Sampling)

3.2.2 การตรวจสุขภาพ

การตรวจวัดสมรรถภาพปอด (Spirometry) วัดปริมาตรของลมหายใจออกในเวลาที่กำหนดของกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุม พร้อมทั้งแจกแบบสอบถามเกี่ยวกับอาการของโรคระบบทางเดินหายใจ (ATS-DLD-78A questionnaires) แก่ผู้ถูกทดสอบ

3.3 เครื่องมือที่ใช้ทดสอบ

3.3.1 การตรวจวัดฝุ่น (PM_{10} Sampling)

เขตดินแดง

ทำการตรวจวัดบริเวณ 4 พื้นที่ ของกรมควบคุมมลพิษและบริเวณพื้นที่ตรวจวัด ระหว่างวันที่ 15-18 กุมภาพันธ์ 2542

1. สถานีตรวจวัดของกรมตรวจวัดกรมควบคุมมลพิษ ทำการตรวจวัด 24 ชั่วโมง
   - กลางวันเริ่มตั้งแต่ 6.30 น.-18.30 น.
   - กลางคืนเริ่มตั้งแต่ 18.30 น.-6.30 น.
   - ทำการตรวจวัด 3 วัน

2. บริเวณถนนทำการตรวจวัด 24 ชั่วโมง
   - กลางวันตั้งแต่ 7.00 น.-19.00 น.
   - กลางคืนตั้งแต่ 19.00 น.-7.00 น.
   - ตรวจวัด 3 วัน
3. บริเวณสถานีตำรวจ (ป้อมตำรวจ) ทำการตรวจวัด 12 ชั่วโมง
   - เฉพาะกลางวันตั้งแต่ 7.00 น.-19.00 น.
   - ตรวจวัด 3 วัน
4. ตรวจรายบุคคล ติดตั้งเครื่องตรวจวัดกับตำรวจจราจร ตรวจวัด 12 ชั่วโมง โดยแบ่งเป็น 2 กะของเวลาทำงาน (Personal Sampling)
   - กะแรก เริ่มตั้งแต่ 7.00น.–14.00 น.
   - กะที่สอง เริ่มตั้งแต่ 14.00 น.-19.00น.
   - ทำการตรวจสอบหัวปั๊มของเครื่องระหว่างเปลี่ยนกะการทำงานของตำรวจจราจร
   - ทำการตรวจวัด 3 วัน

เขตปทุมวัน (สี่แยกมาบุญครอง)

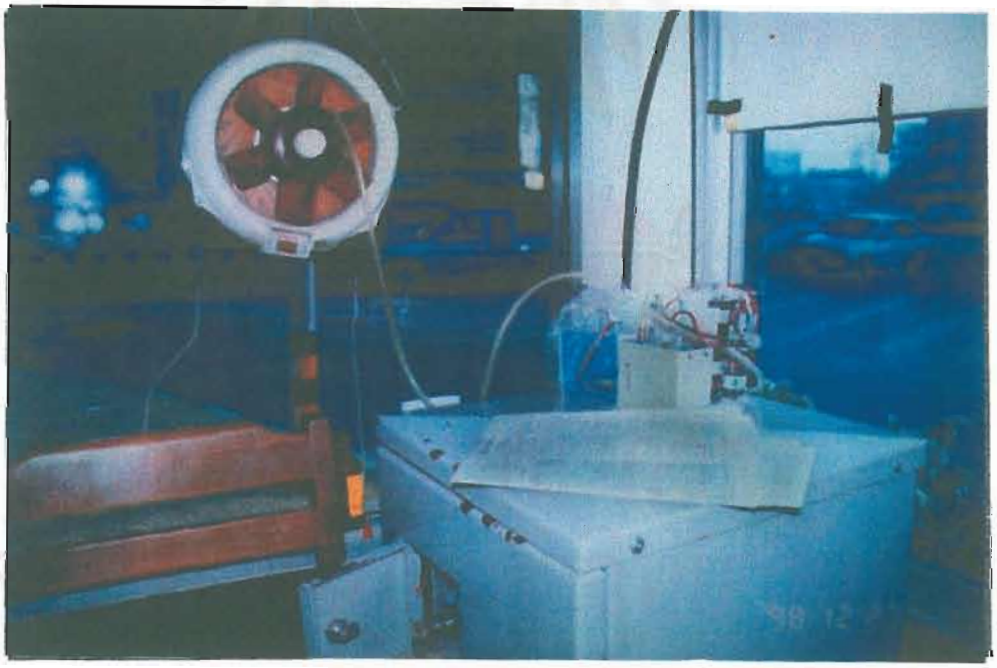
ทำการตรวจวัด 3 บริเวณ ระหว่างวันที่ 23-25 กุมภาพันธ์ 2542

1. บริเวณริมถนน : ตรวจวัด 24 ชั่วโมง
   - กลางวันเริ่มตั้งแต่ 7.00 น.-19.00 น.
   - กลางคืนเริ่มตั้งแต่ 19.00 น.-7.00 น.
   - ทำการตรวจวัด 3 วัน
2. บริเวณสถานีตำรวจ (ป้อมตำรวจ) : ตรวจวัด 12 ชั่วโมง
   - เฉพาะกลางวันตั้งแต่ 17.00 น.-19.00 น.
   - ทำการตรวจวัด 3 วัน
3. ตรวจเฉพาะบุคคล : ตรวจวัดในตำรวจจราจร ทำการตรวจวัด 12 ชั่วโมง โดยแบ่งออกเป็น 2 กะ
   - กะแรก เริ่มตั้งแต่ 7.00น.-16.00 น.
   - กะที่สอง เริ่มตั้งแต่ 16.00 น.-19.00น.
   - ทำการตรวจสอบหัวปั๊มของเครื่องระหว่างเปลี่ยนกะการทำงานของตำรวจจราจร
   - ทำการตรวจวัด 3 วัน

ขั้นตอนในการตรวจวัด

สถานีของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (PCD Station)

1. ติดตั้งหัวปั๊มบริเวณหลังคาของสถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ
2. ผูกปั๊มและแบตเตอรี่ด้วยเทปกาว
3. เอาหัวปั๊มที่ใช้สำหรับตรวจวัดยื่นออกมานอกบริเวณรั้ว ให้สัมผัสกับอากาศโดยตรงโดยให้แน่ใจว่าไม่มีสิ่งใดมากีดขวาง
4. ติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดโดยต่อเชื่อมอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เรียบร้อย
5. สตาร์ทเครื่องมือตรวจวัดและอ่านค่าอัตราการไหลของอากาศ flow rate
6. พิจารณาให้อัตราการไหลของอากาศอยู่ในตำแหน่งที่ 2.5 โดยสังเกตจากการเคลื่อนที่ของลูกกลิ้งในหลอดแท่งแก้ว
7. บันทึกค่าอัตราการไหลของอากาศ
8. ติดตั้งเครื่องและทำการตรวจวัดเองโดยอัตโนมัติเป็นเวลา 12 ชั่วโมง
9. หลังจาก 12 ชั่วโมง แล้วให้บันทึกอัตราการไหลของอากาศและหยุดการทำงานของเครื่อง
10. เปลี่ยนหัวเครื่องตรวจวัดและทำการตรวจวัดซ้ำดังข้อ 4-9



รูปที่ 3.3 แสดงเครื่องมือตรวจวัดฝุ่น PM_{10} ณ จุดตรวจวัดป้อมตำรวจจราจร

บริเวณป้อมสถานีตำรวจ (Inside and Outside Boot)

1. ติดตั้งเครื่องในบริเวณที่ต้องการตรวจวัดในป้อมตำรวจ
2. ผูกปั๊มและแบตเตอรี่ให้แน่นด้วยเทปกาว
3. การติดตั้งเครื่องนั้นตัวเครื่องควรอยู่สูงกว่าระดับพื้น 1.5 เมตร
4. ประกอบเครื่องมือตรวจวัดเข้าด้วยกันและตรวจเช็คอัตราการไหลของอากาศ
5. ทำการตรวจวัด
6. หลังจาก 12 ชั่วโมง ให้บันทึกอัตราการไหลของอากาศและปิดเครื่อง

การตรวจวัดในตัวบุคคล (Personal pump)

1. ใช้เครื่องตรวจวัดที่ใช้วัดในตัวบุคคล (Personal sampling) ใส่แบตเตอรี่
2. ใส่หัวปั๊มในตัวเครื่องและติดตั้งเครื่องต่อเข้ากับ flow meter
3. เปิดใช้เครื่องและตรวจสอบอัตราการไหลของอากาศให้เป็น 2.5
4. บันทึกอัตราการไหลของอากาศ
5. ติดตั้งเครื่องที่พร้อมแล้วเข้ากับตำรวจจราจร โดยติดไว้ด้านนอกบริเวณไหล่ให้หัววัดอยู่ในบริเวณใกล้กับศีรษะและจมูกมากที่สุด และปล่อยให้ตำรวจราจรที่เป็นผู้ทดสอบนั้นได้ทำงานตามปกติ
6. ในระหว่างการเปลี่ยน ให้ปิดเครื่องปั๊มและพิจารณาอัตราการไหลของอากาศ และติดตั้งเครื่องตรวจวัดกับตำรวจจราจรคนต่อไป
7. เมื่อทำการตรวจวัดเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้ตรวจสอบอัตราการไหลของอากาศ (flow rate) อีกครั้งและทำการปิดเครื่อง

คุณลักษณะของเครื่องเก็บอากาศตัวอย่างแบบติดตัว (Personal Sampling)

ลักษณะโดยทั่วไป เป็นเครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่น สามารถติดตัวบุคคลได้สะดวกใช้ระบบปั๊มเก็บอากาศซึ่งสามารถปรับอัตราการไหลได้

ลักษณะเฉพาะ

- สามารถควบคุมอัตราการไหลคงที่ของอากาศอยู่ในช่วง 750 มิลลิลิตรต่อนาที ถึง 5 ลิตรต่อนาที (Height – Volume ลูกบาศก์เมตรต่อนาที = 1 ลูกบาศก์เมตร = 1,000 ลิตร)
- สามารถต่อเข้ากับชุด Low flow module เพื่อปรับอัตราการไหลของอากาศในช่วง 1 มิลลิลิตรต่อนาที ถึง 750 มิลลิลิตรต่อนาที (multi - flow)
- มีการปรับอัตราการไหลให้คงที่ด้วยอุปกรณ์ควบคุมภายในตัวเครื่อง
- มีค่าความผิดพลาดของอัตราการไหล $\pm$ 5 %
- แสดงเวลาการทำงานเป็นแบบตัวเลขได้ 0-9999 นาที เมื่อเปิดเครื่องเวลาจะถูกปรับเป็นศูนย์โดยอัตโนมัติหลังจากปิดเครื่องเวลาจะยังปรากฏอยู่

- แสดงอัตราการไหลของอากาศด้วยโรตามิเตอร์

- แสดงสัญญาณไฟเมื่อแบตเตอรี่ต่ำ

- มีระบบหยุดการทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อเครื่องทำงานผิดพลาด

- มีสวิทซ์ Switch สำหรับควบคุมการการทำงานของเครื่อง (On / Off : Run / Hold)

- ตัวเครื่องสามารถป้องกันการรบกวนของ Electromagnetic หรือ Radio - Frequency Interference

- มี Teflon Filter ช่วยป้องกันน้ำและฝุ่นที่เข้ามาสู่ Pump สามารถมองเห็นแผ่น Filter ได้ชัดเจนและสามารถถอดเปลี่ยนได้

- ใช้แบตเตอรี่ชนิด Nickle-Cadmium สามารถอัดประจุไฟฟ้าใหม่ได้ 14- 18 ชั่วโมงและใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง

- สามารถนำไปใช้ในพื้นที่เขตอันตราย Hazardous Location ได้

- ได้รับการรับรองจาก : - Underwriter Labolatory Inc. USA.

- MAHA (mine Safety and Health Administration, USA.)

- ISO. 9002 Quality Assurance

รูปที่ 3.4 แสดงเครื่องมือตรวจวัดฝุ่นเฉพาะบุคคล (Personal Sampling)

3.3.2 การตรวจวัดสุขภาพ (สมรรถภาพปอด Lung Function Test)

การทดสอบสมรรถภาพปอดเป็นการตรวจวัดการทำงานของปอดและดูความผิดปกติของระบบทางเดินหายใจในผู้ป่วยเป็นการวัดปริมาตรของลมหายใจออกในเวลาที่กำหนด เช่น ในเวลาที่ 0.5 , 1 , 2 และ 3 วินาที ซึ่งสามารถวัดได้หลายค่าตามระยะเวลาที่ต้องการตามข้อกำหนดของเครื่อง เครื่องมือที่ใช้นี้เรียกว่า "Spirometer" ซึ่งสามารถบันทึกสมรรถภาพการทำงานของปอดออกมาในรูปของกราฟ และกราฟชนิดนี้เรียกว่า "กราฟบันทึกการหายใจ" หรือ Spirogram เป็นกราฟที่บอกถึงปริมาตรของปอดที่ระดับการหายใจต่าง ๆ โดยวัดอัตราการไหลของอากาศในขณะหายใจออก ที่เป็น Passive Process มีประโยชน์ในการใช้ตรวจมาตรวัดอากาศหายใจและมาตรวัดการไหลออกของลมหายใจในการประเมินสมรรถภาพของระบบทางเดินหายใจในผู้ป่วย

ในการตรวจวัดสมรรถภาพปอดนั้นจำเป็นต้องคำนึงถึงอายุ น้ำหนัก และส่วนสูง พร้อมทั้งความสามารถในการเป่า และเทคนิคของการทดสอบที่ถูกวิธี ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ผู้ทำการทดสอบจะต้องพยายามอธิบายให้ผู้ถูกทดสอบเข้าใจ และเห็นความสำคัญในการเป่า

การตรวจวัดด้วยเครื่อง spirometer

1. อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดสมรรถภาพปอด
   - 1.1 เครื่อง Spirometer รุ่น Microspiro HI-298 Spirometric Diagnostic System Operation Manual Chest Coroporation Tokyo, Japan , An Innovation in Electric Spirometry
   - 1.2 กรวยกระดาษ (mouth piece)
   - 1.3 ที่หนีบจมูก (nose crib) เพื่อป้องกันลมรั่วออกทางจมูกขณะทำการเป่าทดสอบ
   - 1.4 เครื่องชั่งน้ำหนัก และที่วัดส่วนสูง
   - 1.5 แบบสอบถามเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจตามมาตรฐาน ATS-DLD-78A
2. ข้อควรระวัง
   - 2.1 การทดสอบจะต้องดำเนินการอย่างถูกต้อง และถูกเทคนิค ผู้ทดสอบจำเป็นต้องมีความรู้และความชำนาญในการตรวจวัด และสามารถแนะนำผู้ถูกทดสอบได้อย่างชัดเจน
   - 2.2 ผู้ถูกทดสอบต้องปฏิบัติตามเทคนิคในการทดสอบอย่างเคร่งครัดเพื่อให้ได้ค่าออกมาที่ถูกต้องและใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงให้มากที่สุด
   - 2.3 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดควรมีความถูกต้องแม่นยำควรมีการตั้งเครื่อง cerebrate เครื่องทุกครั้งก่อนการใช้งาน

2.4 ควรคัดกรองผู้ถูกทดสอบที่เป็นโรคติดต่อแยกออกจากผู้ถูกทดสอบอื่น ๆ เพื่อป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรค

2.5 ทำความสะอาดเครื่องมือภายหลังการใช้ทุกครั้ง

2.6 ในการแปลผลที่ได้นั้น เมื่อต้องเทียบกับค่ามาตรฐานในคนปกติแล้ว ควรใช้ค่าปกติของคนไทยหรือคนแถบเอเชียในการเปรียบเทียบ ถ้าหากจะใช้เทียบกับค่ามาตรฐานของคนยุโรปแล้วก็ควรหักออก 15% นั่นคือคิดเทียบแค่ 85% ของค่ามาตรฐานในคนปกติแถบยุโรป

3 ขั้นตอนการตรวจวัด

3.1 เตรียมสถานที่

ในการวัดสมรรถภาพปอดนั้นผู้ถูกทดสอบจำเป็นต้องมีสมาธิในการเป่าทดสอบ สถานที่นั้นจำเป็นต้องสงบ กว้างขวาง และสะดวกในการตรวจวัด

3.2 เตรียมเครื่องมือ

เครื่องมือที่ใช้ควรได้รับการทดสอบก่อนการใช้ (Cerebrate machine) และจัดเตรียมพร้อมสำหรับการใช้งาน ในการทดสอบจำเป็นต้องมีการทดสอบซ้ำกันหลายครั้ง เพื่อป้องกันการผิดพลาดและเลือกเอาครั้งที่ดีที่สุดและเป่าถูกเทคนิคที่สุด ในที่นี้ทำการวัดซ้ำกัน 3 ครั้ง

3.3 เตรียมผู้ทดสอบ

ผู้ทดสอบจะต้องอธิบายและแนะนำวิธีการทดสอบให้แก่ผู้ถูกทดสอบให้เข้าใจและทำการทดสอบอย่างถูกเทคนิค พร้อมทั้งควรมีการฝึกผู้ถูกทดสอบให้เป่าลมก่อนโดยหัดเป่ากับเทียนไขที่จุดไฟแล้วโดยใช้ลมเป่าขณะหายใจออกเป่าให้แรงจนสามารถดับไฟเทียนไขได้

3.4 เตรียมผู้ถูกทดสอบ

- ในการทดสอบสมรรถภาพปอดนั้นผู้ถูกทดสอบจำเป็นต้องทำการทดสอบอย่างถูกเทคนิค และเข้าใจวิธีการเป่าลม ต้องตั้งใจเป่าลมให้เร็วแรงเต็มที่และต้องอมกรวยกระดาษที่ต่อเข้ากับเครื่อง spirometer ให้แน่นแนบสนิท ไม่ให้มีลมรั่วออกสู่ภายนอก เพื่อไม่ให้เกิดค่าผิดพลาดได้

- ผู้ถูกทดสอบควรมีความพร้อมในการทดสอบ ไม่ควรรับประทานอาหารมาก่อนทำการตรวจวัด และไม่ควรดื่มสุราหรือของมึนเมา ไม่มีอาการเหนื่อยหอบควรมีการเตรียมตัวมาก่อนทำการทดสอบควรพักผ่อนให้เพียงพอในคืนก่อนวันตรวจ

- ผู้มารับการทดสอบจะต้องไม่เป็นโรคติดต่อระบบทางเดินหายใจ เพื่อป้องกันการแพร่กระจายเชื้อ ไม่เป็นหวัดเพราะจะทำให้กลั้นหายใจไม่ได้ และสูดอากาศเข้าปอดไม่เต็มที่จะทำให้การแปลผลผิดพลาด

รูปที่ 3.5 เทคนิคการตรวจวัดสมรรถภาพปอด

4. วิธีการทดสอบด้วยเครื่องSpirometer

4.1. จัดเตรียม จัดตั้งเครื่องมาตรหายใจ ให้เรียบร้อย ใส่กระดาษกราฟสำหรับบันทึกการตรวจวัด ต่อท่อเป่าอากาศทางปากเข้ากับท่ออากาศหายใจให้เรียบร้อย เสียบปลั๊กไฟให้เครื่องอยู่ในสภาพพร้อมที่จะทำการทดสอบ

4.2 อธิบายและแนะนำวิธีการเป่าแก่ผู้ถูกทดสอบให้เข้าใจพร้อมทั้งทำการสาธิตให้ดู

4.3 ฝึกการเป่า

4.4 ชั่งน้ำหนักและวัดส่วนสูง

4.5 ลงบันทึกข้อมูล (Record data) อายุ วัน เดือนปีเกิด ประวัติการทำงาน ประวัติการทำงาน ประวัติการสูบบุหรี่ ฯลฯ

4.6 ทำการทดสอบสมรรถภาพปอดตรวจวัดค่า FVC, MMEF

4.7 ให้ผู้ทดสอบตอบแบบสอบถามที่จัดเตรียมไว้

5. เทคนิคในการเป่า

5.1 ผู้ทดสอบยืนลำตัวตรง ในท่าสบายสะดวกในการเคลื่อนไหวบริเวณหน้าอก ใส่เสื้อผ้าหลวมไม่คับหรือแน่นจนเกินไปเพื่อให้ผู้ถูกทดสอบทำการเป่าได้อย่างสะดวกเต็มที่

5.2 ให้ผู้ทดสอบอมกรวยกระดาษ (mouth pieces) ให้ปากแนบสนิทกับกรวยกระดาษไม่ให้มีรูรั่วออกสู่ภายนอก

5.3 ใช้ที่หนีบจมูก (nose crip) หนีบจมูกให้แน่น เพื่อให้เวลาทดสอบไม่มีลมรั่วออกทางจมูกในขณะเป่าลมหายใจเข้า-ออกทำให้ค่าที่วัดได้ไม่ผิดพลาด

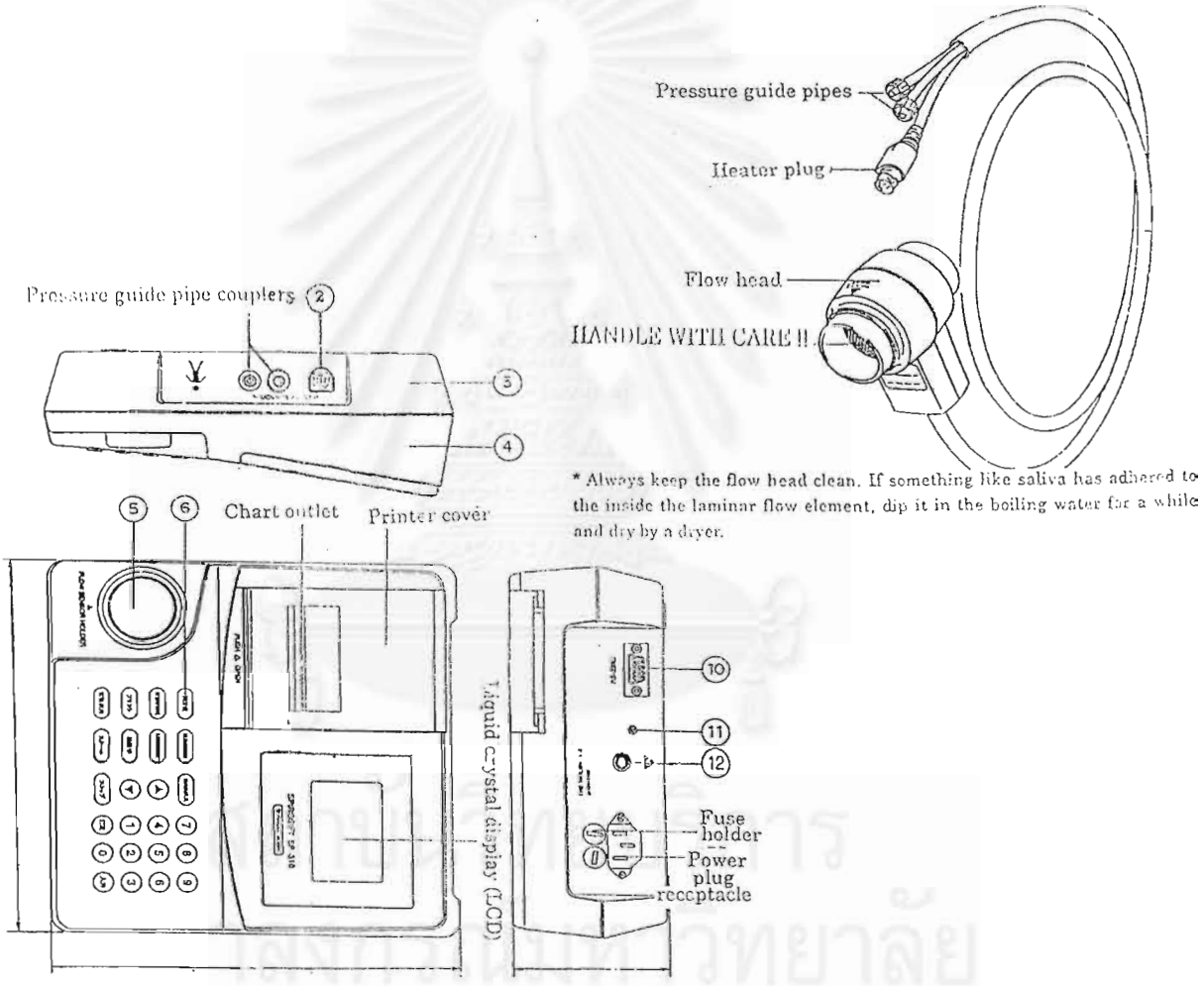
5.4 ให้ผู้มารับการทดสอบเป่าลมหายใจเข้าออกทางปากผ่านกรวยกระดาษที่ต่อเข้ากับเครื่อง Spirometer ในระดับปกติ เข้า- ออก 3 ครั้งและเป่าลมเข้า-ออกอย่างแรงและนานเต็มที่ในครั้งที่ 4

5.5 ทำการทดสอบโดยการเป่าลมเข้า-ออกดังวิธีข้างต้นทำซ้ำกันทั้งหมด 3 ครั้ง ทำการบันทึกการตรวจวัดสมรรถภาพปอด 3 ครั้ง พิจารณาเอาครั้งที่ดีที่สุด

รูปที่ 3.6 แสดงการตรวจวัดสมรรถภาพปอดในตำรวจจราจรกรุงเทพมหานคร

7. คู่มือการใช้เครื่อง Spirometer

ตัวเครื่องผลิตในประเทศญี่ปุ่น มีการทำงานเป็นระบบดิจิตอล มีการเชื่อมโยงเข้ากับระบบคอมพิวเตอร์สามารถระบุค่าความผิดปกติของการทำงานและสมรรถภาพปอดได้



รูปที่ 3.7 เครื่องมือตรวจวัด Spirometer

7. ขั้นตอนการใช้งานของเครื่อง

7.1 ต่อเครื่อง SPIROSIFT SP- 310 เข้ากับ Flow sensor holder ให้พร้อมสำหรับการใช้งาน

7.2 เปิดเครื่อง Power switch on

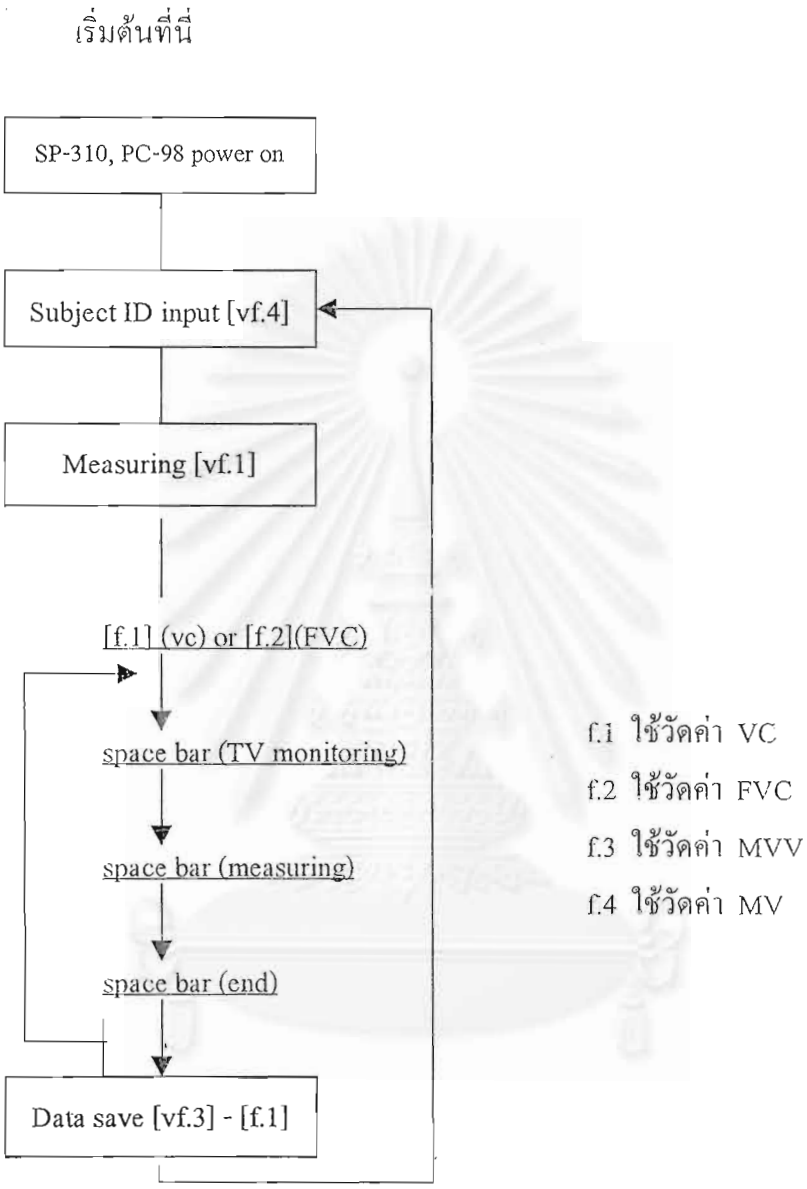
7.3 ลงบันทึกข้อมูลดังตาราง

วันที่	: วันที่.....เดือน.....ปี.....
อุณหภูมิ	: 37.0 องศาเซลเซียส
ความดันบรรยากาศ	: 760.1 tor
ลำดับข้อมูล	: 00001
ชื่อ	: ชื่อ.....สกุล.....
เพศ	: หญิง.....ชาย.....
อายุ	: .....ปี
น้ำหนัก	: .....กิโลกรัม
ส่วนสูง	: .....เซนติเมตร
ประวัติการสูบบุหรี่	: สูบ/ไม่สูบ
จำนวนที่สูบ	: .....มวน/วัน

เครื่องสามารถตรวจวัดได้ดังนี้

		NO.1	NO.2	NO.3
VC	:	_____ _____	_____ _____	_____ _____
FVC	:	_____ _____	_____ _____	_____ _____
MVV	:	_____ _____	_____ _____	_____ _____
MV	:	_____ _____	_____ _____	_____ _____

แผนผังการใช้งานของเครื่อง



จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.3.3 แบบสอบถาม

ใช้แบบสอบถามตามมาตรฐานของระบบทางเดินหายใจ (Respiratory Disease Questionnaires) ของ ATS-DLD-78-A (American Thoracic Society Division of Lung Disease) ฉบับภาษาไทย แบบสอบถามนี้เป็นแบบสอบถามเกี่ยวกับอาการแสดงทางระบบทางเดินหายใจที่ใช้สำหรับผู้ใหญ่ (Adult Questionnaires) ที่มีอายุมากกว่าหรือเท่ากับ 13 ปี ซึ่งในแบบสอบถามประกอบด้วยส่วนประกอบทั้งหมด 5 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 . แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่วไป

ส่วนที่ 2 . แบบสอบถามเกี่ยวกับอาการแสดงของโรคระบบทางเดินหายใจ

- อาการไอ (cough)
- อาการมีเสมหะ (phlegm)
- อาการไอร่วมกับการมีเสมหะ (episodes of cough and phlegm)
- อาการหายใจมีเสียง (wheezing)
- อาการหายใจขัด (breathlessness)
- อาการแน่นหน้าอก (chest colds and chest illness)
- ความเจ็บป่วยในอดีต (past illnesses)

ส่วนที่ 3 . แบบสอบถามเกี่ยวกับประวัติการทำงาน

ส่วนที่ 4 . แบบสอบถามเกี่ยวกับการสูบบุหรี่

ส่วนที่ 5 . แบบสอบถามเกี่ยวกับประวัติการเจ็บป่วยของครอบครัว

ซึ่งผลที่ได้ในแต่ละส่วนสามารถนำไปวิเคราะห์ตามวิธีมาตรฐานการคำนวณของ Epidermiology Standardization Project (Benjamin G. Ferris, M.D. :Principle Investigator. ; 1978.) ตัวอย่างแบบสอบถามดังแสดงไว้ในภาคผนวก ข.

แบบสอบถามมีการทดสอบคุณภาพของเครื่องมือดังนี้

1. หาความเที่ยงและความน่าเชื่อถือของแบบสอบถาม (Reliable and content Validity of Questionnaires) โดยทำการเปรียบเทียบแบบสอบถามภาคภาษาไทยที่ทำกับมาตรฐานสากล ตรวจสอบความสมบูรณ์ของเนื้อหา ปรึกษาผู้รู้และผู้มีประสบการณ์ นำข้อบกพร่องที่พบมาปรับปรุงและแก้ไขแบบสอบถาม

2. นำแบบสอบถามที่ปรับปรุงแล้วไปทดสอบก่อนนำมาใช้ (Pre-test) โดยทดสอบในตำรวจจราจรที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา จำนวน 50 คน จากนั้นนำผลการตอบรับ (Respond) ที่ได้มาประเมินหาจุดบกพร่องและนำมาปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์เพื่อให้เหมาะสมและพร้อมสามารถนำไปใช้วัดได้จริง

3.4 การแปลผลและการวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมมาลงรหัสและนำมาวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Science for Window) โดยพิจารณาสถิติดังนี้

- สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistic) ได้แก่ ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) ค่าร้อยละ (Percentage) พิสัย (Range) และค่าฐานนิยม (Mode)

- สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) ใช้ในการทดสอบสมมุติฐานเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของข้อมูล

โดยนาผลที่ได้เสนอในรูปแบบของตาราง กราฟ และพรรณนา ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติจำแนกโดยแยกตามรายละเอียดต่อไปนี้

1. ข้อมูลของปริมาณฝุ่นขนาดเล็ก (PM_{10}) ที่ได้จากการตรวจวัดในแต่ละวิธีมาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับระดับค่ามาตรฐานเฉลี่ยฝุ่นละออง PM_{10} ในบรรยากาศ 24 ชั่วโมงของประเทศไทย และเปรียบเทียบความแตกต่างของคุณภาพอากาศบริเวณพื้นที่ศึกษาและพื้นที่ควบคุมและค่าจากการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ

2. เปรียบเทียบข้อมูลผลการทดสอบสมรรถภาพปอด (Spirometry) ระหว่างกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุม

3. วิเคราะห์ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถาม (ATS-DLD-78A) โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ความถี่ (Frequency) ร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) รวมทั้งเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของข้อมูลของกลุ่มศึกษาและกลุ่มตัวอย่าง

4. นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ โดยใช้ Multiple Variable Analysis และ Multiple Regression โปรแกรมสำเร็จรูปทางคอมพิวเตอร์ SPSS for window Version 9.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาผลกระทบของฝุ่นขนาดเล็ก PM_{10} ต่อสมรรถภาพปอดตำรวจจราจรที่ปฏิบัติงานในเขตกรุงเทพมหานครซึ่งมีปริมาณฝุ่นละอองสูงเปรียบเทียบกับตำรวจที่ปฏิบัติงานในจังหวัดอยุธยาซึ่งมีปริมาณฝุ่นละอองต่ำ ผลการวิจัยประกอบด้วยข้อมูล 5 ส่วนใหญ่ ๆ ดังต่อไปนี้ คือ 1) ปริมาณฝุ่น PM_{10} ที่ได้จากการตรวจวัดในแต่ละพื้นที่ศึกษาและข้อมูลที่ได้จากสถานีตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม 2) ลักษณะทั่วไปของประชากรที่ทำการศึกษา 3) ผลวิเคราะห์แบบสอบถามอาการทางระบบทางเดินหายใจตามแบบมาตรฐานของ ATS-DLD-78A 4) ผลการตรวจวัดสมรรถภาพปอด Pulmonary Function Test 5) ผลการศึกษาความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้ง 3 ส่วน ทั้งปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} สมรรถภาพปอดและข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามรวมทั้งปัจจัยในด้านต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบที่มีต่อสมรรถภาพปอดของตำรวจจราจร

4.1 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM_{10}

ฝุ่นละอองในบรรยากาศถือเป็นปัญหาวิกฤตในปัจจุบันซึ่งส่งผลเสียต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (ฝุ่น PM_{10}) ที่สามารถแพร่เข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนล่างได้ดี ฝุ่น PM_{10} นั้นเกิดขึ้นจากอนุภาคเล็ก ๆ ในบรรยากาศ จากการศึกษาในหลายประเทศมีหลักฐานยืนยันว่า 50 เปอร์เซ็นต์ นั้นเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงโดยเฉพาะยานพาหนะ หรือเครื่องยนต์ดีเซล จากข้อมูลการตรวจวัดคุณภาพอากาศของหลายหน่วยงานพบว่าปริมาณฝุ่นละออง PM_{10} ที่พบในบรรยากาศทั่วไป ณ. จุดตรวจวัดในกรุงเทพมหานครซึ่งมีการจราจรหนาแน่นมีปริมาณสูงโดยมีความสัมพันธ์กับจำนวนรถยนต์ที่เพิ่มมากขึ้นดังตารางที่ 4.1

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละออง PM_{10} ในบรรยากาศกับจำนวนยานพาหนะที่เพิ่มขึ้นในกรุงเทพมหานครใน ปี พ.ศ . 2539

AREA	พื้นที่	ค่าPM_{10} เฉลี่ย 24 ช.ม. ($\mu g/m^3$)	Traffic Volume (Vehicle/day)
กรุงเทพชั้นใน	ลุมพินี	86.00	219,773
Heavy Area	มักกะสัน	99.80	114,324
	ลาดพร้าว	79.90	119,090
	ดินแดง	99.80	139,310
กรุงเทพชั้นนอก	โคกคราม	58.70	56,944
Moderate Area	มีนบุรี	58.70	62,665
	ทุ่งสองห้อง	51.00	74,040

ที่มา : ข้อมูลจำนวนรถยนต์จากกรมการขนส่งทางบก ในปี พ.ศ. 2539
ข้อมูลปริมาณฝุ่นละอองจากกรมควบคุมมลพิษกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมในปี พ.ศ. 2539

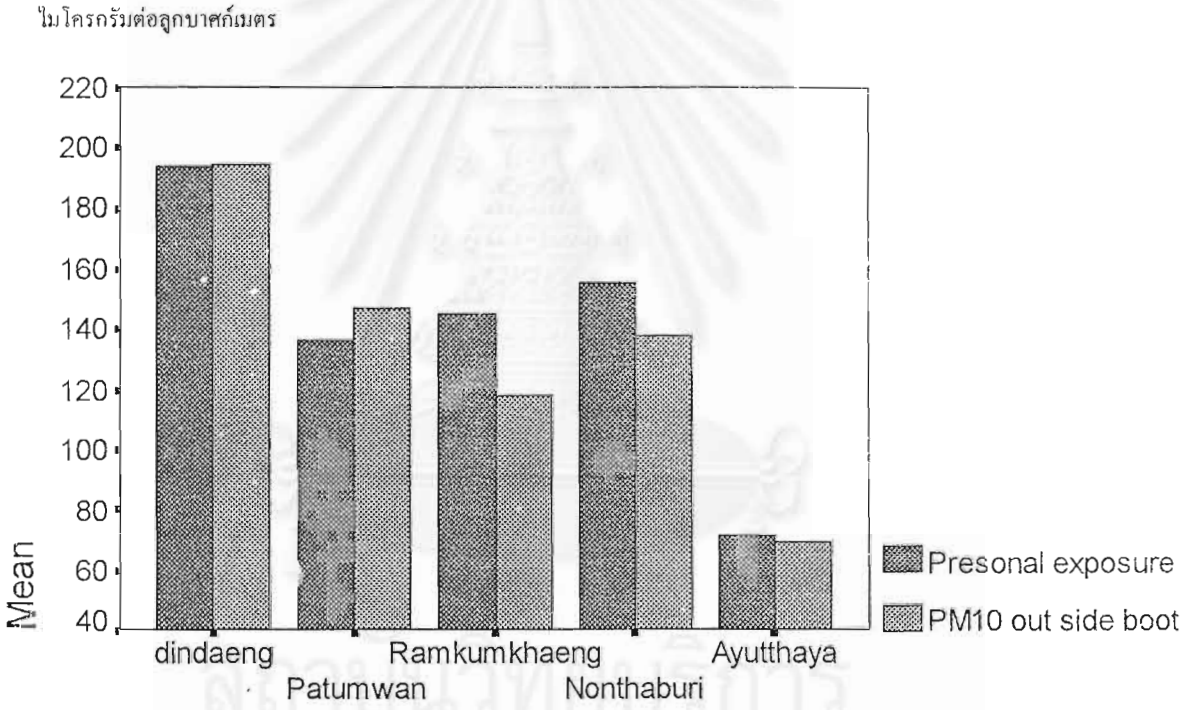
จากความสัมพันธ์ดังตารางที่ 4.1 ประกอบกับอ้างอิงข้อมูลจากการตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม และจากการวัดด้วยเครื่อง Digital Dust Indicator นำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานประกอบในการเลือกพื้นที่ศึกษา โดยกำหนดให้ ปทุมวัน ดินแดง รามคำแหง เป็นพื้นที่ศึกษา และจังหวัดนนทบุรี พระนครศรีอยุธยา เป็นเขตปริมณฑลใช้ในการเปรียบเทียบ ทำการศึกษาตามวิธีดำเนินการทดลองข้อ 3.2 ทำการตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM_{10} ในช่วงเดือนพฤศจิกายน 2541 ถึง กุมภาพันธ์ 2542 ตรวจวัด 4 รูปแบบทั้งในและนอกสถานีตำรวจจราจร (Inside and Out side Boot) ในเฉพาะบุคคล (Personal Sampling) และจุดวัดเดียวกันกับกรมควบคุม (PCD. Station) วัดเป็นค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง แบ่งเป็นผลัดเช้า และ ผลัดเย็น ผลจากการตรวจวัดพบปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ในแต่ละพื้นที่แสดงได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการตรวจวัดฝุ่น PM_{10} ในแต่ละพื้นที่ศึกษา

SITE	LOCATION	DATE	MEAN±SD (ug/m^3)	ค่าของกรมควบคุมมลพิษ (ug/m^3)
ดินแดง	Outside Boot	22-25/12/98 15-17/2/99	207.78±33.74	-
	Inside Boot	23-25/12/98 13-17/2/99	175.47±26.72	-
	Personal	24-25/12/98 15-17/2/99	194.00±44.26	-
	PCD station	22-25/12/98 15-18/2/99	109.38±37.17	185.38±65.80
ปทุมวัน	Outside Boot	23-25/2/99	113.12±42.85	-
	Inside Boot	23-25/2/99	160.10±29.54	-
	Personal	23-25/2/99	136.60±26.16	-
รามคำแหง	Outside Boot	16-18/3/99	113.50±8.48	-
	Inside Boot	16-18/3/99	90.23±39.92	-
	Personal	16-18/3/99	145.03±84.31	-
	PCD station			135.62±7.58
นนทบุรี	Outside Boot	22-25/12/98	155.88±23.16	-
	Inside Boot	23-25/12/98	90.27±17.59	-
	Personal	24-25/12/98	155.55±15.90	-
อยุธยา	Outside Boot	23-26/3/99 23-24/12/98	96.25±29.99	-
	Personal	23-25/3/99	71.05±8.70	-
	PCD station	25-26/3/99	93.94±25.26	44.68±9.07

จากการศึกษาพบว่าปริมาณฝุ่น PM_{10} ในเขตกรุงเทพมหานครมีค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง สูงกว่าในเขตนนทบุรี อยุธยา และสูงกว่าระดับมาตรฐาน จากการศึกษาในส่วนของรูปแบบการตรวจวัดพบในกรุงเทพมหานคร ประเภทการตรวจวัดเฉพาะบุคคลมีค่าเฉลี่ยสูงกว่า เพราะตำรวจจราจรมีการปฏิบัติงานในถนนที่มีปริมาณฝุ่นละอองสูงดังนั้นโอกาสได้รับฝุ่นสูงด้วย ในขณะที่ภายในป้อมตำรวจมีปริมาณฝุ่น PM_{10} สูงกว่าภายนอกและในเฉพาะบุคคล เนื่องจากป้อมตำรวจเป็นห้องปรับอากาศ มีสภาพอากาศปิด อยู่ติดถนน ไม่มีการถ่ายเทอากาศ ทำให้มีการตั้งค้างของฝุ่นมากกว่า

กรุงเทพมหานครมีค่าเฉลี่ยปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ใน 24 ชั่วโมงเท่ากับ 164.35 ± 56.62 ug/m^3 จังหวัดพระนครศรีอยุธยามีค่าปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} เฉลี่ย 24 ชั่วโมงเท่ากับ 96.25 ± 29.99 ug/m^3 เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละออง PM_{10} ในบรรยากาศโดยทั่วไปตามประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 ปี พ.ศ. 2538 (มาตรฐานค่าเฉลี่ย PM_{10} ในบรรยากาศ 24 ชั่วโมงซึ่งเท่ากับ 120 ug/m^3) พบว่าในพื้นที่ศึกษาเขตกรุงเทพมหานครที่มีการจราจรหนาแน่นนั้นมีปริมาณฝุ่น PM_{10} สูง โดยสูงกว่าระดับค่ามาตรฐานและในเขตจังหวัดอยุธยามีค่าต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมาตรฐานและเมื่อเปรียบเทียบการตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM_{10} ในแต่ละรูปแบบการตรวจวัดทั้งในบรรยากาศ (Ambient Air) จากจุดตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ และในเฉพาะบุคคล (Personal Sampling) พบว่ามีความสัมพันธ์กันดังนี้



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่น PM_{10} ที่ได้จากการตรวจวัดในบรรยากาศและในเฉพาะตัวบุคคล เมื่อเปรียบเทียบกับระดับค่ามาตรฐาน

จากกราฟจะเห็นได้ว่า จากการตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM_{10} ในอากาศและในเฉพาะบุคคลมีความสัมพันธ์กัน โดยเมื่อมีฝุ่น PM_{10} ในบรรยากาศมากโอกาสที่บุคคลจะได้รับก็มีมากด้วยเช่นกัน และเมื่อเปรียบเทียบกับระดับค่ามาตรฐานแล้วพบว่า พื้นที่ในเขตกรุงเทพมหานครมีระดับของฝุ่น PM_{10} สูงกว่าอย่างเห็นได้ชัด

4.2 ลักษณะประชากรที่ศึกษา

4.2.1 จำนวนประชากรที่ศึกษา

การศึกษาสมรรถภาพปอดของตำรวจจราจรที่ปฏิบัติงานในแต่ละพื้นที่ ประชากรที่ศึกษานั้นคัดเลือกอย่างอิสระ ตามความสมัครใจ กลุ่มตัวอย่างแบ่งตาม พื้นที่ศึกษาดังนี้

กลุ่มที่ 1 กลุ่มตัวอย่างที่ศึกษา หมายถึงตำรวจจราจรที่ปฏิบัติงานและพักอาศัยในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครที่มีปริมาณการจราจรหนาแน่น มีปริมาณความเข้มข้นของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM_{10} สูงในที่นี้ใช้ตำรวจที่อาศัยในเขตโชคชัย 4 และวิภาวดี โดยศึกษาจำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 135 นาย โดยแยกเป็นตำรวจที่ปฏิบัติหน้าที่จราจรทั้งสิ้น 78 นาย ตรวจวัดสมรรถภาพปอดด้วยวิธี Spirometric test ในวันหยุดที่ 26, 27 ธันวาคม 2541 และ 16, 17 มกราคม 2542

กลุ่มที่ 2 กลุ่มเปรียบเทียบที่ใช้ในการศึกษา หมายถึงตำรวจจราจรที่ปฏิบัติงานและพักอาศัยอยู่นอกเขตกรุงเทพมหานครที่มีปริมาณการจราจรไม่หนาแน่นและมีปริมาณความเข้มข้นของฝุ่น PM_{10} ในบรรยากาศต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ในที่นี้ใช้ตำรวจจราจรที่พักอาศัยและปฏิบัติงานในเขตอำเภอเมือง และ อำเภอบางไทร จังหวัดอยุธยา โดยศึกษาจำนวนตัวอย่างทั้งสิ้น 67 คน ตรวจวัดตามความสมัครใจของผู้รับการทดสอบ ตรวจวัดสมรรถภาพปอดด้วยวิธี Spirometric test ในวันหยุด เสาร์-อาทิตย์ วันที่ 10 มกราคม และ 13 กุมภาพันธ์ 2542 เนื่องจากอัตรากำลังคนของตำรวจจราจรในพื้นที่เขตจังหวัดอยุธยามีจำนวนน้อยกว่ากรุงเทพมหานครจึงทำให้มีจำนวนตำรวจจราจรเปรียบเทียบน้อยกว่าจำนวนในกลุ่มศึกษา

สรุป ประชากรตัวอย่างที่ศึกษาทั้งสิ้นในเขต วิภาวดี และโชคชัย 4 จำนวนตัวอย่าง 135 คน และจำนวนประชากรที่ใช้ในการเปรียบเทียบในเขตอำเภอเมือง อำเภอบางไทรจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 67 คน ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 จำนวนประชากรที่ศึกษาแบ่งแยกตามพื้นที่และช่วงอายุ

อายุ (ปี)	กรุงเทพมหานคร(คน)		จังหวัดพระนครศรีอยุธยา(คน)	
	วิภาวดี 26, 27/ธค./41	โชคชัย4 16, 17/มค./42	อำเภอเมือง 10/มค./42	อำเภอบางไทร 13/กพ./42
<30	34/38	1/41	8/111	20/60
30-39	45/137	10/30	18/93	11/19
40-49	4/7	21/83	6/47	2/11
>49	3/3	20/43	1/12	1/1
ทั้งหมด	83/185	52/197	33/263	34/91

4.2.2 ตัวอย่างประชากรที่ศึกษา

ตารางที่ 4.4 ลักษณะทั่วไปของประชากรที่ศึกษา

	กรุงเทพมหานคร		อยุธยา	P- value[a]
	ตำรวจจราจร	ตำรวจ	ตำรวจ	
จำนวนตัวอย่าง (คน)	78	57	67	
อายุ (ปี)	33.6±7.1	39.2±9.6	32.7±8.2	<0.001*
ส่วนสูง (ซ.ม)	168.0±4.8	167.8±5.7	168.3±4.8	0.849
อายุการทำงาน (ปี)	11.8±7.8	17.9±10.5	10.0±9.3	<0.001*
สูบบุหรี่ (%)	44.9	43.3	42.6	0.985[b]

[a] ANOVA was used for the calculations except for smoking parameter

[b] Fisher's exact test.

* Significant differences by Scheffe's test.

4.3 ผลการวิเคราะห์จากแบบสอบถาม

จากการวิเคราะห์แบบสอบถาม ATS-DLD-78A ในแต่ละส่วนของข้อมูลของตำรวจในกรุงเทพมหานครในเขตโชคชัย 4 วิภาวดี ทั้งสิ้นจำนวน 135 นาย และในเขตเปรียบเทียบในอำเภอเมือง อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา จำนวน 67 นาย ผลการวิเคราะห์สรุปได้ดังนี้

ข้อมูลทั่วไป

1. อายุ จากการวิเคราะห์แบบสอบถามพบว่า ในกลุ่มศึกษามีอายุเฉลี่ย 36.2 ±8.9 ปี สูงกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งมีอายุเฉลี่ย 32.7±8.2 ปี

2. ส่วนสูงและน้ำหนัก ในกลุ่มศึกษามีน้ำหนักเฉลี่ย 66.84±9.03 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 167.91±5.26 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่มีน้ำหนัก 65.06±7.54 กิโลกรัม ส่วนสูงเฉลี่ย 168.3±4.8 เซนติเมตร

3. สถานที่เกิด ในกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุมส่วนใหญ่มีภูมิลำเนาเดิมอยู่ในต่างจังหวัด โดยกลุ่มศึกษามี 120 คน (88.88%) กลุ่มควบคุม 64 คน (95.52%)

4. สถานที่อยู่ปัจจุบัน กลุ่มศึกษาส่วนใหญ่อาศัยในแฟลตที่พักของตำรวจโดยมีจำนวน 128 คน (94.8%) ส่วนกลุ่มควบคุมอาศัยในแฟลตจำนวน 32 คน (47.76%) พักอาศัยในบ้านพักส่วนตัว 24 คน (35.82%)

5. สถานภาพการสมรส จากแบบสอบถามพบว่า กลุ่มศึกษามีสถานภาพสมรสคู่ 122 คน (90.37%) ส่วนในกลุ่มศึกษามีสถานภาพสมรสคู่ 45 คน (67.16%) และเป็นโสดในกลุ่มศึกษาจำนวน 8 คน (5.92%) กลุ่มควบคุม 20 คน (30.8%)

6. ระดับการศึกษาสูงสุด ในกลุ่มศึกษามีระดับการศึกษาสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยส่วนใหญ่จบการศึกษามัธยมศึกษาตอนปลาย 84 คน (62.22%) อนุปริญญา-ปริญญาตรี 24 คน(17.77%) สุงกว่าระดับปริญญาตรี 3 คน (2.22%) ส่วนในกลุ่มควบคุม จบการศึกษาระดับมัธยมต้น 4 คน (5.97%) มัธยมศึกษาตอนปลาย 45 คน (67.16%) อนุปริญญา- ปริญญาตรี 13 คน (19.40%)

<u>ประวัติการสูบบุหรี่</u>

จากแบบสอบถามในส่วนของประวัติการสูบบุหรี่ พบว่าในกลุ่มศึกษา 135 คน มีจำนวนผู้ที่เคยสูบบุหรี่ 76 คน (56.29%) ซึ่งสูงกวาในกลุ่มควบคุมที่มีจำนวน 31 คน (46.26%)

ในส่วนของกลุ่มผู้ที่สูบบุหรี่นั้น ในกลุ่มศึกษามีผู้ที่ยังคงสูบในปัจจุบัน 44 คน และกลุ่มควบคุม 18 คน เริ่มสูบบุหรี่ครั้งแรกเฉลี่ยเมื่ออายุประมาณ 20 ปี สูบเฉลี่ยวันละ 1 ถึง 2 ซอง โดยในกลุ่มศึกษามีค่าเฉลี่ยของจำนวนบุหรี่ที่สูบในแต่ละวันมากกว่ากลุ่มควบคุม ลักษณะการสูบบุหรี่ขณะสูบในกลุ่มศึกษามีการอัดควันมาก 6 คน อัดควันปานกลาง 39 คน อัดควันน้อย 10 คน ในกลุ่มควบคุมไม่มีใครอัดควันมาก อัดควันปานกลางจำนวน 20 คน อัดควันน้อย 5 คน

จากประวัติการสูบบุหรี่ข้างต้นจะเห็นได้ว่าในกลุ่มศึกษาคือตำรวจในกรุงเทพมหานครมีประวัติและพฤติกรรมการสูบบุหรี่มากกว่ากลุ่มควบคุม

<u>ประวัติการทำงาน</u>

กลุ่มตัวอย่างศึกษามีจำนวนตำรวจที่ทำหน้าที่เฉพาะจราจรเพียงอย่างเดียวทั้งสิ้น 78 คน (57.77%) ในกลุ่มควบคุมมี 15 คน (22.38%) โดยในกลุ่มศึกษาประกอบอาชีพตำรวจมาเฉลี่ย 5 ถึง 15 ปี ในกลุ่มควบคุมทำงานมานาน 2 ถึง 5 ปี และกลุ่มศึกษาเคยประกอบอาชีพอื่นๆ มาก่อน 65 คน กลุ่มตัวอย่าง 28 คน ในที่นี้อาชีพอื่นที่เคยทำ ได้แก่ พนักงานบริษัท ช่างก่อสร้าง ช่างซ่อม ทำงานโรงงาน รับจ้างทั่วไป เป็นต้น

กลุ่มศึกษาที่ปฏิบัติงานในกรุงเทพฯ มีชั่วโมงการปฏิบัติงานมากกว่ากลุ่มควบคุมที่ปฏิบัติงานในเขตจังหวัดอยุธยา โดยในกลุ่มศึกษาทำงานเฉลี่ย 8 ชั่วโมงต่อวัน ส่วนในกลุ่มควบคุมเฉลี่ยประมาณ 5-6 ชั่วโมงต่อวัน

จากการวิเคราะห์แบบสอบถามในส่วนของประวัติการทำงานนั้น พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาส่วนใหญ่มีประวัติการทำงานมานานกว่ากลุ่มควบคุมและมีโอกาสสัมผัสฝุ่นละอองสูงกว่า เนื่องจากทำงานมาเป็นระยะเวลานานกว่า และมีชั่วโมงการปฏิบัติงานมากกว่า

ประวัติครอบครัว

กลุ่มศึกษามีประวัติความเจ็บป่วยในครอบครัวด้วยโรคต่างๆ ดังนี้ หลอดลมอักเสบเรื้อรัง 3 คน (2.22 %) โรคเยื่อหุ้มปอดเป็นหนอง 1 คน (0.740%) หอบหืด 4 คน (2.96%) มะเร็งปอด 5 คน (3.703%) โรคปอดอื่นๆ 3 คน (2.22%) โดยมีมากกว่ากลุ่มควบคุมซึ่งมีเพียงป่วยเป็นหอบหืด 3 คน (4.47%) และหลอดลมอักเสบเรื้อรัง 1 คน (1.49%)

บิดามารดาในกลุ่มศึกษามีชีวิตอยู่ 60 คน กลุ่มควบคุม 36 คน เสียชีวิตแล้วในกลุ่มศึกษา 63 คนในกลุ่มควบคุม 22 คน โดยสาเหตุของการเสียชีวิตได้แก่ โรคชรา 12 คน (8.88%) มะเร็งปอด 6 คน (4.44%) โรคไต 2 คน (1.481%) อุบัติเหตุ 8 คน (5.923%) โรคมะเร็งอื่นๆ 5 คน (3.703%) โรคอื่น ๆ 15 คน (11.11%) ส่วนในกลุ่มควบคุมเสียชีวิตด้วยโรคชรา 3 คน (4.47%) มะเร็งปอด 1 คน (1.49%) อุบัติเหตุ 2 คน(2.98%) และโรคอื่น ๆ 10 คน (15.15%)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลเกี่ยวกับอาการของระบบทางเดินหายใจ

อาการของระบบทางเดินหายใจ	กลุ่มศึกษา (N=135)		กลุ่มควบคุม (N=67)	
	จำนวน(คน)	ร้อยละ(%)	จำนวน(คน)	ร้อยละ(%)
-มีอาการไอบ่อยครั้ง	33	24.4	11	16.41
-ไอมากกว่า 4-6ครั้งต่อวันหรือมากกว่า 4 วันต่อสัปดาห์	20	14.8	6	8.95
-ไอติดต่อกันเป็นเวลานานตอนตื่นเช้า	7	5.18	4	5.97
-มีอาการไอติดต่อกันตลอดทั้งวันตั้งแต่ 5 เดือนขึ้นไป	11	8.14	8	11.94
-ท่านมีอาการไอเป็นเวลา	7	5.18	1	1.49
1 ปี	1	0.74	1	1.49
2 ปี	4	2.96	-	-
7ปี	1	0.74	-	-
-ท่านมีเสมหะเป็นประจำ	42	31.11	12	17 91
-มีเสมหะมากกว่า 2 ครั้งต่อวันหรือมากกว่า 4 ครั้งต่อเดือน	33	24.44	12	17.91
-มีเสมหะมากช่วงเช้า	39	28.88	12	17.91
-เสมหะมากตอนกลางคืน	15	11 11	6	8.95
-มีเสมหะบ่อยๆ ตลอดทั้งวัน	14	10.37	7	10.44
-มีอาการไอร่วมกับการมีเสมหะ	15	11.11	5	7.46
-อาการหายใจมีเสียงขณะเป็นหวัด	76	56.29	37	55.22
-อาการหายใจมีเสียงขณะอากาศเย็น	41	30.37	27	40.29
-อาการหายใจมีเสียงตลอดทั้งวันหรือทั้งคืน	1	0.74	1	1.49
-อาการหายใจมีเสียงจนหายใจขัด	14	10.37	8	11.94
-มีอาการหายใจร่วมกับอาการอื่น	8	5.92	6	8.95
-เคยได้รับการรักษา	6	4.44	4	5.97
-ไม่มีโรคประจำตัว	48	35.55	26	38.80
-โรคภูมิแพ้	7	5.18	2	2.98
-หวัดเรื้อรัง	1	0.74	3	4.47
-หอบหืด	1	0.74	1	1.49
-โรคอื่นๆ	18	13.33	4	5.97

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลเกี่ยวกับอาการของระบบทางเดินหายใจ (ต่อ)

อาการของระบบทางเดินหายใจ	กลุ่มศึกษา (N=135)		กลุ่มควบคุม (N=67)	
	จำนวน(คน)	ร้อยละ(%)	จำนวน(คน)	ร้อยละ(%)
-อาการหายใจขัดหรือเหนื่อยง่าย	38	28.14	14	20.89
-ขณะเดินกับผู้อื่นรู้สึกว่าเดินช้า	12	8.88	5	7.46
-หยุดพักหายใจขณะเดินพื้นราบ	6	4.44	-	-
-ต้องหยุดพักขณะเดินบนพื้นราบระยะ100 เมตร หรือ2-3 นาทีผ่าน	6	4.44	1	1.49
-หายใจขัดเมื่อสวมเสื้อผ้าหรือออกจากบ้าน	7	5.18	2	2.98
-อาการเจ็บหน้าอกทุกครั้งที่เป็นหวัด	17	12.59	14	20.89
-แน่นหน้าอกจนต้องหยุดพัก	19	14.07	5	7.46
-มีเสมหะร่วมกับการเจ็บหน้าอก	10	7.40	2	2.98
-ใน 3 ปีที่ผ่านมาเคยป่วยเนื่องจากมีเสมหะตลอดสัปดาห์หรือมากกว่า				
1 ครั้ง	1	0.74	-	-
2 ครั้ง	2	1.48	2	2.98
3 ครั้ง	2	1.48	-	-
5 ครั้ง	1	0.74	-	-
8 ครั้ง	7	5.18	4	5.97
-มีปัญหาปอดก่อนอายุ 16 ปี	5	3.70	-	-
-หลอดลมอักเสบ	26	19.25	8	11.94
-ได้รับการตรวจอาการข้างต้นจากแพทย์	25	18.51	7	10.44
-ปอดบวม	11	8.14	7	10.44
-ได้รับการตรวจจากแพทย์	9	6.66	6	8.95
-อาการแพ้ฝุ่นละอองเกสรดอกไม้	35	25.92	16	23.88
-ได้รับการตรวจจากแพทย์	14	10.37	6	8.95
-หลอดลมอักเสบเรื้อรัง	9	6.66	3	4.47
-ปัจจุบันยังมีอาการของหลอดลมอักเสบอยู่	6	4.44	2	2.98
-ได้รับการตรวจจากแพทย์	8	5.92	2	2.98
-ถุงลมโป่งพอง	2	1.48	-	-
-ปัจจุบันยังมีอาการอยู่	2	1.48	-	-
-ได้รับการตรวจจากแพทย์	1	0.74	-	-

ตารางที่ 4.5 ข้อมูลเกี่ยวกับอาการของระบบทางเดินหายใจ (ต่อ)

อาการของระบบทางเดินหายใจ	กลุ่มศึกษา (N=135)		กลุ่มควบคุม (N=67)	
	จำนวน(คน)	ร้อยละ(%)	จำนวน(คน)	ร้อยละ(%)
-อาการหอบหืด	8	5.92	4	5.97
-ยังมีอาการของหอบหืดอยู่	2	1.48	3	4.47
-ได้รับการตรวจอาการข้างต้นจากแพทย์	3	2.2	4	5.97
-เจ็บหน้าอก	39	28.88	13	19.40
-ได้รับการผ่าตัดทรวงอก	1	0.74	1	1.49
-อุบัติเหตุทรวงอกอื่นๆ	7	5.18	1	1.49
-มีปัญหาโรคหัวใจ	4	2.96	1	1.49
-ได้รับการรักษาโรคหัวใจ	2	1.48	1	1.49
-มีปัญหาโรคความดันโลหิตสูง	9	6.66	6	8.95
-ได้รับการรักษาความดันโลหิตสูง	5	3.70	4	5.97

จากการวิเคราะห์แบบสอบถาม ATS-DLD-78A อาการเกี่ยวกับโรคระบบทางเดินหายใจ พบว่าสุขภาพโดยรวมของกลุ่มศึกษามีสมรรถภาพปอดด้อยกว่าในกลุ่มควบคุม โดยควบคุมตัวแปรในส่วนของปัจจัยการทำงาน ประวัติการทำงาน และการสัมผัสฝุ่นละออง ที่ส่งผลต่ออาการทางระบบทางเดินหายใจ

เมื่อวิเคราะห์แบบสอบถาม ATS-DLD-78A เฉพาะในส่วนของอาการแสดงของโรคระบบทางเดินหายใจตามแบบการวิเคราะห์ของ Ferris ในส่วนของ Non Specific Respiratory Disease (NSRD.)

การแยกประเภทของโรค NSRD. จากแบบสอบถามนั้นทำได้โดยวิเคราะห์ในส่วนของอาการทางระบบทางเดินหายใจ (ส่วนที่ 2) ดังนี้

1.) หลอดลมอักเสบเรื้อรัง (Chronic Bronchitis) คือตอบใช่ในข้อมีอาการมีเสมหะทั้งวันหรือมากกว่า 4-6 ครั้งต่อวัน หรือมี 4 วันต่อสัปดาห์ หรือมีเสมหะตลอดระยะเวลา 3 เดือนผ่านมา

2.) หลอดลมอักเสบระยะเฉียบพลัน (Acute Bronchitis) ตอบใช่ในข้อมีอาการไอร่วมกับมีเสมหะเป็นเวลานาน 3 สัปดาห์หรือมากกว่า

3.) หอบหืด (Asthma) คือตอบใช่ในข้อมีอาการหายใจมีเสียงทั้งวันหรือทั้งคืนและได้รับการตรวจรักษาจากแพทย์

4.) โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (Chronic Obstructive Pulmonary Disease : COPD) คือตอบใช่ในข้อที่มีอาการหายใจมีเสียงตลอดทั้งวันหรือทั้งคืนร่วมกับการมีอาการหายใจขัด และต้องหยุดพักหายใจขณะเดินบนพื้นราบ

อาการของ Persistent Cough and Phelegm (PCP) อาการไอและมีเสมหะเรื้อรัง วิเคราะห์จากแบบสอบถามดังนี้คือ

1.) มีอาการไอบ่อยครั้ง (ข้อ 7A) และ มีอาการไอเป็นเวลาสามปีหรือมากกว่า (ข้อ 7F)

2.) มีเสมหะเป็นประจำ (ข้อ 8A) และ มีอาการเหล่านี้เป็นเวลาเท่ากับสามปีหรือมากกว่า (ข้อ 8F)

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบอาการของโรคระบบทางเดินหายใจ NSRD.

อาการของโรคระบบทางเดินหายใจ	กลุ่มศึกษา (N=135) คน (%)	กลุ่มควบคุม (N=67) คน (%)
หลอดลมอักเสบเรื้อรัง (Chronic Bronchitis : CB)	14 (10.4%)	7 (10.4%)
หลอดลมอักเสบระยะ เฉียบพลัน (Acute Bronchitis: AB.)	7 (5.2%)	3 (4.5%)
อาการหอบหืดเนื่องจากหลอดลมอุดกั้น (Bronchial Asthma:BA)	6(4.5%)	1(0.8%)
โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง Chronic Obstructive Pulmonary Disease	4 (2.9%)	2 (2.9%)

เมื่อพิจารณาในส่วนของอาการไอและมีเสมหะเรื้อรัง (PCP) ผลการวิเคราะห์แบบสอบถามในกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุมพบความสัมพันธ์กัน ดังนี้

ตารางที่ 4.7 อาการแสดงของโรค Persistent Cough and Phlegm

อาการทางระบบหายใจ	กลุ่มศึกษา (N=135) คน(%)	กลุ่มควบคุม (N=67) คน(%)
อาการไอเรื้อรัง (Persistent Cough)	17(12.6)	8 (11.9)
อาการมีเสมหะเรื้อรัง (Persistent Phlegm)	33(24.4)	16 (23.8)

จากการวิเคราะห์แบบสอบถาม ในส่วนที่ 2 อาการแสดงโรคระบบทางเดินหายใจในจำนวนกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด พบว่ากลุ่มศึกษามีเปอร์เซ็นต์ผู้ที่มีอาการแสดงของ NSRD. ในส่วนโรคหลอดลมอักเสบเฉียบพลัน โรคหอบหืดเนื่องจากหลอดลมอุดกั้นเรื้อรังสูงกว่าในกลุ่มเปรียบเทียบ ส่วนหลอดลมอักเสบระยะเรื้อรัง และโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังมีเปอร์เซ็นต์เท่ากัน ส่วนในอาการทาง

ระบบหายใจที่เกี่ยวข้องกับ PCP. ผลการวิเคราะห์ พบว่าในกลุ่มศึกษามีจำนวนผู้ที่มีอาการแสดงของโรคดังกล่าวสูงกว่าในกลุ่มควบคุมทั้งสองอาการ (ตารางที่ 4.7) เมื่อพิจารณาในส่วนของปัจจัยการสูบบุหรี่และช่วงอายุที่แตกต่างกันพบความแตกต่างของอาการแสดง PCP และ NSRD ในแต่ละกลุ่มตัวอย่างดังนี้

ตารางที่ 4.8 .แสดง PCP ในกลุ่มตัวอย่างที่มีปัจจัยการสูบบุหรี่และช่วงอายุที่ต่างกัน

กลุ่มตัวอย่าง	อายุ <30 ปี		อายุ 30-39 ปี		อายุ >39 ปี	
	สูบบุหรี่	ไม่สูบบุหรี่	สูบบุหรี่	ไม่สูบบุหรี่	สูบบุหรี่	ไม่สูบบุหรี่
ตำรวจอยุธยา	1(7.7%)	-	1(5.2%)	3(21.4%)	-	-
ตำรวจกรุงเทพ	1(10.0%)	-	1(9.1%)	-	3(33.3%)	-
จราจรกรุงเทพ	-	1(10.0%)	-	2(25.0%)	2(9.1%)	1(7.7%)

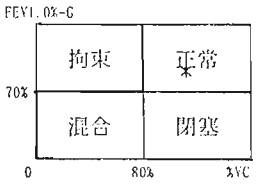
ตารางที่ 4.9 แสดง NSRD. ในกลุ่มตัวอย่างที่มีปัจจัยการสูบบุหรี่และช่วงอายุที่ต่างกัน

กลุ่มตัวอย่าง	อายุ <30 ปี		อายุ 30-39 ปี		อายุ >39 ปี	
	สูบบุหรี่	ไม่สูบบุหรี่	สูบบุหรี่	ไม่สูบบุหรี่	สูบบุหรี่	ไม่สูบบุหรี่
ตำรวจอยุธยา	2(15.4%)	3(17.6%)	2(10.5%)	4(28.6%)	-	-
ตำรวจกรุงเทพ	1(10.0%)	1(12.5%)	2(18.2%)	1(8.3%)	1(11.1%)	-
จราจรกรุงเทพ	-	1(10.0%)	3(18.8%)	2(25.0%)	6(27.3%)	2(15.4%)

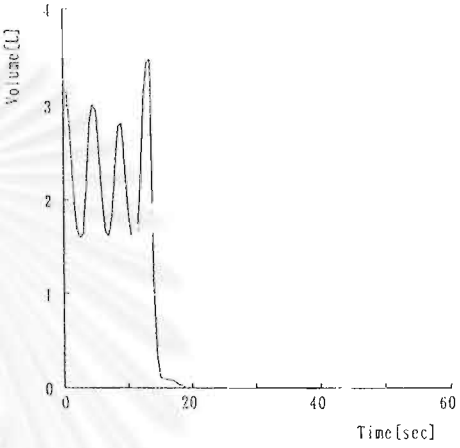
จากความแตกต่างของอาการแสดง NSRD และ PCP ดังตารางที่ 4.8 และ 4.9 พบว่าในตำรวจกรุงเทพมหานครมีจำนวนผู้ที่มีอาการแสดงของโรคสูงกว่ากลุ่มควบคุม โดยพบมากในผู้ที่สูบบุหรี่ และมีช่วงอายุมากกว่า 39 ปี

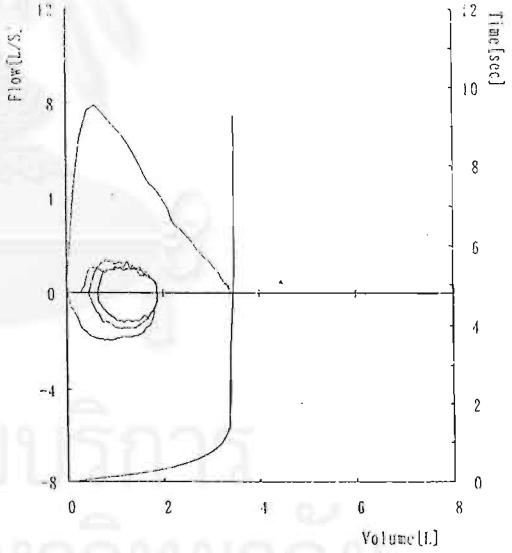
4.4 ผลการตรวจวัดสมรรถภาพปอด (Spirometry)

測定年月日	1999年 1月16日				
被検者名				気 温	37.0℃
IDNO.	74010	年 齢	28才	気 圧	760.1mmHg
依頼科		性 別	女	体表面積	1.67㎡
依頼医		身 長	164.0cm		
技師名		体 重	62.0kg		



	単 位	実測値	予測値	予測率
VC	L	3.49	3.11	112.2 %
ERV	L	1.60	1.19	134.4 %
IRV	L	0.46		
TV	L	1.43		
	単 位	実測値	予測値	予測率
FVC	L	3.49	3.11	112.2 %
$FEV_{0.5}$	L	2.53	2.58	98.0 %
$FEV_{1.0}$	L	3.21	3.08	104.2 %
$FEV_{1.0}$%-G	%	91.97	84.80	108.4 %
MEFR	L/sec	7.14	5.61	127.2 %
MMEF	L/sec	4.04	3.98	101.5 %
EXTime	sec	9.40		
AT	%	0.00		
$FEV_{1.0}/VC_{pr}$	%	103.22		
$FIV_{0.5}$	L	----		
CVI		----		
PEF	L/sec	7.95	6.53	121.7 %
$\dot{V}_{75}$	L/sec	7.23	6.05	119.5 %
$\dot{V}_{50}$	L/sec	4.54	4.79	94.7 %
$\dot{V}_{25}$	L/sec	2.15	2.76	77.8 %
$\dot{V}_{10}$	L/sec	0.92		
$\dot{V}_{50}/\dot{V}_{25}$		2.11		
$\dot{V}_{25}/\dot{V}_{10}$		2.34		
$\dot{V}_{50}$ /HT	L/sec/m	2.76		
$\dot{V}_{25}$ /HT	L/sec/m	1.31	1.28	102.3 %
$I\dot{V}_{50}$	L/S	----		
E_{50}/I_{50}		----		
$MTC_{75\ 50}$	l/sec	3.08		
MTC_{50-25}	l/sec	2.74		
MTC_{25-RV}	l/sec	2.46		
MTCR		1.11		
MTCA	l/sec	2.76		
OI		1.89		
	単 位	実測値	予測値	予測率
MVV	L/min		96.91	
MVV/BSA	L/min/m2			
MV	L/min			
TV	L			
RR	/min			
Rrs	cmH2O/L/S			



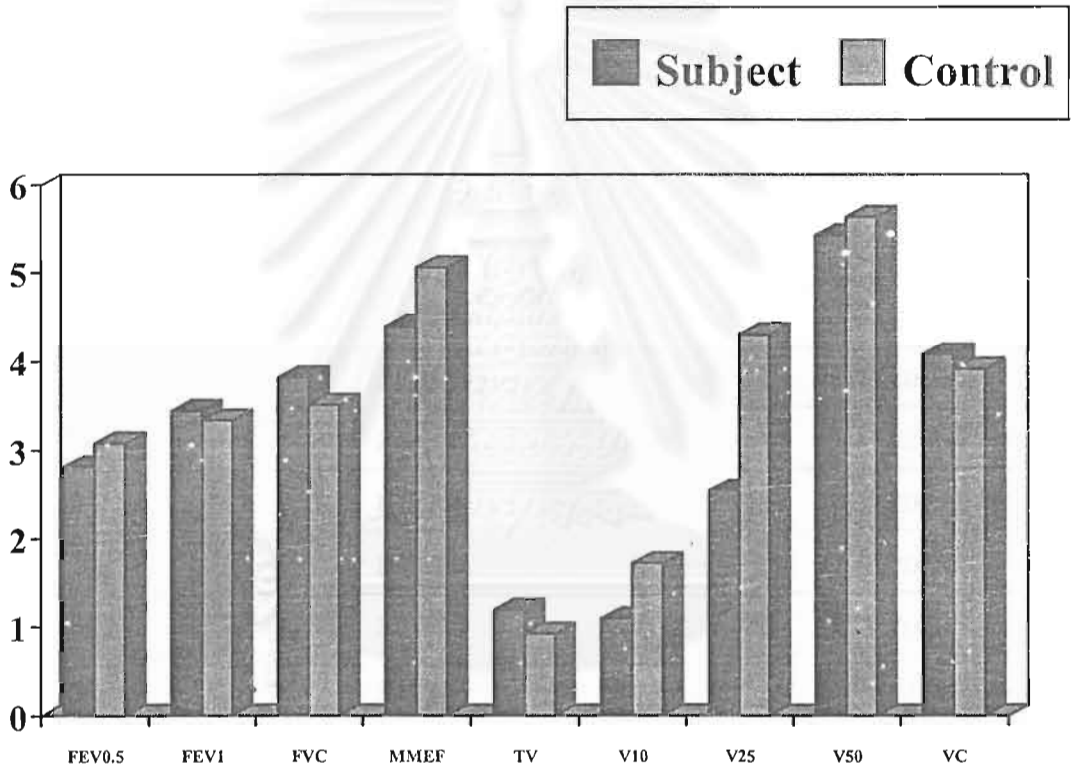


じん肺法判定					
F(%VC)	(-)	F($FEV_{1.0}$%-G)	(-)	F($\dot{V}_{25}$/HT)	(-)

判読コメント
スパイログラムは正常です。

รูปที่ 4.2 ตัวอย่างผลที่ได้จากการตรวจสมรรถภาพปอดโดยเครื่อง Spirometer

ศึกษาสมรรถภาพปอดของตำรวจในกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มเปรียบเทียบ ทำการตรวจวัดโดยใช้เครื่องมือ Spirometer พื้นที่กรุงเทพมหานครในเขตวิภาวดี โชคชัย 4 และ อำเภอเมือง อำเภอบางไทรในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ค่าสมรรถภาพปอดที่ใช้ในการศึกษาประกอบด้วยค่า Forced Vital Capacity (FVC), Forced Expiratory Volume in one second (FEV_1), Forced Expiratory Volume in half second ($FEV_{0.5}$), Maximal Mid Expiratory Flow Rate (MMEF), Tidal Volume (TV), Vital Capacity (VC) และ V_{10} , V_{25}, V_{50} ปรากฏผลการศึกษาดังนี้



รูปที่ 4.3 ผลการทดสอบสมรรถภาพปอดด้วยเครื่องมือ Spirometer ของตำรวจในกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มเปรียบเทียบ

ตารางแสดงค่าผลการตรวจวัดสมรรถภาพปอดในตำรวจจราจร

ตารางที่ 4.10 แสดงค่าจากการตรวจวัดสมรรถภาพปอดเฉพาะในตำรวจจราจร

ค่าพารามิเตอร์	กลุ่มตัวอย่าง (จำนวน 73 คน)	กลุ่มเปรียบเทียบ (จำนวน 67คน)
	MEAN±SD.	MEAN±SD.
ERV	1.14±0.90	0.93±0.79
FEV0.5	2.81±0.49	3.29±3.30
Extime	3.87±3.37	2.79±0.37
FEV1	3.44±0.61	3.38±0.53
FVC	3.82±0.76	3.53±0.62
MEFR	8.25±2.67	7.76±2.21
MMEF	4.70±1.53	5.09±1.00
OI	2.32±1.88	1.95±0.40
PEF	9.66±2.70	9.21±2.44
TV	1.19±0.90	0.89±0.88
V_{10}	1.09±0.74	1.70±0.94
V_{25}	2.54±1.05	2.89±0.88
V_{50}	5.43±1.66	5.89±1.28
V_{75}	8.42±2.45	8.23±2.11
VC	4.08±0.67	3.90±0.61

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยจากผลการตรวจวัดสมรรถภาพปอด พบว่า จากตารางมีค่า FEV0.5, MMEF, V25, V50 ในกลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่ากลุ่มควบคุม

จากผลกระทบของฝุ่น PM_{10} ต่อสุขภาพนั้นค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญของสมรรถภาพปอดได้แก่ค่า FEV_1, FEV_1%, V_{10} และ V_{25} จากผลการเปรียบเทียบพบว่าในกลุ่มควบคุมมีค่า FEV_1% และ V_{25} สูงกว่ากลุ่มศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ และมีค่า FEV_1 และ V_{10} ต่ำกว่ากลุ่มศึกษาที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $P > 0.05$ ดังตารางที่ 4.11.

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของสมรรถภาพปอดที่สำคัญระหว่างกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุม

พารามิเตอร์	กลุ่มศึกษา(N=78)	กลุ่มควบคุม(N=67)	P-Value
FEV_1	3.4 ±1.6	3.3±1.6	0.087
FEV_1%	90.7 ±8.3	95.3±5.9	0.001*
V_{10}	5.4 ±1.7	5.6±1.5	0.674
V_{25}	2.5 ±1.1	3.0±1.1	0.017*
FEV_1/ FVC	90.7%	95.3%	
FEV_1/ FVC<80%	10 คน(12.8%)	3 คน(4.5%)	

ตารางที่ 4.11 พิจารณาในส่วนของค่าพารามิเตอร์สมรรถภาพปอดพบว่าค่า FEV_1%, V_{25} ของตำรวจจราจรในกรุงเทพมีค่าน้อยกว่าตำรวจอยุธยาที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ ในส่วน FEV_1/ FVC ของประชากรที่ศึกษาพบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยของกลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 95.3% ซึ่งสูงกว่าในกลุ่มศึกษาที่มีค่าเท่ากับ 90.7% เมื่อพิจารณาในส่วนของความผิดปกติที่ค่า FEV_1/ FVC น้อยกว่า 80 % พบในกลุ่มศึกษามีจำนวน 10 คน (12.82%) ในกลุ่มควบคุมมีจำนวน 3 คน (4.47%) ดังนั้นในกลุ่มศึกษาที่เป็นตำรวจในกรุงเทพมหานครถือได้ว่า มีเปอร์เซ็นต์ของจำนวนผู้มีความผิดปกติของสมรรถภาพปอดสูงกว่าตำรวจอยุธยาที่เป็นกลุ่มควบคุม

4.5 ความสัมพันธ์ของข้อมูล ในส่วนของปริมาณฝุ่น PM_{10} และผลจากการตรวจวัดสุขภาพ

จากการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองในกรุงเทพมหานครพบว่ามีปริมาณฝุ่น PM_{10} สูงกว่าจังหวัดอยุธยา ดังตารางที่ 4.2 ผลสมรรถภาพปอดที่ได้จากการทดสอบโดยวิธี Spirometry นั้นพบว่า ค่าเฉลี่ย พารามิเตอร์ในส่วนของ FEV_1/FVC, $FEV_{0.5}$, FEV_1, MMER, MMEF และ V_{10}, V_{25}, V_{75} ในกลุ่มเปรียบเทียบมีค่าสูงกว่ากลุ่มตัวอย่าง ส่วนพารามิเตอร์ของ FVC, MEFR, OI, PEF, TV, V_{50}, VC ในกลุ่มเปรียบเทียบมีค่าต่ำกว่ากลุ่มตัวอย่าง แต่ทั้งนี้เมื่อพิจารณาพารามิเตอร์ที่สำคัญ พบว่ามีค่า FEV_1 และ V_{25} ในกลุ่มควบคุมมีค่าสูงกว่ากลุ่มศึกษาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ จากการวิเคราะห์แบบสอบถามตามมาตรฐาน ASD-DLD-78-A พบว่าในกลุ่มควบคุมมีปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพมากกว่ากลุ่มตัวอย่าง โดยพบว่าในกลุ่มศึกษามีจำนวนผู้ที่มีอาการของ PCP สูงกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนอาการแสดง NSRD นั้นพบว่าในกลุ่มตัวอย่างตำรวจในกรุงเทพมหานครมีเปอร์เซ็นต์ของผู้ที่มีอาการหอบหืดเนื่องจากหลอดลมอุดกั้น และหลอดลมอักเสบระยะเฉียบพลันสูงกว่าในกลุ่มควบคุม และมีโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง และ โรคปอดอุดกั้นเรื้อรังจำนวนใกล้เคียงกัน

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลทั้งหมดที่ได้จากการตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM_{10} ผลการตรวจวัดสมรรถภาพปอด และจากการวิเคราะห์แบบสอบถาม ATS-DLD-78A ตามวิธีของ Ferris, 1978 ผลการศึกษาพบว่า ปัจจัยทางด้านประวัติการสูบบุหรี่ อาชีพในปัจจุบันและประวัติการทำงานในอดีตนั้นมีความสัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์ของสมรรถภาพปอด ($P>0.05$) และในทางตรงกันข้ามเราพบว่าค่าบ่ริมาณฝุ่น PM_{10} ในบรรยากาศ และอายุนั้นมีความสัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์ FVC , FEV_1 และ FEV_1/FVC อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ (ดังภาคผนวก ค.)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณฝุ่น PM_{10} กับสมรรถภาพปอดของตำรวจจราจรเปรียบเทียบระหว่างตัวอย่าง 2 กลุ่ม โดยแบ่งแยกตามพื้นที่ซึ่งมีปริมาณฝุ่นมาก-น้อยแตกต่างกัน ทั้งนี้มีการตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM_{10}ในพื้นที่เขตกรุงเทพมหานครเปรียบเทียบกับพื้นที่จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ทดสอบสมรรถภาพปอดพร้อมทั้งแจกแบบสอบถาม ATS-DLD-78A ฉบับภาษาไทย (มาตรฐานแบบสอบถามเกี่ยวกับอาการทางระบบทางเดินหายใจ) ใช้กลุ่มตัวอย่างคือ ตำรวจในพื้นที่กรุงเทพมหานครจำนวน 135 นาย และตำรวจในพื้นที่เปรียบเทียบจังหวัดอยุธยา 67 นาย โดยใช้วิธีการเลือกอย่างอิสระ นำผลการตรวจสมรรถภาพปอดและผลการวิเคราะห์จากแบบสอบถาม (ตามหลักการวิเคราะห์ของ Ferris, 1978) มาศึกษาหาความสัมพันธ์และปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จนได้ค่าตัวแปรของสมรรถภาพปอดที่ต่างกัน นำค่าที่ได้ไปหาความสัมพันธ์กับปริมาณฝุ่นขนาดเล็ก PM_{10} ที่ได้จากการตรวจวัดในแต่ละพื้นที่ โดยจากการศึกษาใช้พื้นที่กรุงเทพมหานคร คือ เขตดินแดง ปทุมวัน รามคำแหง นอกเขตกรุงเทพมหานครคือ จังหวัดนนทบุรี และจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ผลการศึกษาพบว่าปริมาณฝุ่น PM_{10} ในเขตกรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรีมีปริมาณสูงกว่าในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยาตามลำดับ

1. ผลการตรวจวัด ฝุ่น PM_{10}

จากการตรวจวัดคุณภาพอากาศพบในเขตกรุงเทพมหานครมีปริมาณฝุ่น PM_{10} ในระดับสูง ณ. จุดตรวจวัดเขตดินแดงมีปริมาณฝุ่น PM_{10} เฉลี่ยเท่ากับ 195.59 ± 47.50 ug/m^3 ปทุมวัน 130.73 ± 39.13 ug/m^3 และรามคำแหง 115.57 ± 45.06 ug/m^3 ตามลำดับ ซึ่งทั้งหมดมีค่าสูงกว่าระดับมาตรฐานที่ยอมรับได้ (ค่าเฉลี่ยมาตรฐานฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ใน 24 ชั่วโมง เท่ากับ 120 ug/m^3 แหล่งที่มาจากคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 ปี พ.ศ. 2538) และในจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีค่าเท่ากับ 96.25 ± 29.99ug/m^3 ซึ่งต่ำกว่าระดับค่ามาตรฐาน

จากผลการวัดปริมาณฝุ่น PM_{10} ในแต่ละวิธี ได้แก่ การตรวจวัดในบรรยากาศ Ambient Air Sampling (บริเวณในและนอกป้อมสถานีตำรวจจราจร) ตรวจเฉพาะบุคคล Personal Sampling, และจากการตรวจวัด ณ. สถานีตรวจวัดจุดเดียวกันกับกรมควบคุมมลพิษเปรียบเทียบแล้วพบว่าปริมาณฝุ่นPM_{10} มีค่าสัมพันธ์กัน โดยเมื่อมีปริมาณฝุ่น PM_{10} ในอากาศทั่วไปสูงในเฉพาะบุคคลก็จะมีค่าสูงด้วย ซึ่งผลจากการตรวจวัดมีค่าสอดคล้องกับการตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยในที่นี้พบว่าภายในป้อมสถานีตำรวจจราจร

(Inside Boot) นั้นมีค่าปริมาณฝุ่นสูงกว่าภายนอกป้อม (Outside Boot) ทั้งนี้เป็นผลจากภายในป้อมตำรวจเป็นห้องปรับอากาศ ระบบปิด มีการไหลเวียนของอากาศน้อย ทำให้มีปริมาณฝุ่นละอองคั่งค้างสูงมากกว่าภายนอก ส่วนจากการตรวจวัดเฉพาะบุคคล (Personal Sampling) พบว่าตำรวจจราจรที่ปฏิบัติหน้าที่ในเขตกรุงเทพมหานครมีค่าปริมาณฝุ่น PM_{10} สูงกว่าการตรวจวัดในรูปแบบและในพื้นที่อื่น ๆ

2. ผลการวิเคราะห์จากแบบสอบถาม

จากการวิเคราะห์แบบสอบถาม ATS-DLD-78A ฉบับภาษาไทย เมื่อพิจารณาในส่วนของอาการทางระบบหายใจ (ส่วนที่ 2) ตามหลักของ Ferris, 1978 โดยควบคุมตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง พบว่าตำรวจในกลุ่มศึกษาและกลุ่มควบคุมมีอาการแสดงของโรคระบบทางเดินหายใจที่แตกต่างกันดังนี้ อาการแสดงของโรค Non Specific Respiratory Disease (NSRD) ในกลุ่มศึกษาตำรวจจราจรในเขตกรุงเทพมหานครมีผู้มีอาการของโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง คอ มีเสมหะมากกว่า 4-6 ครั้ง/วัน หรือมากกว่า 4 วัน/สัปดาห์ และมีเสมหะมานานเป็นเวลาตั้งแต่ 1-3 เดือนขึ้นไป จำนวน 11 คน (14.10%) ในกลุ่มควบคุม 7 คน (10.44%) ผู้ที่มีอาการของโรคหลอดลมอักเสบเฉียบพลัน คือมีอาการไอร่วมกับการมีเสมหะเป็นเวลาเท่ากับหรือมากกว่า 3 สัปดาห์/ปี จำนวน 7 คน (5.2%) กลุ่มควบคุม 3 คน (4.5%) ผู้ที่มีอาการหอบหืดเนื่องจากหลอดลมตีบหรืออุดกั้น คือมีอาการหอบหืดตลอดทั้งวันหรือทั้งคืนจำนวน 6 คน (4.5%) ในกลุ่มควบคุมมีจำนวน 1 คน (0.8%) และมีผู้ที่มีอาการของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังโดยมีอาการหอบหืดจนหายใจไม่ทันและมีอาการแน่นหน้าอก หายใจขัด ร่วมกับต้องหยุดพักหายใจขณะเดินบนพื้นราบจำนวน 4 คน (2.9%) ในกลุ่มควบคุม 2 คน (2.9 %) ในส่วนอาการแสดงของโรค Persistent Cough and Phlegm (PCP.) โดยตำรวจจราจรในกลุ่มศึกษามีอาการไอเรื้อรังจำนวน 17 คน (12.6%) กลุ่มควบคุมมีจำนวน 8 คน (11.9%) และในกลุ่มศึกษามีจำนวนผู้ที่มีอาการมีเสมหะเรื้อรัง 33 คน (24.4%) ในกลุ่มควบคุม 16 คน (23.8%)

จากผลการวิเคราะห์แบบสอบถามดังกล่าวข้างต้นผลการศึกษาในส่วนของอาการแสดงของโรค NSRD. พบในกลุ่มศึกษาคือตำรวจจราจรในกรุงเทพมหานครมีจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคหลอดลมอักเสบเฉียบพลัน อาการของโรคหอบหืดเนื่องจากหลอดลมตีบหรืออุดกั้นสูงกว่ากลุ่มตำรวจในจังหวัดพระนครศรีอยุธยาซึ่งเป็นกลุ่มควบคุม ยกเว้น โรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง และอาการของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรังซึ่งมีค่าเท่ากันกับกลุ่มควบคุม และจากการวิเคราะห์ในส่วนของอาการแสดงของ PCP. พบว่าในกลุ่มศึกษามีจำนวนผู้ที่มีอาการไอและมีเสมหะเรื้อรังสูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้งสิ้น ($P<0.05$)

3. การตรวจวัดสมรรถภาพปอด

ผลการตรวจวัด Spirometry Test พบว่าตำรวจจราจรกรุงเทพมหานครที่เป็นกลุ่มศึกษานั้นมีค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์สมรรถภาพปอด $FEV_{0.5}$, MMEF, V_{25}/Ht, V_{50} , FEV_1/ FVC มีค่า

ต่ำกว่าตำรวจจังหวัดพระนครศรีอยุธยาที่เป็นกลุ่มควบคุม โดยผลการทดสอบพบว่าค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการทดสอบสมรรถภาพปอดมีความสัมพันธ์กันดังตารางที่ 5.1

EXTIME	V_{10} , MMEF
FEV_1	FVC , V_{25} , V_{50} , V_{75} , VC , MMEF
FVC	VC , FEV_1 , V_{50} , V_{75} , MMEF
MMEF	EXTIME , FEV_1 , FVC , V_{10} , V_{50} , V_{75} , VC , V_{25}

ตารางที่ 5.1 ความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์สมรรถภาพปอด

จากตาราง พบค่า FEV_1 และ ค่า MMEF มีความสัมพันธ์กับค่าสมรรถภาพปอดอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$

ผลการตรวจวัดสมรรถภาพปอดโดยเครื่อง spirometer พบจำนวนตำรวจที่มีความผิดปกติของสมรรถภาพปอด เมื่อพิจารณาเฉพาะในส่วนของพารามิเตอร์สมรรถภาพปอดนั้น พบว่าในกลุ่มศึกษามี ค่า $FEV_{1\%}$, V_{25}/Ht และ FEV_1/ FVC ต่ำกว่าในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P < 0.05$ แต่ เมื่อพิจารณาเฉพาะในส่วนความผิดปกติของค่า FEV_1/ FVC ที่มีค่าน้อยกว่า 80 % สำหรับคนไทย จากการศึกษาพบว่าในกลุ่มควบคุมมีจำนวน 3 ราย (4.47%) ในกลุ่มศึกษาจำนวน 10 ราย (12.82%) ซึ่งทั้งนี้สรุปได้ว่ากลุ่มตำรวจจราจรในกรุงเทพมหานครมีเปอร์เซ็นต์ของผู้ที่มีความผิดปกติของสมรรถภาพปอดสูงกว่าในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

4 . ความสัมพันธ์ของข้อมูล

จากการศึกษาพบว่าในกลุ่มตัวอย่างมีค่าของสมรรถภาพปอด $FEV_{1\%}$, V_{25}/Ht ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ ส่วนค่าพารามิเตอร์อื่น ๆ ไม่พบความแตกต่างทางสถิติทั้งนี้เป็นผลจากเทคนิคในการเป่า ประสบการณ์ และความแตกต่างของปัจจัยที่มีผลต่อค่าพารามิเตอร์ของสมรรถภาพปอดโดยรวม แต่เมื่อพิจารณาในส่วนของความผิดปกติของสมรรถภาพปอดที่ค่า FEV_1/FVC น้อยกว่า 80 % โดยควบคุมปัจจัยอื่น ๆ แล้วพบว่ากลุ่มศึกษาคือตำรวจจราจรในเขตกรุงเทพมหานครมีจำนวนผู้ที่มีความผิดปกติของสมรถภาพปอดสูงกว่ากลุ่มควบคุมตำรวจในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา จากการวิเคราะห์แบบสอบถามในส่วนที่สองของอาการที่เกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจเมื่อควบคุมตัวแปรอื่น ๆ แล้วพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีอาการหรือปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจสูงกว่ากลุ่มควบคุมทั้งในเรื่องของอาการของ NSRD. และ PCP. เช่น อาการไอ หายใจมีเสียง แน่นหน้าอก ฯลฯ และจากการวิเคราะห์แบบสอบถามในส่วนข้อมูลทั่วไป พบว่าในกลุ่มศึกษา มีประวัติครอบครัว และประวัติการสูบบุหรี่ ที่มีผลต่อการเกิดโรคระบบทางเดินหายใจสูงกว่ากลุ่มควบคุม

เมื่อวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลที่ได้ จากการศึกษาพบว่าค่าสมรรถภาพปอดในส่วนของค่าพารามิเตอร์ FVC, FEV_1 และ FEV_1/FVC มีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณฝุ่น PM_{10} ในบรรยากาศ และอายุที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ โดยค่า FVC, FEV_1 และ FEV_1/FVC มีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกันที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ ที่ R square เท่ากับ 0.1 และปัจจัยทางด้านอายุก็มีความสัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์สมรรถภาพปอดโดยเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ $P<0.05$ ที่ R square เท่ากับ 0.1

ผลจากการศึกษาสรุปได้ว่า ตำรวจในกรุงเทพมหานครมีจำนวนของผู้ที่มีความผิดปกติของสมรรถภาพปอดโดยรวมมากกว่ากลุ่มตำรวจในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยา และจากการตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM_{10} พบว่า ในกรุงเทพมหานครมีค่าปริมาณฝุ่นเฉลี่ย 24 ชั่วโมง สูงกว่าในเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยาและมีค่าสูงกว่าระดับมาตรฐานที่ยอมรับได้ จากความสัมพันธ์และผลการศึกษาดังกล่าวข้างต้นกล่าวได้ว่าปริมาณฝุ่น PM_{10} มีความสัมพันธ์กับค่าพารามิเตอร์ของสมรรถภาพปอดและการเปลี่ยนแปลงอัตราการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจในประชากรที่มีโอกาสได้สัมผัสกับมลสาร โดยทั้งนี้มีปัจจัยทางด้านอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น อายุ ประวัติการทำงาน และประวัติการสูบบุหรี่ ผลการศึกษานี้มีสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของสุขภาพอนามัยของตำรวจจราจร โดยจากการตรวจวัดสุขภาพและบำบัดสุขภาพอนามัยข้าราชการในปี พ.ศ. 2533 มีจำนวนตำรวจจราจรที่มีผลตรวจร่างกายผิดปกติ 40.4% โดยที่มีความผิดปกติของสมรรถภาพปอดลดลงถึง 5.97% จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นกล่าวได้ว่า ปริมาณฝุ่นละอองในอากาศมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพปอดและการเกิดโรคระบบทางเดินหายใจในประชาชนที่มีโอกาสได้รับมลสารจึงถือได้ว่าปัญหามลภาวะทางอากาศโดยเฉพาะปัญหาฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) ที่มีความสามารถในการแพร่ผ่านเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจ เป็นปัญหาสำคัญที่หลายฝ่ายควรให้ความสนใจหาแนวทางการป้องกันและแก้ไขต่อไป

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ได้หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กที่สามารถแพร่ผ่านเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ (PM_{10}) กับปัญหาสมรรถภาพปอดของกลุ่มตัวอย่างตำรวจจราจรที่ปฏิบัติหน้าที่ในพื้นที่ที่แตกต่างกัน โดยกลุ่มศึกษาเป็นตำรวจจราจรที่ปฏิบัติงานในเขตกรุงเทพมหานครที่มีการจราจรหนาแน่น และกลุ่มเปรียบเทียบเป็นตำรวจจราจรที่ปฏิบัติงานนอกเขตกรุงเทพมหานคร ในที่นี้ใช้ศึกษาตำรวจจราจรที่อาศัยและปฏิบัติงานในพื้นที่กรุงเทพชั้นในได้แก่ วิภาวดี และโชคชัย 4 กลุ่มเปรียบเทียบคือตำรวจจราจรในเขตอำเภอเมือง และอำเภอบางไทรจังหวัดอยุธยา พร้อมทั้งตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM_{10} ใน 2 บริเวณด้วย ปัญหาที่พบคือ

1. ตำรวจจราจรในเขตกรุงเทพมีจำนวนมากกว่านอกเขตกรุงเทพโดยเขตกรุงเทพมีตำรวจจราจรคิดเป็น 60-70% ของแต่ละสถานี แต่ในต่างจังหวัดมีจำนวนตำรวจจราจรเพียง 10-20% ของตำรวจทั้งหมดในแต่ละสถานี ทำให้มีปัญหาในการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างและการวิเคราะห์ข้อมูล โดยจากการศึกษาพบว่ามีตำรวจในหน้าที่และตำแหน่งงานอื่นๆ เข้ามามีส่วนร่วมด้วย

2. ปัญหาในการตรวจวัดสมรรถภาพปอด (Spirometry)

2.1 การเลือกพื้นที่ที่ทำการตรวจวัด เนื่องจากการตรวจวัดจำเป็นต้องใช้พื้นที่ในการติดตั้งตัวเครื่องวัดสมรรถภาพปอด สายไฟ เครื่องชั่งน้ำหนัก เครื่องวัดส่วนสูง และพื้นที่ใช้ในการทดลองเป่า การกรอกแบบสอบถาม จึงเป็นการยากในการเลือกพื้นที่ตรวจวัดที่สะดวกต่อการศึกษาวิจัยและสะดวกแก่ผู้ที่ถูกทดสอบ

2.2 การตรวจวัดสมรรถภาพปอดนั้นต้องทำโดยความสมัครใจของผู้ถูกทดสอบ มิฉะนั้นผลที่ได้จะไม่เป็นจริง ทั้งนี้ผู้ที่ทดสอบส่วนใหญ่เป็นผู้ที่มีปัญหาสุขภาพอยู่แล้ว จึงทำให้ผลที่ได้ออกมาไม่ดี เช่น ผู้ที่มาตรวจวัดเป็นตำรวจที่มีอายุมาก และมีร่างกายไม่แข็งแรง แต่ต้องการมาตรวจเช็คสุขภาพร่างกายเท่านั้น ทำให้ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มควบคุมมีค่าของสมรรถภาพปอดด้อยกว่ากลุ่มตัวอย่าง

2.3 การได้รับความร่วมมือจากผู้ถูกทดสอบน้อยกว่าที่ควร เนื่องจากในการตรวจวัดสมรรถภาพปอดนั้นจำเป็นต้องอาศัยความเข้าใจและความตั้งใจในการเป่า ในบางครั้งผู้ถูกทดสอบบางคนจะทำไม่ได้และไม่พยายามที่จะทำต่อ หรือทำผิด ทำให้ค่าที่ได้ไม่ตรงกับค่าเป็นจริง และกลุ่มตัวอย่างบางคนเห็นผู้ถูกทดสอบกำลังทดสอบโดยการเป่า เป่านาน และทำหลายครั้ง ทำให้ไม่อยากทำการทดสอบและเลิกทำการทดสอบต่อไป จึงทำให้มีจำนวนตัวอย่างที่ควรจะได้น้อยลง

2.4 ตัวผู้ทดสอบ เนื่องจากมีจำนวนตัวอย่างในแต่ละพื้นที่มากดังนั้นเพื่อความว่องไวในการตรวจ และเพื่อความสะดวกแก่ผู้ถูกทดสอบ จึงทำให้ต้องใช้เครื่องตรวจวัดหลายเครื่อง และผู้ทดสอบหลายคน การเพิ่มจำนวนผู้ทดสอบมากขึ้นทำให้ค่าที่ได้มีความคลาดเคลื่อนเพราะผู้ทดสอบแต่ละคนมีทักษะ เทคนิค และความชำนาญในการตรวจวัดต่างกัน

5.3 ข้อเสนอแนะ

ปริมาณฝุ่น PM_{10} มีความสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพปอด ผู้อยู่ในพื้นที่มีปริมาณฝุ่นมากมีโอกาสเจ็บป่วยได้ง่าย ผลที่เกิดขึ้นสืบเนื่องจากปัญหาสภาพแวดล้อมที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่หน่วยงานเกี่ยวข้องหรือผู้มีหน้าที่รับผิดชอบควรตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาและพยายามหาทางแก้ไขต่อไป

1. จากการตรวจวัดเราพบว่าในเขตกรุงเทพมหานครชั้นในพื้นที่ที่มีการจราจรคับคั่งนั้นมีปริมาณฝุ่น PM_{10} มาก ดังนั้นทางภาครัฐและเจ้าหน้าที่พร้อมทั้งหน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องควรเร่งหาทางลดปัญหา โดยอาศัยความร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่าย

2. ควรรณรงค์ให้ความรู้และชี้ให้เห็นอันตรายจากผลกระทบของปัญหาสิ่งแวดล้อมของฝุ่นละอองขนาดเล็กในบรรยากาศ เพื่อให้ประชาชนมีความรู้และตระหนักถึงการดูแล ป้องกันและมีพฤติกรรมสุขภาพที่ถูกต้องเหมาะสม

3. ตำรวจจราจรซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างประชากรที่ศึกษานั้นเป็นผู้ได้รับผลกระทบโดยตรงจากปัญหาฝุ่น PM_{10} เนื่องจากต้องปฏิบัติหน้าที่ในพื้นที่ที่มีปริมาณการจราจรหนาแน่นมีปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กมาก ดังนั้นทางกรมตำรวจจราจรและหน่วยงานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องควรให้ความสำคัญ ทั้งนี้ควรให้มีอุปกรณ์ป้องกันควันฝุ่น และมีการตรวจเช็คสุขภาพประจำปี

4. ควรมีการตรวจวัดหรือเก็บจำนวนกลุ่มตัวอย่างให้มากขึ้น เพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนจากการศึกษา

5. ในการตรวจวัดคุณภาพอากาศควรเพิ่มจุดตรวจวัดให้มากขึ้นเพื่อประโยชน์ในการศึกษาและเพื่อความครบถ้วนของข้อมูล ทั้งนี้ควรมีการตรวจวัดในเขต - นอกเขตกรุงเทพมหานครในบรรยากาศทั่วไป (Ambient air Sampling)-ในตัวบุคคลที่ต้องการศึกษา (Personal Sampling) ซึ่งถ้าเป็นไปได้ควรมีการศึกษาแยกถึงองค์ประกอบของฝุ่น PM_{10} ที่พบและแยกขนาดของฝุ่นละอองเพื่อประโยชน์ในการศึกษาหาแนวทางป้องกันแก้ไขต่อไป

6. ควรศึกษาหาสาเหตุของการเสื่อมสมรรถภาพปอดในกลุ่มประชากรอื่น ๆ ที่มีโอกาสได้สัมผัสฝุ่นละอองขนาดเล็กที่สามารถแพร่ผ่านเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจได้ พร้อมทั้งมีการติดตามตรวจสอบหาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีความสัมพันธ์กับการเสื่อมสมรรถภาพปอดของประชากรเพื่อประโยชน์ในการหาแนวทางป้องกันแก้ไขต่อไป

7. ควรมีการศึกษาในลักษณะ Chronic Exposure Studies โดยศึกษาเป็นบุคล (Case Study) กลุ่มตัวอย่างเดียวกัน ในช่วงเวลาที่แตกต่างกันซึ่งอาจใช้เวลาในการศึกษานานหลายปี (Cohort Study) เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของสุขภาพ (สมรรถภาพปอด) ในบุคลที่ศึกษาซึ่งได้รับปริมาณฝุ่น PM_{10} ที่ระดับแตกต่างกันเพื่อติดตามดูการเปลี่ยนแปลงโดยในการศึกษานี้จะต้องกำหนดตัวแปร และควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งหมด

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ชูชัย ศุภวงศ์ และคณะ. สถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมและผลกระทบต่อสุขภาพในประเทศไทย. รายงานเสนอต่อองค์การอนามัยโลกปี พ.ศ.2538 สถาบันวิจัยระบบสาธารณะสุข, 2539. หน้า 27-30.

ทวีทอง หงษ์วิวัฒน์ และคณะ. สิ่งแวดล้อมกับสุขภาพ. ข่ายงานวิจัยพฤติกรรมสุขภาพ กระทรวงสาธารณสุข, 2535. หน้า 7-13.

นันทวิทย์ บุญเทศ. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ต่อการเสื่อมสมรรถภาพปอดของตำรวจจราจรในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต, สาขาสุขศาสตร์อุตสาหกรรมและความปลอดภัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, 2535.

ปราณี พันธุมสินชัย. มลพิษอุตสาหกรรมเบื้องต้น. สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย. โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์ : กรุงเทพมหานคร, 2538. หน้า 42-58.

ภารดี โรจนะบุรานนท์. ผลของฝุ่นซิลิกาที่มีต่ออัตราการซึมผ่านของสารรังสีไอโซโทป Tc-99m DTPA ของปอดคนงานในโรงงานอุตสาหกรรมแก้วและอิฐทนไฟ. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม. บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

มาลินี สมชีวงศ์. การศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างมลภาวะอากาศและอาการระบบทางเดินหายใจในตำรวจจราจรของกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาชีวสถิติ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, 2524.

ลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์. ปอดและการหายใจ, พิมพ์ครั้งที่2. เรือนแก้ว : กรุงเทพมหานคร, 2538.

งศ์พันธ์ ลิมปเสนีย์ และคณะ. มลภาวะอากาศ. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย : กรุงเทพมหานคร, 2539. หน้า 1-49, 351-376.

ิน มหันตนรันดร์กุล. ปัจจัยที่มีผลต่อความเข้มข้นของฝุ่นและตะกั่วในบรรยากาศของกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536. หน้า 1-13.

ย เอกพลากร และคณะ. ความสัมพันธ์ระหว่างการทำงานในบริเวณที่มีการจราจรหนาแน่นต่อการเกิดโรคทางเดินหายใจของตำรวจในกรุงเทพมหานคร. วารสารวัณโรคและทรวงอก, ปีที่ 14 ฉบับที่ 4 ตุลาคม-ธันวาคม 2536.

วีระอนงค์ ประสพโชค.. ผลกระทบของฝุ่นพีเอ็ม-เท็นและฝุ่นซิลิกาที่มีต่อภาวะสุขภาพของระบบทางเดินหายใจของผู้ประกอบการสกัดหินและประชาชนที่อาศัยอยู่บริเวณใกล้เคียงในเขตจังหวัดสระบุรี วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.

ศศิธร อยู่สุข. ปริมาณฝุ่นในบรรยากาศปัจจัยเสี่ยงต่อการป่วยเป็นมะเร็งปอดของประชากรในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยมหิดล, 2533.

สภาวะแวดล้อมของเรา. ฝ่ายบริการวิชาการสถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อมจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร, 2540. หน้า 5-7.

สว่าง แสงหิรัญวัฒนา, พูนเกษม เจริญพันธ์ และกุลณี วงศ์วิวัฒน์. ความเสื่อมสมรรถภาพของปอดในตำรวจจราจรในกรุงเทพมหานคร. รามาธิบดีเวชสาร. 18 มกราคม-มีนาคม 2538 : 44-46.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมด้านอากาศและเสียงโครงการถนน/ทางยกระดับ. 4-5 กุมภาพันธ์ 2534.

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. โรคปอดจากงานอาชีพ หนทางป้องกันและการควบคุม, 2536. หน้า 10-26.

สำนักนายกรัฐมนตรี สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคม. รายงานเบื้องต้นการประเมินผลการพัฒนาด้านทรัพยากรมนุษย์ คุณภาพชีวิตสิ่งแวดล้อม และทรัพยากรธรรมชาติในระยะครึ่งหลังแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 7, 2538.

สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2537. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, 2539.

อุมา เศวตสกุลานนท์. ผลของฝุ่นละอองที่มีผลต่ออัตราการซึมผ่านของสารรังสีไอโซโทป Tc-99mDTPAของปอดตำรวจจราจรในกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิตสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

ภาษาอังกฤษ

Abbey, D.E., Hwang, B.L., Burchette, R. J., Vancureu, T., and Mills, P.K. Estimated long-term ambient concentrations of PM-10 and development of respiratory symptoms in a nonsmoking population. Archives of Environmental Health, 50(2), 1995: 139-151.

American Thoracic Society. Chronic bronchitis, asthma and pulmonary emphysema : a statement by the Committee on Diagnostic Standards for Nontuberculosis Respiratory Disease. An Rev Respir Dis: 1962.

Bagnoli P, Carrozzino S, Pisani B, Righini F. Chemical characterization of the PM10 fraction of airborne particulate matter in the Urban atmosphere . SMP-USL 6, Leghorn Italy. J Environ Pathol Toxicol Oncol ;16(2-3) ,1997 : 219-225.

Benjamin G. Ferris, M.D: Epidermiology Standardization Project. July 1978.

Chattayathorn, L . Air Pollution from mobile source in Thailand. Role of Environment in The Next Decade. 20 June 1996 : 145-149.

Cotes, J. E. Lung Function : Assessment and Application in Medicine, 2nd ed., Philadelphia :F.A. Davis Co.,1968 : 96.

Delfino, R. J., Murphy-Moulton, A.m., Burnett, R.T., Brook, J.R. Effects of air pollution on emergency room visits for respiratory illness in Montreal, Quebec. Public Health, San Diego State university, 1997.

D Zmirou,T Barumandzadeh, F Balducci,P Ritter,G Laham,J-P Ghilardi. Short term effects of air pollution on mortality in the city of Lyon, France, 1985-1990. Journal of Epidermiology and Community Health.1996 : 50 (Suppl 1):S30-S35.

Dockery DW, Pope CA, Xiping Xu, et al. An association between air pollution and mortality in six US cities. N Enge Med 1993 :329.

Health effect of air pollution. American Thoracic Society. American Lung Association,1978.

Frederick W. Lipfert. Air Pollution and community Health. A Critical Review and Data Source Book, 1994.

Gardner,R.M., Hankinson, J.L, and West,B.J. : Testing spirometer. ATS standards, ATS News, 1997: 3, 24.

Luxesamon Chattayathorn. Air Pollution from mobile source in Thailand. Role of Environment in the next decade. 20 June 1996: 145-149.

Lynn A.D. Air Pollution ; treat and respond. California : Addison-Wesley, 1976.

Morris, J.F., koski, A., and Johnson,L.C. : Spirometric standards for healthy nonsmoking adult, Am Rev Respir Dis. 1971:13, 57.

Medical Research Council,s Committee on the Aetiology of Chronic Bronchitis.: Standardized questionnaires on respiratory symptom, Br Med J. 1960.

Saldiva, P. H. N., et al. Air pollution and mortality in elderly people: A time-series Study in Sao Paule, Brazil. Archives of Environmental Health, 50(2), 1995:159-163.

Scjwartz. J. Air pollution and hospital admissions for the elderly in Detroit, Michigan. American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine, 1994.150, 648-655.

Schwartz, J; Marcus A, Mortality and Air pollution in London ; a time series analysis. Am. J Epidermiology .1990 :131, 185-194.

Wardley J, Walter S, Ayres JG. Short term variation in hospital admission and mortality and particulate air pollution. Department of Public Health and Epidermiology. University of Birmingham Medical School. Occup.Environ Med, 1997:108-116.

Witorch,P. Air Pollution and Lung Disease in Adults. CRC Press, Inc ; 1994 : 97-129.

Wilson Richard. Particles in Our Air; Concentrations and Health Effects. Harvard University Press, 1996 : 169-188.

William.E, Wilson. The U.S. Environmental Protection Agency Promulgates New Standard for Fine Particles. U.S. Environmental Protection Agency, MD-52, Research. Triangle Park, NC 27711, USA.1998.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปริมาตรปอดที่ระดับการหายใจต่าง ๆ

1. ปริมาตรหายใจเข้าออกปกติ (Tidal Volume, V_T) คือ จำนวนอากาศที่ผ่านเข้าออกในปอด ขณะหายใจเข้าออกเป็นปกติ แต่ละครั้งมีค่าประมาณ 500 มิลลิลิตร

2. ปริมาตรหายใจเข้าสำรอง (Inspiratory Reserve Volume, IRV) คือจำนวนอากาศที่ยังสามารถสูดเข้าไปได้หลังจากหายใจเข้าปกติ ปริมาตรหายใจเข้าที่เพิ่มขึ้นนี้ประมาณ 3,100 มิลลิลิตร

3. ความจุหายใจเข้า (Inspiratory Capacity, IC) คือ รวมปริมาตรหายใจเข้าสำรอง (IRV) กับปริมาตรหายใจเข้าออกปกติ (V_T) ซึ่งความจุหายใจเข้านี้มีปริมาตรประมาณ 3,600 มิลลิลิตร

4. ปริมาตรหายใจออกสำรอง (Expiratory Reserve Volume, ERV) คือจำนวนอากาศที่เราสามารถหายใจออกได้ หลังการหายใจออกปกติปริมาตรหายใจออกที่เพิ่มขึ้นประมาณ 1,200 มิลลิลิตร

5. ปริมาตรคงค้าง (Residual Volume, RV) คือ ปริมาตรของอากาศที่ยังคงเหลือแม้จะหายใจออกจนสุดแล้วปอดยังมีอากาศประมาณ 1,200 มิลลิลิตร เป็นอากาศที่ไม่สามารถจะหายใจออกมาได้อีกโดยการหายใจตามวิธีธรรมชาติ

6. ความจุคงค้างหลังหายใจออกปกติ (Functional Residual Capacity, FRC) คือ เมื่อหายใจออกตามปกติแล้ว ยังมีปริมาตรอากาศเหลือในปอดประมาณ 2,500 มิลลิลิตร (นั่นคือ ERV+RV)

7. ความสามารถหายใจเต็มที่ (Vital Capacity, VC) คือ ความจุของปอดเมื่อรวมตั้งแต่ปริมาตรที่หายใจออกเต็มที่ถึงปริมาตรเมื่อหายใจเข้าเต็มที่ (IRV+V_T+ERV) จะมีค่าประมาณ 4,800 มิลลิลิตร

8. ความจุปอดรวม (Total capacity, TLC) คือความสามารถของปอดในการหายใจเข้าออกเต็มที่รวมกับส่วนที่ยังคงเหลือในปอด (VC+RV) มีค่าประมาณ 6,000 มิลลิลิตร

9. ปริมาตรที่ปอดสามารถหายใจได้ในหนึ่งนาที (Respiratory Minute Volume) จะมีค่าเท่ากับปริมาตรการหายใจเข้าออกปกติคูณกับอัตราการหายใจใน 1 นาที (V_t x respiratory rate)

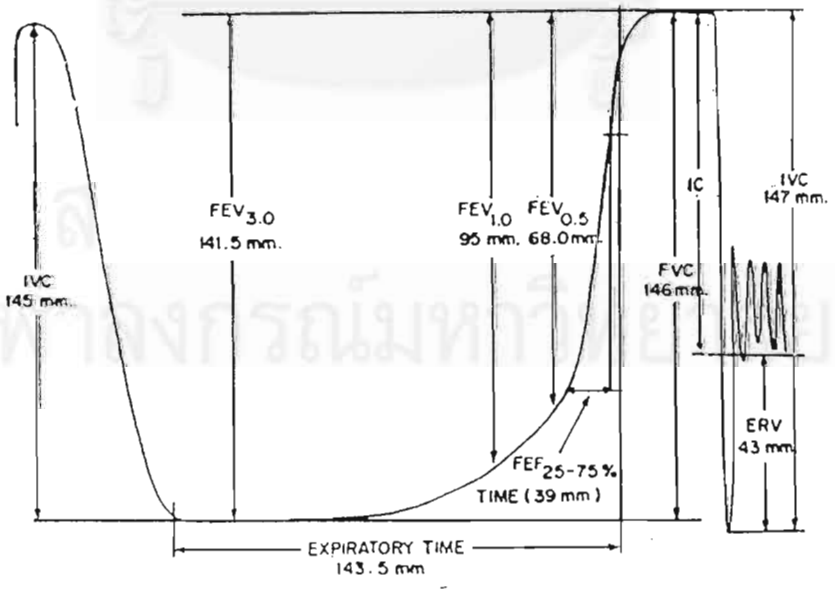
10. Anatomy dead space คืออากาศที่อยู่ในทางเดินของการหายใจจากจมูกเข้าไปจนถึงต้นขั้วปอด ส่วนนี้ไม่ใช้ในการแลกเปลี่ยนอากาศมีประมาณ 150 มิลลิลิตร

11. ความสามารถหายใจสูงสุด (Maximum Breathing Capacity) คือปริมาตรของอากาศที่หายใจเข้าออกเต็มที่ให้เร็วและมากที่สุดในเวลาจำกัด โดยเฉลี่ยสำหรับคนปกติประมาณ 170 ลิตรต่อนาที

การติดตามการทำงานของระบบหายใจจำแนกได้ดังนี้

1. การตรวจร่างกาย

2. การตรวจทางห้องปฏิบัติการประกอบด้วยการถ่ายภาพรังสีทรวงอกและการทดสอบสมรรถภาพ ซึ่งในการทดสอบสมรรถภาพแบ่งเป็นการตรวจ Lung machanics และ การตรวจก๊าซในเลือดแดง (Blood Gas Analysis) การตรวจ Lung machanics เป็นการศึกษากลไกการทำงานของปอดในด้านกลศาสตร์ คือเป็นการวัดปริมาตรและความยืดหยุ่นของปอด แรงดันในทางเดินหายใจ และอัตราการไหลของก๊าซ โดยอาศัยเครื่องมือช่วยในการตรวจวัด การตรวจ Lung machanics ที่นิยมใช้ติดตามระบบการหายใจได้แก่การวัดสมรรถภาพปอดหรือการตรวจวัดลมหายใจต่อหนึ่งหน่วยเวลา (Spirometry)หมายถึงการวัดปริมาตรของการหายใจเข้าออกเป็นการทดสอบเพื่อวินิจฉัยโรคว่ามีการอุดตันภายในหลอดลมหรือมีการตีบตันของถุงลมปอดหรือไม่ การทดสอบสมรรถภาพปอดไม่สามารถบอกถึงสาเหตุจำเพาะหรือลักษณะทางพยาธิวิทยาของพยาธิสภาพนั้น ๆ แต่สามารถบอกความรุนแรงของพยาธิสภาพอันก่อให้สมรรถภาพปอดลดลงได้ หลักการของมาตรการหายใจคือการวัดปริมาตรของการหายใจหรือวัดอัตราไหลของอากาศหายใจโดยบันทึกในช่วงเวลาการหายใจ กราฟที่ได้จากการวัดปริมาตรโดยเทียบกับเวลานี้เรียกว่า บันทึกการหายใจ (Spirogram) ซึ่งบอกถึงปริมาตรปอดที่ระดับการหายใจต่างๆ มีประโยชน์ในการใช้ดูความต้านทานการไหลของอากาศในท่อทางเดินอากาศ โดยปกตินิยมวัดอัตราการไหลของอากาศในขณะหายใจออกมากกว่าขณะหายใจเข้าเพราะความผิดปกติมักมีผลต่อการหายใจออกซึ่งเป็น passive process มากกว่าจึงสามารถใช้มาตรวัดอากาศหายใจและมาตรวัดการไหลออกของลมหายใจในการประเมินสมรรถภาพของระบบทางเดินหายใจด้วย (พูนเกษม เจริญพันธ์และสุมาลี เกียรติบุญศรี, 2535:62)



รูป ก.1 เส้นบันทึกการหายใจ (SPIROGRAM) และชื่อเรียกปริมาตรปอดที่ระดับการหายใจต่างๆ
แหล่งที่มา : เลียงชัย ลิ้มล้อมวงศ์ , 2538.

การวัดผลของมาตรหายใจ

1. Forced Vital Capacity (FVC) คือปริมาตรของลมหายใจออกทั้งหมดที่เป่าออกมาโดยเร็ว แรงและนานจากปอดที่มีความจุเต็มที่ (TLC: total lung capacity) ปริมาตรของปอดที่วัดได้ในระดับต่าง ๆ และระยะเวลาที่ใช้สำหรับหายใจออกจะบอกถึงสมรรถภาพของกล้ามเนื้อหายใจ การผ่อนตามของปอดและสภาพของท่อทางเดินอากาศหายใจ ผู้ที่ป่วยด้วยโรคปอดส่วนใหญ่จะมีความผิดปกติของการหายใจออกเสมอ FVCมีหน่วยเป็นลิตร/BTPS (BTPS: body temperature, ambient pressure, saturated with water vapor)

2. Vital capacity (VC) เป็นปริมาตรสูงสุดของอากาศที่ขับออกโดยการหายใจออกช้าๆ จนสุดจากการหายใจเข้าเต็มที่ มีหน่วยเป็นลิตรที่ BTPSในภาวะปกติ FVC จะมีค่าเท่ากับ VC แต่ FVC จะไม่เท่ากับ VC เมื่อมีการอุดกั้นทางเดินอากาศหายใจ (FVC<VC) หรือ เมื่อผู้ถูกทดสอบไม่พยายามเต็มที่

3. Forced Expiratory Volume in one second (FEV_1) เป็นปริมาตรอากาศที่ถูกขับออกในวินาทีแรกของการหายใจออกอย่างเร็วและแรงเต็มที่จากการหายใจเข้าเต็มที่มีหน่วยเป็นลิตรที่ BTPS FEV_1นี้เป็นข้อมูลที่ใช้มากที่สุดในการตรวจผลสมรรถภาพการหายใจมีประโยชน์ในการตรวจขั้นต้นเพื่อทดสอบหาความผิดปกติ ในการทดสอบการตอบสนองต่อยาขยายหลอดลม การทดสอบปฏิกิริยา การทดสอบปฏิกิริยาไวเกินของหลอดลมต่อสารกระตุ้นไม่จำเพาะค่า FEV_1จะลดลงทั้งในความผิดปกติเชิงอุดกั้นและตีบตัน การอุดกั้นทางเดินอากาศหายใจในหลอดลมฝอยส่วนปลาย (< 2 มิลลิเมตร) มีค่า FEV_1 ปกติ ในการแยกความผิดปกติระหว่างเชิงอุดกั้นกับตีบตันนั้น โดยการใช้ค่า FEV_1 ไปเปรียบเทียบกับค่า FVC ซึ่งมีประโยชน์มากในทางเวชกรรม

4. Forced Expiratory Volume/Forced Vital Capacity Ratio เป็นอัตราส่วนระหว่าง FEV_1 กับ FVC มักคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เรียกว่า $\%FEV_1$ คนปกติสามารถที่จะหายใจออก 50-60% ใน 0.5 วินาที 75-85% ใน 1 วินาที 97% ใน 3 วินาที ซึ่งค่าอาจต่ำกว่านี้เล็กน้อยในผู้สูงอายุ ในการหาความผิดปกติเชิงอุดกั้น ข้อมูลที่ดีและมีประโยชน์ที่สุดคือ %FEV คือส่วนของ FVC ที่หายใจออกมาได้ใน 1 วินาทีแรก ผู้ที่มีความผิดปกติเชิงอุดกั้นจะมีค่า $\%FEV_1$ ลดลงและการลดลงจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความรุนแรงของการอุดกั้น ผู้ที่มีความผิดปกติเชิงตีบตัน แม้ว่าจะมีค่า FEV_1 ลดลง แต่ $\%FEV_1$ จะปกติหรือสูงกว่าปกติ

5. Forced Expiratory Flow $_{25\text{-}75\,\%}$ ($FEF_{25\text{-}275\%}$), MMEF เป็นค่าความเร็วเฉลี่ยในช่วงความจุร้อยละ 25-75 ของFVC หรือเป็นค่าเฉลี่ยของอัตราการไหลของอากาศในช่วงกลางของ FVC ซึ่งส่วนใหญ่ไม่ขึ้นกับความพยายามของผู้วัดและมีหน่วยเป็นลิตรที่ BTPS ต่อวินาที หรือลิตรที่ BTPS ต่อนาทีการทดสอบนี้เรียกว่าอัตราการไหลของอากาศหายใจออกเต็มแรงในช่วงกึ่งกลาง (Maximum Mid Expiratory Flow rate, MMEF) บันทึกการหายใจที่ได้จากการทำ FVC สามารถนำไปคำนวณ

หาค่า $FEF_{25-75\%}$ ได้เลย ค่าปกติเฉลี่ยในผู้ชายคือ 240 - 300 ลิตรต่อนาที การลดลงของ$FEF_{25-75\%}$ เพียงอย่างเดียวบ่งถึงความผิดปกติของหลอดลมฝอยส่วนปลาย (<2 มิลลิเมตร)

การแปลผลมาตรหายใจ

การวัดมาตรหายใจ สามารถแปลผลความผิดปกติในระบบการหายใจออกเป็น 3 กลุ่มคือ

1. ความผิดปกติของปอดแบบอุดกั้น (Obstructive type) มีสาเหตุจากปัจจัยที่ทำให้เกิดความต้านทานการไหลของอากาศในท่อทางเดินอากาศเกิดการกั้นหรือทำให้แคบลงของทางที่นำก๊าซระหว่างบรรยากาศและถุงลม หรือกล่าวได้ว่ามีการอุดกั้นของหลอดลม ความผิดปกติเช่นนี้จะเพิ่มงานของการระบายอากาศ (ventilation) ที่พบมากที่สุดคือหลอดลมอักเสบเรื้อรัง ถุงลมโป่งพองและโรคหืด Chronic Obstructive Pulmonary Disease COPD. มีสาเหตุมาจากมีความต้านทานการไหลของอากาศที่เพิ่มขึ้นอย่างเรื้อรังในขณะหายใจออก ความต้านทานจะเพิ่มขึ้นมากกว่าช่วงหายใจเข้า เนื่องจากปกติทางเดินหายใจจะขยายขณะหายใจเข้า เพราะเนื้อเยื่อปอดขยายตัว เพื่อช่วยให้อากาศเข้า ขณะหายใจออกทางเดินอากาศจะแคบลง ดังนั้นเมื่อมี Obstructive Disease เกิดขึ้นจะทำให้การหายใจออกติดขัดมากกว่าช่วงหายใจเข้า อาการที่เกิดขึ้นต่อไปคือ ถุงลมแฟบ (Atelectasis) ซึ่งเป็นการป้องกันของทางเดินอากาศไม่ให้มีอากาศเข้าไปในถุงลมปอดมากเกินไป ก๊าซที่มีอยู่แล้วในถุงลมปอดจะแฟบทำให้ปอดหยุดทำหน้าที่เร็วขึ้น ปัจจัยที่เป็นสาเหตุของความผิดปกติแบบอุดกั้น ได้แก่การสูบบุหรี่ อากาศเป็นพิษ การแพ้สารบางอย่าง เช่นฝุ่นละออง เกสรดอกไม้ การติดเชื้อของระบบทางเดินหายใจ และก้อนเนื้อ หรือมะเร็งเป็นต้น

2. ความผิดปกติของปอดแบบตีบตันหรือปอดถูกจำกัดการขยายตัว (Restrictive Type) โดยปริมาตรความจุของปอดลดลง ได้แก่กลุ่มที่มีการขยายตัวของถุงลมในปอดผิดปกติ มีสาเหตุเกิดขึ้นได้ 3 ลักษณะคือ

- ความผิดปกติของขนาดรูปร่าง หรือการขยายตัวของทรวงอก
- การเปลี่ยนแปลงของความดันในช่องเยื่อหุ้มปอด
- การเกิดพังผืดของเนื้อเยื่อปอด ซึ่งมีสาเหตุมาจากโรคติดเชื้อ เช่น ปอดบวม วัณโรค และการอักเสบ เช่น นิวโมโคนิโอซิส

ลักษณะของความผิดปกติแบบถูกจำกัดการขยายตัวจะลดปริมาตรของปอดลดลง ความจุปอดทั้งหมด (Total Lung Capacity , TLC) ปัจจัยที่เป็นสาเหตุของความผิดปกติแบบถูกจำกัดการขยายตัวได้แก่ เชื้อจุลินทรีย์ เช่นเชื้อวัณโรค อุบัติเหตุที่มีผลกระทบกับปอด และ ฝุ่นขนาดเล็ก เช่น ฝุ่นทราย เส้นใยเอสเบสตอล ผงถ่าน เป็นต้น

3. ความผิดปกติของปอดแบบอุดกั้นและถูกจำกัดการขยายตัว (Both Obstructive Restrictive) มีความผิดปกติทั้ง 2 อย่างรวมกันพบได้ในกรณีต่อไปนี้คือ

- ทางเดินหายใจแฝงในระหว่างที่มีการหายใจออกอย่างแรง
- การลดความยืดหยุ่นของเนื้อเยื่อปอด

- มีตุ่มพองในปอด.
- ผู้ป่วย COPD. ที่อาจจะมีภาวะขาดออกซิเจน (Hypoxemia)

การแปลผลโดยเปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ (Predicted Value)

การแปลผลการทดสอบสมรรถภาพปอดว่าผิดปกติหรือไม่นั้นจำต้องนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าพยากรณ์ที่วัดจากกลุ่มปกติที่มีลักษณะสำคัญคล้ายคลึงกัน ได้แก่ อายุ เพศ ความสูง และเชื้อชาติ เมื่ออายุมากขึ้นค่าที่ถือว่าปกติจะมีค่าเพิ่มขึ้น เพศชายจะมีความจุของปอดมากกว่าเพศหญิง ในบุคคลที่อายุเท่ากัน เพศเดียวกัน บุคคลที่สูงกว่ามีค่าความจุของปอดมากกว่าคนที่เตี้ยกว่า คนผิวขาวมีความจุของปอดมากกว่าคนเชื้อชาติอื่นที่มีความสูงเท่ากันเกณฑ์ถือว่าผิดปกติเมื่อเทียบกับค่าพยากรณ์เป็นดังตารางที่ ก.1

ตารางที่ ก.1 เกณฑ์ที่ถือว่าค่าทดสอบสมรรถภาพปอดนั้น ๆ ต่ำกว่าปกติเมื่อเทียบกับค่าพยากรณ์

พารามิเตอร์	% ของค่าพยากรณ์
FVC	< 80
FEV_1	< 80
FEF_{25-75}	< 70
PEFR	< 80

*ค่า $\%FEV_1/FVC$ ไม่ต้องเทียบกับค่าพยากรณ์ ให้ถือว่าต่ำกว่าปกติ เมื่ออัตราส่วน FEV_1 ต่อ FVC น้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์

การแปลผลความผิดปกติทางสรีรวิทยาของการทดสอบสมรรถภาพปอด

การทดสอบสมรรถภาพปอดไม่สามารถให้การวินิจฉัยโรคแบบจำเพาะเจาะจงได้แต่สามารถบ่งชี้ความผิดปกติทางสรีรวิทยาได้ว่าเป็นความผิดปกติแบบมีการจำกัดของการขยายตัวหรือว่าเป็นความผิดปกติแบบที่มีการอุดกั้นของลมหายใจออก หรือมีความผิดปกติทั้ง 2 แบบ

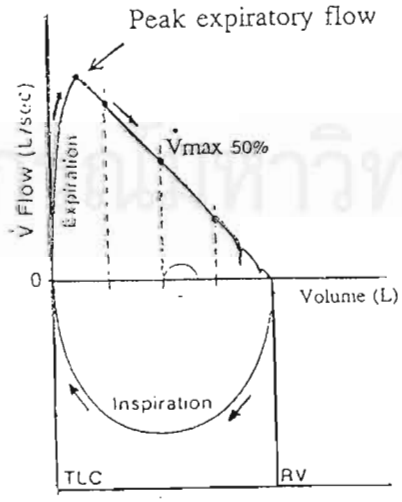
ตารางที่ ก.2 ลักษณะการเปลี่ยนแปลงค่าของการทดสอบสมรรถภาพปอด ในกรณีที่มีการอุดกั้นและ การจำกัดของการขยายตัว

พารามิเตอร์	ภาวะการอุดกั้น	ภาวะจำกัดของการขยายตัว
FVC	ปกติ หรือ น้อยกว่า	น้อยกว่า
FEV_1	น้อยกว่า	น้อยกว่า
FEV_1/FVC	น้อยกว่า	ปกติ หรือน้อยกว่า
FEV_{25-75}	น้อยกว่า	ปกติ น้อยกว่าหรือมากกว่า
PEFR	น้อยกว่า	ปกติ หรือน้อยกว่า

low-volume curves

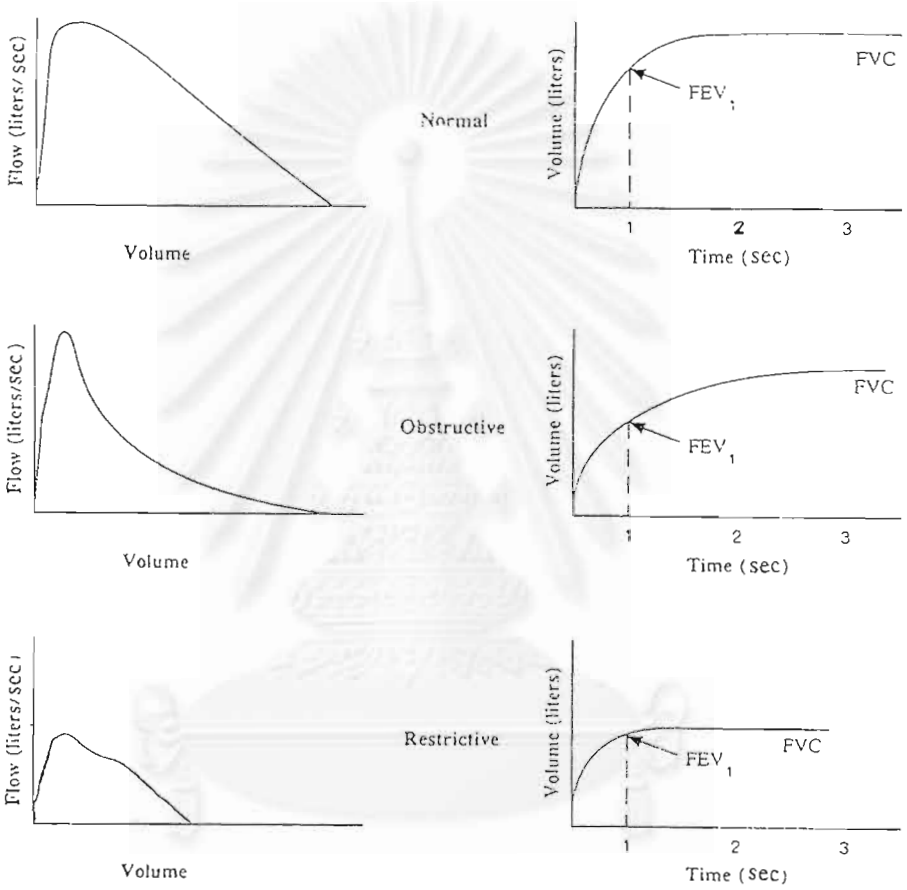
การทดสอบสมรรถภาพปอดโดยอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ สามารถวัด flow rate ของการสูดลมหายใจเข้าและการเป่าออกของลมหายใจได้ เครื่องจะนำค่าที่วัดได้มาลากเป็น flow-volume curve (รูปที่ ก.2) โดยที่แกน X เป็น volume และแกน Y เป็น flow rate ในช่วงที่สูดลมหายใจเข้า flow rate เป็นลบ (Y เป็นลบ) ในช่วงที่เป่าออก flow rate เป็นบวก (Y เป็นบวก) จุดที่หายใจออกจนสุดบนแกน X เป็นจุดอ้างอิงของ volume ที่เท่ากับ residual volume (RV หรือปริมาตรลมที่ค้างอยู่ในปอดหลังจากหายใจออกเต็มที่) จุดที่หายใจเข้าสุดบนแกน X เป็นจุดอ้างอิงของ volume ที่เท่ากับ total lung capacity (TLC หรือ ปริมาตรลมที่อยู่ในปอดหลังจากหายใจเข้าเต็มที่) Flow rate สูงสุดในช่วงหายใจออก เป็น peak expiratory flow rate (PEFR) Flow-volume curve ปกติมีลักษณะดังรูปที่ ก.1 โดย flow rate ในช่วงแรกของการหายใจออกขึ้นกับแรงเป่าของผู้เป่า และเป็น flow rate ของลมที่มาจากทางเดินหายใจส่วนต้น ส่วน flow rate ช่วงปลายของการหายใจออกไม่ขึ้นกับแรงเป่า และเป็น flow rate ของลมที่มาจากทางเดินหายใจส่วนปลาย

หากพยาธิสภาพเป็นแบบ Restriction หรือมีความจำกัดของการขยายตัวของปอด จะเห็น flow volume curve มีรูปร่างปกติเพียงแต่มีการย่อขนาดลง (รูปที่ ก.3) หากพยาธิสภาพเป็นแบบ Variable intrathoracic airway obstruction เช่น ที่พบในผู้ป่วยโรคหืดซึ่งจะมี flow rate ในช่วงหายใจออกลดลงจากการตีบแคบของทางเดินหายใจส่วนล่างในช่วงหายใจออกแต่ในช่วงหายใจเข้าปกติ curve จะมีลักษณะเป็น concave (รูปที่ ก 4 ข.) หากพยาธิสภาพเป็นแบบ Variable extrathoracic airway obstruction เช่น croup ซึ่งจะมี flow rate ในช่วงหายใจเข้าลดลง จากการตีบแคบของทางเดินหายใจส่วนต้น ในช่วงหายใจเข้า แต่ในช่วงหายใจออกปกติ curve จะมีลักษณะดังรูปที่ ก.4 ค. ถ้า Flow rate ลดลงทั้งช่วงหายใจเข้าและหายใจออกเป็น fixed airway obstruction เช่น severe subglottic stenosis ดังรูปที่ ก.4 ง.



รูปที่ ก.2 Flow – Volume Curve ปกติ

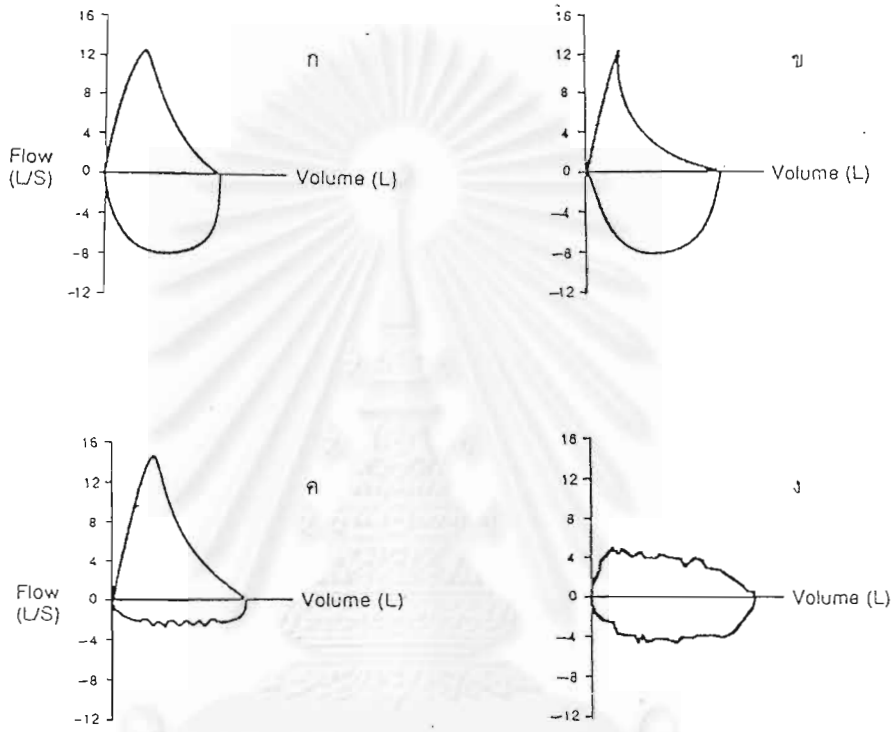
จากรูปที่ ก.2 flow-volume curve ปกติ, แกน X เป็น volume แกน Y เป็น flow rate, ในช่วงหายใจเข้า flow rate เป็นลบ ช่วงหายใจออกคือ peak expiratory flow rate .V^0 max 50 % คือ จุดที่ flow rate อยู่ตำแหน่งที่แกน X เท่ากับ 50% ของ FVC



รูปที่ ก.3 Flow-Volume curve และ Volume-Time curveในภาวะปกติเปรียบเทียบกับภาวะอุดกั้นและจำกัดการขยายตัว

จากรูป ก.3 จะสังเกตเห็นว่าในภาวะปกติและภาวะจำกัดของการขยายตัว อัตราส่วนของ FEV_1/FVC มีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับภาวะที่มีการอุดกั้น อัตราส่วนนี้จะลดลงอย่างเห็นได้ชัด

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก.4 ค่าทดสอบสมรรถภาพปอดในรูปแบบต่างๆ

ก.4.ก Flow-volume curve

ก.4.ข Variable intrathoracic airway obstruction เช่น Asthma

ก.4.ค Variable extrathoracic airway obstruction เช่น Croup

ก.4.ง. Fixed airway obstruction เช่น Severe Subglottic Stenosis

ข้อบ่งใช้และข้อควรปฏิบัติในการแปลผลมาตรวัดหายใจ

ใช้วินิจฉัยและแยกโรคระหว่างความผิดปกติในหลอดลมและเนื้อปอด เช่นหลอดลมอุดกั้นจะมีค่า FEV_1 ต่ำลง โดย FVC ค่อนข้างปกติทำให้ FEV_1/FVC ลดลง คือน้อยกว่า 80% ส่วนโรคที่ปอดหดเล็กลง ค่า FEV_1 และ FVC จะลดลงในอัตราส่วนใกล้เคียงกันทำให้ค่า FEV_1/FVC อยู่ในเกณฑ์ปกติ สามารถบอกความรุนแรงของโรค เช่น

หลอดลมอุดกั้นอัตราส่วนของ FEV_1/FVC ผิดปกติดังนี้

FEV_1/FVC =65-79 % หลอดลมตีบน้อย
FEV_1/FVC=50-64 % หลอดลมตีบปานกลาง
FEV_1/FVC= <49 % หลอดลมตีบรุนแรง

ปอดเล็ก FVC จะผิดปกติดังนี้

FVC = 66-80 % ปอดหดเล็กลงน้อย
FVC= 51-65 % ปอดหดเล็กลงปานกลาง
FVC= <50 % ปอดหดเล็กลงรุนแรง

ข้อควรระวังและข้อจำกัด

- ใช้ตรวจวัดได้ในเฉพาะผู้รู้สึกตัวดีและทำตามคำบอกได้
- มักทำได้ไม่ถูกต้อง ทำให้เสียเวลามากในการตรวจแต่ละครั้ง
- การพิจารณาเฉพาะ FEV_1 และ FVC ไม่สามารถบอกได้ว่าถูกต้องหรือไม่ ผู้ทำการทดสอบจึงต้องมีประสบการณ์และความชำนาญ (พูนเกษม เจริญพันธ์ และ สุมาลี เกียรติบุญศรี, 2535: 116)

ค่าปกติ ค่าที่ควรเป็นของความจุปอดต่างๆ เนื่องจากความจุปอดขึ้นอยู่กับส่วนสูง เพศ น้ำหนัก และอายุ โดยปกติถือเกณฑ์ว่าหากค่าที่วัดได้จริงมากหรือน้อยกว่าค่าที่คำนวณได้จากการคาดหวังเกิน 20% แล้วถือว่าสมรรถภาพปอดนั้นมีความผิดปกติ

สูตรที่ใช้ในการคำนวณค่าปกติ ที่คาดว่าจะเป็นได้แสดงในตาราง

ตาราง ก.3 สูตรคำนวณหาค่าความจุปอดในคนปกติ (H= ส่วนสูง, A= อายุ, W= น้ำหนัก)

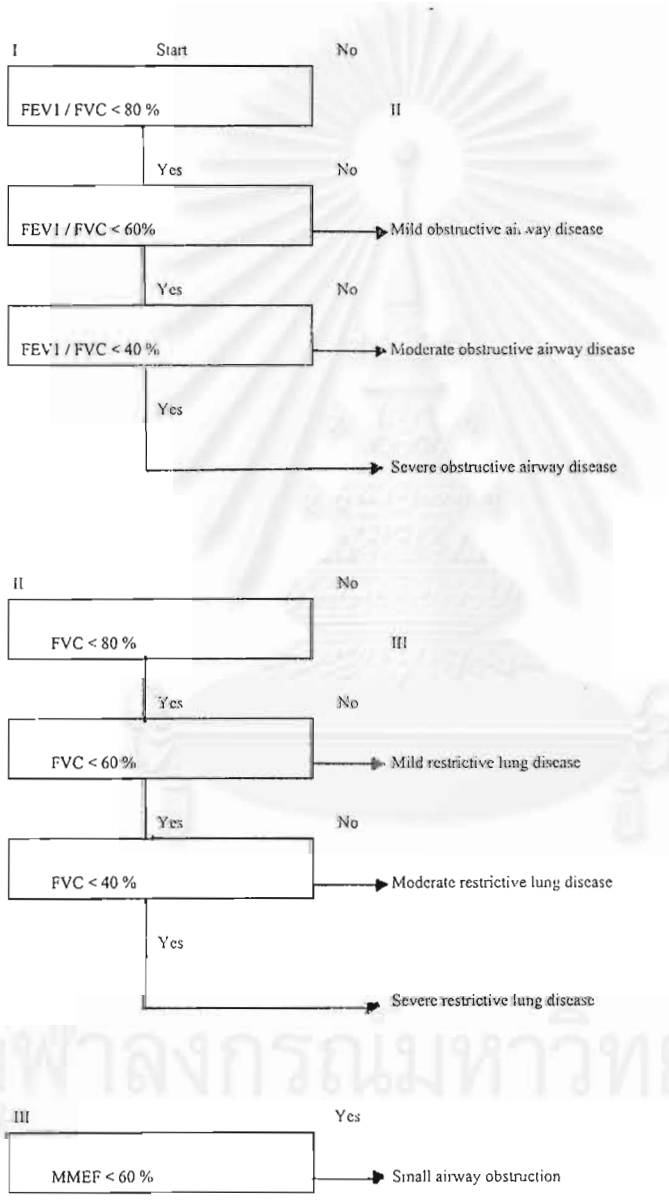
ระดับความจุปอด	เพศ	สูตรคำนวณ	หมายเหตุ
$FEV_{1.0}$%	ชาย	91.80H-0.373A	H=เมตร
(%)			A= ปี
	หญิง	92.10H-0.261A	W=กิโลกรัม
MMEF	ชาย	0.047H-0.045A+2.513	H=นิ้ว
(ลิตร/วินาที)			A=ปี
	หญิง	0.060H-0.030A+0.551	W=กิโลกรัม

ตารางที่ ก.4 สมการค่าปกติของ Spirometry ในคนไทย

ชาย		R	SEE
	FVC = -0.020 A + 0.049 H – 3.92	0.72	0.44
	$FEV_{0.5}$ = -0.016 A + 0.027 H – 1.47	0.70	0.32
	$FEV_{0.75}$ = -0.021 A + 0.035 H – 2.28	0.75	0.36
	FEV_1 = -0.023 A + 0.040 H – 2.71	0.76	0.37
	FEV_2 = -0.023 A + 0.046 H – 3.50	0.75	0.41
	FEV_3 = -0.021 A + 0.048 H – 3.79	0.73	0.43
	$FEV_{0.5}$/FVC = -0.066 A – 0.225 H + 117.18	0.23	7.1
	$FEV_{0.75}$/FVC = -0.142 A – 0.163 H + 115.04	0.34	6.1
	FEV_1/FVC = -0.156 A - 0.123 H + 115.17	0.40	5.2
	FEV_2/FVC = -0.106 A – 0.042 H + 108.17	0.48	2.8
	FEV_3/FVC = -0.044 A – 0.011 H + 102.77	0.41	1.4
	MMEF = -2.529 A + 1.998 H + 14.11	0.54	63.0
	MEFR = -2.326 A + 4.851 H – 299.34	0.43	100.5
	PEF = -1.661 A + 4.209 H – 103.39	0.52	62.7
	MBC = -0.841 A + 1.408 H – 90.47	0.74	14.4
หญิง	FVC = -0.014 A + 0.029 H – 1.55	0.66	0.31
	$FEV_{0.5}$ = -0.012 A + 0.017 H – 0.32	0.67	0.23
	$FEV_{0.75}$ = -0.014 A + 0.020 H – 0.53	0.71	0.24
	FEV_1 = -0.015 A + 0.023 H – 0.76	0.72	0.26
	FEV_2 = -0.015 A + 0.027 H – 1.30	0.69	0.29
	FEV_3 = -0.014 A + 0.028 H – 1.48	0.68	0.30
	$FEV_{0.5}$/FVC = -0.036 A – 0.239 H + 115.47	0.19	6.8
	$FEV_{0.75}$/FVC = -0.079 A – 0.213 H + 122.01	0.26	5.6
	FEV_1/FVC = -0.091 A – 0.168 H + 121.13	0.31	4.6
	FEV_2/FVC = -0.048 A – 0.053 H + 108.38	0.29	2.4
	FEV_3/FVC = -0.016 A – 0.014 H + 102.30	0.21	1.1
	MMEF = -1.663 A + 1.224 H + 72.13	0.48	47.7
	MEFR = -2.375 A + 3.322 H – 149.04	0.51	68.7
	PEF = -1.564 A + 2.439 H – 78.01	0.52	45.5
	MBC = -0.554 A + 0.801 H – 21.56	0.70	9.7

ที่มา : พูนเกษม เจริญพันธุ์และคณะ เสนอในการประชุมวิชาการประจำปีของราชวิทยาลัยครูแพทย์แห่งประเทศไทย ครั้งที่ 1/2528 (พูนเกษม เจริญพันธุ์และสุมาลี เกียรติบุญศรี, 2535 : 71)

ปัจจุบันได้ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งใช้ค่าพยากรณ์จากคนไทย ทำให้การคำนวณและแปลผลสมรรถภาพของปอดในคนไทยทำได้รวดเร็ว และการแปลผลทำได้แม่นยำขึ้น (สว่าง แสงหิรัญวัฒนา พูนเกษม เจริญพันธุ์ และ กุลณี วงศ์วิวัฒน์, 2533 : 132-134) ดังรูปที่ ก.5



รูปที่ ก. 5 โปรแกรมการแปลผลสมรรถภาพปอด (สว่าง แสงหิรัญวัฒนา, พูนเกษม เจริญพันธุ์ และกุลณี วงศ์วิวัฒน์, 2533)

การแปลผล

FEV_1, MMEF ลดลงในรายที่มีการอุดกั้นในระบบทางเดินหายใจ (Airway Obstruction) เช่น หอบหืด ถุงลมโป่งพอง หลอดลมอักเสบเรื้อรัง ค่าจะลดลงมากน้อยขึ้นอยู่กับความรุนแรงของโรค โดยในกรณีที่มีการอุดกั้นในระบบทางเดินหายใจจะทำให้ $FEV_{1.0}$% ลดลงมากกว่า FVC จนกระทั่ง $FEV_{1.0}$% น้อยกว่า 80% บางทีสัดส่วนลดลงถึง 30% หรือน้อยกว่านั้น ถ้าปอดเล็กลง (Restrictive Pulmonary Disease) ค่า flow rate จะปกติ กล่าวคือค่า $FEV_{1.0}$ และ FVC จะลดลงทั้งคู่ด้วยสัดส่วนที่เท่ากัน เมื่อคิดเป็น $FEV_{1.0}$ /FVC ($FEV_{1.0}$%) จะยังคงเท่ากับ 80 %

ค่า FEV_1 และ MMEF บอกถึง Airway Resistance ได้ดีที่สุดเพราะคลุมระยะของการหายใจออกได้กว้างกว่า รวมทั้งช่วงท้าย ๆ ด้วยวิธีของ Force Expiratory Flow Rate มีข้อดีคือ ทำง่าย ไม่แพง ทำซ้ำได้ง่าย ข้อเสียคือไม่ไวพอที่จะตรวจสอบโรคในระยะแรกคงตรวจพบได้ในเฉพาะเมื่อท่อทางเดินหายใจถูกอุดกั้นปานกลางหรือมากไปแล้วเท่านั้น (บุญเทียม คงศักดิ์ตระกูล และ ยุวดี วงษ์กระจ่าง, 2536 : 80-83)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

เลขที่ ☐☐☐☐☐

1-5

แบบสอบถามเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจของตำรวจ

สถานีตำรวจนครบาล...ประชาสำราญ.....

ชื่อ...นาง ดุษฎี.....สกุล...เสียมพยัคฆ์.....

ที่อยู่...สน. ประชาสำราญ.....ถนน...ประชาสำราญ.....

จังหวัด...กรุงเทพฯ.....รหัสไปรษณีย์...10530.....

โทรศัพท์...1543 1990 – 3.....

วันที่ทำแบบสอบถาม : ...14... ...ต.ค.... ...42...

(วัน/เดือน/ปี)

โปรดทำเครื่องหมาย(/) หรือเติมข้อความสั้นๆลงในช่องว่างหน้าข้อความที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม และตรงกับสภาพความเป็นจริงที่สุด

Card Number

ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไป

1. วันเกิด: : ...26... ...พ.ศ. 2506.

(วัน/เดือน/ปี)

2. อายุ ...36... ปี

3. สถานที่เกิด

1. ( ) กรุงเทพมหานคร
2. (/) ต่างจังหวัด จังหวัด ...นครพนม...
3. ( ) อื่นๆ' ระบุ .....

4. สถานที่อยู่ปัจจุบัน

1. ( ) แฟลตตำรวจ
2. ( ) บ้านพักส่วนตัว
3. ( ) อื่นๆระบุ บ้านเช่า.....

5. สถานภาพการสมรส

1. ( ) โสด
2. (/) สมรส
3. ( ) หม้าย
4. ( ) หย่า
5. ( ) แยก

6. ระดับการศึกษาสูงสุด ...ป.ตร.....

สำหรับเจ้าหน้าที่กรอก

ID Dup. 1-5 1/6

☐☐☐ 7-9

☐☐☐ 10-12

☐☐ 13-14

☐ 15

☐ 16

☐ 17

☐☐ 18-19

ส่วนที่2 ข้อมูลเกี่ยวกับอาการของระบบทางเดินหายใจ โปรดตอบใช่หรือไม่ใช่
ถ้าคำถามไม่ชัดเจนกับอาการของท่าน ให้ตอบ ไม่เข้าข่าย ถ้าท่านไม่แน่ใจที่จะตอบใช่ ให้ตอบว่าไม่ใช่

		สำหรับเจ้าหน้าที่กรอก
Card Number		ID Dup. 1-5 2/6
อาการไอ		
7. A. ท่านมักจะมีอาการไอบ่อยๆ (นับรวมหลังจากการสูบบุหรี่หรือหลังออกจากบ้าน) ถ้าตอบไม่ใช่ข้ามไปข้อ7 C	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่.....	☐ 21
B. ท่านมีอาการไอมากกว่า 4- 6 ครั้งต่อวัน หรือ มากกว่า 4วันต่อสัปดาห์	1)ใช่.....2)ไม่ใช่.....	☐ 22
C. ท่านมีอาการไอติดต่อกันเป็นเวลานาน ตอนตื่นนอนในตอนเช้า	1)ใช่.....2)ไม่ใช่.....	☐ 23
D. ท่านมีอาการไอติดต่อกันเป็นเวลานาน ในขณะพักหรือในเวลากลางคืน ถ้าตอบไม่ใช่ข้ามไปทำข้อ8A	1)ใช่.....2)ไม่ใช่.....	☐ 24
E. ท่านมีอาการไอติดต่อกันตลอดทั้งวัน เป็นเวลาตั้งแต่ 5 เดือนขึ้นไป	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่..... 8)ไม่เข้าข่าย.....	☐ 25
F. ท่านมีอาการไอเป็นเวลา	..... ปี 88)ไม่เข้าข่าย.....	☐☐ 26-27
อาการมีเสมหะ		
8. A. ท่านมีเสมหะเป็นประจำ (นับรวมทั้งหลังจากการสูบบุหรี่ครั้งแรก หรือหลังออกจากบ้าน) ถ้าตอบไม่ใช่ข้ามไปทำข้อ8C	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่.....	☐ 28
B. ท่านมีเสมหะมากกว่า 2 ครั้งต่อวันหรือมากกว่า 4 วันต่อสัปดาห์	1)ใช่.....2)ไม่ใช่.....	☐ 29
C. ท่านมีเสมหะมากในช่วงเวลาตื่นนอนตอนเช้า	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่.....	☐ 30
D. ท่านมีเสมหะมากในขณะพักหรือในเวลากลางคืน ถ้าตอบไม่ใช่ทุกข้อให้ข้ามไปทำข้อ 9 A	1)ใช่.....2)ไม่ใช่.....	☐ 31
E. ท่านมีเสมหะบ่อยๆตลอดทั้งวัน เป็นเวลาตั้งแต่ 3 เดือนติดต่อกันขึ้นไป	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่..... 8)ไม่เข้าข่าย.....	☐ 32
F. ท่านมีอาการเหล่านี้เป็นเวลา	..... ปี 88)ไม่เข้าข่าย.....	☐☐ 33-34

		สำหรับเจ้าหน้าที่กรอก	
อาการไอร่วมกับการมีเสมหะ			
9. A. ท่านมีอาการไอร่วมกับการมีเสมหะเป็นเวลา 3 สัปดาห์ หรือมากกว่า 3 สัปดาห์ขึ้นไป	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่..✓..	☐	35
ถ้าตอบใช่ในข้อ 9A			
B. ท่านมีอาการเหล่านี้เป็นเวลา	..... ปี	☐☐	36-37
	88)ไม่เข้าข่าย.....✓.....		
อาการหายใจมีเสียง			
10. A. ท่านมักจะมีอาการหายใจมีเสียงในเวลาใด			
1. ขณะเป็นหวัด	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่..✓..	☐	38
2. ช่วงที่อากาศเย็น	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่..✓..	☐	39
3. ตลอดทั้งวันหรือทั้งคืน	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่..✓..	☐	40
ถ้าตอบใช่ในข้อใดข้อหนึ่ง ให้ทำข้อ B			
B. ท่านเคยมีอาการดังกล่าวนี้เป็นเวลา	..... ปี	☐☐	41-42
	88)ไม่เข้าข่าย.....✓.....		
11. A. ท่านเคยมีอาการหายใจมีเสียงจนหายใจไม่ทัน หรือหายใจขัด	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่..✓..	☐	43
ถ้าตอบไม่ใช่ข้ามไปทำข้อ12			
B. ท่านมีอาการเหล่านี้เมื่ออายุเท่าใด	..... ปี	☐☐	44-45
	88)ไม่เข้าข่าย.....		
C. ท่านเคยมีอาการดังกล่าวร่วมกับอาการอื่นอีก	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่.....	☐	46
	8)ไม่เข้าข่าย.....		
D. ท่านเคยได้รับการรักษาอาการของโรคดังกล่าว	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่.....	☐	47
	8)ไม่เข้าข่าย.....		
อาการหายใจขัด			
12. ท่านมีโรคประจำตัวหรือไม่ ถ้ามีให้ระบุอาการของโรค	ไม่มี	☐	48
13. A. ท่านมีอาการหายใจขัดหรือเหนื่อยง่ายหรือไม่ (ขณะที่ท่านเดินเร็ว ๆ บนพื้นราบธรรมดาหรือเดินขึ้นที่สูงเพียงเล็กน้อย)	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่..✓..	☐	49
ถ้าตอบไม่ใช่ข้ามไปทำข้อ14A			
B. ปัจจุบันในขณะที่ท่านกำลังเดินอย่างคนธรรมดาพร้อมกับคนอื่นๆบนพื้นราบ ท่านรู้สึกว่าเดินช้ากว่าคนอื่น	1)ใช่.....2)ไม่ใช่.....	☐	50
	8)ไม่เข้าข่าย.....		
C. ขณะที่ท่านกำลังเดินอยู่บนพื้นราบ ท่านต้องหยุดพักหายใจ	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่.....	☐	51
	8)ไม่เข้าข่าย.....		
D. ขณะที่ท่านกำลังเดินอยู่บนพื้นราบ ในระยะทาง 100 เมตร หรือเมื่อประมาณ 2-3 นาทีผ่านไป ท่านต้องหยุดพัก	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่.....	☐	52
	8)ไม่เข้าข่าย.....		

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

E. ท่านรู้สึกหายใจขัดเมื่อกำลังสวมใส่หรือเปลี่ยน เสื้อผ้าหรือ ขณะกำลังออกจากบ้านหรือไม่	1)ใช่..... 2) ไม่ใช่..... 8)ไม่เข้าข่าย.....	☐	53
อาการเจ็บหรือแน่นหน้าอก			
14. ท่านมักมีอาการแน่นหน้าอกทุกครั้งที่ท่านเป็นหวัด	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่..... 8)ไม่เคยเป็นหวัด.....	☐	54
15. A. ในช่วงระยะเวลา 3 ปีที่ผ่านมาท่านมีอาการแน่นหน้าอก จนทำให้ท่านต้อง หยุดพักหรือไม่ ถ้าตอบไม่ใช่ข้ามไปทำข้อ16	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่.....	☐	55
B. ท่านมีเสมหะร่วมกับการเจ็บหน้าอก	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่..... 8)ไม่เข้าข่าย.....	☐	56
C. ในช่วงระยะเวลา 3 ปีที่ผ่านมา ท่านเคยมีอาการ ไม่สบายเนื่องจากเสมหะตลอดสัปดาห์หรือมากกว่า	จำนวน.....ครั้ง ไม่เคยไม่สบาย..... 8)ไม่เข้าข่าย.....	☐	57
ความเจ็บป่วยที่ผ่านมา (ความเจ็บป่วยในอดีต)			
16. ท่านเคยมีปัญหาเกี่ยวกับปอดก่อนอายุ 16 ปี	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่.....	☐	58
17. ท่านเคยมีอาการต่อไปนี้หรือไม่			
1A. *หลอดลมอักเสบ* ถ้าตอบใช่ในข้อ 17 (1A)	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่.....	☐	59
B. ท่านได้รับการตรวจจากแพทย์หรือไม่	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่..... 8)ไม่เข้าข่าย.....	☐	60
C. ท่านมีอาการดังกล่าวครั้งแรกเมื่ออายุ	.....ปี 88)ไม่เข้าข่าย.....	☐ ☐	61-62
2A. *ปอดบวม (รวมทั้งหลอดลมอักเสบและปอดบวม)* ถ้าตอบใช่ในข้อ17(2A)	1)ใช่.....2)ไม่ใช่.....	☐	63
B. ท่านได้รับการตรวจจากแพทย์หรือไม่	1)ใช่.....2)ไม่ใช่..... 8)ไม่เข้าข่าย.....	☐	64
C.ท่านมีอาการดังกล่าวครั้งแรกเมื่ออายุ	.....ปี 88)ไม่เข้าข่าย.....	☐ ☐	65-66
3A. *อาการแพ้ฝุ่นละอองเกสรดอกไม้* ถ้าตอบใช่ในข้อ 17 (3A)	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่.....	☐	67
B. ท่านได้รับการตรวจจากแพทย์หรือไม่	1)ใช่.....2)ไม่ใช่..... 8)ไม่เข้าข่าย.....	☐	68
C. ท่านมีอาการดังกล่าวครั้งแรกเมื่ออายุ	.....ปี 88)ไม่เข้าข่าย.....	☐ ☐	69-70

18. A. *ท่านเคยเป็นหลอดลมอักเสบเรื้อรัง*	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่..✓...	☐	71
ถ้าตอบใช่ในข้อ 18 (1A)			
B. ท่านยังมีอาการอยู่หรือไม่	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่..✓...	☐	72
	8)ไม่เข้าข่าย.....		
C. ท่านได้รับการตรวจจากแพทย์หรือไม่	1)ใช่.....2)ไม่ใช่..✓...	☐	73
	8)ไม่เข้าข่าย.....		
D. ท่านมีอาการดังกล่าวครั้งแรกเมื่ออายุ	.....ปี	☐☐	74-75
	88)ไม่เข้าข่าย.....✓.....		
19. A. *ท่านเคยเป็นถุงลมโป่งพองหรือไม่*	1)ใช่.....2)ไม่ใช่..✓...	☐	76
ถ้าตอบใช่ในข้อ 19 (A)			
B. ท่านยังมีอาการอยู่หรือไม่	1)ใช่..... ...2)ไม่ใช่..✓...	☐	77
	8)ไม่เข้าข่าย.....		
C. ท่านได้รับการตรวจจากแพทย์หรือไม่	1)ใช่.....2)ไม่ใช่..✓...	☐	78
	8)ไม่เข้าข่าย.....		
D. ท่านมีอาการดังกล่าวครั้งแรกเมื่ออายุ	.....ปี	☐☐	79-80
	88)ไม่เข้าข่าย.....✓.....		
Card Number		ID Dup. 1-5 3/6	
20. A. *ท่านเคยเป็นโรคหอบหืด*	1)ใช่.....2)ไม่ใช่..✓...	☐	7
ถ้าตอบใช่ในข้อ 20 (A)			
B. ท่านยังมีอาการอยู่หรือไม่	1)ใช่.....2)ไม่ใช่..✓...	☐	8
	8)ไม่เข้าข่าย.....		
C. ท่านได้รับการตรวจจากแพทย์หรือไม่	1)ใช่.....2)ไม่ใช่..✓...	☐	9
	8)ไม่เข้าข่าย.....		
D. ท่านมีอาการดังกล่าวครั้งแรกเมื่ออายุ	.....ปี	☐☐	10-11
	88)ไม่เข้าข่าย.....✓.....		
E. ถ้าอาการนี้เกิดขึ้นไม่นาน หายขาดเมื่ออายุ	.....ปี	☐☐	12-13
	88)ไม่เข้าข่าย.....✓.....		
21. *ท่านเคยเป็นโรคเหล่านี้หรือไม่*			
A. เจ็บหน้าอก	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่..✓...	☐	14
ถ้าใช่โปรดระบุ.....			
B. ผ่าตัดทรวงอก	1)ใช่.....2)ไม่ใช่..✓...	☐	15
ถ้าใช่โปรดระบุ.....			
C. อุบัติเหตุทรวงอกอื่น ๆ	1)ใช่..... 2)ไม่ใช่..✓...	☐	16
ถ้าใช่โปรดระบุ.....			

22.A. แพทย์เคยวินิจฉัยว่าท่านมีปัญหาเรื่องหัวใจ 1)ใช่.....2)ไม่ใช่..✓.. ☐ 17

ถ้าตอบใช่ในข้อ 22A

B. ท่านเคยได้รับการรักษาเกี่ยวกับโรคหัวใจ 1)ใช่..... 2)ไม่ใช่..✓.. ☐ 18

ภายในระยะเวลา 10 ปีที่ผ่านมาหรือไม่ 8)ไม่เข้าข่าย.....

23.A. แพทย์เคยบอกว่าท่านมีปัญหาความดันโลหิตสูง 1)ใช่.....2)ไม่ใช่..✓.. ☐ 19

ถ้าตอบใช่ในข้อ 23A

B. ท่านเคยได้รับการรักษาปัญหาความดันโลหิตสูง 1)ใช่.....2)ไม่ใช่..✓.. ☐ 20

ภายใน 10 ปีที่ผ่านมาหรือไม่ 8)ไม่เข้าข่าย.....

ส่วนที่ 3. ประวัติการทำงาน

24. รับราชการเป็นตำรวจ ตั้งแต่ พ.ศ.....๒๕๔๑.....เป็นเวลา.....๗.....ปี ☐☐ 21-22

25. ก่อนที่จะมาเป็นตำรวจท่านเคยประกอบอาชีพอื่นมาก่อน

( ) ไม่เคย ☐ 23

( ) เคยโปรดระบุ อาชีพ 1.....ครูสอนดนตรี.....เป็นเวลา.....๕.....ปี

2.....เป็นเวลา.....ปี

ในความคิดเห็นของท่านงานที่เคยทำอยู่สัมผัสฝุ่นละอองในปริมาณ ☐ 24

1. น้อย.....

2. ปานกลาง..✓..

3. มาก.....

26. ปฏิบัติหน้าที่จราจร ตั้งแต่ พ.ศ.....—.....เป็นเวลา.....—.....ปี ☐☐ 25-26

27. ปัจจุบันท่านทำหน้าที่จราจรอย่างเดียวใช่หรือไม่ ☐ 27

( ) ใช่

(✓) ไม่ใช่ ระบุหน้าที่อื่นที่ทำอยู่ด้วย.....ป.ราชการ.....

ถ้าไม่ใช่ ในความคิดเห็นของท่านงานที่ทำอยู่สัมผัสฝุ่นละอองในปริมาณ

1. น้อย.....

2. ปานกลาง..✓..

3. มาก.....

28. ท่านทำงานประจำบนถนนและแยกอะไรบ้าง(โปรดระบุ)

.....

29. ในรอบปีที่ผ่านมาท่านปฏิบัติหน้าที่จราจรใน

วันธรรมดา.....๑.....ชม./วัน ☐☐ 28-29

วันหยุดราชการ.....ชม./วัน ☐☐ 30-31

เฉลี่ย.....วัน/เดือน ☐☐ 32-33

30. ในบริเวณที่ท่านปฏิบัติหน้าที่จราจรตลอดปี ท่านคิดว่าท่านสัมผัสฝุ่นในระดับ

1. น้อย..... ☐ 34

2. ปานกลาง..✓..

3. มาก.....

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ส่วนที่ 4. ประวัติการสูบบุหรี่

31A. ท่านเคยสูบบุหรี่ 1)ใช่..✓..2)ไม่ใช่..... [ ] 35

ถ้าตอบใช่ในข้อ 31A

B. ปัจจุบันท่านยังคงสูบบุหรี่(ภายใน 1 เดือนที่ผ่านมา) 1)ใช่..✓..2)ไม่ใช่..... [ ] 36
8)ไม่เข้าข่าย.....

C. ท่านเริ่มสูบบุหรี่ครั้งแรกเมื่อท่านมีอายุ .....20.....ปี [ ][ ] 37-38
88)ไม่เข้าข่าย.....

D. ถ้าปัจจุบันท่านเลิกสูบบุหรี่แล้ว อายุที่ท่านเลิก .....ปี [ ][ ] 39-40
88)ไม่เข้าข่าย...✓.....

E. จำนวนบุหรี่ที่ท่านสูบในแต่ละวันในปัจจุบัน .....5-6.....มวน/วัน [ ][ ] 41-42
88)ไม่เข้าข่าย.....

F. นับตั้งแต่ท่านเริ่มสูบบุหรี่โดยเฉลี่ยแล้วท่านสูบบุหรี่ .....5.....มวน/วัน [ ][ ] 43-44
88)ไม่เข้าข่าย.....

G. ในขณะที่ท่านสูบบุหรี่ ท่านอัดควันหรือไม่ 1. ไม่เข้าข่าย..... [ ] 45
2. ไม่อัดควัน.....
3. น้อย.....
4. ปานกลาง..✓.....
5. มาก.....

ส่วนที่ 4. ประวัติครอบครัว

32. บิดามารดาของท่านเคยได้รับการตรวจและวินิจฉัยจากแพทย์ว่ามีอาการเจ็บป่วยด้วยโรคเกี่ยวกับปอดชนิดเรื้อรังหรือไม่

	บิดา			มารดา				
	1)ใช่	2)ไม่ใช่	3) ไม่ทราบ	1)ใช่	2)ไม่ใช่	3) ไม่ทราบ		
A. หลอดลมอักเสบเรื้อรัง	.....	.....	✓	.....	.....	✓	[ ][ ]	46-47
B. โรคเยื่อหุ้มปอดเป็นหนอง	.....	✓	.....	.....	✓	.....	[ ][ ]	48-49
C. โรคหอบหืด	.....	✓	.....	.....	✓	.....	[ ][ ]	50-51
D. โรคมะเร็งปอด	.....	✓	.....	.....	✓	.....	[ ][ ]	52-53
E. โรคปอดอื่นๆ	.....	✓	.....	.....	✓	.....	[ ][ ]	54-55

33. A. บิดา มารดาของท่านยังคงมีชีวิตอยู่ ใช่..✓..ไม่ใช่..... [ ][ ] 56-57

B. กรณีที่เสียชีวิตแล้ว สาเหตุที่เสียชีวิต.....-.....

บิดา	มารดา		
เสียชีวิตเมื่ออายุ...-...ปี	เสียชีวิตเมื่ออายุ...-...ปี	[ ][ ]	58-59

C. ถ้าเสียชีวิต สาเหตุที่เสียชีวิตคือ.....-..... [ ][ ] 60-61

ภาคผนวก ค.

MULTIPLE REGRESSION

Variables Entered/Removed[b]

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	smoke, old occupation, group total, AGE, contact pm on old job[a]	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: FEV10

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.323[a]	.105	.080	.5892

a. Predictors: (Constant), smoke, old occupation, group total, AGE, contact pm on old job

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	7.340	5	1.468	4.229	.001[a]
	Residual	62.825	181	.347		
	Total	70.165	186			

a. Predictors: (Constant), smoke, old occupation, group total, AGE, contact pm on old job

b. Dependent Variable: FEV10

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	3.032	.283		10.708	.000
	group total	-.209	098	-.160	-2.125	.035
	AGE	1.500E-02	.005	.212	2.862	.005
	old occupation	7.947E-02	.047	.124	1.691	.093
	contact pm on old job	-1.39E-03	.016	-.007	-.089	.929
	smoke	-5.40E-02	.034	-.112	-1.567	.119

a. Dependent Variable: FEV10

Regression

Variables Entered/Removed[b]

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	smoke, old occupation, group total, AGE, contact pm on old job[a]	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: fev1/fvc

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.300[a]	.090	.065	8.067E-02

a. Predictors: (Constant), smoke, old occupation, group total, AGE, contact pm on old job

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.116	5	2.329E-02	3.579	.004[a]
	Residual	1.178	181	6.508E-03		
	Total	1.294	186			

a. Predictors: (Constant), smoke, old occupation, group total, AGE, contact pm on old job

b. Dependent Variable: fev1/fvc

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.989	.039		25.515	.000
	group total	-3.87E-02	.013	-.218	-2.878	.004
	AGE	-1.31E-03	.001	-.136	-1.822	.070
	old occupation	7.272E-03	.006	.084	1.130	.260
	contact pm on old job	4.176E-03	.002	.150	1.960	.051
	smoke	-1.12E-03	.005	-.017	-.237	.813

a. Dependent Variable: fev1/fvc

Regression

Variables Entered/Removed[b]

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	smoke, old occupation, group total, AGE, contact pm on old job[a]	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: FVC

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.284[a]	.080	.055	.6975

a. Predictors: (Constant), smoke, old occupation, group total, AGE, contact pm on old job

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	7.699	5	1.540	3.165	.009[a]
	Residual	88.064	181	.487		
	Total	95.763	186			

a. Predictors: (Constant), smoke, old occupation, group total, AGE, contact pm on old job

b. Dependent Variable: FVC

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	3.031	.335		9.041	.000
	group total	-4.79E-02	.116	-.031	-.412	.681
	AGE	2.122E-02	.006	.256	3.420	.001
	old occupation	6.024E-02	.056	.080	1.083	.280
	contact pm on old job	-2.21E-02	.018	-.093	-1.202	.231
	smoke	-5.43E-02	.041	-.096	-1.332	.185

a. Dependent Variable: FVC

Regression

Variables Entered/Removed[b]

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	PM10[a]	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: FEV10

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.218[a]	.048	.043	.5886

a. Predictors: (Constant), PM10

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	3.472	1	3.472	10.023	.002[a]
	Residual	69.291	200	.346		
	Total	72.763	201			

a. Predictors: (Constant), PM10

b. Dependent Variable: FEV10

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2.735	.188		14.569	.000
	PM10	4.089E-03	.001	.218	3.166	.002

a. Dependent Variable: FEV10

Regression

Variables Entered/Removed [b]

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	group, PM10 [a]	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: fev1/fvc

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.279[a]	.078	.068	7.942E-02

a. Predictors: (Constant), group, PM10

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.106	2	5.285E-02	8.379	.000[a]
	Residual	1.255	199	6.308E-03		
	Total	1.361	201			

a. Predictors: (Constant), group, PM10

b. Dependent Variable: fev1/fvc

Coefficients [a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	.896	.033		26.865	.000
	PM10	4.260E-04	.000	.166	2.339	.020
	group	-1.75E-02	.007	-.180	-2.536	.012

a. Dependent Variable: fev1/fvc

Regression

Variables Entered/Removed[b]

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	group, PM10[a]	.	Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: FVC

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.241[a]	.058	.049	.6855

a. Predictors: (Constant), group, PM10

ANOVA[b]

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	5.772	2	2.886	6.142	.003[a]
	Residual	93.507	199	.470		
	Total	99.278	201			

a. Predictors: (Constant), group, PM10

b. Dependent Variable: FVC

Coefficients[a]

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2.751	.288		9.557	.000
	PM10	3.304E-03	.002	.151	2.102	.037
	group	.196	.060	.237	3.294	.001

a. Dependent Variable: FVC

ประวัติผู้เขียน

นางสาวดวงฤทัย บัวด้วง เกิดเมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2515 ที่กรุงเทพมหานคร รับปริญญาพยาบาลศาสตร์บัณฑิต คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล ในปีการศึกษา 2533-2537 เข้ารับการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีการศึกษา 2540-2542 ปัจจุบันรับราชการในตำแหน่งพยาบาลระดับ 5 ประจำหอผู้ป่วย ไอซียูเด็ก (PICU) ภาควิชากุมารศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย