บทที่ 1 บทนำ

หลักการเหตุผล

ในการประกอบอาชีพต่างๆ หากผู้ปฏิบัติงานต้องทำงานในสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมหรือมีสภาพการทำงานอันเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัย เป็นสาเหตุประการหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคจากการประกอบอาชีพได้ โรคจากการประกอบอาชีพที่ทำให้เกิดความผิดปรกติในระบบทางเดินหายใจที่สำคัญคือโรคปอดจากการประกอบอาชีพ

โรคปอดจากการประกอบอาชีพ หมายถึง ความผิดปรกติในการทำงานของปอด และ/หรือการมีพยาธิสภาพที่ปอดอันมีสาเหตุจากการประกอบอาชีพ โรคปอดจากการประกอบอาชีพแบ่งตามชนิดของสารที่เป็นสาเหตุของโรคได้ 5 ประเภท ได้แก่ 1) โรคปอดจากประกอบอาชีพที่เกิดจากฝุ่นสารอนินทรีย์หรือฝุ่นแร่ เช่น โรคปอดจากการสัมผัสฝุ่นซิลิกา แอสเบสตอท เป็นต้น 2) โรคปอดที่เกิดจากฝุ่นสารอินทรีย์ เช่น โรคปอดชาวนาซึ่งเกิดจากการสูดดมเชื้อราในฟางข้าว (Farmer 's lung disease) บิสสิโนสิส (Byssinosis) เป็นต้น 3) โรคหืดจากการประกอบอาชีพ (Occupational asthma) 4) โรคปอดจากการประกอบอาชีพที่เกิดจากก๊าซหรือควันพิษบางชนิด เช่น การสูดดมก๊าซแอมโมเนีย คลอรีน ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ เข้าไปในปริมาณและความเข้มข้นที่สูงแล้วทำให้เกิดภาวะปอดบวมน้ำอย่างเฉียบพลัน (acute pulmonary edema) เป็นต้น 5) มะเร็งปอดและมะเร็งเยื่อหุ้มปอดจากการประกอบอาชีพ เช่น การเกิดมะเร็งปอดจากการสัมผัสฝุ่นใยหิน อาร์เซนิค (arsenic) เป็นต้น (สมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย, 2541) โรคจากการประกอบอาชีพที่เกิดจากการสัมผัสฝุ่นอินทรีย์นั้นเป็นโรคที่พบได้บ่อยในผู้ปฏิบัติงานที่ประกอบอาชีพ ชาวนา คนเลี้ยงสัตว์ คนงานโรงงานสิ่งทอ คนงานซึ่งทำงานสัมผัสฝุ่นฝ้ายและขนสัตว์ คนงานเลื่อยไม้ นอกจากนี้แล้วการปฏิบัติงานอื่นๆ ที่ต้องสัมผัสกับฝุ่นอินทรีย์เป็นประจำอาจทำให้เกิดความผิดปรกติในระบบทางเดินหายใจได้

โรคปอดจากการประกอบอาชีพก่อให้เกิดความสูญเสียต่อสุขภาพร่างกายของลูกจ้าง ทำให้เกิดความไม่สุขสบาย สุขภาพอ่อนแอ ไม่สามารถทำงานได้ตามปรกติ ต้องขาดงานหรือลางานบ่อย ทำให้ขาดรายได้ ส่งผลกระทบต่อนายจ้างซึ่งต้องจ่ายค่ารักษาพยาบาล ค่าทดแทน ค่าสูญเสียสมรรถภาพในการทำงาน ต้องจัดคนมาทำงานแทนลูกจ้างที่เจ็บป่วยและต้องนิเทศงานใหม่ นอกจากนี้

แล้วรัฐบาลยังต้องสูญเสียทรัพยากรของบุคคลวัยทำงาน ต้องรับภาระในด้านค่าใช้จ่ายในการรักษาพยาบาล รับภาระเลี้ยงดูลูกจ้างที่ไม่สามารถดูแลตนเองหรือพิการ และยังต้องจ่ายงบประมาณในการศึกษาวิจัยเพื่อหาทางควบคุมป้องกันโรคปอดจากการประกอบอาชีพ ซึ่งจะส่งผลโดยรวมต่อเศรษฐกิจโดยรวมของประเทศชาติ

ปัจจุบันอุบัติการณ์ของโรคปอดจากการประกอบอาชีพมีแนวโน้มที่สูงขึ้น ทั้งที่เป็นโรคที่สามารถป้องกันได้ และเมื่อเป็นโรคนี้ในระยะเริ่มแรกสามารถรักษาให้หายหรือทุเลาลงได้ นอกจากนี้แล้วการวินิจฉัยได้ว่าเกิดโรคจากการประกอบอาชีพผู้ปฏิบัติงานยังได้รับเงินทดแทนอีกด้วย (ธาดา ชาคร และ พงษ์ลดา สุพรรณชาติ, 2534) ด้วยเหตุผลดังกล่าวจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการป้องกันและค้นหาโรคปอดจากการประกอบอาชีพในระยะเริ่มแรก

กลุ่มเสี่ยงของผู้ปฏิบัติงานในโรงพยาบาลขนาดใหญ่ที่อาจเกิดโรคปอดจากการประกอบอาชีพที่มีสาเหตุจากการสัมผัสฝุ่นอินทรีย์ และโรคหืดจากการทำงาน ได้แก่ การทำงานในแผนกจ่ายผ้ากลาง การทำงานสัมผัสฝุ่นผ้าในบุคลากรแผนกเย็บผ้า โดยที่ฝุ่นผ้าเกิดจากการนำผ้ามาตัดเย็บเพื่อใช้สำหรับห่อเครื่องมือเครื่องใช้ ใช้เป็นเครื่องนุ่งห่มสำหรับผู้ป่วย และใช้เป็นชุดปฏิบัติงานของบุคลากรในโรงพยาบาล ฝุ่นจากการตัดผ้าในโรงพยาบาลจัดเป็นฝุ่นผสมระหว่างฝุ่นอินทรีย์ที่เกิดจากเส้นใยที่มีส่วนประกอบของเซลลูโลสซึ่งได้มาจากพืชและสารเคมีที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตผ้า ซึ่งการสัมผัสฝุ่นจากการตัดผ้าเป็นประจำอาจทำให้เกิดความผิดปรกติในระบบทางเดินหายใจได้เช่นเดียวกับการสัมผัสฝุ่นอินทรีย์อื่น ๆ

แผนกเย็บผ้าโรงพยาบาลสงขลานครินทร์เป็นหน่วยงานหนึ่งที่พนักงานต้องสัมผัสฝุ่นอินทรีย์จากการตัดเย็บผ้า จากการที่คณะกรรมการบริหารโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ได้เข้าไปสำรวจสภาวะแวดล้อมในที่ทำงานในแผนกเย็บผ้าในปี 2541 พบว่าในแผนกเย็บผ้ามีฝุ่นผ้าจากการตัดเย็บ มีการระบายอากาศที่แออัด และมีผู้ปฏิบัติงานในแผนกเย็บผ้าบางคนมีความผิดปรกติในระบบทางเดินหายใจ จึงได้เสนอแนะให้หาความชุกของการเกิดความผิดปรกติในระบบทางเดินหายใจในพนักงานแผนกเย็บผ้า ดังนั้นการศึกษาวิจัยเรื่องผลกระทบของการทำงานสัมผัสฝุ่นผ้าต่อการเกิดความผิดปรกติในระบบทางเดินหายใจในพนักงานแผนกเย็บผ้า โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ โดยทำการวัดปริมาณฝุ่นทั้งหมด การวัดปริมาณฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน การวัดปริมาณฝุ่นฝ้าย การใช้แบบสัมภาษณ์เพื่อค้นหาความผิดปรกติในระบบทางเดินหายใจ การทดสอบการแพ้

ฝุ่นผ้า การทดสอบสมรรถภาพการทำงานของปอด การถ่ายภาพรังสีทรวงอก และการตรวจอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องตามเกณฑ์การวินิจฉัยโรคแต่ละโรค สามารถใช้เป็นแนวทางในการค้นหาผู้ป่วยที่เกิดความผิดปกติในระบบทางเดินหายใจจากการทำงานสัมผัสฝุ่นผ้า ตลอดจนใช้เป็นแนวทางในการวางแผนการทำงาน การควบคุม การป้องกันการเกิดความผิดปรกติในระบบทางเดินหายใจในพนักงานที่สัมผัสฝุ่นผ้า และสอดคล้องกับข้อเสนอแนะของคณะกรรมการบริหารโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ นอกจากนี้แล้วจากการทบทวนวรรณกรรมยังไม่มีรายงานการวิจัยที่ศึกษาถึงการวัดปริมาณฝุ่นจากการตัดเย็บผ้า งานวิจัยเรื่องนี้จึงทำให้เกิดความรู้ใหม่ทางวิชาการและยังสามารถใช้เป็นแนวทางจัดบริการอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการทำงานในแผนกเย็บผ้าโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ต่อไป

การทบทวนวรรณกรรม

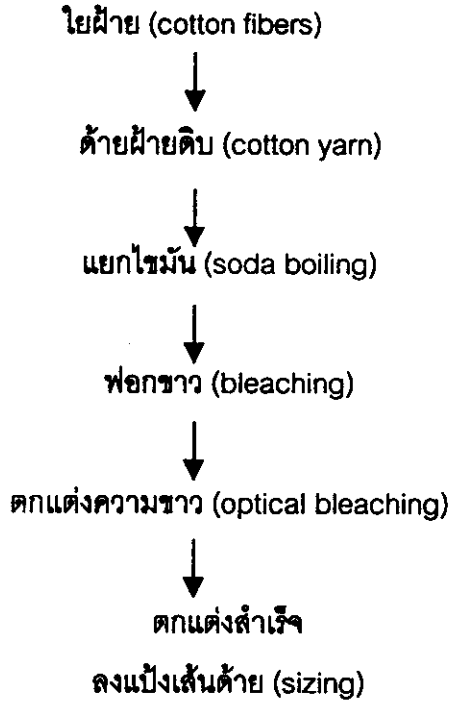
1. กระบวนการผลิตผ้า

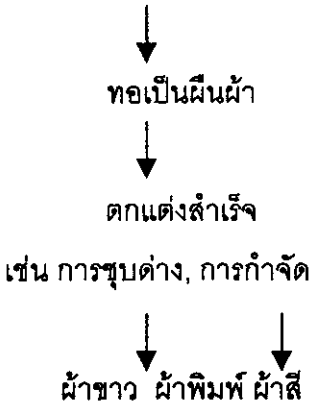
กระบวนการผลิตผ้าใช้วัตถุดิบที่สำคัญคือเส้นใย (fibers) ซึ่งหมายถึงอนุภาคที่มีสัดส่วนความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่าหรือเป็น 3 เท่า เส้นใยจำแนกได้ 2 ประเภทตามที่มาของเส้นใย คือ เส้นใยธรรมชาติ และเส้นใยประดิษฐ์ได้แก่ 1. **เส้นใยธรรมชาติ** (Natural fibers) แบ่งได้เป็น 4 ชนิด คือ 1.1 เส้นใยเซลลูโลส ได้แก่ ใยจากฝ้าย ป่าน ปอ ลินิน เป็นต้น 1.2 เส้นใยโปรตีน ได้แก่ ใยไหมและไยขนสัตว์ 1.3 ใยแร่ ได้แก่ แร่ใยหิน (asbestos) 1.4 ใยยางธรรมชาติ 2. **เส้นใยประดิษฐ์** (Man–Made fibers) แบ่งได้เป็น 5 ประเภทคือ 2.1 ใยประดิษฐ์จากเซลลูโลส ได้แก่ เรยอน (rayon) 2.2 ใยประดิษฐ์จากเซลลูโลสดัดแปลง ได้แก่ อะซีเตต (acetate) และ ไตรอะซีเตต (triacetate) 2.3 ใยประดิษฐ์จากโปรตีน ได้แก่ แอซลอน (azlon) 2.4 ใยประดิษฐ์จากสารเคมี (ใยสังเคราะห์) ได้แก่ ไนลอน (nylon) โพลิเอสเตอร์ (polyester) โอเลฟิน (olefin) เป็นต้น 2.5 ใยประดิษฐ์จากแร่ ได้แก่ใยแก้ว และใยโลหะ (นวลแข ปาลิวนิช, 2542; มณฑา จันทร์เกตุเลี้ยด, 2541)

1.1 กระบวนการผลิตผ้าฝ้าย

วัตถุดิบที่สำคัญในการผลิตผ้าฝ้ายคือ ใยฝ้าย (cotton fibers) จัดเป็นเส้นใยธรรมชาติชนิดหนึ่ง โดยส่วนประกอบหลักของใยฝ้ายอบแห้งประกอบด้วย เซลลูโลส 94 % โปรตีน 1.3 % เถ้า 1.2 % และอื่นๆ 3.5 % (เกษม พิพัฒน์ปัญญานุกูล, 2541) รูปร่างของเส้นใยฝ้ายเป็น ใยสั้นมีความยาวเฉลี่ย 0.3-5.5 เซนติเมตร เมื่อนำไปผลิตผ้าต้องผ่านกระบวนการทำเส้นใยให้เป็นเส้นด้ายโดยผ่าน

กระบวนการปั่นด้าย ได้ผลผลิตเป็นด้ายฝ้ายดิบ ซึ่งต้องนำไปแยกไขมันตาม ธรรมชาติ น้ำมันสารหล่อลื่นออกโดยวิธีต้มในสารละลายโซดาไฟแล้วนำไปฟอกขาว ซึ่งนิยมใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซม์หรือสารประกอบคลอรีนในการฟอกขาว เมื่อผ่านกระบวนการฟอกขาวแล้วนำไปลงแป้ง เพื่อป้องกันการเสียดสีของเครื่องทอก่อนที่จะทอเป็นผ้าดิบ (grey cloth) เมื่อได้เป็นผืนผ้าแล้วนำไปตกแต่งสำเร็จทั่วไปด้วยกระบวนการต่าง ๆ เช่น นำไปเผาขน (singeing) เพื่อกำจัด เส้นใยที่โผล่เหนือผ้า ทำให้ผ้าเรียบขึ้น นำผ้าที่เผาขนแล้วมาลอกแป้งออก นำไปซุบด่างโดยผ่านผ้าลงในสารละลายโซดาไฟ นอกจากนี้อาจมีการตกแต่งพิเศษ เช่น การเคลือบสารเคมีเพื่อทำให้ผ้าคงตัวไม่ยับง่าย เคลือบสารกันความร้อน สารกันเชื้อรา สารกันแมลงกินผ้า และสารเคมีอื่นๆ เพื่อเพิ่มความทนทานแก่เนื้อผ้า (มณฑา จันทร์เกตุเลี้ยด, 2541) นอกจากนี้แล้วในการผลิตผ้าฝ้ายสียังต้องผ่านกระบวนการย้อมและพิมพ์ผ้า เพื่อให้ผ้ามีสีและลวดลายหลากหลายโดย สีย้อมที่นิยมใช้กับผ้าฝ้าย ได้แก่ สีซัลเฟอร์ (sulfer dyes) สีวัต (vat dyes) สีมอร์แดนและสีโครม (mordant + chrome) ส่วนการพิมพ์ลวดลายบนผืนผ้า (printing) ใช้สีพิมพ์ซึ่งประกอบด้วย สีย้อม สารโพลิอะคริลิก น้ำ สารกันฟอง สารทำให้เปียก และสารเคมีอื่น ๆ (นวลแข ปาลิวนิช, 2542; มณฑา จันทร์เกตุเลี้ยด, 2541) โดยสรุปแล้วกระบวนการผลิตผ้าฝ้ายมีขั้นตอนต่างๆดังภาพประกอบ 1.1





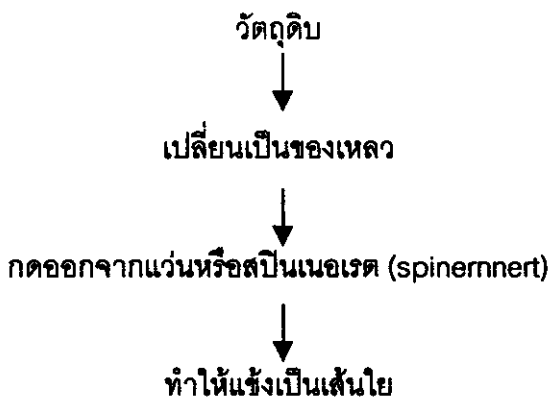
ภาพประกอบ 1.1 กระบวนการผลิตผ้าฝ้าย

ที่มา: มณฑา จันทร์เกตุเลี่ยด, 2541

1.2 กระบวนการผลิตผ้าใยสังเคราะห์

การผลิตผ้าใยสังเคราะห์มีวิธีการผลิตหลังจากได้เป็นเส้นใยสังเคราะห์แล้ว เช่นเดียวกับการผลิตผ้าฝ้าย แต่มีการผลิตเส้นใยสังเคราะห์ที่ต่างจากใยธรรมชาติ โดยเส้นใยสังเคราะห์ได้มาจากการนำวัตถุดิบที่เป็นสารตั้งต้นซึ่งผลิตจากสารเคมีโมเลกุลเล็กไปทำปฏิกิริยาที่เหมาะสมจนได้เป็นสารโพลิเมอร์ แล้วนำโพลิเมอร์ไปทำเป็นเส้นใย ดังภาพประกอบ 1.2

เส้นใยสังเคราะห์ที่นิยมใช้ ได้แก่ ใยโพลิเอสเตอร์ (polyester) ซึ่งเป็นโพลิเมอร์ที่เกิดจากปฏิกิริยาการควบแน่นระหว่างสารไดคาร์บอกซิลิกแอซิด (dicarboxylic acid) กับไดไฮโดรลิกแอลกอฮอล์ (dihydrolic alcohol) ใยไนลอน (nylon) ผลิกมาจากสารเฮกซะเมธิลีนไดอะมีน (hexamethylene diamine) ทำปฏิกิริยากับกรดอาดิปิก (adepic acid) ใยโอเลฟิน (olefin) ผลิตมาจากโพลิเอทธิลีน (polyethylene) หรือโพลิโพรปิลีน (polypropylene) เป็นต้น (มณฑา จันทร์-เกตุเลี้ยด, 2541)



ภาพประกอบ 1.2 การผลิตเส้นใยสังเคราะห์

ที่มา : ดัดแปลงจากนวลแข ปาลิวนิช, 2542

2. กลุ่มอาการผิดปรกติในระบบทางเดินหายใจที่เกิดจากการสัมผัสฝุ่นอินทรีย์และอาจเกิดจากการสัมผัสฝุ่นผ้า

ฝุ่นฝ้ายมีองค์ประกอบเป็นฝุ่นผสมประกอบด้วยใยฝ้าย แบคทีเรีย เชื้อรา ปนเปื้อนดิน สารเคมีปราบวัชพืชดังที่ได้กล่าวแล้วข้างต้น การสัมผัสฝุ่นฝ้ายเป็นประจำก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ เนื่องจากตัวฝุ่นฝ้ายเองมีสารประกอบเคมีจำพวก polypeptide ที่เกิดจากต้นฝ้าย เมื่อหายใจเอาฝุ่นฝ้ายเข้าไปสารนี้จะกระตุ้นให้มีการหลั่งสารจำพวก histamine ซึ่งเป็นสารที่ทำให้เกิดการหดตัวของหลอดลม ทำให้แน่นหน้าอก หายใจไม่สะดวก นอกจากนี้การได้รับสารพิษ endotoxin จากแบคทีเรียกรัมลบที่ปะปนอยู่ในฝุ่นฝ้ายสามารถกระตุ้น complement system ทำให้เกิดการหลั่ง histamine และสารดึงดูดเม็ดเลือดขาวจำพวก neutrophil เข้ามาทำให้เกิดการอักเสบของหลอดลม และหลอดลมหดตัว และยังพบว่าสารในฝุ่นฝ้ายซึ่งเป็นแอนติเจนเมื่อร่างกายได้รับเข้าไปจะสร้าง antibodies ขึ้นมาต่อต้าน (สว่าง แสงหิรัญวัฒนา, 2534; Schilling and Rylander, 1994)

ฝุ่นจากการตัดผ้าฝ้ายเป็นสารอินทรีย์ที่ผลิตจากใยเซลลูโลสจากพืช และในการผลิตผ้าฝ้ายมีการใช้สารเคมีดังตาราง 1.1 ซึ่งจะเห็นได้ว่าในกรรมวิธีการทำให้เส้นด้ายและเนื้อผ้าที่ทอแน่นติดกันดีนั้น ใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์ (sodium hydroxide) ซึ่งเป็นสารเคมีที่เมื่อสูดดมเข้าไป ทำให้เกิดอาการระคายเคืองจมูก ปาก คอ และตา ปวดแสบปวดร้อนบริเวณจมูกและลำคอ ไอ และถ้าได้รับในปริมาณที่สูงอาจทำให้เกิดภาวะปอดอักเสบได้ (Baker, 1997a) และในกรรมวิธีการทำให้เส้นด้ายและเนื้อผ้าที่ทอแน่นติดกันดีนั้นยังมีการใช้ กรดซัลฟูริก (sulphuric acid) ซึ่งเป็นสารเคมีที่เมื่อสูดดมเข้าไปทำให้เกิดอาการระคายเคืองเยื่อเมือกต่าง ๆ ในช่องจมูก ปาก คอ และตา ถ้าได้รับในความเข้มข้นที่สูงทำให้เกิดอาการ แน่นหน้าอก หายใจลำบาก (Baker, 1997b) ในขั้นตอนการนำผ้าฝ้ายไปฟอกขาวมีการใช้ โซเดียมคลอไรต์ (sodium chlorite) ซึ่งเมื่อหายใจเข้าไปทำให้เกิดอาการระคายเคืองจมูก คอ และหลอดลม ทำให้เกิดอาการไอ แน่นหน้าอก หายใจลำบาก (Baker, 1996b) นอกจากนี้ผ้าที่ผ่านการฟอกย้อมยังถูกเคลือบสารเคมีเพื่อทำให้ผ้าคงตัวไม่ยับง่ายหรือผ่านกระบวนการพิมพ์ผ้าด้วยฟอร์มาลดีไฮด์ (formaldehyde) ซึ่งสารประกอบนี้จะระเหยออกมาจากเนื้อผ้า ปะปนอยู่ในฝุ่นผ้า ถ้าได้รับสารประกอบฟอร์มาลดีไฮด์ในปริมาณมากจะทำให้เกิดอาการอ่อนเพลีย นอนไม่หลับ ปวดศีรษะ และเกิดการระคายเคืองต่อทางเดินหายใจ ทำให้เกิดอาการไอ เจ็บคอ และหายใจขัดได้ (สุวรรณี โชติพนัง, 2538; Baker, 1998) มีการเคลือบสารกันแมลงกินผ้า ได้แก่ เดลดริล (dieldrin) ซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงที่เมื่อสูดดมเข้าไปทำให้เกิด

อาการปวดศีรษะ มึนงง อาเจียน อ่อนเพลีย สับสน (International Chemical Safety Cards, 1993b) ในขั้นตอนการผลิตผ้ายังมีการเคลือบสารเคมี เช่น คอบเปอร์ แนฟทีเนท (copper naphthenate) เพื่อเพิ่มความคงทนให้แก่เนื้อผ้า ซึ่งสารเคมีดังกล่าวเมื่อหายใจเข้าไปทำให้เกิดอาการไอ ระคายเคืองจมูก และทางเดินหายใจ (International Chemical Safety Cards, 1993a) และมีการใช้ สารไดคลอโรเฟน (dichlorophen) ซึ่งเมื่อหายใจเข้าไปทำให้เกิดอาการไอ เจ็บคอ และหายใจลำบากได้ถ้าสูดดมเข้าไปในปริมาณและความเข้มข้นที่สูง (International Chemical Safety Cards, 1993c) นอกจากนี้ในกระบวนการผลิตผ้ายังมีการใช้สีย้อมผ้าซึ่งมีส่วนประกอบของ tannic acid ซึ่งสารดังกล่าวเมื่อสูดดมเข้าไปทำให้เกิดอาการไอ จาม และถ้าได้รับในปริมาณที่สูงทำให้หายใจลำบากได้ (Baker, 1996a)

ตาราง 1.1 สารเคมีที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตผ้าฝ้าย

ขั้นตอนการผลิตผ้า	สารเคมีที่ใช้
1. การลงแป้งและการต้มแป้ง	1. แป้ง, polyvinyl alcohol, carboxymethyl cellulose และ polyacrylic acid
2. การฟอกขาว	2. ใช้ sodium chlorite, hypochlorite และ hydrogen peroxide
3. การทำความสะอาดและการขุบมัน	3. ใช้ sodium hydroxide and sulphuric acid
4. การตกแต่งสำเร็จเพื่อเพิ่มความทนทานแก่เนื้อผ้า และการทำให้ผ้าคงตัวไม่ยับง่าย	4. ใช้เรซินสังเคราะห์ เช่น formaldehyde, melamine formaldehyde และ ethylene urea
5. การเตรียมผ้าสำหรับย้อม	5. ผงซักฟอกและตัวทำละลายต่างๆ เช่น chlorobenzene
6. การเคลือบสารกันแมลงกินผ้า	6. ใช้ dieldrin,sulphonamide, chloro-2,2-chloromethyl dephenyl ether, halogenated diphenyl urea derivatives
7. สารเคลือบเพิ่มความคงทนแก่เนื้อผ้ากันผ้าเปื่อยยุ่ย	7. ใช้ pentachlorophenyl laurate,copper naphthenate, salicyl-anilide(shirlan A),

	dichlorophen
8. ขั้นตอนการย้อมผ้า	8. ใช้สีสังเคราะห์ที่ได้มาจากผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม รวมทั้งถ่านหิน และถ้าใช้สีธรรมชาติย้อมต้องใช้สารเคมีที่มีส่วนผสมของโลหะ เช่น metallic oxide ใช้ tannic acid หรือ dichromates หรือ ใช้ editic acid
9. ขั้นตอนการพิมพ์ผ้า	9. ใช้ formaldehyde

ที่มา : ดัดแปลงจาก Greenberg, 1997 ; Tyrer, 1983

จากการศึกษาถึงองค์ประกอบของผ้าที่นำมาตัดเย็บในแผนกเย็บผ้า โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ โดยวิธีการสอบถามจากแผนกจัดซื้อผ้าของโรงพยาบาลและจากร้านจำหน่ายผ้าที่ทาง โรงพยาบาลจัดซื้อ พบว่า ผ้าทั้งหมดที่ซื้อมาตัดเย็บในแผนกเย็บผ้าเป็นผ้าฝ้าย 100% (สาเหตุที่ไม่ใช้ผ้าที่มีส่วนผสมของใยสังเคราะห์เนื่องจากผ้าที่นำมาใช้ในโรงพยาบาลต้องผ่านการนึ่งเพื่อฆ่าเชื้อโรคหากใช้ผ้าใยสังเคราะห์เมื่อสัมผัสความร้อนจะหดตัวได้ง่าย) จากการตัดเย็บทำให้เกิดฝุ่นจากผ้าฝ้าย ซึ่งฝุ่นผ้าอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดความผิดปรกติในระบบทางเดินหายใจต่อผู้ที่สัมผัสเป็นประจำได้ จากการทบทวนวรรณกรรมฝุ่นผ้าที่เกิดในแผนกเย็บผ้า โรงพยาบาลสงขลา-นครินทร์ จัดเป็นฝุ่นผสมระหว่างฝุ่นอินทรีย์จากใยฝ้ายและสารเคมีที่ใช้ในขั้นตอนการผลิตผ้า (chemical contaminated dust) การสัมผัสฝุ่นจากการตัดเย็บผ้าเป็นประจำจึงมีโอกาสเกิดความผิดปกติในระบบทางเดินหายใจได้เช่นเดียวกับการสัมผัสฝุ่นอินทรีย์อื่นๆ จากการทบทวนวรรณกรรมรายละเอียดของโรคที่สัมพันธ์กับการสัมผัสฝุ่นอินทรีย์มี ดังต่อไปนี้

2.1 **บิสสิโนสิส** (Byssinosis)

นิยาม: Byssinosis เป็นโรคเรื้อรังของระบบทางเดินหายใจที่เกิดจากการหายใจเอาฝุ่นหรือใยฝ้าย ป่าน ปอ หรือลินิน เข้าไปในปอด อาการของโรคประกอบด้วย ไอ แน่นหน้าอก หายใจไม่สะดวก โรคนี้มักเกิดกับผู้ที่ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอ (สมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย, 2541)

กลไกการเกิดโรค : แบ่งได้ 2 แบบคือ 1) **Nonimmunologic mechanism** พบว่าสารพวก polypeptide ที่มีอยู่ในฝุ่นฝ้ายเป็นตัวกระตุ้นให้มีการหลั่งสารพวก histamine หรือ histamine-

like-substances เช่น serotonin ซึ่งสารพวก histamine เหล่านี้จะเป็นตัวทำให้เกิดการหดตัวของหลอดลม และยังพบว่า endotoxin จากแบคทีเรียที่ปะปนอยู่ใน ฝุ่นฝ้ายสามารถกระตุ้น complement system ทำให้เกิดการหลั่งฮีสตามีนและสารซึ่งจะดึงดูด เม็ดเลือดขาวพวก neutrophile เข้ามา ทำให้เกิดการอักเสบของหลอดลมและหลอดลมหดตัว (โยธิน เบญจวัง, 2538) มีการศึกษาพบว่าปริมาณฝุ่นฝ้ายมีความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของ endotoxin แบบแปรผันตรง คือปริมาณ endotoxin สูงตามความเข้มข้นของฝุ่น (Li, *et al.*, 1995) และยังพบว่าปริมาณ endotoxin ที่สูงขึ้นในบรรยากาศสัมพันธ์กับการลดลงของ สมรรถภาพการทำงานของปอดในคนงานโรงงานทอผ้าแห่งหนึ่งในเมือง Shanghai ประเทศจีน (Kennedy, *et al*, 1987) นอกจากนี้การล้างฝ้ายยังช่วยลดปริมาณ endotoxin ในบรรยากาศและลดการหดตัวของหลอดลมได้ (Petsonk, *et al.*, 1986) 2) Immunologic mechanism มีการวัดปริมาณ Immunoglobin ในซีรัมของคนงานที่สัมผัสฝุ่นฝ้ายพบว่า IgG สูงกว่าพวกที่ไม่ ได้รับฝุ่นฝ้าย (โยธิน เบญจวัง, 2538) และยังมีการตรวจพบ specific IgE antibodies ในคนงานที่สัมผัสฝุ่นฝ้าย นอกจากนี้แล้วยังพบความสัมพันธ์ของ IgE antibodies กับการลดลงของ FEV_1 ในคนงานภายหลังเลิกงานอีกด้วย (สว่าง แสงหิรัญวัฒนา, 2537)

อาการและอาการแสดง: Byssinosis มักเกิดกับคนงานโรงงานอุตสาหกรรมสิ่งทอที่ทำงานเป็นเวลานานเกินกว่า 2 ปีขึ้นไป อาการที่สำคัญของโรคนี้ ได้แก่ ไอ แน่นหน้าอก เหนื่อยหอบ อาการส่วนใหญ่มักเกิดขึ้นในตอนเช้าของวันที่เริ่มกลับเข้าทำงาน อาการจะทุเลาลงในตอนเย็น และจะหายไปในวันที่สองหรือวันต่อมา อาการอาจจะเป็นอยู่แบบนี้เป็นเวลาหลายปี ในระยะแรกๆ ที่ยังไม่มีภาวะการหายใจล้มเหลวถ้าหยุดทำงานอาการเหล่านี้จะหายไปได้ และหากมีอาการเรื้อรังอาจมีลักษณะของโรคหลอดลมอักเสบเรื้อรังหรือโรคถุงลมโป่งพองร่วมด้วย ผู้ป่วยโรคนี้จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางภาพรังสีทรวงอก (สมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย, 2541) ระดับอาการของ Byssinosis ตามเกณฑ์ของชิลลิ่ง แบ่งได้เป็น 4 ระยะ ตามอาการและอาการแสดง ดังนี้ (Schilling, 1983)

ระดับอาการของ Byssinosis ตามเกณฑ์ของชิลลิ่ง

ระยะ 1/2 มีอาการแน่นหน้าอก หายใจไม่สะดวก เป็นครั้งคราวในวันจันทร์หรือวันแรกของการกลับเข้ามาทำงาน

ระยะ 1 มีอาการไอ แน่นหน้าอก หายใจไม่สะดวก หรือหายใจเร็วกว่าปรกติทุกวันจันทร์หรือวันแรกของการกลับเข้าทำงาน

ระยะ 2 มีอาการไอ แน่นหน้าอก หายใจไม่สะดวก หรือหายใจเร็วกว่าปรกติทุกวันที่ทำงาน

ระยะ 3 มีอาการแบบเดียวกับระยะที่ 2 ร่วมกับความสามารถในการทำงานลงลงอย่างถาวร และ /หรือ มีการลดลงของสมรรถภาพการทำงานของปอด

ในการแบ่งระดับของ Byssinosis ตามเกณฑ์ของชิลลิ่ง นอกจากใช้อาการและอาการแสดงแล้วยังใช้ผลการทดสอบสมรรถภาพการทำงานของปอดเป็นเกณฑ์ ดังตาราง 1.2

ตาราง 1.2 เกรดของการทดสอบสมรรถภาพการทำงานของปอด

เกรด	การลดลงของ FEV, หลังเลิกงานคิดเป็นร้อยละเทียบกับก่อนเข้าทำงาน	ค่าของ FEV, คิดเป็นร้อยละของค่าพยากรณ์วัดหลังจากหยุดงานอย่างน้อย 2 วัน
F0	ลดลงน้อยกว่า 5 %	80
F1/2	ลดลงอยู่ระหว่าง 5-10 %	80
F1	ลดลงมากกว่า 10 %	80
F2	ลดลงมากกว่า 10 %	60-79
F3	ลดลงมากกว่า 10 %	น้อยกว่า 60

ที่มา ; Schilling, 1983

นอกจากการแบ่งระดับอาการของ Byssinosis ตามเกณฑ์ของชิลลิ่งแล้วยังมีการแบ่งระดับอาการของโรคนี้ตามเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก โดยยึดอาการแน่นหน้าอก หายใจขัด อาการระคายเคืองทางเดินหายใจ การเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพการทำงานของปอดทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรัง ดังนี้ (WHO, 1983 quoted in Niven and Pickering, 1996)

ระดับอาการของ Byssinosis ตามเกณฑ์ขององค์การอนามัยโลก

ก. แบ่งโดยยึดอาการแน่นหน้าอกหรือหายใจขัดเป็นเกณฑ์ มี 3 ระยะ ดังนี้

ระยะ 0 ไม่มีอาการ

ระยะ B1 แน่นหน้าอก และ/หรือ หายใจขัดในวันแรกที่ทำงาน

ระยะ B2 แน่นหน้าอก และ/หรือ หายใจขัดในทุกวันที่ทำงาน

ข. แบ่งโดยยึดอาการระคายเคืองระบบทางเดินหายใจเป็นเกณฑ์ แบ่งได้ 3 ระยะ ดังนี้

ระยะ RTI1 มีอาการไอที่สัมพันธ์กับการสัมผัสฝุ่น

ระยะ RTI2 มีเสมหะเกือบทุกวันที่สัมผัสฝุ่น (มีเสมหะปีละประมาณ 3 เดือน)

ระยะ RTI3 มีเสมหะเรื้อรังและมีอาการแย่ลงเมื่อสัมผัสฝุ่น หรือมีอาการที่แสดงถึงความผิดปรกติของปอด (chest illness) เมื่อถูกกระตุ้นด้วยฝุ่นและมีอาการเช่นนี้อย่างน้อย 2 ปี

ค. แบ่งโดยยึดการเปลี่ยนแปลงการทำงานของปอดแบบเฉียบพลันเป็นเกณฑ์ โดยทำการวัดสมรรถภาพการทำงานของปอดอย่างน้อย 3 ครั้ง หลังจากหยุดสัมผัสฝุ่นอย่างน้อย 2 วัน และเลือกผลการทดสอบที่ดีที่สุดมาใช้ ซึ่งแบ่งได้เป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะ 1 เป็นระยะที่ไม่มีผลกระทบต่อหน้าที่ของปอดพบว่า FEV_1 ลดลงน้อยกว่า 5 %.และ FEV_1 จะเพิ่มขึ้นเมื่อหยุดพัก

ระยะ 2 เป็นระยะที่มีผลต่อหน้าที่ของปอดปานกลาง คือ มีการลดลงของสมรรถภาพการทำงานของปอดพบว่า FEV_1 ลดลง 5-10 %

ระยะ 3 เป็นระยะที่มีการสูญเสียหน้าที่ของปอดรุนแรง พบว่า FEV_1 ลดลง 10-20 %

ง. แบ่งโดยยึดการเปลี่ยนแปลงของสมรรถภาพการทำงานของปอดแบบเรื้อรังโดยทำการตรวจวัดเช่นเดียวกับแบบเฉียบพลัน แบ่งได้เป็น 3 ระยะ ดังนี้

ระยะ 1 เป็นระยะที่ไม่มีอาการ ตรวจพบว่า FEV_1 มีค่า 80 % ของค่าที่ได้จากการทำนาย

ระยะ 2 เป็นระยะที่มีการสูญเสียหน้าที่ของปอดเล็กน้อยถึงปานกลางพบว่า FEV_1 มีค่า 60-79 % ของค่าที่ได้จากการทำนาย

ระยะ 3 เป็นระยะที่มีการสูญเสียหน้าที่ของปอดขั้นรุนแรงพบว่า FEV_1 มีค่าน้อยกว่า 60% ของค่าที่ได้จากการทำนาย

ระบาดวิทยา จากการสำรวจโดย ประพาฬ ยงใจยุทธ (2531) พบความชุกของ Byssinosis ในโรงงานทอผ้าแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรปราการ ร้อยละ 19.7 โดยพบว่าระยะเวลาการทำงานน้อยที่สุดที่พบโรคนี้ คือ 6 เดือน และเมื่อระยะเวลาการทำงานมากขึ้นความชุกของโรคนี้จะสูงตามไปด้วย ต่อมาในปี 2532 พบความชุกของโรคนี้ในพนักงานโรงงานสิ่งทอแห่งหนึ่งในจังหวัดสมุทรปราการ โดยพบอุบัติการณ์ของโรคนี้ในแผนกทอร้อยละ 15.4 และแผนกปั่นร้อยละ 32.5 (โยธิน เบญจวัง ,2538) ในปีพ.ศ.2534 ศิริลักษณ์ สิมะพรชัยและคณะ (2534) พบความชุกของ Byssinosis ในคนงานทอผ้าแห่งหนึ่งในจังหวัดพิษณุโลก ร้อยละ 20.2 ต่อมาพนมพันธ์ ศิริวัฒนานุกูล (2540) ได้ศึกษาถึงความชุกของ Byssinosis ในพนักงานโรงงานตัดเย็บเสื้อผ้าแห่งหนึ่งในจังหวัดนครปฐม

เมื่อปีพ.ศ.2540 พบความชุกของโรคนี้ตามเกณฑ์วินิจฉัยโรคขององค์การอนามัยโลกร้อยละ 13.2 โดยที่ผู้ปฏิบัติงานที่เกิดโรคนี้ทำงานอยู่ในแผนกตัดผ้า แผนกเย็บผ้า แผนกตรวจสอบคุณภาพ แผนกรีด-พับ-บรรจุเสื้อผ้า โดยระยะเวลาทำงานเฉลี่ยของคนงานที่เกิดโรคเท่ากับ 4.8 ปี จากการวิจัยพบว่าการใช้ผ้าปิดจมูกในระหว่างการทำงานซึ่งผู้ปฏิบัติงานใช้อยู่ไม่สามารถลดอุบัติการณ์ของการเกิด Byssinosis วิธีการที่เหมาะสมในการลดอุบัติการณ์ของโรคนี้คือการลดปริมาณฝุ่นในโรงงานโดยวิธีการควบคุมทางด้านวิศวอุตสาห-กรรม และการใช้เครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่ได้มาตรฐานอย่างสม่ำเสมอ ต่อมาในปีพ.ศ 2541 โยธิน เบญจวัง (2541) สำรวจความชุกของโรค Byssinosis ในโรงงานทอผ้า 2 แห่ง พบว่าแผนกปั่นมีความชุกของโรคนี้ร้อยละ 16.3 และแผนกทอมีความชุกร้อยละ 7.7

ถึงแม้ว่าฝุ่นฝ้ายจะมีความแตกต่างจากฝุ่นจากการตัดเย็บผ้าเนื่องจากฝุ่นฝ้ายเป็นเส้นใยธรรมชาติ ในขณะที่ผ้าที่นำมาตัดเย็บผ่านกรรมวิธีการทอ การใช้สารเคมีเพื่อป้องกันไม่ให้ผ้าขึ้นราและทำให้ผ้าเรียบ แต่ตัวฝุ่นฝ้ายเองไม่ใช่สาเหตุของการเกิด Byssinosis แต่เพียงอย่างเดียว มีการศึกษาพบว่า endotoxin มีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกับการเกิดโรคนี้ (Li, *et al.*, 1995) ซึ่งฝุ่นผ้าเองก็น่าจะมี endotoxin ด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตามยังไม่มีการศึกษาปริมาณ endotoxin ในฝุ่นจากการตัดเย็บผ้า ในการวิจัยครั้งนี้ใช้เกณฑ์การวินิจฉัย Byssinosis ตามเกณฑ์ของ Schilling เนื่องจากเป็นเกณฑ์ที่กองอาชีวอนามัยใช้ในปัจจุบัน และเกณฑ์ของ WHO มีความซับซ้อนและไม่เป็นที่นิยม

2.2 **โรคหืดจากการประกอบอาชีพ** (Occupational asthma)

นิยาม Occupational asthma เป็นโรคที่เกิดกับผู้ปฏิบัติงานซึ่งทำงานอยู่ในบรรยากาศที่มีสารก่อโรคมาเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 สัปดาห์แล้วทำให้เกิดอาการหอบหืดขึ้น และอาการหอบหืดหายไปได้เองหรือหายไปเมื่อได้รับยาขยายหลอดลม (สมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย, 2541)

สาเหตุและกลไกการเกิดโรค: Occupational asthma แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ 1) Allergic occupational asthma หรือ extrinsic asthma เกิดขึ้นหลังได้รับสารกระตุ้นที่ทำให้เกิดภูมิแพ้ (allergen) ในสถานที่ทำงานหรือแอนติเจนที่เกิดจากสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลมาก จำพวกโปรตีนจากสัตว์และพืช ฝุ่นแป้ง เอ็นไซม์ ยางเหนียวจากพืช antigen จากเชื้อราที่ปนเปื้อนอยู่กับธัญพืช เป็นต้น การทำ skin prick test ในผู้ป่วยกลุ่มนี้มักได้ผลบวก และมักตรวจพบ IgE ในซีรัม โดยสารกระตุ้นการเกิดภูมิแพ้เมื่อเข้าสู่ทางเดินหายใจ ในระยะแรกจะสร้าง IgE ขึ้นโดย plasma ซึ่งอยู่ใต้เยื่อบุทางเดินหายใจ เมื่อมากพอ IgE จะเกาะอยู่กับ mast cell ที่หลอดลมและเนื้อเยื่อรอบทาง

เดินหายใจ เมื่อได้รับสารภูมิแพ้เข้าสู่ทางเดินหายใจซ้ำก็จะทำปฏิกิริยากับ IgE หรือเกาะกับ IgE เหล่านั้น มีผลทำให้เกิดการหลั่งสารจำพวก histamine slow reacting substance anaphylaxis ซึ่งมีผลทำให้หลอดลมหดตัว ทำให้เกิดอาการหอบหืดขึ้น 2) Nonallergic occupational asthma หรือ intrinsic asthma เกิดจากสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อยจำพวก diisocyanate anhydrides ฝุ่นไม้บางชนิด เช่น western red cedar การทำ skin prick test ในกลุ่ม intrinsic asthma มักได้ผลลบ (อรรถ นานา, 2541: Malo and Carties, 1996) จากการทบทวนวรรณกรรมฝุ่นจากการตัดเย็บผ้าฝ้ายจัดเป็นฝุ่นที่เกิดจากพืช (vegetable dust) มีส่วนประกอบของเซลลูโลสจากใยฝ้าย จึงมีโอกาสเกิดหอบหืดจากการทำงานที่มีสาเหตุจากสารที่มีน้ำหนักโมเลกุลมากได้เช่นเดียวกับฝุ่นจากธัญพืชอื่นๆ (Sheppard and Balmes, 1994) และยังมีรายงานพบว่าเอนไซม์เซลลูเลสซึ่งใช้ในขั้นตอนการผลิตผ้าทำให้เกิดโรคหืดจากการทำงานได้ (Kim, *et al.*, 1999)

อาการและอาการแสดง: อาการที่สำคัญของโรคนี้ได้แก่ ไอ แน่นหน้าอก หอบเหนื่อยและหายใจมีเสียงดังวี๊ด ๆ (wheeze) บางรายมีอาการหายใจขัด อาการเหล่านี้อาจหายไปได้เองหรือหายไปเมื่อได้รับยาขยายหลอดลม (Kuschner, *et al.*, 1998) ผู้ป่วยโรคนี้จะมีอาการหอบหืดเกิดขึ้นหลังทำงานในบรรยากาศที่มีสารก่อโรคเป็นเวลาไม่ต่ำกว่า 2 สัปดาห์ อาการของโรคมี 3 แบบ คือ 1) immediate asthma ผู้ป่วยจะมีอาการหอบหืดเกิดขึ้นทันทีที่สัมผัสกับสารก่อโรคในการทำงาน อาการหอบหืดที่เกิดขึ้นจะรุนแรงมากที่สุดในเวลา 10-30 นาที หลังจากนั้นจะค่อยๆ ดีขึ้น 2) late asthma การอุดกั้นของหลอดลมที่เกิดขึ้นจะเริ่มในระยะ 3-8 ชั่วโมง หลังสัมผัสกับสารก่อโรค จนถึง 12-36 ชั่วโมง 3) dual asthma มีอาการร่วมกันระหว่างแบบ 1 และ 2 (สมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย, 2541)

ระบาดวิทยา: อุบัติการณ์ของโรคหืดจากการประกอบอาชีพในปัจจุบันพบสูงขึ้นในทุกประเทศ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอุตสาหกรรม ความเข้มข้นของสารที่สูดดมเข้าไป และสภาพแวดล้อมในการทำงาน อุบัติการณ์ของโรคนี้ในประเทศไทยจากการศึกษาในโรงงานทำขนมปังแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร พบว่ามีร้อยละ 1 (อรรถ นานา, 2541)

2.3 โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง (COPD)

โรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง เป็นโรคที่มีการอุดกั้นของทางเดินอากาศภายในหลอดลมแบบถาวร หมายถึงกลุ่มอาการที่มีการลดลงของอัตราเร็วลมที่หายใจออก (expiratory airflow) และความผิดปกติดัง

ฝ่ายหอสมุด
คุณหญิงหลง อรรถกระวีสุนทร

กล่าวไม่เปลี่ยนแปลงชัดเจนในช่วงเวลาหลายๆ เดือน ซึ่งเป็นลักษณะที่ COPD ต่างจากโรคหืด (ATS, 1986) COPD เป็นชื่อรวมของโรค 2 ชนิด คือ Chronic bronchitis และ Pulmonary emphysema ที่มีภาวะอุดกั้นหลอดลมถาวรร่วมด้วย

2.3.1 โรคหลอดลมอักเสบเรื้อรัง (Chronic bronchitis)

นิยาม: Chronic bronchitis เป็นโรคที่มีการทำลายหลอดลมอย่างถาวรร่วมกับมีการอักเสบเรื้อรังภายในหลอดลม เป็นโรคที่เป็นส่วนหนึ่งของโรคปอดอุดกั้นเรื้อรัง นิยามขึ้นมาจากอาการทางคลีนิค คือมีอาการไอและมีเสมหะเรื้อรังโดยมีอาการเป็นๆหายๆ ปีละอย่างน้อย 3 เดือน และมีอาการติดต่อกันอย่างน้อย 2 ปีโดยไม่มีสาเหตุอื่น (สมาคม อุรเวชช์แห่งประเทศไทย, 2540; ATS, 1986 ; Barnhart, 1994)

สาเหตุและกลไกการเกิดโรค: สาเหตุของโรคนี้เกิดจากการทำงานสัมผัสฝุ่นอินทรีย์ เช่น ฝุ่นฝ้าย ฝุ่นจากเมล็ดข้าว ฝุ่นจากโรงงานกระดาษ ฝุ่นจากโลหะ เช่น ซิลิกา ถ่านหิน แอสเบสตอส การสูดดมควันบุหรี่ ฯลฯ กลไกการเกิด Chronic bronchitis เป็นผลมาจากการที่ต่อมหลั่งเมือกเพิ่มจำนวนและหนาตัวขึ้น มีการหลั่งเสมหะจำนวนมากจากต่อมหลั่งเมือกทำให้ผนังหลอดลมบวม เกิดการอักเสบและเกิดการตีบแคบของหลอดลมขึ้น (สมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย, 2540; Barnhart, 1994)

อาการและอาการแสดง: ในระยะแรกจะไม่มีอาการปรากฏให้เห็น เมื่อปอดถูกทำลายมากขึ้นจะมีอาการไอเรื้อรัง ซึ่งมักจะมีอาการไอในตอนเช้าและมักมีเสมหะสีขาว นอกจากนี้ยังมีอาการหอบเหนื่อย หายใจมีเสียงวี๊ดๆ (wheeze) (สมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย, 2540)

ระบาดวิทยา มีรายงานการศึกษาพบความชุกของโรคนี้ในโรงงานทอผ้าที่เมือง Guangzhou ประเทศจีนเมื่อปี 2538 ร้อยละ 10.9 (Jiang, *et al.*, 1995) ต่อมามีการศึกษาพบความชุกของโรคนี้ในคนงานโรงงานทอผ้า ในประเทศสหราชอาณาจักร เมื่อปี 2541 ร้อยละ 4.4 (Simpson, *et al.*, 1998) และมีรายงานพบความสัมพันธ์ระหว่างการสัมผัสฝุ่นฝ้ายกับการเกิด chronic bronchitis และยังพบว่าการสูบบุหรี่มีความสัมพันธ์กับการเกิดโรคนี้ (Nivan, *et al.*, 1997) จากการทบทวนวรรณกรรมยังไม่มีรายงานการศึกษาถึงการเกิดโรคนี้ในแผนกเย็บผ้า

2.3.2 โรคถุงลมโป่งพอง (Pulmonary emphysema)

นิยาม: Pulmonary emphysema เป็นโรคที่มีการขยายตัวโป่งพองของถุงลมและส่วนปลายสุดของหลอดลมซึ่งส่งผลให้การแลกเปลี่ยนก๊าซผิดปรกติ (สมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย, 2540)

สาเหตุและกลไกการเกิดโรค: สาเหตุของโรคถุงลมโป่งพอง ได้แก่ การสูบบุหรี่ สารมลพิษในอากาศ และอื่นๆ กลไกการเกิดโรคจะมีการทำลายผนังถุงลม ทำให้ elastic และ collagen tissue ถูกทำลายไปด้วย ทำให้แรงฉุดบนหลอดลมส่วนปลายลดลง จึงมีการแฟบปิดของทางเดินหลอดลมในขณะหายใจออก นอกจากนี้ยังทำให้ความยืดหยุ่นของปอด (elastic recoil) ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญในการหายใจออกลดลง การอุดกั้นในหลอดลมส่วนปลายและการลดลงของ elastic recoil มีผลทำให้ผู้ป่วยมี expiratory flow rate ลดต่ำกว่าปรกติ (ประพาฬ ยงใจยุทธ และคณะ, 2532; สมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย, 2540)

อาการและอาการแสดง: ผู้ป่วยจะมีอาการหอบเหนื่อยแบบค่อยเป็นค่อยไป อาการหอบจะเป็นมากเมื่อสัมผัสอากาศเย็น หรือมีการติดเชื้อในทางเดินหายใจ ผู้ป่วยโรคนี้มักมีรูปร่างผอมและมีอาการหอบแต่ไอไม่มาก มักจะมีทรวงอกในลักษณะ hyperinflation (สมาคมอุรเวชช์แห่งประเทศไทย, 2540)

2.4 Allergic alveolitis **หรือ** Hypersensitivity pneumonitis

นิยาม Allergic alveolitis เป็นโรคที่เกิดจากการสัมผัสฝุ่นอินทรีย์ซ้ำแล้วซ้ำอีกจนทำให้เกิดปฏิกิริยาการอักเสบขึ้นในปอด ซึ่งเป็นความผิดปรกติแบบ granulomatous ที่แทรกซึมเข้าไปยัง alveolar spaces และ interstitium (Fink, 1992)

สาเหตุและกลไกการเกิดโรค: Allergic alveolitis เป็นโรคในระบบทางเดินหายใจที่มีสาเหตุมาจากการสูดดมสารเคมีที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อย เช่น toluene diisocyanate หรือฝุ่นละอองสารอินทรีย์ที่มีขนาดเล็กกว่า 5 ไมครอนเข้าไป ซึ่งฝุ่นอินทรีย์ดังกล่าวสามารถผ่านตามทางเดินหายใจเข้าไปถึงปลายหลอดลม และการเกิดโรคนี้ยังขึ้นอยู่กับจำนวนสารที่สูดดมเข้าไป (มนตรี ตู้จินดา, 2526 ; Rose, 1996) และยังมีรายงานว่าสาเหตุหลักของการเกิดโรคนี้มาจากการสูดดมฝุ่นอินทรีย์ที่มาจากพืชซึ่งปนเปื้อนด้วยจุลชีพ โดยจุลชีพสำคัญที่เป็นสาเหตุของโรคนี้ได้แก่ *Thermophilic actinomycetes* ซึ่งพบในฟางข้าวที่กองสุมกัน พบในชานอ้อย โรงเพาะเห็ด ในน้ำที่ขังอยู่ในเครื่องทำความเย็น (Fink, 1992)

กลไกการเกิดโรคยังไม่ทราบแน่ชัด สันนิษฐานว่าอาจเกิดจาก antigen ทำปฏิกิริยากับ precipitating antibodies ในซีรัมซึ่งส่วนใหญ่จะเป็น IgG การเกิดโรคนี้นอกจากจะต้องมีฝุ่นละอองสารอินทรีย์แล้ว ยังขึ้นอยู่กับปริมาณสารที่สูดดมเข้าไป การขจัดสิ่งแปลกปลอมในทางเดินหายใจ นอกจากนี้แล้วการมีประวัติเป็นโรคในระบบทางเดินหายใจก็มีส่วนส่งเสริมให้การดำเนินโรคเลวลงได้ (มนตรี ตู้จินดา, 2526)

อาการและอาการแสดง: อาการของโรคนี้พบได้ทั้งแบบเฉียบพลัน และแบบเรื้อรัง อาการแบบเฉียบพลันจะคล้ายไข้หวัดเกิดภายหลังสูดดมเอาฝุ่นละอองสารอินทรีย์เข้าไปนาน 1-10 ชั่วโมง ผู้ป่วยจะมีอาการมีไข้ อ่อนเพลีย หนาวสั่น ปวดกล้ามเนื้อ ปวดศีรษะ ไอ หายใจขัด บางรายมีอาการไอ และอาจมีเสียง wheeze อาการจะหายไปได้เองภายใน 2-3 วันเมื่อหยุดสัมผัสสารกระตุ้น หากสัมผัสสารกระตุ้นซ้ำบ่อยทำให้อาการแบบเรื้อรังมักไม่มีไข้แต่จะมีอาการที่สัมพันธ์กับการหายใจลำบาก ไม่สุขสบาย อ่อนเพลีย น้ำหนักตัวลด บางรายมีเสียง wheeze ร่วมด้วย ผู้ป่วยที่มีอาการแบบเรื้อรัง จะพบว่ามีพังผืดในปอด (lung fibrosis) (Hendrick, 1991)

ระบาดวิทยา: ยังไม่พบรายงานการเกิดโรคนี้จากการสัมผัสฝุ่นฝ้ายในโรงงานทอผ้าและจากการสัมผัสฝุ่นผ้า ส่วนใหญ่จะพบโรคนี้ในชาวนาเนื่องจากต้องทำงานสัมผัสฟางข้าวซึ่งมีเชื้อราปะปนอยู่ (Hendrick ,1991) อุบัติการณ์ของโรคนี้จากรายงานการศึกษาในกลุ่มชาวนา กลุ่มคนงานที่ทำงานสัมผัสน้ำที่ขังอยู่ในเครื่องทำความเย็นบ่อยๆ และคนเลี้ยงนก พบประมาณ 5-15 % (Fink, 1992)

2.5 Organic dust toxic syndrome **หรือ** Inhalation fever **หรือ** Toxic alveolitis

สาเหตุ: เกิดจากการหายใจเอาฝุ่นอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูงซึ่งปนเปื้อนด้วยจุลชีพจำพวกแบคทีเรียกรัมลบซึ่งจะมี ทอกซิน (toxin) ปนเปื้อนอยู่ด้วย (NIOSH, 1994b)

อาการและอาการแสดง: อาการของโรคนี้เกิดได้ในเวลา 4-12 ชั่วโมงหลังสัมผัสฝุ่นอินทรีย์ที่มีความเข้มข้นสูง อาการได้แก่ ไข้ หนาวสั่น ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อและข้อ ไอแห้งๆ อ่อนเพลีย เหนื่อยง่าย หายใจขัด อาการของโรคนี้หายไปได้เองในเวลาภายใน 2-3 วันหลังจากสัมผัสฝุ่นอินทรีย์ และเป็นซ้ำได้เมื่อสัมผัสฝุ่นอินทรีย์อีก (NIOSH, 1994b; Schilling and Rylander, 1994)

ระบาดวิทยา: มีรายงานการศึกษาพบโรคนี้ในคนงานที่ทำงานในฟาร์มเลี้ยงสุกร (Shiping, 1996) และยังมีรายงานพบโรคนี้ในคนงานที่ทำงานสัมผัสฝุ่นฝ้าย (Simpson, *et al.*, 1998) แต่ยังไม่มีรายงานการศึกษาในแผนกเย็บผ้า

2.6 Mucous membrane irritation (MMI)

นิยาม: เป็นกลุ่มอาการระคายเคืองเยื่อบุตา และเยื่อบุทางเดินหายใจ (WHO, 1977 quoted in Haublein, *et al.*, 1983)

อาการและอาการแสดง: อาการของ MMI ได้แก่ อาการ บวม แดง คัน ของเยื่อบุต่างๆ และอาการไอ ซึ่งมักเกิดบริเวณตา เช่น อาการคันตา ตาแดง เกิดบริเวณจมูกและทางเดินหายใจส่วนบน เช่น อาการคัดจมูก จาม (WHO, 1977 quoted in Haublein, *et al.*, 1983)

ระบาดวิทยา: มีรายงานการศึกษาในโรงงานทอผ้าฝ้ายและผ้าใยสังเคราะห์พบความชุกของอาการระคายเคืองตา 17.5 % และระคายเคืองจมูก 11 % (Fishwick, *et al.*, 1994) และจากการศึกษาของ Simpson เมื่อปี พ.ศ. 2541 พบความชุกของกลุ่มอาการระคายเคืองตา จมูก และทางเดินหายใจส่วนบน ในคนงานโรงงานทอผ้าแห่งหนึ่งในประเทศสหราชอาณาจักร ร้อยละ 20.4 (Simpson, *et al.*, 1998)

3. **การตรวจวัดทางสิ่งแวดล้อม** (environmental monitoring)

การตรวจวัดทางสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ การวัดฝุ่นผ้าใน สภาพแวดล้อมการทำงานซึ่งต้องอาศัยความรู้ทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม ผู้วิจัยได้ทบทวนเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวัดทางสิ่งแวดล้อมดังต่อไปนี้

3.1 ความหมายและประเภทของฝุ่น

3.2 วิธีการวัดฝุ่นในสภาพแวดล้อมการทำงาน

3.3 หลักการและเครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นด้วยการกรอง

3.4 หลักการและเครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นโดยแรงสู่ศูนย์กลาง

3.5 หลักการและเครื่องมือเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาคโดยแรงโน้มถ่วงของโลก

3.6 การวัดปริมาณ total dust

3.7 การวัดปริมาณ respiratory dust

3.8 การวัดปริมาณฝุ่นฝ้าย

รายละเอียดของการตรวจวัดทางสิ่งแวดล้อมมีดังต่อไปนี้

3.1 ความหมายของฝุ่นและประเภทของฝุ่น

ความหมาย: ฝุ่น (dusts) หมายถึง อนุภาคของแข็งที่ฟุ้งกระจายในอากาศ โดยเกิดจากการตัด การกด การบด และการทำงานใดๆ ก็ตามที่ทำให้เกิดการแตกหัก หรือ การฟุดของสารให้เป็นชิ้นที่เล็กๆ (สราวุธ สุธรรมาสา, 2541)

การแบ่งประเภทของฝุ่นโดยยึดตามขนาดของฝุ่น: การแบ่งขนาดของอนุภาคประเภทฝุ่นโดยยึดตามขนาดของอนุภาคฝุ่นและความสามารถในการเข้าสู่ทางเดินหายใจของอนุภาคฝุ่นเป็นเกณฑ์ แบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้ (ทวีสุข พันธ์เพ็ง, 2541)

1. Respirable dusts คือ ฝุ่นขนาดเล็กที่มีขนาดตั้งแต่ 10 ไมครอนลงไป ซึ่งเป็นฝุ่นที่หายใจเข้าสู่ระบบทางเดินหายใจส่วนปลายได้
2. Non - respirable dusts คือ ฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 10 ไมครอน เป็นฝุ่นที่มีขนาดใหญ่เกินกว่าที่เข้าสู่ทางเดินหายใจส่วนปลายได้
3. Total dust คือ ฝุ่นรวมทุกขนาดทั้ง respirable dusts และ non - respirable dusts

3.2 วิธีการวัดฝุ่นในสภาพแวดล้อมการทำงาน (วันทนีย์ พันธุ์ประสิทธิ์ , 2541)

วิธีการวัดฝุ่นในสภาพแวดล้อมการทำงานต้องทราบถึงหลักและวิธีการเก็บตัวอย่างมลพิษประเภทอนุภาคซึ่งอาศัยการประเมินทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรม โดยแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 3 ขั้นตอนได้แก่ ก. การเตรียมตัวเพื่อตรวจวัดและเก็บตัวอย่าง ข. การตรวจวัดและเก็บตัวอย่าง ค. การวิเคราะห์ตัวอย่างและแปลผลเพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานหรือข้อมูลในอดีต ในแต่ละขั้นตอนการดำเนินงานมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

ก. การเตรียมตัวเพื่อตรวจวัดและเก็บตัวอย่าง

การเตรียมตัวเพื่อตรวจวัดและเก็บตัวอย่าง ประกอบด้วย

- การสำรวจขั้นต้นมีวัตถุประสงค์เพื่อหาอันตรายที่แฝงอยู่ในสิ่งแวดล้อมการทำงาน ผู้ตรวจวัดต้องศึกษาถึงแผนผังของโรงงานหรือสถานที่ทำงาน แผนผังกระบวนการและขั้นตอนการผลิต จำนวนและชนิดของเครื่องจักร รายชื่อสารเคมีและวัตถุดิบที่ใช้ในโรงงาน รายชื่อของผลผลิต

และผลพลอยได้ จำนวนของผู้ปฏิบัติงานในแต่ละแผนก รวมถึงวิธีการควบคุมมลพิษที่ใช้อยู่ในสถานประกอบการ

- การเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมในการตรวจวัดและเก็บตัวอย่าง ผู้ตรวจวัดต้องรู้ถึงวัตถุประสงค์ของการเก็บตัวอย่าง หากเป็นการตรวจวัดที่ไม่ต้องการความละเอียดหรือความแม่นยำอาจใช้เป็นเพียงค่าประมาณ สามารถใช้เครื่องมือที่อ่านค่าโดยตรงได้ แต่ถ้าการตรวจวัดต้องการความถูกต้องแม่นยำเพื่อประโยชน์ทางกฎหมายหรือเป็นการตรวจประจำควรใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อนำตัวอย่างอากาศไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้แล้วต้องมีการทบทวนวิธีการมาตรฐานในการเก็บตัวอย่าง มีการนัดหมายสถานประกอบการที่จะทำการเก็บตัวอย่าง และห้องปฏิบัติการที่จะทำการวิเคราะห์ และเตรียมแบบฟอร์มรายงานการเก็บตัวอย่างไว้ให้พร้อม

ข. การตรวจวัดและการเก็บตัวอย่าง

ในการตรวจวัดและการเก็บตัวอย่างอากาศต้องคำนึงถึง ประเภทของการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศ กลวิธีการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศ และปัจจัยอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- **ประเภทของการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศ** ประเภทของการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศแบ่งได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

  -การเก็บตัวอย่างอากาศที่จุดใดจุดหนึ่ง (specific area sampling)การเก็บตัวอย่างประเภทนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจหาแหล่งที่ปล่อยมลพิษออกมาสู่สิ่งแวดล้อม และเพื่อตรวจประสิทธิภาพของเครื่องมือควบคุมการปล่อยมลพิษจากกระบวนการผลิต

  -การเก็บตัวอย่างอากาศในบริเวณที่ทำงานทั่วไป (general area sampling) มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณมลพิษในสิ่งแวดล้อมซึ่งผู้ปฏิบัติงานสัมผัสหรือหายใจเข้าไปในช่วงเวลาการทำงาน

  -การเก็บตัวอย่างอากาศที่บริเวณระดับการหายใจของผู้ปฏิบัติงาน (breathing zone sampling) เป็นการเก็บตัวอย่างอากาศในบริเวณรัศมี 1 ฟุต ห่างจากจมูกของผู้ปฏิบัติงาน การเก็บตัวอย่างโดยวิธีนี้อาจติดเครื่องมือเก็บตัวอย่างไว้ที่ตัวผู้ปฏิบัติงาน หรือผู้ทำการตรวจวัดเป็นผู้ถือเครื่องมือไว้ก็ได้

- **กลวิธีการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศ** กลวิธีการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศแบ่งตามจำนวนและช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

-การเก็บตัวอย่างเพียงหนึ่งตัวอย่างตลอด 8 ชั่วโมง หรือตลอดช่วงเวลาการทำงาน (single sample for full period) การเก็บตัวอย่างประเภทนี้จะสะท้อนถึงความเข้มข้นเฉลี่ยของมลพิษที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสหรือหายใจเข้าไปตลอดเวลาการทำงาน แต่ต้องระวังการเกิดการเกาะของฝุ่นบนกระดาษกรองมากๆ ทำให้กระดาษกรองตันซึ่งจะทำให้อัตราการไหลของอากาศผ่านหน่วยเก็บตัวอย่างผิดพลาดได้ การเก็บตัวอย่างโดยวิธีนี้ไม่สามารถบอกช่วงเวลาที่ความเข้มข้นของมลพิษในอากาศสูงที่สุดได้

-การเก็บตัวอย่างหลายตัวอย่างต่อเนื่องกันในเวลา 8 ชั่วโมง หรือตลอดเวลาการทำงาน (consecutive samples for full period) การเก็บตัวอย่างวิธีนี้ช่วยแก้ปัญหาการอุดตันของฝุ่นบนกระดาษกรองได้ และยังบอกช่วงเวลาที่ความเข้มข้นของมลพิษในอากาศสูงสุดได้

-การเก็บตัวอย่างต่อเนื่องมากกว่าหนึ่งตัวอย่างโดยระยะเวลาการเก็บตัวอย่างทั้งหมดน้อยกว่า 8 ชั่วโมง (consecutive samples for partial period) เป็นการสุ่มเก็บตัวอย่างบางช่วงของการทำงาน เช่น เก็บ 2 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 2 ชั่วโมง ในช่วงเช้าและช่วงบ่าย เป็นวิธีการเก็บตัวอย่างที่นิยมใช้เมื่อจำนวนตัวอย่างมีมาก การเลือกเก็บตัวอย่างโดยวิธีนี้ช่วยประหยัดเวลาในการเก็บตัวอย่างและประหยัดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ตัวอย่าง

-การเก็บตัวอย่างในช่วงสั้นๆ หลายตัวอย่าง (grab sampling) เป็นการเก็บตัวอย่างอากาศโดยใช้ระยะเวลาการเก็บตัวอย่างสั้นๆ ไม่ควรเกินตัวอย่างละ 5 นาที ใช้เมื่อความเข้มข้นของมลพิษในอากาศมีสูง และคงที่

- **ปัจจัยอื่น ๆที่เกี่ยวข้องกับการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศ**

ปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศ ได้แก่ปัจจัยที่เกี่ยวกับระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง จำนวนตัวอย่าง และช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างดังรายละเอียดต่อไปนี้

-ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง ขึ้นอยู่กับความไว (sensitivity) ของวิธีการวิเคราะห์ โดยเครื่องมือที่มีความไวสูง ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างจะสั้น และยังขึ้นอยู่กับความเข้มข้นโดยประมาณของมลพิษ ถ้าความเข้มข้นโดยประมาณของมลพิษสูงการเก็บตัวอย่างใช้เวลาสั้น นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับค่าความเข้มข้นของมลพิษซึ่งผู้ปฏิบัติงานส่วนมากหรือทั้งหมดสัมผัสหรือหายใจเข้าไปตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง โดยปราศจากผลกระทบต่อสุขภาพ (TLV) ทั้งนี้ระยะเวลาในการเก็บตัวอย่างต้องสะท้อนระยะเวลาการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน

-จำนวนตัวอย่าง ในการกำหนดจำนวนตัวอย่างไม่มีหลักเกณฑ์ที่แน่นอนตายตัวว่าจะต้องเป็นเท่าใด โดยทั่วไปยึดตามวัตถุประสงค์ของการเก็บตัวอย่างและมักทำการตรวจวัดในคนงานที่มีแนวโน้มสัมผัสมลพิษมากที่สุด หากต้องการประเมินปริมาณมลพิษในผู้ปฏิบัติงานซึ่ง

ทำงานหลายหน้าที่ในหนึ่งวัน ในแต่ละงานจะต้องเก็บตัวอย่างอย่างน้อย 1 ตัวอย่างหรืออาจจะมากกว่าโดยขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของมลพิษในที่นั้นๆ ถ้าความเข้มข้นของมลพิษในอากาศอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับ TLV โดยทั่วไปเก็บตัวอย่าง 3-5 ตัวอย่างในแต่ละงาน แต่ถ้าระบุไม่ได้ว่าใครคือผู้ที่สัมผัสมลพิษมากที่สุดอาจใช้วิธีสุ่ม ดังตาราง 1.3

-ช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่าง ต้องพิจารณาว่าจะเก็บตัวอย่างอากาศเมื่อไร โดยทั่วไปต้องคำนึงถึงอุณหภูมิ ความชื้น กระแสลม และปริมาณการผลิต หากมีการทำงานเป็นกะต้องคำนึงถึงช่วงเวลาด้วยเนื่องจากการผลิตแต่ละกะไม่เท่ากัน

ค. การวิเคราะห์ตัวอย่างและแปลผลเพื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานหรือข้อมูลในอดีต

การวิเคราะห์ฝุ่นในสภาพแวดล้อมการทำงานนิยมในการชั่งน้ำหนักฝุ่น (gravimetric technique) ซึ่งเหมาะสำหรับอนุภาคที่ถูกเก็บโดยใช้กระดาษกรอง ทำโดยชั่งน้ำหนักกระดาษกรองหรือภาชนะรองรับอนุภาคก่อนและหลังเก็บตัวอย่าง น้ำหนักที่ต่างกันคือน้ำหนักของอนุภาค เมื่อทราบปริมาณของอากาศที่ผ่านหน่วยเก็บตัวอย่างอากาศก็สามารถคำนวณหาความเข้มข้นของอนุภาคในอากาศ ซึ่งมีหน่วยเป็นน้ำหนักของอนุภาคต่อหน่วยของปริมาตรอากาศ เช่นมิลลิกรัมของอนุภาคต่อลูกบาศก์เมตรของอากาศ (mg/m^3) หรือมิลลิกรัมของอนุภาคต่อลิตรของอากาศ (mg/L) ทั้งนี้ควรปรับหน่วยให้ตรงกับค่ามาตรฐาน แล้วนำค่าปริมาณฝุ่นที่ได้จากการเก็บตัวอย่างเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานหรือข้อมูลความเข้มข้นของฝุ่นในอดีตในการหาค่าเฉลี่ยความเข้มข้นของฝุ่นที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัส หากไม่ได้เก็บตัวอย่างตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมง สามารถหาค่าเฉลี่ยของความเข้มข้นของฝุ่นที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสใน 8 ชั่วโมงได้ โดยใช้สูตร ดังนี้

$$TWA = \frac{\sum T_i C_i}{T_{total}}$$

เมื่อ T_i = ระยะเวลาที่ผู้ปฏิบัติงานทำงานในบริเวณ i (หน่วยเป็นชั่วโมง)

C_i = ความเข้มข้นของฝุ่นของฝุ่นในบริเวณ i

T_{total} = ระยะเวลาการทำงานทั้งหมดในหนึ่งกะ (หน่วยเป็นชั่วโมง)

$$\text{หรือ } TWA = \frac{(\text{เวลาสัมผัส1})(\text{ความเข้มข้น 1}) + \ldots + (\text{เวลาสัมผัส n})(\text{ความเข้มข้น n})}{\text{ระยะเวลาการทำงานทั้งหมด}}$$

ตาราง 1.3 จำนวนคนงานที่ต้องสุ่มเลือกจากแต่ละกลุ่มงาน โดยมีความเชื่อมั่น 90 %ว่าคนงานที่สุ่มมานี้อย่างน้อย 1 คนเป็นคนที่อยู่ในกลุ่ม 10 % ที่สัมผัสมลพิษมากที่สุด

จำนวนคนงานในกลุ่มงาน	จำนวมคนงานที่ต้องสุ่มเลือก
≤ 7	ทุกคน
8	7
9	8
10	9
11-12	10
13-14	11
15-17	12
18-20	13
21-24	14
25-29	15
30-37	16
38-49	17
50	18

ที่มา : NIOSH, 1998b.

3.3 หลักการและเครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นด้วยการกรอง (สราวุธ สุธรรมาสา, 2541)

การเก็บตัวอย่างฝุ่นด้วยวิธีนี้อาศัยกลไกการสะสมของอนุภาคบนกระดาษกรองและเครื่องมือเก็บตัวอย่างฝุ่นที่มีส่วนประกอบดังรายละเอียดต่อไปนี้

- **กลไกการสะสมของอนุภาคบนกระดาษกรอง**

การเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาคโดยการกรองอาศัยกลไกการสะสมของอนุภาคบนกระดาษกรอง ซึ่งมีอยู่ 5 กลไกด้วยกันดังต่อไปนี้ (Bisesi and Kohn, 1995)

1. การการสกัดกั้นโดยตรง (direct interception) เป็นกลไกที่ทำให้อนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่าช่องของกระดาษกรอง (pore size) ถูกกีดขวางและติดอยู่บนผิวของกระดาษกรอง

2. การสะสมอันเนื่องมาจากแรงเฉื่อยของอนุภาค (inertial collection) เป็นกลไกการสะสมของอนุภาคขนาดใหญ่ซึ่งมีความเฉื่อยมาก แยกตัวออกจากทิศทางการไหลของอากาศทำให้ติดค้างบนผิวกระดาษกรองและในเนื้อกระดาษกรอง

3. การแพร่ (diffision) เป็นกลไกการสะสมของอนุภาคขนาดเล็กกว่า 0.5 ไมครอน ที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่ำ เป็นกลไกที่มีความสำคัญมากถ้าอากาศเคลื่อนที่ด้วยความเร็วต่ำโดยที่มีอนุภาคลอยปะปนมาเป็นจำนวนมากหรือความเข้มข้นของอนุภาคในอากาศมีสูงกว่าความเข้มข้นของอนุภาคบนกระดาษกรองในขณะที่ความเข้มข้นของอนุภาคที่ผิวของกระดาษกรองมีน้อยกว่ามากหรือเป็นศูนย์ การแพร่เกิดขึ้นมาจากที่อนุภาคขนาดเล็กเคลื่อนที่จากที่ที่มีความเข้มข้นของอนุภาคสูงมาสะสมบนกระดาษกรองซึ่งเป็นบริเวณที่มีความเข้มข้นของอนุภาคต่ำกว่า

4. แรงไฟฟ้าสถิต (electrical forces) เป็นกลไกที่สำคัญถ้ากระดาษกรองหรืออนุภาคเกิดประจุไฟฟ้าสถิตขึ้นแล้วทำให้เกิดแรงดึงดูดดึงอนุภาคมาสะสมบนกระดาษกรอง

5. แรงโน้มถ่วงของโลก (gravitational forces) เป็นกลไกการสะสมของอนุภาคเนื่องจากแรงกระทำที่อนุภาคขนาดใหญ่มีมากกว่าอนุภาคขนาดเล็ก อนุภาคที่มีขนาดใหญ่จึงตกลงบนผิวกระดาษกรองได้เร็ว

- **เครื่องมือเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาคโดยการกรอง**

เครื่องมือเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาคโดยการกรอง มีส่วนประกอบที่สำคัญ 5 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ท่อนำอากาศเข้า เป็นทางเข้าของอากาศที่อนุภาคแขวนลอยอยู่ ใช้เก็บตัวอย่างอากาศในท่อหรือบริเวณที่ไม่สะดวกที่จะเข้าไปทำการเก็บตัวอย่าง

ส่วนที่ 2 กระดาษกรองและที่ยึดกระดาษกรอง กระดาษกรองเป็นที่สะสมของอนุภาคซึ่งต้องมีที่ยึดกระดาษกรองรองรับไม่ให้กระดาษกรองหล่นในขณะใช้งาน

ส่วนที่ 3 ส่วนเชื่อมต่อระหว่างส่วนปลายของที่ยึดกระดาษกรองกับเครื่องดูดอากาศ ทำหน้าที่ให้อากาศที่ไหลผ่านกระดาษกรองเดินทางผ่านไปสู่เครื่องดูดอากาศและบรรยากาศข้างนอก

ส่วนที่ 4 มิเตอร์อ่านค่าอัตราไหลของอากาศ เป็นเครื่องมือที่บอกถึงอัตราการไหลของอากาศในขณะทำการเก็บตัวอย่าง และมีลิ้นสำหรับปรับอัตราการไหลของอากาศให้ได้ตามที่ต้องการ

ส่วนที่ 5 เครื่องดูดอากาศ เป็นเครื่องมือที่ทำหน้าที่ดูดอากาศที่มีอนุภาคแขวนลอยให้ผ่านกระดาษกรอง

3.4 หลักการและเครื่องมือเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาคโดยแรงสู่ศูนย์กลาง

- **หลักการทำงานของแรงสู่ศูนย์กลาง**

หลักการทำงานของแรงสู่ศูนย์กลาง คือ ถ้าสามารถทำให้อากาศที่มีอนุภาคแขวนลอยอยู่ไหลด้วยความเร็วสูงและหมุนวนเป็นวงแบบก้นหอยจะปรากฏว่ามีแรงสู่ศูนย์กลางกระทำต่ออนุภาคต่างๆ เหล่านั้น ภายใต้สภาวะเช่นนี้อนุภาคที่มีขนาดใหญ่จะหลุดออกจากกระแสการไหลของอากาศ ทั้งนี้เพราะแรงสู่ศูนย์กลางที่กระทำต่อมันไม่มากพอที่จะดึงอนุภาคขนาดใหญ่นั้นได้ เพราะอนุภาคขนาดใหญ่มีแรงเฉื่อยมากกว่าอนุภาคขนาดเล็ก สำหรับอนุภาคขนาดเล็กมากๆ ก็จะยังลอยไปกับอากาศต่อไป

- **เครื่องมือเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาคโดยแรงสู่ศูนย์กลาง**

เครื่องมือเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาคโดยแรงสู่ศูนย์กลางที่นิยมใช้ในทางสุขศาสตร์อุตสาหกรรม คือ ไซโคลน ซึ่งเป็นเครื่องมือที่สามารถแยกขนาดอนุภาคตั้งแต่ 10 ไมครอนลงไป โดยเฉพาะไซโคลนขนาดเล็ก (miniator cyclone) เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้มากเพราะสามารถติดไว้ที่ตัวผู้ปฏิบัติงานได้ กลไกการทำงานของไซโคลนขนาดเล็กคือเมื่ออากาศถูกดูดโดยเครื่องดูดอากาศจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วประมาณ 1.7 - 2 ลิตร/นาที เข้าสู่ช่องเปิดขนาดเล็กของไซโคลนแล้วหมุนด้วยความเร็วสูงเป็นแบบก้นหอยภายในไซโคลนนั้น อนุภาคขนาดใหญ่จะมีแรงสู่ศูนย์กลางกระทำไม่มากพอจะถูกเหวี่ยงมาอยู่นอกขอบของวง แล้วกระแทกกับผิวด้านในของไซโคลนและในที่สุดจะตกลงมายังกระเปาะเก็บอนุภาคด้านล่างของไซโคลนด้วยแรงโน้มถ่วงของโลก ขณะที่อนุภาคที่มีขนาดเล็กตั้งแต่ 10 ไมครอนลงไปจะยังคงลอยปะปนกับอากาศขึ้นข้างบน เพื่อออกสู่ภายนอกไซโคลน แต่ก่อนจะผ่านออกนอกไซโคลนกระแสอากาศนั้นจะถูกบังคับให้ผ่านกระดาษกรองซึ่งจะทำหน้าที่กรองเอาอนุภาคฝุ่นขนาดเล็กซึ่งก็คือฝุ่นขนาดตั้งแต่ 10 ไมครอนลงไปเอาไว้ก่อนที่อากาศจะผ่านออกนอกไซโคลน

3.5 หลักการและเครื่องมือเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาคโดยแรงโน้มถ่วงของโลก

เครื่องมือเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาคโดยอาศัยแรงโน้มถ่วงของโลกได้แก่ อีลูทริเอเตอร์ (elutriator) มีทั้งชนิดแนวตั้ง (vertical elutriator) และแนวนอน (horizontal elutriator) ถ้ามี 2 ขั้น ขั้นแรกคือตัว elutriator และขั้นที่สองคือแผ่นรองรับอนุภาคซึ่งโดยมากจะเป็นกระดาษกรอง เรียกว่า horizontal หรือ vertical two-stage elutriator ถ้ามีหลายขั้นเรียก multistage elutriator ซึ่งมีหลักการทำงานคือ อากาศที่มีอนุภาคลอยปะปนอยู่จะถูกดูดเข้าสู่ตัวอีลูทริเอเตอร์ด้วยความเร็วที่ค่อนข้างต่ำและอย่างช้าๆ อนุภาคที่มีขนาดใหญ่จะแยกตัวตกลงมาก่อน ขณะที่อนุภาค

ที่มีขนาดเล็กจะลอยไปกับอากาศต่อไป และจะตกลงสะสมบนส่วนที่รองรับซึ่งอาจเป็นกระดาษกรองหรือวัสดุอื่นซึ่งอยู่ในระยะถัดๆ ไป การที่ต้องให้ความเร็วในอิลูทริเอเตอร์ต่ำเพราะอิทธิพลของแรงโน้มถ่วงของโลกจะได้มีมาก ในขณะที่แรงเฉื่อยของอนุภาคจะได้ไม่มีผลต่อการตกตะกอนของอนุภาคมากนัก

3.6 การวัดปริมาณ total dust

การวัดปริมาณ total dust เป็นการวัดปริมาณฝุ่นทั้งหมดที่มีอยู่ในบรรยากาศการทำงานโดยไม่แยกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของฝุ่น บางครั้งเรียกว่าการวัดฝุ่นที่ทำให้เกิดความรำคาญ (nuisance dust) (Bisesi and Kohn, 1995) วิธีการวัดฝุ่นทุกขนาดที่นิยมใช้ในทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม คือ วิธีการวัดโดยการกรอง (total dust sampling by filtration method) ซึ่งมีรายละเอียดในหัวข้อ 3.3 ดังกล่าวแล้วข้างต้น การวัด total dust ตามวิธีของ NIOSH ใช้เทคนิค gravimetric ใช้กระดาษกรองที่ทำด้วย PVC มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระดาษกรอง 37 มิลลิเมตร มีรูของกระดาษกรอง (pore size) 2-5 ไมครอน ใช้ปั๊มดูดอากาศที่มีอัตราการไหลของอากาศ 1-2 ลิตรต่อนาที $\pm$ 5 % ปริมาตรอากาศที่ผ่านเครื่องเก็บตัวอย่าง ต้องมากกว่า 7 ลิตร และไม่ควรเกิน 133 ลิตร การเตรียมกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่างต้องนำไปดูดความชื้นอย่างน้อย 2 ชั่วโมงก่อนเก็บตัวอย่าง แล้วนำมาชั่งน้ำหนักโดยปรับเครื่องชั่งให้เป็นศูนย์ก่อนชั่ง ใช้ปากคีบ (forcep) หยิบกระดาษกรองมาชั่งน้ำหนักแล้วบรรจุกระดาษกรองลงในตลับบรรจุกระดาษกรองที่ทำความสะอาดอย่างดีแล้วและปิดกระดาษกาวให้แน่น ในการเก็บตัวอย่างต้องระมัดระวังไม่ให้ฝุ่นเกาะบนกระดาษกรอง เกิน 2 มิลลิกรัม เก็บตัวอย่าง 2-4 ซ้ำ สำหรับกระดาษกรองที่ใช้เป็นตัวควบคุม (blank) ใช้ 1 แผ่นต่อกระดาษกรองที่ใช้เก็บตัวอย่าง 2-10 แผ่น หลังเก็บตัวอย่างแล้วต้องนำกระดาษกรองที่ใช้เก็บตัวอย่างแล้วและกระดาษกรองที่ใช้เป็นตัวควบคุมมาดูดความชื้นอย่างน้อย 2 ชั่วโมงเช่นเดียวกับก่อนเก็บตัวอย่าง แล้วนำมาชั่งน้ำหนัก และนำมาคำนวณหาความเข้มข้นของฝุ่นทั้งหมดโดยใช้สูตร ดังนี้ (NIOSH, 1994a)

$$C\ (mg/m^3) = \frac{(W_2 - W_1) - (B_2 - B_1) \times 1{,}000}{V}$$

เมื่อ C = ความเข้มข้นของฝุ่น

W_1 = น้ำหนักของกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง หน่วยเป็น mg

W_2 = น้ำหนักของกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่างหน่วยเป็น mg

B_1 = น้ำหนักของกระดาษกรองก่อนที่ใช้ทำ blank ก่อนเก็บตัวอย่าง หน่วยเป็น mg

B_2 = น้ำหนักของกระดาษกรองก่อนที่ใช้ทำ blank หลังนำมาวางไว้ในบริเวณที่เก็บตัวอย่าง หน่วยเป็น mg

V = ปริมาตรอากาศ (ลิตร) = อัตราการไหลของอากาศ (L/min) x เวลา (min)

3.7 **การวัดปริมาณ** respirable dust

การวัดปริมาณ total dust ตามวิธีของ NIOSH ใช้เทคนิค gravimetric ใช้กระดาษกรองที่ทำด้วย PVC ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระดาษกรอง 37 มิลลิเมตร มีรูของกระดาษกรอง (pore size) ขนาด 5 ไมครอน เช่นเดียวกับกระดาษกรองที่ใช้เก็บตัวอย่างฝุ่นทั้งหมด และการเก็บตัวอย่างฝุ่นฝ้ายเพียงแต่เพิ่มไซโคลนขนาดเล็กในการตรวจวัดฝุ่นที่มีขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน ใช้ปั๊มดูดอากาศที่มีอัตราการไหลของอากาศ 1.7 ลิตรต่อนาที ± 5 % ทำการตรวจวัดให้ได้ปริมาตรอากาศที่ผ่านเครื่องเก็บตัวอย่างมากกว่า 20 ลิตร และไม่ควรเกิน 400 ลิตร (NIOSH, 1998a) สำหรับหลักการเก็บตัวอย่างและการคำนวณหาความเข้มข้นของฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอนใช้วิธีการเดียวกับการหาฝุ่นทั้งหมด ดังกล่าวแล้วในข้อ 3.6

3.8 **การวัดปริมาณฝุ่นฝ้าย**

ใยฝ้ายหรือฝุ่นฝ้ายจัดเป็น fiber ซึ่งหมายถึงอนุภาคที่มีสัดส่วนความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่าหรือเท่ากับ 3 โดยที่เส้นใยสามารถเข้าสู่ปอดได้ตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยไม่ใช่ความยาวของเส้นใยเป็นตัวกำหนด (ทวีสุข พันธุ์เพ็ง, 2541) การวัดใยฝ้ายอาศัยหลักการและเครื่องมือเก็บตัวอย่างมลพิษทางอากาศที่เป็นอนุภาคโดยแรงโน้มถ่วงของโลกดังหัวข้อ 3.5 ใช้เครื่องมือวัดใยฝ้ายแบบมาตรฐานคือ vertical elutriator ที่มีความสูง 70 cm มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 cm มีทางเปิดให้อากาศเข้า 2.7 cm ใช้กระดาษกรองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 mm มีรูของกระดาษกรอง (pore size) ขนาด 5 ไมครอน ใช้อัตราการไหลของอากาศ 7.4 ลิตร/นาที ± 5 % (ACGIH, 1995)

วัตถุประสงค์

1. วิเคราะห์ปริมาณฝุ่นในบรรยากาศการทำงานในแผนกเย็บผ้า โรงพยาบาลสงขลานครินทร์

2. หาความชุกของความไวโดยการทดสอบทางผิวหนังต่อฝุ่นจากการตัดเย็บผ้าในพนักงานแผนกเย็บผ้า โรงพยาบาลสงขลานครินทร์

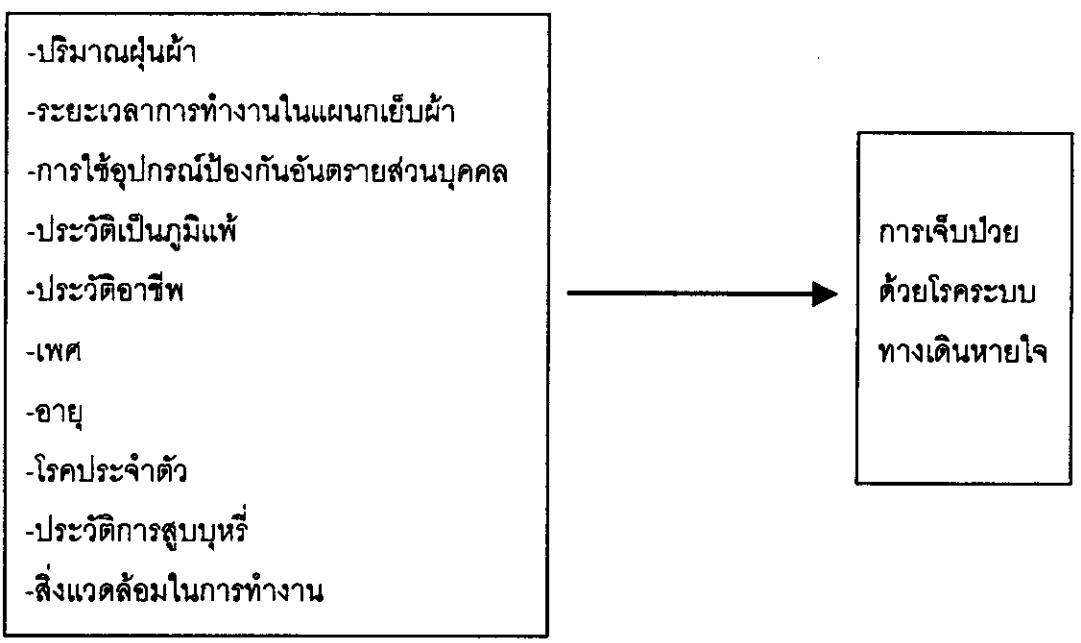
3. ค้นหาความชุกของการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ ที่อาจเกิดจากการทำงานสัมผัสฝุ่นผ้า ในพนักงานแผนกเย็บผ้า โรงพยาบาลสงขลานครินทร์

คำถามการวิจัย

1. ในแผนกเย็บผ้า โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ขณะที่ทำงานตามปกติ มีฝุ่นทั้งหมด ฝุ่นขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และฝุ่นฝ้าย ในปริมาณเท่าใด เกินมาตรฐานหรือไม่

2. พนักงานในแผนกเย็บผ้า โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ มีความไวทางผิวหนัง และป่วยด้วยโรคในระบบทางเดินหายใจที่อาจเกิดจากการทำงานสัมผัสฝุ่นผ้าอะไรบ้าง มีความชุกเท่าไร และมากกว่ากลุ่มควบคุมหรือไม่

กรอบแนวคิด



ขอบเขตของการวิจัย

เป็นการศึกษาโดยวัดปริมาณฝุ่นในแผนกเย็บผ้า โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ และค้นหาความชุกของการเจ็บป่วยด้วยโรคระบบทางเดินหายใจ ในพนักงานตัดเย็บผ้าซึ่งทำงานอยู่ในปัจจุบันและได้ลาออกจากการทำงานรวมทั้งเกษียณอายุ จำนวน 22 คน เปรียบเทียบกับกลุ่ม

ควบคุมซึ่งเป็นแม่บ้านประจำหอผู้ป่วยและพนักงานทำความสะอาด โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ จำนวน 22 คน โดยทำการศึกษาในช่วงเดือน เมษายน 2542 ถึง เดือนมกราคม 2543

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ใช้เป็นแนวทางในการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมการทำงาน ในแผนกเย็บผ้า โรงพยาบาลสงขลานครินทร์ ถ้าพบว่ามีปริมาณฝุ่นมากกว่ามาตรฐาน
2. ใช้เป็นแนวทางในการป้องกันและค้นหาผู้ป่วยที่เกิดโรคจากการทำงานสัมผัสฝุ่นผ้า ในแผนกเย็บผ้า โรงพยาบาลสงขลานครินทร์

เวลาดำเนินการ 15 เดือน

ผังกำกับงาน[5]

กิจกรรม	เม ย.	พ ค	มิ ย	ก ค	ส ค	ก ย	ต ค	พ ย	ธ ค	ม ค	ก พ	มี ค	เม ย	พ ค	มิ ย
1. เตรียมแบบสัมภาษณ์ และวัสดุอุปกรณ์	/														
2. ประชุมชี้แจงและประสานงานหน่วยงานเกี่ยวข้องและตัวพนักงาน	/														
3. เก็บตัวอย่างสิ่งแวดล้อม[ss]				/											
4. เก็บข้อมูลโดยแบบสอบสัมภาษณ์และเวชระเบียน	/	/	/												
5. เตรียมสกัดแอนติเจนฝุ่นผ้าเพื่อทำ skin prick test และการตรวจ IgE ต่อฝุ่นผ้า			/	/	/	/	/	/	/						
6. ตรวจทางห้องปฏิบัติการ				/	/	/	/								

กิจกรรม	เม ย.	พ ค	มิ ย	ก ค	ส ค	ก ย	ต ค	พ ย	ธ ค	ม ค	ก พ	มี ค	เม ย	พ ค	มิ ย
7. ตรวจสมรรถภาพปอด และ methacholine challenge test	/	/	/	/	/	/									
8. ประชุมทีมวิจัยเพื่อสรุปผล			/							/			/		
9. ชี้แจงผลการตรวจแก่พนักงาน															/
10. วิเคราะห์ข้อมูล											/	/	/		
11. เขียนรายงานวิจัย													/	/	/

หมายเหตุ:

[$] เริ่มเก็บข้อมูลเดือนเมย. 2543 และเวลาที่ใช้ในการตรวจวินิจฉัยยาวกว่าที่คาดการณ์ 5 เดือนเนื่องจากมีเครื่องมือที่ต้องพัฒนาในระหว่างการเก็บข้อมูลเช่น methacholine challenge test, cloth dust protein extraction และพนักงานติดงานหรือมีธุระทำให้การตรวจต้องล่าช้าออกไปทำให้เวลาดำเนินการที่ใช้เพิ่มจาก 10 เดือนเป็น 15 เดือน

[$$]การเก็บฝุ่นผ้าทั้งหมด ฝุ่นผ้าขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน และฝุ่นฝ้ายดำเนินการตอนต้นเดือนมกราคม 2543 ซึ่งเร็วกว่ากำหนดเนื่องจากโรงพยาบาลสงขลานครินทร์ดำเนินการปรับปรุงสิ่งแวดล้อมการทำงานของห้องเย็บผ้าตอนกลางเดือนมกราคม 2543

งบประมาณ

ค่าใช้จ่าย	ราคาต่อหน่วย	บาท
1. หมวดค่าวัสดุ		
1.1 แบบสอบถามและการตรวจวินิจฉัย		
แบบสอบถาม	20 บาท*40 ชุด	800
Spirometry	500 บาท*40 ชุด	20000
Bronchial challenge test	1000 บาท*4 ชุด	4000
Bronchial lavage test	1000 บาท*4 ชุด	4000
Chest x-ray	150 บาท*40 คน	6000
ค่า peak flow meter	600 บาท*5 อัน	3000
1.2 ค่าวัสดุเตรียม cloth dust extract		
Glycerine		500
Membrane for dialysis		10000
ค่าทำ lypophilized	1000 บาท* 5 ตัวอย่าง	5000

ค่าใช้จ่าย	ราคาต่อหน่วย	บาท
1.3 ค่าวัสดุในการทำ skin prick test		
Duotip-test	100 บาท* 40 ชุด	4000
10% histamine hydrochloride และ 50% glycerosaline		2000
ค่ากระดาษกรองเก็บฝุ่น 1 กล่อง		2000
1.4 ค่าวัสดุอื่นๆ		
ค่าถ่ายเอกสาร	.50 บาท*1500 แผ่น	750
ค่าทำปกและเย็บเล่ม	80 บาท*50 เล่ม	4000
ค่าติดต่อสื่อสาร ค่าโทรศัพท์	500 บาท	500
ค่าเชื้อเพลิง และน้ำมันหล่อลื่น	300 บาท*6 วัน	1800
รวมหมวดค่าวัสดุ		68350
2. หมวดค่าตอบแทนเหมาจ่าย		
พนักงานขับรถติดตามคนงาน	200 บาท*6 วัน	1200
ผู้สัมภาษณ์และกรอกข้อมูล	100 บาท* 40 ชุด	4000
เจ้าหน้าที่ศูนย์สิ่งแวดล้อมเขต 11	300 บาท*5 วัน	1500
ผู้วิเคราะห์ข้อมูล		5000
รวมหมวดค่าตอบแทน		11700
	รวมทั้งหมด	80050