บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ในบรรยากาศบริเวณที่ทำงาน และสมรรถภาพของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง ของคนงานโดย การตรวจฟังเสียงของระบบหายใจ ตรวจปริมาตรการหายใจเข้าออก ปริมาตรความจุปอด ความเร็ว ในการหายใจในปริมาตรที่กำหนด ตรวจ X-ray ดูโครงร่างและการทำงานและพยาธิสภาพของ ระบบหายใจส่วนล่าง ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษา ครั้งนี้ คือ

1. ความหมายของฝุ่น ชนิดต่างๆ ฝุ่นทั่วไป ฝุ่น PM10 ค่ามาตราฐานของประเทศต่างๆ และกลไกการก่อพยาธิสภาพ งานวิจัยเรื่องเกี่ยวกับฝุ่น

2. ระบบทางเดินหายใจ อวัยวะและส่วนของร่างกาย ที่ประกอบกันเป็น ระบบทางเดิน หายใจส่วนล่าง

3. การเสื่อมสมรรถภาพของระบบทางเดินหายใจส่วนล่างจากฝุ่นชนิดต่างๆ

4. การตรวจเสียงการทำงานของระบบทางเดินหายใจส่วนล่างโดยใช้ stethoscope

5. สิ่งที่ตรวจพบในโรคต่างๆของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง

6. การอ่านฟิล์ม X-ray เพื่อประเมินสมรรถภาพของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง

7. การตรวจสมรรถภาพระบบทางเดินหายใจส่วนล่างโดยใช้เครื่อง Spirometer และ การประเมินค่าที่วัดได้

8. การเก็บตัวอย่างฝุ่นในอากาศจากบริเวณที่ทำงาน เครื่องมือ และวิธีการ

9. ข้อมูลโรงงานและการประกอบการในอำเภอสารภี ข้อมูลขบวนการของโรงงานไซแอม โทแบคโค

10. ขบวนการอบ และบ่มใบยาสูบในโรงงานไซแอมโทแบคโค

11. ขบวนการภายในโรงงานที่เป็นสาเหตุของการเกิดฝุ่น ในโรงงานไซแอมโทแบคโค

12. ทฤษฎี ที่เกี่ยวกับ การยอมรับและ การเห็นความสำคัญของ ปัจจัยด้านสุขภาพ การยอมรับเครื่องป้องกันอันตรายจากฝุ่นละออง ในการทำงาน การทดสอบเรื่องประสิทธิภาพของหน้ากาก (ที่ครอบปากและจมูก)ในการป้องกันฝุ่นชนิดต่างๆ

1. ความหมายของฝุ่น

ชัยยุทธ ชวลิตนิธิกุล (2533) กล่าวบรรยายไว้ส่วนหนึ่งว่าส่วนฝุ่นที่มีขนาดเล็กมากจะแขวนลอยอยู่ในอากาศได้เป็นเวลานาน ขนาดของฝุ่นที่จะสามารถเข้าไปสะสมในปอดได้นั้นจะมีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน) ฝุ่นยังหมายถึงดินแห้ง สิ่งอื่นที่ละเอียดที่เป็นผงเช่นผงทราย อินทรีย์วัตถุจากพืช อนุภาคกัมมันตรังสีจากผิวโลก ไอพิษจากการเผาผลาญเชื้อเพลิงประเภทฟอสซิล ซึ่งล่องลอยในบรรยากาศ หรือเกาะเป็นคราบอยู่ในสิ่งแวดล้อม พร้อมที่จะปลิวกระจายถ้ามีลมพัดหรือมีการสั่นสะเทือน ฝุ่นมีขนาด 0.3-100 ไมครอน ฝุ่นขนาดเล็กเรียกย่อๆว่า PM10 (ขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน) ส่วนฝุ่นทั่วไปเรียกย่อว่า TSP (= Total Suspended particle)

สมชัย บวรกิตติ และรังสรรค์ บุษปาคม (2542) ได้บรรยายเรื่องฝุ่นไว้ว่า ฝุ่น เป็นอนุภาคของแข็งที่ฟุ้งกระจายในอากาศ โดยเกิดจากการบด กระแทก ทุบขัด และระเบิดเป็นต้น ฝุ่นจะมีขนาดต่างๆ กันและมีรูปร่างไม่แน่นอนฝุ่นที่มีขนาดใหญ่จะตกสู่พื้นดินอย่างรวดเร็ว ฝุ่นในบรรยากาศของผิวโลกเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติจากปรากฏการณ์เคมีแสงในบรรยากาศ (Photo-chemical reaction),การกัดกร่อนพัดพาพื้นผิวโลกของลมและพายุ,เถ้าถ่านจากไฟไหม้ป่า เถ้าภูเขาไฟระเบิด ฯลฯ ส่วนน้อยจากการเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิต (เช่น การวิ่งของสัตว์) ควันไฟจากการหุงหาอาหาร การเผาไหม้เชื้อเพลิง, การก่อสร้าง ,งานอุตสาหกรรม การใช้ยวดยานต่างๆ ฝุ่นจึงจำแนกเป็นแหล่งใหญ่ๆ เป็นฝุ่นที่เกิดตามธรรมชาติและฝุ่นเกิดจากวิถีชีวิตของมนุษย์ และการประกอบอาชีพ ฝุ่นจากธรรมชาติได้แก่ ฝุ่นละอองจากพืช เช่นละอองเกสร สปอร์ ฝุ่นละอองที่มีจุลลินทรีย์ก่อโรคประเภท เชื้อไวรัส ฝุ่นไรบ้าน และฝุ่นกัมมันตรังสี ส่วนฝุ่นในสถานประกอบอาชีพซึ่งก่อให้เกิดโรคได้ แบ่งเป็น

1.1 ฝุ่นจาก สารอินทรีย์ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อม เกิดจาก สิ่งมีชีวิต ทั้ง มนุษย์ สัตว์ พืช จุลชีพ จะสามารถก่อให้เกิด โรคปอดอักเสบเหตุพิษ โรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง โรคปอดอักเสบจากภูมิไวเกิน โรคหืดเหตุอาชีพ โรคฝุ่นฝ้าย โรคชานอ้อย

1.2 ฝุ่นอนินทรีย์หรือฝุ่นแร่ ทำให้เกิดโรคฝุ่นจับปอดได้แก่ โรค ซิลิโคสิส (จากหรือฝุ่นทราย) ฝุ่นหิน ถ่านหิน แร่ไยหิน แป้งฝุ่น ดินขาว ฝุ่นแร่เหล็ก พลวง ดีบุก และ แบเรียม

รายงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับฝุ่นและผลกระทบของฝุ่นต่อสิ่งแวดล้อมสุขภาพ และสมรรถภาพของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง

เอกสารเรื่องปัญหามลพิษจากอากาศของ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข 2540 และเอกสารเรื่องค่ามาตราฐานของสารก่อมลภาวะของสมาคม AGGIH 1995 ได้ระบุค่ามาตราฐานที่ยอมรับได้เกี่ยวกับฝุ่นในบรรยากาศทั่วไป และในที่ทำงานไว้ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 มาตราฐานค่าฝุ่นใน อากาศทั่วไปและในที่ทำงาน ของประเทศต่าง ๆ

	ปริมาณใน บรรยากาศ		ปริมาณในที่ทำงาน(work place)	
เฉลี่ย 24 ชม	ฝุ่นทั่วไป	PM10	ฝุ่นทั่วไป	PM10
ประเทศไทย	0.55 mg/m^3	0.12 mg/m^3	15 mg/m^3	5 mg/m^3
WHO[1]	0.15-0.25 mg/m^3			
USA				
(EPA[2] OSHA[3])		0.15 mg/m^3	15 mg/m^3	5 mg/m^3
California		0.05 mg/m^3		
ACGIH[4]			10 mg/m^3	3 mg/m^3
จีน	0.15-0.5 mg/m^3			
ญี่ปุ่น		0.10 mg/m^3		

[1] World Health Organization

[2] Environmental Protection Agency

[3] Occupation Safety and Health Administration

[4] American Conference of Government Industrial Hygienist

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับฝุ่น

สุรีย์พร ปันเปียง (1999) ได้เขียนเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมและมลภาวะไว้ว่า ในเมืองใหญ่เช่นกรุงเทพในเรื่องปัญหาสิ่งแวดล้อมพบว่าคนที่อาศัยอยู่ใน แหล่งสลัมบ้านจัดสรร บ้านในซอย บ้านริมถนน และสถานที่ๆมีการก่อสร้าง ร้อยละ 63 ถึงร้อยละ 81 เห็นว่าฝุ่นเป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ

นิตยา มหาผล (2543) ได้กล่าวถึงสถานะการทางเศรษฐกิจและความเจริญทำให้เกิดปัญหามลภาวะไว้ว่าคุณภาพอากาศที่แย่ลงในกรุงเทพมหานครและเมืองใหญ่ๆ ตามภาคต่างๆ เป็นดัชนีที่บ่งชี้การขยายตัวทางเศรษฐกิจ ความร่ำรวยเป็นผลทำให้มีการใช้รถใช้ถนนมากขึ้น การขาดการวางแผนระบบขนส่งมวลชนที่มีประสิทธิภาพทำให้จำนวนยวดยานบนถนนเพิ่มสูง มีการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงจำนวนมหาศาล ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์ก่อเกิดมลภาวะทางอากาศมากขึ้น การล่มสลายของระบบเศรษฐกิจของประเทศ ในปี พ.ศ.2538 เป็นต้นมา เป็น ผลทำให้คุณภาพอากาศดีขึ้นเทียบกับก่อนหน้านั้นโดยเฉพาะปริมาณฝุ่นมีการลดลงช่วงหนึ่ง แต่ต่อมาก็เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องไปอีกทำให้กรุงเทพมหานครถูกจัดว่าเป็นเมืองมีมลภาวะอยู่ในขั้นเลวร้ายเมืองหนึ่งของโลก โดยเฉพาะบางพื้นที่ในกรุงเทพมีปริมาณฝุ่นสูงเป็น 4 เท่า ของค่าเฉลี่ย (Mean) มาตราฐาน 24 ชั่วโมง และสูงเป็น 2 เท่าของค่าเฉลี่ย (Median) มาตราฐานของประเทศ

ในรายงานของกรมควบคุมมลพิษ (2534, 2540) พบฝุ่นละอองรวมเฉลี่ย TSP (Total suspended particle) ต่อปีบริเวณทั่วไปในกรุงเทพมหานคร มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.12-0.18 มิลลิกรัม (120-180 ไมโครกรัม) ต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งค่ามาตราฐานเท่ากับ 0.1 มิลลิกรัม (100 ไมโครกรัม) ต่อลูกบาศก์เมตร ในปี พ.ศ.2534-พ.ศ.2540 กรมควบคุมมลพิษ รายงานอีกว่าพบฝุ่นละอองรวมเฉลี่ย 1 ปี (TSP Year) บริเวณทั่วไปในกรุงเทพมหานคร มีค่าอยู่ในช่วงระหว่าง 0.12-0.18 มิลลิกรัม (120-180ไมโครกรัม) ต่อลูกบาศก์เมตรซึ่งค่ามาตราฐานเท่ากับ 0.1 มิลลิกรัม (100 ไมโครกรัม) ต่อลูกบาศก์เมตร ในช่วงปี 2537-2539 มีปริมาณฝุ่นละอองที่วัดได้พบว่าเพิ่มขึ้นโดยตลอด และมีบางบริเวณมีค่าเกินมาตรฐาน ในรายงานเพิ่มเติมของกรมควบคุมมลพิษ 2537 กล่าวว่าในส่วนภูมิภาค กรมอนามัยได้ดำเนินการเฝ้าระวังฝุ่นละออง (TSP) ในจังหวัดสระบุรี ชลบุรี ระนอง ฉะเชิงเทรา กาฬสินธุ์ ลำปางในช่วงปี 2533-2536 พบว่าจังหวัดดังกล่าวมีค่าเฉลี่ยรายปี (TSP Year) เกินค่ามาตราฐาน ในด้านฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10 = Particulate Matter ที่มีขนาดน้อยกว่า 10ไมครอน) กรมอนามัยได้ทำการสุ่มตรวจวัดอีกในปี พ.ศ.2540 และพบว่า ในกรุงเทพมหานคร นนทบุรี ปทุมธานี และสมุทรปราการพบว่าค่าเฉลี่ยฝุ่นละอองขนาดดังกล่าวรายปี (PM10 Year) มีค่าอยู่ระหว่าง 108-125 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตรซึ่งสูงกว่าค่าเฉลี่ยคือค่าเฉลี่ยรายปีของช่วงปีนั้นเท่ากับ 50 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในการดำเนินการเฝ้าระวัง 29 จังหวัด

ของกรมอนามัยพบว่าเกือบทั้งหมดมีค่า PM10 เฉลี่ยรายปีสูงเกือบทั้งหมด ในปี พ.ศ. 2540ได้มีการสุ่มตรวจ PM10 ในจังหวัดที่เป็นตัวแทนภาคคือ เชียงใหม่ นครราชสีมา ภูเก็ต และระยอง ในช่วงเฉลี่ย 24 ชั่วโมง(PM10 24Hr) พบว่ามีค่าเฉลี่ยต่ำที่ 40-80 ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งค่าเฉลี่ยทั่วไปอยู่ที่ 120ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ยุวดี คาดการณ์ไกล 2542 สถานการณ์ด้านสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อมในประเทศไทย บริษัทไซเบอร์ เพรส จำกัด กรุงเทพ หน้า 56-57) ก่อนหน้านั้นในการสุ่มตรวจวัด 3 แห่งในตัวเมืองจังหวัดเชียงใหม่ในปี พ.ศ.2536ได้ค่าปริมาณฝุ่นละออง (TSP 24 Hr) เฉลี่ย 24 ชั่วโมง อยู่ในช่วงระหว่าง 0.29-0.57 มิลลิกรัม (290-570 ไมโครกรัม) ต่อลูกบาศก์เมตรสูงกว่าค่ามาตรฐานซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.33 มิลลิกรัม (330ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)

เวนดี้ พานิชศุภผล และคณะ (2543) ได้กล่าวสรุปในการศึกษาเรื่อง PM10ในอาคารและปัจจัยเสี่ยงอื่นต่อโรคปอดบวมในเด็กกรุงเทพมหานคร ว่าจากการเยี่ยมบ้านและทำการตรวจวัดค่าฝุ่นภายในบ้านของเด็กที่ป่วย 61 รายกับเด็กกลุ่มควบคุม 67 รายร่วมกับการเก็บข้อมูลเรื่องปัจจัยเสี่ยงในสิ่งแวดล้อมและลักษณะประชากร พบค่า PM10 ในบ้านมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 136 ไมโครกรัม (0.136 มิลลิกรัม) ต่อลูกบากศ์เมตร พบว่าทุกๆ ค่าของ PM10 ที่เพิ่มขึ้น 100 ไมโครกรัมต่อลูกบากศ์เมตรจะมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มอัตราเสี่ยงการเกิดโรคปอดบวมที่ 95 % confident interval CI= 0.96-11.18) และยังพบว่าปัจจัยการดูแลเด็กโดยบุคคลอื่นนอกเหนือจากมารดา ปัจจัยทุพโภชนาการ และปัจจัยที่มีการศึกษาต่ำ มีความสัมพันธ์ ต่ออัตราความเสี่ยงในการเกิดโรคอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งผลจากการป่วยจากปอดบวมย่อมส่งผลกระทบต่อสมรรถภาพและประสิทธิภาพของระบบทางเดินหายใจเด็กในอนาคต เมื่อเด็กโตเป็นผู้ใหญ่ และเป็นผู้สูงอายุในอนาคต

มาลินี วงศ์พานิช (2541) กล่าวถึง การป้องกันและ ควบคุม ฝุ่นในโรงงาน ได้ อธิบายว่าได้แก่ การตรวจสุขภาพ แก่กลุ่มคนงานที่มีความเสี่ยงในด้านเกี่ยวกับฝุ่นประเภทฝุ่นฝ้าย ป่าน ปอ และเศษผงของพืช ทำโดยควบคุมปริมาณฝุ่นในที่ทำงาน ติดป้ายเตือนอันตรายจากฝุ่นไว้ที่ทางเข้าทุกแผนกของโรงงาน ด้านการดูแลผู้ประกอบอาชีพโดยตรงเน้นการจัดอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เหมาะสมเช่นหน้ากากป้องกันระบบทางเดินหายใจ จัดให้มีการอบรมพนักงานจากฝุ่น การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล การทำงานอย่างถูกวิธี จัดให้มีการหมุนเวียนการทำงานในแผนกต่างๆ การจัดให้มีการตรวจสุขภาพแรกเข้าทำงาน และการตรวจสุขภาพเป็นระยะ โดยการตรวจสุขภาพร่างกายแรกเข้าทำงานให้มีการสัมภาษณ์ประวัติ ส่วนระบบทางเดินหายใจ ซักถามอาการแสดงโดยใช้แบบสอบถาม ซักถามประวัติ โรคประจำตัว การสูบบุหรี่ การทำงานในอดีต การตรวจสุขภาพประกอบด้วย การตรวจสุขภาพทั่วไป และตรวจระบบทางเดินหายใจ

หายใจ การทดสอบสมรรถภาพการทำงานของปอดในกรณีที่มีความเสี่ยงจากฝุ่นกลุ่มสารอนินทรีย์ เช่น ทราย หิน ดิน ก็ให้มีการถ่ายภาพรังสีปอดขนาดมาตรฐานร่วมด้วย

2. ระบบการหายใจ อวัยวะที่ประกอบขึ้นเป็นระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง

ชัยเวช นุชประยูร (2532) ได้บรรยายเรื่องกายวิภาคของระบบทางเดินหายใจไว้ว่า ระบบการหายใจ ประกอบด้วย หลอดลม เนื้อปอด หลอดลมแบ่งเป็นสองส่วนใหญ่ๆคือ หลอดลมส่วนบน ซึ่งอยู่เหนือกล่องเสียงขึ้นมาและหลอดลมส่วนล่างซึ่งอยู่ต่ำกว่ากล่องเสียงลงไป เนื้อปอดเป็นอวัยวะที่อยู่ภายในทรวงอก มีเยื่อหุ้มปอดหุ้มอยู่สองชั้นคือ ชั้น parietal ซึ่งติดอยู่กับผนังทรวงอก และชั้น viscera ซึ่งติดกับเนื้อปอด ระหว่างเยื่อหุ้มปอดทั้งสองข้างเป็นช่องว่างเรียกว่า pleural cavity

เชิดชัย นพมณีจำรัสเลิศ 2543 ระบุไว้ว่าทางเดินหายใจส่วนล่างคือ ส่วนของทางเดินหายใจที่เป็นส่วนถัดมาจากทางเดินหายใจส่วนบนซึ่งนับตั้งแต่ส่วนของหลอดลมที่แยกไปปอดสองข้าง (Carina) ลงมา

3. การเสื่อมสมรรถภาพของระบบทางเดินหายใจส่วนล่างจากฝุ่นชนิดต่างๆ

Frank E.Speizer 1991 ได้บรรยายว่า ฝุ่นทั่วไปมาจากดินประกอบไปด้วย อินทรีย์สาร ซึ่งได้แก่ซากพืชซากสัตว์ และอนินทรีย์สารได้แก่ สารประกอบ อลูมิเนียมออกไซด์ ซิลิกา (ฝุ่นจากทราย) คาร์บอน ออกไซด์ของเหล็ก Kaolin Boxite เป็นต้น เมื่อคนหายใจเอาฝุ่นเข้าไปในปอดส่วนหนึ่งจะเกิดปฏิกิริยาระคายเคืองจากกลุ่มสารดังกล่าวมีผลทำให้เยื่อบุถุงลมและหลอดลมอักเสบแบบเรื้อรัง ทำให้เกิดการสร้างพังผืด และกลไกขนโบกพัดเสื่อมและสูญเสียหน้าที่ เกิดการคั่งของเสมหะและเมือก และสารคัดหลั่ง ซึ่งต่อมาเสมหะ,สารคัดหลั่ง และ ผงฝุ่นที่สะสมมากขึ้นจะอุดกั้นถุงลมและหลอดลมขนาดเล็ก ทำให้ปอดเสื่อมสมรรถภาพในการทำงานเกิดการขยายตัวของปอดจากการสูญเสียความยืดหยุ่นของถุงลมและหลอดลม (ถุงลม, หลอดลมโป่งพอง หรือภาวะปอด และหลอดลมอุดกั้น หรือ Chronic Obstructive Pulmonary Disease) ผงฝุ่นที่สะสมร่วมกับการสร้างพังผืดในปอดทำให้เกิดภาวะปอดแข็ง หรือโรคฝุ่นจับปอด (Pnemoconiasis) ภาวะปอดและหลอดลมอุดกั้นและโรคฝุ่นจับปอดจะทำให้ปอดเสื่อมสมรรถภาพโดยทำให้ปริมาตรและความเร็วในการหายใจเข้าออกลดลง มีการคั่งค้างของอากาศในปอดมากขึ้น การวัดโดยเครื่อง Spirometer จะพบว่า ค่า FEV1 และ FVC จะลดลง (จะลดลงไม่พร้อมกันในแต่ละคน หรือในแต่ละสิ่งแวดล้อม)

สมชัย บวรกิตติ และ รังสรรค์ ปุษปาคม (2542) ได้กล่าวว่าจากการตรวจพบว่าฝุ่นในอากาศตามแนวถนนสายสำคัญในกรุงเทพมหานครและเมืองใหญ่อื่นๆของประเทศไทยมีค่าสูงเกินมาตรฐานที่กำหนดมาหลายปีแล้ว เช่น ในปี พ.ศ. 2538 ค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงของฝุ่น ในถนน (TSP 24) สูงถึง 1.38 มก/ลบ.ม. (ค่ามาตรฐาน 0.33 มก/ลบ.ม) และค่าปริมาณอนุภาค PM10 เฉลี่ย 24 ชั่วโมง สูงถึง 265 ไมโครกรัม/ลบ.ม. (ค่ามาตรฐานไม่เกิน 120 มคก/ลบม. เฉลี่ย 24 ชม.) การที่การที่ฝุ่นขนาดเล็ก (PM10)สามารถแขวนลอยในบรรยากาศได้นานจะผ่านเข้าไปในทางเดินหายใจได้ลึกซึ่งอาจทำให้เกิดการเสื่อมสมรรถภาพของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง จากภาวะอุดกั้นปอดและหลอดลม มีรายงานการศึกษาสุขภาพของตำรวจจราจรในกรุงเทพมหานครพบว่า จากการทดสอบหน้าที่ปอดพบว่าตำรวจจราจรกรุงเทพฯ มีค่าปริมาตรการหายใจออกอย่างแรงในส่วนร้อยละ 25-75 (FEF 25%-75%) ต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญ

สว่าง แสงหิรัญวัฒนา และคณะ (2537) ได้รายงานการศึกษาการเสื่อมสมรรถภาพปอดของตำรวจจราจรในกรุงเทพมหานคร พบว่า จาก 174 คนมีปอดเล็กลง 30ราย (Restrictive Lung) มีหลอดลมขนาดเล็กตีบลง 11 ราย หลอดลมใหญ่ตีบลง 3 ราย รวมความผิดปกติที่เกิดขึ้น 44 ราย หรือ ร้อยละ 25.29

สว่าง แสงหิรัญวัฒนา และคณะ (2543) ได้รายงานผลการศึกษาและติดตามคนงาน 100 คนในโรงงานอาหารสัตว์แห่งหนึ่งเป็นเวลา 1 ปี โดยแบบสอบถามและตรวจสมรรถภาพปอดก่อนและหลังการทำงาน ตรวจฝุ่น พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงของการอุดกั้นหลอดลม 13 คนหลังจากทำงาน ส่วนอีก 2 คน มีหลอดลมอุดกั้นตั้งแต่ก่อนเข้างาน โดยปริมาณฝุ่นและสมรรถภาพของระบบทางเดินหายใจที่เสื่อมลง ในคนงานมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

มัทรี นครน้อย และคณะ (2544) ที่จังหวัดสระบุรีซึ่งมีอุตสาหกรรมการโม่หินโดยเฝ้าติดตามปริมาณฝุ่นในอากาศและภาวะความเสื่อมสมรรถภาพของระบบทางเดินหายใจและโรคทางเดินหายใจในกลุ่มประชากรทั้งจังหวัดช่วงเวลาตั้งแต่เดือนตุลาคม 2541 - กันยายน 2542 พบว่าปริมาณเฉลี่ยของฝุ่นขนาดเล็ก PM10 มีค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ตั้งแต่ 91 - 390 ไมโครกรัมซึ่งช่วงเวลาที่มีค่าเกินมาตรฐานที่ 120 มคก/ลบ.ม/เฉลี่ย 24 ชั่วโมง ในช่วงเดือนตุลาคม 2541-เมษายน 2542 ซึ่งตรงกับระยะฝนแล้งและอุณหภูมิอากาศค่อนข้างต่ำ ส่วนสภาวะเสื่อมสมรรถภาพและภาวะโรคทางเดินหายใจนั้น ติดตามจากรายงานเป็นช่วงละหนึ่งเดือนตลอดหนึ่งปี พบว่าโรคติดเชื้อในทางเดินหายใจส่วนบน พบบ่อยอันดับต้น โรคหลอดลมอักเสบพบรองลงมา ส่วนสภาวะเสื่อมสมรรถภาพของระบบหายใจจากภาวะปอดและหลอดลมอุดกั้นเรื้อรัง พบรองลงมาพร้อมๆ กับโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง โรคปอดบวม จากการวิเคราะห์พบว่าผลกระทบของฝุ่นขนาดเล็ก PM10 ต่อประชาชน

ในจังหวัดสระบุรี ที่ทำการสำรวจเห็นชัดในโรคปอดอักเสบ. สภาวะเสื่อมสมรรถภาพของระบบทางเดินหายใจจากภาวะปอดอุดกั้นเรื้อรังและโรคหืดในบางเกณฑ์อายุ

อุทัย สินเพ็ง ณรงค์ ศุภวิรุฬหวัฒน์ และศิรินันท์ สังฆโสภณ (2540) ได้รายงานการศึกษาเรื่องผลการสัมผัสฝุ่นต่อสมรรถภาพปอดของคนกวาดถนนในเทศบาลเมืองนครสวรรค์ โดยการวัดปริมาณฝุ่นพบว่าปริมาณฝุ่นเฉลี่ยในที่ปฏิบัติงาน 1.36 mg / cu.m ประเมินสมรรถภาพปอดในกลุ่มคนงาน 156 คน (ร้อยละ 93.6 เป็นเพศหญิง อายุ 22 –57 ปี ร้อยละ 79.4 อยู่ในเขตเทศบาล ทำงานนานเฉลี่ย 7.20 ปี ร้อยละ 66.7 ไม่มีการป้องกันฝุ่น) พบว่าร้อยละ49.6 มีสมรรถภาพปอดต่ำ โดยเป็นแบบตีบตันร้อยละ 45.0 แบบอุดกั้น ร้อยละ 4.6

ในต่างประเทศ รายงานของ Arden Pope กล่าวว่า ฝุ่นที่ปล่อยมาจากโรงงานถลุงเหล็กในมลรัฐยูทาห์ มีปริมาณของ PM10 ที่ทำให้เด็กที่เป็นโรคหืดมีสมรรถภาพการทำงานของปอดลดลง ค่า Peak Flow ลดต่ำลงและเกิดอาการหอบหืดบ่อยขึ้น รวมทั้งต้องใช้ยาบ่อยมากขึ้น และจำต้องเข้ารับการรักษาตัวในโรงพยาบาลบ่อยขึ้น (คิดเป็นสองเท่าของช่วงที่มี PM10 ต่ำ) จากรายงานของ Schwartz และคณะกล่าวว่า อัตราการใช้ห้องฉุกเฉินของผู้ป่วยที่มีภาวะเสื่อมสมรรถภาพของระบบทางเดินหายใจส่วนล่างจากโรคหอบหืดในเมืองซีแอตเติลประเทศสหรัฐอเมริกาสัมพันธ์โดยตรงกับ PM10 ในชั้นบรรยากาศ และด๊อคเคอรีย์กล่าวว่า ฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กมีความสัมพันธ์กับอัตราการตายของประชากร โดยประชากรที่เป็นโรคระบบทางเดินหายใจส่วนล่างเสื่อมสมรรถภาพจากภาวะปอดและหลอดลมอุดกั้น โรคปอด โรคหัวใจ และโรคมะเร็งปอด จะมีอัตราตายเพิ่มขึ้น (ปกิต วิชชยานนท์, 2542)

Beverly S. Cohen (1997) ได้กล่าวถึงการทำ Dynamic Pulmonary Function Test ได้แก่การตรวจ วัดค่า FVC และ FEV1 โดยควรจะเป่าเพื่อพิจารณาค่าที่ดีที่สุดใน 3 ครั้ง นำค่าที่ได้มาประเมินค่า FEV1/FVC % ในคนปกติ จะมีค่า 70 - 80% ควรมีการนำค่า FEF 25-75 มาใช้เพื่อประเมินค่าการอุดกั้นระบบทางเดินหายใจส่วนหลอดลมฝอย

4. การตรวจร่างกายระบบหายใจ

ชัยเวช นุชประยูร (2532) ได้บรรยายไว้ว่าในการสังเกตดูการเคลื่อนไหวของทรวงอก แพทย์ผู้ตรวจควรสังเกตดู

1. อัตราการหายใจ (rate)
2. ความลึก (amplitude)
3. จังหวะ (rhythm)

4. การเคลื่อนไหวกระบังลม

5. การเคลื่อนไหวของทรวงอกแต่ละข้าง

ความผิดปกติของอัตราการหายใจ จังหวะ และความกว้าง มีดังต่อไปนี้

การหายใจเร็ว (tachypnea) หมายถึง อัตราหายใจเร็วขึ้นโดยไม่เพิ่มความลึกและมีจังหวะ ปกติ อัตราการหายใจของผู้ใหญ่ในขณะพักประมาณ 16-20 ครั้ง/นาที ภาวะที่มีการหายใจเร็ว ได้แก่ ไข้ หัวใจวาย ความเจ็บปวด เยื่อหุ้มปอดอักเสบ ซีด ภาวะคอพอกเป็นพิษ การหายใจลำบากเกิดขึ้นทันทีทันใด (acute respiratory distress) จากการติดเชื้อ การขาดออกซิเจน ลมจากปอดรั่วออกมาในช่องเยื่อหุ้มปอด และโรคของเนื้อปอด เช่น interstitial fibrosis หรือมีการแทรกของเนื้อเยื่ออื่นเข้ามาในปอด

การฟัง แบ่งเป็น การฟังเสียงหายใจ (breath sound) การฟังเสียงพูด (voice soun-d) การฟังเสียงผิดปกติ (adventitious sound)

เครื่องมือ ที่ใช้คือ หูฟัง (stethoscope) ซึ่งส่วนที่ใช้วางบนจุดที่จะฟังมีสองแบบคือแบบ Bell และ diaphragm ส่วนด้านที่จะใช้ฟังจะสอดเข้าหูทั้งสองข้าง

เสียงหายใจ เกิดขึ้นเนื่องจากการเคลื่อนไหวของอากาศในหลอดลม ในลักษณะที่เป็นแบบเสียงผ่านท่อ (turbulence flow) เสียงหายใจในภาวะปกติถ้าฟังที่ตำแหน่งต่างๆ ของทรวงอกจะได้ลักษณะที่แตกต่างกันดังนี้

1. บริเวณหลอดลมใหญ่ (บริเวณด้านหน้าของคอ) ซึ่งไม่มีเนื้อปอดอยู่เลยจะได้ลักษณะเข้าสั้นออกยาว โดยมีช่วงความเงียบ (silent gap) เกิดขึ้นระหว่างกลาง ลักษณะการหายใจเช่นนี้เรียกว่า "bronchial(or tracheal or tubular) breath sound"

2 บริเวณทั่วไปของปอดทั้งสองข้าง จะได้ลักษณะเข้ายาว ออกสั้น เรียกว่า " vesicular breath sound" แต่ในกรณีที่เนื้อปอดผิดปกติเช่นมีเสมหะตกค้างมาก หรือภาวะปอดบวมเสียงที่ได้ยินจะเปลี่ยนเป็น แบบ bronchial breath sound

3. บริเวณเหนือหรือระหว่างไหปลาร้า สองข้าง หรือด้านหลังบริเวณกระดูกสะบักสองข้างซึ่งมีหลอดลมใหญ่อยู่ใกล้ผนังทรวงอก จะได้ยินเสียงหายใจ ซึ่งมีลักษณะผสมระหว่างสองแบบข้างต้น คือเข้าออกเท่ากันแต่ไม่มีช่วงความเงียบ

เสียงหายใจที่ถือว่าผิดปกติได้แก่

1. เสียงหายใจค่อยกว่าปกติ (Diminish breath sound) แสดงว่ามีการกั้นการนำเสียงจากเนื้อปอดมายังผนังทรวงอก พบได้ในภาวะกั้นการนำเสียงจากเนื้อปอดมายังทรวงอก พบได้ในภาวะมีลมในช่องปอด และมีของเหลวในช่องปอด

2. เสียงหายใจปกติที่พบในตำแหน่งที่ไม่ควรพบ เช่น Bronchial breath sound ที่ชายปอด มักแสดงถึงว่าปอดบริเวณนั้นเกิดภาวะเนื้อปอดแข็งขาดคุณสมบัติยืดหยุ่น (consolidation)

3. เสียงหายใจที่มีลักษณะเปลี่ยนไป เช่นเสียง Bronchial breath sound ที่ดังกว่าปกติ แสดงว่ามีโพรง (cavity)ในบริเวณนั้นๆ

เสียงพูด (Vocal Sound) เสียงพูดที่เปล่งออกจากคอ สามารถได้ยินด้วยการใช้หูฟังๆ ตามจุดต่างๆ บนผนังทรวงอกได้ เสียงที่ได้ยินเรียกว่า auditory fremitus หรือ vocal resonance แบ่งเป็น

1. Bronchophony เป็นเสียง vocal resonance ที่มีลักษณะที่ดังชัดกว่าปกติ พบได้ในภาวะเนื้อปอดแข็ง (consolidation)

2. Egophony เป็นเสียง vocal resonance ที่ดังชัดแต่เป็นเสียงขึ้นจมูก (เทียบได้กับเสียงที่เปล่งออกมาเมื่อเอามือบีบจมูก) พบในภาวะ เนื้อปอดแข็ง(consolidation)

3. Whispered (หรือ whispering) ได้ยินเสียงจากหูฟังเมื่อให้ผู้ป่วยกระซิบโดยไม่ให้มีเสียงออกมา ในภาวะปกติจะไม่พบ แต่จะพบได้ในกรณีที่ปอดแข็ง (consolidation)

เสียงผิดปกติ (Adventitious sound) เกิดขึ้นเมื่อมีพยาธิสภาพในหลอดลมและถุงลม เป็นต้นว่า หลอดลมตีบ ผนังหลอดลมหนา เสมหะในหลอดลมมาก ผนังหลอดลมขรุขระเนื่องจากก้อนเนื้อในหลอดลม เยื่อหุ้มปอดหนาขึ้น ผนังถุงลมหนาขึ้น เสียงผิดปกติเหล่านี้ได้แก่

1. Rale (crackles,crepitation) คือเสียงที่ดัง กรอบแกรบ หรือดังเปรียะๆ นั่นเอง ถ้าเป็นเสียงหยาบเกิดจากพยาธิสภาพในหลอดลมใหญ่เช่นหลอดลมอักเสบมีเสมหะข้นเป็นหนอง ถ้าเป็นเสียงละเอียดจะมีพยาธิสภาพอยู่ในหลอดลมส่วนฝอย และถุงลม ถ้าเป็นเสียงกลางๆ เกิดจากมีพยาธิสภาพในหลอดลมขนาดย่อมๆ

2. Rhonchi (หรือ wheeze) เกิดจากกลไกเช่นเดียวกับการเป่าปี่ เมื่อแนวแห่งลมผ่านรูแคบย่อมเกิดการสั่นของผนังทำให้เกิดเสียงเกิดจากพยาธิสภาพต่างๆ คือ

ก. การรัดตัวของกล้ามเนื้อหลอดลม เช่นโรคหืด

ข. ผิวด้านในหลอดลมขรุขระจากการคดงอของหลอดลมหรือจากก้อนเนื้อยื่นเข้าไปในหลอดลม

ค. เสมหะภายในหลอดลมมาก

โดยความแหลมหรือความแหบจะชี้ว่าตำแหน่งที่มีพยาธิสภาพอยู่ที่หลอดลมเล็กหรือใหญ่

3. Pleural rub เป็นเสียงที่เกิดจากการเสียดสีของเยื่อหุ้มปอดทั้งสองชั้น มีลักษณะคล้ายๆ กับเอาแผ่นหนังสองแผ่นมาถูกัน

4. Pleural splash คือเสียงน้ำกระฉอกในทรวงอก พบได้ในภาวะที่มีน้ำและลมในช่องปอดมากๆ (massive hydropneumothorax)

5. Systolic crunching sound คือเสียงกรอบแกรบที่ฟังได้บริเวณหัวใจ เป็นจังหวะกับการเต้นของหัวใจพบในโรค mediastinum emphysema

6. Bruit เป็นเสียงเลือดไหลในหลอดเลือดไปกลับแบบเสียงเลื่อยไม้ เกิดจากความผิดปกติมีการเชื่อมกันระหว่างเส้นเลือดแดงและเส้นเลือดดำของปอดหรือ เกิดระหว่างเส้นเลือดที่เข้าออกหัวใจ

5. สิ่งที่ตรวจพบในโรคต่างๆของระบบการหายใจ

สว่าง แสงหิรัญวัฒนา (2542) ได้บรรยายเรื่องสิ่งที่ตรวจพบในภาวะการเสื่อมสมรรถภาพและภาวะโรคของระบบทางเดินหายใจว่ามีดังต่อไปนี้คือ

1. ปอดอักเสบทั้งกลีบ (Lobar pneumonia) จะพบเสียงหายใจค่อยลงจะพบเสียง rale (กรอบแกรบ หรือเสียงเปรียะ) แบบละเอียดในระยะการอักเสบขยายจนปอดแข็ง (consolidation) เสียง rale จะหายไป จะมีเสียง bronchial breath sound ,egophony หรือเสียง whispered ระยะก่อนกลับสู่ปกติจะมีเสียง rale ร่วมด้วย

2. Atelectasis เป็นภาวะเสื่อมสมรรถภาพจากปอดแฟบ อาจเกิดจากหลอดลมใหญ่อุดตันจากเนื้องอก แผลเป็นจากอักเสบติดเชื้อ สิ่งแปลกปลอมตกลงไปในหลอดลม หรือจากสาเหตุอื่นๆ จะตรวจพบว่าเสียงหายใจลดลง voice sound ลดลง

3. การเกิดพังผืดยึดรั้งปอด(fibrosis) จะตรวจพบว่าเสียงหายใจเบาลง อาจพบเสียง fine rale ดังใกล้ กว่าปกติ

4. ภาวะปอดบวมน้ำ(pulmomary edema) อาจเกิดจากหัวใจซีกซ้ายล้มเหลว สำลักควันหรือสารพิษ เป็นต้น จะมีอาการเหนื่อย และไอมีเสมหะเป็นฟอง ในระยะต้นๆ จะฟังได้เสียง rhonchi (wheeze) และเสียง fine rale ที่ส่วนล่างของปอดสองข้าง

5. Chronic obstructive lung disease เป็นภาวะเสื่อมสมรรถภาพเรื้อรังของระบบทางเดินหายใจ มีความสัมพันธ์กับการสูดฝุ่น ควันบุหรี่หรือสิ่งแปลกปลอมเข้าไปในทางเดินหายใจส่วนล่างเป็นระยะเวลายาวนานหลายๆ ปี (ทำให้เกิดโรคภาวะปอดแข็งหรือ Pneumoconiosis) หรือพบในโรค Chronic bronchitis (หลอดลมอักเสบเรื้อรัง) Emphysema (ถุงลมโป่งพอง) และ Asthma (หืดที่เป็นมานานๆ) เป็นภาวะการที่หลอดลมตีบตัวจากการอักเสบเรื้อรัง มีอาการไอเรื้อรังและเหนื่อย สิ่งตรวจพบคือ Rhonchi และ Wheeze เสียงหายใจออกยาวกว่าปกติ ในระยะที่เป็นมาก

จะได้ยินเสียง Rhonchi แบบหยาบ และเสียง Wheeze ในจังหวะหายใจออก หากมีเสมหะมากกว่าปกติ จะตรวจพบเสียง Rale ตอนเริ่มหายใจเข้า

6. โรคหืด (Bronchial asthma) เกิดจากการที่หลอดลมตีบตัวเป็นพักๆ ในช่วงเกิดอาการจะตรวจพบเสียง Wheeze ในช่วงการหายใจออก หากเป็นมากจะได้ยินในช่วงหายใจเข้าด้วย ในระยะรุนแรงจะไม่ได้ยินเสียงหายใจเข้าออกเลย หรือได้ยินเสียงหายใจน้อยมาก

7. Pleural effusion เป็นภาวะที่โพรงเยื่อหุ้มปอดมีน้ำ จะตรวจพบว่า ทรวงอกข้างนั้นเคลื่อนไหวน้อยลง เสียงหายใจข้างที่เป็นลดลง และในบริเวณปอดเหนือระดับน้ำจะตรวจพบว่าปอดแข็ง (Consolidation)

8. Pneumothorax เป็นภาวะที่มีลมอยู่ในโพรงเยื่อหุ้มปอด มักจะเกิดจากการฉีกขาดของถุงลมบริเวณชายปอดที่โป่งพองออกมา ใต้ชั้นเยื่อหุ้มปอด จะตรวจพบว่าเสียงหายใจค่อยลง ในข้างที่เป็น

ในประเด็นโรคหอบหืดที่เกิดจากปฏิกิริยาภูมิแพ้ในวงการอุตสาหกรรมพบว่า ชา กาแฟ ใบยาสูบ มีสารโปรตีนพืชที่ทำให้ชาวไร่และคนงานยาสูบเกิดหอบหืดได้

6. การอ่านฟิล์ม X-ray เพื่อประเมินสมรรถภาพของทางเดินหายใจส่วนล่าง

วิรุฬ ขาวปริสุทธิ์ (2516) ได้บรรยายไว้ว่าภาพ X-ray ทรวงอกเป็น สิ่งที่แสดงถึงเงา รูปร่างขนาด ลักษณะและความทึบของภาพของระบบทางเดินหายใจ ในขณะใดขณะหนึ่งที่อวัยวะต่างๆ ของระบบกำลังอยู่ในการทำหน้าที่อยู่ การที่ระบบทางเดินหายใจเสื่อมหรือเสียสมรรถภาพส่วนหนึ่งย่อมสามารถที่จะตรวจพบความผิดปกตินั้นจากการดูรูปร่าง ขนาด สัดส่วน หรือสิ่งผิดปกติจากการอ่านและตรวจจากภาพ X-ray ทรวงอก (หรือเรียกว่าฟิล์ม X-ray ปอด) ได้

เทคนิคในการถ่ายภาพ X-ray เพื่อให้ได้ภาพที่สามารถอ่านได้รายละเอียดมากที่สุด คือ

PA เป็นการถ่ายจากด้านหลัง แสง X-ray เข้ามาทางด้านหลังของคนไข้ แล้วผ่านเลยมาถึงฟิล์ม

TELE เป็นเทคนิคที่จะต้องถ่ายจากระยะไกล นั่นคือหลอด X-ray อยู่ห่างจากฟิล์มไม่น้อยกว่า 6 ฟุต (72 นิ้ว) โดยคนไข้ต้องยืนหรือนั่งให้หน้าอกแนบกับฟิล์มเสมอ

Upright คนไข้ยืนหรือนั่งเท่านั้น เพราะในท่าทั้งสอง กระบังลมและอวัยวะในช่องท้องจะลดต่ำลงโดยแรงดึงดูดของโรคทำให้เห็นเนื้อปอดได้มากกว่าท่านอน และการวินิจฉัยภาวะของเหลวหรืออากาศอยู่ในช่องเยื่อหุ้มปอดได้ดีกว่าท่านอน

การอ่านหรือตรวจความผิดปกติจากส่วนต่างๆ

Lungs เงาปอดปกติ คือเงาของ เนื้อเยื่อที่ประกอบกันเป็นส่วนหนึ่งของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง ซึ่งส่วนหนึ่งคือ ปอด ตัดกับเงาของอากาศที่อยู่ในหลอดลม และเงาของส่วนเส้นเลือดขั้วปอด ท่อน้ำเหลือง เงาของส่วนหลอดลมกลางและหลอดลมฝอย เงาของขอบปอด แนวเยื่อหุ้มปอด และเงาของกระบังลม ส่วนเยื่อหุ้มปอดจะเห็นเป็นแนวตามขอบปอด ความทึบของปอดที่มากไปน้อยไป ย่อมแสดงถึงความผิดปกติของเนื้อเยื่อในปอดหรือช่องรอบปอด ความผิดปกติ อาจเห็นเป็นจุด เป็นเส้นหรือเป็นก้อนหรือเป็นปื้น หรือมีความทึบเป็นบริเวณหนึ่งของปอด หรือทั้งปอด สาเหตุที่ทำให้เนื้อเยื่อส่วนต่างๆของระบบทางเดินหายใจผิดปกติอาจเกิดจากน้ำลม หนอง เลือด เนื้อเยื่อ เนื้องอก มะเร็ง ที่มาแทรกซึมแทนที่ส่วนของเนื้อเยื่อปกติ จากเนื้อเยื่อ หด แฟบ บวมหรือมีแผลเป็นมาดึงรั้ง หรือเกิดจากการยืด หย่อน ยาน ของเนื้อเยื่อถุงลมปอด และหลอดลม

Heart and Great Vessels เงาผิดปกติของหัวใจอาจแสดงความผิดปกติของโรคระบบหายใจได้ เช่น การที่หัวใจห้องขวาโตอาจสัมพันธ์กับโรค Chronic obstructive pulmonary disease เยื่อหุ้มรอบหัวใจหนาหรือมีพังผืดหนาอาจเกิดจากโรควัณโรคของปอด

Trachea Ribs and Dome of Diaphragm เป็นเงายาวสีดำตรงกลางของเงาลำคอลงไปถึงปอดส่วนบน จากนั้นจะแยกเป็นหลอดลมใหญ่ของปอดแต่ละข้าง ซี่โครงสามารถเห็นได้ชัด ช่องระหว่างซี่โครงจะเท่ากันทั้งสองข้างถ้าช่องซี่โครงแคบลงอาจเกิดจากการที่ปอด แฟบ หรือเป็นพังผืดหลังการอักเสบ จากการเป็นหนองในช่องปอดหรือเป็นฝีวัณโรคในปอดมาก่อน ช่องระหว่างซี่โครงที่กว้างขึ้นอาจเกิดจากมีของเหลวในช่องเยื่อหุ้มปอด ซี่โครงที่ผุกร่อนอาจเกิดจากมะเร็งปอดหรือจากส่วนอื่นลุกลามกระจายมาเกาะและทำลายกระดูกซี่โครง ผิวกระบังลมจะเรียบ ยอดของส่วนโค้งของกระบังลมข้างขวาจะสูงกว่าข้างซ้าย เล็กน้อย

เฉลียว ปิยะชน (2527) ได้บรรยายเรื่องการอ่านภาพรังสีของผู้ที่มีภาวะเสื่อมสมรรถภาพของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง ควรพิจารณาปัจจัยต่างๆ คือ ภาพรังสีที่มีคุณภาพ ควรมีความหนาทึบของภาพพอดีสม่ำเสมอ ไม่เคลื่อนไหว (ขณะกำลังถ่ายผู้ถูกถ่ายต้องอยู่นิ่งๆ) บริเวณปอดควรมีเงาดำไม่เข้มเกินไปพอให้เห็นเงาของหลอดเลือด หลอดลมที่ซ้อนกันอยู่ได้ ปอดที่เป็นส่วนถุงลมจะดูโปร่งรังสีและปรากฏเป็นสีดำสม่ำเสมอกัน ส่วนที่เป็นขั้วปอดจะเป็นเงาค่อนข้างทึบรังสี เรียกว่า Lung marking (เส้นลายปอด) เป็นแขนงแผ่จากขั้วปอด แผ่เรียวลงไปทางด้านข้างสองข้าง แขนงที่เลยหนึ่งในสามจากส่วนกลางจะจางลงจนมองหรือแยกไม่ออกจากเนื้อปอด หลอดลมส่วนที่แยกออกเป็นสองข้างเพื่อไปยังปอดซ้ายขวาเรียกว่าส่วน Carina Mediastinum คือส่วนที่ประกอบด้วย หลอดลม หลอดเลือด และหัวใจ กระบังลมส่วนที่ทำมุมกับซี่โครง (แอ่งระหว่างซี่โครงกับ

กระบังลม) เรียกว่า Costophrenic angle ภาพรังสีที่ดีผู้ถูกถ่ายควรหายใจเข้าลึกๆแล้วกลั้นไว้ขณะถ่ายภาพ การอ่านผลหรือการแปลผลควรเริ่มด้วยการศึกษาลักษณะทั่วไปของทรวงอกทั้งหมด รวมทั้งรูปร่าง ขนาด ตำแหน่งของอวัยวะ ความหนาทึบของเงา แล้วจึงศึกษาอวัยวะส่วนต่างๆ เช่น เงาของหลอดลม mediastinum หลอดเลือดของปอด กระบังลม แอ่งระหว่างซี่โครงกับกระบังลม กระดูกชิ้นต่างๆ รอยแยกของกลีบปอด ขอบเขตของอวัยวะต่างๆ ที่สำคัญ ที่จะช่วยให้มองเห็นอวัยวะต่างๆได้ดีขึ้น

ตัวอย่างความผิดปกติที่อาจพบเพิ่มเติม เช่น การเสื่อมสมรรถภาพของระบบทางเดินหายใจจากการมีพยาธิสภาพในถุงลม จะพบว่ามีความเข้มของอากาศเพิ่มขึ้น ความเข้มของเลือดและเนื้อปอดคงที่ พยาธิสภาพของเนื้อปอด จะมีความเข้มของอากาศเพิ่มขึ้น ปริมาณความเข้มของเลือดและเนื้อปอดลดลง พยาธิสภาพที่เกิดขึ้นทั้งถุงลมและเนื้อปอดจะพบว่ามีความเข้มของอากาศลดลง ปริมาณความเข้มของเลือดและเนื้อปอดลดลง การพบความโปร่งของแขนงหลอดลม (Air bronchogram) ปรากฏอยู่หรือชัดขึ้นผิดปกติบอกได้แน่ชัดว่าพยาธิสภาพต้องเกิดกับปอด เช่น ปอดอักเสบ ปอดบวม ภาวะปอดทึบ ปอดแฟบ อาจเกิดจาก โรคปอดถุงลมอุดกั้น ถุงลมโป่งพอง ปอดแฟบ อาจเกิดจากเนื้องอกอุดตันหลอดลม โรคหลอดลมโป่งพอง ฝี

7. การตรวจสมรรถภาพของทางเดินหายใจส่วนล่างโดยใช้เครื่อง SPIROMETER

Stuart M.Garay (1999) ได้กล่าวบรรยายไว้ว่า การตรวจวัดสมรรถภาพของทางเดินหายใจเป็นการตรวจหาและวัดค่าปริมาณที่ผิดปกติในการทดสอบการทำงานของระบบหายใจ ค่าจากการทดสอบไม่สามารถระบุโรคหรือความผิดปกติทางกายวิภาคได้เฉพาะเจาะจง แต่จะบอกความรุนแรง ความเสื่อมลงของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง สภาวะ และโรครวมทั้งการตอบสนองต่อการรักษาได้ และได้กล่าวถึงความเป็นมาในการตรวจสมรรถภาพระบบทางเดินหายใจส่วนล่างไว้อีกว่า ในปี ค.ศ. 1831 CT Thackrah ได้คิดค้นเครื่องมือ Pulmometer เป็นถังรูประฆังคว่ำในน้ำซึ่งอากาศจะถูกเป่าให้ไปดันส่วนล่างของถัง โดยทดลองวัดในกลุ่มชาวบ้านจำนวน 19 คนได้ค่าเฉลี่ยของความจุปอดเท่ากับ 4,380 มิลลิลิตร ต่อมา John Hutchinson ได้ประดิษฐ์ Spirometer ชนิด Water-sealed ทดลองวัดในคนหลายๆอาชีพ จำนวน 4,000 คน เขานำค่าเฉลี่ยที่ได้นี้ไปให้บริษัทประกันใช้ประเมินลูกค้า เขาได้บัญญัติศัพท์คำว่า Vital Capacity ขึ้นเป็นครั้งแรกและเริ่มใช้คำว่า Breathing air (Tidal volume) Reserve air (Expiratory reserve volume) และ Residual air(Residual volume) เขายังได้พบความสัมพันธ์ต่อกันเป็นเส้นตรงระหว่างความจุปอด กับความสูง และพบว่าวัณโรคทำให้ความจุปอดลดลง ในปี 1930-1950 ศัลยแพทย์มีการประเมินวัดความจุปอดก่อนจะผ่าตัดกลีบปอดออกทิ้ง และเริ่มพบว่าการผ่าตัดในช่องท้องก็สามารถทำให้สมรรถภาพของระบบ

หายใจแย่ลง Baldwin และคณะ หาค่าเฉลี่ยความจุปอดในแต่ละกลุ่มอายุ กลุ่มเพศ และกลุ่มความสูงเพื่อเป็นมาตราฐานอ้างอิง ต่อมาจึงมีผู้เริ่มวัดความจุปอดเทียบกันในเวลา 1 วินาทีแรก และมีการพัฒนาให้มีระบบล้อหมุนไฟฟ้าใช้กับเครื่องกร๊าฟในเครื่องทำให้การวัดค่าเทียบกับเวลาเที่ยงตรงขึ้น ปัจจุบัน Spirometer มีแบบที่ใช้เป่าลมเข้าไปแทนที่น้ำ หรือเป่าลมเข้าลูกโป่ง หรือเป็นชนิดเป่าลมผ่านขดลวดร้อน หรือมี Transducer วัดปริมาตรลมผ่านแล้วคำนวณออกเป็นค่าที่ต้องการ การวัดค่าปริมาตรปอด เป็นการวัดค่าทาง static ไม่ได้วัดค่าทาง dynamic ค่าที่วัดคือ 1) Tidal Volume 2) Inspiratory reserve volume 3) Residual Volume 4) Expiratory reserve volume จากค่าต่างๆ เหล่านี้ทำให้มีการกำหนดค่าที่วัดเกี่ยวกับความจุต่างๆ ดังนี้คือ 1. Total lung capacity 2. Vital capacity 3. Functional residual capacity 4. Inspiratory capacity ในด้านการประเมินค่าได้บรรยายเพิ่มเติมว่า Dynamic Lung Function เป็นการวัดสมรรถภาพของปอดขณะที่ปอดกำลังทำงาน เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรอากาศที่ไหลต่อเวลา ค่าที่วัดคือ FEV1 (Force expiratory volume in 1 second) อีกค่าหนึ่งที่ใช้คือ FEV(25-75) วัดค่าปริมาตร ที่จุด 25-75% ของปริมาตรการหายใจออกทั้งหมด เทคนิคการวัดด้วยเครื่อง Spirometer มีหลักว่าคนไข้ต้องสูดหายใจเข้าเต็มที่ แล้วเป่าออกสุดแรง ปริมาตรที่หายใจออกจะถูก PLOT บนแกน Y ในขณะที่เวลาเป็นวินาทีจะถูก PLOT บนแกน X ของ Graph บันทึก เวลาที่เป่าควรใช้ไม่น้อยกว่า 6 วินาทีโดยให้มีช่วง Plateau (ช่วงปลายที่เส้นGraphเรียบไม่โค้งขึ้นลง) ไม่น้อยกว่า 2 วินาที ในคนไข้โรคหลอดลมอุดกั้นเรื้อรังอาจจะต้องใช้เวลานานถึง 10 วินาทีเพื่อให้เกิดช่วง Plateau 2 วินาที การเป่าให้เป่า 3-5 ครั้งแล้วเลือกเอาครั้งที่ได้ค่า FEC FEV1 ค่าดีที่สุดจากแต่ละครั้ง ถ้าเป่าพลาดเกิน 2 ครั้งให้ยกเลิกการทดสอบครั้งนั้น เหตุต่างๆ ที่ทำให้การทดสอบผิดพลาดมีหลายประการ เช่น เกิดการไอระยะนาทีแรกของการเป่า เกิดการเกร็งที่กล่องเสียงขณะเป่า ฟันปลอมหรือลิ้นมาจุกที่ช่องเป่าของท่อเป่า ช่วงเริ่มเป่ารีๆ รอๆ มีการสะดุด หลังจากนั้นก็หาค่าสัดส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์ระหว่าง FEV1 ต่อ FVC ซึ่งมีค่าปกติที่ 70-80% การกำหนดค่าเพื่อการเปรียบเทียบความปกติในคนหนุ่มจะใช้ค่ามากกว่าร้อยละ 80 ในคนแก่จะใช้ค่ามากกว่าร้อยละ 70 และ (บัญญัติ ปริชญานนท์ และคณะ, 2522)

จารุพงษ์ พรหมวิทักษ์ (2538) ได้กล่าวถึงในภาคปฏิบัติว่า การตรวจวัดค่าสมรรถภาพของระบบทางเดินหายใจส่วนล่างโดยใช้เครื่อง Spirometer ซึ่งใช้วัดการทำงานของระบบทางเดินหายใจที่ใช้มีอยู่ 3 ชนิด คือ Anemometer (hot wire), Pneumotachometer และ Volumetric Spirometer (V.S.) Volumetric Spirometer เป็นชนิดที่มี Accuracy สูงมาก ได้รับความนิยมในงานอาชีวอนามัยได้แก่เครื่อง Vitalograph หลักการคือเป่าลมหายใจเข้าไปในถุงลมแล้วมีสายต่อไปเข้าเครื่องคำนวณ การใช้ต้อง Calibrate เครื่องก่อนใช้ และทำซ้ำทุก 4 ชั่วโมง หรือทุก 15 ราย

เมื่อใช้ติดต่อกัน การแปรผลต้องอาศัยปัจจัยด้านการ Expose การตรวจร่างกาย ข้อมูลเกี่ยวกับเพศ ส่วนสูงและประวัติการสูบบุหรี่

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการตรวจสมรรถภาพของระบบหายใจด้วยเครื่อง Spirometer และการประเมินสมรรถภาพของระบบทางเดินหายใจส่วนล่างจากผลที่วัดปัจจัยที่มีผลต่อการตรวจสมรรถภาพของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง

Stuart M.Garay (1999) ได้บรรยายเกี่ยวการตรวจสมรรถภาพการทำงานของระบบทางเดินหายใจไว้ว่า ในปี พ.ศ.2517 เทอรัวต์และคณะได้รายงานการตรวจสมรรถภาพปอดในคนงานเหมืองหินแกรนิต 784 คน พบว่าสมรรถภาพปอดมีความสัมพันธ์กับรังสีทรวงอก, โดยพบว่าถ้าภาพรังสีทรวงอกผิดปกติ ค่า FVC จะลดต่ำลง, และจะลดลงอีกถ้าลักษณะความผิดปกติในภาพรังสีเพิ่มขึ้น และยังได้หาความสัมพันธ์ของจำนวนปีที่ที่คนงานสัมผัสฝุ่นหินแกรนิต กับความผิดปกติของสมรรถภาพปอด และความผิดปกติของภาพรังสีทรวงอก ซึ่งสองประเด็นหลังจะเกิดในเวลาที่ต่างกัน โดยความผิดปกติในภาพรังสีทรวงอกจะเกิดช้ากว่า ในประเทศไทย ในปี พ.ศ.2519 ประพาศ ยงใจยุทธ ได้ศึกษาผู้ป่วย Silicosis จากเหมืองเขาศูนย์ 14 ราย โดยการตรวจสมรรถภาพการทำงานของปอดผู้ป่วย ทุกรายป่วยแบบเฉียบพลันมีการระบายอากาศของปอดเป็นแบบกระสวนกำจัดรุนแรงน้อยๆ ถึงปานกลาง 8 ราย และรุนแรงมากถึง 6 ราย บางรายมีการลดลงอย่างมากของค่า Vital capacity, Total lung capacity และพบความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาที่ผู้ป่วยทำงานอยู่ในเหมืองและค่า Vital capacity ในปี พ.ศ.2530-2537 ที่โรงพยาบาลรามาธิบดีได้ติดตามคนงานที่เป็นโรค Silicosis แบบเร่ง จำนวน 14 ราย ในระยะเวลา 7 ปี พบว่าในระยะแรกๆ ไม่พบความผิดปกติของการตรวจสมรรถภาพปอด และเมื่อเวลาผ่านไป การติดตามสมรรถภาพปอดพบว่าแม้ภาพรังสีทรวงอกผิดปกติมากขึ้น และผู้ป่วยก็มีอาการเหนื่อยเกิดขึ้น การตรวจสมรรถภาพปอดก็ยังไม่พบความผิดปกติ แต่เมื่อดูอัตราความเสื่อมลงของปริมาตรลมหายใจจะพบว่าลดลงกว่าค่าของคนปกติอย่างมีนัยสำคัญ เช่น ค่า FEV1 ลดลงโดยเฉลี่ย 52 มล.ต่อปีค่าปกติ 23 มล ต่อปี FVC ลดลงเฉลี่ย 53 มล.ต่อปี ค่าปกติ 20 มล.ต่อปี TLC ลดลงโดยเฉลี่ย 32 มล. ต่อปี ค่าปกติ 4 มล.ต่อปี เมื่อแยกผู้ป่วยกลุ่มที่ไม่สูบบุหรี่ เลิกสูบบุหรี่ และยังสูบบุหรี่อยู่ ก็ยังพบความแตกต่างในระหว่างกลุ่มทั้งสามกลุ่มนี้เช่นกัน

มาลินี วงค์พานิช และยุวดี จอมพิทักษ์ ได้บรรยายเกี่ยวกับความผิดปกติในการทดสอบสมรรถภาพระบบทางเดินหายใจส่วนล่างที่ตรวจพบจากการตรวจด้วยเครื่อง Spirometer ไว้ว่า เมื่อทางเดินหายใจเกิดการเสื่อมด้วยสาเหตุใดสาเหตุหนึ่งซึ่งอาจเกิดจาก มลภาวะ บุหรี่ หรือภาวะเป็นโรค จะเกิดการเปลี่ยนแปลงภายในระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง 2 กลไก ดังนี้คือ

ก. ทางเดินหายใจตีบตัน เกิดจากการมีเส้นใย หรือ พังผืดในเนื้อปอด ดึงรั้งเหมือนแผลเป็น ทำให้ปอดขยายตัวไม่เต็มที่ ปอดหลอดลมแข็งเสียความยืดหยุ่นใช้เวลาเปลี่ยนแปลง 15-20 ปี เช่น ภาวะฝุ่นจับปอด (Pneumoconiasis) จากฝุ่น จำพวก แร่ ทราย ใยแก้ว ควอทซ เบอริลเลียม ทังสเตนคาร์ไบด์ ผงแร่จากดิน เช่น Kaolin Bentonite Cement Mica ผงฝุ่นโลหะจำพวก เหล็ก เป็นต้น

ข. ทางเดินหายใจอุดตัน เกิดจากการที่ทางเดินหายใจแคบลง ถุงลมถูกทำลาย ถุงลมโป่งพองทำให้ หายใจเข้าออกลำบาก สาเหตุเนื่องมาจาก การหายใจเอาฝุ่น จำพวก สารไฮโดรคาร์บอน เช่น ผงถ่านหิน หรือผงแกร์ไฟต์ ผงถ่าน ผงดินและผงแร่จากดิน เช่น Kaolin Bentonite Cement Mica ฯลฯ ผงจากโลหะเช่นผงอลูมิเนียม ฝุ่นอินทรีย์ เช่น ฝุ่นฝ้าย ฝุ่นฟาง ฝุ่นพริก ฝุ่นเมล็ดพืช ฝุ่นชา กาแฟ ยาสูบ หรือจำพวกก๊าซ เช่น ก๊าซคลอรีน ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งจะคั่งค้างและเกิดปฏิกิริยาเคมีทำลายหลอดลม และถุงลมปอดทำให้กล้ามเนื้อถุงลมเสียสมรรถภาพและหน้าที่ ทั้งความยืดหยุ่นของหลอดลมฝอยก็เสียไปด้วย

วัตถุประสงค์ของการตรวจสมรรถภาพทางเดินหายใจส่วนล่าง ด้วยเครื่อง Spirometer เพื่อจะ วินิจฉัยการเสื่อมสมรรถภาพของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง รักษาโรคหรือฟื้นฟูภาวะการเสื่อมสมรรถภาพของระบบหายใจ และใช้พยากรณ์ความเสื่อมเสียสมรรถภาพ หรือโรคของระบบทางเดินหายใจส่วนล่าง

การตรวจการทำงานของระบบทางเดินหายใจสามารถตรวจพบความผิดปกติได้ก่อนที่จะพบความผิดปกติจากการตรวจด้วยการฉายภาพรังสีจาก เครื่อง X-ray

ค่าการวัดจากเครื่อง Spirometer ที่สำคัญมีดังนี้

1. ปริมาตรหายใจเข้าออก ปกติแต่ละครั้ง (TV=Tidal Volume)

2. ความจุหายใจ (VC=Vital Capacity) คือปริมาณอากาศที่สามารถหายใจเข้าหรือหายใจออกได้เต็มที่

3. ความจุปอด (TLC=Total Lung Capacity) คือปริมาณของอากาศทั้งหมดที่อยู่ในปอด เป็นค่าของความจุหายใจบวกกับปริมาตรคงค้าง

4. ปริมาตรคงค้าง (RV=Reserve Volume) เป็นปริมาตรคงค้างที่ยังหลงเหลืออยู่ภายในปอดภายหลังการหายใจเต็มที่

5. ปริมาตรการหายใจออกอย่างเต็มที่ 1 วินาที (FEV1=Force Expiratory Volume 1 second) FEV1 % คือค่าคำนวณของ FEV1 ว่าเป็นกี่ % ของค่ามาตรฐานที่อายุ เพศ น้ำหนัก เชื้อชาติ เดียวกัน

6. ความจุคงค้าง (FVC=Force Vital Capacity) คือปริมาณของอากาศที่ยังคงเหลืออยู่ในปอด ภายหลังการหายใจเต็มที่

การประเมินค่า

การตีบตันทางเดินหายใจ (Restrictive Impairment) เกิดจากการมีไยพังผืดเกิดขึ้นในเนื้อปอด จะพบว่าค่า VC และ FVC ลดลง ค่า FEV1 % อาจปกติ หรือ สูงขึ้น ค่า TLC ลดลง

การอุดตันทางเดินหายใจ (Obstructive Impairment) เกิดจากการหายใจออกอุดตันเนื่องจากเสมหะและสิ่งขับถ่ายคั่งค้างในหลอดลมและถุงลมร่วมกับการที่หลอดลมหดตีบ หลังจากเยื่อบุผิวหลอดลม ถุงลมและขนพัดโบกถูกทำลายมีเสมหะคั่งค้างและจุกในหลอดลมและถุงลม เช่นถุงลมโป่งพอง หลอดลมอักเสบชนิดอุดตันอย่างเรื้อรัง หรือหลอดลมหดเช่นตัวหอบหืด ทำให้ลมคั่งในปอด การตรวจจะพบว่าค่า FEV1, FEV1/FVC % ลดลงค่า FVC < VC เพราะช่วงหายใจออกจะต้องใช้แรงดันอากาศ ออกมาก ในกรณีถุงลมโป่งพองจะเกิดการคั่งค้างของอากาศ จึงพบค่า RV และ TLC สูง กว่าปกติ

ขั้นตอนที่สำคัญในการตรวจ

1. เตรียมเครื่องมือ ใส่กระดาษบันทึกในเครื่องตรวจ ต่อหลอดเป่าอากาศทางปากกับท่ออากาศ หายใจ

2. อธิบายให้ผู้ถูกตรวจเข้าใจถึงวิธีการเป่าอากาศเข้าไปในเครื่อง

3. จัดระดับความสูงของเครื่องมือให้พอดีกับผู้ถูกตรวจ ให้ผู้ถูกตรวจคลายเสื้อผ้าที่รัดตัวออกทุกส่วน ใช้ท่ายืน การเป่าเน้นไม่ให้อากาศรั่วที่ริมฝีปาก ก่อนเป่าหายใจเข้าให้ลึกเต็มปอดไม่รีบร้อน หายใจออกทางปากให้เต็มที่มากที่สุดโดยไม่เกร็ง ถ้าใช้ท่านั่งความจุปอดจะลดลง ร้อยละ 2-3 ส่วน (ท่านอนจะลดลงถึงร้อยละ 7)

ทำการตรวจซ้ำ 3 ครั้ง เอาค่าที่ดีที่สุดไปอ่านและประเมิน

ปัจจัยที่มีผลต่อการตรวจ

1. เพศ อายุ เพศชายมีค่าปริมาตรคงค้างหลังหายใจออกเต็มที่แล้ว (RV) เพิ่มขึ้นประมาณ 1.5 ลิตรเมื่ออายุ 20 ปี และ 2.2 ลิตร เมื่ออายุ 60 ปี

2. ค่า FEV1 และค่า VC จะลดลงเมื่ออายุเพิ่มขึ้นทั้งสองเพศ

3. การสูบบุหรี่ พบว่าค่า FEV1 และ FEV1/FVC % จะต่ำกว่าปกติ โดยค่าหลังจะลดลง 0.05 ลิตร ต่อปี และค่า FVC ลดลง 0.1ลิตรต่อปี และยังพบว่า ค่า VC และ TLC ลดลงค่า RV เพิ่มขึ้น

4. ไม่ทำการตรวจเมื่อผู้ถูกตรวจสูบบุหรี่หรือได้รับยาขยายหลอดลมมาภายใน 1 ชั่วโมงที่ผ่านมา และต้องตรวจภายหลังที่รับประทานอาหารแล้ว 2 ชั่วโมง ในช่วง 3 สัปดาห์ที่ผ่านมาหากมีการติดเชื้อระบบทางเดินหายใจ เช่นไข้หวัดหลอดลมอักเสบปอดบวมให้งดไปก่อนจนกว่าจะหายดีแล้ว

การแปรผล ตามแนวของ Christiani DC. and Wegman DH (1995) และ บัญญัติ ปริชญานนท์ (2535)

ตาราง 2 การแปรผลการตรวจวัดสมรรถภาพปอดด้วย Spirometer

ความผิดปกติของ	เปอร์เซนต์ค่าพยากรณ์		
ระบบทางเดินหายใจ	FEV_1	FVC	FEV1 / FVC %
ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ
อุดตัน	ผิดปกติ	ปกติ	ปกติ, ผิดปกติ
ตีบตัน	ปกติ	ผิดปกติ	ปกติ
อุดตัน+ตีบตัน	ผิดปกติ	ผิดปกติ	ปกติ, ผิดปกติ

8. การเก็บตัวอย่างฝุ่นในอากาศจากบริเวณที่ทำงาน เครื่องมือ และวิธีการ

มีวิธีเก็บ 2 วิธีคือ วิธีแรกคือ พกติดตัวกับคนงานและให้ส่วนที่วัดอยู่ในพื้นที่รัศมีวงกลม 2 ฟุต รอบๆ บริเวณศรีษะ เป็นการวัดที่ได้ค่าเทียบเท่ากับการวัดจากอากาศที่หายใจเข้าไปทางจมูก วิธีที่ 2 แขวนเครื่องไว้กับจุดต่างๆในที่ทำงาน วัดทุกๆจุดที่คนงานทำงานอยู่ หรือที่คนงานผ่านไปมาแล้วเอาค่าจากทุกๆจุดมาหาค่าเฉลี่ย เครื่องมือตรวจวัดมีทั้งแบบตรวจวัดฝุ่นและตรวจวัดก๊าซ หรือไอ การวัดเครื่องมือบางชนิดสามารถวัดค่าออกมาได้ทันทีจากหน้าปัด ซึ่งค่าที่ได้จะบอกค่าขณะนั้นเวลานั้นหรือคำนวนคิดออกมาเป็นค่าของช่วงเวลารวม บางชนิดต้องนำกลับไปยังห้องปฏิบัติการเพื่อวัดค่า บางชนิดต้องใช้เครื่องดูด (pump) เครื่องวัดคุณภาพอากาศ มีความหลาก

หลายตั้งแต่เครื่องเล็กๆง่ายๆพกติดตัวได้ไปจนถึงขนาดใหญ่ซับซ้อน บางเครื่องสร้างมาให้มีเครื่องส่งเสียงเตือนภัยเมื่อค่าที่จะวัดสูงเกินค่าปลอดภัย การฝึกหัดใช้ต้องร่วมสังเกตการณ์โดยไปกับผู้ที่มีความชำนาญมาก่อน และก่อนใช้เครื่องต้องมีการ Calibrate เครื่องก่อนทุกครั้ง อาจต้องทำการแยกเก็บตัวอย่างตามแต่ขนาดที่จะมีผลต่อสุขภาพ เนื่องจากฝุ่นมีหลายขนาดตั้งแต่ 0.3-100 ไมครอน ความเป็นอันตรายต่อแต่ละส่วนของทางเดินหายใจจะขึ้นอยู่กับขนาดของฝุ่น เช่นฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM10) สามารถเข้าไปถึงถุงลมปอด ส่วนขนาดที่ใหญ่กว่าจะติดอยู่ในทางเดินหายใจส่วนบน ดังนั้นจึงมีเครื่องมือที่ออกแบบมาเพื่อจะแยกเก็บฝุ่นขนาดนี้ซึ่งมีชื่อเรียกว่าเครื่อง Cyclone ซึ่งจะติดตั้งเพิ่มเข้าไปในเครื่องเก็บฝุ่นแบบพกติดตัว โดยในการเก็บจะมีที่หนีบติดส่วนท่อเก็บตัวอย่างของเครื่องไว้กับคอปกเสื้อโดยตัวเครื่องจะหนีบไว้กับเข็มขัด หากเก็บโดยไม่ต่อเครื่อง Cyclone เข้ากับเครื่อง ฝุ่นที่เครื่องเก็บเข้ามาจะเป็นฝุ่นปนกันทุกขนาดเรียกว่าฝุ่นรวมหรือ Total Suspended Particle (TSP) (Bevery S. Cohen , 1999)

เครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นโดยการกรองใช้กันส่วนมาก มีข้อดี ราคาถูก ทนทาน สามารถเก็บตัวอย่างฝุ่นได้แตกต่างกันเช่นไม้ ควอซท์ ถ่านหิน โลหะ ฝุ่นข้าว ฝุ่นอินทรีย์ แป้ง อุปกรณ์เก็บฝุ่นทั่วไปจะประกอบด้วยส่วนต่างๆ 5 ส่วนคือ กระดาษกรอง เครื่องดูดอากาศ ที่ยึดกระดาษกรอง สายยาง เข็มขัด (ชัยยุทธ ชวลิตนิธิกุล และคณะ, 2538)

ในส่วนเครื่องมือที่ใช้เก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาคโดยการกรองตัวเครื่องมือจะประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ 5 ส่วน คือ

1. ช่องเปิดให้อากาศไหลเข้าและท่อนำอากาศเข้า (ส่วนนี้จะใช้กรณีที่ต้องแหย่ส่วนนี้เข้าไปเก็บตัวอย่างโดยทั่วไปส่วนนี้จะไม่ใช้ นอกจากจะตรวจตัวอย่างในท่อ) ส่วนช่องขนาดของช่องเปิดนี้จะขึ้นกับหลักการและเครื่องมือเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาคว่าเป็นประเภทไหนเช่นถ้าหลักการของเครื่องมือเก็บตัวอย่างเป็นตัวที่ใช้แรงสู่ศูนย์กลางเป็นตัวแยกขนาดของอนุภาค โดยอุปกรณ์สะสมอนุภาคเป็นไซโคลนขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มิลิเมตรช่องเปิดนี้จะมีขนาด 0.7 มิลลิเมตร และทำมุมในแนวเส้นสัมผัส (Tangeential angle) กับเส้นผ่าศูนย์กลางการหมุนของอากาศ หรือถ้าเป็นการเก็บตัวอย่างที่เป็นอนุภาคโดยการกรอง ช่องเปิดนี้อาจมีขนาดแตกต่างกันขึ้นกับว่าจะเก็บตัวอย่างแบบใด เช่นแบบเปิด ช่องเปิดจะมีขนาด 22 มิลลิเมตร หรือเป็นแบบปิด ช่องเปิดจะมีขนาด 4 มิลลิเมตร ช่องเปิดมีความสำคัญที่จะทำให้อากาศไหลเข้าด้วยความเร็วสม่ำเสมอ บริษัทผู้ผลิตมักจะออกแบบให้ช่องเปิดเป็นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์สะสมอนุภาคหรือเป็นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์ยึดพยุงอุปกรณ์สะสมอนุภาค (กระดาษกรอง)

2. อุปกรณ์สะสมอนุภาค คือกระดาษกรองและที่ยึดกระดาษกรอง กระดาษกรองมีหลายชนิด ซึ่งอาจติดตั้งส่วน ไซโคลน (กรณีจะแยกเก็บฝุ่นขนาดน้อยกว่า 10 ไมครอน) อิมพิงเจอร์ หรือ

อีลูทริเอเทอร์ กระดาษกรองมีหลายชนิด เช่น ชนิดที่ทำจากเซลลูโลส ใยแก้ว เซรามิค แอบเบสทอส เป็นต้น แล้วแต่จะเก็บอนุภาคแบบไหน ที่ยึดกระดาษกรองทำหน้าที่รองรับไม่ให้กระดาษร่วงหล่น ฉีกขาด หรือเสียหายขณะใช้งาน สำหรับการเก็บอนุภาคที่มีขนาดตั้งแต่ 10 ไมครอน ลงไปจะมีอุปกรณ์แยกขนาดอยู่ระหว่างท่อนำอากาศเข้ากับกระดาษกรอง เพื่อทำการแยกขนาดอนุภาคดังกล่าวออกจากอนุภาคทั้งหมดกระดาษกรองจะเป็นแผ่นวงกลมที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร ส่วนพื้นที่ๆ จะมีอากาศไหลผ่านจะเป็นส่วนพื้นที่วงกลมภายในขอบยึดจับซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางเพียง 22 มิลลิเมตร (แบบเปิดหน้า)

บางกรณีอาจมีเครื่องปิดส่วนหน้า(แบบปิดหน้า) และมีรูเปิดอยู่ตรงกลางเป็นวงกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางแค่ 4 มิลลิเมตรโดยมีวัตถุประสงค์ที่จะเพิ่มอัตราการไหลให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น และเพื่อให้การไหลของอากาศมีลักษณะคล้ายคลึงกับที่เป็นอยู่ในระบบการหายใจของมนุษย์ สำหรับการเก็บอนุภาคขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ใช้เครื่องไซโคลนซึ่งมีหลักการดูดเข้ามาจากทางด้านข้างของท่อให้เกิดแรงหมุนพัดในท่อซึ่งอนุภาคใหญ่จะถูกแรงหมุนเหวี่ยงพัดพาให้ไปอยู่ที่ขอบข้างของท่อส่วนตรงกลางของท่ออนุภาคขนาดเล็กยังล่องลอยอยู่ไม่ถูกแรงดูดพัดดันออกจากแนวกลาง จึงถูกแรงดูดอีกแรงหนึ่งซึ่งมีแนวดูดอยู่ตามแนวของท่อดูดเอาอนุภาคขนาดเล็กไปผ่านกระดาษกรองเพื่อกรองเก็บไว้

3. ส่วนที่เป็นส่วนเชื่อมต่อระหว่างส่วนปลายของที่ยึดกระดาษกรองกับเครื่องดูดอากาศ

4. ส่วนมิเตอร์อ่านค่าการไหลของอากาศ และลิ้นควบคุมการไหลของอากาศ ซึ่งจะปรับการไหลให้เป็นไปตามต้องการ เมื่อจะใช้งานต้องทำการสอบเทียบความถูกต้องของมิเตอร์

5. เครื่องดูดอากาศ เป็นส่วนสุดท้ายที่ดูดอากาศเข้าไปผ่านอุปกรณ์สะสมอนุภาค อาจเป็นเครื่องดูดความเร็วสูงหรือแบบความเร็วต่ำ แหล่งพลังงานของเครื่องดูดจะใช้กระแสไฟฟ้าหรือใช้แบตเตอรี่ชนิดทำด้วยนิเกิลแคดเมี่ยม เป็นต้น

การวิเคราะห์ความเข้มข้นของอนุภาคโดยการชั่งน้ำหนักและการคำนวนหาปริมาตรอากาศที่เก็บเป็นลูกบาศก์เมตร เครื่องชั่งใช้หน่วยเป็นมิลลิกรัม มีค่าทศนิยม 3 ตำแหน่ง ขั้นตอนในการวิเคราะห์หาค่าความเข้มข้น มีดังนี้

1. นำกระดาษกรองออกจากที่ยึดพยุงด้วยความระมัดระวังไม่ให้อนุภาคที่เก็บร่วงหล่นหรือปลิวกระจาย นำกระดาษกรองไปดูดความชื้น โดยนำไปวางในขวดที่มีสารดูดความชื้น ในเวลาที่กำหนด จากนั้นนำมาชั่ง แล้วทำการหักลบกับน้ำหนักกระดาษกรองก่อนจะไปเก็บตัวอย่าง

2. ก่อนชั่ง ต้อง ปรับเข็มให้เข็มของเครื่องที่เลขศูนย์

3. หยิบกระดาษกรองด้วยคีมหยิบ นำไปวางบนจานเครื่องชั่งด้วยความระมัดระวัง

4. นำค่าน้ำหนักของกระดาษกรองที่ชั่งไว้ก่อนนำไปใช้งาน มาลบออกจากค่าน้ำหนักที่ชั่งได้ในข้อ 3 ผลต่างของค่าทั้งสองคือค่าน้ำหนักของอนุภาคที่ได้มาจากการเก็บตัวอย่าง

นำค่าน้ำหนักของอนุภาคมาคำนวณความเข้มข้นดังนี้

ค่าความเข้มข้นของอนุภาค(ฝุ่น) = น้ำหนักอนุภาคที่เก็บมาได้ /ปริมาตรอากาศที่ถูกดูดเข้ามาในระบบ

= น้ำหนักของอนุภาคที่เก็บมาได้ / อัตราการไหลของอากาศ X จำนวนเวลาทั้งหมดที่ดูดอากาศ

(อัตราการไหลของอากาศ ของเครื่อง MSA ESCORT Pump +Cyclone ตั้งไว้ที่ 2 ลิตรต่อนาที)

(ศราวุธ สุธรรมาสา, 2533)

ตามประกาศของกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม(สารเคมี) ในหมวด 1 ท้ายประกาศ ได้กำหนดค่า ความเข้มข้นของฝุ่นสูงสุดที่มีได้โดยไม่ต้องใช้มาตราการป้องกัน แก้ไขเพิ่มเติมไว้คือ ค่าฝุ่นที่สามารถเข้าถึงและสะสมในถุงลมของปอดได้ (Respiratory Dust = PM10) ไม่เกิน 5 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนฝุ่นทุกขนาด (Total Dust=TSP , Total Suspended Particle) ไม่เกิน 15 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (กรมแรงงาน กระทรวงมหาดไทย, 2536)

9. ข้อมูลโรงงานและการประกอบการในอำเภอสารภี

ในส่วนภาคอุตสาหกรรมอำเภอสารภีมีโรงงานรวม 106 แห่ง ซึ่งเป็นโรงงานขนาดกลางและขนาดเล็กมีคนงานตั้งแต่ 1 - 310 คน แยกแยะได้หลายประเภทได้แก่อุตสาหกรรม ผลิตและแปรรูปอาหาร เช่น ทำแหนม นมสดพาสเจอร์ไรซ์ อบลำไย เชื่อมผลไม้ สีข้าว ทำขนมปัง กะละแม ทำเส้นก๋วยเตี๋ยว ทำกระเทียมเจียว ทำน้ำแข็ง ผลิตโซดาและทำน้ำดื่ม ผลิตแอลกอฮอล์แช็ง ฆ่าและชำแหละสุกร ผลิตกุนเชียง หมูหยอง แปรรูปผลิตภัณฑ์จากผึ้ง สกัดน้ำมันพืช บ่มและอบใบยาสูบ อบพืชผลทางเกษตร ผลิตข้าวมอลต์ อัดเศษกระดาษ ผลิตเสื้อผ้าและเครื่องใช้ ได้แก่ ทำกระเป๋า หมวก เย็บเสื้อผ้า ตัดเย็บชุดดำน้ำ ผลิตเหยื่อปลาประดิษฐ์ ทำที่นอนจากนุ่นและฝ้าย ผลิตภัณฑ์จากไม้ไผ่ ทำก้านไม้ขีด ไม้กวาด ไม้เสียบลูกชิ้น ทำไม้ปาเก้ ทำเฟอร์นิเจอร์ และเครื่องเรือนจากไม้ ผลิตภัณฑ์พลาสติก ถุงพลาสติก ทำอุปกรณ์ก่อสร้างได้แก่ ผลิตกระเบื้องเคลือบเซรามิค เครื่องปั้นดินเผา ซีเมนต์ผสมเสร็จ คอนกรีตบล็อก เสาท่อ และผลิตภัณฑ์คอนกรีตเตาในครัว ประตูหน้าต่างเหล็กดัด ทำมู่ลี่ กลึง ขัด เจาะ ตัด และเชื่อมโลหะ ทำถังชุบโลหะและชุบดอกกล้วยไม้ ซ่อมรถยนต์และเครื่องยนต์ ซ่อมและพ่นสีรถยนต์ ประกอบตัวถังรถบรรทุก

บรรทุก ทำหลังคารถและเบาะรถ ทำเครื่องเล่นจากไม้ฉำฉา แบ่งบรรจุก๊าซออกซิเจนเหลว แบ่งบรรจุก๊าซหุงต้ม ทำห้องเย็น ซัก ฟอกเสื้อผ้าสำเร็จรูป (อำเภอสารภี, 2542)

10. ขบวนการอบ และบ่มใบยาสูบในโรงงานไซแอมโทแบคโค

คู่มือแนะนำโรงงานไซแอมโทแบคโคได้บรรยายว่า ขบวนการอบและบ่มใบยาสูบเพื่อส่งไปเป็นวัตถุดิบให้แก่โรงงานผลิตบุหรี่ ประกอบด้วยขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการลำเลียงเข้าสู่โรงงาน โรงงานจะมีเครือข่ายส่งยาสูบในภาคเหนือตามจังหวัดต่างๆเช่น เชียงใหม่ เชียงราย แม่ฮ่องสอน เพชรบูรณ์ แพร่ น่านซึ่งเป็นกลุ่มเกษตรกรปลูกยาสูบ หรือเป็นผู้รับเหมาซื้อยาสูบจากเกษตรกรผู้ปลูกยาสูบ โดยจะทำการบรรจุในกระสอบแล้วลำเลียงมาส่งโรงงานโดยรถบรรทุก

2. เมื่อรถลำเลียงมาถึงโรงงาน ฝ่ายขนส่งและลำเลียงจะแก้ถุงกระสอบออก แล้วเทใบยาดิบลงกองกับพื้นคอนกรีตที่มีคนงานนั่งเป็นวงล้อมกองใบยา เด็ดก้านใบยาทิ้ง ทำการคัดใบยาดีแยกไว้ ใบยาเสียเช่นเน่าเปื่อยหรือมีเชื้อราจะถูกฉีกส่วนที่เสียทิ้ง แล้วจะมีพนักงานฝ่ายความสะอาดคอยเดินเก็บกวาดนำส่วนที่เสียไปทิ้งอยู่เป็นระยะ

3. การลำเลียงเข้าเครื่องตัด ซอย อบและบ่มใบยา หลังจากการคัดเอาใบยาเสียทิ้งแล้ว ใบยาส่วนที่ดีจะถูกโกยเข้าไปในสายพานลำเลียง ข้างสายพานลำเลียงจะมีพนักงาน คัดแยกเศษก้านยา เศษใบยาที่เสียออกจากสายพาน สายพานจะพาเอาใบยาไปสู่เครื่อง ตัด ซอย คลุกเคล้าใกล้ๆเครื่อง จะมีช่างเครื่องคอยคุมเครื่องยนต์ และเครื่องกลไกต่างๆ เมื่อใบยาถูกตัดซอย คลุกเคล้า อบ บ่ม จนได้ที่แล้ว ก็จะถูกลำเลียงไปบรรจุกล่องส่งไปยังปลายทาง ใบยาอีกส่วนหนึ่งไม่ผ่านขั้นการตัดซอย แต่จะเข้าขบวนการอบเป็นใบยาแห้งบรรจุกล่องส่งไปยังผู้ผลิต ในโรงงานจะแบ่งส่วนงานเป็น 5 ส่วนคือ ส่วนคัดแยก ส่วนลำเลียงเข้าสายพาน ส่วนเครื่อง อบ ตัด ซอย ส่วนแผนกขนส่ง และแผนกความสะอาด ด้านอาคาร ในส่วนที่เกี่ยวกับขบวนการมีอยู่ 6 อาคาร คือ โรงเก็บ 2 แห่ง โรงคัดแยก 1 แห่ง โรงเครื่องอบ ตัด ซอย 1 แห่ง ส่วนกลางจะเป็นแผนกช่างคุมเครื่องจักรซึ่งส่วนหลังจะเป็นส่วนที่เกี่ยวกับการบรรจุหีบห่อ และขนส่ง

11. ขบวนการภายในโรงงานที่เป็นสาเหตุของการเกิดฝุ่นในโรงงานไซแอมโทแบคโค

ขบวนการขั้นต่างๆของโรงงานที่เป็นสาเหตุการเกิดฝุ่น มีดังต่อไปนี้

1. การลำเลียงใบยาสูบเข้าในโรงงาน

1.1. ยาสูบที่ส่งมาจากบริเวณที่เพาะปลูกปลายทางจะถูกส่งมาจากไร่ยาสูบ โดยบรรจุมาในถุงกระสอบ ใบยาสูบและก้านที่แห้งกรอบจะมีคราบดินโคลนแห้งติดอยู่ระหว่างลำเลียงมา

ลำเลียงมา เศษดินโคลน เปลือกที่แห้งกรอบของส่วนก้าน และผิวใบบางส่วนจะหลุดร่วงเป็นขุย, เศษ, ผงหรือเส้นใย ตกหล่นหรือเป็นคราบเปื้อนอยู่ในถุงกระสอบ เมื่อยาถูกส่งมาถึงโรงงานคนงานแผนกขนส่งจะเทใบยาออกจากกระสอบ เศษขุย, เส้น, ผง, หรือเศษดินจะปลิวกระจายบริเวณกองใบยา

1.2 คนงานแผนกคัด ฉีก จะทำการแยกส่วนใบยา โคนก้านใบยาที่เสียหรือเป็นเชื้อราออกทิ้ง โดยการดึงใบยาออกจากกองใบยา สลัดเอาเศษดินโคลน ,ผง, เส้น, ขุย ออกก่อนจะทำการฉีก ดึงส่วนใบยาที่เสียออก ซึ่งขั้นตอนนี้จะทำให้ฝุ่นปลิวกระจายทั่ว

1.3. ใบยาที่ถูกคัด ฉีกส่วนเสียทิ้ง จะนำไปที่แผนกกรองร่อนด้วยเครื่องตะแกรงกรองเขย่าเศษผง ขุย ดิน โคลน และเส้นใยออก แล้วถ่ายใส่บนสายพาน โดยคนงานแผนกดังกล่าวยืนขนาบข้างสายพาน คอยเก็บเศษก้านผง ดิน โคลน หรือวัตถุแปลกปลอมออก เครื่องกรองร่อนซึ่งเขย่าตลอดเวลาจะทำให้เกิดฝุ่นฟุ้งกระจายจำนวนมากกว่าจุดอื่นๆ

1.4. ใบยาที่คัดกรองและแยกเศษผง ขุย ดิน โคลน ออกแล้ว จะถูกลำเลียงจากสายพานไปยังเครื่อง ตัดซอยใบยา (มีส่วนหนึ่งไม่ผ่านการตัด ซอย) เครื่อง อบ คลุก ซึ่งจะมีลักษณะเป็นถังตะแกรงวางแนวนอนโดยจะหมุนระหว่างที่คลุกเคล้า และอบ กระบวนการขั้นนี้ก็จะมีการฟุ้งกระจายของฝุ่นโดยรอบถัง คลุก

1.5. กระบวนการขั้นสุดท้าย ใบยาสูบที่ถูกซอย อบ คลุกแล้ว หรือใบยาสูบที่ถูกอบโดยไม่ผ่านการซอย จะถูกนำมาอัดเป็นแท่ง เป็น แผง แล้วบรรจุลงในกล่อง หรือกระสอบ เตรียมนำส่งปลายทาง กระบวนการขั้นนี้จะเกิดฝุ่นขึ้นระหว่างการเท แท่ง หรือ แผ่นยาสูบ ลงในกล่อง

12. ทฤษฎี ที่เกี่ยวกับ การยอมรับและการเห็นความสำคัญของ ปัจจัยด้านสุขภาพ การยอมรับเครื่องป้องกันอันตรายจากฝุ่นละออง ในการทำงาน การทดสอบเรื่องประสิทธิภาพของหน้ากาก (ที่ครอบปากและจมูก) ป้องกันฝุ่นชนิดต่างๆ

Lawrence W. Green, 1991 ได้เสนอ ทฤษฎี PRECEDE PROCEED MODEL ซึ่งเป็นทฤษฎีด้าน พฤติกรรมการป้องกันและรักษาสุขภาพของมนุษย์ โดยได้ระบุปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมสุขภาพ 3 ปัจจัยคือ

1. ปัจจัยนำหรือปัจจัยหลัก (Predisposing Factor) ซึ่งเป็นปัจจัยในตัวบุคคลในด้านความรู้ทัศนคติซึ่งนำไปสู่การปฏิบัติ (Knowledge, Attitude and Practice : KAP)

2. ปัจจัยเอื้อ (Enabling Factor) ได้แก่ด้านที่ไม่เกี่ยวกับคน เช่น ทรัพยากร การบริการ รองรับกติกา วัฒนธรรม ประเพณี

3. ปัจจัยเสริม (Reinforcing Factor) เป็นแรงกระตุ้น แรงจูงใจ แรงเสริมจากบุคคลภายนอกที่มีอิทธิพลต่อบุคคลนั้น ให้ปฏิบัติตาม หรือกระทำพฤติกรรมนำไปสู่การเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมของบุคคลนั้น

ทฤษฎีดังกล่าวได้เน้นเกี่ยวกับการวางแผนประเมินผลการส่งเสริมสุขภาพว่ามีขั้นตอนประกอบด้วย

-วิเคราะห์ และ ประเมินคุณภาพชีวิต

-วิเคราะห์สภาวะสุขภาพของบุคคล

-วิเคราะห์พฤติกรรมสุขภาพ

-วิเคราะห์ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมสุขภาพ ทั้ง 3 ประเด็น

-วิเคราะห์แนวทางที่จะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมสุขภาพ

-วิเคราะห์ด้านการวางแผนการบริหารการปรับพฤติกรรม

ซึ่งจากทฤษฎีจะเห็นได้ว่า พฤติกรรมการป้องกัน และ รักษาสุขภาพ ของมนุษย์ จะต้องเกิดมาจากสิ่งกระตุ้นที่เป็น ปัญหา, ความเจ็บป่วย, ภัยอันตราย หรือความเดือดร้อน ร่วมกับปัจจัยเอื้อทางวัฒนธรรม ประเพณีส่งเสริมความเป็นอยู่แบบที่ดี การบริการสุขภาพ แล้วถูกหนุน เสริม หรือกระตุ้นจากเพื่อนร่วมงาน เจ้าของกิจการ เจ้าหน้าที่สาธารณสุขให้มีพฤติกรรมป้องกันส่งเสริมสุขภาพ ส่งเสริมความปลอดภัยจากสิ่งคุกคาม และขจัดภัยอันตรายต่างๆ การจะทำให้เกิดพฤติกรรมป้องกันสุขภาพในโรงงานจะต้องใช้ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมสุขภาพทั้ง 3 แบบ ได้แก่การฝึกอบรมให้ความรู้ เพื่อให้เกิดทักษะและทัศนคติที่ดี จัดให้มีการบริการจัดทรัพยากรหรือกิจกรรมที่จะกระตุ้นการส่งเสริมป้องกันสุขภาพ การสนับสนุนให้เกิดการชักนำ ชักจูง โดยกลุ่มเพื่อน หัวหน้างาน นักวิชาการ ให้มีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมที่ถูกต้องเหมาะสมร่วมกับการวางแผนส่งเสริมสุขภาพตามขั้นตอนดังกล่าวข้างต้น

สาโรจน์ สันตยากร พนมกร ดิษฐ์สุวรรณ และ จรรจา สันตยากร (2540) ได้ทำการศึกษาการยอมรับ ปัญหาและอุปสรรคในการใช้เครื่องป้องกันอันตรายจากฝุ่นละอองในการทำงานของคนงานในโรงงานอุตสาหกรรมหินอ่อน ในจังหวัดกำแพงเพชร จำนวน 172 คน โดยใช้แบบสอบถาม และวิเคราะห์โดยโปรแกรม SPSS ทำการทดสอบโดยใช้ค่า t-test ที่ p-value = 0.01 พบว่าการยอมรับอยู่ในระดับสูง ส่วนปัจจัยที่มีผลต่อการยอมรับคือ ประสบการณ์ในการทำงาน (มีความแตกต่างกันระหว่างผู้มีประสบการณ์ในการทำงานมาก กับผู้มีประสบการณ์ในการทำงานน้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01) ปัญหาและอุปสรรคในการยอมรับการใช้เครื่องป้องกัน

อันตรายจากฝุ่นละอองของกลุ่มตัวอย่างพบว่าร้อยละ 76.7 ไม่แน่ใจว่าคุ้มค่าและได้ประโยชน์ ร้อยละ 83.7 คิดว่าการใช้เป็นการกลัวเกินกว่าเหตุ ร้อยละ85.5 ไม่มั่นใจในการใช้อุปกรณ์ดังกล่าวร่วมกับผู้อื่น ผู้ศึกษาได้แนะนำว่า ควรมีการรณรงค์เกี่ยวกับการใช้เครื่องป้องกัน และจัดให้มีระเบียบบังคับให้ปฏิบัติอย่างจริงจัง เพื่อจะให้เกิดพฤติกรรมการป้องกันที่เหมาะสมถูกต้องต่อไป

วันทนีย์ นธุ์ประสิทธิ์ และสร้อยสุดา เกสรทอง (2539) ได้ทำการทดสอบเพื่อเลือกอุปกรณ์ปกป้องระบบหายใจสำหรับผู้ปฏิบัติงานในโรงโม่หิน โดยทำการทดสอบหน้ากากปกป้องระบบหายใจ ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 7 ตัวอย่าง และ ผ้าปิดปากจมูกที่ใช้ในห้องผ่าตัด หน้ากากแบบฟองน้ำ หน้ากากโครงพลาสติก ผ้าขาว 1 ชั้น และผ้าขาว 3 ชั้น รวม 13 ตัวอย่าง มาทดสอบประสิทธิภาพ โดยใช้เครื่อง Automate Filter Tester (AFT) และนำตัวอย่างที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ (มี Penetration rate = 20 %) 4 ชนิด มาให้ผู้ปฏิบัติทดลองใช้และได้ทำการเก็บตัวอย่างฝุ่น เพื่อหาขนาด และ การกระจายตัว โดยใช้เครื่อง Anderson Impactor นอกจากนี้ยังได้ทำการหาขนาดช่องว่างระหว่างเส้นด้ายของผ้าขาวม้า ผ้ายืด ผ้าสำลู และผ้าสำลี เพื่อเปรียบเทียบกับขนาดฝุ่นที่เกิดขึ้นโดยแท้จริง ผลการทดสอบพบว่ามีหน้ากากเพียง 4 ตัวอย่างที่ใช้ได้ผล ตัวอย่างฝุ่นที่พบมากที่สุดคือฝุ่นขนาด 6-9 ไมโครเมตรช่องว่างระหว่างเส้นด้ายของผ้า ขาวม้า ผ้ายืด ผ้าสำลู และผ้าสำลี มีขนาด 320,450,340 และ 370 ไมโครเมตร ตามลำดับ ผู้ศึกษาได้แนะนำว่าหากคนงานจะใช้หน้ากากแบบใช้แล้วทิ้ง ให้ใช้ร่วมไปกับผ้าที่ใช้อยู่แล้ว เช่น ผ้าขาวม้า และเสื้อยืด จะได้ป ระสิทธิภาพดี โดยจะทำให้หน้ากากกระชับกับใบหน้า และเพิ่มอายุการใช้งาน แต่ถ้ามีงบประมาณพอให้ใช้ที่ปิดปาก-ปิดจมูกที่ใช้ในห้องผ่าตัดซึ่งมีประสิทธิภาพในการป้องกันฝุ่นขนาดเล็กมาใช้ร่วมเสริมบนผ้าขาวม้าหรือเสื้อยืด จะได้ประโยชน์อย่างแท้จริง

วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์ และคณะ (2539) ได้ทำการออกแบบหน้ากากกรองฝุ่นหินแบบประยุกต์และ ศึกษาในเรื่องประสิทธิภาพของหน้ากากดังกล่าว สำหรับคนงานในโรงโม่หินและการยอมรับการใช้ โดยได้การประเมินความพอใจจากการตอบแบบสัมภาษณ์หลังจากนำหน้ากากประยุกต์ที่ออกแบบมา 3 แบบ ซึ่งทำด้วยผ้าขาวม้าร่วมกับผ้าไส้กรอง 3 แบบ และหน้ากากมาตรฐานแบบ 3M รุ่น 8710 (หน้ากากประยุกต์ทุกแบบมีส่วนปิดปากและจมูกใช้ผ้ากรองรุ่นเดียวกับที่ใช้ในหน้ากากมาตราฐานแบบ 3M รุ่น 8710) ไปทดลองใช้ในคนงาน จำนวน 90 คน ให้ใช้ทั้ง 4 แบบ โดยใช้แบบละ 1 สัปดาห์ ผลการประเมินพบว่า คนงานนิยมหน้ากากประยุกต์ 2 ใน 3 (แบบทรงสามเหลี่ยมและทรงครึ่งวงกลม ปิดตั้งแต่ใต้ตาลงมา) ร้อยละ 46.7 และร้อยละ 30 ตามลำดับ และมีข้อดีกว่าของที่ทำจำหน่ายจากโรงงานคือราคาถูกกว่า (ราคาเพียงอันละ 52 บาท) และใช้สะดวกกว่า