บทที่ 3

วิธีการศึกษาวิจัย

3.1 การตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM10

3.1.1 วัสดุอุปกรณ์

- เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศแบบติดตัว (Personal sampler) ดังรูปที่ 3.1 ได้แก่

1. Gilian ® HFS-513A Air Sampler Listed 17 G9 P/N 800070 Gilian Instrument Corp. W. Caldwelll , NJ 07006 อัตราการไหล 750 - 5,000 cc / min พร้อมอุปกรณ์แยกขนาดฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (nylon cyclone) ที่มีอัตราการไหล 1.7 ลิตรต่อนาที สายยางนำอากาศ (Tubing) และอุปกรณ์ต่อเชื่อม สำหรับต่อเชื่อมเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศกับตลับใส่กระดาษกรองที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการรั่วของอากาศ
2. Gil Air-3 RP ขนาด 3.6 " (W) × 3.9 " (H) × 2.0 " (D) หนัก 595 กรัม อัตราการไหล 750 - 3,000 cc / min
3. Gil Air-5 RP Tri-Mode Air Sampler Listed 17 G9 P/N 800884 S/N 11590 ขนาด 4.1 " (W) × 3.9 " (H) × 2.0 " (D) หนัก 638 กรัม อัตราการไหล 750 - 5,000 cc / min

- Gilian ® DRC dual rate battery charger P/N 401225 Gilian Instrument Corp. W. Caldwelll , NJ 07006 เครื่องอัดประจุไฟฟ้า (Single Unit Charge) 240 V 1 ชุด
- เครื่องชั่ง Sartorius รุ่น MC 210S (พิกัด 210 กรัม อ่านละเอียด 0.00001 กรัม)
- ตลับใส่กระดาษกรอง (Filter Cassete or plastic housing) แบบ 3 ชั้น GNGC037050 81 mm
- กระดาษกรองชนิด Glass fiber filter 1 pack GNGF85037MM 37 mm ขนาดรูพรุน 1.5 ไมครอน
- เครื่องปรับอัตราการไหลมาตรฐานของเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ (Gilian Gilibrator - 2 Calibration system ของบริษัท SENSIDYNE)

รูปที่ 3.1 ลักษณะทั่วไปของเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศแบบติดตัว (Personal sampler) และ cyclone พร้อมชุด calibrate

3.1.2 วิธีการทดลอง

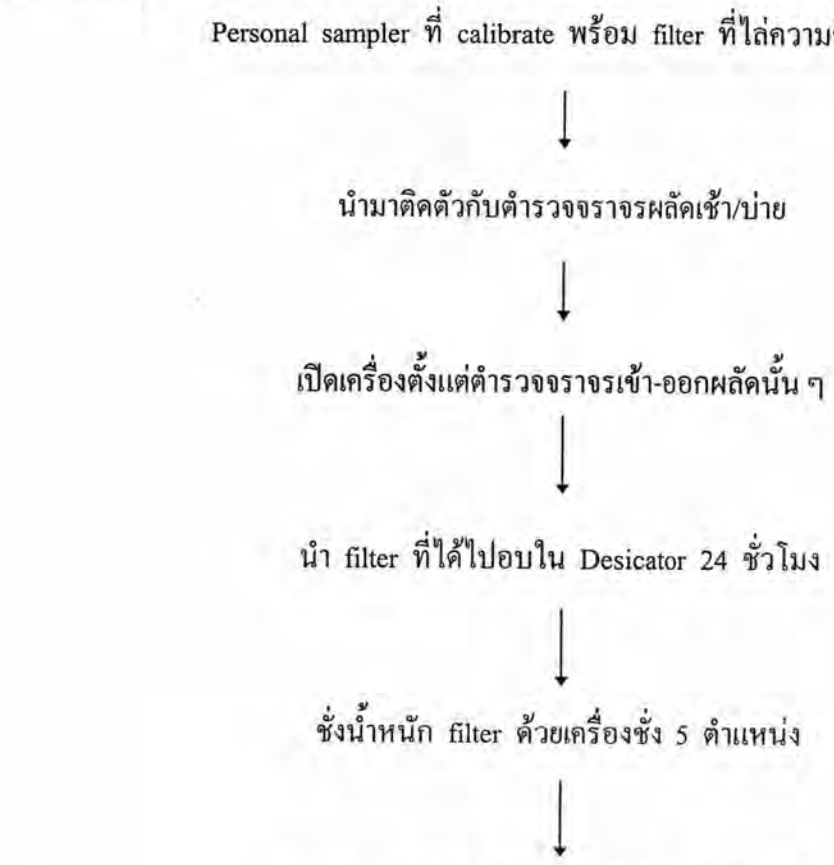
ก่อนอื่นควร Calibrate เครื่องเก็บตัวอย่างอากาศแบบติดตัว โดยปรับให้อัตราการไหลของอากาศมีค่าประมาณ 1.7 ลิตรต่อนาที การตรวจปรับความถูกต้องของเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศต้องทำการตรวจปรับความถูกต้องก่อนและหลังการเก็บตัวอย่างอากาศทุกครั้ง ในการตรวจปรับความถูกต้องนี้ต้องมีอุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างอากาศคือ ตลับใส่กระดาษกรองซึ่งบรรจุกระดาษรองกระดาษกรองและกระดาษกรอง พร้อมหัวไซโคลนต่อเข้ากับเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศ ในลักษณะเดียวกับขณะทำการเก็บตัวอย่างอากาศจริงทุกประการ การตรวจปรับความถูกต้องของอัตราการไหลของอากาศควรทำอย่างน้อย 3 ครั้ง แล้วจึงคำนวณหาค่าเฉลี่ยในแต่ละจุดโดยฟองสบู่ 1 ฟอง วัด 5 ครั้ง เช่น 1.720 , 1.720 , 1.727 , 1.737 , 1.728 ลิตรต่อนาที การตรวจปรับอัตราการไหลของอากาศควรตรวจวัดในหลาย ๆ จุดและทำกราฟอัตราการไหลของอากาศสำหรับเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศนั้นไว้ เพื่อเลือกใช้อัตราการไหลของอากาศได้ตามต้องการ

ขั้นตอนการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองมีดังนี้คือ ใช้ลูกยางสำหรับบีบเป่าลมเป่าภายในตลับใส่กระดาษกรองจนแน่ใจว่าปราศจากฝุ่น ใช้ปากคีบคีบกระดาษรองกระดาษกรองวางลงในตลับยึดชั้นที่ 1 จากนั้นใช้ปากคีบจับกระดาษกรองที่ริมนอกสุดของกระดาษ (ประมาณ 2

มิลลิเมตร) วางลงบนกระดาษรองกระดาษกรองในตลับยึด สวมตลับใส่กระดาษกรองชั้นที่สองลงไปแล้วตามด้วยชั้นที่สามพร้อมด้วยจุกปิด กดให้ชิ้นส่วนทั้งหมดยึดติดกันให้แน่นพอสมควร ใช้กระดาษกาวย่นพันโดยรอบเพื่อป้องกันการรั่วของอากาศและยึดชิ้นส่วนทั้งหมดไว้ด้วยกัน โดยทำความสะอาดไซโคลนก่อนนำไปใช้ และประกอบตลับใส่กระดาษกรองต่อกับไซโคลน ตรวจดูการรั่วไหล ต่อ Personal pump กับตลับใส่กระดาษกรองด้วยสายยางยาว 1.5 ฟุต เส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ติดไซโคลนที่ปกเสื้อของตำรวจจราจร ส่วน Personal pump ติดหรือเหน็บที่เข็มขัดให้ตัวไซโคลนแขวนในแนวตั้ง ลักษณะการใช้งานของเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศแบบติดตัวดังรูปที่ 3.2 และควรอธิบายให้ตำรวจจราจรเข้าใจและไม่ให้ไซโคลนหกกลับ จากนั้นเปิด Personal pump เริ่มเก็บฝุ่นละอองโดยรักษาอัตราการไหลของอากาศให้คงที่ ($\pm$ 5 % ของ 1.7 ลิตรต่อนาที) เมื่อเก็บตัวอย่างอากาศเรียบร้อยแล้ว ดึงตลับใส่กระดาษกรองออกจากไซโคลน ปิดช่องอากาศเข้าและอากาศออกด้วยจุก (plugs) เขียนหมายเลขติดไว้ข้างตลับใส่กระดาษกรอง บันทึกเวลาที่เริ่มและเวลาสิ้นสุด , อุณหภูมิอากาศก่อนและหลัง , ความดันบรรยากาศก่อนและหลัง , หมายเลขเครื่อง Personal pump ที่ใช้และหมายเลขของไซโคลนที่ใช้เก็บตัวอย่างอากาศ เตรียม field blank โดยใช้กระดาษกรองใหม่ใส่ในตลับใส่กระดาษกรอง นำติดไปยังภาคสนามด้วยแต่ไม่ให้มีอากาศผ่านเข้าออกในตลับใส่กระดาษกรอง นำตัวอย่างและfield blank ไปวิเคราะห์หาปริมาณฝุ่นละอองในห้องปฏิบัติการ โดยบรรจุในภาชนะที่แน่ใจว่าตลับใส่กระดาษกรองไม่เคลื่อนไหวไปมาหรือหกกลับ

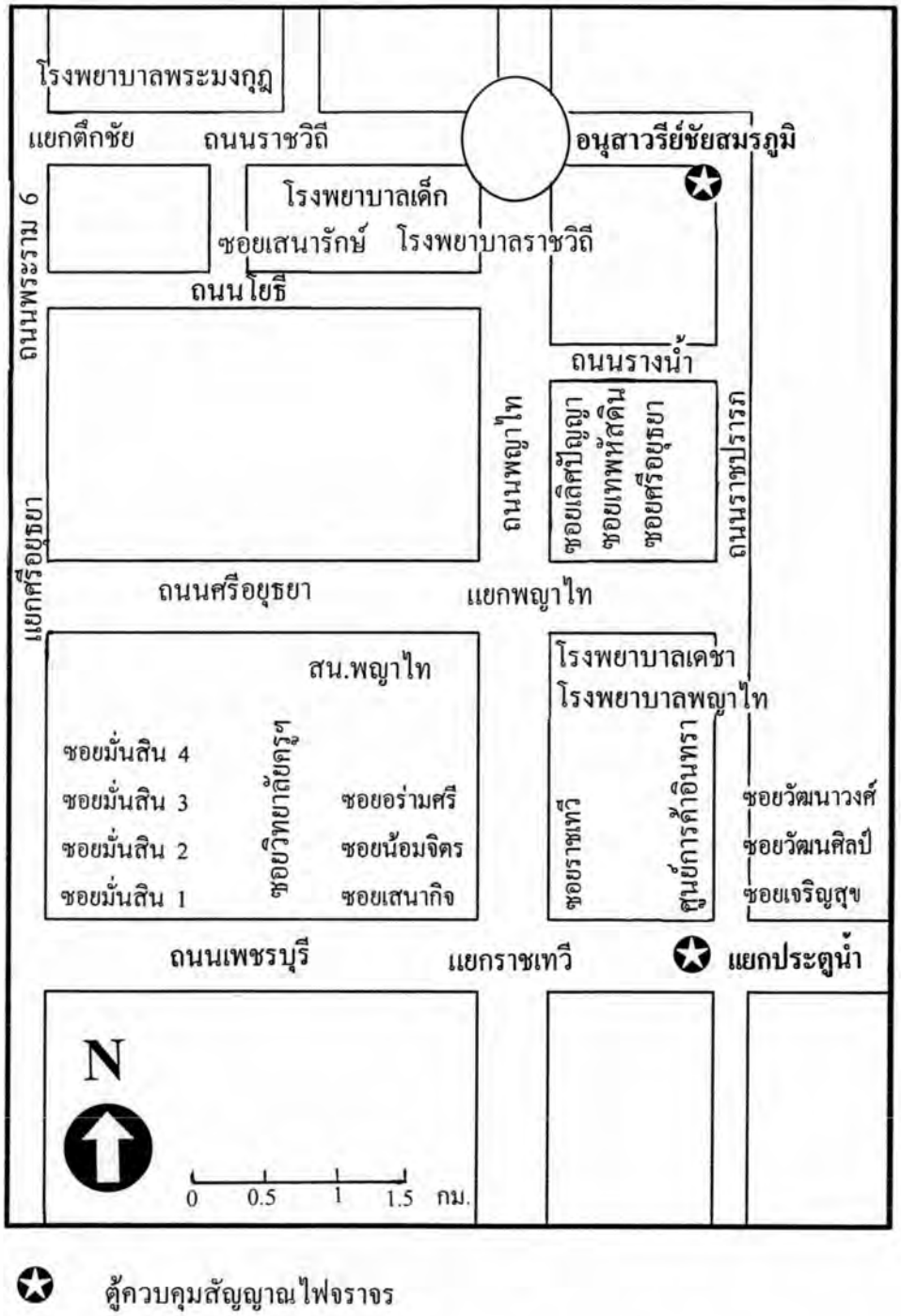
รูปที่ 3.2 ลักษณะการใช้งานของเครื่องเก็บตัวอย่างอากาศแบบติดตัว

ตรวจวัดปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) โดยการใช้อุปกรณ์ Personal sampler ที่มี Portable pump ตรวจจับฝุ่นละอองวันละ 2 ช่วงเวลาคือ ในผลัดเช้าและบ่าย โดยสถานีตำรวจนครบาลปทุมวันช่วงผลัดเช้าเวลา 6.00 - 13.00 น. และผลัดบ่ายเวลา 13.00 - 22.00 น. และสถานีตำรวจนครบาลพญาไทช่วงผลัดเช้าเวลา 6.00 - 12.00 น. และผลัดบ่ายเวลา 15.00 - 21.00 น. (เสาร์และอาทิตย์ช่วงผลัดเช้าเวลา 8.00 - 14.00 น. และผลัดบ่ายเวลา 14.00 - 20.00 น.) ทุกวันนาน 1 สัปดาห์ ในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2540 และเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2540 ถึงเดือนมกราคม พ.ศ. 2541 มีขั้นตอน ดังรูปที่ 3.3 ในบริเวณที่มีการจราจรคับคั่ง ได้แก่ บริเวณความรับผิดชอบของสถานีตำรวจนครบาลปทุมวันและสถานีตำรวจนครบาลพญาไท สถานีตำรวจนครบาลละ 2 จุด ซึ่งสถานีตำรวจนครบาลปทุมวันจะวัดบริเวณแยกปทุมวัน ถนนพระราม 4 , แยกสามย่าน ถนนพระราม 1 และสถานีตำรวจนครบาลพญาไทจะวัดบริเวณแยกประตูน้ำ ถนนราชปรารภ , อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ ดังรูปที่ 3.4 และ 3.5 ตามลำดับ ซึ่งการเก็บตัวอย่างอากาศในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ได้ตัวอย่างฝุ่นละอองรวมทั้งสิ้น 112 ตัวอย่าง เป็นการเก็บตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มแบบ Complete randomize design โดยไม่คำนึงว่าตำรวจจราจรที่ติดอุปกรณ์เก็บตัวอย่างอากาศนั้นจะซ้ำกันหรือไม่



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM10

รูปที่ 3.4 จุดตรวจวัดฝุ่น PM10 บริเวณแยกปทุมวันและสามย่าน



รูปที่ 3.5 จุดตรวจวัดฝุ่น PM10 บริเวณอนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิและแยกประตูน้ำ

3.1.3 คำนวณปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน

$$V = Qstd \times t$$

$$PM10 = \frac{(Wf - Wi) \times 10^6}{V}$$

โดย V - ปริมาตรอากาศ (ลูกบาศก์เมตร)

Qstd - อัตราการไหลมาตรฐาน (ลูกบาศก์เมตรต่อนาที)

$$\text{อัตราการไหลมาตรฐาน} = Qs \times \frac{(Ps)}{Ts} \frac{(Tstd)}{Pstd}$$

เมื่อ Qs - อัตราการไหลของเครื่อง (ลิตรต่อนาที)

Ps - ความดันอากาศ (มิลลิเมตรปรอท) ที่จุดเก็บตัวอย่าง

Ts - อุณหภูมิ ($^{\circ}K$) ที่จุดเก็บตัวอย่าง

Pstd. - ความดันมาตรฐานที่ 760 มิลลิเมตรปรอท

Tstd. - อุณหภูมิมาตรฐานที่ 298 $^{\circ}K$

t - เวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง (นาที)

PM10 - ปริมาณความเข้มข้นของ Particulate matter ขนาดน้อยกว่า 10 ไมครอน (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

Wf - น้ำหนักหลังเก็บตัวอย่างอากาศ (กรัม)

Wi - น้ำหนักก่อนเก็บตัวอย่างอากาศ (กรัม)

ทั้งนี้ต้องพิจารณาทิศทางและความเร็วลม , ความชื้น (humidity) , สภาพการจราจร , ปริมาณฝน (มิลลิเมตรต่อวัน) , ความแตกต่างระหว่างสถานที่ , ปริมาณรถ (คันต่อวัน)

3.2 การตรวจปอด

เลือกกลุ่มตัวอย่างตำรวจจราจรจำนวน 30 คน (จากสถานีตำรวจนครบาลปทุมวัน 15 คน และสถานีตำรวจนครบาลพญาไท 15 คน) และกลุ่มควบคุม ซึ่งเป็นประชาชนที่ไม่ได้พักอาศัยในบริเวณจราจรคับคั่งจำนวน 10 คน อายุระหว่าง 20 - 55 ปี เนื่องจากการศึกษาวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงวิเคราะห์ จึงต้องมีกลุ่มควบคุมซึ่งมีลักษณะทั่วไปคล้ายกับกลุ่มตัวอย่างทุกประการ เช่น เพศ อายุ ระยะเวลาการทำงาน ฯลฯ ยกเว้นองค์ประกอบที่สำคัญคือ ต้องไม่ได้อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีปัจจัยเสี่ยง จึงได้เลือกกลุ่มควบคุมเป็นเจ้าหน้าที่จากโรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์ ซึ่งมีลักษณะการทำงานที่ไม่ได้สัมผัสฝุ่น

3.2.1 แบบสอบถาม ใช้แบบสอบถามของ British Occupational Hygiene Society Committee on Hygiene Standard ที่ปรับมาจากแบบสอบถามมาตรฐานที่ใช้ในการสอบถาม

อาการเจ็บป่วยทางระบบทางเดินหายใจของ British Medical Research Council ให้ใช้เป็นเครื่องมือเพื่อคัดเลือกกลุ่มเป้าหมายโดยถามเกี่ยวกับข้อมูลทั่ว ๆ ไป เช่นอายุ ส่วนสูง สถานที่เกิด ที่อยู่ปัจจุบัน สถานภาพสมรส , ประวัติการทำงานโดยต้องปฏิบัติหน้าที่จราจรไม่น้อยกว่า 6 เดือน , พฤติกรรมการสูบบุหรี่ , อาการระบบทางเดินหายใจ เช่น อาการไอ มีเสมหะ แน่นหน้าอก หายใจขัด ลำบาก ไม่สะดวก โรคหลอดลมอักเสบ โรคหอบหืดและโรคระบบทางเดินหายใจอื่น ๆ ตัวอย่างของแบบสอบถามดังภาคผนวก ข

ทำการแจกแบบสอบถามเพื่อคัดตำรวจจราจรมาทำการตรวจสุขภาพ ทำการคัดเลือกแบบเจาะจงคือ มีระยะเวลาทำงานมากกว่า 6 เดือนขึ้นไป เลือกเฉพาะกลุ่มที่ไม่มีปัจจัยเสี่ยงต่อการเกิดโรคระบบทางเดินหายใจ ไม่มีพฤติกรรมการสูบบุหรี่และประวัติการสูบบุหรี่มาก่อน หรือเลิกสูบบุหรี่มานานอย่างน้อย 10 ปีขึ้นไป อาชีพในอดีตไม่เกี่ยวข้องกับฝุ่น จากคุณสมบัติดังกล่าวได้กลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุมไปตรวจสุขภาพ คือ เอกซเรย์ปอด ทดสอบสมรรถภาพปอด และการวัดอัตราการซึมผ่านของสารเภสัชรังสีด้วยเครื่องแกมม่าคาเมร่า

3.2.2 การเอกซเรย์ปอด การถ่ายภาพรังสีเอกซเรย์ปอดท่ามาตรฐาน หมายถึง การถ่ายภาพรังสีด้วยฟิล์มขนาดมาตรฐาน 14 - 17 นิ้ว ในระยะห่างจากหลอดรังสี 6 ฟุต การถ่ายด้วยกล้องใช้ฟิล์ม 70 มิลลิเมตรนั้นช่วยประหยัดค่าฟิล์ม แต่เนื่องจากไม่สามารถตรวจรายละเอียดได้มาก จึงใช้เฉพาะการสำรวจโรคในประชากรกลุ่มใหญ่หรือเป็นการตรวจกรองขั้นแรกเท่านั้น อาจใช้เทคนิคโวลเตจสูง (98 - 124 keV) รังสีทะลุผ่านหัวใจและเมดิแอสตินั่ม ทำให้เห็นสิ่งที่อยู่ข้างหลังได้ การถ่ายท่ามาตรฐานประกอบด้วยภาพท่าหน้าตรงพีเอ (PA = โพสทีโร - แอนทีเรียร์) คือ ให้ผู้ป่วยยืนหันหน้าอกเข้าแตะฟิล์ม มือเท้าสะเอว ลู่ไหล่ไปทางข้างหน้าและให้สูดหายใจเข้าเต็มที่แล้วกลั้นไว้ กับท่าซ้าย (เล็ฟท ละเตอรัล) คือ ให้ผู้ป่วยยืนหันทรวงอกด้านข้างซ้ายเข้าแตะฟิล์ม ยกแขนเหนือศีรษะ สูดหายใจเข้าเต็มที่แล้วกลั้นเช่นกัน ที่ใช้ท่าข้างซ้ายสำหรับการตรวจประจำ เพราะในภาพท่านี้เนื้อปอดซ้ายที่อยู่หลังหัวใจจะไม่ถูกบัง อย่างไรก็ดี เพื่อการประหยัดมักใช้เพียงท่าหน้าตรงในการตรวจประจำ ผู้ป่วยโรคทรวงอกส่วนมาก ภาพท่าหน้าตรงพีเอจะช่วยบอกตำแหน่ง และลักษณะรอยโรคได้เพียงพอสำหรับการวินิจฉัยและการติดตามผลการรักษา (สมชัย บวรกิตติ , 2520 : 455) การถ่ายภาพรังสีเอกซเรย์ปอดต้องเตรียมผู้ได้รับการตรวจ เพื่อให้ได้ภาพที่ชัดเจนและปราศจากสิ่งอื่นที่มาบังบริเวณหนึ่งบริเวณใดของปอด จึงจำเป็นต้องให้ผู้ได้รับการตรวจนำของทุกอย่างที่ทึบต่อแสงเอกซเรย์ ให้พ้นออกไปจากบริเวณทรวงอกทั้งด้านหน้าและด้านหลัง เช่น เสื้อชั้นนอกและชั้นในที่มีกระดุม ตะขอหรือซิปรูดที่เป็นโลหะหรือพลาสติก สร้อยคอและด้ายหรือเชือกที่มีพระเครื่องหรือเครื่องรางของขลังติดอยู่ เป็นต้น การหายใจก็เป็นสิ่งสำคัญในการถ่ายเอกซเรย์ปอด ผู้ได้รับการตรวจต้องได้รับการแนะนำให้หายใจเข้าเต็มที่ (Full inspiration) และกลั้นใจนิ่ง ที่ต้องให้หายใจเข้าเต็มที่ เพราะต้องการให้กะบังลมลงมาอยู่ในระดับต่ำสุด ซึ่งมีผลให้

ปอดขยายเต็มที่และที่ต้องกลั้นใจนิ่งนั้น เพราะต้องการหลีกเลี่ยงไม่ให้ภาพไหวเนื่องจาก Respiatory movement การจัดท่า (Positioning) ต้องจัดด้วยความระมัดระวัง อย่าให้ตัวผู้รับการตรวจเอียง เพราะอาจทำให้ดูคล้ายกับมีพยาธิสภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในบริเวณหัวใจและเยื่อที่กั้นกลางช่องอก (mediastinum) ในการถ่ายภาพรังสีเอกซเรย์ปอดในท่ายืนนั้น เงาของกระดูกสะบักมักจะเข้าไปบังอยู่ใน Lung field จึงจำเป็นต้องพยายามให้กระดูกสะบักพ้นออกไปให้มากที่สุด

ในการศึกษาได้เอกซเรย์ปอดกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นตำรวจจราจรจากสถานีตำรวจนครบาลปทุมวัน 15 คนและพญาไท 15 คน และกลุ่มควบคุมจำนวน 10 คน ดังรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.6 การเอกซเรย์ปอด

3.2.3 การทดสอบสมรรถภาพปอดด้วยวิธี Spirometry

1. <u>วัสดุอุปกรณ์</u>

- กรวยกระดาษ

- เครื่อง Spirometry รุ่น Microspiro HI-298 Spirometric Diagnostic System Operation Manual Chest Corporation Tokyo , Japan . An Innovation in Electric Spirometry ดังรูปที่ 3.7

2. <u>สิ่งพึงระวัง</u> ได้แก่

- เทคนิคการตรวจต้องตั้งใจเป่าลมเร็ว แรง เต็มที่และต้องอมกระบอกเป่าให้แน่น ไม่ให้ลมรั่ว เพื่อไม่ให้เกิดค่าผิดพลาดได้ การทดสอบสมรรถภาพปอดดังรูปที่ 3.8

- การแปลผลโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อต้องเทียบกับคนปกติ ถ้าเป็นไปได้ควรใช้ค่าปกติของคนไทยหรือคนเอเชีย ถ้าหากใช้ค่าของคนอเมริกันผิวขาวก็ควรหักออกร้อยละ 15 คือ คิดเพียงร้อยละ 85 ของคนอเมริกันผิวขาว

รูปที่ 3.7 เครื่องทดสอบสมรรถภาพปอด

รูปที่ 3.8 การทดสอบสมรรถภาพปอด

3. <u>วิธีวิเคราะห์การทดสอบสมรรถภาพปอด</u>

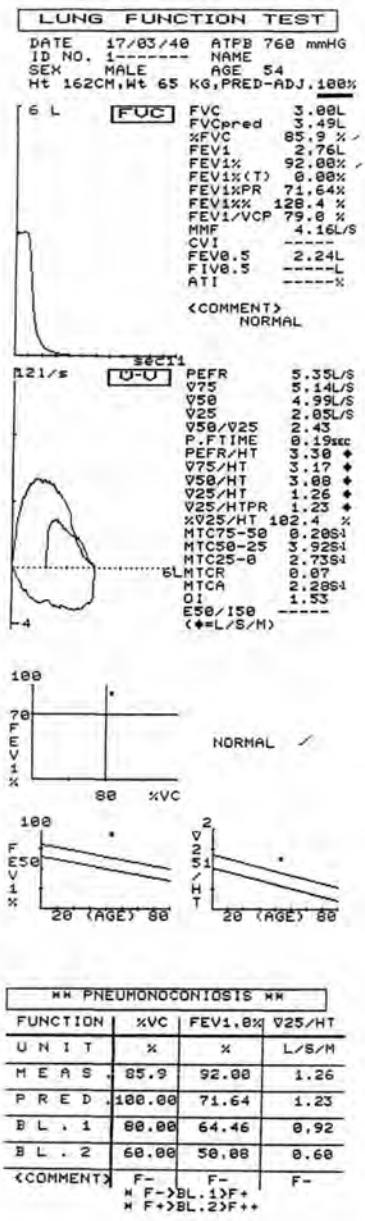
จากตารางบันทึกผลสมรรถภาพปอดสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.9 ซึ่งบอกถึงค่า % FEV_1 / FVC และ % FVC สำหรับค่าของ % MMEF ของเพศชายที่มีอายุมากกว่า 19 ปี สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$\% \text{ MMEF} = \frac{\text{MMEF ที่ได้จากเครื่อง}}{\text{MMEF predicted}} \times 100$$

โดย $\text{MMEF predict} = (0.051 \times \text{Ht} \times \frac{1}{2.54}) + 2.954 - 0.046 \times \text{Age}$

เมื่อ Ht - ส่วนสูง (เซนติเมตร)

Age - อายุ (ปี)



** PNEUMONOCONIOSIS **

FUNCTION	%VC	FEV1.0%	V25/HT
U N I T	%	%	L/S/M
M E A S .	85.9	92.00	1.26
P R E D .	100.00	71.64	1.23
B L . 1	80.00	64.46	0.92
B L . 2	60.00	50.00	0.60
<COMMENT>	F-	F-	F-

* F->BL.1>F+
* F+>BL.2>F++

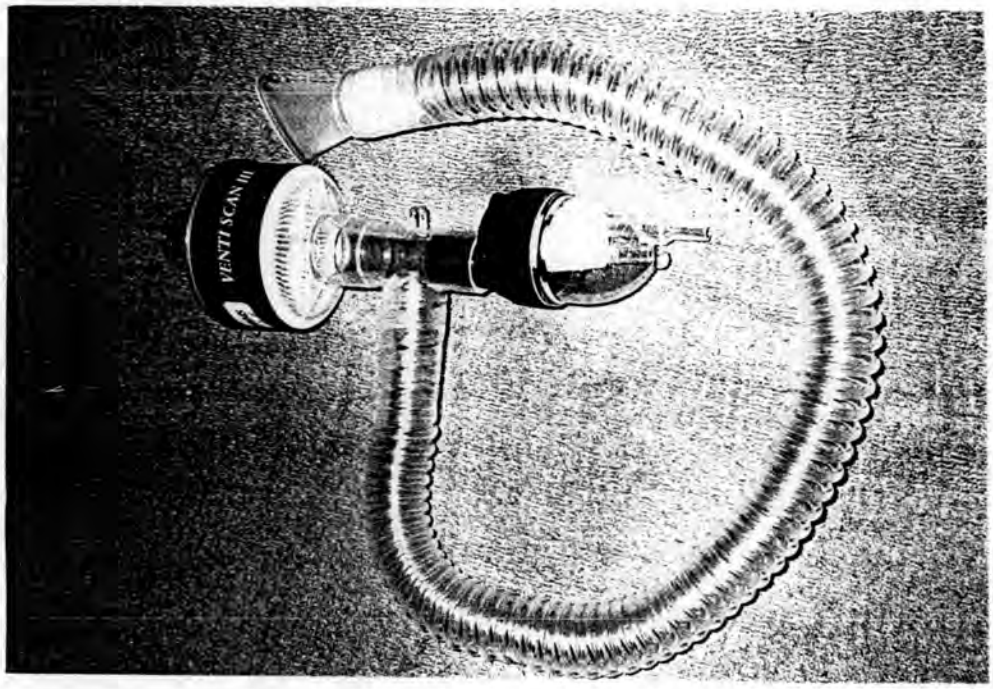
รูปที่ 3.9 ตัวอย่างตารางบันทึกผลสมรรถภาพปอด

3.2.4 การตรวจพยาธิสภาพปอดด้วย Gamma Camera Method

1. <u>วัสดุอุปกรณ์</u>

- เครื่องวัดปริมาณ activity ของสารกัมมันตรังสีรุ่น Atomlab 200 dose calibrator Biodex Medical Systems Inc.

- เครื่องทำละอองไอ Venti scan III Biodex Medical Systems Inc. ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 เครื่องทำละอองไอ

- เครื่องแกมม่าคาเมร่า General Electric Model 400ac Star cam ดังรูปที่ 3.11

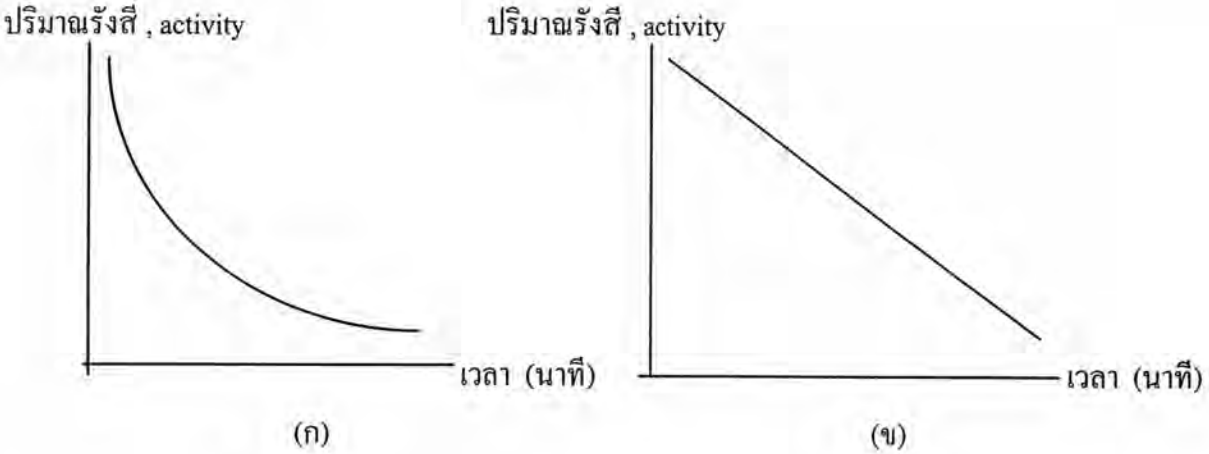
รูปที่ 3.11 เครื่องแกมม่าคาเมร่า แสดงท่าถ่ายจากด้านหลัง (Posterior view)

- Tc-99m DTPA (Technitium-99m Diethy lene Triamine Penta-acetate acid)

2. <u>วิธีการ</u>

ให้ผู้ได้รับการตรวจนอนหงาย ตั้ง Gamma camera detector ไว้ด้านหลังตรงบริเวณปอด ต่อ nebulizer เข้ากับท่อออกซิเจน ใช้สารเภสัชรังสี DTPA ซึ่งติดฉลากกับ Tc-99m 20 mCi ในปริมาตร 2 ซีซี ใส่เข้าเครื่อง nebulizer ให้หายใจทางปากผ่านทาง mouthpiece และปิดจมูกไว้ด้วย nose clamp ต้องอมสาย nebulizer ให้แน่น ระวังไม่ให้มีลมรั่วออกทางปากเปิดให้อัตราไหลของออกซิเจนประมาณ 10 - 12 ลิตรต่อนาที สูดหายใจเข้าออกตามปกติทางปากเป็นเวลา 5 นาที ถ่ายภาพปอดตั้งแต่เริ่มเปิดออกซิเจน ปิดการไหลของออกซิเจน ให้สูดหายใจต่ออีก 1 นาที ปิดเครื่อง nebulizer และนำอุปกรณ์ทั้งหมด (nebulizer และ mouthpiece) ไปทิ้งในที่เก็บขยะรังสี ให้นอนต่อไปอีกจนครบ 30 นาที ถ่ายภาพปอดตั้งแต่นาทีแรกจนถึงนาทีที่ 30 ใช้เทคนิคการถ่ายภาพ dynamic โดย

ถ่ายท่า posterior เครื่องแกมม่าถ่ายภาพทุก ๆ 30 วินาที จนได้ภาพรวมทั้งหมด 60 ภาพ ภาพปอดในคนปกติ จากการใช้ aerosol จะให้ภาพการกระจายของ Tc-99m ในปอดอย่างสม่ำเสมอ แต่อาจเห็นหลอดลมประธานถ้าผู้รับการตรวจหายใจไม่ดี หรือละอองไอขนาดใหญ่เกินไป หรืออาจเห็นหลอดอาหาร หรือกระเพาะอาหารในภาพได้ถ้าผู้รับการตรวจกลืนสารเภสัชรังสีเข้าไป ภาพทั้ง 60 ภาพจะแสดงตำแหน่งและปริมาณที่สารเภสัชรังสีกระจายตัวอยู่ ได้ภาพเป็นรูปปอดทั้ง 2 ข้าง ผู้วิจัยทำการกำหนดตำแหน่งปอดเป็นบน (apex) กลาง (middle) และล่าง (base) ของปอดแต่ละข้าง เพื่อดูปริมาณสารรังสี ณ ตำแหน่งนั้นภายในพื้นที่ที่กำหนด คอมพิวเตอร์วัดปริมาณสารรังสีและบันทึกผล พร้อมทั้งวาดกราฟระหว่างปริมาณสารเภสัชรังสีกับเวลา ดังรูปที่ 3.12 โดยแกน Y แสดงปริมาณของสารเภสัชรังสีที่เหลืออยู่และแกน X เป็นเวลา ซึ่งจะมีลักษณะเป็น mono-exponential (ภาพ ก) และจะมีลักษณะเป็นเส้นตรงเมื่อ plot บน semi-log plot (ภาพ ข)



รูปที่ 3.12 ปริมาณของสารเภสัชรังสีในปอด

3. <u>คำนวณอัตราการซึมผ่านของสารเภสัชรังสี</u>

สามารถคำนวณหาปริมาณสารเภสัชรังสี (Activity) ในเวลาต่าง ๆ ได้ดังสมการ

$$A_t = A_0 e^{-\lambda t}$$

โดย A_t - เป็นปริมาณสารเภสัชรังสี ณ เวลาที่ต้องการ

A_0 - เป็นปริมาณสารเภสัชรังสีที่เวลาเริ่มต้น

t - เป็นช่วงเวลาจากจุดเริ่มต้นถึงเวลาที่ต้องการ

λ - ความชันของ curve

e - 2.7182

เมื่อกำหนดให้ T1/2 คือ เวลาที่ปริมาณสารเภสัชรังสีในปอดลดลงเหลือครึ่งหนึ่งของปริมาณที่เวลาเริ่มต้น

$$A_0/2 = A_0 e^{-\lambda t_{1/2}}$$

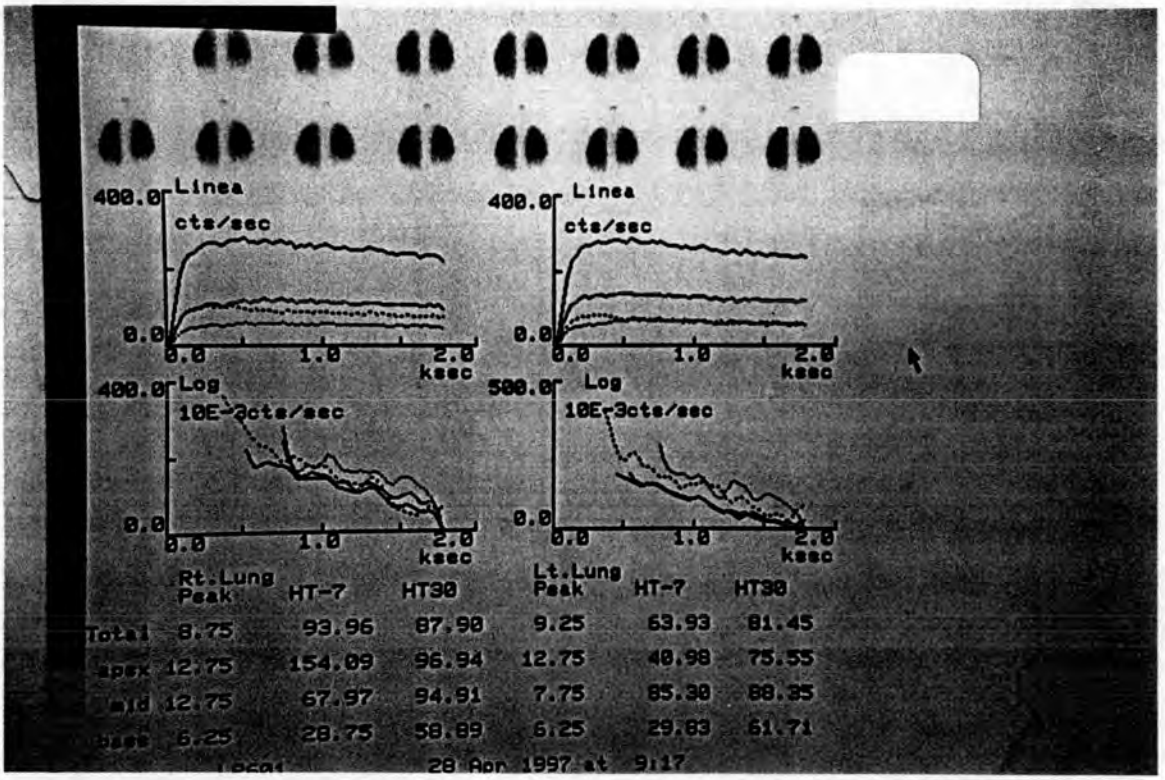
$$1/2 = e^{-\lambda t_{1/2}}$$

$$-\ln 2 = \lambda t_{1/2}$$

$$t_{1/2} = \frac{-\ln 2}{\lambda}$$

$$= \frac{-0.693}{\lambda}$$

ผลที่ได้จะแสดงอัตราการซึมผ่านของสารเภสัชรังสีช่วงเวลา 7 นาที (HT-7) และ 30 นาที (HT-30) ของปอดข้างขวาและซ้าย ถ่ายออกมาเป็นฟิล์มแกมม่า ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 ตัวอย่างฟิล์มแกมม่า

ที่มา : เครื่องแกมม่าคาเมร่า General Electric Model 400ac Star cam โรงพยาบาลจุฬาลงกรณ์

3.3 การแปลผลและวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ทางสถิติ ใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (Statistical Package for the Social Science Version 6) พิจารณา

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

- สถิติเชิงอนุมาน (Inferential Statistics) ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน มีหลักเกณฑ์ในการพิจารณาเลือกใช้คือ การตรวจสอบการแจงแจงของข้อมูลทั้ง 3 กลุ่มว่ามีการแจกแจงของข้อมูลเป็นแบบปกติหรือไม่โดยใช้ K-S (Kolmogorov-Smirnov Goodness of Fit Test) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยข้อมูลระหว่างกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มและกลุ่มควบคุมโดยใช้ ANOVA ทั้งนี้เพื่อ

3.3.1 หาความแตกต่างของค่าอัตราการซึมผ่านของสารเภสัชรังสี Tc-99m DTPA ของปอดระหว่างกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุมด้วย ANOVA

3.3.2 หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่น PM10 ที่ได้รับ และระยะเวลาในการปฏิบัติงานกับค่าอัตราการซึมผ่านของสารเภสัชรังสี Tc-99m DTPA ของปอดโดยอาศัย Correlation โดย

1. หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่น PM10 ในจุดตรวจวัด 4 จุด
2. หาความสัมพันธ์ระหว่างสุขภาพปอดของกลุ่มตัวอย่างและกลุ่มควบคุม
3. หาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่น PM10 และสุขภาพปอด