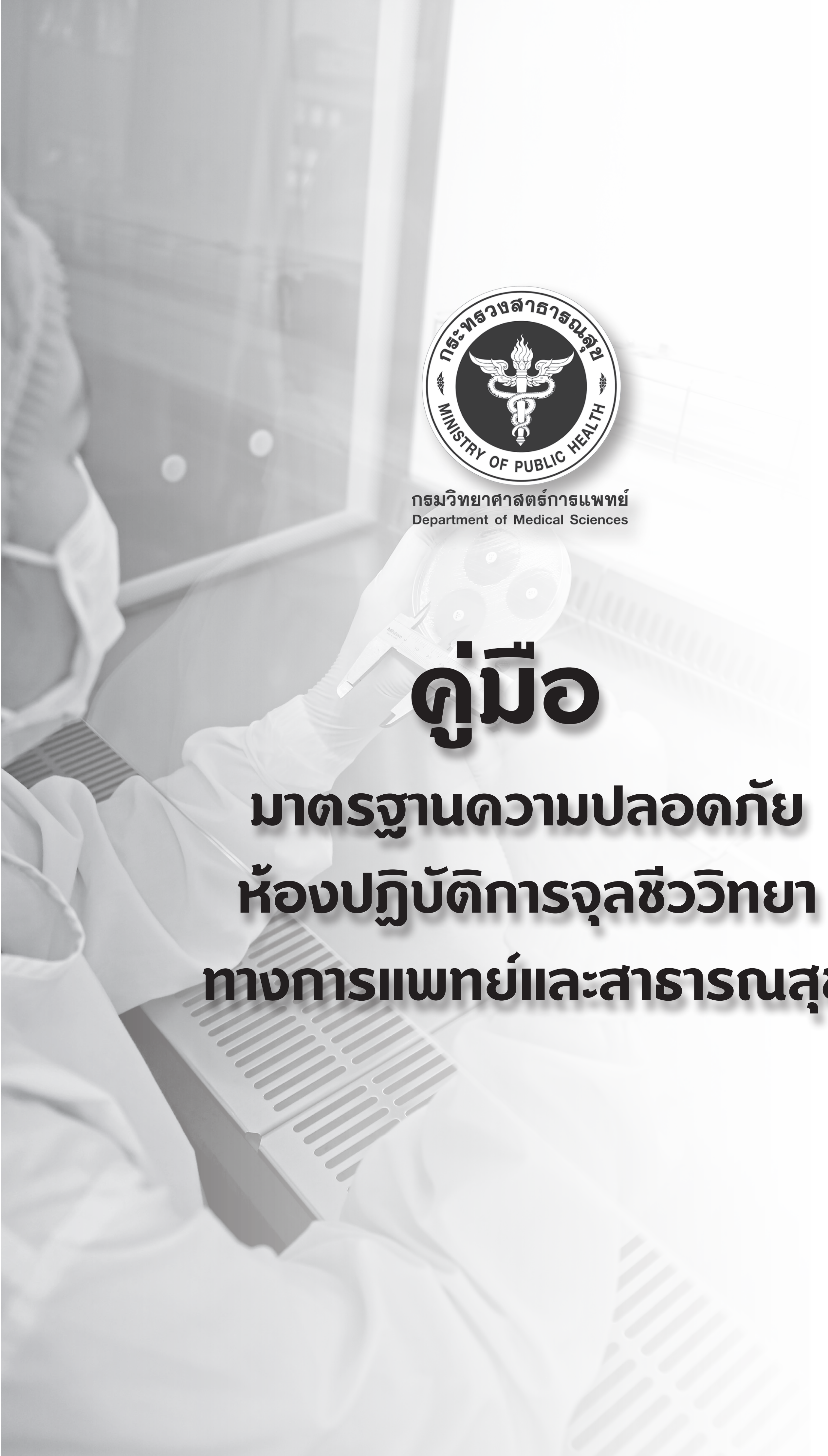
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
Department of Medical Sciences

คู่มือ มาตรฐาน

ความปลอดภัย ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์และสาธารณสุข

2560 กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
กระทรวงสาธารณสุข



กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
Department of Medical Sciences

คู่มือ

มาตรฐานความปลอดภัย ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ทางการแพทย์และสาธารณสุข

คู่มือ
มาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ จุลชีววิทยาทางการแพทย์และสาธารณสุข

จัดทำโดย
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข
88/7 ถนนติวานนท์ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี 11000
โทร. 0-2589-9850-8, 0-2951-0000-11
E-mail: thainih@dmsc.mail.go.th

ISBN 978-616-11-3641-3

พิมพ์ที่
บริษัท เท็กซ์ แอนด์ เจอร์นัล พับลิเคชั่น จำกัด
158/3 ซ.ยาสูบ 1 ถ.วิภาวดีรังสิต แขวงจอมพล เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

คำนิยม

การดื้อยาต้านจุลชีพเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญที่ต้องได้รับการจัดการอย่างเร่งด่วน เพื่อสกัดกั้นยับยั้ง ไม่ให้เป็นปัญหาบานปลายจนควบคุมไม่ได้ และเป็นภัยต่อระบบสุขภาพโดยรวม ทั้งจากการป่วยตายจากเชื้อดื้อยาที่เพิ่มมากขึ้น รวมถึงความจำเป็นในการใช้ยาต้านจุลชีพที่มีฤทธิ์แรงและราคาแพงขึ้น ทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาผู้ป่วยเชื้อดื้อยา การตรวจทางห้องปฏิบัติการนับเป็นก้าวแรกที่สำคัญ เพื่อค้นหาเชื้อดื้อยาในผู้ป่วยและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนการระบุเชื้อดื้อยาชนิดใหม่

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ได้จัดทำคู่มือมาตรฐานห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาสำหรับห้องปฏิบัติการทางการแพทย์และสาธารณสุขฉบับนี้ขึ้น ซึ่งเป็นกิจกรรมแรกในยุทธศาสตร์การจัดการการดื้อยาต้านจุลชีพแห่งชาติ พ.ศ. ๒๕๖๐ - ๒๕๖๓ ที่ได้ดำเนินการสำเร็จตามเป้าหมาย ทำให้มั่นใจว่ากิจกรรมต่อๆ ไป ได้แก่การเฝ้าระวัง ควบคุม และการรักษาการป่วยจากเชื้อดื้อยา จะสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผมขอขอบคุณและแสดงความชื่นชมต่อกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ คณะกรรมการและคณะทำงานที่ประกอบด้วย คณาจารย์ ผู้ทรงคุณวุฒิ และผู้เชี่ยวชาญจากหน่วยงานต่างๆ ทั้งจากห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลสภาวิชาชีพ ตลอดจนผู้ทรงคุณวุฒิจากด้านสุขภาพสัตว์ ที่ได้ร่วมกันคัดสรรสาระสำคัญอันเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินการตรวจวิเคราะห์ด้านจุลชีววิทยา เพื่อจัดทำคู่มือมาตรฐานห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาสำหรับห้องปฏิบัติการทางการแพทย์และสาธารณสุขฉบับนี้ขึ้น และหวังว่าคู่มือมาตรฐานฉบับนี้จะได้รับการนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อห้องปฏิบัติการของโรงพยาบาล สมเจตนารมณ์ของคณะผู้จัดทำทุกประการ

(นายปิยะสกล สกลสัตยาทร)
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

คำนำ

เชื้อจุลชีพดื้อยา เป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญเร่งด่วนระดับโลก เนื่องจากปัจจุบันเชื้อจุลชีพ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเชื้อแบคทีเรียหลายชนิด ได้กลายพันธุ์จนเชื้อตัวเดียวดื้อต่อยาต้านจุลชีพหลายขนาน ซึ่งเป็นผลมาจากการใช้ยาต้านจุลชีพจำนวนมากทั้งในมนุษย์และสัตว์ กระตุ้นให้เชื้อกลายพันธุ์เป็นเชื้อดื้อยาอย่างรวดเร็ว ทั่วโลกกังวลว่าหากไม่มีการดำเนินการใด โลกจะเข้าสู่ยุคหลังยาปฏิชีวนะ (Post Antibiotic Era) ที่ไม่มียาชนิดใดสามารถรักษาโรคติดเชื้อได้ ทำให้อาจเกิดการล้มตายของประชาชนจากโรคติดเชื้อเป็นจำนวนมาก ซึ่งความกังวลนี้ได้เริ่มปรากฏชัดจากข้อมูลปัจจุบันของประเทศไทยที่มีผู้ป่วยเสียชีวิตจากเชื้อดื้อยาปีละนับหมื่นรายและมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ดังนั้นประเทศไทยโดยกระทรวงสาธารณสุข จึงได้จัดทำ “แผนยุทธศาสตร์การจัดการการดื้อยาต้านจุลชีพประเทศไทย พ.ศ. 2560-2564” ขึ้น โดยอาศัยกลไกการมีส่วนร่วมจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องตลอดจนภาคประชาสังคม เพื่อพัฒนาระบบจัดการปัญหาการดื้อยาต้านจุลชีพแบบบูรณาการภายใต้แนวคิดสุขภาพหนึ่งเดียว ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางขององค์การอนามัยโลก การเฝ้าระวังการดื้อยาต้านจุลชีพภายใต้แนวคิดสุขภาพหนึ่งเดียวนั้น ให้ความสำคัญกับการตรวจทางห้องปฏิบัติการเป็นอย่างมาก เพราะต้องวินิจฉัยและเฝ้าระวังควบคุมโรคเชื้อดื้อยา โดยอาศัยผลการตรวจทางห้องปฏิบัติการ เนื่องจากผลการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการสามารถนำไปใช้เพื่อการวินิจฉัย การเฝ้าระวัง และการควบคุมโรค จึงได้กำหนดแนวทางในกลยุทธ์ที่ 1.2 “การพัฒนาศักยภาพและเครือข่ายห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา” ให้มีการจัดทำมาตรฐานระดับชาติด้านห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา กระทรวงสาธารณสุขจึงได้จัดทำ “คู่มือมาตรฐานห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์และสาธารณสุข” และ “คู่มือมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์และสาธารณสุข” โดยใช้งานร่วมกัน มีเนื้อหาครอบคลุมทั้งโครงสร้างพื้นฐานของห้องปฏิบัติการ เทคนิควิธีการตรวจวิเคราะห์ ความรู้ความสามารถของผู้ปฏิบัติงานระดับต่างๆ ตลอดจนความมั่นคงปลอดภัยทางชีวภาพในห้องปฏิบัติการ มาตรฐานดังกล่าวนี้ มิได้จำกัดเฉพาะแต่ห้องปฏิบัติการของกระทรวงสาธารณสุขเท่านั้น แต่มุ่งหวังให้ประยุกต์ใช้ได้กับห้องปฏิบัติการทุกภาคส่วน การจัดทำมาตรฐานนี้ได้เชิญผู้ทรงคุณวุฒิจากภาคส่วนต่างๆ เช่น มหาวิทยาลัย ห้องปฏิบัติการโรงพยาบาล ตลอดจนผู้แทนจากสมาคมวิชาชีพที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งผู้แทนจากห้องปฏิบัติการสุขภาพสัตว์ มาร่วมให้ความเห็นและข้อเสนอแนะ สำหรับการนำไปใช้ กระทรวงสาธารณสุขจะขอความร่วมมือให้องค์กรรับรองต่างๆ นำมาตรฐานนี้ไปใช้ เพื่อตรวจประเมินห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์และสาธารณสุข ประกอบกับการตรวจประเมินระบบคุณภาพต่อไป โดยความมุ่งหมายของการตรวจประเมินตามมาตรฐานนี้ เพื่อนำผลจากการประเมินมาใช้ในการพัฒนาและปรับปรุงห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์และสาธารณสุขอย่างต่อเนื่อง

อย่างไรก็ตามมาตรฐานนี้จัดทำขึ้นเป็นฉบับแรก คณะผู้จัดทำขอน้อมรับความคิดเห็นจากทุกฝ่ายเพื่อนำมาปรับปรุงให้เป็นมาตรฐานแห่งชาติ ที่เกิดประโยชน์กับประชาชนโดยแท้จริง

สารบัญ

หน้า

สารบัญ

หน้า

สารบัญ

หน้า

สารบัญตาราง

หน้า

สารบัญรูปภาพ

หน้า

สารบัญรูปภาพ

หน้า

นิยามและคำย่อ

คำศัพท์/คำย่อ	นิยาม
accidental release measures	มาตรการจัดการเมื่อมีการหกรั่วไหลของสารโดยอุบัติเหตุ
administrative control	การควบคุมด้านบริหาร
airborne particles หรือ aerosol	อนุภาคที่แขวนลอยในอากาศ
airflow smoke patterns test	การทดสอบรูปแบบการไหลของอากาศ
air-purifying respirator	หน้ากากกรองอากาศ
animal biosafety level (ABSL)	ระดับความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับอาคารเลี้ยงดูแลสัตว์ทดลอง
anteroom	ห้องปรับแรงดันอากาศ
aprons	ผ้ากันเปื้อน
aseptic techniques	เทคนิคปลอดเชื้อ
assurance	การทำให้เชื่อมั่น
autoclave	เครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูง
baseline serum samples	ตัวอย่างซีรั่มของผู้ปฏิบัติงานก่อนเริ่มการปฏิบัติงาน
battery-powered filter	ชุดเครื่องกรองอากาศแบบมีมอเตอร์เป่าอากาศ
biohazard sign	ป้ายสัญลักษณ์ชีวภัยสากล
biological hazard หรือ biohazard	สารชีวภาพอันตราย
biological indicator	ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ

นิยามและคำย่อ

คำศัพท์/คำย่อ	นิยาม
biological monitoring	การตรวจสอบทางชีวภาพ
biological safety cabinet	ตู้ชีวนิรภัย
biorisk assessment	ประเมินความเสี่ยงทางชีวภาพ
biorisk management	การบริหารจัดการความเสี่ยงด้านชีวภาพ
biosafety and recombinant DNA technology	ความปลอดภัยทางชีวภาพและเทคโนโลยีตัดแต่งพันธุกรรม
biosafety level and practice	ระดับความปลอดภัยทางชีวภาพของห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์และวิธีการปฏิบัติงาน
biosafety level1 (BSL1)	ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 1
biosafety level2 (BSL2)	ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 2
biosafety level3 (BSL3)	ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 3
biosafety level4 (BSL4)	ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 4
body protection	อุปกรณ์ป้องกันร่างกาย
breathing hose หรือ air hose	ท่อหายใจ
canopy	ท่อระบายอากาศแบบชุดฝาครอบดูดควัน
canopy connection	การต่อผ่านชุดฝาครอบดูดควัน
carriers	กระสวย
cd/m^2	แรงเทียน/ตารางเมตร

นิยามและคำย่อ

คำศัพท์/คำย่อ	นิยาม
chemical indicator	ตัวบ่งชี้ทางเคมี
chemical management	การจัดการสารเคมีของห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์
chemical monitoring	การตรวจสอบทางเคมี
coagulation	การจับเป็นก้อน
composition/information on ingredients	ส่วนประกอบและข้อมูลเกี่ยวกับส่วนผสม
consequence	ผลกระทบ
consistency	ความสม่ำเสมอ
containment	การควบคุมกักกันสารชีวภาพอันตราย
control	การควบคุม
corrosive chemicals	สารกัดกร่อน
coveralls	ชุดคลุมทั้งตัว หรือ ชุดหมี
decontamination shower	ห้องอาบน้ำฝักบัวลดการปนเปื้อน
deluge shower	ฝักบัวฉุกเฉิน
denaturation	การสลายตัว
disinfectant	น้ำยาฆ่าเชื้อโรค
disinfection	การทำลายเชื้อ

นิยามและคำย่อ

คำศัพท์/คำย่อ	นิยาม
disposable	ใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง
disposal considerations	มาตรการการกำจัด
donor organism	สิ่งมีชีวิตผู้ให้
dose of infection	ปริมาณของเชื้อที่ก่อให้เกิดโรค
double door autoclave	เครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูง แบบ 2 ประตู
down flow velocity test	การวัดความเร็วลมผ่านพื้นที่ปฏิบัติงาน
downward airflow	อากาศที่ไหลลงสู่พื้นที่ปฏิบัติงาน
dry heat	ความร้อนแห้ง
ecological information	ข้อมูลเชิงนิเวศน์
emergency eye wash	อุปกรณ์ล้างตาฉุกเฉิน
emergency response	การเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับภาวะฉุกเฉิน
engineering control	การควบคุมด้านวิศวกรรม
explosive chemicals	สารระเบิดได้
exposure controls/personal protection	การควบคุมการรับสัมผัสและการป้องกันภัยส่วนบุคคล
external chemical indicator	ตัวบ่งชี้ทางเคมีภายนอก
eye protection	อุปกรณ์ป้องกันดวงตา
face protection	อุปกรณ์ป้องกันใบหน้า
face shield	กระบังป้องกันใบหน้า

นิยามและคำย่อ

คำศัพท์/คำย่อ	นิยาม
facepiece	ตัวหน้ากาก
fire fighting measures	มาตรการผจญเพลิง
fire hose	ชุดท่อประปาดับเพลิง
first aid	การปฐมพยาบาลเบื้องต้น
first aid measures	มาตรการปฐมพยาบาล
flammable chemicals	สารไวไฟ
foot paddle	ระบบเปิดด้วยเท้า
foot protection	อุปกรณ์ป้องกันเท้า
full facepiece	ครอบเต็มใบหน้า
fume hood	ตู้ดูดควันและไอสารเคมี
gene expression regulators	สารควบคุมการแสดงออกของยีน
general waste	ขยะทั่วไป
genetically modified organisms (GMOs)	สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม
good microbiological technique (GMT)	เทคนิคที่ดีทางจุลชีววิทยา
gown	เสื้อกาวน์
half facepiece	ครอบครึ่งใบหน้า
half-face elastomeric respirator	หน้ากากพร้อมเครื่องกรองอากาศแบบครอบครึ่งใบหน้า
full-face elastomeric respirator	หน้ากากพร้อมเครื่องกรองอากาศแบบครอบเต็มใบหน้า

นิยามและคำย่อ

คำศัพท์/คำย่อ	นิยาม
hand protection	อุปกรณ์ป้องกันมือ
handling and storage	การใช้และการเก็บรักษา
hard duct	การต่อกับระบบระบายอากาศแบบปิด
hazardous materials	วัตถุอันตราย
hazardous waste	ขยะมีพิษหรือของเสียอันตราย
hazards identification	ข้อมูลระบุความเป็นอันตราย
head harness	ชุดสายรัดศีรษะ
head harness pad	แผ่นยึดศีรษะ
hearing protection	อุปกรณ์ป้องกันการได้ยิน
heat treatment	ระบบการใช้ความร้อน
heating, ventilation and air-conditioning (HVAC) control system	ระบบควบคุมความร้อนระบบถ่ายเทอากาศและระบบปรับอากาศ
high efficiency particulate air (HEPA) filter	ตัวกรองอากาศประสิทธิภาพสูง
HEPA filter leak test	การทดสอบหารอยรั่วของ HEPA Filter
high-hazard zone	เขตอันตรายมาก
high-level disinfectant	น้ำยาฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพสูง
hood	ผ้าคลุมศีรษะ หรือ ถุงคลุมศีรษะ

นิยามและคำย่อ

คำศัพท์/คำย่อ	นิยาม
hospital pneumatic tube system	การขนส่งวัตถุตัวอย่างโดยระบบท่อลมสำหรับโรงพยาบาล
host range	ชนิดของสิ่งมีชีวิตที่สามารถติดเชื้อ
hot air oven	ตู้อบร้อน
identification of the substancess/preparation and of the company/undertake	ข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมี และบริษัทผู้ผลิตและหรือจำหน่าย
improvement	การปรับปรุง
incompatible chemicals	สารเคมีที่เข้ากันไม่ได้
incubation period	ระยะฟักตัว
indicator tape หรือ autoclave tape	เทปทดสอบเคมี
infectious substances	สารชีวภาพติดเชื้อ
infectious substancess transportation	การขนส่งสารชีวภาพอันตราย
infectious waste	ขยะติดเชื้อ
infectious waste management	การจัดการขยะติดเชื้อ
inflow velocity test	การวัดความเร็วลมเข้าหน้าตู้
inlet valve หรือ inhalation valve	ลิ้นทางเข้า
institutional biosafety committee (IBC)	คณะกรรมการความปลอดภัยทางชีวภาพระดับหน่วยงาน
intermediate-level disinfectant	น้ำยาฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพปานกลาง

นิยามและคำย่อ

คำศัพท์/คำย่อ	นิยาม
internal chemical indicator	ตัวบ่งชี้ทางเคมีภายใน
international air transport association (IATA)	องค์กรการบินระหว่างประเทศ
international health regulation (IHR)	กฎอนามัยระหว่างประเทศ
inward airflow	อากาศที่ไหลเข้าด้านหน้าตู้
laboratory biosafety	ความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับห้องปฏิบัติการ
laboratory biosafety manual	คู่มือความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับห้องปฏิบัติการ
laboratory biosecurity	ความมั่นคงทางชีวภาพสำหรับห้องปฏิบัติการ
laboratory coat	เสื้อคลุมห้องปฏิบัติการ
laboratory decontamination	การฆ่าเชื้อห้องปฏิบัติการ
laboratory risk assessment	การประเมินความเสี่ยงห้องปฏิบัติการ
laboratory safety officer	เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ
leak testing	การทดสอบการรั่ว
likelihood	โอกาสที่จะเกิด
low-hazard zone	เขตอันตรายน้อย
low-level disinfectant	น้ำยาฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพต่ำ
material safety data sheet (MSDS)	ข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี

นิยามและคำย่อ

คำศัพท์/คำย่อ	นิยาม
mechanical indicators	ตัวบ่งชี้ทางกลไกของเครื่อง
mechanical or physical monitoring	การตรวจสอบทางกลไก
medical laboratory biosafety and biosecurity management	ระบบบริหารจัดการความมั่นคงและความปลอดภัยห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์
mode of transmission	ช่องทางการติดเชื้อ
moist heat	ความร้อนชื้น
motor blower unit	มอเตอร์พร้อมพัดลมดูดอากาศ
negative pressure	แรงดันลบ
NIOSH	national institute of occupational safety and health
NIST	national institute of standards and technology
nonwoven polypropylene and microporous materials	วัสดุสังเคราะห์เทียมผ้า
nose cup	ครอบจมูก
occupation health	อาชีวอนามัย
original test report	ใบรับรองประสิทธิภาพของตู้จากบริษัทผู้ผลิต
outlet valve หรือ exhalation valve	ลิ้นทางออก

นิยามและคำย่อ

คำศัพท์/คำย่อ	นิยาม
particulated respirator	หน้ากากกรองอากาศชนิดที่ใช้แล้วทิ้ง
performance	การทำให้ประสบผลสำเร็จ
personal protective equipment (PPE)	อุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคล
personnel shower	ห้องอาบน้ำฝักบัว
pH	ความเป็นกรดด่าง
physical and chemical properties	คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ
physical testing	การทดสอบทางกายภาพ
plastic disposable transfer loops	ห่วงเพาะเชื้อแบบใช้แล้วทิ้ง
powered air purifying respirator (PAPR)	เครื่องกรองอากาศที่จัดส่งอากาศ
ppm	part per million
practice and procedure	การปฏิบัติและวิธีการ
prevalence	ความชุกชุมของโรคในพื้นที่
primary barrier	ปราการด่านแรก
push bar	มือผลัก
radioactive chemicals	สารกัมมันตรังสี
recipient organism	สิ่งมีชีวิตผู้รับ

นิยามและคำย่อ

คำศัพท์/คำย่อ	นิยาม
recycle waste	ขยะรีไซเคิล
regulatory information	ข้อมูลเกี่ยวกับกฎข้อบังคับ
reliably	น่าเชื่อถือ
repetitive strain injuries (RSIs)	การทำงานซ้ำซาก
respirator	อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ
respiratory protection	อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ
risk	ความเสี่ยง
risk assessment	การประเมินความเสี่ยง
risk group	จุลชีพก่อโรคตามกลุ่มเสี่ยง
risk mitigation	การจัดการลดความเสี่ยง
safety equipment	อุปกรณ์เครื่องมือเพื่อความปลอดภัย
safety glasses	แว่นตานิรภัย
safety goggles	ครอบตานิรภัย
safety zone	เขตปลอดภัย
safety data sheet (SDS)	ข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี
seated workstation	สถานีงานที่ต้องนั่งทำงาน

นิยามและคำย่อ

คำศัพท์/คำย่อ	นิยาม
self-contained breathing apparatus (SCBA)	เครื่องช่วยหายใจชนิดมีถังอากาศ
severity	ความรุนแรงของโรค
shelf-life	อายุการเก็บ
site installation assessment test	การประเมินการติดตั้ง
sit-stand workstation	สถานีงานที่ต้องนั่งและยืนทำงาน
sonic disruption	การทำให้ละเอียดด้วยเสียงความถี่ต่ำ
standard operating procedure (SOP)	เอกสารมาตรฐานการปฏิบัติงาน
special practices	ข้อปฏิบัติเฉพาะ/ ที่จำเป็น
specific chemical indicator	ตัวบ่งชี้ทางเคมีแบบเฉพาะ
spill decontamination	การจัดการลดการปนเปื้อนกรณีเกิดการรั่วไหล
stability and reactivity	ความเสถียรและความไวต่อการเกิดปฏิกิริยา
standard microbiological practices	มาตรฐานการปฏิบัติงานทางจุลชีววิทยา
standing workstation	สถานีงานที่ต้องยืนทำงาน
sterilization	การทำให้ปราศจากเชื้อ
strip	ชิ้น
suit decontamination shower	ห้องฝักบัวลดการปนเปื้อนชุด
supplied air respirator	ชุดจัดส่งอากาศ
surgical mask	หน้ากากอนามัย

นิยามและคำย่อ

คำศัพท์/คำย่อ	นิยาม
survival outside host	ความสามารถในการอยู่รอด
technical biosafety committee (TBC)	คณะกรรมการเทคนิคด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ
the globally harmonized system of classification and labeling of chemicals (GHS)	ระบบการจำแนกและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก
toxic chemicals	สารเป็นพิษ
toxicological information	ข้อมูลด้านพิษวิทยา
transfer	ขนส่ง
transport information	ข้อมูลสำหรับการขนส่ง
UN regulation	ข้อกำหนดขององค์การสหประชาชาติ
vector	พาหะ
viral vector	พาหะยีนที่เป็นไวรัส
virulence factors หรือ enhancers	ยีนหรือสารควบคุมความรุนแรงของเชื้อ
visor หรือ eyepiece	ช่องมอง
voicemitter	อุปกรณ์ถ่ายทอดเสียง
work place practices หรือ standard operating procedure	มาตรฐานการปฏิบัติงาน
workers	ผู้ปฏิบัติงานในขณะทำงาน
working environment	สภาพสิ่งแวดล้อมของการทำงาน
workspace	เนื้อที่ปฏิบัติงานหรือพื้นที่การทำงาน
workstation	จุดปฏิบัติงานหรือสถานีงาน

บทนำ

ปัจจุบันมีการระบาดและแพร่กระจายของเชื้อโรคอุบัติใหม่ร้ายแรงในภูมิภาคต่างๆ ทั่วโลกอย่างต่อเนื่อง และทวีความรุนแรงขึ้นเป็นลำดับ ประเทศสมาชิกองค์การอนามัยโลก 196 ประเทศ ได้ลงนามปฏิบัติตามกฎอนามัยระหว่างประเทศฉบับปรับปรุง ปี 2548 (International Health Regulation 2005) ซึ่งได้กำหนดแนวทางการพัฒนาระบบการค้นหา การป้องกันและตอบสนองต่อการระบาดของโรคอุบัติใหม่ร้ายแรง รวม 8 ด้านหลัก (core capacity) ซึ่งรวมการพัฒนาห้องปฏิบัติการให้มีศักยภาพในการตรวจวินิจฉัยให้ได้มาตรฐานสากล และมีระบบความปลอดภัยและความมั่นคงทางชีวภาพสำหรับห้องปฏิบัติการ (laboratory biosafety and biosecurity) เพื่อป้องกันอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงานและการแพร่กระจายของเชื้อหรือสารชีวภาพอันตรายออกสู่สิ่งแวดล้อม นอกจากนั้นในเดือนกันยายน 2557 ประเทศไทยร่วมกับพันธมิตรมากกว่า 50 ประเทศได้ร่วมลงนามความร่วมมือในการดำเนินการ “วาระความมั่นคงโลก (Global Health Security Agenda 2014)” ที่จะร่วมมือกันพัฒนาตาม 11 แผนปฏิบัติการ (action package) เพื่อการเตรียมความพร้อม การตรวจจับ การควบคุมและการป้องกันเชื้อโรคอุบัติใหม่ร้ายแรง ซึ่งในแผนปฏิบัติการหลักว่าด้วยความมั่นคงและความปลอดภัยทางชีวภาพ (Biosafety and Biosecurity Action Package) และ แผนปฏิบัติการหลักว่าด้วยการพัฒนาระบบห้องปฏิบัติการของประเทศ (National Laboratory System Action Package) ได้กำหนดเป้าหมายและแผนปฏิบัติการที่ประเทศสมาชิกความร่วมมือต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จภายใน 5 ปี

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ในฐานะเป็นหน่วยงานหลักด้านการพัฒนาห้องปฏิบัติการด้านการแพทย์และสาธารณสุขของประเทศ เพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดของกฎอนามัยระหว่างประเทศ (International Health Regulation) และเป็นประเทศผู้นำในการพัฒนาแผนระบบห้องปฏิบัติการด้านการแพทย์และสาธารณสุข (GHSA National Laboratory System Action Package) จึงได้แต่งตั้งคณะทำงานขึ้น 2 ชุด ประกอบไปด้วยผู้เชี่ยวชาญและผู้แทนที่มีความรู้และประสบการณ์ในการทำงานกับสารชีวภาพอันตรายทั้งจากหน่วยงานในกระทรวงสาธารณสุข มหาวิทยาลัย และกรมปศุสัตว์ เพื่อจัดทำคู่มือ 2 เล่ม คือ มาตรฐานห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์และสาธารณสุข และมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์

และสาธารณสุข เพื่อให้ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์ที่ทำงานตรวจวิเคราะห์ วิจัย เกี่ยวกับตัวอย่างสิ่งส่งตรวจหรือสารชีวภาพอันตรายจากทั้งมนุษย์และสัตว์ ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาศักยภาพห้องปฏิบัติการ และพัฒนาระบบความปลอดภัยและความมั่นคงทางชีวภาพ (biosafety and biosecurity) ของห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์ เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์ในประเทศไทยมีศักยภาพ มีความพร้อม และมีระบบความปลอดภัยและความมั่นคงทางชีวภาพสำหรับห้องปฏิบัติการที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน และมีความพร้อมที่จะรองรับการระบาดของเชื้อโรคร้ายแรงต่างๆ

มาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์และสาธารณสุขเล่มนี้ ประกอบไปด้วยเนื้อหาสาระสำคัญ ที่บุคลากรในทุกห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์ควรทราบและนำไปพัฒนาปรับปรุงระบบความปลอดภัยและความมั่นคงทางชีวภาพสำหรับห้องปฏิบัติการ เพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าบุคลากรที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการจะมีความปลอดภัยจากการติดเชื้อโรคหรือสัมผัสสารชีวภาพอันตราย ตลอดจนป้องกันการรั่วไหลหรือแพร่กระจายของสารชีวภาพอันตรายออกนอกห้องปฏิบัติการด้วยความพลั้งเผลอหรือโดยเจตนา

คณะทำงานหวังเป็นอย่างยิ่งว่า มาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์ และสาธารณสุขเล่มนี้ จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาระบบความปลอดภัยและความมั่นคงสำหรับห้องปฏิบัติจุลชีววิทยาทางการแพทย์ของประเทศไทย หากมีข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาปรับปรุงสามารถส่งมาที่ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ถนนติวานนท์ อำเภอเมือง จังหวัดนนทบุรี

บทที่ 1

หลักความปลอดภัยทางชีวภาพ สำหรับห้องปฏิบัติการ (Laboratory Biosafety)

ห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์ทำงานกับสิ่งส่งตรวจจากทั้งมนุษย์และสัตว์ และ/หรือสารชีวภาพอันตราย ดังนั้นบุคลากรในห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับห้องปฏิบัติการ (laboratory biosafety) ซึ่งหมายถึง ระบบความปลอดภัยเพื่อป้องกันผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการและผู้เกี่ยวข้องจากการติดเชื้อหรือการสัมผัสกับสารชีวภาพอันตราย และป้องกันไม่ให้สารชีวภาพอันตรายแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมนอกห้องปฏิบัติการโดยไม่ได้ตั้งใจ

สารชีวภาพอันตราย (biological hazard หรือ biohazard) หมายถึง สารที่มีต้นกำเนิดจากสิ่งมีชีวิตและเกิดโทษกับมนุษย์และ/หรือสัตว์ ได้แก่ จุลชีพก่อโรค เช่น ไวรัส แบคทีเรีย รา รวมทั้งสารพิษและสารก่อภูมิแพ้ที่เป็นผลผลิตหรือสร้างขึ้นจากจุลชีพ พืชหรือสัตว์ เช่น สารพิษจากปลาปักเป้า รวมทั้งขยะติดเชื้อ

1.1 การจำแนกจุลชีพก่อโรคตามกลุ่มเสี่ยง (Risk group)

การจำแนกจุลชีพก่อโรคตามกลุ่มเสี่ยงมีความจำเป็น เพื่อใช้ในการจัดระดับความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการให้เหมาะสมกับการทำงานกับจุลชีพชนิดนั้น จุลชีพก่อโรคชนิดเดียวกันอาจจัดระดับความเสี่ยงแตกต่างกันในแต่ละประเทศ ทั้งนี้ขึ้นกับหลักเกณฑ์ ดังต่อไปนี้

1.1.1 คุณลักษณะของตัวเชื้อ เช่น ปริมาณของเชื้อที่ก่อให้เกิดโรค (dose of infection) ช่องทางการติดเชื้อ (mode of transmission) ระยะฟักตัว (incubation period) ความสามารถในการอยู่รอด (survival outside host) ชนิดของสิ่งมีชีวิตที่สามารถติดเชื้อ (host range) ความรุนแรงของโรค (severity)

1.1.2 วิธีการป้องกันและรักษา

1.1.3 ความชุกชุมของโรคในพื้นที่ (prevalence) เช่น จุลชีพก่อโรคที่พบประจำถิ่น

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง รายการเชื้อโรคที่ประสงค์ควบคุมตามมาตรา 18 พ.ศ. 2560 (ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 134 ตอนพิเศษ 74 ง 10 มีนาคม 2560) ได้แบ่งเชื้อโรคออกเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มเสี่ยงน้อยหรืออันตรายน้อย กลุ่มเสี่ยงปานกลางหรืออันตรายปานกลาง กลุ่มเสี่ยงสูงหรืออันตรายสูง และกลุ่มเสี่ยงสูงมากหรืออันตรายสูงมาก นอกจากนี้คู่มือความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับห้องปฏิบัติการ (laboratory biosafety manual) ขององค์การอนามัยโลก ได้แบ่งจุลชีพก่อโรคออกเป็น 4 กลุ่มเสี่ยงเช่นเดียวกัน ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 การจำแนกจุลชีพก่อโรคตามกลุ่มเสี่ยง (Risk group)

กลุ่มเสี่ยงที่ 1 (No or low individual and community risk) จุลชีพที่ไม่ก่อโรคในมนุษย์หรือสัตว์
กลุ่มเสี่ยงที่ 2 (Moderate individual risk, low community risk) จุลชีพที่ก่อโรคในมนุษย์หรือสัตว์ แต่ไม่เป็นอันตรายร้ายแรงต่อบุคลากรในห้องปฏิบัติการ ชุมชนปศุสัตว์ หรือสิ่งแวดล้อม การติดเชื้อในห้องปฏิบัติการอาจทำให้เกิดการติดเชื้อรุนแรง แต่มีวิธีรักษาและการป้องกันโรคที่มีประสิทธิภาพ และความเสี่ยงในการแพร่กระจายของเชื้อโรคอยู่ในวงจำกัด
กลุ่มเสี่ยงที่ 3 (High individual risk, low community risk) จุลชีพที่ก่อโรครุนแรงในมนุษย์หรือสัตว์ แต่เชื้อไม่ติดต่อจากคนสู่คนโดยตรง มีวิธีรักษาและการป้องกันโรคที่มีประสิทธิภาพ
กลุ่มเสี่ยงที่ 4 (High individual risk, high community risk) จุลชีพที่ก่อโรครุนแรงในมนุษย์หรือสัตว์ และเชื้อสามารถแพร่กระจายได้ง่ายจากคนสู่คน ได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ยังไม่มีวิธีรักษาหรือการป้องกันโรคที่มีประสิทธิภาพ

1.2 หลักความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับห้องปฏิบัติการ (Laboratory Biosafety)

หลักความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับห้องปฏิบัติการ คือ ผู้ปฏิบัติงานมีความปลอดภัยในการทำงานกับสารชีวภาพอันตราย โดยการควบคุมกักกันสารชีวภาพอันตราย (containment) ไม่ให้แพร่กระจายสู่ผู้ปฏิบัติงานและหลุดรอดออกสู่สิ่งแวดล้อมนอกห้องปฏิบัติการ การควบคุมกักกันสารชีวภาพอันตราย (containment) ทำได้โดยการจัดการควบคุม 4 ด้านให้เหมาะสม ดังนี้

1.2.1 การควบคุมด้านวิศวกรรม (Engineering control) ได้แก่ การจัดโครงสร้างทางวิศวกรรมและกายภาพของห้องปฏิบัติการ ให้เหมาะสมกับระดับความรุนแรงของจุลชีพก่อโรค ถือเป็นการป้องกันการติดเชื้อที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น การแยกห้องปฏิบัติการตามระดับความเสี่ยงของจุลชีพก่อโรค ระบบควบคุมการเข้าออกห้องปฏิบัติการ ระบบไหลเวียนอากาศ ระบบน้ำประปา ไฟฟ้า รวมถึงการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ความปลอดภัย เช่น ตู้ชีวนิรภัย เครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูง เป็นต้น

1.2.2 การควบคุมด้านการบริหาร (Administrative control) ได้แก่ การบริหารจัดการในเรื่องนโยบาย การกำหนดแผนการดำเนินการ การจัดหาจัดเตรียม การดำเนินการ เพื่อสนับสนุนให้เกิดความปลอดภัยและความมั่นคงทางชีวภาพ

1.2.3 มาตรฐานการปฏิบัติงาน (Work place practices หรือ Standard operating procedure) ได้แก่ การจัดทำวิธีการปฏิบัติงานเป็นลำดับ ขั้นตอน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องถือปฏิบัติ และได้ผลลัพธ์เป็นมาตรฐานเดียวกัน ได้ผลน่าเชื่อถือ (reliably) และมีความสม่ำเสมอ (consistency) เช่น ขั้นตอนการใส่และถอดอุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคล ขั้นตอนการปฏิบัติในการเข้าและออกห้องปฏิบัติการ วิธีปฏิบัติเมื่อเกิดกรณีฉุกเฉิน เป็นต้น โดยวิธีปฏิบัติมาตรฐานที่เขียนต้องเหมาะสมกับการปฏิบัติงาน คำนึงถึงความปลอดภัยและลดความเสี่ยงจากการติดเชื้อเมื่อปฏิบัติงาน

1.2.4 อุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคล (Personal protective equipment; PPE) การเลือกอุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคลที่เหมาะสมจะช่วยป้องกันผู้ปฏิบัติงานจากการติดเชื้อ การสัมผัสจุลชีพหรือสารชีวภาพอันตราย โดยต้องคำนึงถึง ชนิดวัสดุของอุปกรณ์ป้องกัน ช่องทางการสัมผัสหรือการเข้าสู่ร่างกายของจุลชีพ ระยะเวลาและความถี่ในการปฏิบัติงาน เพื่อให้เกิดความปลอดภัยกับผู้สวมใส่ และต้องมีขนาดเหมาะสมกับรูปร่างของผู้สวมใส่ เพื่อความสะดวกสบายในการสวมใส่ และไม่ขัดขวางการปฏิบัติงาน

การจัดการควบคุมทั้ง 4 ด้านดังกล่าว นำไปสู่การจัดระดับความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับห้องปฏิบัติการออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 1 (Biosafety level 1, BSL1)
2. ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 2 (Biosafety level 2, BSL2)
3. ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 3 (Biosafety level 3, BSL3)
4. ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 4 (Biosafety level 4, BSL4)

รายละเอียดห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยแต่ละระดับ โปรดดูรายละเอียดในบทที่ 4 ระดับความปลอดภัยทางชีวภาพของห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์ และวิธีการปฏิบัติงาน

บทที่ 2

หลักความมั่นคงทางชีวภาพ สำหรับห้องปฏิบัติการ (Laboratory Biosecurity)

2.1 การควบคุมด้านวิศวกรรม
2.2 การจัดทำบัญชีและมอบหมายผู้รับผิดชอบ
2.3 การบริหารงานบุคคล
2.4 การขนส่งสารชีวภาพ
2.5 การรักษาความปลอดภัยของข้อมูล
2.6 แผนปฏิบัติการฉุกเฉิน

บุคลากรในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์ที่ทำงานกับสิ่งส่งตรวจจากผู้ป่วยและ/หรือสารชีวภาพอันตราย นอกจากต้องปฏิบัติงานตามหลักความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับห้องปฏิบัติการ (laboratory biosafety) เพื่อป้องกันผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อมจากการปนเปื้อน หรือสัมผัสสารชีวภาพอันตราย ยังต้องปฏิบัติงานตามหลักความมั่นคงทางชีวภาพสำหรับห้องปฏิบัติการ (laboratory biosecurity) ควบคู่ไปด้วย เพื่อป้องกันการขโมย หรือลักลอบนำสารชีวภาพอันตรายออกนอกห้องปฏิบัติการและนำไปใช้ผิดวัตถุประสงค์ทำให้เกิดอันตรายต่อประชาชนหรือสังคมภายนอก เช่น การลักลอบนำไปทำอาวุธชีวภาพ เป็นต้น

ความมั่นคงทางชีวภาพสำหรับห้องปฏิบัติการ (laboratory biosecurity) หมายถึง ระบบการป้องกันและควบคุมกำกับสารชีวภาพอันตราย เพื่อป้องกันการเจตนาหรือจงใจลักลอบนำสารชีวภาพอันตรายออกนอกห้องปฏิบัติการ เพื่อนำไปใช้ผิดวัตถุประสงค์ก่อให้เกิดอันตรายต่อประชาชนและสังคม หลักการความมั่นคงทางชีวภาพสำหรับห้องปฏิบัติการ คือ การจัดระบบการป้องกัน การควบคุมกำกับ และจัดทำบัญชีหรือมอบหมายผู้รับผิดชอบสารชีวภาพอันตรายและการเข้าถึงข้อมูลสำคัญของสารชีวภาพอันตราย

หัวหน้าห้องปฏิบัติการต้องจำแนกสารชีวภาพที่มีอยู่ในครอบครองหรือใช้งานออกเป็นกลุ่มเสี่ยง (risk group) 4 ระดับ ตามนิยามกลุ่มเสี่ยงขององค์การอนามัยโลก (รายละเอียดในบทที่ 1 หลักความปลอดภัยชีวภาพสำหรับห้องปฏิบัติการ) เพื่อจัดห้องปฏิบัติการหรือการจัดเก็บสารชีวภาพ ให้มีความปลอดภัยตามนิยามห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 1-4 เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน นอกจากนี้ต้องพิจารณาจำแนกสารชีวภาพที่ครอบครองตามระดับความมั่นคงทางชีวภาพ ซึ่งแบ่งออกได้ 5 ระดับ คือ

1. จุลชีพไม่ก่อโรค
2. จุลชีพก่อโรคและสารพิษที่มีความเสี่ยงต่ำ หมายถึง จุลชีพก่อโรคและสารพิษที่ทำให้คนหรือสัตว์เกิดโรคและเสียชีวิตได้ แต่อยู่ในวงจำกัด มีผลต่อเศรษฐกิจค่อนข้างต่ำ
3. จุลชีพก่อโรคและสารพิษที่มีความเสี่ยงปานกลาง หมายถึง จุลชีพก่อโรคและสารพิษที่ทำให้คนหรือสัตว์เกิดโรคและเสียชีวิต มีผลกระทบต่อประชาชน และเกิดความเสียหายต่อเศรษฐกิจตั้งแต่ระดับน้อยจนถึงระดับปานกลาง
4. จุลชีพก่อโรคและสารพิษที่มีความเสี่ยงสูง หมายถึง จุลชีพก่อโรคและสารพิษที่ทำให้คนหรือสัตว์เกิดโรคและเสียชีวิต มีผลกระทบต่อประชาชน และเกิดความเสียหายต่อเศรษฐกิจตั้งแต่ระดับปานกลางจนถึงระดับสูง กลุ่มนี้มักถูกนำไปทำเป็นอาวุธชีวภาพ
5. จุลชีพก่อโรคและสารพิษที่มีความเสี่ยงสูงสุด จุลชีพก่อโรคและสารพิษกลุ่มนี้ถูกจัดเป็นกลุ่มพิเศษ เพราะไม่มีในธรรมชาติ แต่เป็นจุลชีพที่ผ่านการตัดแต่งทางพันธุกรรม และมีแนวโน้มความเสี่ยงสูงในการนำไปใช้เป็นอาวุธชีวภาพ

หัวหน้าห้องปฏิบัติการต้องจัดให้มีระบบบริหารจัดการความมั่นคงด้านชีวภาพที่เหมาะสมกับสารชีวภาพที่ครอบครอง โดยบริหารจัดการองค์ประกอบ ดังนี้

- การควบคุมด้านวิศวกรรม
- การจัดทำบัญชีและมอบหมายผู้รับผิดชอบ
- การบริหารงานบุคคล
- การขนส่งสารชีวภาพ
- การรักษาความปลอดภัยของข้อมูล
- แผนปฏิบัติการฉุกเฉิน

2.1 การควบคุมด้านวิศวกรรม

การควบคุมด้านวิศวกรรมสำหรับการปฏิบัติงาน หรือการเก็บรักษาสารชีวภาพตามระดับความเสี่ยงด้านความมั่นคงทางชีวภาพแบ่งออกเป็น 3 ระดับ ดังนี้

2.1.1 พื้นที่ปกป้องทรัพย์สิน ได้แก่ ตัวอาคารที่มีประตูเปิดปิด มีการควบคุมการเข้าออกของบุคคลและยานพาหนะ เป็นพื้นที่ใช้ปฏิบัติงานหรือเก็บสารชีวภาพที่มีความเสี่ยงต่ำ

2.1.2 พื้นที่ควบคุม ได้แก่ ห้องปฏิบัติการหรือห้องที่จัดไว้จำเพาะมีประตูปิดมิดชิด ตั้งอยู่ภายในตัวอาคาร (พื้นที่ปกป้องทรัพย์สิน) พื้นที่นี้ใช้จัดเก็บสารชีวภาพที่มีความเสี่ยงปานกลาง และ/หรือเอกสารสำคัญ มีการควบคุมการเข้าออก อนุญาตให้เข้าออกได้เฉพาะเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง มีระบบตรวจสอบหรือบันทึกการเข้าออกของบุคคล นอกจากนี้ต้องมีการกำหนดเวลาทำการ เมื่อหมดเวลาทำการต้อง ปิดล๊อคประตูและหน้าต่าง เช่น ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 2 หรือ 3 เป็นต้น

2.1.3 พื้นที่หวงห้าม ได้แก่ บริเวณหวงห้ามที่อยู่ภายในพื้นที่ควบคุม พื้นที่นี้ต้องมีระบบควบคุมการเข้าออก มีระบบป้องกันและตรวจจับการบุกรุก เพื่อให้แน่ใจว่าเฉพาะเจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจหน้าที่เท่านั้นที่เข้าถึงได้ บริเวณนี้เหมาะสำหรับการปฏิบัติงาน หรือเก็บรักษาสารชีวภาพที่มีความเสี่ยงสูง และความเสี่ยงสูงสุด เช่น ห้องหรือตู้เก็บสารชีวภาพหรือตู้แช่แข็งที่มีกุญแจล็อคในห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 3 เป็นต้น

เจ้าหน้าที่หรือผู้ปฏิบัติงานทุกคนต้องทราบและปฏิบัติตามระเบียบการรักษาความมั่นคงและความปลอดภัยของหน่วยงาน ได้แก่ การควบคุมการเข้าออก การตรวจสอบบุคคลภายนอก การต้อนรับผู้มาเยือน เช่น ญาติ ผู้ดูงาน ผู้ฝึกงาน นักศึกษาฝึกงาน ในสถานที่จัดไว้ให้หรือในพื้นที่ที่ได้รับอนุญาตตามวันและเวลาที่กำหนดเท่านั้น เจ้าหน้าที่และผู้มาเยือนต้องติดป้ายแสดงตน หากไม่มีบัตรจะไม่ได้รับอนุญาตให้เข้าพื้นที่ การรายงานกรณีพบความผิดปกติหรือบุคคลภายนอก

2.2 การจัดทำบัญชีและมอบหมายผู้รับผิดชอบ

2.2.1 หัวหน้าห้องปฏิบัติการต้องจัดให้มีพื้นที่ปฏิบัติงานหรือเก็บสารชีวภาพให้เหมาะสมกับระดับความเสี่ยงของสารชีวภาพ มีวิธีการควบคุมการเข้าถึงหรือใช้สารชีวภาพอย่างเหมาะสม สารชีวภาพต้องมีการติดฉลาก มีการจัดทำบัญชีรายชื่อแยกเป็นรายการตามชนิด ระบุจำนวน สารชีวภาพที่ต้องควบคุมและต้องจัดทำบัญชี ได้แก่ จุลชีพก่อโรคในทุกรูปแบบ สารพิษ ตัวอย่างจากผู้ป่วยที่พิสูจน์แล้วว่ามีจุลชีพก่อโรคหรือสารพิษ สารพันธุกรรมที่มียีนเกี่ยวกับจุลชีพก่อโรค รวมถึงน้ำยาหรือสารมาตรฐานที่มีสารชีวภาพด้วย

2.2.2 หัวหน้าห้องปฏิบัติการต้องจัดให้มีการจัดทำบัญชีการครอบครอง การนำเข้า การใช้ การเก็บรักษาและการส่งออกสารชีวภาพ ตามกฎหมายว่าด้วยเชื้อโรคและพิษจากสัตว์ และมอบหมายผู้รับผิดชอบในการครอบครอง การนำเข้า การใช้ การเก็บรักษา และการส่งออกสารชีวภาพ กรณีที่มีการเก็บรักษาเชื้อบริสุทธิ์หรือเชื้อที่แยกได้จากตัวอย่างผู้ป่วย เพื่อนำไปใช้ต่อ หัวหน้าห้องปฏิบัติการต้องดำเนินการให้มีการจัดทำบัญชีการครอบครองเชื้อตามกฎหมายว่าด้วยเชื้อโรคและพิษจากสัตว์

การทำบัญชีสารชีวภาพควรมีข้อมูลสำคัญอย่างน้อย ดังนี้

- แหล่งที่มา วันเดือนปีที่ได้รับ ปริมาณที่ได้รับ
- เอกลักษณ์ของสารชีวภาพ เช่น ชนิดของสาร (ของแข็ง ของเหลว หรืออื่นๆ) ประวัติสายพันธุ์ เป็นต้น
- ระบุระดับความเสี่ยงของสารชีวภาพ เช่น กลุ่มเสี่ยงของจุลชีพ (risk group 1-4) และระดับความเสี่ยงด้านความมั่นคงทางชีวภาพ (ความเสี่ยงต่ำ ความเสี่ยงปานกลาง หรือความเสี่ยงสูง)

- การเก็บรักษา ชนิดจำนวนของภาชนะบรรจุ และสถานที่หรือตำแหน่งที่เก็บรักษา
- ผู้รับผิดชอบในการใช้ การเก็บรักษา การจัดทำบัญชี
- บันทึกการใช้งาน
- การเคลื่อนย้ายหรือการแจกจ่ายสารชีวภาพ
- การทำลายข้อมูลที่บันทึกในบัญชีต้องถูกต้อง มีการทำลายเป็นระยะ และข้อมูลต้องเป็นปัจจุบัน

2.2.3 หัวหน้าห้องปฏิบัติการมอบหมายหน้าที่ในการครอบครอง การนำเข้า การใช้ การเก็บรักษา การส่งออกสารชีวภาพ รวมถึงการเข้าถึงและการจัดทำบัญชีให้กับเจ้าหน้าที่ที่มีคุณสมบัติตรงตามที่ระบุไว้ตามกฎหมายว่าด้วยเชื้อโรคและพิษจากสัตว์ และให้มีความเหมาะสมกับสารชีวภาพตามระดับความเสี่ยง การบันทึกการทดลองในห้องปฏิบัติการ เช่น ชนิดการทดลอง ผู้ทดลอง วันและเวลาที่ทำการทดลอง ให้บันทึกในแฟ้มหรือสมุดบันทึก และถือเป็นเอกสารควบคุม บันทึกที่เกี่ยวกับสารชีวภาพที่มีความเสี่ยงปานกลางขึ้นไปห้ามนำออกนอกพื้นที่ที่กำหนดไว้

2.2.4 หัวหน้าห้องปฏิบัติการต้องจัดส่งสำเนาบัญชีการครอบครอง การนำเข้า การใช้ การเก็บรักษา และการส่งออกสารชีวภาพ ให้เป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยเชื้อโรคและพิษจากสัตว์

2.2.5 หัวหน้าห้องปฏิบัติการต้องสุ่มตรวจสอบสารชีวภาพว่ามีอยู่จริง ทั้งชนิดและจำนวนต้องถูกต้องตรงกับข้อมูลในบัญชีการครอบครอง การนำเข้า การใช้ การเก็บรักษา และการส่งออกสารชีวภาพอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง และบันทึกการตรวจสอบไว้เป็นหลักฐาน หากพบความผิดปกติต้องรีบรายงานผู้อำนวยการสถาบัน/โรงพยาบาล/หน่วยงาน เพื่อสอบสวนหาสาเหตุและดำเนินการแก้ไขโดยด่วน

2.2.6 หัวหน้าห้องปฏิบัติการต้องกำหนดวิธีการทำลายหรือการทำให้สารชีวภาพเสื่อมฤทธิ์ มีการบันทึกวันและวิธีการทำลาย โดยเก็บบันทึกไว้อย่างน้อย 3 ปี ทั้งนี้ให้เป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยเชื้อโรคและพิษจากสัตว์

2.3 การบริหารงานบุคคล

2.3.1 หัวหน้าห้องปฏิบัติการต้องมอบหมายหน้าที่ในการครอบครอง การนำเข้า การใช้ การเก็บรักษา และการส่งออกสารชีวภาพ รวมถึงการเข้าถึงและการจัดทำบัญชีให้กับเจ้าหน้าที่ที่มีคุณสมบัติตรงตามที่ระบุไว้ในกฎหมายว่าด้วยเชื้อโรคและพิษจากสัตว์ ต้องมีหลักเกณฑ์การคัดเลือกบุคลากร เช่น มีการสอบประวัติหรือทดสอบวุฒิภาวะทางอารมณ์ เจ้าหน้าที่ที่ทำงานกับสารชีวภาพที่มีความเสี่ยงสูงต้องผ่านการตรวจคัดกรองประวัติอย่างละเอียด และมีการตรวจสอบประวัติอาชญากรรมกับสำนักงานตำรวจแห่งชาติ

2.3.2 หัวหน้าห้องปฏิบัติการต้องตรวจสอบการทำงานของเจ้าหน้าที่ทุกระดับ หากพบว่ามีความบกพร่อง หรือพบว่าเจ้าหน้าที่มีปัญหาครอบครัวหรือปัญหาสภาพจิตใจ ควรแก้ไขหรือเปลี่ยนให้ไปปฏิบัติหน้าที่อื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเจ้าหน้าที่ที่ทำงานกับสารชีวภาพความเสี่ยงสูง

2.3.3 หัวหน้าห้องปฏิบัติการต้องให้การอบรมหรือจัดให้มีการอบรมแก่เจ้าหน้าที่ทุกระดับ ในเรื่องความปลอดภัยในการทำงานกับสารชีวภาพตามความเหมาะสมกับหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย สำหรับเจ้าหน้าที่ใหม่ต้องได้รับการปฐมนิเทศและฝึกอบรมก่อนปฏิบัติงานจริง มีการประเมินความรู้ความสามารถอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง และควบคุมกำกับให้เจ้าหน้าที่ปฏิบัติตามระเบียบเรื่องความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการอย่างเคร่งครัด

2.3.4 หัวหน้าห้องปฏิบัติการต้องสอดส่องไม่ให้มีบุคคลภายนอกเข้ามาในห้องปฏิบัติการ การต้อนรับญาติหรือผู้มาเยือน ให้กระทำในสถานที่ที่สถาบันจัดไว้ให้เท่านั้น

2.4 การขนส่งสารชีวภาพ

การนำเข้าหรือส่งออกสารชีวภาพต้องปฏิบัติตามกฎหมายว่าด้วยเชื้อโรคและพิษจากสัตว์ สำหรับการขนส่งหรือเคลื่อนย้ายสารชีวภาพระหว่างประเทศให้ปฏิบัติตามข้อกำหนดหรือกฎระเบียบของเมือง รัฐ หรือประเทศ และตามข้อกำหนดของ International Air Transport Association (IATA)

2.5 การรักษาความปลอดภัยของข้อมูล

บัญชีการครอบครอง การนำเข้า การใช้ การเก็บรักษา การส่งออกสารชีวภาพ และบันทึกการทดลองในห้องปฏิบัติการ ถือเป็นเอกสารควบคุม ห้องปฏิบัติการต้องรักษาความมั่นคงของเอกสาร และปฏิบัติตามระเบียบหรือวิธีปฏิบัติในการรักษาความมั่นคงของเอกสารของหน่วยงาน

เอกสารหรือข้อมูลสารชีวภาพที่มีระดับความเสี่ยงตั้งแต่ปานกลางขึ้นไป ถือเป็นข้อมูลลับ และต้องเก็บในพื้นที่ควบคุมหรือพื้นที่หวงห้าม การเข้าถึงเอกสารข้อมูลได้เฉพาะผู้ที่ได้รับมอบหมายเท่านั้น หัวหน้าห้องปฏิบัติการต้องมีการตรวจสอบว่าไม่มีการลักลอบนำเอกสารออกนอกพื้นที่ที่กำหนด การเปิดเผยหรือเผยแพร่เอกสารข้อมูลต้องได้รับการอนุมัติจากผู้อำนวยการสถาบัน/โรงพยาบาล/หน่วยงาน

การทำลายเอกสารหรือข้อมูลสารชีวภาพมีระดับความเสี่ยงตั้งแต่ปานกลางขึ้นไป จะต้องได้รับอนุมัติจากผู้อำนวยการสถาบัน/โรงพยาบาล/หน่วยงาน มีการบันทึกการทำลายเอกสารเก็บไว้เป็นหลักฐาน การทำลายเอกสารโดยใช้เครื่องตัดย่อยกระดาษเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อย หรือโดยการเผา หากข้อมูลเก็บในแผ่นซีดีหรืออื่นๆ ให้ทุบทำลายให้สิ้นสภาพ และการทำลายเอกสารข้อมูลกระทำโดยผู้ที่ได้รับมอบหมายเท่านั้น หัวหน้าห้องปฏิบัติการต้องมีการตรวจสอบให้มั่นใจว่ามีการทำลายเอกสารจริง และเอกสารไม่ถูกลักลอบนำออกจากห้องปฏิบัติการ

2.6 แผนปฏิบัติการฉุกเฉิน

หัวหน้าห้องปฏิบัติการจะต้องประเมินความเสี่ยงทางชีวภาพ (biorisk assessment) การครอบครอง การใช้ การเก็บรักษา และการส่งออกสารชีวภาพ จัดทำแผนลดความเสี่ยงหรือแผนพัฒนาระบบบริหารความปลอดภัยประจำปี และดำเนินการตามแผน แผนปฏิบัติการประจำปีต้องประกอบด้วยอย่างน้อย ดังนี้

2.6.1 แผนการฝึกอบรมบุคลากร บุคลากรทุกคนต้องได้รับการอบรมหลักสูตรความมั่นคงและปลอดภัยทางชีวภาพ ให้เหมาะสมกับบทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบในการปฏิบัติงานกับสารชีวภาพระดับความเสี่ยง มีการประเมินความรู้ก่อนและหลังการอบรม

2.6.2 แผนทำความสะอาด การบำรุงรักษา และการซ่อมแซม วัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับระบบความปลอดภัย พื้นที่ควบคุมและพื้นที่หวงห้ามต้องมีการฝึกอบรมตั้งแต่ก่อนเริ่มปฏิบัติหน้าที่ และต้องมีการอบรมฟื้นฟูประจำปี

2.6.3 แผนการพัฒนาระบบบริหารความปลอดภัยห้องปฏิบัติการอย่างต่อเนื่อง

2.6.4 แผนปฏิบัติการในสถานการณ์ฉุกเฉิน เช่น ไฟฟ้าดับ ภัยพิบัติ การโจรกรรม และมีวิธีปฏิบัติในสถานการณ์ต่างๆ ได้แก่ การระงับเหตุ การรายงาน และการเก็บรักษาพยานทางคดี เป็นต้น และต้องมีการฝึกซ้อมแผน

บทที่ 3

สัญลักษณ์และป้ายเตือนที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย (Safety Signs and Labels)

3.1 สัญลักษณ์เครื่องหมายชีวภัยสากล

3.2 ป้ายเตือนทั่วไป

ในบทนี้จะกล่าวเฉพาะสัญลักษณ์และป้ายเตือนด้านชีวภาพและทั่วไปเท่านั้น

3.1 สัญลักษณ์เครื่องหมายชีวภัยสากล

การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์ เกี่ยวข้องกับสารชีวภาพซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน ดังนั้นห้องปฏิบัติการต่างต้องมีป้ายสัญลักษณ์ชีวภัยสากล (รูปที่ 3.1) เพื่อแสดงระดับของการป้องกันและควบคุมภายในห้อง และแสดงถึงวิธีการดำเนินงานตามระดับของการป้องกันและควบคุมของห้องปฏิบัติการ โดยห้องปฏิบัติการที่มีการปฏิบัติงานกับจุลชีพในกลุ่มเสี่ยงที่ 2 ขึ้นไปต้องติดสัญลักษณ์ชีวภัยสากล ไว้ที่ตำแหน่ง ดังนี้

- ประตูทางเข้าห้องปฏิบัติการ ดูตัวอย่างป้ายติดประตูห้องปฏิบัติการจากรูปที่ 3.2
- ตู้เย็น/ตู้แช่แข็ง ที่เกี่ยวข้องกับจุลชีพ
- ภาชนะหรือเครื่องมือที่สัมผัสกับสารชีวภาพ

ป้ายสัญลักษณ์ชีวภัยสากล ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 10 ซม. คูณ 10 ซม. และไม่ใหญ่กว่า 40 ซม. คูณ 40 ซม. เว้นแต่ระบุไว้เป็นอย่างอื่นความกว้างของสัญลักษณ์ควรมีความกว้างประมาณ 1 ใน 4 ของพื้นผิวที่ปรากฏสัญลักษณ์และพื้นหลังต้องเป็นสีที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน ตัวอย่างป้ายสัญลักษณ์และข้อความดังแสดงในรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.1 สัญลักษณ์ชีวภัยสากล
ที่มา: http://www.who.int/ihr/training/laboratory_quality/5_c_annex_A-D_sample_manage.pdf?ua=1

หน่วยงาน...

BIOHAZARD

เข้าได้เฉพาะผู้ได้รับอนุญาตเท่านั้น

ADMITTANCE TO AUTHORIZED PERSONNEL ONLY

ระดับห้องปฏิบัติการชีวนิรภัย/ Biosafety level: ____________________

ระบุชื่อจุลชีพอันตราย/ Hazard identity*: ____________________

ผู้รับผิดชอบ/ Responsible investigator: ____________________

หมายเลขโทรศัพท์ติดต่อกรณีฉุกเฉิน/ In case of emergency call: ____________________

ห้องปฏิบัติการ/ Daytime phone: ______________ ที่พักอาศัย/ Home phone: ______________

รายชื่อผู้ปฏิบัติงานที่ได้รับอนุญาตให้เข้าห้องปฏิบัติการ / Authorization for entrance must be obtained from the responsible investigator named above.

1. ____________________ 2. ____________________

3. ____________________ 4. ____________________

* หากต้องการระบุชื่อให้ระบุชื่อทางวิทยาศาสตร์ของจุลชีพอันตราย ในกรณีมีหลายชนิดอาจระบุชนิดที่มีความเสี่ยงสูงสุด

รูปที่ 3.2 ตัวอย่างสัญลักษณ์ชีวภัยสากลสำหรับป้ายติดหน้าห้องปฏิบัติการ

3.2 เตือนทั่วไป

จัดให้มีป้ายเตือนที่จำเป็นและป้ายบอกทางออกฉุกเฉินภายในห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นป้ายที่ใช้แสดงทางออกฉุกเฉินหรือทางหนีภัย มีไฟสว่างในตัว ซึ่งสว่างไม่น้อยกว่า 8 แรงเทียน/ตารางเมตร (cd/m^2) ตลอดเวลาที่มีคนใช้อาคาร โดยป้ายที่ใช้ต้องเป็นไปตามมาตรฐาน เช่น สำนักมาตรฐานอุตสาหกรรม (สมอ.) ตัวอย่างดังนี้

ลักษณะป้ายเตือน	ความหมาย
	ป้ายปฐมพยาบาล
	ป้ายโทรศัพท์ฉุกเฉิน
	ป้ายที่ล้างตาฉุกเฉิน
	ป้ายฝักบัวอาบน้ำฉุกเฉิน
	ป้ายให้ตรงไป
	ป้ายทางออก
	ป้ายทางหนีไฟ

<table>
<tr><th>ลักษณะป้ายเตือน</th><th>ความหมาย</th></tr>
<tr><td></td><td>ป้ายตำแหน่งถังดับเพลิง</td></tr>
<tr><td></td><td>ป้ายสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้</td></tr>
<tr><td></td><td>ป้ายระวังพื้นลื่น</td></tr>
<tr><td></td><td>ป้ายเตือนภัยจากรังสี สัญลักษณ์เตือนภัยจากรังสีที่ใช้เป็นมาตรฐาน มีรูปเป็นใบพัด (Cross-hatched) 3 แฉก มีสีม่วงอ่อน ม่วงเข้ม หรือดำ (magenta, purple, black) บนพื้นสีเหลือง โดยมีข้อกำหนด ดังนี้ มีพื้นที่ส่วนที่เป็นใบพัด 3 แฉก และวงกลมตรงกลางเป็นสีม่วงอ่อน สีม่วงเข้ม หรือสีดำ มีสีพื้นเป็นสีเหลือง</td></tr>
<tr><td></td><td>ป้ายห้ามเก็บอาหาร</td></tr>
<tr><td></td><td>ป้ายล้างมือให้สะอาด</td></tr>
</table>

ลักษณะป้ายเตือน	ความหมาย
	ป้ายระวังของร้อน
	ป้ายระวังไฟฟ้าแรงสูง
	ป้ายห้ามนำสัตว์เลี้ยงเข้ามาในห้องปฏิบัติการ
	ป้ายห้ามสูบบุหรี่

บทที่ 4

ระดับความปลอดภัยทางชีวภาพของห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์และวิธีการปฏิบัติงาน (Biosafety Level and Practice)

การจัดจำแนกจุลชีพออกเป็นกลุ่มเสี่ยง (รายละเอียดในบทที่ 1 หลักความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับห้องปฏิบัติการ) มีประโยชน์ในการใช้เป็นข้อมูลการจัดการความเสี่ยงในขั้นตอนของการประเมินความเสี่ยง (risk assessment) เพื่อวางแผนในการจัดการลดความเสี่ยง (risk mitigation) จากการปฏิบัติงานกับจุลชีพนั้นเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพทั้งต่อผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อม รายละเอียดการประเมินความเสี่ยงโปรดดูรายละเอียดในบทที่ 10 การบริหารจัดการความเสี่ยงทางชีวภาพ

ระดับความปลอดภัยทางชีวภาพของห้องปฏิบัติการสร้างขึ้นเพื่อเป็นมาตรการในการป้องกันหรือลดโอกาสการติดเชื้อของผู้ปฏิบัติงาน ผู้เกี่ยวข้อง และการแพร่กระจายเชื้อสู่สิ่งแวดล้อม สามารถแบ่งได้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 1 (Biosafety level 1; BSL1)
2. ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 2 (Biosafety level 2; BSL2)
3. ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 3 (Biosafety level 3; BSL3)
4. ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 4 (Biosafety level 4; BSL4)

ในแต่ละระดับความปลอดภัยที่เพิ่มขึ้น เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพมากขึ้นในการป้องกันผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อมจากการสัมผัสจุลชีพจากห้องปฏิบัติการ โดยมีการเพิ่มขึ้นของข้อกำหนดเกี่ยวกับระเบียบ/วิธีปฏิบัติงาน เครื่องมือ และลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ

4.1 ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 1 (Biosafety level 1; BSL1)

ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 1 เหมาะสำหรับการเรียน การสอน และงานวิจัยพื้นฐานเกี่ยวกับจุลชีพที่ไม่ก่อโรค ซึ่งมีความเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน และสิ่งแวดล้อมน้อยมาก อย่างไรก็ตามข้อกำหนดและแนวทางระเบียบการปฏิบัติงานสำหรับห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 1 มีความสำคัญเนื่องจากเป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับที่สูงขึ้นต่อไป รายละเอียดที่สำคัญ ดังนี้

ก. มาตรฐานการปฏิบัติงานทางจุลชีววิทยา (Standard microbiological practices)

1. การปฏิบัติงานยึดหลักใช้เทคนิคทางจุลชีววิทยาที่ดีหรือ good microbiological technique (GMT) และเทคนิคปลอดเชื้อ (aseptic techniques) ขึ้นกับความจำเป็นของงาน ตัวอย่าง GMT เช่น
   - 1.1 ห้ามใช้ปากดูดสารละลายโดยตรงจากไปเปต
   - 1.2 ห้ามดื่ม รับประทานอาหาร สูบบุหรี่ ใส่คอนแทคเลนส์ หรือแต่งหน้าในห้องปฏิบัติการ
   - 1.3 ห้ามเล่นหรือหยอกล้อกันขณะปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ
   - 1.4 ห้ามเก็บอาหารไว้ในห้องปฏิบัติการ
2. ต้องล้างมือหลังสัมผัสสารเคมี สิ่งปนเปื้อนจุลชีพ หรือก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ

3. ผู้ปฏิบัติงานต้องสวมใส่อุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคลที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ เช่น เสื้อคลุมห้องปฏิบัติการ (laboratory coat) หรือ เสื้อกาวน์ (gown) แว่นตาป้องกัน (safety glasses) หากจำเป็น

4. ห้ามใส่อุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคลที่ใช้ในห้องปฏิบัติการออกนอกห้องปฏิบัติการ

5. ต้องทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน เพื่อลดการปนเปื้อน หลังเสร็จสิ้นการปฏิบัติงาน หลังจากเกิดการหกรั่วไหลของสารเคมีหรือสิ่งปนเปื้อนจุลชีพ หรืออย่างน้อยวันละครั้ง ด้วยวิธีที่เหมาะสม

6. หัวหน้าห้องปฏิบัติการต้องแน่ใจว่าผู้ปฏิบัติงานได้รับการฝึกอบรมที่เหมาะสม

ข. ข้อปฏิบัติเฉพาะ/ ที่จำเป็น (Special practices)

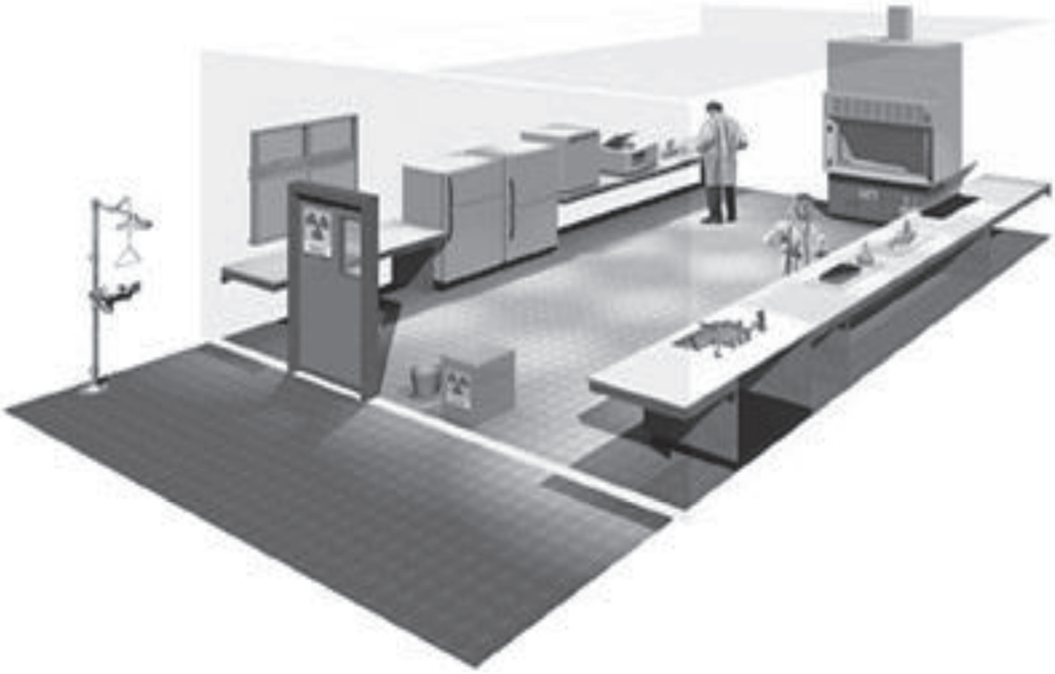
ไม่มี

ค. อุปกรณ์เครื่องมือเพื่อความปลอดภัย (Safety equipment)

ไม่มี

ง. การออกแบบและสิ่งอำนวยความสะดวกในห้องปฏิบัติการ (Laboratory facilities)

1. ห้องปฏิบัติการไม่จำเป็นต้องแยกจากพื้นที่สาธารณะ
2. ห้องปฏิบัติการต้องถูกออกแบบให้ใช้วัสดุที่ง่ายต่อการทำความสะอาด
3. พื้นต้องไม่ลื่น
4. ต้องมีประตูซึ่งควรทำจากวัสดุที่มีคุณสมบัติทนไฟ ควรมีช่องมองให้สามารถเห็นภายในห้องปฏิบัติการได้
5. ต้องมีพื้นที่เพียงพอ เพื่อความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน การทำความสะอาด และการบำรุงรักษา
6. ต้องมีแสงสว่างเพียงพอต่อการปฏิบัติงานและหลีกเลี่ยงการเกิดแสงสะท้อนหรือแสงที่จ้าเกินไป
7. โต๊ะปฏิบัติการต้องมีพื้นผิวที่สามารถป้องกันน้ำซึมผ่านทนน้ำยาฆ่าเชื้อกรดด่างสารทำละลายอินทรีย์และความร้อนระดับปานกลางได้
8. เฟอร์นิเจอร์ในห้องปฏิบัติการต้องมีความมั่นคง มีพื้นที่ว่างระหว่างข้างใต้โต๊ะตู้และอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้สามารถทำความสะอาดได้ทั่วถึง
9. ต้องมีพื้นที่เก็บของเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงาน ไม่ควรเก็บของบนโต๊ะปฏิบัติการหรือบนทางเดิน ในกรณีที่ต้องเก็บของเป็นเวลานานและจำนวนมากควรมีห้องเก็บของเฉพาะแยกออกจากห้องปฏิบัติการ
10. ควรมีพื้นที่สำหรับเก็บสารตัวทำละลาย สารกัมมันตรังสี ก๊าซเหลว และก๊าซอัดความดัน
11. ควรมีพื้นที่สำหรับจัดเก็บเสื้อผ้าและของใช้ส่วนตัวของบุคลากรไว้ภายนอกห้องปฏิบัติการ



รูปที่ 4.1 ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 1
ที่มา: http://www.biocontencion.com/bioseguridad.php

12. ต้องจัดหาพื้นที่สำหรับรับประทานอาหาร ดื่มน้ำ หรือบริเวณพักผ่อนสำหรับบุคลากรไว้ภายนอกห้องปฏิบัติงาน

13. ควรมีอ่างล้างมือ

14. ระบบความปลอดภัยต้องครอบคลุมถึงอันตรายจากอัคคีภัยไฟฟ้า ควรมีฝักบัวอาบน้ำและอ่างล้างตาหรืออุปกรณ์สำหรับล้างตาสำหรับกรณีฉุกเฉิน

15. ควรมีพื้นที่หรือห้องปฐมพยาบาลและอุปกรณ์ที่จำเป็นที่สามารถใช้สำหรับการปฐมพยาบาลเบื้องต้นกรณีจำเป็นได้

16. หากมีหน้าต่างที่สามารถเปิดปิดได้ ต้องมีการติดตั้งมุ้งลวดป้องกันแมลง

17. หากมีการใช้แก๊ส ต้องมีการบำรุงรักษาระบบการติดตั้งที่ดีและสม่ำเสมอ

18. ห้องปฏิบัติการอาจเป็นเป้าหมายของบุคคลผู้ไม่หวังดี ดังนั้นจึงต้องจัดระบบรักษาความมั่นคงทางด้านกายภาพ การป้องกันอัคคีภัย เช่น การมีประตูที่แข็งแรง และการใช้กุญแจเฉพาะ เป็นต้น

19. ต้องติดป้ายสัญลักษณ์เตือนอันตราย (hazard sign) ที่เกี่ยวข้องอย่างเหมาะสม เช่น แสงยูวี สารรังสี หน้าประตูทางเข้าห้องปฏิบัติการเครื่องมือ ถังขยะ เป็นต้น

4.2 ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 2 (Biosafety level 2; BSL2)

ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับที่ 2 เหมาะสำหรับงานวิจัย การตรวจวินิจฉัยและการตรวจวิเคราะห์เบื้องต้นที่เกี่ยวกับจุลชีพก่อโรคในมนุษย์หรือในสัตว์ แต่ไม่รุนแรงเป็นโรคที่สามารถป้องกันและรักษาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เช่น ไวรัสหัด, *Staphylococcus aureus, Neisseria gonorrhoeae* เป็นต้น หรือเป็นการปฏิบัติงานที่ต้องเกี่ยวข้องกับสิ่งส่งตรวจจากผู้ป่วย ดังนั้นห้องปฏิบัติการชันสูตรโรคและห้องปฏิบัติการที่ให้บริการทางการแพทย์ การสาธารณสุขทางคลินิก หรือห้องปฏิบัติการในโรงพยาบาล จึงจำเป็นต้องมีระดับมาตรการความปลอดภัยชีวนิรภัยระดับ 2 ขึ้นไป เนื่องจากบุคลากรในห้องปฏิบัติการสามารถติดเชื้อจากการสัมผัสกับสิ่งส่งตรวจจากผู้ป่วยได้ ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน ข้อกำหนดและแนวทางระเบียบการปฏิบัติงานสำหรับห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 2 จึงเป็นพื้นฐานที่จำเป็นยิ่งสำหรับห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับที่สูงขึ้นต่อไป รายละเอียดที่สำคัญ ดังนี้

ก. มาตรฐานการปฏิบัติงานทางจุลชีววิทยา (Standard microbiological practices)

ให้ใช้หลักเกณฑ์การทำงานเช่นเดียวกับห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 1 โดยมีเพิ่มเติม ดังนี้

1. ขณะอยู่ภายในห้องปฏิบัติการผู้ปฏิบัติงานต้องไม่นำวัสดุใดๆเข้าปาก เช่น กัดปากกา
2. ผู้ปฏิบัติงานห้ามแต่งกายที่รุ่มร่ามหรือสวมเครื่องประดับที่รุงรัง
3. ผู้ปฏิบัติงานที่มีผมยาวต้องรวบผมหรือใส่สวมหมวกคลุมผมให้เรียบร้อย
4. ผู้ปฏิบัติงานห้ามสัมผัส ตา จมูก ฯลฯ หรืออุปกรณ์ที่ไม่เกี่ยวข้องขณะสวมถุงมือปฏิบัติงาน
5. ห้ามแขวนหรือเก็บเสื้อกาวน์ หรืออุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคลอื่นๆรวมกับเสื้อผ้าทั่วไป
6. ผู้ปฏิบัติงานต้องล้างมืออย่างเหมาะสมทุกครั้ง หลังจากการปฏิบัติงานกับจุลชีพหรือสิ่งปนเปื้อนจุลชีพ หลังถอดชุดอุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคล และก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ หากไม่มีอ่างล้างมือต้องทำการถูมือด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อหรือแอลกอฮอล์เจล และล้างมือทันทีที่สามารถทำได้
7. ควรจำกัดหรือหลีกเลี่ยงการใช้เข็มฉีดยาและกระบอกฉีดยาให้น้อยที่สุด และไม่ควรใช้เข็มฉีดยาดูดของเหลวแทนการใช้ไปเปต
8. ต้องมีมาตรการป้องกัน กรณีต้องทำกิจกรรมที่อาจทำให้เกิดละอองสิ่งปนเปื้อนจุลชีพฟุ้งกระจาย

ข. ข้อปฏิบัติเฉพาะ/ ที่จำเป็น (Special practices)

ให้ใช้หลักเกณฑ์การทำงานเช่นเดียวกับห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 1 โดยมีเพิ่มเติม ดังนี้

1. ผู้บริหารหน่วยงานต้องวางแผนการจัดการและพัฒนาความปลอดภัยทางชีวภาพของห้องปฏิบัติการ
2. หัวหน้าห้องปฏิบัติการควรเป็นผู้ให้คำแนะนำต่อผู้บริหารหารหน่วยงาน ในการจัดการฝึกอบรมที่เหมาะสมให้กับบุคลากรทั้งนี้ต้องจัดให้มีการฝึกอบรมอย่างสม่ำเสมอ
3. ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการต้องได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับอันตรายที่อาจเกิดขึ้นขณะปฏิบัติงาน ต้องอ่านทำความเข้าใจและปฏิบัติตามคู่มือความปลอดภัยของหน่วยงานโดยเอกสารคู่มือด้านความปลอดภัยต้องมีอยู่พร้อมใช้ในห้องปฏิบัติการ
4. หัวหน้าห้องปฏิบัติการต้องมั่นใจว่าผู้ปฏิบัติงานทุกคนเข้าใจเกี่ยวกับอันตรายและความเสี่ยงที่เกี่ยวข้อง ระเบียบปฏิบัติงานต่างๆ และคู่มือความปลอดภัยของหน่วยงาน
5. ต้องรายงานหัวหน้าห้องปฏิบัติการหากเกิดการหกรั่วไหลของจุลชีพหรือเมื่อสัมผัสกับสิ่งปนเปื้อนจุลชีพ และต้องทำการบันทึกอุบัติเหตุทุกครั้ง
6. ต้องจำกัดการเข้าออกห้องปฏิบัติการ เฉพาะบุคลากรที่ได้รับอนุญาตเท่านั้นที่สามารถเข้าห้องปฏิบัติการได้

7. ประตูห้องปฏิบัติการต้องปิดอยู่เสมอ

8. ห้ามเด็กเข้าห้องปฏิบัติการ

9. ห้ามนำสัตว์หรือพืชที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าห้องปฏิบัติการ ยกเว้นกรณีที่ต้องใช้เพื่อการทดลองหรือเฉพาะกรณีได้รับอนุญาตเท่านั้น

10. ห้องปฏิบัติการต้องสะอาด เป็นระเบียบเรียบร้อยอยู่เสมอ ไม่เก็บสิ่งของที่ไม่ได้ใช้ในการปฏิบัติงานไว้ภายในห้องปฏิบัติการ

11. ต้องปฏิบัติงานในตู้ชีวนิรภัย (biological safety cabinet; BSC) สำหรับกรณีที่อาจก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของสิ่งปนเปื้อนจุลชีพได้ง่าย จุลชีพมีปริมาณมาก หรือมีความเข้มข้นสูง

12. ผู้ปฏิบัติงานทุกคนต้องได้รับการประเมินด้านสุขภาพ การเฝ้าระวังด้านสุขภาพ การป้องกันและการรักษาเบื้องต้นกรณีที่จำเป็นสำหรับการปฏิบัติงานกับจุลชีพก่อโรคในห้องปฏิบัติการ โดยต้องมีการเก็บรักษาบันทึกประวัติสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานที่เหมาะสมเพื่อตรวจติดตาม และสำรวจโรคในกลุ่มผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งอาจเกิดการเจ็บป่วยจากการปฏิบัติงาน กิจกรรมที่ควรทำ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์นี้ ได้แก่

12.1 การให้วัคซีนที่จำเป็นอย่างเหมาะสม

12.2 การตรวจค้นหาโรคที่อาจเกิดจากการปฏิบัติงาน โดยควรทำเป็นระยะอย่างสม่ำเสมอ

12.3 การแยกผู้ที่เสี่ยงต่อการติดเชื้อจากการปฏิบัติงานที่เสี่ยง (เช่น หญิงตั้งครรภ์ ผู้ที่มีภูมิคุ้มกันบกพร่อง)

12.4 การตรวจสุขภาพผู้ปฏิบัติงานก่อนรับเข้าปฏิบัติงาน โดยเน้นการประเมินการเจ็บป่วยที่อาจเกิดจากการทำงาน

12.5 การให้ความรู้กับผู้ปฏิบัติงานที่เป็นสุภาพสตรีที่อยู่ในวัยตั้งครรภ์เกี่ยวกับจุลชีพก่อโรคซึ่งอาจทำให้เกิดการแท้งบุตร เช่น ไวรัสหัดเยอรมัน (Rubella virus)

12.6 การจัดหาอุปกรณ์ตลอดจนมาตรการป้องกันอันตรายให้เพียงพอสำหรับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

13. ต้องมีการจัดการแยกขยะระหว่างขยะปนเปื้อนจุลชีพหรือขยะติดเชื้อ และขยะไม่ติดเชื้อออกจากกันอย่างชัดเจนเหมาะสม

14. ต้องมีการจัดการเฉพาะสำหรับวัสดุมีคมที่ปนเปื้อนจุลชีพและไม่ปนเปื้อน เช่น เข็มฉีดยา มีดผ่าตัด ใบมีดเศษแก้วแตก วัสดุเหล่านี้ต้องทิ้งในภาชนะเฉพาะที่เหมาะสม และมีการจัดการอย่างเหมาะสม

15. ควรมีการทำลายจุลชีพในขยะติดเชื้อก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ ตามวิธีที่หน่วยงานกำหนดซึ่งสอดคล้องกับข้อกำหนดระดับประเทศหรือระดับนานาชาติ

16. สิ่งปนเปื้อนจุลชีพต้องได้รับการฆ่าเชื้อก่อนทิ้ง ด้วยวิธีทางเคมีหรือทางกายภาพที่เหมาะสม

17. ต้องมีการทำลายจุลชีพในวัสดุปนเปื้อนทุกครั้ง ก่อนนำกลับมาใช้ใหม่ ตามวิธีที่หน่วยงานกำหนดหรือข้อกำหนดระดับชาติหรือระดับนานาชาติ

18. การทำลายจุลชีพหรือวัสดุปนเปื้อนจุลชีพด้วยเครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูง (autoclave) ซึ่งอยู่นอกห้องปฏิบัติการแต่อยู่ภายในหน่วยงาน ผู้ปฏิบัติงานต้องทำการบรรจุในภาชนะที่เหมาะสม มีฝาปิดมิดชิดสามารถป้องกันการรั่วไหล การแทงทะลุได้ในระหว่างทำการขนย้ายไปยังเครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูง

19. การบรรจุและการขนส่งวัสดุปนเปื้อนจุลชีพจากห้องปฏิบัติการต้องเป็นไปตามระเบียบของหน่วยงาน หรือข้อกำหนดระดับชาติหรือระดับนานาชาติ

20. เข็มฉีดยาที่ใช้แล้วห้ามนำกลับไปสวมปลอกอีกครั้ง ไม่ถอดเข็มออกจากกระบอกฉีดยาหรือบิดงอเข็ม และต้องทิ้งในภาชนะที่ใช้ทิ้งเฉพาะ โดยต้องทิ้งขยะประมาณสามในสี่ของภาชนะ ไม่ควรบรรจุจนเต็ม แล้วนำไปเผา หรืออาจนึ่งฆ่าเชื้อก่อนเผา และห้ามนำขยะเหล่านี้ไปทิ้งในที่ทิ้งขยะสาธารณะ

21. ผู้ปฏิบัติงานต้องสวมใส่ชุดอุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคลที่เหมาะสมทุกครั้ง ขณะปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ รวมถึงการสวมใส่และถอดออกต้องปฏิบัติด้วยวิธีที่ถูกต้อง

22. ต้องเปลี่ยนถุงมือทุกครั้ง หลังมีการปนเปื้อน หรือขาด และทิ้งเป็นขยะติดเชื้อ

23. ห้ามใส่รองเท้าเปิดปลายนิ้วเท้าในห้องปฏิบัติการ

24. ห้องปฏิบัติการต้องมีโปรแกรมหรือวิธีการควบคุมหนูและแมลงรบกวน

ค. อุปกรณ์เครื่องมือเพื่อความปลอดภัย (Safety equipment)

การใช้เครื่องมือด้านความปลอดภัยจะช่วยลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการได้ เครื่องมือที่ใช้ต้องเหมาะสมกับการปฏิบัติงานมีคุณลักษณะ ได้แก่

• ต้องเป็นเครื่องมือที่ป้องกันหรือลดโอกาสการสัมผัสจุลชีพของผู้ปฏิบัติงาน

• ต้องทำจากวัสดุที่สามารถป้องกันของเหลวซึมผ่าน และทนต่อการกัดกร่อนได้

• ต้องไม่มีส่วนแหลมคมหรือส่วนที่อาจเป็นอันตรายขณะมีการเคลื่อนที่

• ต้องใช้งานง่าย สะดวกต่อการดูแลรักษา การทำความสะอาดขจัดสิ่งปนเปื้อน ได้รับการรับรองคุณภาพ และหลีกเลี่ยงส่วนประกอบที่เป็นเครื่องแก้วหรือวัสดุที่แตกหักได้

นอกจากนี้ ต้องศึกษาคุณลักษณะด้านความปลอดภัยของเครื่องมือแต่ละชิ้นก่อนซื้อและก่อนการใช้งาน เครื่องมือพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 2 ตัวอย่างเช่น

1. เครื่องดูดปล่อยของเหลว (pipetting aids) เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้ปากดูด

2. ตู้ชีวนิรภัย (biological safety cabinet; BSC) Class I หรือ Class II ขึ้นกับงานใช้ในกรณีเช่น

• เมื่อทำงานกับสิ่งปนเปื้อนจุลชีพที่มีปริมาณมากหรือความเข้มข้นสูง

• เมื่อมีความเสี่ยงต่อการเกิดการติดเชื้อผ่านทางเดินหายใจ

• เมื่อขั้นตอนการทดลองมีความเสี่ยงต่อการฟุ้งกระจายของละอองของเหลวปนเปื้อนจุลชีพ เช่น การบด การปั่นเหวี่ยง การผสม การเขย่า การทำให้ละเอียดด้วยเสียงความถี่ต่ำ (sonic disruption) การเปิดภาชนะบรรจุวัสดุติดเชื้อที่มีความดันภายในภาชนะแตกต่างจากความดันบรรยากาศปกติ เป็นต้น

3. ห่วงเพาะเชื้อแบบใช้แล้วทิ้ง (plastic disposable transfer loops) ภายในตู้ชีวนิรภัย เพื่อป้องกันการเกิดละอองเชื้อฟุ้งกระจายแทนการใช้ตะเกียงไฟฟ้า สำหรับเผาห่วงเพาะเชื้อ

4. หลอดและขวดฝาเกลียว

5. เครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูง (autoclave) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมการแพร่กระจายจุลชีพ ไม่จำเป็นต้องอยู่ภายในห้องปฏิบัติการ แต่มีอยู่ภายในหน่วยงาน ซึ่งสามารถไปใช้งานได้

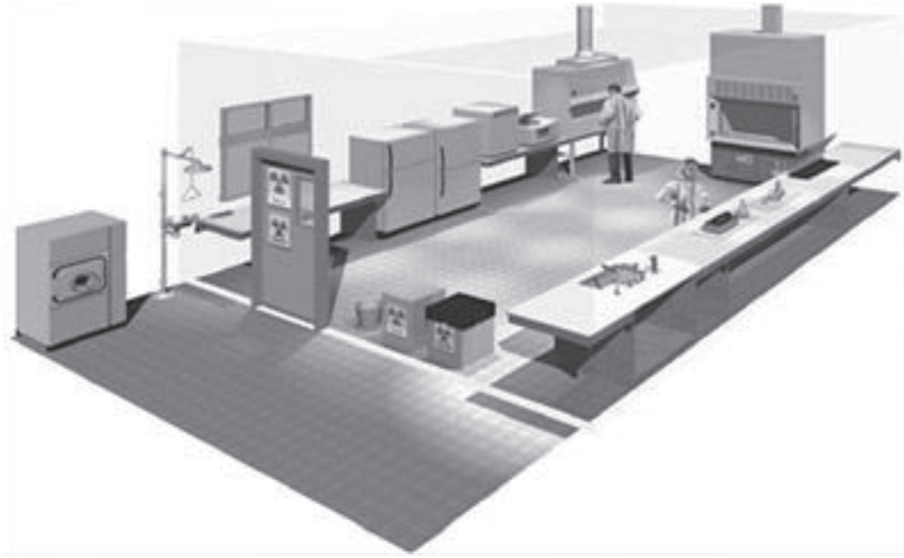
6. Pasteur pipettes แบบพลาสติกใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้ไปเปตแก้ว

7. เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูง ตู้ชีวนิรภัย ต้องได้รับการตรวจสอบการใช้งานด้วยวิธีที่ถูกต้อง เหมาะสมก่อนใช้งาน และเป็นประจำอย่างน้อยปีละครั้ง ตลอดอายุการใช้งาน โปรดดูรายละเอียดในบทที่ 8 เครื่องมือที่มีผลต่อความปลอดภัยทางชีวภาพ

ง. การออกแบบและสิ่งอำนวยความสะดวกในห้องปฏิบัติการ (Laboratory facilities)

การออกแบบและสิ่งอำนวยความสะดวกของห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 2 มีส่วนที่เพิ่มเติมจากห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 1 ดังนี้

1. ผนังเพดานและพื้นห้องควรมีมีผิวเรียบง่ายต่อการทำความสะอาด ของเหลวไม่สามารถซึมผ่านได้ ทนต่อสารเคมี และน้ำยาฆ่าเชื้อที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ
2. ประตูต้องสามารถล็อคได้
3. ต้องมีอ่างล้างมือ ก๊อกน้ำควรเป็นแบบชนิดที่ไม่ใช้มือเปิดปิด เช่น แบบปิดเปิดด้วยศอก เข่า หรือเหยียบ เป็นต้น และควรอยู่ใกล้บริเวณประตูทางออก
4. หากมีการออกแบบก่อสร้างห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 2 แห่งใหม่ ต้องคำนึงถึงการติดตั้งระบบระบายอากาศ โดยอากาศที่ไหลเข้าภายในห้องปฏิบัติการไม่ควรเป็นอากาศที่ระบายออกจากห้องปฏิบัติการแล้ววนกลับมาใช้ใหม่ อากาศในห้องปฏิบัติการต้องมีการออกแบบให้การไหลของอากาศมีทิศทางการไหลจากพื้นที่สะอาดไปยังพื้นที่สกปรก และอากาศจากห้องปฏิบัติการต้องไม่ไหลเวียนไปยังพื้นที่สาธารณะ หากไม่มีระบบดังกล่าวต้องมีหน้าต่างที่สามารถเปิดปิดได้ เพื่อช่วยในการระบายอากาศ และมีมุ้งลวดกันแมลง
5. ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 2 ขึ้นไป ควรมีเครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูง โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งภายในห้องปฏิบัติการ แต่ต้องมีระบบการจัดการที่ช่วยให้สามารถเข้าไปใช้งานได้ และมีวิธีการจัดการที่เหมาะสมสำหรับขั้นตอนการขนย้าย
6. ห้องปฏิบัติการที่มีการติดตั้งตู้ชีวนิรภัย ต้องมีการวางแผนตำแหน่งการวางตู้ และการเชื่อมต่อตู้กับระบบระบายอากาศของอาคารที่เหมาะสม (กรณีจำเป็น ขึ้นกับชนิดของตู้) เพื่อให้ตู้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดความปลอดภัยและความสะดวกต่อการปฏิบัติงาน
7. ต้องมีน้ำคุณภาพดีเพียงพอสำหรับใช้งาน โดยแหล่งน้ำสำหรับใช้ในห้องปฏิบัติการและแหล่งน้ำดื่มต้องแยกกันอย่างชัดเจน เพื่อลดโอกาสการปนเปื้อน และต้องติดตั้งระบบป้องกันน้ำไหลย้อนกลับ เพื่อปกป้องการปนเปื้อนแหล่งน้ำสาธารณะ
8. ต้องมีแหล่งจ่ายไฟฟ้าสำรองและไฟฉุกเฉินที่มีประสิทธิภาพเพียงพอ เพื่อให้บุคลากรสามารถออกจากห้องปฏิบัติการได้อย่างปลอดภัย โดยควรมีระบบจ่ายไฟฟ้าสำรองให้กับเครื่องมือที่จำเป็น เช่น ตู้เพาะเชื้อ ตู้ชีวนิรภัย ตู้แช่เยือกแข็ง เป็นต้น
9. ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 2 ขึ้นไป อาจเป็นเป้าหมายของบุคคลผู้ไม่หวังดี ดังนั้นจึงจำเป็นต้องจัดให้มีระบบรักษาความมั่นคงทางด้านกายภาพ การป้องกันอัคคีภัย เช่น การมีประตูหน้าต่างที่แข็งแรง และการใช้กุญแจเฉพาะหรือเทคโนโลยีในการป้องกันไม่ให้ผู้ไม่เกี่ยวข้องเข้าห้องปฏิบัติการ เป็นต้น
10. ต้องติดป้ายเตือนสัญลักษณ์ชีวภัยสากล (biohazard sign) ชื่อและหมายเลขโทรศัพท์ของผู้รับผิดชอบ (รูปที่ 4.3) ไว้ที่หน้าประตูห้องปฏิบัติการ และเครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับจุลชีพ หรือสารชีวภาพอันตรายอื่นๆ



รูปที่ 4.2 ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 2
ที่มา: http://www.biocontencion.com/bioseguridad.php

รูปที่ 4.3 ตัวอย่างป้ายสัญลักษณ์ชีวภัยสากลสำหรับติดหน้าประตูห้องปฏิบัติการ
ที่มา: WHO. 2004. Laboratory biosafety manual 3rd edition.

4.3 ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 3 (Biosafety level 3; BSL3)

ระบบความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับที่ 3 เป็นห้องปฏิบัติการที่เหมาะสำหรับการปฏิบัติงานตรวจวินิจฉัย งานวิเคราะห์ งานสอน งานค้นคว้าวิจัย เกี่ยวกับจุลชีพเป็นสาเหตุก่อโรคที่รุนแรง ซึ่งอาจทำให้เสียชีวิต และมักมีการแพร่กระจายโรคทางการหายใจ ผู้ปฏิบัติงานต้องได้รับการฝึกอบรมเฉพาะสำหรับการปฏิบัติงานการปฏิบัติงานต้องอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของผู้ที่มีความชำนาญและมีประสบการณ์การทำงานกับจุลชีพชนิดนั้น

การปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับจุลชีพทุกขั้นตอนต้องปฏิบัติภายในตู้ชีวนิรภัย (biological safety cabinet; BSC) หรือเครื่องมือที่ช่วยสกัดกั้นการแพร่กระจายของเชื้อได้ และใช้ชุดอุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคล (personal protective equipment; PPE) ที่เหมาะสม ห้องปฏิบัติการต้องมีการออกแบบทางวิศวกรรมเฉพาะ ข้อกำหนดและแนวทางระเบียบการปฏิบัติงานสำหรับห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 3 รายละเอียดที่สำคัญ ดังนี้

ก. มาตรฐานการปฏิบัติงานทางจุลชีววิทยา (Standard microbiological practices)

มาตรฐานการปฏิบัติงานทางจุลชีววิทยาของห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 3 ให้ใช้หลักเกณฑ์การทำงานเช่นเดียวกับห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 1 และ 2 แต่ต้องปฏิบัติด้วยความระมัดระวังและเข้มงวดมากยิ่งขึ้น

ข. ข้อปฏิบัติเฉพาะ/ ที่จำเป็น (Special practices)

มีส่วนเพิ่มเติมจากของห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 1 และ 2 ดังนี้

1. ควบคุมการเข้าออกห้องปฏิบัติการ ต้องเป็นบุคคลที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น โดยต้องอยู่ในดุลยพินิจของหัวหน้าห้องปฏิบัติการ

2. หัวหน้าห้องปฏิบัติการต้องมีการควบคุมเข้าออกห้องปฏิบัติการ โดยพิจารณาบุคคลที่มีความเหมาะสมที่สามารถปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการได้ และไม่อนุญาตบุคคลที่อาจมีความเสี่ยงต่อการติดเชื้อปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ เช่น บุคคลที่มีภาวะภูมิคุ้มกันผิดปกติ (immunocompromised หรือ immunosuppressed) เป็นต้น

3. หัวหน้าห้องปฏิบัติการต้องจัดทำคู่มือความปลอดภัย หรือระเบียบปฏิบัติงานเฉพาะของห้องปฏิบัติการ และผู้ปฏิบัติงานต้องได้รับการแนะนำถึงอันตราย ระเบียบวิธีปฏิบัติต่างๆ โดยการสอน และการฝึกอบรมอย่างเพียงพอ

4. หัวหน้าห้องปฏิบัติการต้องรับผิดชอบสำหรับการประเมินความสามารถของผู้ปฏิบัติงานจนแน่ใจก่อนอนุญาตให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถเริ่มปฏิบัติงานกับจุลชีพภายในห้องปฏิบัติการได้ เพื่อให้แน่ใจว่าผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการได้อย่างปลอดภัย

5. ผู้ปฏิบัติงานต้องปฏิบัติตามระเบียบวิธีการเข้าและออกห้องปฏิบัติการ ตามที่ห้องปฏิบัติการกำหนดอย่างเคร่งครัด

6. ผู้ปฏิบัติงาน และเจ้าหน้าที่สนับสนุนห้องปฏิบัติการ เช่น คนงานห้องปฏิบัติการ ต้องได้รับการฝึกอบรมที่เหมาะสมเกี่ยวกับอันตรายที่อาจได้รับจากการปฏิบัติงาน วิธีป้องกันที่จำเป็นสำหรับการปฏิบัติงาน วิธีการปฏิบัติต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย และต้องได้รับการอบรมเพิ่มเติมที่จำเป็นเมื่อระเบียบปฏิบัติมีการเปลี่ยนแปลง

7. ผู้ปฏิบัติงานต้องได้รับวัคซีนที่เหมาะสมสำหรับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

8. ควรมีการจัดเก็บตัวอย่างซีรั่มของผู้ปฏิบัติงานก่อนเริ่มการปฏิบัติงาน (baseline serum samples) กับจุลชีพแต่ละชนิดอย่างเหมาะสม

9. การทำงานทุกขั้นตอนที่เกี่ยวกับจุลชีพ ต้องปฏิบัติในตู้ชีวนิรภัยที่มีประสิทธิภาพเหมาะสมเท่านั้น และควรรองพื้นพื้นที่ปฏิบัติงานภายในตู้ด้วยกระดาษซับที่มีผิวด้านหลังเป็นพลาสติก เพื่อให้ง่ายต่อการทำความสะอาดลดการปนเปื้อนหลังการปฏิบัติงาน

10. หากจำเป็นต้องปฏิบัติงานนอกตู้ชีวนิรภัย ต้องปฏิบัติโดยใช้ชุดอุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคล เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เหมาะสม เพื่อช่วยให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน

11. ทำความสะอาดลดการปนเปื้อนพื้นที่ปฏิบัติงานและเครื่องมือหลังเสร็จการปฏิบัติงานเป็นประจำหรือหลังจากการหกรั่วไหลของสิ่งปนเปื้อนจุลชีพ ด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อโรค (disinfectant) ที่เหมาะสม

12. การลดการปนเปื้อนและทำความสะอาด กรณีเกิดการหกรั่วไหลของสิ่งปนเปื้อนจุลชีพต้องปฏิบัติ โดยผู้ที่ได้รับการฝึกอบรม และต้องมีวิธีการจัดการไว้ภายในห้องปฏิบัติการ

13. เครื่องมือปนเปื้อนหากต้องการนำออกจากห้องปฏิบัติการ ต้องได้รับการลดการปนเปื้อนที่เหมาะสมก่อน

14. สิ่งปนเปื้อนทุกชนิดจากห้องปฏิบัติการต้องได้รับการลดการปนเปื้อนด้วยวิธีที่เหมาะสม ก่อนนำออกจากห้องปฏิบัติการ โดยต้องมีการบรรจุในภาชนะที่สามารถป้องกันการรั่วไหลได้ในระหว่างขั้นตอนการจัดเก็บ การทำงาน การขนส่งที่เหมาะสมไปยังเครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูง เพื่อนึ่งฆ่าเชื้อก่อนนำไปกำจัด

15. หากต้องใช้ vacuum ต้องมีการต่อ HEPA filter และ liquid disinfectant trap เพื่อป้องกัน vacuum line ปนเปื้อนจุลชีพ

16. ผู้ปฏิบัติงานต้องรายงานต่อหัวหน้าห้องปฏิบัติการทันที เมื่อมีการหกกระเด็น หรือการรั่วไหลของสิ่งปนเปื้อนจุลชีพ และอุบัติเหตุอื่น โดยต้องมีการเตรียมขั้นตอนสำหรับการประเมินการรักษา การดูแล และการรักษา ต้องมีการบันทึกและเก็บรักษาบันทึกไว้

17. ผู้ปฏิบัติงานต้องสามารถใช้ชุดอุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคลได้อย่างเหมาะสม โดยต้องมีการพิจารณาเลือกจากการประเมินความเสี่ยงของงานในห้องปฏิบัติการ

18. ต้องใส่ถุงมือเมื่อต้องปฏิบัติงานกับสิ่งปนเปื้อนเชื้อ เลือกชนิดถุงมือให้เหมาะสมกับงาน ไม่ใส่ถุงมือออกนอกห้องปฏิบัติการ เปลี่ยนถุงมือเมื่อปนเปื้อน ขาด หรือเมื่อมีความจำเป็นต้องไปปฏิบัติกิจกรรมอื่น และต้องใส่อย่างน้อย 2 คู่

19. วัสดุปนเปื้อนจุลชีพที่ต้องการนำกลับมาใช้ใหม่ เช่น ภาชนะ เสื้อกาวน์ ต้องผ่านการลดการปนเปื้อนและทำความสะอาดด้วยวิธีที่เหมาะสมก่อนนำกลับมาใช้

20. หลีกเลี่ยงการใช้เครื่องแก้ว ของมีคม เครื่องมือมีคมภายในห้องปฏิบัติการ หากจำเป็นต้องใช้อย่างระมัดระวัง และฝึกการใช้ให้เกิดความชำนาญก่อนปฏิบัติจริงกับจุลชีพ

ค. อุปกรณ์เครื่องมือเพื่อความปลอดภัย (Safety equipment)

มีส่วนเพิ่มเติมจากของห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 2 ดังนี้

1. ตู้ชีวนิรภัย Class I ใช้ในกรณีงานไม่ต้องการป้องกันชิ้นงานปนเปื้อน หากงานต้องการป้องกันการปนเปื้อนทั้งในส่วนของชิ้นงาน ผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อม สามารถเลือกใช้ Class II หรือ Class III ได้
2. ชุดอุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคล เช่น เสื้อกาวน์ต้องเป็นชนิดที่ปิดคลุมด้านหน้า ไม่ควรเป็นแบบเปิดติดกระดุมด้านหน้า ต้องปิดคลุมได้ทั้งร่างกายและสามารถกันของเหลวซึมผ่านได้อย่างน้อยบริเวณด้านหน้า ต้องเป็นชนิดแขนยาวคลุมตลอดแขนจนถึงข้อมือ กรณีที่อาจเกิดการกระเด็นของสิ่งปนเปื้อนจุลชีพได้ขณะปฏิบัติงาน ต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันใบหน้าและดวงตา ในกรณีที่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ ต้องเลือกให้เหมาะสมกับงานและใบหน้าของผู้ปฏิบัติงาน สำหรับการทิ้งอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลต้องทิ้งเป็นขยะติดเชื้อ หรือหากเป็นชนิดที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ ต้องทำการลดการปนเปื้อนด้วยวิธีที่เหมาะสมก่อนทำความสะอาดแล้วนำกลับมาใช้ใหม่
3. เครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูง (autoclave) สำหรับลดการปนเปื้อนต้องมีพร้อมใช้ภายในหน่วยงาน หรืออาจมีอยู่ภายในห้องปฏิบัติการ หากเป็นเครื่องนึ่งชนิด double door autoclave จะส่งเสริมให้เกิดความปลอดภัยทางชีวภาพมากขึ้น และต้องมีการตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้อยู่เสมอ
4. เครื่องปั่นเหวี่ยงชนิดที่มี safety bucket หรือ safety rotor ซึ่งมีลักษณะมีฝาปิดสนิทมิดชิด เพื่อลดความเสี่ยงในการฟุ้งกระจายของสิ่งปนเปื้อนจุลชีพขณะปั่นเหวี่ยง
5. วัสดุวิทยาศาสตร์ที่ทำจากพลาสติก เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้เครื่องแก้ว เช่น ขวด หลอดทดลอง จานเพาะเชื้อ ไปเปต เป็นต้น

ง. การออกแบบและสิ่งอำนวยความสะดวกในห้องปฏิบัติการ (Laboratory facilities)

การออกแบบและสิ่งอำนวยความสะดวกของห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 3 มีส่วนที่เพิ่มเติมจากห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 2 ดังนี้

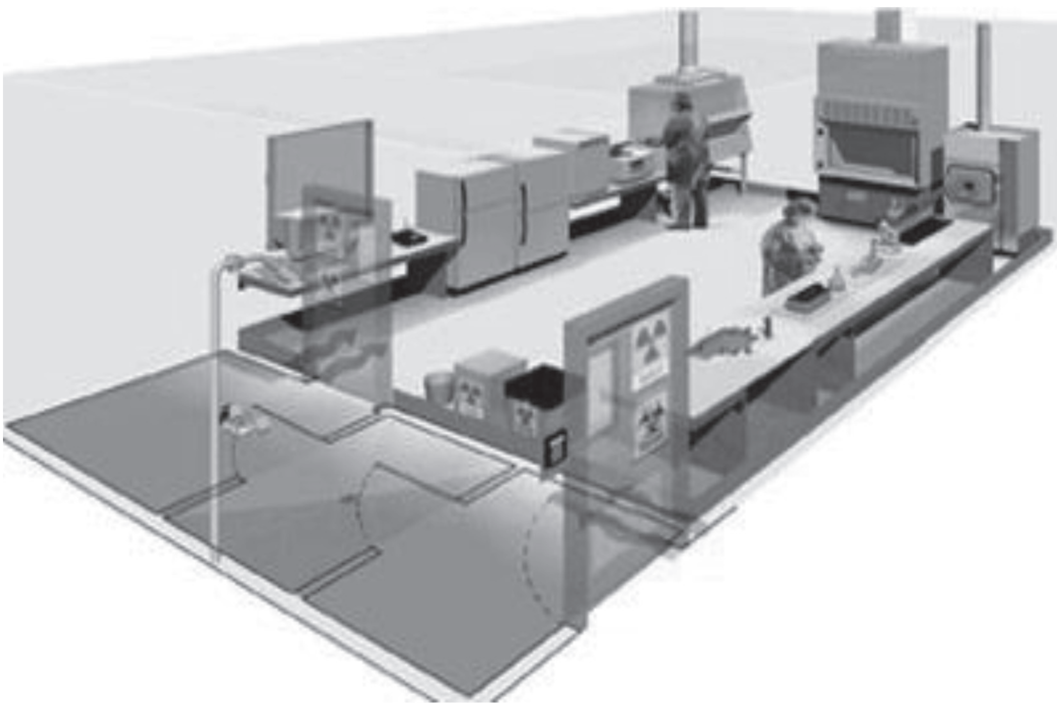
1. พื้นที่ห้องปฏิบัติการต้องแยกจากพื้นที่อื่นที่ไม่มีการจำกัดการเข้าออก หรือพื้นที่สาธารณะภายในอาคาร
2. พื้นผิวของผนัง พื้น ฝ้า ภายในห้องปฏิบัติการต้องมีพื้นผิวเรียบ ง่ายต่อการทำความสะอาด และการลดการปนเปื้อน ทนต่อการแทรกซึมของของเหลว สารเคมี และน้ำยาฆ่าเชื้อโรค
3. ห้องปฏิบัติการต้องมีลักษณะปิดสนิท (sealable) เพื่อความสะดวกในการลดการปนเปื้อนห้องปฏิบัติการด้วยการอบรมควันฆ่าเชื้อด้วยสารเคมี ซึ่งทำเมื่อเกิดการปนเปื้อนจุลชีพในปริมาณมากภายในห้องปฏิบัติการ เมื่อต้องการปิดระบบ เพื่อตรวจเช็คบำรุงรักษา เมื่อต้องเปลี่ยนโครงการหรือการใช้ห้อง และเมื่อต้องทำการปรับปรุงห้องปฏิบัติการ

4. ต้องมีการออกแบบควบคุมทิศทางการไหลของอากาศเข้าห้องปฏิบัติการ โดยทิศทางการไหลเวียนของอากาศภายในห้องต้องเป็นแบบทิศทางเดียว โดยไหลเข้าห้องปฏิบัติการทางหนึ่งและออกจากห้องปฏิบัติการอีกทางหนึ่ง และไหลจากบริเวณสะอาดไปยังบริเวณที่ปนเปื้อน

5. ต้องควบคุมการระบายอากาศจากห้องปฏิบัติการอากาศที่ถูกดูดออกจากห้องปฏิบัติการต้องไม่ไหลเวียนไปยังบริเวณอื่นภายในอาคาร หรือพื้นที่สาธารณะ โดยท่อระบายอากาศจากห้องปฏิบัติการต้องอยู่ห่างจากท่อนำอากาศเข้าบริเวณอื่นภายในอาคาร และห่างจากพื้นที่สาธารณะ

6. ควรมีระบบการกรองอากาศจากห้องปฏิบัติการก่อนส่งออกสู่ภายนอกห้องปฏิบัติการด้วย HEPA filter (exhaust HEPA filter) ขึ้นกับการประเมินความเสี่ยง หากอากาศที่ปล่อยออกอาจเกิดอันตรายต่อชุมชน และต้องมีการทดสอบการรั่ว (leak testing) HEPA filter แต่ละชิ้นเป็นประจำ

7. ต้องมีการควบคุมความดันอากาศของห้องปฏิบัติการให้ต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่โดยรอบ (negative pressure)



รูปที่ 4.4 ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 3
ที่มา: http://www.biocontencion.com/bioseguridad.php

8. ต้องมีอุปกรณ์สังเกตทิศทางการไหลของอากาศ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถตรวจดูทิศทางการไหลของอากาศได้ อย่างน้อยไว้บริเวณหน้าประตูทางเข้า โดยอาจมีสัญญาณเตือนกรณีทิศทางการไหลของอากาศผิดปกติ

9. ระบบควบคุมความร้อน ระบบถ่ายเทอากาศ และระบบปรับอากาศ (heating, ventilation and air-conditioning (HVAC) control system) ต้องได้รับการออกแบบให้มีระบบป้องกันอากาศไหลย้อนกลับและการเกิดความดันอากาศเป็นบวกภายในห้องปฏิบัติการ ต้องมีระบบเตือนภัยชนิดแสงและ/หรือเสียงเพื่อเตือนเกิดผู้ปฏิบัติงานกรณีระบบ HVAC ล้มเหลว

10. ต้องมีประตูทางเข้าอย่างน้อย 2 ชั้น (double door entry) ประตูควรเป็นแบบปิดเองได้และอาจเป็นแบบ interlock ซึ่งช่วยทำให้ประตูเปิดได้เพียงครั้งละหนึ่งบาน

11. ต้องมีห้องปรับแรงดันอากาศ (anteroom) เป็นพื้นที่ทางผ่านเข้าออกห้องปฏิบัติการ มักอยู่ระหว่างประตูทางเข้า 2 ชั้น ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ออกแบบมา เพื่อช่วยในการรักษาระดับความดันของปฏิบัติการให้คงที่ พื้นที่บริเวณนี้อาจมีหรือไม่มีฝักบัวอาบน้ำอยู่ภายในห้องก็ได้ ขึ้นกับชนิดของจุลชีพที่ต้องปฏิบัติงานด้วย

12. ต้องมีส่วนเปลี่ยนเสื้อผ้าใส่ชุดอุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคล อาจอยู่ในบริเวณพื้นที่ห้อง anteroom ซึ่งต้องแยกพื้นที่ระหว่างชุดอุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคลที่สะอาดและสกปรก

13. หากมีหน้าต่าง ทุกบานต้องปิดสนิท

14. อ่างล้างมือควรติดตั้งอยู่ใกล้บริเวณประตูทางออก ควรมีก๊อกน้ำชนิดที่ไม่ต้องใช้มือปิดเปิด

15. เฟอร์นิเจอร์ภายในห้องปฏิบัติการต้องสามารถรับน้ำหนักและเหมาะกับการใช้งาน พื้นที่ระหว่างโต๊ะ ตู้ และเครื่องมือต้องมีเพียงพอสำหรับการเข้าไปทำความสะอาด พื้นผิวโต๊ะปฏิบัติงานต้องป้องกันน้ำซึม ทนต่อความร้อนและสารละลายอินทรีย์ กรด ด่าง และสารเคมีที่ใช้ในการลดการปนเปื้อนได้ เก้าอี้ต้องมีพื้นผิวเรียบ ไม่เป็นรูพรุน หรือขรุขระ เพื่อให้ง่ายต่อการทำความสะอาดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ

16. การติดตั้งตู้ชีวนิรภัยต้องติดตั้งในตำแหน่งที่ไม่ถูกรบกวนจากแหล่งกำเนิดลม เช่น ประตู หัวจ่าย หรือหัวดูดอากาศ บริเวณที่มีการสัญจรมาก เป็นต้น

17. อากาศจากตู้ชีวนิรภัย Class II ซึ่งผ่านการกรองด้วย HEPA filter แล้วสามารถปล่อยออกสู่ภายในห้องปฏิบัติการได้ หรือหากเป็นตู้ชนิดต่อท่อต้องทำการต่อท่ออย่างถูกต้องเหมาะสม ต้องมีการตรวจสอบการทำงานของตู้อย่างสม่ำเสมอ และตรวจรับรอง (certification) อย่างถูกต้องเหมาะสมเป็นประจำทุกปี

18. ต้องออกแบบห้องปฏิบัติการให้สามารถเข้าถึง เพื่อใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการลดการปนเปื้อน เช่น เครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูง น้ำยาฆ่าเชื้อโรค ได้สะดวกเมื่อต้องการใช้งาน

19. ต้องมีระบบที่ช่วยในการเฝ้าดูการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการ เช่น ประตูที่มีช่องกระจก กล้องวงจรปิด

20. ต้องมีระบบสื่อสารระหว่างผู้ปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการกับเจ้าหน้าที่ภายนอกห้องปฏิบัติการ เช่น โทรศัพท์ อินเตอร์คอม เป็นต้น

21. ควรมีระบบส่งข้อมูล เช่น แฟกซ์ คอมพิวเตอร์เชื่อมต่อเครือข่าย เป็นต้น

22. การออกแบบห้องปฏิบัติการต้องคำนึงถึงการออกแบบพื้นที่ส่วนงานระบบที่จำเป็นต้องมีการซ่อมบำรุงจากช่างผู้เชี่ยวชาญ ควรออกแบบให้สามารถเข้าพื้นที่ได้โดยไม่ต้องเข้าห้องปฏิบัติการ เพื่อเป็นการลดความเสี่ยงการสัมผัสจุลชีพจากห้องปฏิบัติการ

23. ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 3 ทุกแห่ง ต้องมีเอกสารหลักฐานเกี่ยวกับแบบอาคารและวิธีการใช้งานของระบบต่างๆ

24. การออกแบบ และการดำเนินการของระบบห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับที่ 3 ต้องได้รับการตรวจสอบประสิทธิภาพ ความพร้อมใช้งานของระบบห้องปฏิบัติการก่อนเริ่มใช้งาน

4.4 ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 4 (Biosafety level 4; BSL4)

ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 4 ห้องปฏิบัติการระดับนี้ ต้องอยู่ภายใต้การควบคุมกำกับดูแลของหน่วยงานระดับชาติ เนื่องจากเป็นมีความเสี่ยงต่อบุคคลและสิ่งแวดล้อมสูงมาก ได้รับการออกแบบมาเพื่อการปฏิบัติงานกับจุลชีพกลุ่มเสี่ยงที่ 4 โดยก่อนการลงมือก่อสร้างห้องปฏิบัติการประเภทนี้ จำเป็นต้องปรึกษาผู้เชี่ยวชาญจากสถาบัน หรือหน่วยงานที่มีประสบการณ์ เนื่องจากเป็นห้องปฏิบัติการที่มีความซับซ้อนมากทั้งในส่วนของระบบการควบคุมการแพร่กระจายของเชื้อ เครื่องมือเพื่อความปลอดภัย ระบบการบริหารจัดการและระเบียบปฏิบัติต่างๆ ดังนั้นจึงต้องมีการจัดทำคู่มือการปฏิบัติงานเฉพาะ

ข้อมูลข้างล่างนี้เป็นเพียงข้อมูลพื้นฐานผู้สนใจสามารถปรึกษาและหาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากองค์การอนามัยโลก

ก. มาตรฐานการปฏิบัติงานทางจุลชีววิทยา (Standard microbiological practices) และข้อปฏิบัติเฉพาะ/ ที่จำเป็น (Special practices)

ให้ใช้หลักเกณฑ์การทำงานเช่นเดียวกับห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 3 โดยเพิ่มเติม ดังนี้

1. ต้องปฏิบัติงานร่วมกันสองคน ห้ามทำงานคนเดียวตามลำพัง
2. ต้องเปลี่ยนเสื้อผ้าทุกชิ้น รวมทั้งรองเท้าทั้งก่อนเข้าและออกจากห้องปฏิบัติการ
3. ต้องอาบน้ำก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ
4. ผู้ปฏิบัติงานต้องได้รับการฝึกอบรม เรื่องวิธีการรับมือกรณีฉุกเฉิน เช่น เมื่อได้รับบาดเจ็บหรือเจ็บป่วยในห้องปฏิบัติการ
5. ต้องมีระบบสื่อสารระหว่างผู้ปฏิบัติงานที่กำลังทำงานในห้องปฏิบัติการระดับ 4 และเจ้าหน้าที่สนับสนุนที่อยู่นอกห้องปฏิบัติการ
6. ต้องมีการพิจารณาให้ถึงวิธีการทดลองวิจัยที่จะทำ รวมทั้งอุปกรณ์สารเคมี ตลอดจนชนิดของสัตว์ทดลองที่จะใช้ในการวิจัย ให้ละเอียดถี่ถ้วนอย่างมากเป็นพิเศษ กรณีเป็นห้องปฏิบัติการประเภท suit laboratory เพื่อใช้สำหรับการจัดการความเสี่ยง

ข. อุปกรณ์เครื่องมือเพื่อความปลอดภัย (Safety equipment)

ใช้เครื่องมือพื้นฐานสำหรับการปฏิบัติงานเช่นเดียวกับห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 3 โดยมีเพิ่มเติม ดังนี้

1. ตู้ชีวนิรภัย Class III
2. เครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูง แบบ 2 ประตู (double door autoclave)
3. ชุดความดันอากาศเป็นบวก (positive pressure suit) ใช้ในกรณีห้องปฏิบัติการใช้ตู้ชีวนิรภัย Class II

ค. การออกแบบและสิ่งอำนวยความสะดวกในห้องปฏิบัติการ (Laboratory facilities)

ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 4 มีลักษณะใกล้เคียงกับห้องปฏิบัติการระดับ 3 แต่ลักษณะที่เพิ่มเติมได้แก่

1. **ระบบควบคุมเชื้อขั้นพื้นฐาน** โดยอาจมีลักษณะอย่างหนึ่งอย่างใดข้างล่างนี้ หรือมีลักษณะผสม

   1.1 ห้องปฏิบัติการชนิดที่ใช้ตู้ชีวนิรภัย Class III มีลักษณะเบื้องต้น ดังนี้
   - ต้องมี 2 ประตู โดยต้องมีห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าพนักงานทั้งก่อนเข้าและก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ
   - ต้องมีห้องอาบน้ำอยู่กลางระหว่างห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าทั้งสอง
   - ต้องมีเครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูงแบบสองประตูหรือช่องรมควันสำหรับส่งวัสดุและอุปกรณ์เข้าห้องปฏิบัติการ สำหรับเครื่องนึ่งแบบสองประตูนั้นออกแบบมาให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถเปิดประตูภายในได้ ต่อเมื่อประตูภายนอกปิดสนิทแล้วเท่านั้น ซึ่งเป็นระบบ interlock และประตูไม่สามารถเปิดออกได้เมื่อเครื่องนึ่งหรือช่องรมควันกำลังทำงาน

   1.2 ห้องปฏิบัติการชนิด suit laboratory มีลักษณะเบื้องต้น ดังนี้
   - เป็นห้องปฏิบัติการที่ผู้ปฏิบัติงานมีการใช้ชุดเสื้อผ้าป้องกันที่มีเครื่องช่วยจ่ายอากาศสำหรับการหายใจ ทำให้ห้องปฏิบัติการประเภทนี้แตกต่างอย่างมากจากห้องปฏิบัติการระดับ 4 ที่ใช้ตู้ชีวนิรภัย Class III คือ
     - ต้องมีพื้นที่สำหรับให้ผู้ปฏิบัติงานเปลี่ยนเสื้อผ้าและลดการปนเปื้อนตามร่างกายก่อนเข้าสู่ห้องปฏิบัติการ
     - ต้องมีทั้งห้องเปลี่ยนเสื้อผ้าทั้งห้องใส่และถอดชุดอุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคล
     - ต้องมีห้องฝักบัวลดการปนเปื้อนชุด (suit decontamination shower) สำหรับให้ผู้ปฏิบัติงานใช้ลดการปนเปื้อนชุดปฏิบัติการก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ
     - ต้องมีห้องอาบน้ำฝักบัว (personnel shower) ซึ่งควรอยู่ระหว่างห้องใส่และถอดชุดอุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคล
     - ต้องมีระบบจ่ายอากาศเข้าชุดที่แยกเฉพาะเป็นอิสระ สามารถจ่ายอากาศได้ 100% และทำงานได้แม้เกิดเหตุฉุกเฉิน
     - ต้องมีระบบเตือนภัยฉุกเฉินสำหรับผู้ปฏิบัติงานที่กำลังทำงานในห้องปฏิบัติการที่เหมาะสม

2. **ระบบการควบคุมการเข้า-ออก**

- ห้องปฏิบัติการควรตั้งอยู่ในอาคารที่แยกเฉพาะ หรือในบริเวณภายในอาคารที่ต้องแยกจากบริเวณอื่นอย่างชัดเจน
- ทางเข้าและทางออกของผู้ปฏิบัติงานและอุปกรณ์ต้องเป็นระบบ airlock หรือระบบ pass-through

3. **ระบบควบคุมอากาศภายในห้องปฏิบัติการ** ความดันอากาศต้องเป็นลบตลอดเวลา โดยทั้งอากาศที่ผ่านเข้าและออกจากห้องปฏิบัติการ ต้องผ่านการกรองด้วยตัวกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (HEPA filter) ระบบถ่ายเทอากาศระหว่างห้องปฏิบัติการที่ใช้ตู้ชีวนิรภัย Class III และห้องปฏิบัติการชนิด suit laboratory มีข้อแตกต่าง ดังนี้

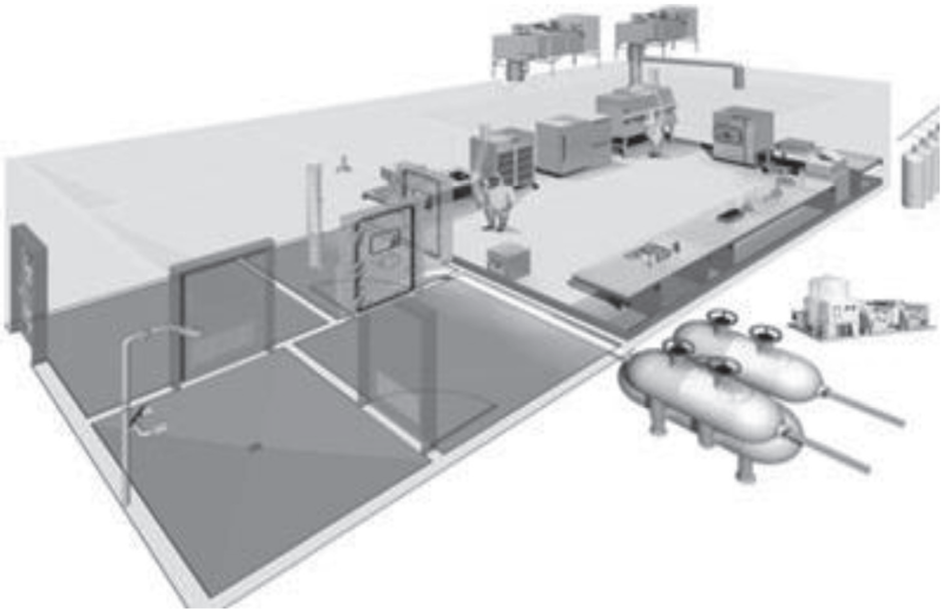
3.1 ห้องปฏิบัติการชนิดที่ใช้ตู้ชีวนิรภัย Class III

• อากาศที่เข้าสู่ตู้ชีวนิรภัย อาจถูกดูดจากอากาศภายในห้องผ่าน HEPA filter ที่ติดตั้งอยู่บนตู้ หรือจากระบบส่งอากาศโดยตรงของระบบจ่ายอากาศของห้องปฏิบัติการ

- อากาศที่ออกมาจากตู้ชีวนิรภัยต้องผ่าน HEPA filter สองชั้นก่อนปล่อยออกสู่ภายนอก
- ความดันอากาศภายในตู้ชีวนิรภัยต้องเป็นลบตลอดเวลา เมื่อเปรียบเทียบกับความดันอากาศรอบภายในห้องปฏิบัติการ
- ระบบถ่ายเทอากาศในห้องปฏิบัติการต้องเป็นชนิดที่ไม่นำอากาศเก่าวนกลับมาใช้ซ้ำ

3.2 ห้องปฏิบัติการชนิด suit laboratory

- ต้องมีระบบจ่ายอากาศเข้าและระบบดูดอากาศออก โดยต้องสมดุล และช่วยทำให้เกิดการไหลของอากาศจากบริเวณที่มีความเป็นอันตรายน้อยที่สุดไปยังบริเวณที่เสี่ยงต่ออันตรายมากที่สุด
- ต้องมีการติดตั้งพัดลมระบายอากาศ ให้สามารถแน่ใจได้ว่าจะรักษาความดันอากาศของห้องปฏิบัติการให้เป็นลบตลอดเวลา
- ต้องมีระบบที่ช่วยในการตรวจสอบความดันอากาศทั้งภายในและบริเวณใกล้เคียงกับห้องปฏิบัติการ รวมทั้งต้องมีการตรวจสอบการไหลเวียนของอากาศทั้งของระบบจ่ายอากาศเข้าและระบบดูดอากาศออก และต้องมีระบบควบคุม เพื่อควบคุมระบบความดันภายในห้องปฏิบัติการ
- ต้องมี HEPA filter สำหรับระบบจ่ายอากาศเข้าห้องปฏิบัติการ รวมทั้งห้องอาบน้ำฝักบัวลดการปนเปื้อน (decontamination shower) และ decontamination airlock หรือ chamber
- อากาศที่ออกจากห้องปฏิบัติการต้องผ่าน HEPA filter สองชั้นก่อนปล่อยออกสู่ภายนอก และต้องไม่ถูกดึงไปใช้ใหม่ในบริเวณอื่น



รูปที่ 4.5 ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 4
ที่มา: http://www.biocontencion.com/bioseguridad.php

HEPA filter ทุกชิ้นต้องได้รับการทดสอบและตรวจรับรองเป็นประจำ สำหรับ HEPA ที่ผ่านการใช้งานแล้วต้องทำการลดการปนเปื้อนแล้วเผาทิ้ง โดยในการทำการถอดและเคลื่อนย้ายต้องปฏิบัติด้วยวิธีที่เหมาะสม

4. ระบบการขจัดสิ่งปนเปื้อนในของเสีย

ต้องมีระบบลดการปนเปื้อนของเสียทุกประเภทจากห้องปฏิบัติการก่อนปล่อยออกจากห้องปฏิบัติการ โดยนิยมใช้ระบบการใช้ความร้อน (heat treatment) บางครั้งต้องมีการปรับความเป็นกรดด่าง (pH) ของของเสียให้เป็นกลางก่อนทิ้ง สำหรับน้ำจากห้องอาบน้ำฝักบัวทั่วไปและส้วมอาจทิ้งได้โดยตรง โดยไม่ต้องผ่านการลดการปนเปื้อนฆ่าเชื้อ

5. ระบบการทำให้ปราศจากจุลชีพสำหรับขยะและวัสดุปนเปื้อน

ห้องปฏิบัติการต้องมีเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อแบบสองประตู และต้องมีวิธีการขจัดสิ่งปนเปื้อนแบบอื่นสำหรับอุปกรณ์หรือสิ่งของที่ไม่สามารถใช้วิธีนึ่งฆ่าเชื้อได้

6. ระบบส่งของเข้าห้องปฏิบัติการ ต้องเป็นช่องส่งของที่มีระบบ airlock

7. ระบบไฟสำรอง ต้องติดตั้งระบบไฟฟ้าสำรองกรณีฉุกเฉิน

8. ระบบระบายน้ำทิ้ง ต้องติดตั้งระบบระบายน้ำเสียที่เหมาะสม

ตารางที่ 4.1 สรุปความสัมพันธ์ระหว่างระดับชีวนิรภัย ชนิดของห้องปฏิบัติการ วิธีปฏิบัติ เครื่องมือด้านความปลอดภัย

ระดับชีวนิรภัย Biosafety level	**ชนิดของห้องปฏิบัติการ** Laboratory type	**วิธีปฏิบัติ** Practices	**เครื่องมือด้านความปลอดภัย** Safety equipment
BSL1	ห้องปฏิบัติการพื้นฐาน:- สำหรับการเรียน การสอน การศึกษาวิจัย ระดับพื้นฐาน	• เทคนิคที่ดีทางจุลชีววิทยา (Good Microbiological Techniques; GMT) และ/หรือ • เทคนิคปลอดเชื้อ (aseptic techniques)	ไม่ต้องการเครื่องมือพิเศษ สามารถปฏิบัติงานบนโต๊ะปฏิบัติการได้
BSL2	ห้องปฏิบัติการพื้นฐาน:- สำหรับการบริการสาธารณสุขมูลฐาน การบริการตรวจวินิจฉัยโรคและการศึกษาวิจัย ระดับพื้นฐาน	เพิ่มเติมจาก BSL1; • จำกัดการเข้าห้องปฏิบัติการ • สวมใส่ชุดอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล • ติด Biohazard sign • วิธีการปฏิบัติงานกับของมีคม • วิธีการลดการปนเปื้อน • วิธีการขนส่งขยะติดเชื้อ	เพิ่มเติมจาก BSL1; • Autoclave ที่สามารถใช้งานได้ • BSC กรณีอาจเกิดละอองของเหลวปนเปื้อนเชื้อฟุ้งกระจาย
BSL3	ห้องปฏิบัติการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อ:- สำหรับการวินิจฉัยโรคเฉพาะทางและการศึกษาวิจัย	เพิ่มเติมจาก BSL2; • ควบคุมการเข้าออก • วิธีการลดการปนเปื้อนขยะติดเชื้อ • วิธีการลดการปนเปื้อน การทำความสะอาด การกำจัดวัสดุปนเปื้อนเชื้อทุกชนิด	เพิ่มเติมจาก BSL2; • อุปกรณ์พื้นฐานอื่นๆ สำหรับการปฏิบัติงาน เพื่อความปลอดภัยลดโอกาสการสัมผัสเชื้อในทุกกิจกรรม เช่น safety centrifuge • อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ (ถ้าจำเป็น)
BSL4	ห้องปฏิบัติการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อขั้นสูงสุด:- สำหรับการปฏิบัติงานกับเชื้อโรคอันตรายร้ายแรง	เพิ่มเติมจาก BSL3; • เปลี่ยนเสื้อผ้าก่อนเข้าห้องปฏิบัติการ • อาบน้ำก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ • วิธีการลดการปนเปื้อนขยะ และวัสดุปนเปื้อนเชื้อทุกชนิดก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ	เพิ่มเติมจาก BSL3; • BSC Class III หรือ BSC Class II ใช้ร่วมกับ positive pressure suit ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจชนิด supplied air respirator • Double door autoclave

ตารางที่ 4.2 สรุปสิ่งจำเป็นสำหรับห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับต่างๆ

	ระดับห้องปฏิบัติการชีวนิรภัย			
	1	2	3	4
• การแยกพื้นที่[ก] ห้องปฏิบัติการจากพื้นที่ส่วนอื่นๆ	ไม่	ไม่	ใช่	ใช่
• ห้องสามารถปิดสนิทไม่รั่วซึมเพื่อการขจัดสิ่งปนเปื้อน	ไม่	ไม่	ใช่	ใช่
• การระบายอากาศ				
- การคุมควบการไหลเข้าของอากาศ	ไม่	ควรมี	ใช่	ใช่
- ระบบควบคุมการระบายอากาศ	ไม่	ควรมี	ใช่	ใช่
- กรองอากาศระบายออกด้วยตัวกรองอากาศ	ไม่	ไม่	ใช่/ไม่[ข]	ใช่
- ประสิทธิภาพสูง (HEPA filter)				
• ประตูทางเข้า 2 ชั้น	ไม่	ไม่	ใช่	ใช่
• Airlock	ไม่	ไม่	ไม่	ใช่
• Airlock พร้อมฝักบัวอาบน้ำ	ไม่	ไม่	ไม่	ใช่
• ห้อง anteroom	ไม่	ไม่	ใช่	-
• ห้อง anteroom พร้อมฝักบัวอาบน้ำ	ไม่	ไม่	ใช่/ไม่[ค]	ไม่
• การบำบัดน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการ	ไม่	ไม่	ใช่/ไม่[ค]	ใช่
• เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (autoclave)				
- ภายในบริเวณหน่วยงาน (on site)	ไม่	ควรมี	ใช่	ใช่
- ภายในห้องปฏิบัติการ (in laboratory room)	ไม่	ไม่	ควรมี	ใช่
- แบบ 2 ประตู (double-ended)	ไม่	ไม่	ควรมี	ใช่
• ตู้ชีวนิรภัย (Biological safety cabinet; BSC)	ไม่	ควรมี	ใช่	ใช่
• ระบบตรวจติดตามความปลอดภัยของพนักงาน[ง]	ไม่	ไม่	ควรมี	ใช่

[ก] แยกพื้นที่ใช้งานออกจากทางเดินทั่วไป

[ข] WHO แนะนำว่าสามารถมีหรือไม่มีการติดตั้งตัวกรองอากาศออกจากห้องปฏิบัติการ (EXHAUST HEPA FILTER) ขึ้นกับความเป็นอันตรายของจุลชีพ และตำแหน่งของ EXHAUST หากไม่มี EXHAUST HEPA FILTER ปลายท่อที่ปล่อยอากาศออกต้องปล่อยในบริเวณที่ห่างจากอาคารและพื้นที่อื่นที่มีการดึงอากาศกลับไปใช้ได้ ในขณะที่ CANADA BIOSAFETY STANDARD กำหนดว่าอากาศที่ออกจากห้องปฏิบัติการต้องผ่านการกรองด้วย HEPA FILTER ดังนั้นห้องปฏิบัติการใดประเมินความเสี่ยงแล้วพบว่า อากาศที่ปล่อยออกอาจเกิดอันตรายต่อชุมชน ควรพิจารณาการติดตั้ง EXHAUST HEPA FILTER เพิ่ม ทั้งนี้ควรมีการพิจารณาและวางแผนการใช้งานกับชนิดของจุลชีพหรือเชื้อตั้งแต่ก่อนการสร้างห้องปฏิบัติการ

[ค] ขึ้นกับจุลชีพในห้องปฏิบัติการ

[ง] ตัวอย่าง เช่น ช่องกระจกให้สามารถมองเห็นภายในห้องได้ โทรทัศน์วงจรปิด และระบบการสื่อสารสองทาง (โทรศัพท์, อินเตอร์คอม)

การจะตัดสินว่าการปฏิบัติงานเกี่ยวกับจุลชีพกลุ่มเสี่ยงใดควรปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการความปลอดภัยทางชีวภาพระดับใดนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทำการประเมินความเสี่ยงต่อชนิดของงาน การประเมินดังกล่าวจะพิจารณากลุ่มเสี่ยงของจุลชีพและปัจจัยอื่น เพื่อการจัดระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ ตัวอย่างเช่น เชื้อที่อยู่ในกลุ่มเสี่ยงที่ 2 โดยทั่วไปมักต้องใช้อาคาร สถานที่ รวมถึงอุปกรณ์และมาตรการปฏิบัติการ ในระดับความปลอดภัยทางชีวภาพระดับ 2 อย่างไรก็ตามในกรณีที่ต้องทำการทดลองเฉพาะทาง ซึ่งเป็นวิธีที่มีความเสี่ยงสูง อาจต้องทำงานในห้องปฏิบัติการความปลอดภัยทางชีวภาพระดับ 3 ทั้งนี้เพื่อการควบคุมการฟุ้งกระจายของเชื้อ และลดความเสี่ยง ดังนั้นการพิจารณาระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ เพื่อปฏิบัติงาน จึงขึ้นกับการประเมินความเสี่ยงของผู้เกี่ยวข้องและต้องพิจารณาเป็นกรณีไป

นอกจากนี้กรณี *Mycobacterium tuberculosis* เป็นเชื้อกลุ่มเสี่ยงที่ 3 เมื่อทำการประเมินความเสี่ยงตามชนิดของงานสามารถเลือกระดับห้องปฏิบัติการได้ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง รายการเชื้อโรคที่ประสงค์ควบคุมตามมาตรา 18 พ.ศ. 2560 (ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 134 ตอนพิเศษ 74 ง 10 มีนาคม 2560) ดังนี้

1. งานตรวจวินิจฉัยโรคในโรงพยาบาลทั่วไปสามารถดำเนินการได้ในห้องปฏิบัติการ BSL2 โดยปฏิบัติตาม good microbiological practices โดยเคร่งครัด

2. งานเพาะเลี้ยงเชื้อ เพื่อผลิตเชื้อในปริมาณมาก ควรดำเนินการในห้องปฏิบัติการ BSL3 หรือเทียบเท่า (BSL2 enhanced)

บทที่ 5

ระดับความปลอดภัยทางชีวภาพ สำหรับอาคารเลี้ยงสัตว์ทดลอง (Animal Biosafety Level, ABSL)

การศึกษาวิจัยทางวิทยาศาสตร์ อาจมีความจำเป็นที่ต้องดำเนินการในสัตว์ทดลอง ทั้งนี้มีปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงหลายประการ ตัวอย่าง เช่น พันธุกรรมของสัตว์ สุขภาพอนามัยของสัตว์ เป็นต้น เพื่อไม่ให้เป็นตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อผลการทดลอง ดังนั้นหลักการเลี้ยงดูแลให้สัตว์ทดลองไม่เกิดความเครียด มีความเป็นอยู่ที่ดี การปฏิบัติการต่อสัตว์ที่สอดคล้องกับจริยธรรม และพระราชบัญญัติสัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ พ.ศ. 2558 จึงเป็นสิ่งที่ต้องตระหนัก นอกจากนี้องค์ประกอบอื่นๆ เช่น อาคารเลี้ยงดูแลสัตว์ทดลอง เป็นส่วนประกอบสำคัญในการที่ป้องกันไม่ให้สัตว์ติดเชื้อ หรือเกิดการแพร่กระจายของเชื้อได้โดยง่าย

อาคารเลี้ยงดูแลสัตว์ทดลองตามระบบความปลอดภัยทางชีวภาพ หมายถึง อาคารและอุปกรณ์ รวมทั้งสิ่งอำนวยความสะดวกที่ใช้สำหรับเลี้ยงและดูแลสัตว์ เพื่อการวินิจฉัยและการทดลองทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับเชื้อจุลชีพ เพื่อให้สัตว์ทดลองได้รับการปฏิบัติอย่างมีมนุษยธรรม ลดความเจ็บปวดความทรมานให้มากที่สุด โดยต้องเป็นสถานที่ที่สะอาด มีการระบายอากาศมีน้ำและอาหารอย่างพอเพียง ในด้านของความปลอดภัยอาคารเลี้ยงดูแลสัตว์ควรตั้งอยู่อย่างอิสระไม่อยู่ติดกับสถานที่อื่น ห้องเลี้ยงสัตว์ห้องทดลองและห้องพักพนักงานควรแยกออกจากกัน เพื่อป้องกันการติดเชื้อระหว่างมนุษย์และสัตว์ และเพื่อความสะดวกในการขจัดสิ่งปนเปื้อน การฆ่าเชื้ออย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถป้องกันการแพร่กระจายเชื้อออกสู่ภายนอกได้

ระดับความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับสัตว์ทดลองของอาคารและอุปกรณ์เลี้ยงสัตว์ ต้องได้รับการประเมินความเสี่ยง โดยคำนึงถึงกลุ่มเสี่ยงของเชื้อจุลชีพเช่นเดียวกับห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ซึ่งใช้ศึกษาเกี่ยวกับเชื้อจุลชีพก่อโรคในมนุษย์ ดังนั้นจึงแบ่งความปลอดภัยของอาคารและอุปกรณ์เลี้ยงสัตว์ทดลองเป็นระดับ 1, 2, 3 และ 4 ตามตารางที่ 5.1

ตารางที่ 5.1 ห้องเลี้ยงสัตว์ทดลองแบ่งตามระดับความปลอดภัย มาตรการและอุปกรณ์ที่จำเป็น

กลุ่มเสี่ยง	ระดับความปลอดภัย	มาตรการและอุปกรณ์
1	ABSL1	เขตหวงห้าม, เสื้อผ้าและถุงมือป้องกัน
2	ABSL2	เช่นเดียวกับ ABSL1 ร่วมกับเครื่องหมายเตือนอันตราย, ตู้ชีวนิรภัย Class I หรือ II สำหรับกิจกรรมที่อาจเกิดการฟุ้งกระจาย, การฆ่าเชื้อขยะและกรงเลี้ยงสัตว์หลังใช้งาน
3	ABSL3	เช่นเดียวกับ ABSL2 ร่วมกับการควบคุมการเข้าออก ตู้ชีวนิรภัย และชุดปกป้องส่วนบุคคลเฉพาะสำหรับทุกกิจกรรม
4	ABSL4	เช่นเดียวกับ ABSL3 ร่วมกับการควบคุมการเข้าออกแบบเข้มงวด การเปลี่ยนเสื้อก่อนเข้า ตู้ชีวนิรภัย Class III หรือชุดความดันบวก (positive pressure suit) การอาบน้ำก่อนออกจากพื้นที่ การฆ่าเชื้อขยะทุกชนิดก่อนนำออกไปทิ้ง

ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงเกี่ยวกับเชื้อจุลชีพที่ใช้ทดลองในสัตว์ ได้แก่

1. ช่องทางที่สามารถติดเชื้อได้ตามสภาวะปกติ
2. ปริมาณและความเข้มข้นของเชื้อ
3. วิธีการนำเชื้อเข้าสู่ร่างกายสัตว์
4. วิธีหรือช่องทางที่เชื้อถูกขับออกจากร่างกายสัตว์

ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงเกี่ยวกับสัตว์ทดลอง ได้แก่

1. อุปนิสัยและพฤติกรรมของสัตว์ เช่น ความก้าวร้าว ความเสี่ยงต่อการโดนกัดหรือข่วน
2. ปรสิตทั้งภายในและภายนอกที่อาจพบในตัวสัตว์
3. โรคติดต่อระหว่างสัตว์และมนุษย์ ความไวของสัตว์ต่อการติดโรคนั้น
4. การแพร่กระจายของสารก่อภูมิแพ้จากสัตว์ทดลองมายังผู้ปฏิบัติงาน

ข้อกำหนดเกี่ยวกับการลักษณะการออกแบบอาคาร เครื่องมือ และระเบียบปฏิบัติของ ABSL มีรายละเอียด และมาตรการเพิ่มขึ้นตามระดับความปลอดภัยที่เพิ่มขึ้น ดังนี้

5.1 อาคารและอุปกรณ์เลี้ยงสัตว์ ความปลอดภัยทางชีวภาพระดับ 1 (ABSL1)

เหมาะสำหรับการดูแลรักษาสัตว์ส่วนใหญ่หลังการกักกันโรค (ยกเว้นสัตว์จำพวก nonhuman primates ขึ้นกับระเบียบของแต่ละประเทศ) และสัตว์ที่ได้รับการฉีดเชื้อกลุ่มเสี่ยงที่ 1 ผู้ปฏิบัติงานต้องปฏิบัติงานตามหลัก GMT ผู้รับผิดชอบอาคารเลี้ยงดูแลสัตว์ทดลองต้องจัดทำคู่มือการปฏิบัติการและต้องมีการเฝ้าระวังทางการแพทย์ให้กับบุคลากรที่ปฏิบัติงาน ต้องจัดทำคู่มือความปลอดภัยหรือคู่มือการดำเนินงานด้านความปลอดภัยและมีการนำไปใช้อย่างเหมาะสม

5.2 อาคารและอุปกรณ์เลี้ยงสัตว์ ความปลอดภัยทางชีวภาพระดับ 2 (ABSL2)

เหมาะสำหรับการปฏิบัติงานกับสัตว์ทดลองที่ได้รับเชื้อกลุ่มเสี่ยงที่ 2 โดยมีข้อควรคำนึงหรือระมัดระวังด้านความปลอดภัย ดังนี้

1. ข้อกำหนดพื้นฐานเช่นเดียวกับอาคารและอุปกรณ์เลี้ยงสัตว์ ความปลอดภัยทางชีวภาพระดับ 1
2. ต้องติดสัญลักษณ์ชีวนิรภัยสากลไว้ที่ประตู หรือบริเวณที่เหมาะสม
3. สถานที่เลี้ยงสัตว์มีลักษณะเป็นโรงเรือนปิด ต้องง่ายต่อการดูแล และการทำความสะอาด
4. ประตูต้องเป็นแบบที่เปิดเข้าด้านใน และสามารถปิดได้เอง
5. อุณหภูมิความชื้น แสงสว่างในห้องเลี้ยงสัตว์ทดลองต้องเหมาะสม และมีการถ่ายเทอากาศที่ดี
6. หากใช้เครื่องควบคุมระบบถ่ายเทอากาศต้องเป็นเครื่องที่ทำให้เกิดการไหลของอากาศเข้าสู่ห้องเลี้ยงสัตว์ช่องระบายอากาศออกต้องไม่เกิดการไหลของอากาศกลับไปสู่บริเวณอื่นในตัวอาคาร
7. ห้ามบุคคลภายนอกที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้าห้องเลี้ยงสัตว์ทดลอง
8. ห้ามนำสัตว์อื่นเข้าห้องเลี้ยงสัตว์ทดลอง ยกเว้นสัตว์ที่ใช้เพื่อการทดลองเท่านั้น
9. ต้องมีโปรแกรมควบคุมสัตว์พาหะ

10. หน้าต่างต้องแข็งแรง ป้องกันแสงเข้าจากภายนอกอาคาร กันแรงกระแทก หากเป็นหน้าต่างที่เปิดได้ต้องมีมุ้งลวดกันแมลง

11. พื้นที่ปฏิบัติงานต้องได้รับการทำความสะอาด และฆ่าเชื้อด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อที่เหมาะสมทุกครั้งหลังเสร็จงาน

12. หากต้องปฏิบัติงานที่อาจก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของเชื้อ ต้องดำเนินการในตู้ชีวนิรภัยหรือกรงแบบ isolator ที่มีตัวกรองอากาศประสิทธิภาพสูง

13. ควรมีเครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูงในห้องหรือใกล้กับพื้นที่เลี้ยงสัตว์ทดลอง

14. วัสดุรองนอนต้องถูกเปลี่ยนทิ้งในลักษณะที่ไม่ทำให้เกิดฝุ่นหรือละอองฟุ้งกระจาย

15. ขยะและของเสียรวมทั้งวัสดุรองนอนต้องได้รับการฆ่าเชื้อก่อนนำไปทิ้ง

16. ควรหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุมีคม หากจำเป็นต้องใช้ต้องทิ้งในภาชนะที่จัดไว้เฉพาะ โดยขยะเหล่านี้ถือเป็นขยะติดเชื้อ

17. การขนย้ายวัสดุ เพื่อการนึ่งฆ่าเชื้อและการเผาทำลายต้องทำอย่างระมัดระวัง โดยขนย้ายในภาชนะที่มีฝาปิดสนิท

18. พื้นที่หรือกรงเลี้ยงสัตว์ต้องได้รับการทำความสะอาด และฆ่าเชื้อทุกครั้งภายหลังการใช้งาน

19. ซากสัตว์ต้องได้รับการเผาทำลาย

20. ห้ามนำเสื้อผ้า หรืออุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคลที่ใช้ใส่ในพื้นที่ทดลองสัตว์ไปใส่ภายนอก

21. ต้องมีบริเวณที่จัดไว้สำหรับล้างมือและผู้ปฏิบัติงานทุกคนต้องล้างมือก่อนออกพื้นที่เลี้ยงสัตว์

22. ต้องบันทึกและทำรายงานการบาดเจ็บของผู้ปฏิบัติงานทุกครั้ง แม้เป็นการบาดเจ็บเล็กน้อย

23. ห้ามบริโภคอาหารเครื่องดื่มสูบบุหรี่หรือใช้เครื่องสำอางภายในห้องเลี้ยงสัตว์ทดลอง

24. ผู้ปฏิบัติงานทุกคนต้องผ่านการฝึกอบรมการปฏิบัติงานอย่างเหมาะสม

5.3 อาคารและอุปกรณ์เลี้ยงสัตว์ ความปลอดภัยทางชีวภาพระดับ 3 (ABSL3)

เหมาะสำหรับการปฏิบัติงานกับสัตว์ทดลองที่ได้รับเชื้อกลุ่มเสี่ยงที่ 3 ระบบรวมถึงมาตรการทุกอย่างต้องได้รับการประเมินและตรวจรับรองทุกปี โดยมีข้อควรคำนึงหรือระมัดระวังด้านความปลอดภัย ดังนี้

1. ข้อกำหนดพื้นฐานเช่นเดียวกับอาคารและอุปกรณ์เลี้ยงสัตว์ ความปลอดภัยทางชีวภาพระดับ 1 และ 2
2. การเข้าออกต้องถูกควบคุมอย่างเข้มงวด
3. ห้องเลี้ยงสัตว์ทดลองต้องแยกจากห้องปฏิบัติการและส่วนเลี้ยงสัตว์อื่น ต้องมีประตู 2 ชั้น โดยมีพื้นที่ระหว่างประตูเป็นห้องเล็กหรือห้องปรับแรงดันอากาศ (anteroom) ก่อนถึงห้องเลี้ยงสัตว์ทดลอง
4. ต้องมีอ่างหรืออุปกรณ์ล้างมือในห้อง anteroom
5. ควรมีห้องอาบน้ำหรือฝักบัวอาบน้ำในห้อง anteroom
6. ต้องมีระบบการถ่ายเทอากาศ เพื่อควบคุมการไหลเวียนของอากาศภายในห้องเลี้ยงสัตว์ให้มีอย่างต่อเนื่องและทั่วถึง อากาศเสียที่จะถูกปล่อยออกต้องผ่านแผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (HEPA filter) ก่อนปล่อยออกและต้องไม่ถูกนำกลับมาใช้ใหม่ และมีระบบป้องกันการเกิดอากาศไหลย้อนกลับ ซึ่งอาจก่อให้เกิดความดันบวกภายในห้องเลี้ยงสัตว์

7. ต้องมีเครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูงอยู่ภายในพื้นที่ทดลองสัตว์ โดยวางไว้ในตำแหน่งที่สะดวกต่อการใช้งาน ขยะติดเชื้อต้องนึ่งฆ่าเชื้อก่อนเคลื่อนย้ายไปยังสถานที่อื่น

8. ควรมีเตาเผาสำหรับกำจัดซากสัตว์ทดลองหรือมีระบบการจัดการอื่น ตัวอย่างเช่น มอบหมายให้หน่วยงานอื่นที่ได้รับการประเมินแล้วว่ามีการจัดการที่ถูกต้องและเหมาะสมมาดำเนินการ

9. สัตว์ทดลองที่ได้รับเชื้อกลุ่มที่ 3 ต้องถูกเลี้ยงในกรง isolator หรือในห้องที่มีท่อระบายอากาศติดตั้งที่กรง

10. วัสดุรองนอนควรเป็นชนิดที่ไม่ทำให้เกิดฝุ่น

11. ต้องฆ่าเชื้อเสื้อผ้าและอุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคลทุกชนิดก่อนนำไปซักล้าง

12. หน้าต่างต้องปิดสนิทอยู่เสมอและไม่แตกหักง่าย

13. ผู้ปฏิบัติงานควรได้รับการฉีดวัคซีนหรือได้รับการสร้างภูมิคุ้มกันโรคอย่างเหมาะสม

5.4 อาคารและอุปกรณ์เลี้ยงสัตว์ ความปลอดภัยทางชีวภาพระดับ 4 (ABSL4)

การปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการระดับนี้สัมพันธ์กับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการป้องกันการแพร่กระจายเชื้อขั้นสูงสุด ความปลอดภัยทางชีวภาพระดับ 4 โดยต้องปฏิบัติตามกฎระเบียบและข้อบังคับของประเทศในการปฏิบัติงานเสมอ หากต้องปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ suit laboratory ต้องมีวิธีและขั้นตอนการปฏิบัติงาน ดังนี้

1. ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดทั้งหมดของอาคารและอุปกรณ์เลี้ยงสัตว์ ความปลอดภัยทางชีวภาพระดับ 1, 2 และ 3

2. มีการควบคุมการเข้าออกของผู้ปฏิบัติงานอย่างเข้มงวด จำกัดเฉพาะเจ้าหน้าที่ที่ได้รับอนุญาตจากหัวหน้าหน่วยงานเท่านั้น

3. ห้ามปฏิบัติงานตามลำพัง ต้องใช้กฎการปฏิบัติงานสองคนร่วมกันเสมอ

4. ผู้ปฏิบัติงานต้องได้รับการฝึกอบรมด้านเทคนิคทางจุลชีววิทยาเป็นอย่างดี และต้องมีความรู้เกี่ยวกับอันตรายและข้อควรระวังที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน

5. พื้นที่เลี้ยงดูแลสัตว์ที่ได้รับเชื้อในกลุ่มเสี่ยงที่ 4 ต้องมีมาตรการควบคุมจุลชีพเช่นเดียวกับห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 4 (BSL4)

6. การเข้าออกต้องผ่านห้อง anteroom ที่เป็น air locked area โดยต้องแยกพื้นที่สะอาดเป็นบริเวณเปลี่ยนเสื้อผ้าและฝักบัวอาบน้ำ

7. ผู้ปฏิบัติงานต้องเปลี่ยนเสื้อผ้าเมื่อจะเข้าห้องเลี้ยงสัตว์ โดยต้องสวมเสื้อผ้าและอุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคลชนิดพิเศษที่จัดเตรียมใช้เฉพาะภายในพื้นที่ เมื่อปฏิบัติงานเสร็จต้องถอดเสื้อผ้าและอุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคลทุกชิ้นออกเพื่อนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ และต้องอาบน้ำก่อนออกทุกครั้ง

8. ห้องเลี้ยงสัตว์ต้องได้รับการออกแบบให้มีระบบกรองอากาศก่อนปล่อยออกสู่ภายนอกด้วยชุดกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (HEPA filter)

9. ระบบถ่ายเทอากาศต้องถูกออกแบบให้แน่ใจว่าความดันอากาศภายในห้องเป็นลบ อากาศมีทิศทางการไหลเข้าภายในห้องเลี้ยงสัตว์เท่านั้น มีระบบป้องกันการไหลย้อนกลับของอากาศ เพื่อป้องกันมิให้ความดันอากาศภายในเป็นบวก

10. มีเครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูงชนิด 2 ประตูติดตั้งในบริเวณที่ประตูด้านหนึ่งสามารถเปิดในบริเวณพื้นที่สะอาด ซึ่งอยู่ภายนอกห้องเลี้ยงสัตว์

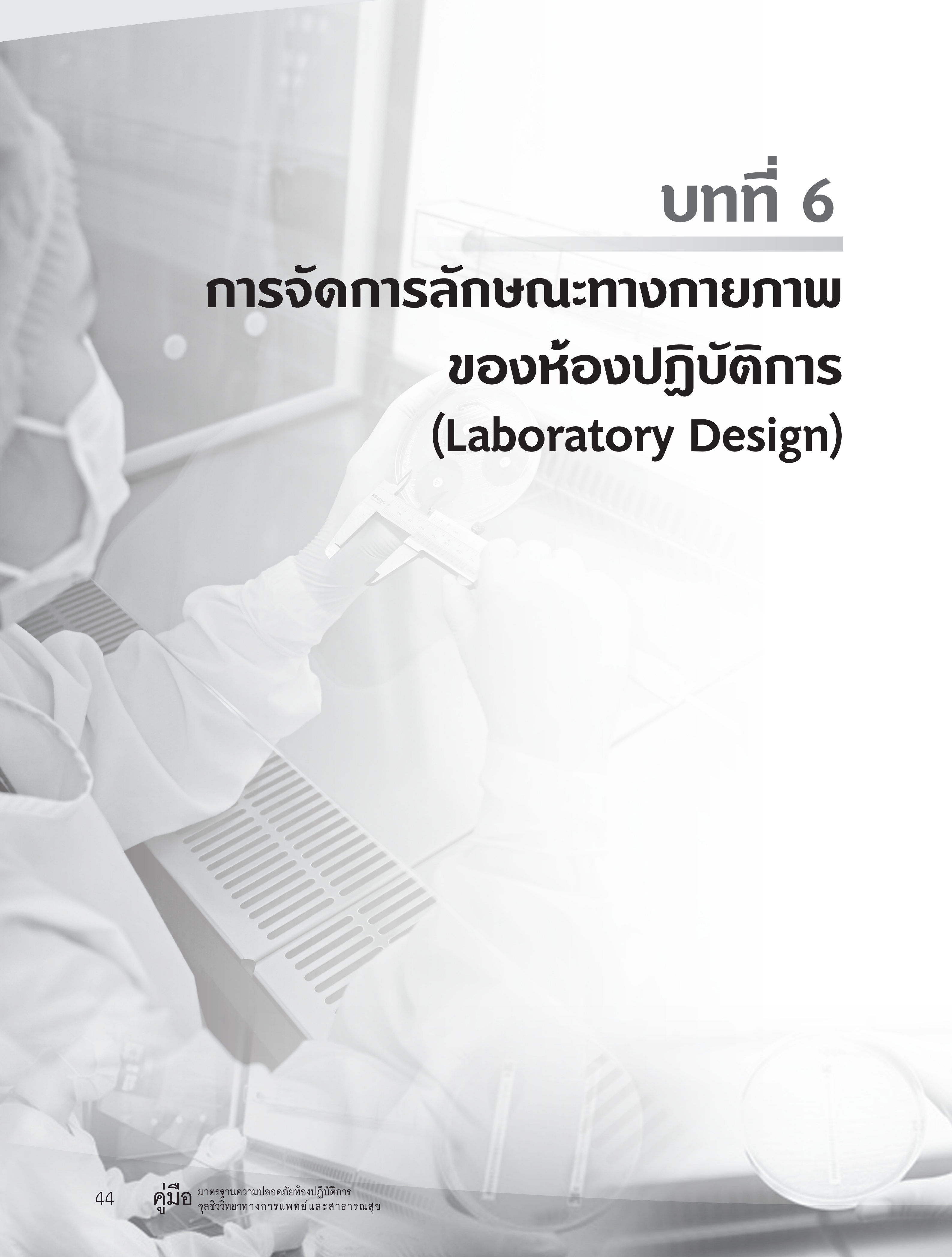
11. มีช่องส่งของชนิด pass-through airlock สำหรับส่งของที่ไม่สามารถนึ่งฆ่าเชื้อได้ โดยติดตั้งระหว่างห้องเลี้ยงสัตว์ และพื้นที่สะอาดภายนอกกับห้องเลี้ยงสัตว์

12. ทุกกิจกรรมที่ปฏิบัติกับสัตว์ที่ได้รับเชื้อกลุ่มเสี่ยงที่ 4 ต้องปฏิบัติภายใต้การป้องกันการแพร่กระจายเชื้อขั้นสูงสุด ความปลอดภัยทางชีวภาพระดับ 4 (BSL4)

13. สัตว์ทุกตัวต้องถูกเลี้ยงใน isolators

14. วัสดุรองนอน และของเสียทุกประเภทต้องถูกฆ่าเชื้อก่อนนำออกมาจากบริเวณห้องเลี้ยงสัตว์

15. ต้องมีการดูแลทางการแพทย์ให้กับบุคลากร



บทที่ 6

การจัดการลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ (Laboratory Design)

โครงสร้างของห้องปฏิบัติการจัดเป็นการควบคุมด้านวิศวกรรม (engineering control) ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมความเสี่ยงทางชีวภาพและสนับสนุนให้เกิดความปลอดภัยทางชีวภาพ โดยทั่วไปห้องปฏิบัติการมักแบ่งพื้นที่การใช้งานออกเป็น 3 ส่วน คือ 1) พื้นที่สำหรับการปฏิบัติงานทางวิทยาศาสตร์ เช่น พื้นที่ทำการทดลอง 2) พื้นที่สำหรับปฏิบัติงานด้านเอกสารและบริหาร เช่น พื้นที่งานธุรการ งานคอมพิวเตอร์บันทึกข้อมูล และบริเวณจัดเก็บเอกสาร 3) พื้นที่สนับสนุนห้องปฏิบัติการ เช่น ห้องเก็บวัสดุอุปกรณ์ ห้องเย็น ห้องน้ำ ห้องล้าง เป็นต้น อย่างไรก็ตามหากจัดแบ่งพื้นที่ปฏิบัติงานตามระดับของความปลอดภัย สามารถแบ่งได้ดังนี้

1. **เขตปลอดภัย (safety zone)** เป็นพื้นที่ที่สะอาดปลอดภัยสำหรับผู้ปฏิบัติงาน เขตนี้ควรมีการเข้าออกที่สะดวก ไม่มีสิ่งกีดขวาง ไม่วางเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่เป็นอันตราย ได้แก่ ประตูทางเข้าออก ห้องพักเจ้าหน้าที่ ห้องสำนักงาน ห้องเก็บอุปกรณ์ เป็นต้น
2. **เขตอันตรายน้อย (low-hazard zone)** เป็นพื้นที่ปฏิบัติงานที่มีความเสี่ยงจากอันตรายในระดับน้อย โดยควรอยู่ระหว่างเขตปลอดภัยกับเขตอันตรายมาก ลักษณะงานในเขตนี้ ได้แก่ การทดลองที่มีอันตรายน้อย การเตรียมตัวอย่าง การทำงานกับสารเคมีที่ไม่ระเหยง่าย เป็นพื้นที่ในการจัดวางสารเคมีที่อันตรายน้อยหรือปานกลาง และเป็นพื้นที่สำหรับการชำระล้างเครื่องแก้วและอุปกรณ์การทดลอง
3. **เขตอันตรายมาก (high-hazard zone)** ควรเป็นพื้นที่ที่อยู่ด้านในสุดของห้องปฏิบัติการ ห่างจากบริเวณประตูเข้าออก เป็นเขตที่ต้องป้องกันการผ่านเข้าออกของผู้ที่ไม่เกี่ยวข้อง ลักษณะงานในเขตนี้ ได้แก่ การทดลองที่มีอันตรายมาก การทำงานกับสารเคมีที่ไวไฟและระเหยง่าย การทำงานกับจุลชีพที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ดังนั้นเขตนี้ต้องมีสัญลักษณ์ เพื่อให้บุคคลภายนอกได้รู้ว่าเป็นเขตจำกัด ควรมีอุปกรณ์ที่ไว้ใช้ป้องกันอันตรายขณะปฏิบัติงาน เช่น ตู้ชีวนิรภัย ตู้ดูดควันและไอสารเคมี ตู้เก็บสารเคมีไวไฟ เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม การจัดสรรพื้นที่ตามระดับความปลอดภัยดังกล่าวต้องคำนึงถึง การบริหารพื้นที่ที่มีอยู่ให้เกิดความปลอดภัย โดยมีพื้นที่พอเพียงสำหรับปฏิบัติงาน ซึ่งต้องอาศัยปัจจัยในการพิจารณา ได้แก่

1. ลักษณะและขอบข่ายงานที่ปฏิบัติ ต้องพิจารณาว่างานที่ทำอยู่ในห้องปฏิบัติการนั้นเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับอะไรบ้าง เช่น เป็นการทดลองเกี่ยวกับพืช การทดลองเกี่ยวกับสัตว์ การทดลองเกี่ยวกับเชื้อจุลชีพ การทดลองที่ต้องสัมผัสกับสิ่งส่งตรวจ เป็นต้น เพื่อที่จะได้จัดสรรและออกแบบพื้นที่ให้เหมาะสมสำหรับปฏิบัติงาน
2. อุปกรณ์และเครื่องมือ เครื่องมือนับเป็นสิ่งที่สำคัญมากสำหรับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ การจัดวางเครื่องมือให้เหมาะสมกับพื้นที่ต้องคำนึงถึงความจำเป็นและความถี่ในการใช้งาน กำลังไฟฟ้าที่เครื่องมือนั้นต้องการ ขนาดและน้ำหนักของเครื่องมือที่โครงสร้างอาคารสามารถรองรับได้ ความสะดวกในการขนย้ายหรือทำความสะอาด
3. จำนวนผู้ปฏิบัติงาน ควรจัดสรรพื้นที่ให้เหมาะสมและพอเพียงต่อผู้ปฏิบัติงาน โดยต้องแบ่งพื้นที่ของเจ้าหน้าที่ที่ทำการทดลองให้มากกว่าพื้นที่ของเจ้าหน้าที่ที่ทำงานด้านธุรการและเอกสาร

ลักษณะโครงสร้างหลักของห้องปฏิบัติการ ควรประกอบด้วยดังนี้

1. **ทางเข้าออก** หากมีผู้ปฏิบัติงานค่อนข้างมากควรกำหนดและจัดระเบียบการเข้าออก ควรแยกกันระหว่างประตูเข้าและประตูออก อาจจัดพื้นที่สำหรับผู้มาติดต่อที่ไม่มีส่วนเกี่ยวข้อง โดยประตูควรปิดตลอดเวลาในขณะปฏิบัติงาน อาจจัดหน่วยรักษาความปลอดภัยเพื่อดูแลการเข้าออก หรืออาจใช้ระบบการเข้าออกโดยระบบคีย์การ์ด

2. **ขนาดประตู** ประตูห้องปฏิบัติการต้องมีขนาดกว้างพอที่จะสามารถนำเครื่องมือขนาดใหญ่เข้าออกได้สะดวก และสามารถเปิดกว้างเพื่อให้ผู้คนเข้าออกได้อย่างสะดวกในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน ประตูห้องปฏิบัติการที่ดีควรเป็นแบบ door and half คือเป็นประตู 2 บาน โดยมีบานหนึ่งใหญ่อีกบานหนึ่งมีขนาดเล็ก บานที่มีขนาดใหญ่จะถูกใช้เปิดปิดประจำ ส่วนบานเล็กจะถูกใช้ในกรณีมีการขนย้ายอุปกรณ์

3. **พื้นห้องปฏิบัติการ** พื้นห้องต้องสามารถรองรับเครื่องมืออุปกรณ์ที่มีน้ำหนักมากได้ ควรผลิตด้วยวัสดุที่มีความแข็งแรง ทนทานต่อสารเคมีที่เป็นกรดและด่างได้ดี พื้นผิวต้องไม่ลื่น สามารถทำความสะอาดได้ง่าย โดยทั่วไปมักเป็นพื้นคอนกรีตหรือพื้นหินขัดที่ปูทับด้วยแผ่นยางประเภท polyvinyl อีกชั้นหรือปูทับด้วยพรมน้ำมันที่ไม่มีรอยต่อ สามารถลดอุบัติเหตุจากการสะดุดล้มได้

4. **โต๊ะปฏิบัติการ** มีทั้งชนิดติดตั้งถาวรและชนิดเคลื่อนย้ายได้ ความสูงมาตรฐานของโต๊ะ ประมาณ 29-30 นิ้ว (หากนั่งทำงาน) และ 36-37 นิ้ว (หากยืนทำงาน) ผลิตจากวัสดุที่คงทน ทนต่อความร้อน ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี และทำความสะอาดง่าย โดยที่นิยมส่วนมากจะทำจากไม้เนื้อแข็ง หินขัด ปูนซีเมนต์ และปูทับพื้นโต๊ะด้วยแผ่นฟอร์มิกา (Formica) แผ่นโลหะ หรือ แผ่นพลาสติกชนิดพิเศษ พื้นโต๊ะต้องเรียบไร้รอยต่อเพื่อป้องกันการสะสมของสารพิษและเชื้อโรค

5. **ระบบถ่ายเทอากาศ** ระบบการถ่ายเทอากาศที่ดีจะช่วยลดระดับของไอหรือควันจากสารเคมี ควรติดตั้งระบบดูดอากาศเสียจากภายในออกสู่ภายนอก เพื่อป้องกันการหมุนเวียนอากาศเสียภายในห้องปฏิบัติการ ตำแหน่งช่องนำอากาศเข้าต้องห่างจากที่เกิดอากาศเสียและช่องระบายอากาศทิ้งไม่น้อยกว่า 5 เมตร และอยู่สูงไม่น้อยกว่า 3 เมตร ห้องปฏิบัติการควรติดตั้งอุปกรณ์ช่วยลดอันตรายจากสารเคมีและเชื้อจุลชีพ (Local Exhaust Ventilation, LEV) เช่น พัดลมดูดอากาศ ตู้ดูดควัน ตู้ชีวนิรภัยที่มีแผ่นกรอง HEPA ในการดักจุลชีพ ตลอดจนติดตั้งระบบดูดอากาศเสียจากภายในออกสู่ภายนอก เพื่อป้องกันการหมุนเวียนอากาศเสียภายในห้องปฏิบัติการ

6. **ระบบสาธารณูปโภค** ซึ่งประกอบไปด้วย ระบบน้ำประปา ไฟฟ้า แก๊ส และระบบสื่อสาร ซึ่งมีความสำคัญสำหรับห้องปฏิบัติการ จึงควรมีการวางแผนผังให้เหมาะสม เจ้าหน้าที่ทุกคนควรทราบตำแหน่งที่ตั้งและวิธีการเปิดปิดวาวล์น้ำ แก๊ส และแผงควบคุมวงจรไฟฟ้า เพื่อสามารถเปิดปิดได้ทันทีในกรณีเหตุฉุกเฉิน การออกแบบท่อน้ำ ท่อแก๊ส หรือของเหลวประเภทอื่นไปตามท่อ ควรมีการระบุลูกศรแสดงทิศทางการไหล รวมทั้งระบุชื่อในแต่ละท่อว่าเป็นท่อสำหรับส่งผ่านสิ่งใด โดยกำหนดสีของตัวอักษรตามชนิดของสาร เช่น สารเคมีอันตรายสูง (สารไวไฟสารที่มีแรงดันสูง สารเคมีที่เป็นพิษสูง สารกัมมันตภาพรังสี) ควรใช้อักษรสีดำบนพื้นหลังสีเหลือง สารเคมีอันตรายน้อย (เช่น แก๊สหรือของเหลวผสม) ควรใช้อักษรสีขาวบนพื้นหลังสีเขียวสารที่ใช้ดับเพลิง (น้ำ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) ควรใช้อักษรสีขาวบนพื้นหลังสีแดง การติดตั้งระบบแก๊สควรเป็นระบบนำส่งตามท่อจากหน่วยกลาง ไม่ควรใช้ระบบแก๊สเป็นถังย่อย และควรมีการติดตั้งระบบตัดแก๊สอัตโนมัติ เพื่อป้องกันการเกิดแก๊สรั่วและการระเบิด

7. **อ่างน้ำ** ห้องปฏิบัติการควรมีอย่างน้อย 2 แห่ง ซึ่งแยกจากกัน โดยกำหนดจุดหนึ่งเป็นอ่างล้างมือเท่านั้น อีกจุดหนึ่งใช้สำหรับล้างวัสดุอุปกรณ์ อ่างน้ำควรทำมาจากวัสดุที่ทนทานต่อสารเคมี เช่น สแตนเลส (stainless) โพลีโพรพิลีน (polyethylene) เป็นต้น ท่อน้ำทิ้งควรแยกออกจากท่อน้ำเสียทั่วไป ปลายท่อน้ำทิ้งควรต่อไปยังระบบบำบัดน้ำเสียก่อนการส่งออกไปยังภายนอก

8. **ความสว่าง** ควรมีแสงสว่างเพียงพอสำหรับการปฏิบัติงาน เพื่อป้องกันความผิดพลาด และอุบัติเหตุจากการปฏิบัติงาน หากเป็นได้ควรออกแบบอาคารให้รับแสงอาทิตย์ที่เพียงพอ เพื่อประหยัดพลังงานโดยอาจมีหน้าต่างบานใหญ่ เพื่อรับแสงอาทิตย์ได้เต็มที่ ความสว่างที่เหมาะสมในห้องปฏิบัติการไม่ควรน้อยกว่า

500-1,000 ลักซ์ ปริมาณแสงสว่างอาจขึ้นอยู่กับประเภทห้องและจุดประสงค์ของการใช้งาน เช่น ห้องเก็บของอาจไม่ต้องการแสงสว่างมากเท่ากับห้องปฏิบัติการ เพราะสารเคมีบางชนิดห้ามโดนแสง เป็นต้น

9. อุณหภูมิและความชื้น ควรติดตั้งเครื่องปรับอากาศ เพื่อให้มีอุณหภูมิที่เหมาะสมแก่ผู้ปฏิบัติงานและเครื่องมือ ห้องปฏิบัติการควรมีอุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 21-24 องศาเซลเซียส ความชื้น 50 $\pm$ 10% RH

10. ตู้ชีวนิรภัย (Biological safety cabinet) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการไหลของอากาศที่ให้การปกป้องสามประการ ได้แก่ ปกป้องผู้ใช้งาน ปกป้องชิ้นงาน และปกป้องสิ่งแวดล้อม อาศัยการทำงานของอุปกรณ์ที่สำคัญ 2 ชนิด ได้แก่ 1) มอเตอร์พัดลมสำหรับควบคุมแรงลมและทิศทางการไหลของอากาศ และ 2) ชุดกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (High efficiency particulate air filter; HEPA) สำหรับกรองอนุภาค เช่น จุลชีพหรือฝุ่นผงที่ไม่ต้องการให้ปนเปื้อน แผ่นกรอง HEPA สำหรับใช้ในตู้ชีวนิรภัยจะต้องมีประสิทธิภาพในการกรองอนุภาคขนาด 0.3 ไมครอนได้มากกว่า 99.99% แผ่นกรอง HEPA ไม่สามารถกรองไอระเหยสารเคมีได้ ตู้ชีวนิรภัยแบ่งย่อยเป็น 3 ประเภท ได้แก่ 1) ตู้ชีวนิรภัย Class I 2) ตู้ชีวนิรภัย Class II และ 3) ตู้ชีวนิรภัย Class III โดยตู้ชีวนิรภัยที่นิยมใช้ในห้องปฏิบัติการมากที่สุด ได้แก่ ตู้ชีวนิรภัยชนิด Class II รายละเอียดของตู้ชีวนิรภัยแต่ละชนิดโปรดดูรายละเอียดในบทที่ 8 เครื่องมือที่มีผลต่อความปลอดภัยทางชีวภาพ

ในบทนี้จะกล่าวถึงเฉพาะตู้ชีวนิรภัยชนิด Class II ซึ่งแบ่งย่อยออกได้อีก 4 ชนิด คือ Type A1, Type A2, Type B1 และ Type B2 ซึ่งสรุปความแตกต่างของแต่ละชนิดไว้ในตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 คุณลักษณะและการใช้งานที่เหมาะสมของตู้ชีวนิรภัย Class II

	ตู้ชีวนิรภัย Class II Type			
	A1	A2	B1	B2
ความเร็วลมเข้าหน้าตู้ (ฟุตต่อนาที)	75	100	100	100
ระบบหมุนเวียนอากาศใช้ภายในตู้	ระบายออก 30% ใช้ในตู้ 70%		ระบายออก 70% ใช้ในตู้ 30%	ไม่มีการหมุนเวียน ระบายออกทั้งหมด
ลักษณะพิเศษภายนอก	-	(อาจมี) ท่อระบายอากาศแบบชุดฝาครอบดูดควัน (canopy) เป็นระบบระบายอากาศเฉพาะจุด	จำเป็นต้องต่อกับระบบระบายอากาศของอาคาร และเป็นการเชื่อมต่อแบบปิดเท่านั้น ต้องมีระบบ interlock ซึ่งเป็นกลไกป้องกันในกรณีที่พัดลมระบายอากาศของอาคารระบายอากาศลดลงเกิน 20%	
ใช้สารเคมีที่มีไอระเหย สารเคมีอันตราย สารเคมีไวไฟ หรือสารกัมมันตรังสี	ไม่ควรใช้	ใช้ได้ปริมาณน้อยแต่ต้องเชื่อมกับระบบระบายอากาศผ่านฝาครอบดูควัน	ใช้ได้ปริมาณน้อย	ใช้ได้ปริมาณมาก

11. ตู้ดูดควันและไอสารเคมี (Fume hood) เป็นเครื่องมือที่มีความจำเป็นมากในห้องปฏิบัติการ หากต้องปฏิบัติงานกับสารเคมีหรือสารพิษ ตู้ส่วนใหญ่ติดตั้งเข้ากับระบบระบายอากาศของตัวอาคาร ตู้ส่วนใหญ่ประกอบด้วยพัดลมดูดอากาศในท่อดูดอากาศเสีย โดยใช้ระบบ negative pressure เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศที่ปนเปื้อนเล็ดลอดไปได้ โดยทั่วไปมักใช้กับการปฏิบัติงานที่เกี่ยวกับกรด ด่าง สารทำละลาย ประตูตู้อาจเปิดแนวตั้ง (vertical sash) หรือประตูเปิดแนวนอน (horizontal sash) การทำงานของตู้ขึ้นกับค่า face velocity ซึ่งเป็นค่าของอัตราความเร็วโดยเฉลี่ยของอากาศต่อหน่วยนาทีที่ไหลเข้าไปในตู้แบบตั้งฉากกับ hood face โดยอัตราที่เหมาะสม คือ 100-150 ฟุตต่อนาที สำหรับการปฏิบัติงานกับสารเคมีที่มีอันตรายและความเป็นพิษสูง ส่วนการปฏิบัติงานกับสารเคมีที่มีความเป็นพิษน้อยถึงปานกลาง อาจใช้ความเร็วที่อัตรา 80-100 ฟุตต่อนาทีก็เพียงพอ และควรติดตั้งตู้ไว้บริเวณด้านในสุดของห้อง และต้องห่างจากประตู หน้าต่างหรือทางเดิน เพื่อป้องกันการเคลื่อนที่ของอากาศบริเวณประตู หน้าต่าง ซึ่งอาจรบกวนระบบไหลเวียนอากาศของตู้ได้ และขณะใช้ตู้ควรยืนห่างจากตู้อย่างน้อยประมาณ 6 นิ้ว ควรสวมถุงมือ แว่นตานิรภัย และเสื้อคลุม ขณะปฏิบัติงานกับสารเคมีในตู้ และไม่ควรใช้ตู้เป็นที่เก็บสารเคมีทุกชนิด

12. ตู้เก็บสารเคมี วัสดุที่ใช้ทำตู้ส่วนใหญ่ คือ โลหะชนิด epoxy-coated steel และพลาสติกชนิด polyethylene แต่ส่วนใหญ่มักนิยมกลุ่ม epoxy-coated steel เพราะทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี ประตูตู้อาจมีทั้งประตูเดี่ยวและประตูคู่ และต้องมีการติดสัญลักษณ์ให้ทราบว่าเป็นสารเคมีประเภทใด หากต้องเก็บสารเคมีประเภทไวไฟ ตู้เก็บอาจทำด้วย epoxy-coated steel แบบมีผนังหนาสองชั้นและบุด้วยฉนวนกันไฟ ห้ามเก็บสารเคมีโดยเรียงตามตัวอักษร ควรเก็บสารเคมีตามหลักการการเข้ากันได้ (compatible) การจัดเก็บสารเคมีไวไฟสามารถวางรวมกับสารกลุ่มเดียวกันได้แต่ไม่เกิน 5 ขวด (ขวดละ 1 แกลลอน) และควรวางห่างจากแหล่งกำเนิดความร้อน เช่น ตู้เย็น เครื่องใช้ไฟฟ้า ตำแหน่งที่ตั้งของตู้เก็บสารเคมีไม่ควรอยู่ใกล้ประตู ภาชนะบรรจุที่เป็นแก้วควรวางไว้ชั้นล่างสุดของตู้

13. อุปกรณ์ล้างตาฉุกเฉิน (Emergency eye wash) ควรติดไว้ประจำที่และจำเป็นต้องมีวางอยู่ห่างจากที่ปฏิบัติงานประมาณ 25-50 ฟุต หรือใช้เวลาสามารถเข้าถึงจุดได้ภายใน 10 วินาที และระหว่างทางไม่ควรมีสิ่งกีดขวาง การเปิดน้ำอาจใช้ระบบเปิดด้วยเท้า (foot paddle) หรือใช้มือผลัก (push bar) ควรให้น้ำพ่นเข้าตาผ่านทางฐานจมูก โดยไม่ให้น้ำพุ่งเข้าลูกตาโดยตรง และใช้นิ้วบังคับเปลือกตาเพื่อให้น้ำล้างตาได้ทั่วถึง หัวพ่นน้ำควรที่จะมีฝาครอบป้องกันฝุ่นละอองและควรทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอโดยการ flush น้ำทิ้งอย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง

14. ฝักบัวฉุกเฉิน (Deluge shower) ควรติดตั้งในบริเวณเดียวกันกับเครื่องล้างตาหรือตำแหน่งที่สามารถเข้าถึงได้ภายใน 10 วินาที ฝักบัวควรสูงจากพื้นประมาณ 7-8 ฟุต ห่างจากกำแพงอย่างน้อย 25 นิ้ว การเปิดฝักบัวอาจใช้ตัวผลัก (paddle) หรือใช้การดึงโซ่ ฝักบัวฉุกเฉินมีอยู่ 3 แบบ คือ

14.1 แบบยึดติดกับฝาผนัง (ceiling / wall type) โดยน้ำจะไหลลงศีรษะอย่างต่อเนื่อง

14.2 แบบที่เป็นสายยางฉีดตัวร่วมกับฝักบัว (wall-mounted drench hose) โดยการใช้งานสามารถฉีดล้างเฉพาะบริเวณที่เปื้อนได้

14.3 แบบฝักบัวฉุกเฉินที่ติดตั้งคู่กับเครื่องล้างตา (floor-mounted emergency combination) สามารถชำระล้างได้ทั้งตา ใบหน้า และลำตัวในเวลาเดียวกัน

15. ระบบเตือนภัย ต้องมีการติดตั้งระบบเตือนภัยคู่กับถังดับเพลิงในห้องปฏิบัติการ ระบบเตือนภัยที่ดีต้องส่งเสียงดังได้ทั่วอาคาร อาจเป็นเสียงกระดิ่งหรือเสียงระฆัง และอาจมีไฟสีแดงกระพริบ โดยระบบเตือนภัยประกอบด้วย 2 ส่วนที่สำคัญ คือ

15.1 กล่องกระตุ้นให้กระดิ่งหรือสัญญาณทำงานที่เรียกว่า “pull station” จะมีสีแดงมีทั้งลักษณะเป็นรูปตัวที (T) กระตุ้นการทำงาน โดยดึงก้านตัวทีลงมาตรงๆ หรืออีกแบบจะมีลักษณะเป็นตัวที แต่จะมีกระจกกั้นต้องใช้ค้อนหรือโลหะทุบกระจกก่อนถึงจะสามารถดึงตัวทีได้

15.2 ส่วนที่สองเป็นส่วนที่เป็นกระดิ่งหรือระฆังเตือนภัย จะมีสีแดงหรือสีน้ำเงิน ติดตั้งไว้บนกำแพงเหนือกล่อง pull station โดยสามารถส่งเสียงและมีไฟกระพริบในขณะที่กระดิ่งดัง

16. ชุดอุปกรณ์ดับเพลิง ในห้องปฏิบัติการมีอยู่สองแบบ คือ ชนิดติดตั้งถาวร ได้แก่ น้ำพุเพดานแบบอัตโนมัติ และชนิดเคลื่อนย้ายได้ ประกอบด้วย ชุดท่อประปาดับเพลิง (fire hose) และถังดับเพลิง ทั้งสองชนิดควรเก็บไว้ในตู้ที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจนและไม่ควรล็อคตู้ สายท่อประปาต้องมีความยาวอย่างน้อย 100 ฟุต ส่วนถังดับเพลิงมีอยู่หลายประเภท ขึ้นอยู่กับต้นกำเนิดของเพลิง ซึ่งควรจัดหาชนิดของถังดับเพลิงที่เหมาะสมกับงานที่ปฏิบัติ ประเภทของเพลิงสามารถแบ่งได้ ดังนี้

16.1 ไฟประเภท A ได้แก่ เพลิงที่เกิดขึ้นจากวัสดุติดไฟทั่วไป เช่น ผ้า กระดาษ และพลาสติก ไฟประเภทนี้ดับได้ด้วยการใช้น้ำฉีดเป็นฝอย

16.2 ไฟประเภท B ได้แก่ เพลิงที่เกิดจากของเหลวหรือแก๊ส เช่น น้ำมัน แก๊ส จาระบี และสิ่งที่ใช้สำหรับล้างละลายทำความสะอาด ดับได้ด้วยวิธีป้องกันไม่ให้อากาศเข้าไปรวมกับเชื้อเพลิง หรือลดอุณหภูมิของเชื้อเพลิง โดยใช้โฟมผงเคมีฮาลอน หรือคาร์บอนไดออกไซด์

16.3 ไฟประเภท C ได้แก่ เพลิงที่เกิดจากอุปกรณ์เครื่องมือไฟฟ้า การดับไฟต้องพยายามตัดวงจรไฟฟ้าเสียก่อน เพื่อลดอันตรายลง การดับไฟต้องใช้สารเคมีที่ไม่เป็นสื่อไฟฟ้า เช่น ฮาลอน คาร์บอนไดออกไซด์หรือเคมีแห้ง

16.4 ไฟประเภท D ได้แก่ เพลิงที่เกิดจากวัสดุจำพวกโลหะติดไฟ เช่น แมกนีเซียม โซเดียมโปตัสเซียม ลักษณะการลุกไหม้ให้ความร้อนสูงรุนแรงมาก การดับเพลิงประเภทนี้ให้ใช้สารเคมีจำพวกเกลือแกง หรือทรายแห้ง

17. ทางหนีไฟ การกำหนดขนาดและจำนวนของประตูหนีไฟ ขึ้นกับสถานที่ตั้ง ขนาดของอาคาร และจำนวนผู้ปฏิบัติงาน ในแต่ละชั้นควรมีทางหนีไฟอย่างน้อยสองทางที่แยกกัน ทางหนีไฟควรมีระยะทางที่สั้นที่สุดที่สามารถนำออกไปสู่ภายนอกอาคารได้เร็วที่สุด และป้ายแสดงทางหนีไฟควรมีโคมไฟสว่างในตัวในเวลาปกติตลอดเวลาที่มีคนใช้อาคาร โดยป้ายที่ใช้ควรเป็นไปตามมาตรฐาน เช่น สมอ. หากเป็นห้องปฏิบัติการที่ตั้งอยู่ในอาคารที่มีมากกว่า 2 ชั้น ประตูห้องปฏิบัติการต้องสามารถเปิดไปสู่โถงทางเดินกลางได้ และสามารถนำไปยังประตูหนีไฟได้ทันที ตามพื้นทางเดินและฝาผนังควรมีการแสดงสัญลักษณ์ลูกศรนำทางเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานทราบว่าประตูหนีไฟอยู่ในทิศทางใด ประตูหนีไฟควรทำจากวัสดุทนไฟ หรือเป็นโลหะที่ทนไฟได้ดี และควรปิดอยู่เสมอ รวมทั้งแสดงสัญลักษณ์บริเวณประตูหนีไฟว่า “ทางออก” หรือ “Exit” จัดให้มีป้ายบอกทางออกฉุกเฉินภายในห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นป้ายที่ใช้แสดงทางออกฉุกเฉินหรือทางหนีภัย

ตารางที่ 6.2 รายละเอียดของถังดับเพลิงแต่ละชนิด

ถังดับเพลิง	รายละเอียด
ถังดับเพลิงชนิด BF2000	การฉีดออกเป็นแก๊สเหลวระเหย สามารถใช้ได้กับไฟชนิด A B และ C เหมาะสำหรับสถานที่ที่ใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์สื่อสารในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เรือ เครื่องบิน และรถถัง
ถังดับเพลิงชนิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	ลักษณะน้ำยาที่ออกมาเวลาฉีดจะเป็นหมอกหิมะที่ไล่ความร้อนและออกซิเจน สามารถใช้กับไฟชนิด B และ C เหมาะสำหรับใช้ภายในอาคาร ไฟที่เกิดจากแก๊ส น้ำมัน และไฟฟ้า
ถังดับเพลิงชนิด HCFC–123	ลักษณะการฉีดออกเป็นแก๊สเหลวระเหย น้ำยาชนิดนี้สามารถใช้กับไฟชนิด A B และ C เหมาะสำหรับใช้กับสถานที่ที่ใช้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์สื่อสารในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เรือ เครื่องบิน และรถถัง

บทที่ 7

ระบบบริหารจัดการความมั่นคง และความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ จุลชีววิทยาทางการแพทย์ (Medical Laboratory Biosafety and Biosecurity Management)

7.1 นโยบายความปลอดภัย

7.2 แผนบริหารจัดการความปลอดภัย

7.3 การมอบหมายหน้าที่ความรับผิดชอบ

7.4 การฝึกอบรม

ระบบบริหารจัดการความมั่นคงและความปลอดภัยห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์ต้องประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ดังนี้

1. นโยบายความปลอดภัย
2. แผนบริหารจัดการความปลอดภัย
3. การมอบหมายหน้าที่ความรับผิดชอบ
4. การฝึกอบรม

7.1 นโยบายความปลอดภัย

ผู้บริหารระดับสูงขององค์กรต้องกำหนด อนุมัติ ลงนาม และประกาศนโยบายความมั่นคงและความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์ เพื่อแสดงให้เห็นถึงความมุ่งมั่นที่จะสนับสนุนการบริหารจัดการให้เกิดความปลอดภัยต่อบุคลากรผู้ปฏิบัติงาน หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ชุมชนและสิ่งแวดล้อม นโยบายความปลอดภัยต้องกล่าวถึงวัตถุประสงค์ แผนงานหรือยุทธศาสตร์ที่ตรงเป้าและชัดเจน ดำเนินการได้จริง และมีการกำกับดูแลความปลอดภัยในทุกระดับให้เป็นไปในทิศทางเดียวกันจนบรรลุเป้าหมาย ทั้งนี้ต้องเปิดโอกาสให้ผู้ปฏิบัติงานมีส่วนร่วมในการกำหนดนโยบาย โดยนโยบายจะต้องระบุวัตถุประสงค์อย่างชัดเจนในหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. ห้องปฏิบัติการมีการบริหารจัดการความเสี่ยงในการทำงานกับสารชีวภาพอันตรายที่มีประสิทธิภาพ สามารถปกป้องบุคลากร ผู้เกี่ยวข้อง ผู้มาใช้บริการ ชุมชนและสิ่งแวดล้อมจากสารชีวภาพอันตรายที่จัดเก็บหรือดำเนินการภายในห้องปฏิบัติการ
2. ลดความเสี่ยงอันตรายที่เกิดจากการหลุดรอดของสารชีวภาพอันตรายออกจากห้องปฏิบัติการโดยไม่ตั้งใจ หรือ ถูกลักลอบขโมยออกจากห้องปฏิบัติการ
3. ปฏิบัติตามข้อกำหนดของกฎหมายทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยและอาชีวอนามัย
4. มีการสื่อสารความเสี่ยงด้านชีวภาพให้กับบุคลากรทุกระดับอย่างมีประสิทธิภาพ
5. มีการปรับปรุงประสิทธิภาพในการบริหารจัดการความปลอดภัยด้านชีวภาพอย่างต่อเนื่อง

7.2 แผนบริหารจัดการความปลอดภัย

ผู้บริหารระดับสูงขององค์กรต้องดำเนินการให้มีการจัดทำแผนและอนุมัติแผนการพัฒนาระบบบริหารความมั่นคงปลอดภัยห้องปฏิบัติการขององค์กร อาจจัดทำเป็นแผนระยะยาว 3 หรือ 5 ปี แต่ต้องมีแผนปฏิบัติการประจำปีทุกปี

การจัดทำแผนพัฒนาระบบบริหารความมั่นคงปลอดภัยห้องปฏิบัติการขององค์กร เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังนี้

1. ข้อกำหนดที่ประเทศไทยต้องดำเนินการตามกฎอนามัยระหว่างประเทศ (International health regulation) และกฎหมายอื่น
2. พัฒนาห้องปฏิบัติการสู่มาตรฐานสากล
3. นำนโยบายความปลอดภัยขององค์กรไปสู่การปฏิบัติที่บรรลุวัตถุประสงค์ของนโยบาย

4. ลดความเสี่ยงอันตรายกับการทำงานกับสารชีวภาพอันตราย

5. แก้ไขข้อบกพร่องที่ได้รับจากการถูกตรวจติดตามจากองค์กรภายนอก

6. พัฒนาองค์กรอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

แผนพัฒนาระบบบริหารความมั่นคงปลอดภัยห้องปฏิบัติการประจำปีจะต้องระบุ กิจกรรม วัตถุประสงค์ ระยะเวลาดำเนินกิจกรรม ผู้รับผิดชอบ และงบประมาณดำเนินการ

นอกจากการจัดทำแผนพัฒนาระบบบริหารความมั่นคงปลอดภัยห้องปฏิบัติการขององค์กร ห้องปฏิบัติการและหน่วยงานสนับสนุนที่เกี่ยวข้องต้องจัดทำแผนปฏิบัติการประจำปีในส่วนที่เกี่ยวข้องของตนเอง เพื่อให้มั่นใจว่าแผนพัฒนาระบบบริหารความมั่นคงปลอดภัยห้องปฏิบัติการขององค์กรบรรลุวัตถุประสงค์และดำเนินการครบถ้วนตามแผน

7.3 การมอบหมายหน้าที่ความรับผิดชอบ

ผู้บริหารระดับสูงขององค์กรมอบหมายหน้าที่ความรับผิดชอบเกี่ยวกับความปลอดภัยให้แก่เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ (laboratory safety officer) หัวหน้าห้องปฏิบัติการ เจ้าหน้าห้องปฏิบัติการ เจ้าหน้าที่บริหารทั่วไป และเจ้าหน้าที่ทุกระดับ เพื่อให้บุคลากรทุกคนตระหนักและมีส่วนร่วมในการพัฒนาระบบบริหารความปลอดภัยขององค์กร

7.3.1 เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ (Laboratory safety officer)

ผู้บริหารระดับสูงขององค์กรต้องแต่งตั้งเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ อาจแต่งตั้งเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มบุคคล ตามความเหมาะสมกับขนาดและภารกิจของหน่วยงาน หรืออย่างน้อยจำนวน 1 คน เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยห้องปฏิบัติการต้องมีคุณสมบัติ

(1) มีประสบการณ์ทำงานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์อย่างต่อเนื่องมาไม่น้อยกว่า 2 ปี มีความรู้และความชำนาญในการทำงานกับสารชีวภาพอันตราย

(2) มีความรู้ ประสบการณ์ และผ่านการอบรมเรื่องความปลอดภัยด้านชีวภาพหรือการปฏิบัติงานกับสารชีวภาพอันตราย

หน้าที่ของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ มีดังนี้

7.3.1.1 ประสานงาน และขับเคลื่อนการดำเนินงานด้านความมั่นคงปลอดภัยห้องปฏิบัติการให้บรรลุผลสำเร็จตามนโยบายของหน่วยงาน และเพื่อให้เป็นไปตามข้อกำหนดกฎหมายและมาตรฐานสากล

7.3.1.2 จัดทำแผนการพัฒนาระบบบริหารความมั่นคงปลอดภัยห้องปฏิบัติการขององค์กรและขับเคลื่อนให้มีการดำเนินการตามแผน

7.3.1.3 ให้คำแนะนำเกี่ยวกับวิธีปฏิบัติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ การจัดทำเอกสารหรือมาตรฐานวิธีปฏิบัติงาน ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับวิธีปฏิบัติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

7.3.1.4 สนับสนุนและให้ความร่วมมือกับเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการในการประเมินความเสี่ยงห้องปฏิบัติการ (laboratory risk assessment)

7.3.1.5 ประสานงานจัดการฝึกอบรม และการตรวจประเมินความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

7.3.1.6 รับแจ้งเหตุ ดำเนินการจัดการกรณีเกิดอุบัติเหตุ หรือเหตุฉุกเฉินเร่งด่วน ที่มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ ประสานงานสืบสวนหาสาเหตุ ติดตามการป้องกันแก้ไข และรายงานผลตรงต่อผู้อำนวยการหรือหัวหน้าหน่วยงาน

7.3.2 หัวหน้าห้องปฏิบัติการ หน้าที่ ดังนี้

7.3.2.1 ประสานงานกับเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ เพื่อขับเคลื่อนการดำเนินงานบริหารความมั่นคงปลอดภัยห้องปฏิบัติการให้บรรลุผลสำเร็จตามนโยบายและแผนการพัฒนาระบบบริหารความมั่นคงปลอดภัยห้องปฏิบัติการขององค์กร และให้เป็นไปตามข้อกำหนดกฎหมายและมาตรฐานสากล

7.3.2.2 จัดทำแผนพัฒนาระบบบริหารความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการประจำปี และขับเคลื่อนให้มีการดำเนินการตามแผน

7.3.2.3 บริหารจัดการ ควบคุม กำกับ ตรวจสอบ ติดตามผลการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ภายในห้องปฏิบัติการ ให้เป็นไปตามระเบียบและวิธีปฏิบัติเรื่องความปลอดภัยของหน่วยงานตามข้อกำหนดของกฎหมายและมาตรฐานสากล

7.3.2.4 ประเมินความเสี่ยงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นในการทำงานกับสารชีวภาพอันตราย และจัดทำแผนลดความเสี่ยงและบริหารความเสี่ยง

7.3.2.5 จัดทำวิธีปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในการทำงานกับสารชีวภาพอันตราย เพื่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน

7.3.2.6 ฝึกอบรมวิธีปฏิบัติเรื่องความปลอดภัยแก่เจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการ ก่อนอนุญาตให้ลงมือปฏิบัติงานจริง และติดตามประเมินผลการปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอเป็นประจำ

7.3.2.7 สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการตรวจประเมินความปลอดภัยห้องปฏิบัติการตามระยะเวลาที่กำหนดในแผนของหน่วยงาน

7.3.2.8 ดำเนินการจัดการกรณีเกิดอุบัติเหตุ หรือเหตุฉุกเฉินเร่งด่วน ที่มีผลกระทบต่อความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ ประสานงานสืบสวนหาสาเหตุ ติดตามการป้องกันแก้ไข และรายงานผลตรงต่อผู้อำนวยการหรือหัวหน้าหน่วยงาน

7.3.3 เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ หน้าที่ ดังนี้

7.3.3.1 ปฏิบัติตามระเบียบ วิธีการ มาตรฐานความปลอดภัยในการปฏิบัติงานกับสารชีวภาพอันตราย

7.3.3.2 ให้ความร่วมมือและปฏิบัติตามแผนพัฒนาระบบบริหารความปลอดภัยประจำปีของห้องปฏิบัติการ และของหน่วยงาน

7.3.3.3 รายงานความเสี่ยงที่จะเกิดอันตราย และอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการต่อหัวหน้าห้องปฏิบัติการ

7.3.4 เจ้าหน้าที่บริหารทั่วไปและนายช่างเทคนิค

ผู้บริหารระดับสูงขององค์กร มอบหมายเจ้าหน้าที่บริหารทั่วไป และ/หรือนายช่างเทคนิค เพื่อรับผิดชอบหน้าที่เรื่องระบบบริหารความปลอดภัย ดังนี้

7.3.4.1 ประสานงานกับเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยห้องปฏิบัติการและหัวหน้าห้องปฏิบัติการ เพื่อบริหารจัดการและขับเคลื่อนระบบความปลอดภัยห้องปฏิบัติการตามนโยบายและแผนของหน่วยงาน

7.3.4.2 บริหารจัดการความมั่นคงปลอดภัยอาคารสถานที่ การควบคุมการเข้าออก และการป้องกันอัคคีภัย โจรภัย และอุทกภัย

7.3.4.3 จัดระบบสาธารณูปโภค (น้ำประปา ไฟฟ้า และโทรศัพท์) กำกับดูแล และตรวจสอบให้พร้อมใช้งาน

7.3.4.4 จัดการกรณีเกิดอุบัติเหตุ หรือเหตุฉุกเฉินเร่งด่วน

7.4 การฝึกอบรม

บุคลากรทุกคนของหน่วยงานต้องได้รับการฝึกอบรมเรื่องความปลอดภัยในการปฏิบัติงานที่เหมาะสมกับหน้าที่ความรับผิดชอบ ก่อนอนุญาตให้เริ่มปฏิบัติงานจริง และต้องได้รับการฝึกอบรมซ้ำทุกปี เพื่อสร้างจิตสำนึกในเรื่องความปลอดภัยให้แก่ผู้ปฏิบัติงาน และเพื่อให้มั่นใจว่าจะทำงานได้อย่างถูกต้องปลอดภัย

หัวหน้าห้องปฏิบัติการ หัวหน้าหน่วยงานสนับสนุน และเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยห้องปฏิบัติการ ร่วมกันพิจารณาและจัดทำแผนการฝึกอบรม โดยพิจารณา ดังนี้

1. ประเมินความต้องการเรื่องที่ต้องอบรม โดยกำหนดและจำแนกภาระงานที่เกี่ยวข้อง จัดลำดับความสำคัญของงาน และรายละเอียดของขั้นตอนที่จำเป็นหรือต้องระวังเป็นพิเศษ

2. การกำหนดวัตถุประสงค์การฝึกอบรม วัตถุประสงค์อาจตอบรับสภาวการณ์ภายใต้กิจกรรมที่ระดับปฏิบัติและระดับความชำนาญต้องการ

3. การกำหนดเนื้อหาและสื่อการฝึกอบรม ให้เหมาะสมกับลักษณะงานหรือประเภทของกลุ่มผู้รับการอบรม

ตัวอย่างหัวข้อการอบรมความปลอดภัย เช่น

- ชนิดหรือประเภทอันตราย (กายภาพ เคมี รังสี สารชีวภาพ)
- ความรู้เบื้องต้นระบบความมั่นคงและความปลอดภัยทางชีวภาพ
- ระเบียบปฏิบัติเรื่องความปลอดภัย
- ความปลอดภัยในการทำงานกับตัวอย่างจากผู้ป่วยและจุลชีพก่อโรค
- การเลือกชนิดและวิธีการสวมใส่อุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคล
- วิธีทำลายเชื้อ
- การเลือกและใช้น้ำยาฆ่าเชื้อ
- การจัดการขยะและของเสียจากห้องปฏิบัติการ
- การขนส่งวัตถุตัวอย่างอันตราย
- การใช้เครื่องมือ
- การจัดการสารเคมี สารชีวภาพอันตราย และตัวอย่างผู้ป่วย แตกหักหรือหกหล่น

4. การประเมินผลการฝึกอบรม ต้องมีการประเมินความเข้าใจของบุคลากรและประเมินผลการฝึกอบรม เพื่อช่วยในการตัดสินได้ว่าการฝึกอบรมบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่ การประเมินผลการฝึกอบรมสามารถทำได้ 4 รูปแบบ คือ

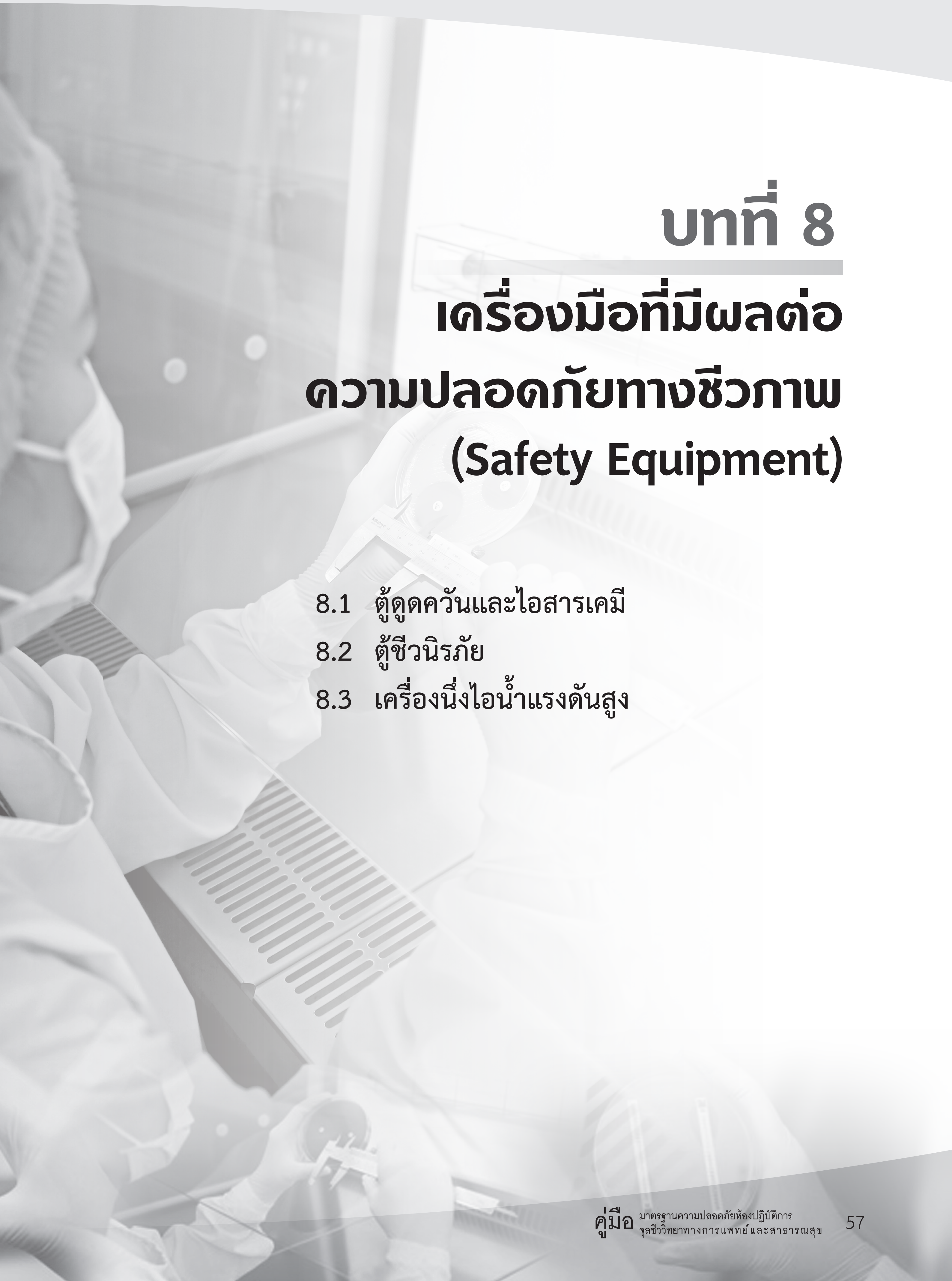
- วัดการตอบสนองของผู้เข้ารับการฝึกอบรมต่อการสอน
- การวัดความจำ และ/หรือการปฏิบัติงานของผู้เข้ารับการฝึกอบรม
- การประเมินการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการทำงาน
- การวัดผลที่เป็นรูปธรรมในแง่ของวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายขององค์กร

ต้องจัดทำบันทึกและเก็บข้อมูลประวัติ ผลการฝึกอบรมไว้ เพื่อยืนยันและแสดงให้เห็นถึงระดับของความสามารถของบุคลากร

5. การทบทวนการฝึกอบรม เพื่อปรับปรุงเนื้อหาและวิธีการสอนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น หรือการใช้เทคนิคการสอนอื่น หรือการเลือกผู้สอนที่มีความสามารถมากขึ้น

เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ และเจ้าหน้าที่เก็บตัวอย่าง รับตัวอย่าง และขนส่งตัวอย่างผู้ป่วยโรคอันตรายร้ายแรง ต้องได้รับการอบรมความปลอดภัยในการทำงานเชื้อโรคอันตรายร้ายแรง และต้องมีการประเมินความรู้ความสามารถในเรื่องความปลอดภัยในการทำงานก่อนปฏิบัติงานจริง หากไม่ผ่านการประเมินต้องได้รับการอบรมซ้ำ

เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยห้องปฏิบัติการและหัวหน้าห้องปฏิบัติการ ต้องได้รับการอบรมเรื่องความปลอดภัยอย่างต่อเนื่อง อย่างน้อยปีละครั้ง โดยเฉพาะเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยห้องปฏิบัติการต้องได้รับการอบรมตามกรอบเนื้อหาสาระที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กำหนด ภายใต้กฎหมายว่าด้วยเชื้อโรคและพิษจากสัตว์



บทที่ 8

เครื่องมือที่มีผลต่อความปลอดภัยทางชีวภาพ (Safety Equipment)

8.1 ตู้ดูดควันและไอสารเคมี

8.2 ตู้ชีวนิรภัย

8.3 เครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูง

เครื่องมือถือเป็นส่วนหนึ่งของการควบคุมด้านวิศวกรรม วัตถุประสงค์เพื่อกักกันจุลชีพก่อโรคในห้องปฏิบัติการไม่ให้หลุดรอดและเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน ผู้ร่วมงาน และสิ่งแวดล้อม การหลุดรอดของจุลชีพ ขณะใช้เครื่องมือมักเกิดจากสาเหตุ ดังนี้

1. การใช้เครื่องมือผิดประเภท ไม่เหมาะสม
2. การใช้เครื่องมือผิดวิธี
3. การใช้เครื่องมือที่มีความบกพร่อง

เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์ที่ใช้กันมาก ได้แก่

1. ประเภทที่ใช้การควบคุมแรงลม ได้แก่ ตู้ดูดควันและไอสารเคมี (fume hood) ตู้ชีวนิรภัย (biological safety cabinet; BSC)

2. ประเภทที่ใช้ความร้อน ได้แก่ เครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูง (autoclave) ตู้อบความร้อน (hot air oven)

ในคู่มือนี้ขอกล่าวเฉพาะตู้ดูดควันและไอสารเคมี ตู้ชีวนิรภัย และเครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูง

8.1 ตู้ดูดควันและไอสารเคมี

เป็นอุปกรณ์ควบคุมการไหลของอากาศที่ออกแบบมาสำหรับใช้งานกับสารเคมีอันตราย สารเคมีไอระเหยหรือสารเคมีไวไฟ เพื่อปกป้องผู้ใช้งาน ตู้ดูดควันและไอสารเคมี มี 2 ชนิด คือ

1. ชนิดที่ต่อกับท่อระบายอากาศของอาคาร ซึ่งอาศัยการดูดไอระเหยสารเคมีออกจากพื้นที่ปฏิบัติงานผ่านระบบระบายอากาศของอาคาร ไอระเหยสารเคมีจะถูกเจือจางโดยอากาศภายนอก ข้อควรระวังของตู้ดูดควันแบบนี้ คือ ต้องมั่นใจว่าระบบระบายอากาศของอาคารมีประสิทธิภาพเหมาะสม

2. ชนิดที่ดูดซับไอระเหยสารเคมีด้วย activated charcoal จึงไม่ต้องต่อท่อเข้ากับระบบระบายอากาศ

ข้อควรระวังของตู้ดูดควัน คือ ไม่ควรใช้ตู้ดูดควันกับงานที่ต้องการความสะอาด หรือการปฏิบัติงานกับจุลชีพก่อโรค เพราะไม่มีระบบป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อโรค หรือป้องกันการปนเปื้อนชิ้นงาน

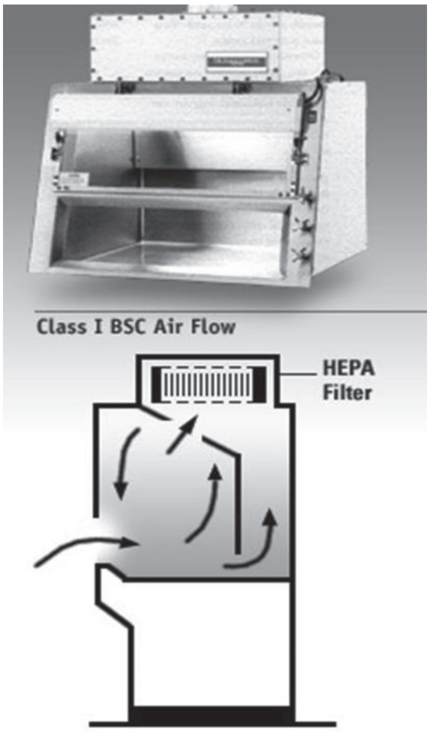
8.2 ตู้ชีวนิรภัย

เป็นอุปกรณ์ที่ควบคุมการไหลของอากาศ ที่อาศัยหลักการทำงานของมอเตอร์พัดลมและชุดกรองอากาศประสิทธิภาพสูง (High Efficiency Particulate Air; HEPA) ซึ่งมอเตอร์พัดลมจะเป็นตัวดูดและควบคุมแรงดันลมภายในตู้ให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม ส่วนแผ่นกรอง HEPA จะช่วยกรองไม่ให้เชื้อจุลชีพจากการปฏิบัติงานภายในตู้หลุดออกสู่ภายนอก ซึ่งเป็นการป้องกันอันตรายให้กับตัวผู้ปฏิบัติงาน ผู้ร่วมงาน และสิ่งแวดล้อม แผ่นกรองอากาศมีลักษณะพับซ้อนกันและบรรจุไว้ในกรอบแข็ง มีคุณสมบัติในการกรองอนุภาค แผ่นกรองโดยทั่วไป เช่น แผ่นกรองอากาศสำหรับ clean room จะมีประสิทธิภาพในการกรองอนุภาคขนาด 0.3 ไมครอน ได้ 99.97 % แต่สำหรับแผ่นกรองอากาศที่ใช้กับตู้ชีวนิรภัยจะต้องมีคุณสมบัติในกรองอนุภาคขนาด 0.3 ไมครอน ได้ถึง 99.99 %

ตู้ชีวนิรภัย มี 3 ประเภท คือ Class I, Class II, และ Class III ซึ่งรายละเอียดในแต่ละ Class สรุปได้ ดังนี้

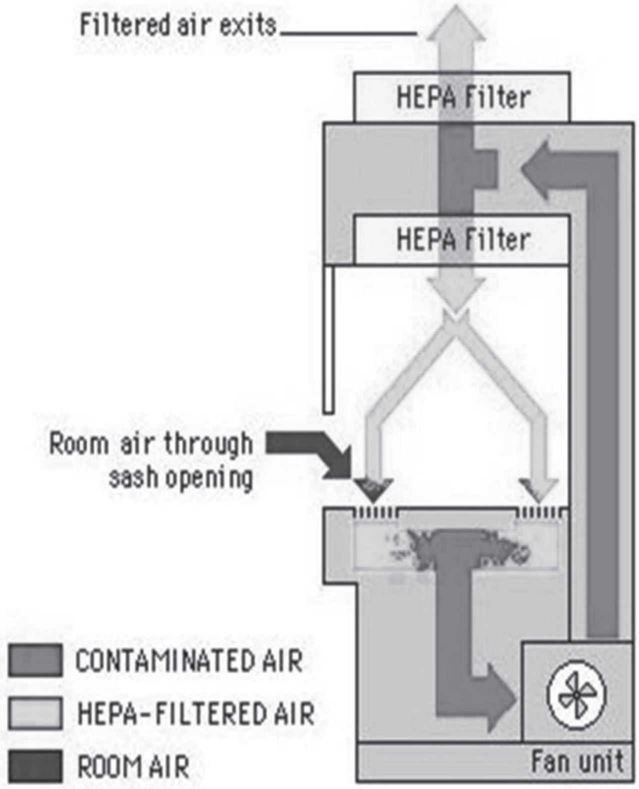
8.2.1 ตู้ชีวนิรภัย Class I ตู้ชนิดนี้อากาศจากภายนอกตู้จะไหลผ่านเข้ามาภายในตู้ก่อนระบายออกสู่

ด้านนอก ทำให้ไม่สามารถปกป้องชิ้นงานและป้องกัน cross contamination แต่สามารถปกป้องผู้ใช้งานและปกป้องสิ่งแวดล้อมได้ โดยอากาศที่ออกจากตู้จะผ่าน HEPA filter ก่อนปล่อยออก สามารถใช้ปฏิบัติงานกับจุลชีพในห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 1-3 ที่มีลักษณะงานไม่ต้องการการปกป้องชิ้นงานจากการปนเปื้อนและไม่ใช้กับสารเคมี ความเร็วอากาศผ่านเข้าตู้ อย่างน้อย 75 ฟุตต่อนาที



รูปที่ 8.1 ตู้ชีวนิรภัย Class I
ที่มา http://ehs.uky.edu/

8.2.2 ตู้ชีวนิรภัย Class II เป็นตู้ชีวนิรภัยชนิดที่นิยมใช้ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์มากที่สุด เนื่องจากสามารถปกป้องผู้ใช้งาน ชิ้นงาน และสิ่งแวดล้อม โดยอากาศที่ไหลเข้าด้านหน้าตู้ (inward airflow) จะถูกดูดลงตรงตะแกรงด้านหน้า ซึ่งเป็นการสร้างม่านอากาศ เพื่อป้องกันไม่ให้จุลชีพภายในตู้แพร่กระจายออกไปสู่ผู้ใช้งาน ส่วนการปกป้องชิ้นงานนั้น อากาศที่ไหลลงสู่พื้นที่ปฏิบัติงาน (downward airflow) เป็นอากาศสะอาดที่ถูกกรองด้วยแผ่นกรอง HEPA และไหลแยกเป็นสองกระแสลงทางตะแกรงด้านหน้าและด้านหลัง เพื่อป้องกันชิ้นงานจากการปนเปื้อนและป้องกัน cross contamination ระหว่างชิ้นงาน ในด้านการปกป้องสิ่งแวดล้อม อากาศที่ปนเปื้อนจากพื้นที่ปฏิบัติงานจะถูกกรองด้วยแผ่นกรอง HEPA ก่อนถูกปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม ตู้ชนิดนี้สามารถใช้ปฏิบัติงานกับจุลชีพในห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 1-3 และ ใช้ในห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 4 อย่างมีเงื่อนไข



รูปที่ 8.2 ตู้ชีวนิรภัย Class II
ที่มา http://ars.usda.gov/sp2userfiles/

ตู้ชีวนิรภัย Class II แบ่งออกได้ 4 ชนิด คือ Class II Type A1, Class II Type A2, Class II Type B1 และ Class II Type B2

8.2.2.1 ตู้ชีวนิรภัย Class II Type A1 มีความเร็วลมผ่านเข้าหน้าตู้อย่างน้อย 75 ฟุตต่อนาที ระบายอากาศออก 30% หมุนเวียนอากาศภายในตู้ 70% BSC Class II Type A1 ที่ผลิตหลังปี พ.ศ. 2551 จะมีการเพิ่มช่องความดันอากาศลบล้อมรอบทางเดินอากาศรวมที่ปนเปื้อน เพื่อป้องกันการรั่วไหลของจุลชีพหากมีรอยรั่วที่ตู้ชีวนิรภัย ไม่ควรใช้ตู้ชนิดนี้กับงานด้านจุลชีพที่มีการใช้สารเคมีอันตราย สารเคมีไอระเหย หรือสารกัมมันตรังสีร่วมด้วย

8.2.2.2 ตู้ชีวนิรภัย Class II Type A2 มีความเร็วลมผ่านเข้าหน้าตู้เพิ่มขึ้นจาก Type A1 เป็นอย่างน้อย 100 ฟุตต่อนาที ระบายอากาศออก 30% หมุนเวียนอากาศภายในตู้ 70% BSC Class II Type A2 ต้องมีช่องความดันอากาศลบล้อมรอบทางเดินอากาศรวมที่ปนเปื้อน เพื่อป้องกันการกระจายของจุลชีพหากตู้รั่ว ตู้ชนิดนี้สามารถต่อกับระบบระบายอากาศผ่านชุดฝาครอบดูดควัน (canopy) ได้ จึงสามารถใช้กับงานด้านจุลชีพที่มีการใช้สารเคมีไอระเหย สารเคมีอันตราย สารเคมีไวไฟ หรือสารกัมมันตรังสีร่วมด้วย แต่ต้องในปริมาณน้อยเท่านั้น และถ้าต้องใช้งานดังกล่าวตู้จะต้องต่อกับระบบระบายอากาศของอาคาร เพื่อระบายไอระเหยสารเคมี

ออกไปนอกตัวอาคาร การเชื่อมต่อต้องใช้ชุดฝาครอบดูดควันเท่านั้น ห้ามเชื่อมต่อแบบปิดเด็ดขาด โดยชุดฝาครอบดูดควันจะมีช่องเปิด เพื่อดูดเอาอากาศภายในห้องเข้าไปในท่อระบายอากาศ ซึ่งทำหน้าที่เป็นเหมือนกลไกในการป้องกันไม่ให้ไอระเหยสารเคมีหลุดออกไปในห้องปฏิบัติการ และมีกลไกป้องกันในกรณีที่ระบบระบายอากาศของอาคารไม่ทำงาน เพื่อให้ตู้ชีวนิรภัยยังสามารถปองกันการรั่วไหลของจุลชีพได้

ตู้ชีวนิรภัย Class II Type B มีความเร็วลมผ่านเข้าหน้าตู้อย่างน้อย 100 ฟุตต่อนาที พัดลมภายในตู้ชีวนิรภัย ทำหน้าที่ในการดูดอากาศเข้ามาในตู้หรือหมุนเวียนอากาศในตู้ แต่ไม่มีหน้าที่ในการระบายอากาศออกจากตู้ การระบายอากาศออกจากตัวตู้ต้องอาศัยพัดลมอีกตัว ได้แก่ พัดลมระบายอากาศของอาคาร ทำให้ตู้ชีวนิรภัยชนิดนี้จำเป็นต้องต่อกับระบบระบายอากาศของอาคาร และเป็นการเชื่อมต่อแบบปิดเท่านั้น ซึ่งต้องมีระบบ interlock ซึ่งเป็นกลไกป้องกัน ในกรณีที่พัดลมระบายอากาศของอาคารระบายอากาศลดลงเกิน 20% ระบบ interlock จะตัดการทำงานของพัดลมภายในตู้ชีวนิรภัย เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเป่าลมจากพื้นที่ปฏิบัติงานออกทางช่องเปิดด้านหน้าตู้ก่อให้เกิดจุลชีพรั่วไหล ตู้ชนิดนี้แบ่งย่อยออกเป็น 2 ชนิด คือ Class II Type B1 และ Class II Type B2

8.2.2.3 ตู้ชีวนิรภัย Class II Type B1 เป็นตู้ชีวนิรภัยที่มีการนำอากาศมาไหลเวียนภายในตู้ 30% และระบายอากาศออก 70% อากาศที่นำกลับมาไหลเวียนภายในตู้และอากาศที่ระบายออกจากตู้จะถูกกรองด้วยแผ่นกรอง HEPA ก่อน สามารถใช้กับงานด้านจุลชีพที่ต้องมีการใช้สารเคมีที่มีไอระเหย สารเคมีอันตราย สารเคมีไวไฟ หรือสารกัมมันตรังสีร่วมด้วยได้ แต่ควรใช้เพียงปริมาณน้อย ถ้าหากมีการใช้งานด้านสารเคมีหรือสารกัมมันตรังสีในปริมาณมากควรใช้ตู้ชีวนิรภัยชนิด Class II Type B2

8.2.2.4 ตู้ชีวนิรภัย Class II Type B2 เป็นตู้ชีวนิรภัยที่ไม่มีการหมุนเวียนอากาศกลับมาใช้ภายในตู้ อากาศที่ไหลเข้าตู้จะถูกระบายออก 100% และอาศัยพัดลมระบายอากาศของอาคารในการระบายอากาศออกจากตู้ จึงต้องต่อกับระบบระบายอากาศและเป็นการเชื่อมต่อแบบปิดเท่านั้น ตู้ชนิดนี้เหมาะสำหรับใช้กับงานด้านจุลชีพที่มีการใช้สารเคมีหรือสารกัมมันตรังสีร่วมด้วยในปริมาณมาก หรือมีการใช้สารเคมีกับงานจุลชีพบ่อย

8.2.3 ตู้ชีวนิรภัย Class III เป็นตู้ชีวนิรภัยที่เป็นระบบปิด มีวัสดุแข็งกั้นกลางระหว่างผู้ใช้งานกับชิ้นงาน เช่น กระจก สามารถติดตั้งในห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยได้ทุกระดับ

การปฏิบัติงานกับตู้ชีวนิรภัย เป็นสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึง เพราะหากปฏิบัติงานอย่างไม่ถูกต้องนอกจากจะทำให้ชิ้นงานปนเปื้อน อาจทำให้เชื้อจุลชีพรั่วไหลออกมาภายนอก ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน ผู้ร่วมงาน และสิ่งแวดล้อม เราสามารถแบ่งระยะในการปฏิบัติงานกับตู้ชีวนิรภัยได้เป็น 3 ระยะ คือ ก่อนการใช้งาน ขณะใช้งาน และหลังการใช้งาน โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ก่อนการใช้งาน

1. พิจารณาเนื้องานของตนเองว่าต้องใช้งานตู้ประเภทใด
2. ตรวจสอบว่าตู้ได้รับการตรวจรับรอง และอยู่ในช่วงของการรับรอง
3. ประเมินความเสี่ยงของงาน
4. ทราบวิธีการจัดการลดการปนเปื้อนกรณีเกิดการรั่วไหล (spill decontamination)
5. สวมใส่ PPE ที่เหมาะสมขณะปฏิบัติงาน
6. ตรวจสอบ drain valve ให้อยู่ในตำแหน่งปิด

7. การเปิดตู้ใช้งาน
    7.1 เปิดกระจกสูงตามที่กำหนด
    7.2 เปิดพัดลม ไว้ก่อนอย่างน้อย 5 นาที
    7.3 ตรวจสอบสัญญาณเตือนต่างๆ
    7.4 ตรวจสอบทิศทางการไหลของอากาศ
    7.5 ตรวจสอบ magnehelic gauge
    7.6 ทำความสะอาดฆ่าเชื้อผิวภายในตู้ทุกด้าน ด้านหน้า ด้านหลัง ด้านข้างทั้งสองด้าน และพื้นที่ปฏิบัติงาน
    7.7 จัดเตรียมงานและอุปกรณ์ที่จำเป็น
    7.8 ควรมีตารางจองการใช้งานเครื่องและป้ายเตือนว่ากำลังใช้เครื่องแขวนไว้หน้าห้อง

ขณะใช้งาน

1. ทำความสะอาดลดการปนเปื้อนเชื้อวัสดุอุปกรณ์ทุกชนิดก่อนนำเข้าตู้
2. แบ่งพื้นที่ทำงานออกเป็นสามส่วน คือ ส่วนของสะอาด ส่วนทำงาน และ ส่วนของปนเปื้อน/ขยะ
3. อุปกรณ์ขนาดใหญ่ให้วางค่อนไปทางด้านหลังตู้
4. เคลื่อนมือเข้าออกตู้อย่างตรงๆ ให้ชิดตะแกรงด้านหน้า ไม่กวาดมือเข้าออก
5. ห้ามวางสิ่งของเช่น สมุดโน้ต หรือ blue pad ทับบริเวณตะแกรงด้านหน้า
6. ไม่ควรใช้ตะเกียงบุนเสน
7. ปฏิบัติงานตามหลักปลอดเชื้อ
8. ทิ้งขยะปนเปื้อนรวมทั้งถุงมือภายในตู้
9. ไม่ใช้ตู้ชีวนิรภัยเป็นที่เก็บของ
10. หากเกิดสัญญาณหรือความผิดปกติกับตู้ ให้ปิดภาชนะทุกอย่างในตู้ และแจ้งผู้เกี่ยวข้อง ห้ามปิดการทำงานของตู้โดยเด็ดขาด

หลังการใช้งาน

1. ปิดฝาภาชนะทุกชนิด
2. ทิ้งขยะไม่มีคมและถอดถุงมือทิ้งถุงขยะติดเชื้อภายในตู้
3. รวบปิดปากถุงแล้วพ่นน้ำยาฆ่าเชื้อภายนอกถุงขยะ ก่อนนำออกมาจากตู้เพื่อทำลาย
4. เช็ดฆ่าเชื้อด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อโรคอุปกรณ์ทุกชิ้นก่อนนำออกจากตู้
5. อุปกรณ์ที่ปนเปื้อน และขยะควรได้รับการฆ่าเชื้ออย่างถูกต้องตามวิธีปฏิบัติของหน่วยงาน
6. ทำความสะอาดฆ่าเชื้อพื้นผิวภายในตู้
7. ปิดไฟ ปิดกระจกนิรภัย ปิดพัดลม

สำหรับการฆ่าเชื้อด้วยหลอด UV นั้น ไม่สามารถนำมาใช้แทนการทำความสะอาดพื้นผิวการทำงานได้ หากต้องการใช้งานหลอด UV ต้องมีการทำความสะอาดหลอดและตรวจวัดความเข้มแสงเป็นประจำทุกสัปดาห์ โดยความเข้มแสง UV ต้องไม่น้อยกว่า 40 ไมโครวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร และเนื่องจากแสง UV อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้ได้ หากไม่ระมัดระวัง จึงควรปิดพัดลมและปิดกระจกนิรภัยก่อนใช้งานหลอดยูวี รวมทั้งควรเปิดใช้งานเมื่อไม่มีผู้อื่นอยู่ในห้อง

การตรวจรับรองตู้ชีวนิรภัย เป็นการดำเนินการทดสอบทางกายภาพ (physical testing) ของตู้ชีวนิรภัย ซึ่งทำภายใต้ข้อกำหนดมาตรฐานการผลิตตู้นั้น เช่น NSF / ANSI 49, EN12469 เป็นต้น โดยเปรียบเทียบผลการทดสอบกับใบรับรองประสิทธิภาพของตู้ (original test report) จากบริษัทผู้ผลิต ผู้ให้บริการตรวจรับรองต้องมีประสบการณ์และผ่านการอบรมหลักสูตรการตรวจรับรองตู้ตามข้อกำหนดและใช้เครื่องมือที่ได้รับการสอบเทียบตามมาตรฐาน เช่น มาตรฐาน National Institute of Standards and Technology (NIST) เป็นต้น

การตรวจรับรองตู้ควรดำเนินการเมื่อ

1. หลังติดตั้งเสร็จ (ก่อนเริ่มใช้งาน)
2. หลังการซ่อม หรือเปลี่ยน HEPA filter
3. หลังเคลื่อนย้ายไปที่อื่น
4. ตามระยะเวลาที่กำหนด หรืออย่างน้อยทุก 1 ปี

สำหรับพารามิเตอร์ที่ต้องใช้ในการตรวจสอบหรือตรวจรับรองตู้ชีวนิรภัย ต้องประกอบไปด้วยหัวข้อสำคัญ ดังต่อไปนี้

1. การวัดความเร็วลมผ่านพื้นที่ปฏิบัติงาน (Down flow velocity test)
2. การวัดความเร็วลมเข้าหน้าตู้ (Inflow velocity test)
3. การทดสอบหารอยรั่วของ HEPA Filter (HEPA filter leak test)
4. การทดสอบรูปแบบการไหลของอากาศ (Airflow smoke patterns test)
5. การประเมินการติดตั้ง (Site installation assessment Test)
6. การทดสอบหารอยรั่วของตู้ (Cabinet integrity) ทำเฉพาะตู้ชีวนิรภัย Class II Type A1 หลังการเปลี่ยน HEPA หรือการซ่อมแซมขนาดใหญ่

สำหรับพารามิเตอร์อื่น อาจดำเนินการเพิ่มเติมได้ แต่ไม่มีผลต่อการทำงานของตู้อย่างปลอดภัย ซึ่งประกอบด้วย การตรวจไฟรั่ว ความเข้มแสง ความสั่นสะเทือน หรือความดัง

อย่างไรก็ตาม คู่มือการใช้งานของตู้ชีวนิรภัยที่ใช้งานเป็นสิ่งสำคัญและจำเป็นสำหรับการดำเนินการทดสอบของช่างหรือผู้ทำการตรวจสอบ และใช้ประกอบการตัดสินใจว่าตู้ชีวนิรภัยที่ผ่านการตรวจรับรองนั้นสามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัยหรือไม่ นอกเหนือไปจากคุณสมบัติของช่างหรือผู้มาทำการทดสอบและเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบ

การเชื่อมต่อตู้ชีวนิรภัยเข้ากับระบบระบายอากาศของอาคารมี 2 วิธี

1. การต่อผ่านชุดฝาครอบดูดควัน (canopy connection) เป็นอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อตู้ชีวนิรภัย Class II Type A2 เข้ากับระบบระบายอากาศของอาคาร เพื่อใช้ดูดไอระเหยสารเคมีที่ใช้ภายในตู้ชีวนิรภัยออกไปเจือจางด้วยอากาศนอกอาคาร ชุดฝาครอบดูดควันมีลักษณะพิเศษ คือ มีช่องเปิดสำหรับให้อากาศจากภายนอกเข้าไปรวมกับอากาศที่ระบายออกจากตู้ชีวนิรภัย สร้างเป็นม่านอากาศกันไม่ให้ไอระเหยสารเคมีเล็ดรอดออกสู่อากาศภายในห้องปฏิบัติการ ชุดฝาครอบดูดควันจะมีกลไกที่ช่องเปิด สำหรับป้องกันการไหลย้อนกลับของอากาศ เมื่อระบบระบายอากาศเกิดขัดข้อง เช่นเมื่อพัดลมดูดอากาศไม่ทำงาน อากาศที่ระบายออกจากตู้จะไม่ถูกดูดออกทางท่อระบายอากาศ และไหลย้อนกลับลงมาทางตัวตู้ กลไกที่ช่องเปิดจะปล่อยอากาศที่ไหลย้อนนี้ออกมาสู่ห้องปฏิบัติการ เป็นการป้องกันไม่ให้อากาศไหลย้อนทิศลงมาในตู้และออกมาทางช่องเปิดด้านหน้าตู้

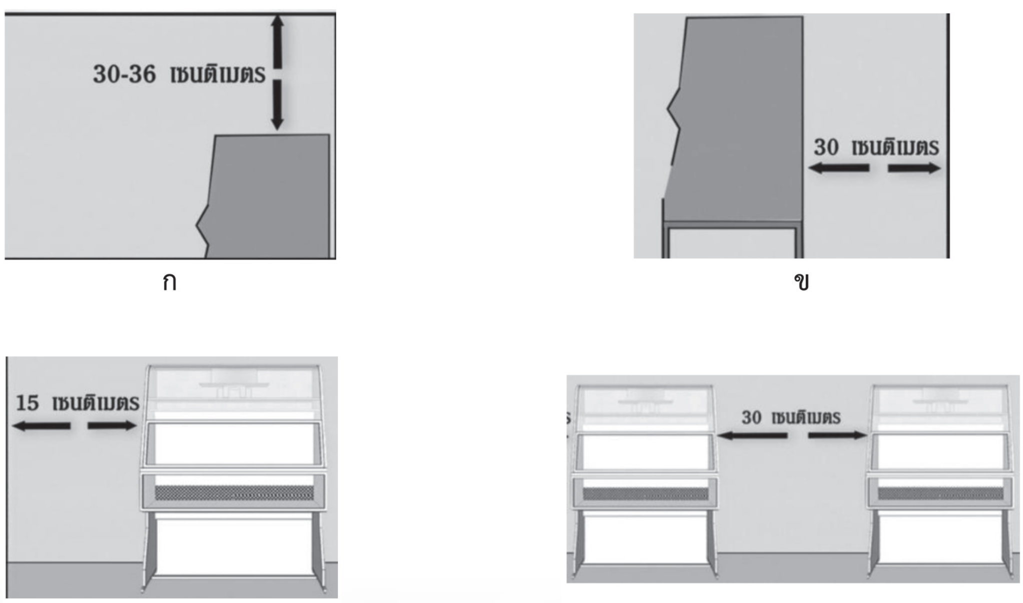
แม้ว่าไอระเหยสารเคมีอาจกระจายสู่อากาศในห้องปฏิบัติการ แต่อันตรายจากการเกิดจุลชีพฟุ้งกระจายยังถูกกักกันให้อยู่ภายในตู้ชีวนิรภัย

2. การต่อกับระบบระบายอากาศแบบปิด (hard duct) เป็นการเชื่อมต่อตู้ชีวนิรภัย Class II Type B เข้ากับระบบระบายอากาศของอาคาร อากาศที่ระบายออกจากตู้ชีวนิรภัยจะถูกดูดออกไปเจือจางนอกอาคาร โดยพัดลมดูดอากาศที่อยู่ในระบบระบายอากาศของอาคาร ดังนั้นหากพัดลมระบายอากาศไม่ทำงาน อากาศที่ระบายออกจากตู้จะไหลย้อนกลับเข้าไปทางตัวตู้ และหากตู้ชีวนิรภัยไม่มีกลไกตัดระบบพัดลมภายในตู้ ก็จะเกิดการเป่าอากาศที่ปนเปื้อนจุลชีพภายในตู้ชีวนิรภัยออกมาทางช่องเปิดด้านหน้าตู้ แพร่กระจายสู่ผู้ใช้งานและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการเลือกซื้อตู้ชีวนิรภัย Class II Type B ที่ต้องต่อแบบปิดกับระบบระบายอากาศ ผู้ซื้อต้องมั่นใจว่าระบบระบายอากาศของอาคารมีความพร้อมรองรับตู้ชีวนิรภัย และในการตรวจรับรองตู้ จะต้องมีการตรวจสอบระบบการตัดพัดลมภายในตู้ และระบบการเตือนภัยเมื่อแรงลมในท่อระบายอากาศลดลงเกินกำหนด

สถานที่ติดตั้งตู้ชีวนิรภัย

ข้อควรคำนึงถึงเกี่ยวกับสถานที่ติดตั้งตู้ชีวนิรภัย ได้แก่

1. ควรวางให้ห่างจากแหล่งกำเนิดลม เช่น หัวจ่ายเครื่องปรับอากาศ พัดลม เครื่องปรับอากาศ หน้าต่าง ประตู ด้านบนของตู้ควรห่างจากเพดาน อย่างน้อย 30-36 เซนติเมตร (รูปที่ 8.3ก) เพื่อให้มีช่องว่างในการตรวจรับรองและการซ่อมแซมตู้ ควรวางให้ด้านหลังตู้ห่างจากกำแพงอย่างน้อย 30 เซนติเมตร (รูปที่ 8.3ข) และวางให้ด้านข้างของตู้ห่างจากอุปกรณ์อื่นอย่างน้อย 15 เซนติเมตร (รูปที่ 8.3ค) แต่หากจะวางไว้ข้างตู้ชีวนิรภัย หรืออุปกรณ์ควบคุมลมอื่นควรวางให้ห่างกันอย่างน้อย 30 เซนติเมตร (รูปที่ 8.3ง)



รูปที่ 8.3 ตำแหน่งการวางตู้ชีวนิรภัย

2. อากาศไหลเวียนในห้องปฏิบัติการต้องมีปริมาณมากพอ ไม่ควรติดตั้งตู้ชีวนิรภัยประเภทที่ต้องต่อกับระบบระบายอากาศในห้องที่มีขนาดเล็กและการไหลเวียนของอากาศเข้าสู่ห้องไม่ดีพอ รวมไปถึงห้องที่ต้องควบคุมความดันอากาศ เช่น ห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 3 หรือ clean room เป็นต้น เนื่องจากขณะใช้งานตู้ชีวนิรภัย ระบบระบายอากาศจะทำงานและดูดอากาศภายในห้องออกตลอดเวลา จึงต้องมั่นใจว่าภายในห้องปฏิบัติการนั้นมีอากาศเข้าสู่ห้องมากเพียงพอ

3. ตู้ชีวนิรภัยควรต่อตรงเข้ากับเบรกเกอร์และแยกจากเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอื่น และควรต่อกับอุปกรณ์สำรองไฟเพื่อกันไฟกระชาก ไฟตก หรือ ไฟดับ

8.3 เครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูง

โดยทั่วไป การทำให้ปราศจากเชื้อด้วยความร้อนสามารถทำได้ 2 วิธีหลัก คือ ใช้ความร้อนแห้ง (dry heat) และความร้อนชื้น (moist heat) เครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูงเป็นเครื่องมือที่ใช้ทำลายจุลชีพด้วยความร้อนชื้น ซึ่งในการทำให้ปราศจากเชื้อด้วยวิธีนี้ มีปัจจัยสำคัญที่ต้องคำนึงถึง 4 ประการ คือ เวลา อุณหภูมิ ความดัน ความชื้น หากอุณหภูมิสูงขึ้น ความดันสูงขึ้น ระยะเวลาที่ใช้ในการทำให้ปราศจากเชื้อจะสั้นลง

การใช้ความร้อนชื้นในการกำจัดจุลชีพเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพที่สุด เนื่องจากคุณสมบัติของน้ำที่สามารถนำความร้อนได้ดีกว่าอากาศ ดังนั้นการทำให้ปราศจากเชื้อโดยอาศัยความร้อนชื้น จึงสามารถทำให้วัตถุนั้นปราศจากเชื้อที่อุณหภูมิที่ต่ำกว่าการใช้ความร้อนแห้งและใช้เวลาสั้นกว่า ผลของการใช้ความร้อนชื้นจะทำให้โปรตีนของจุลชีพเกิดการจับเป็นก้อน (coagulation) และเกิดการสลายตัว (denaturation) ทำให้โปรตีนที่เป็นองค์ประกอบภายในเซลล์ถูกทำลายอย่างถาวร ดังนั้นแบคทีเรียและสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กจึงไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้

อุณหภูมิขั้นต่ำในการกำจัดแบคทีเรียและสปอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดันที่ 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วนั้น สามารถจะฆ่าเชื้ออย่างมีประสิทธิภาพที่เวลาเพียง 15 นาที แต่ถ้าใช้อุณหภูมิ 132 ถึง 135 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 27 ถึง 30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ต้องใช้เวลา 10 ถึง 25 นาที ระยะเวลาที่ใช้ขึ้นกับขนาด ชนิด ปริมาณของสิ่งที่ต้องการฆ่าเชื้อ ซึ่งต้องมีการประเมินความเสี่ยงร่วมด้วย

สิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในการใช้งานเครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูง คือ ปริมาณการใส่ของในเครื่องนึ่ง ปริมาณน้ำต้องเพียงพอ และเครื่องต้องไม่มีการรั่วซึม ดังนั้นในการใช้งานจึงควรปฏิบัติ ดังนี้

1. ควรต่อผ่าน breaker โดยตรง
2. ตรวจสอบปริมาณน้ำภายในเครื่องให้ได้ตามกำหนด
3. นำสิ่งของที่ต้องการทำลายเชื้อใส่ลงไป รัดปากถุง biohazard bag หรือกรณีใช้ภาชนะฝาปิดต้องคลายเกลียวหรือเปิดฝา
4. ติด autoclave tape ที่ภาชนะบรรจุ หลังการนึ่งต้องสังเกตการณ์เปลี่ยนสีของเทปก่อนการนำไปดำเนินการต่อ
5. ปิดฝาและตรวจสอบลิ้นความดัน
6. ดำเนินการตามคู่มือ/ SOP
7. ควรจัดทำและบันทึกการใช้งาน
8. เครื่องควรได้รับการตรวจสอบเทียบ (certification) อย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

ข้อพึงระวัง คือ การทำงานของเครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูงต้องการความบริสุทธิ์ของไอน้ำ ดังนั้นการใช้น้ำที่ไม่บริสุทธิ์เติมในเครื่อง อาจทำให้สารที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำสะสมในห้องนึ่งและพื้นผิวภายในห้องนึ่งอาจเสียหาย ดังนั้นจำเป็นต้องใช้น้ำจากแหล่งที่เชื่อถือได้ เช่น น้ำ RO (reverse osmosis) หรือ น้ำกรอง เป็นต้น

นอกจากนี้การบรรจุวัตถุปนเปื้อนที่ต้องการทำลายจุลชีพ ต้องใส่ในวัสดุที่สามารถให้ไอน้ำแทรกผ่านได้ และป้องกันไม่ให้มีจุลชีพเข้าไปปนเปื้อนเครื่องมือในภายหลังได้ ซึ่งอาจจะเป็นกระดาษ ผ้า หรือพลาสติกที่ออกแบบมาสำหรับใช้ในวัตถุประสงค์นี้โดยเฉพาะ การห่อวัตถุในถุงพลาสติกที่ปิดแน่นจนไอน้ำไม่สามารถเข้าไปสัมผัสกับวัตถุได้ จะทำให้ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อลดลง เนื่องจากภายในถุงจะมีอากาศแห้งอยู่ จึงเปรียบเหมือนเรากำลังทำการฆ่าเชื้อ โดยใช้ความร้อนแห้ง ซึ่งต้องการอุณหภูมิที่สูงกว่าและเวลาที่นานขึ้น

เครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูงจัดเป็นเครื่องมือที่เกี่ยวกับความปลอดภัยด้านชีวภาพเช่นเดียวกับตู้ชีวนิรภัย โดยสามารถช่วยกักกันไม่ให้จุลชีพก่อโรคแพร่กระจายออกสู่ภายนอกได้ ดังนั้นเครื่องต้องได้รับการดูแลและการตรวจสอบเพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องยังสามารถใช้งานได้ดี

กระบวนการในการตรวจสอบประสิทธิภาพการทำให้ปราศจากเชื้อโดยเครื่องนึ่งไอน้ำ มี 3 วิธี ดังนี้

1. การตรวจสอบทางกลไก (Mechanical or Physical monitoring)
2. การตรวจสอบทางเคมี (Chemical monitoring)
3. การตรวจสอบทางชีวภาพ (Biological monitoring)

การตรวจสอบทั้ง 3 วิธีมีวัตถุประสงค์ในการดำเนินการที่แตกต่างกัน กล่าวคือ mechanical monitoring แสดงให้เห็นถึงการทำงานของเครื่องว่าสมบูรณ์หรือไม่ chemical monitoring แสดงให้เห็นว่าห่ออุปกรณ์ได้ผ่านกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อแล้ว และ biological monitoring ชี้ให้เห็นว่าเชื้อจุลชีพและสปอร์ของเชื้อแบคทีเรียถูกทำลาย แสดงให้เห็นว่าห่ออุปกรณ์ปราศจากเชื้อแล้ว

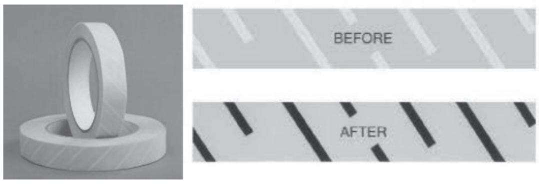
1. การตรวจสอบทางกลไก (Mechanical or Physical monitoring) เป็นการตรวจสอบการทำงานของเครื่องโดยดูจากตัวบ่งชี้ทางกลไกของเครื่อง (mechanical indicators) ซึ่งได้แก่ มาตรวัดอุณหภูมิ มาตรวัดความดัน สัญญาณไฟต่างๆ แผ่นกราฟที่บันทึกการทำงานของเครื่องในแต่ละขั้นตอน สิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งแรกที่บอกให้ทราบว่าเครื่องทำงานปกติหรือไม่ แต่ถึงแม้ว่าการตรวจสอบจะพบว่าเครื่องทำงานเป็นปกติ ก็ไม่สามารถยืนยันได้อย่างมั่นใจว่าห่ออุปกรณ์ที่อยู่ภายในห้องนึ่งที่ผ่านกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อแล้วนั้นมีสภาพปราศจากเชื้อจริง จำเป็นต้องดูผลจากตัวบ่งชี้ทางเคมี และทางชีวภาพประกอบการพิจารณาด้วย

2. การตรวจสอบเคมี (Chemical monitoring) เป็นการตรวจสอบว่าไอน้ำได้สัมผัสและแทรกซึมเข้าไปในห้องนึ่งหรือไม่ ซึ่งสามารถตรวจสอบโดยดูจากการเปลี่ยนสีของตัวบ่งชี้ทางเคมี (chemical indicators) ซึ่งติดอยู่ภายนอกและใส่ไว้ภายในห้องนึ่ง

ตัวบ่งชี้ทางเคมีแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ตามวัตถุประสงค์ในการใช้งาน ดังนี้

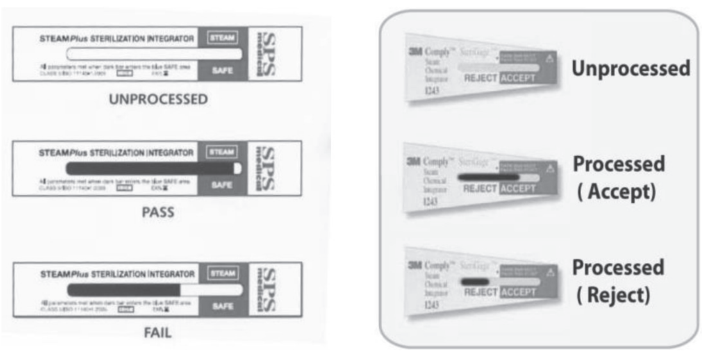
2.1 ตัวบ่งชี้ทางเคมีภายนอก (External chemical indicator) มีลักษณะเป็นแถบกระดาษกาวที่มีสีหรือสารเคมีเคลือบไว้เป็นแนวเส้นบนกระดาษ เรียกว่า เทปทดสอบเคมี (indicator tape หรือ autoclave tape)

มักใช้ับการติดห่ออุปกรณ์ เพื่อมิให้หลุดลุ่ย และบ่งชี้ให้ทราบว่า ห่ออุปกรณ์ได้ผ่านกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อแล้วเท่านั้น เนื่องจากเทปทดสอบทางเคมีที่ติดภายนอกห่ออุปกรณ์ไม่สามารถบอกได้ว่าไอน้ำสามารถผ่านเข้าไปในห่ออุปกรณ์ได้อย่างทั่วถึง ดังนั้นตัวบ่งชี้ทางเคมีภายนอก จึงไม่สามารถใช้เป็นสิ่งยืนยันได้ว่าอุปกรณ์ที่อยู่ภายในห่อจะปราศจากเชื้อ



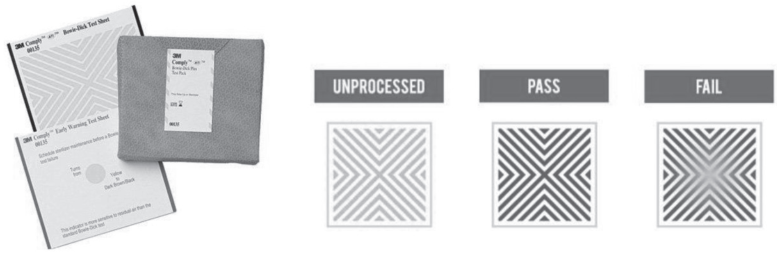
รูปที่ 8.4 ตัวอย่าง autoclave tape
ที่มา: http://www.servi-dent.com/product/autoclave-indicator-tape/
http://ic.getinge.com/

2.2 ตัวบ่งชี้ทางเคมีภายใน (Internal chemical indicator) ตัวบ่งชี้ทางเคมีภายในที่นิยมใช้มีลักษณะเป็นชิ้น (strip) หรือเป็นแผ่นกระดาษแข็ง (card) จะใส่ไว้ภายในห่ออุปกรณ์ เพื่อให้ทราบว่าไอน้ำสามารถเข้าไปภายในห่อและสัมผัสกับอุปกรณ์ภายในห่อหรือไม่ ควรใส่ตัวบ่งชี้ทางเคมีภายในตรงกลางห่ออุปกรณ์ หรือในส่วนของห่ออุปกรณ์ที่คาดว่าไอน้ำผ่านเข้าได้ยากที่สุด



รูปที่ 8.5 ตัวอย่างตัวบ่งชี้ทางเคมีภายใน
ที่มา: http://www.manochasurgicals.com/chemical-indicators.html
http://oriendentalsupplies.com.au/

2.3 ตัวบ่งชี้ทางเคมีแบบเฉพาะ (Specific chemical indicator) ได้แก่ Bowie-Dick test ซึ่งเป็นผลงานของ J.H. Bowie และ J. Dick จาก Department of Microbiology, Royal Infirmary, Edinburgh ประเทศสกอตแลนด์ โดยเป็นตัวบ่งชี้ทางเคมีชนิดหนึ่งที่บ่งชี้ว่าการไล่อากาศออกจากห้องนึ่งของเครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูง ชนิดเครื่องดูดสุญญากาศ (pre-vacuum steam sterilizer) ที่อุณหภูมิ 132-134 องศาเซลเซียส เป็นไปอย่างสมบูรณ์หรือไม่ ก่อนที่จะนำห่ออุปกรณ์ไปทำให้ปราศจากเชื้อ โดยใช้เครื่องชนิดนี้ต้องทดสอบการไล่อากาศออกจากเครื่องโดยใช้ Bowie-Dick test ก่อนทุกครั้ง



รูปที่ 8.6 ตัวอย่าง Bowie-Dick test
ที่มา: https://www.blowoutmedical.com/1233lf.html
https://consteril.com/bowie-dick-test/

3. การตรวจสอบทางชีวภาพ (Biological Monitoring) เป็นวิธีการตรวจสอบการทำให้ปราศจากเชื้อที่เชื่อถือได้มากที่สุดและเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวาง วิธีการตรวจสอบใช้ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (biological indicator) เรียกโดยทั่วไปว่า spore test เป็นการใช้สปอร์ของเชื้อ *Bacillus steamothermophilus* หรือ *Geobacillus stearothermophilus* ซึ่งเป็นจุลชีพทนความร้อน และยังมีชีวิต เป็นตัวชี้วัดหากสปอร์ของเชื้อนี้ถูกทำลายย่อมชี้ให้เห็นว่าจุลชีพอื่น จะถูกทำลายระหว่างอยู่ในกระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อด้วย

ผลไม่ผ่าน
สีเปลี่ยนเป็นสีเหลือง

ผลผ่าน
สีไม่เปลี่ยน

รูปที่ 8.7 ตัวอย่าง Biological indicator

การตรวจสอบทำโดยการใส่ spore test ลงไปในห้องนึ่งแล้วปล่อยให้เครื่องทำงานตามปกติ หลังจากนั้นจึงนำออกมาบ่มในตู้บ่มเชื้อเพื่อดูการเปลี่ยนสีในเวลาที่กำหนด หากไม่มีการเปลี่ยนแปลง แสดงว่าเครื่องยังสามารถทำลายจุลชีพได้ตามปกติ โดยทั่วไปนิยมวางหลอดทดสอบตามตำแหน่งที่มักใช้ใส่วัสดุที่ปนเปื้อนจุลชีพก่อโรคหรือสิ่งส่งตรวจจากผู้ป่วยเพื่อทำลาย แต่หากเครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูงมีขนาดใหญ่ หรือมีโหลดของวัสดุที่ต้องการทำลายด้วยตู้ดังกล่าวสูงอาจต้องเพิ่มจำนวนหลอดมากขึ้น เช่น วางที่ด้านล่าง ตรงกลาง และด้านบน เป็นต้น การทดสอบควรทำสม่ำเสมอ หรืออย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง

สิ่งที่ต้องระวังคือ ควรใส่ spore test และดำเนินการร่วมไปกับการนึ่งทำลายจุลชีพตามปกติ หลังจากเสร็จสิ้นการทำงานต้องเก็บวัสดุที่ผ่านการนึ่งทำลายชุดนี้ไว้ในที่ที่เหมาะสม เพื่อรอให้หลอดทดสอบแสดงผลว่าผ่านหรือไม่ก่อนดำเนินการจัดการกับวัสดุนั้นต่อไป

บทที่ 9

อุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคล (Personal Protective Equipment; PPE)

9.1 เสื้อคลุมห้องปฏิบัติการ เสื้อกาวน์ ชุดคลุมทั้งตัว ผ้ากันเปื้อน

9.2 แว่นตานิรภัย ครอบตานิรภัย กระบังป้องกันใบหน้า

9.3 อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ

9.4 ถุงมือ

ในบทนี้จะกล่าวถึงเฉพาะอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องด้านสารชีวภาพเท่านั้น อุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคล เป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์โดยเฉพาะผู้ปฏิบัติงานในห้องชันสูตรโรคเพราะเป็นอุปกรณ์ที่สามารถช่วยในการปกป้องและลดความเสี่ยงของผู้ปฏิบัติงานจากการสัมผัสจุลชีพรวมทั้งอันตรายทางกายภาพต่างๆ การเลือกอุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคลนั้นจะขึ้นอยู่กับลักษณะของงานที่ปฏิบัติ ต้องมีการประเมินความเสี่ยงของงานภายในห้องปฏิบัติการนั้นๆ (โปรดดูรายละเอียดเรื่องการบริหารจัดการความเสี่ยงในบทที่ 10 การบริหารจัดการความเสี่ยงทางชีวภาพ) เพื่อเป็นแนวทางการเลือกใช้อุปกรณ์ ดังนี้

1. ต้องทราบชนิด ข้อมูลของสิ่งที่เป็นที่เป็นอันตราย
2. ต้องทราบถึงความเสี่ยงที่อาจจะเกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการจากอันตรายนั้น
3. ต้องทราบโอกาสและความรุนแรงของความเสี่ยงกับอันตรายนั้นที่อาจจะเกิดขึ้น

จากแนวทางดังที่กล่าวมา สามารถนำมาเป็นข้อมูลช่วยพิจารณากำหนดชนิดของอุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคลที่เหมาะสมกับงานในห้องปฏิบัติการนั้นได้ ซึ่งชนิดอุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคลสำหรับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์ ได้แก่

9.1 เสื้อคลุมห้องปฏิบัติการ เสื้อกาวน์ ชุดคลุมทั้งตัว ผ้ากันเปื้อน (Laboratory coat, Gown, Coverall, Apron)

เป็นอุปกรณ์ที่ใส่เพื่อป้องกันร่างกายของผู้ปฏิบัติงานไม่ให้สัมผัสกับจุลชีพโดยตรง โดยเสื้อคลุมที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ มีอยู่ 3 ชนิดหลัก คือ

9.1.1 เสื้อคลุมห้องปฏิบัติการ (laboratory coat) คือ เสื้อคลุมที่มีลักษณะเปิดด้านหน้า ปิดโดยการติดกระดุม เทปสำเร็จรูป หรือผูกเชือก อาจมีแขนยาวหรือแขนสั้นก็ได้ แต่สำหรับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์ควรต้องใส่ชนิดแขนยาวคลุมถึงบริเวณข้อมือ

9.1.2 เสื้อกาวน์ (gown) คือเสื้อคลุมที่มีลักษณะเปิดด้านหลัง ปิดโดยการติดกระดุม เทปสำเร็จรูป หรือผูกเชือก มีแขนเสื้อยาวปลายแขนอาจเย็บยางยืดไว้ช่วยชายแขนเสื้อแนบกระชับกับข้อมือ

9.1.3 ชุดคลุมทั้งตัว หรือ ชุดหมี (coverall) คือ เสื้อคลุมที่มีลักษณะคลุมทั้งตัว เป็นเสื้อแขนยาวและกางเกงขายาวติดกันเป็นชิ้นเดียว บางชนิดอาจเย็บติดกับส่วนถุงหุ้มรองเท้า และ/หรือหมวกคลุมผมด้วย

โดยทั่วไปห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 2 (BSL2) ควรใช้เสื้อคลุมแบบเสื้อกาวน์และควรเป็นชนิดแขนยาว ส่วนห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 3 (BSL3) ควรใช้เสื้อคลุมเป็นแบบเสื้อกาวน์ หรือแบบชุดหมีในกรณีการปฏิบัติงานที่มีความเสี่ยงสูง เพื่อช่วยป้องกันลดโอกาสการปนเปื้อนจุลชีพจากการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการได้ดีกว่าเสื้อกาวน์ โดยสามารถเลือกใช้เป็นเสื้อคลุมชนิดที่ใช้แล้วทิ้ง หรือชนิดที่ใช้แล้วสามารถทำการลดการปนเปื้อนแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ขึ้นกับความสะดวกและความเหมาะสม นอกจากนี้เสื้อคลุมยังมีความหลากหลายในเรื่องของวัสดุที่ใช้ผลิต ซึ่งมักจะเกี่ยวข้องกับประสิทธิภาพในการป้องกันการซึมผ่านของก๊าซ และของเหลว สามารถเลือกใช้ตามความเหมาะสม

การใช้ผ้ากันเปื้อน (Apron) อาจใส่เพิ่มเติมปิดคลุมเสื้อกาวน์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันการหกกระเด็นของสิ่งปนเปื้อนเชื้อจุลชีพที่เป็นของเหลว เช่น เลือด น้ำเลี้ยงเซลล์ เป็นต้น

รูปที่ 9.1 เสื้อผ้าป้องกันสำหรับการปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์

รูปที่ 9.2 ตัวอย่างผ้ากันเปื้อนสำหรับการปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์

นอกจากนี้บริเวณที่ใช้สำหรับการซักทำความสะอาดเสื้อคลุม ควรอยู่ภายในห้องปฏิบัติการ หรือใกล้ห้องปฏิบัติการ และหากต้องจำเป็นต้องขนย้ายเสื้อคลุมจากห้องปฏิบัติการไปยังห้องที่ทำการลดการปนเปื้อน หรือทำการซักล้างต้องมีระเบียบวิธีปฏิบัติในการขนย้ายที่เหมาะสม เพื่อป้องกันและลดโอกาสการสัมผัสเชื้อของบุคลากรและการแพร่กระจายเชื้อจากห้องปฏิบัติการสู่สิ่งแวดล้อม

ข้อควรระวังสำหรับการใช้งาน คือ ต้องไม่ใส่เสื้อคลุมห้องปฏิบัติการ เสื้อกาวน์ ผ้ากันเปื้อนออกนอกห้องปฏิบัติการ

9.2 แว่นตานิรภัย ครอบตานิรภัย กระบังป้องกันใบหน้า (Safety glasses, Safety goggles, Face shield)

เป็นอุปกรณ์ที่ใส่เพื่อป้องกันดวงตา และ/หรือใบหน้าของผู้ปฏิบัติงานไม่ให้สัมผัสกับจุลชีพโดยตรงจากการหกกระเด็นของสารละลายปนเปื้อนจุลชีพ และสารชีวภาพอันตรายที่อาจมากระทบ ขึ้นกับลักษณะของกิจกรรมที่ทำ

9.2.1 แว่นตานิรภัย (safety glasses) เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยปกป้องดวงตาของผู้ปฏิบัติงานจากจุลชีพ โดยแว่นทำจากวัสดุที่ป้องกันการแตกละเอียด ไม่สามารถป้องกันการกระเด็นด้านข้างรอบดวงตาได้อย่างสมบูรณ์ ผู้ที่ใส่แว่นสายตาสามารถใช้แว่นตานิรภัยที่มีกรอบแว่นชนิดพิเศษ สามารถนำเลนส์เฉพาะมาวางที่กรอบบริเวณด้านหน้าของแว่นได้

รูปที่ 9.3 ตัวอย่างแว่นตานิรภัยสำหรับการปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์

9.2.2 ครอบตานิรภัย (safety goggles) เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยปกป้องดวงตาของผู้ปฏิบัติงานจากจุลชีพ ใช้ใส่ป้องกันการกระเด็นและการกระแทก ครอบตานิรภัยที่ดีต้องสามารถป้องกันการกระเด็นโดนดวงตาได้ทุกทิศทางและต้องแนบกับใบหน้าได้สนิท ซึ่งผู้ปฏิบัติงานที่ใส่แว่นสายตาหรือคอนแทคเลนส์ สามารถใส่แว่นชนิดนี้ครอบไว้อีกชั้นหนึ่ง นอกจากนี้ยังสามารถใส่ร่วมกับกระบังป้องกันใบหน้า กรณีหากต้องทำงานกับจุลชีพก่อโรคที่รุนแรง

รูปที่ 9.4 ตัวอย่างครอบตานิรภัยสำหรับการปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์

9.2.3 กระบังป้องกันใบหน้า (face shield) เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันทั้งใบหน้า บางรุ่นสามารถปกป้องได้ถึงบริเวณลำคอ และติดกับศีรษะด้วยสายรัดหรือหมวก กระบังป้องกันใบหน้าที่ดีควรทำจากวัสดุที่ป้องกันการแตกละเอียด มีลักษณะใส แข็งแรง มีน้ำหนักเบาสวมใส่สบาย สามารถบังได้ทั้งใบหน้า โดยทั่วไปหากในการปฏิบัติงานกับจุลชีพนั้นมีโอกาสในการเกิดการกระเด็นของแข็งหรือของเหลวสูง อาจพิจารณาใส่ครอบตานิรภัยร่วมกับกระบังป้องกันใบหน้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการป้องกันและลดโอกาสการสัมผัสจุลชีพเพิ่มขึ้น

ข้อควรระวังสำหรับการใช้งาน คือ ต้องไม่ใส่แว่นตานิรภัยครอบตานิรภัย และกระบังป้องกันใบหน้าออกนอกห้องปฏิบัติการ

รูปที่ 9.5 กระบังป้องกันใบหน้าสำหรับการปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์

9.3 อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ (Respirator)

อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจอาจใช้เมื่อต้องปฏิบัติงานที่มีอันตรายหรือความเสี่ยงสูง เช่น การทำความสะอาดจุลชีพก่อโรคที่หกรั่วไหล การเลือกใช้อุปกรณ์ชนิดนี้ขึ้นกับชนิดของอันตรายที่อาจได้รับ ควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับแต่ละบุคคล ควรเข้าได้พอดีกับใบหน้าของผู้สวมใส่ควรปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ และต้องได้รับการทดสอบความเหมาะสมก่อนนำมาใช้ จึงจะสามารถป้องกันได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยทั่วไปอุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจมีอยู่ด้วยกัน 2 ประเภทหลัก คือ

9.3.1 หน้ากากกรองอากาศ (Air-purifying respirator) ทำหน้าที่กรองอนุภาคที่แขวนลอยในอากาศ (airborne particles หรือ aerosol) เช่น ฝุ่นควันละอองและเชื้อโรคออกจากอากาศที่ผู้สวมสูดหายใจเข้าไป แต่ไม่สามารถกรองก๊าซและไอของสารเคมีอันตรายต่อร่างกายหรือป้องกันกลิ่นได้ ได้แก่

9.3.1.1 หน้ากากอนามัย (Surgical mask) เป็นหน้ากากชนิดกรองอนุภาคได้ขนาดเล็กสุด 5 ไมครอนเท่านั้น จึงไม่ได้ถูกออกแบบมาใช้สำหรับป้องกันทางเดินลมหายใจของผู้สวมจากการสูดหายใจเอาอนุภาคของจุลชีพก่อโรคเข้าสู่ปอด เดิมแพทย์และพยาบาลใช้สวมขณะผ่าตัดเพื่อป้องกันไม่ให้ละอองหรือของเหลว ซึ่งเป็นสารคัดหลั่งของผู้ป่วยเข้าปาก และช่วยป้องกันเสมหะหรือน้ำลายของแพทย์และพยาบาลไม่ให้กระเด็นเข้าแผลผู้ป่วย ปัจจุบันให้ผู้ป่วยด้วยโรคติดเชื้อทางระบบหายใจสวม เพื่อป้องกันไม่ให้เสมหะน้ำมูกน้ำลายแพร่กระจายไปสู่ผู้อื่น โดยเฉพาะในขณะไอหรือจาม หน้ากากอนามัยนิยมทำด้วยวัสดุสังเคราะห์เทียมผ้า (nonwoven polypropylene and microporous materials) สำหรับใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง (disposable) ไม่ต้องทำความสะอาด ผู้ผลิตบางรายอาจติดแถบโลหะอ่อนไว้ที่ขอบบนสำหรับบีบให้แนบกับสันจมูก เพื่อให้สวมได้แนบสนิทยิ่งขึ้น มีสายใช้ผูกรัดเหนือใบหูและใต้ใบหู หรืออาจทำเป็นห่วงสำหรับคล้องใบหู (ear loop) แต่ละข้าง เพื่อตรึงหน้ากากให้แนบติดกับใบหน้าผู้สวม

<u>ข้อดี</u> คือ มีน้ำหนักเบาสวมถอดง่ายราคาถูกหาซื้อได้ทั่วไป

<u>ข้อเสีย</u> คือ ไม่สามารถกรองจุลชีพได้ทุกชนิดสวมได้ ไม่แนบสนิทอากาศสามารถเล็ดลอดเข้าทางช่องว่างบริเวณขอบหน้ากากโดยรอบได้

รูปที่ 9.6 หน้ากากอนามัย

9.3.1.2 หน้ากากกรองอากาศชนิดที่ใช้แล้วทิ้ง (Particulate respirator*)* สามารถกรองอนุภาคที่แขวนลอยในอากาศ เช่น ฝุ่นควันละอองและเชื้อโรค เมื่อสวมแล้วจะแนบกับใบหน้ารอบบริเวณจมูกและปาก ดังนั้นจึงสามารถใช้สวม เพื่อป้องกันไม่ให้สูดหายใจเอาอนุภาค ซึ่งรวมถึงจุลชีพบางชนิดเข้าสู่ปอด ทำด้วยวัสดุที่สามารถกรองอนุภาคขนาดเล็กได้ถึง 0.3 ไมครอน มีสายรัด 2 เส้นทำด้วยวัสดุยืดหดได้สำหรับคาดเหนือและใต้ใบหู เพื่อตรึงให้หน้ากากแนบกับใบหน้าผู้สวมและมีแถบโลหะอ่อนที่ขอบบนของตัวหน้ากากสำหรับบีบให้แนบกับสันจมูกเวลาสวม เพื่อให้สวมได้แนบสนิทยิ่งขึ้น นอกจากนี้ยังมีหน้ากากแบบมีลิ้นทางออก (exhalation valve) ซึ่งจะยอมให้ลมหายใจออกไหลออกสู่บรรยากาศภายนอกเมื่อผู้สวมหายใจออก แต่จะปิดสนิทเมื่อผู้สวมหยุดหายใจหรือสูดหายใจเข้า โดยไม่ยอมให้อากาศภายนอกไหลเข้าทางลิ้นนี้ได้ ดังนั้นอากาศที่ผู้สวมหายใจเข้าจึงต้องผ่านการกรองด้วยวัสดุที่ใช้ทำตัวหน้ากากเสมอ แบบมีลิ้นทางออกจึงสามารถช่วยให้ผู้สวมหายใจได้สะดวกกว่าแบบธรรมดาที่ไม่มีลิ้นทางออก ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องปฏิบัติงานติดต่อกันเป็นเวลานานหรือต้องออกแรงมากขณะปฏิบัติงาน หน้ากากกรองอนุภาคใช้แล้วทิ้งแบบธรรมดาที่ไม่มีลิ้นทางออกมีแรงต้านการหายใจทำให้หายใจลำบากมากกว่าเนื่องจากทั้งลมหายใจเข้าและออกอากาศจะต้องไหลผ่านวัสดุกรองที่ใช้ทำตัวหน้ากาก ดังนั้นหญิงตั้งครรภ์ ผู้ที่เป็นโรคหอบหืด โรคปอด โรคความดัน โรคหัวใจและโรคทางเดินลมหายใจจึงไม่ควรใช้

<u>ข้อดี</u> คือ ไม่จำเป็นต้องดูแลรักษาหลังการใช้งาน ใช้แล้วทิ้งเมื่อเสียรูปทรง หรือมีสิ่งบ่งชี้ว่าไม่เหมาะสมที่จะใช้งานต่อไป มีน้ำหนักเบา สวมถอดง่าย

<u>ข้อเสีย</u> คือ มักไม่สามารถสวมให้แนบสนิทได้ 100% ตลอดเวลาของการสวมใส่ เพราะในการทำกิจกรรมขณะสวมใส่ เช่น พูด เดิน เคลื่อนย้าย ใบหน้ามีโอกาสสูงที่จะทำให้หน้ากากเกิดความไม่แนบสนิทกับใบหน้า ทำให้อากาศที่อาจปนเปื้อนจุลชีพเล็ดลอดเข้าได้ นอกจากนี้ยังเป็นหน้ากากชนิดที่ไม่มีวางจำหน่ายทั่วไปและราคาแพงกว่าหน้ากากอนามัย

รูปที่ 9.7 ตัวอย่างหน้ากากกรองอากาศชนิดใช้แล้วทิ้ง (Particulate respirator)

สำหรับมาตรฐานของหน้ากากกรองอากาศชนิดที่ใช้แล้วทิ้งนั้น National institute of occupational safety and health (NIOSH) ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดคุณภาพการกรองอนุภาคของหน้ากากชนิดที่ใช้แล้วทิ้งไว้ 9 ชั้นคุณภาพ ระบุในตารางที่ 9.1

ตารางที่ 9.1 ตารางแสดงชนิดของหน้ากากกรองอากาศชนิดใช้แล้วทิ้ง ตามมาตรฐาน NIOSH

ประสิทธิภาพการกรองต่ำสุด (%)	อนุภาคที่ใช้ทดสอบ		
	N Class (No oil) **อนุภาคที่ไม่ใช่น้ำมัน (ทดสอบด้วย NaCl)**	R Class (Oil resistant) **อนุภาคที่ใช่และไม่ใช่น้ำมัน (ทดสอบด้วยละออง DOP)**	P Class (Oil proof) **อนุภาคที่ใช่และไม่ใช่น้ำมัน และใช้เป็นเวลานาน (ทดสอบด้วยละออง DOP)**
95	N95	R95	P95
99	N99	R99	P99
99.97	N100	R100	P100

สัญลักษณ์ตัวอักษร หมายถึง ชนิดอนุภาพที่สามารถกรองได้ ตัวเลข หมายถึง ประสิทธิภาพในการกรอง เช่น N95 หมายถึง หน้ากากนั้นมีประสิทธิภาพการกรองอนุภาคที่ไม่ใช่น้ำมันที่มีขนาดใหญ่กว่า 0.3 ไมครอน ได้ไม่ต่ำกว่า 95% หน้ากากกรองอนุภาคใช้แล้วทิ้งในชนิด R และ P อาจไม่จำเป็นสำหรับผู้ปฏิบัติงานสอบสวนป้องกันและควบคุมโรค เนื่องจากส่วนใหญ่สภาพแวดล้อมในการปฏิบัติงานไม่ได้มีละอองน้ำมัน สำหรับการปฏิบัติงานกับเชื้ออันตรายที่มีการติดต่อทางระบบทางเดินหายใจแนะนำควรใช้หน้ากากที่มีประสิทธิภาพการกรองอนุภาคได้ที่ N95 เป็นอย่างน้อย ซึ่งในท้องตลาดมีขายหลายรูปแบบควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานแต่ละคน

9.3.1.3 หน้ากากพร้อมเครื่องกรองอากาศแบบครอบครึ่งใบหน้า และเต็มใบหน้า (Half-face or full-face elastomeric respirator) เป็นหน้ากากที่สามารถกรองอนุภาค และ/หรือดูดซับก๊าซและไออันตรายได้ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องกรองอากาศที่เลือกใช้ ตัวหน้ากากเป็นอุปกรณ์ที่ใช้แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ภายหลังการฆ่าเชื้อและทำความสะอาด มีอายุการเก็บรักษาและใช้งานค่อนข้างยาวนานจนกว่าจะชำรุดระบบการทำงานของหน้ากากเป็นแบบ “แรงดันลบ” (negative pressure) หมายความว่า อากาศภายนอกจะไหลเข้าสู่ภายในหน้ากากในจังหวะที่ผู้สวมสูดหายใจเข้า เพราะเป็นภาวะที่ความดันภายในหน้ากากต่ำกว่าความดันบรรยากาศภายนอก และเมื่อผู้สวมหายใจออกอากาศภายในหน้ากากจึงจะไหลออกสู่บรรยากาศ

รูปที่ 9.8 หน้ากากป้องกันแบบครอบครึ่งใบหน้าและเต็มใบหน้า
ที่มา: http://solutions.3mthailand.co.th/

ชิ้นส่วนหลักของหน้ากากชนิดนี้ ได้แก่

(1) ตัวหน้ากาก (facepiece) มีหลายขนาด มีแบบครอบครึ่งใบหน้า (half facepiece) หรือครอบเต็มใบหน้า (full facepiece) ให้เลือกใช้ ซึ่งช่วยป้องกันผิวหนังอวัยวะบริเวณที่ตัวหน้ากากครอบอยู่ หน้ากากทำด้วยวัสดุอ่อนนุ่ม เช่น ยางเทียม หรือซิลิโคน สวมสบายและแนบสนิทกับใบหน้า ตัวหน้ากากอาจเป็นแบบที่มีเครื่องกรองเดี่ยวอยู่ที่บริเวณแก้มข้างใดข้างหนึ่งหรืออยู่กึ่งกลางด้านหน้าของตัวหน้ากาก หรือเป็นแบบเครื่องกรองคู่อยู่ที่บริเวณแก้มข้างละหนึ่งชิ้น มีสายรัดศีรษะที่สามารถปรับให้พอเหมาะกับผู้สวมได้ส่วนประกอบตัวหน้ากาก ดังนี้

(1.1) ช่องมอง (visor หรือ eyepiece) เป็นเลนส์พลาสติกแข็งและใส ซึ่งมีเฉพาะหน้ากากแบบครอบเต็มใบหน้าเท่านั้น ช่วยให้ผู้สวมมองเห็นได้ขณะสวม และช่วยป้องกันสิ่งที่อาจเป็นอันตรายกระเด็นเข้าดวงตา ช่องมองอาจเป็นแบบ 2 ช่องคล้ายแว่นตา หรือเป็นเพียงช่องขนาดใหญ่เพียงช่องเดียว ซึ่งจะทำให้มีทัศนวิสัยในการมองเห็นที่ดีกว่า

(1.2) หน้ากากแบบครอบเต็มใบหน้าจะมีครอบจมูก (nose cup) อยู่ด้านในทำหน้าที่แยกทางเดินลมหายใจ เพื่อป้องกันการเกิดฝ้ามัวบนเลนส์ของช่องมอง เนื่องจากไอน้ำจากความชื้นของลมหายใจออก

(1.3) อาจมีอุปกรณ์ถ่ายทอดเสียง (voicemitter) เพื่อให้ผู้สวมสามารถเปล่งเสียงพูดให้ผู้อื่นได้ยินได้ ที่ด้านหน้าของตัวหน้ากากในตำแหน่งที่ตรงกับปากของผู้สวม

(2) ลิ้นหน้ากาก (valve) ทำด้วยยางหรือยางเทียมมีลักษณะเป็นแผ่นแปะติดกับช่องลมหายใจเข้าของหน้ากาก คือ ลิ้นทางเข้า (inlet valve หรือ inhalation valve) และแปะติดกับช่องลมหายใจออกของหน้ากาก คือ ลิ้นทางออก (outlet valve หรือ exhalation valve) ซึ่งทำหน้าที่บังคับการไหลของอากาศให้เดินทางเดียวที่ช่องลมหายใจเข้า เมื่อผู้สวมสูดหายใจเข้าลิ้นทางเข้าจะเปิดให้อากาศภายนอกไหลเข้าภายในตัวหน้ากากผ่านเครื่องกรองอากาศ แต่จะปิดสนิทไม่ยอมให้อากาศภายในตัวหน้ากากไหลออก เมื่อผู้สวมหายใจออกลมหายใจออกจะไหลออกสู่บรรยากาศภายนอกผ่านทางลิ้นทางออก ซึ่งจะปิดสนิทในจังหวะการหยุดหายใจหรือในจังหวะการหายใจเข้า เพื่อป้องกันมิให้อากาศภายนอกที่ยังไม่ผ่านการกรองไหลย้อนเข้าภายในตัวหน้ากากได้

(3) เครื่องกรองอากาศแบบแผ่นหรือตลับ (filter) เป็นหัวใจหลักของหน้ากากป้องกันชนิดนี้ วัสดุกรองซึ่งอยู่ภายในเครื่องกรอง มักเป็นกระดาษกรองซึ่งมีประสิทธิภาพการกรองสูง สามารถกรองได้ทั้งอนุภาคซึ่งรวมถึงจุลชีพก่อโรค และ/หรือดูดซับก๊าซไอกลิ่นในได้ด้วย ขึ้นกับชนิดของวัสดุตัวกรอง เครื่องกรองสามารถถอดออกจากตัวหน้ากากได้ เมื่อต้องการจะแยกเก็บหรือเปลี่ยนใหม่ เมื่อหมดอายุการใช้งานหรือชำรุด

รูปที่ 9.9 ตัวอย่างเครื่องกรอง หรือตลับกรองอากาศ

(4) ชุดสายรัดศีรษะ (head harness) ทำหน้าที่ตรึงตัวหน้ากากให้อยู่กับที่แนบสนิทกับใบหน้าของผู้สวม หน้ากากแบบครอบครึ่งใบหน้าส่วนมากจะมีสายรัดศีรษะ 2 คู่ ส่วนหน้ากากแบบครอบเต็มใบหน้าจะมีสายรัดศีรษะตั้งแต่ 2 – 3 คู่ สายรัดศีรษะอาจทำด้วยยางหรือวัสดุที่ยืดหดได้ แต่ละคู่สามารถปรับความยาวได้เพื่อให้พอเหมาะกับขนาดของศีรษะของผู้สวม นอกจากนี้สายรัดศีรษะยังอาจเย็บติดกับแผ่นยึดศีรษะ (head harness pad) ซึ่งอยู่ด้านหลังศีรษะของผู้สวม ผู้ผลิตบางรายอาจทำแผ่นยึดศีรษะเป็นแผ่นตาข่ายชิ้นใหญ่เพื่อให้สะดวกในการสวม

<u>ข้อดี</u> คือ มีประสิทธิภาพในการป้องกันสูงกว่าหน้ากากกรองอากาศชนิดใช้แล้วทิ้ง เครื่องกรองอากาศกรองจุลชีพก่อโรคได้ทุกชนิด สวมได้แนบสนิทกับใบหน้า สามารถใช้แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ได้ แต่ต้องมีวิธีการจัดการลดการปนเปื้อนหลังการใช้งานที่เหมาะสม มีอายุการใช้งานยาวนาน

<u>ข้อเสีย</u> คือ อาจรู้สึกอึดอัดและสื่อสารลำบากเวลาสวมใส่ ไม่มีวางจำหน่ายทั่วไป และราคาค่อนข้างแพง อุปกรณ์ทุกชิ้นมีอายุการใช้งาน ต้องการการดูแลทำความสะอาดและฆ่าเชื้อหลังการใช้ด้วยวิธีที่เหมาะสม และต้องเปลี่ยนเครื่องกรองอากาศเมื่อหมดอายุการใช้งานหรือเมื่อจำเป็น มิฉะนั้นจะไม่สามารถให้การป้องกันระบบทางเดินหายใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีอะไหล่สำรองไว้เปลี่ยน ผู้ใช้ต้องได้รับการฝึกให้สวมและถอดได้อย่างถูกวิธี

9.3.1.4 เครื่องกรองอากาศที่จัดส่งอากาศ (Powered Air Purifying Respirator; PAPR) เป็นอุปกรณ์ชนิดกรองอนุภาค ดูดซับก๊าซและไอสารเคมีอันตราย มี 3 แบบ คือ แบบหน้ากากครอบเต็มใบหน้า (full facepiece) แบบคลุมศีรษะ (hood) และแบบครอบศีรษะ (helmet) ปัจจุบันงานควบคุมโรค และงานห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาที่มีความเสี่ยงสูงนิยมใช้เครื่องกรองอากาศที่จัดส่งอากาศให้แบบคลุมศีรษะซึ่งเป็นอุปกรณ์ป้องกันระบบหายใจที่จ่ายอากาศหายใจที่กรองอนุภาคก๊าซและไอแล้วให้ผู้สวมอย่างต่อเนื่อง จนทำให้ความดันอากาศภายในถุงคลุมศีรษะเป็นบวก ช่วยทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้อากาศภายนอกเข้าในถุงคลุมศีรษะได้ โดยส่วนของถุงคลุมศีรษะจะทำหน้าที่แทนหน้ากากด้วย

รูปที่ 9.10 เครื่องกรองอากาศที่จัดส่งอากาศให้ แบบหน้ากากครอบเต็มใบหน้า (ซ้าย) แบบคลุมศีรษะ (กลาง) และแบบครอบศีรษะ (ขวา)
ที่มา: https://www.activeforever.com/
http://www.hazardexonthenet.net/
https://www.cdc.gov/

เครื่องกรองอากาศที่จัดส่งอากาศให้แบบคลุมศีรษะมีองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน แยกกันและต้องประกอบเข้าด้วยกันเมื่อต้องการใช้งาน องค์ประกอบทั้งสองส่วนนี้ คือ

(1) ผ้าคลุมศีรษะ หรือ ถุงคลุมศีรษะ (hood) ทำด้วยวัสดุสังเคราะห์อ่อนนุ่ม สามารถทำความสะอาดได้ เมื่อสวมแล้วจะคลุมตั้งแต่ศีรษะลงมาถึงหน้าอกผู้สวม ด้านหน้ามีช่องมองทำด้วยพลาสติกใสด้านหลังมีช่องอากาศเข้าสำหรับนำท่อหายใจของเครื่องกรองอากาศมาต่อกับถุงคลุมศีรษะ

รูปที่ 9.11 ถุงคลุมศีรษะ สำหรับ PAPR
ที่มา: http://fitritesafety.com/powered-air-purifying-respirator-papr-c-170_279/
http://mundoblogs.info/3m-papr

(2) ชุดเครื่องกรองอากาศแบบมีมอเตอร์เป่าอากาศ (battery-powered filter) ทำหน้าที่จัดส่งอากาศหายใจที่กรองแล้วให้ผู้สวม มีองค์ประกอบที่สำคัญ ดังนี้

รูปที่ 9.12 ชุดเครื่องกรองอากาศแบบมีมอเตอร์เป่าอากาศ

(2.1) มอเตอร์พร้อมพัดลมดูดอากาศ (motor blower unit) ซึ่งใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้า

(2.2) เครื่องกรองอากาศแบบตลับหรือแบบกระป๋อง (filter) จำนวนเท่าใด ขึ้นอยู่กับการออกแบบของผู้ผลิต สามารถต่อเครื่องกรองอากาศกับมอเตอร์และท่อหายใจ

(2.3) ท่อหายใจ (breathing hose หรือ air hose) มีลักษณะเป็นท่ออ่อน สามารถโค้งงอได้ ปลายข้างหนึ่งสามารถต่อกับมอเตอร์และปลายอีกข้างหนึ่งสามารถต่อกับช่องอากาศเข้าของถุงคลุมศีรษะ

หลักการทำงานของ PAPR คือ เมื่อมอเตอร์ทำงานจะดูดเอาอากาศโดยรอบเข้าทางเครื่องกรองอากาศ อากาศที่ผ่านการกรองแล้วจะถูกเป่าให้ไหลไปตามท่อหายใจเข้าไปในถุงคลุมศีรษะในอัตราการไหลคงที่ปริมาณมาก ระบบการทำงานของหน้ากากแบบคลุมศีรษะเป็นแบบที่เรียกว่า แรงดันบวก (positive pressure) หมายถึง ขณะที่มอเตอร์ทำงานปกติอัตราการจ่ายอากาศสะอาดเข้าภายในถุงคลุมศีรษะมีปริมาณคงที่และสม่ำเสมอ จนทำให้เกิดความดันภายในถุงคลุมศีรษะสูงกว่าความดันอากาศภายนอกถุงคลุมศีรษะ ทำให้อากาศภายในถุงคลุมศีรษะมีทิศทางการไหลออกสู่ภายนอกตามชายขอบของถุงคลุมศีรษะตลอดเวลา ช่วยให้เกิดม่านอากาศในการป้องกันไม่ให้อากาศจากภายนอกถุงคลุมศีรษะ ซึ่งยังไม่ผ่านการกรองและอาจมีอนุภาคของจุลชีพก่อโรคปนเปื้อนอยู่นั้นเข้าภายในถุงคลุมศรีษะได้ ช่วยทำให้ผู้สวมหายใจได้สะดวกขึ้นมาก เพราะไม่ต้องออกแรงสูดหายใจเข้าและได้รับอากาศสะอาดหายใจในปริมาณมากกว่าการหายใจเอง จึงเหมาะสำหรับผู้ที่ต้องปฏิบัติงานติดต่อกันเป็นเวลานาน โดยเฉพาะงานที่ต้องออกแรงมากข้อจำกัดมีเพียงระยะเวลาที่แบตเตอรี่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้มอเตอร์เป่าอากาศทำงาน และประสิทธิภาพการกรองของวัสดุเครื่องกรองอากาศ

<u>ข้อดี</u> คือ มีประสิทธิภาพในการป้องกันสูง ไม่ต้องทำ fit testing ผู้สวมหายใจสะดวกเหมาะกับผู้ที่มีปัญหาด้านสุขภาพเกี่ยวกับระบบหัวใจ ปอด และรูปหน้าที่ไม่สามารถใช้หน้ากากชนิด particulate respirator ได้ และเป็นอุปกรณ์ที่ใช้แล้วสามารถทำความสะอาดลดการปนเปื้อนแล้วนำกลับมาใช้ใหม่ได้

<u>ข้อเสีย</u> คือ มีราคาแพงอาจเป็นอุปสรรคต่อการทำงานการเคลื่อนไหว และการสื่อสาร ระยะเวลาการใช้งานจำกัดด้วยแบตเตอรี่ ต้องเปลี่ยนอะไหล่อุปกรณ์แต่ละชิ้นเมื่อหมดอายุการใช้งาน จึงจำเป็นต้องสะสมแบตเตอรี่และชิ้นส่วน ไว้เปลี่ยนทดแทน ต้องมีระบบการจัดการลดการปนเปื้อนหลังการใช้ที่ยุ่งยาก ผู้ใช้ต้องได้รับการฝึกให้สวมและถอดได้อย่างถูกวิธี และต้องมีเจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุงไว้คอยทำหน้าที่ดูแลรักษา

9.3.2 ชุดจัดส่งอากาศ (Supplied air respirator) เป็นอุปกรณ์ที่ไม่ใช้ระบบเครื่องกรองอากาศจากอากาศในบริเวณที่ปฏิบัติงานเพื่อจ่ายให้ผู้สวม แต่จะมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายอากาศสะอาดสำหรับผู้สวมหายใจโดยตรง ได้แก่

9.3.2.1 เครื่องช่วยหายใจชนิดมีสายส่งอากาศ เป็นอุปกรณ์ป้องกันทางเดินลมหายใจที่มีแหล่งจ่ายอากาศหายใจแยกอิสระจากอากาศในบริเวณที่ปฏิบัติงาน โดยผู้สวมจะได้รับอากาศสะอาดสำหรับหายใจซึ่งถูกส่งให้ผู้สวมผ่านสายส่งอากาศ (airline) หรือท่อส่งอากาศ (air hose) ในทางวิทยาศาสตร์การแพทย์หรือทางการแพทย์มีใช้บ้าง เช่น ในห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับ 4 (BSL- 4)

รูปที่ 9.13 ชุดจัดส่งอากาศชนิดมีสายส่งอากาศ
ที่มา: https://www.cdc.gov/media/subtopic/library/LabsScientists/10723.jpg

9.3.2.2 เครื่องช่วยหายใจชนิดมีถังอากาศ (Self-contained breathing apparatus; SCBA) เป็นอุปกรณ์ป้องกันทางเดินลมหายใจที่มีแหล่งจ่ายอากาศหายใจแยกอิสระจากอากาศในบริเวณที่ปฏิบัติงาน ผู้สวมหายใจโดยได้รับอากาศสะอาดจากถังอากาศที่สะพายติดไปกับตัว ซึ่งเป็นถังบรรจุอากาศแบบอัดที่มีขนาดความจุตั้งแต่ 30 นาที จนถึง 90 นาที ให้เลือก จึงมีข้อจำกัดเรื่องระยะเวลาที่สามารถอยู่ปฏิบัติงานในพื้นที่มีอันตราย เป็นอุปกรณ์ป้องกันทางเดินลมหายใจที่ให้การป้องกันได้สูงสุด จ่ายอากาศให้ตามจังหวะการหายใจและตามปริมาณความต้องการอากาศหายใจของผู้สวม มักใช้เป็นอุปกรณ์มาตรฐานสำหรับพนักงานดับเพลิงใช้และยังเป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับผู้ปฏิบัติงานกับวัตถุอันตราย (hazardous materials หรือ HazMat)

รูปที่ 9.14 ชุดจัดส่งอากาศชนิดมีถังอากาศ
ที่มา: https://www.ehs.gatech.edu/chemical/lsm/7-6

Fit testing คือ การทดสอบความแนบสนิทหรือความกระชับแนบกับใบหน้าของการใส่อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจชนิดที่มีลักษณะเป็นหน้ากาก เช่น particulate respiratory ชุดกรองอากาศแบบครอบครึ่งใบหน้าและเต็มใบหน้า เป็นต้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทำการทดสอบนี้ การทดสอบ fit testing ทำได้ 2 วิธี คือ 1) การวัดเชิงปริมาณ ซึ่งเป็นวิธีที่ให้ผลที่ละเอียด แต่เครื่องมือมีราคาแพง และ 2) การวัดเชิงคุณภาพ ซึ่งเป็นที่นิยมเนื่องจากสะดวก และราคาเครื่องมือถูกกว่าที่เรียกว่า “fit test kit”

ปกติจะทำในครั้งแรกก่อนการปฏิบัติงาน เพื่อเลือกหน้ากากกรองอากาศชนิดที่กระชับแนบสนิทกระชับกับใบหน้าของผู้สวมแต่ละคน หลังจากนั้นควรต้องทำการทดสอบอย่างน้อยปีละครั้ง หรือเมื่อผู้สวมมีน้ำหนักเปลี่ยนแปลงมาก หรือมีรูปหน้าเปลี่ยนไป เช่น เกิดอุบัติเหตุที่มีผลทำให้รูปหน้าช่วงคางเปลี่ยน เป็นต้น

รูปที่ 9.15 การทดสอบความแนบสนิทการใส่หน้ากากชนิดใช้แล้วทิ้ง ด้วย fit test kit
ที่มา: คู่มือปฏิบัติการป้องกันและควบคุมการติดเชื้อในโรงพยาบาล

9.4 ถุงมือ (Gloves)

การปนเปื้อนของมือมักเกิดเมื่อต้องปฏิบัติงานกับสิ่งปนเปื้อนจุลชีพหรือจุลชีพในห้องปฏิบัติการ เนื่องจากมือเป็นอวัยวะที่มีโอกาสได้รับบาดเจ็บได้ง่ายจากการปฏิบัติงาน โดยเฉพาะการปฏิบัติงานกับของมีคม ดังนั้นถุงมือจึงเป็นอุปกรณ์สำคัญในการช่วยลดโอกาสการได้รับอันตรายจากการปฏิบัติงาน โดยทั่วไปถุงมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยาทางการแพทย์ทำจาก latex, vinyl หรือ nitrile ดังนั้นจึงควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน หลีกเลี่ยงการนำถุงมือกลับมาใช้ใหม่ หากจำเป็นต้องเอาใจใส่ในเรื่องของการล้างมือ การถอด การทำความสะอาดและการลดการปนเปื้อนของถุงมือให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพก่อนนำกลับมาใช้ใหม่ นอกจากนี้สำหรับการทำงานในห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยาทางการแพทย์ต้องใส่ถุงมือทุกครั้ง หากต้องทำงานที่มีโอกาสสัมผัสกับจุลชีพ เลือด หรือของเหลวจากร่างกายมนุษย์ หรือแม้แต่จากสัตว์ก็ตาม

ควรถอดถุงมือ และล้างมืออย่างถูกวิธีให้สะอาดหลังการปฏิบัติงานกับจุลชีพ สิ่งปนเปื้อนหรือหลังการทำงานในตู้ชีวนิรภัย และก่อนออกจากห้องปฏิบัติการทุกครั้ง นอกจากนี้ถุงมือที่ใช้แล้วควรทิ้งลงในภาชนะสำหรับทิ้งขยะปนเปื้อนจุลชีพ การแพ้ถุงมือมักเกิดจากผงแป้งที่มีอยู่บนถุงมือ หากมีอาการแพ้ควรเลือกใช้ถุงมือชนิดไม่มีผงแป้ง และควรใส่ถุงมือตาข่ายสแตนเลนสตีล (stainless steel mesh) เมื่อต้องปฏิบัติงานที่เสี่ยงต่อการได้รับเชื้อจากของมีคม

ตารางที่ 9.2 ตารางสรุปอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลสำหรับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ

อุปกรณ์ / เครื่องมือ	การป้องกันอันตราย	ลักษณะที่ปลอดภัย
เสื้อกาวน์	การปนเปื้อนเสื้อผ้า	เปิดด้านหลัง ปกปิดเสื้อผ้าที่ใส่มาได้มิดชิด
ผ้ากันเปื้อนพลาสติก	การปนเปื้อนเสื้อผ้า	ป้องกันน้ำ
รองเท้า	การกระแทก และการหกกระเด็น	ปิดนิ้วเท้า
ครอบตานิรภัย (safety goggles)	การกระแทก และการหกกระเด็น	ป้องกันบริเวณดวงตา โดยการปิดปิดรอบบริเวณรอบดวงตา
แว่นตานิรภัย (safety glasses)	การกระแทก และการหกกระเด็น	เป็นเลนส์ทนแรงกระแทก (impact-resistant lenses)
กระบังป้องกันใบหน้า (face shields)	การกระแทก และการหกกระเด็น	บังได้หมดทั้งใบหน้า
อุปกรณ์ป้องกัน ระบบทางเดินหายใจ (respirator)	การหายใจเอาเชื้อที่ฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศ	มีหลายรูปแบบ ทั้งแบบใช้แล้วทิ้ง แบบหน้ากากเต็มหน้า ครึ่งหน้าหรือแบบหมวกคลุมทั้งศีรษะ (hood) และสามารถจ่ายอากาศสะอาดสำหรับหายใจได้
ถุงมือ	การสัมผัสโดยตรง การตัด	ชนิดใช้แล้วทิ้งมีทั้งแบบที่ทำจาก latex, vinyl หรือ nitrile ป้องกันมือ โดยมีตาข่ายสแตนเลนสตีล (stainless steel mesh)

วิธีการถอดถุงมือที่ถูกต้อง ควรปฏิบัติดังนี้

(1)

ใช้มือข้างหนึ่งจับผิวด้านนอกถุงมือ
ของมืออีกข้างหนึ่งบริเวณใกล้ข้อมือ

(2)

ดึงถุงมือออกในลักษณะให้ผิวด้านใน
ของถุงมือออกมาด้านนอก

(3)

กำถุงมือข้างที่ถอดออกไว้ในฝ่ามือ
ของข้างที่ยังไม่ได้ถอดถุงมือ

(4)

สอดนิ้วชี้ข้างที่ถอดถุงมือแล้ว ไปในถุงมือ
ของข้างที่ยังไม่ได้ถอดแล้วค่อยๆ ดึงถอด
ถุงมือออกมาในลักษณะให้ผิวด้านในของ
ถุงมือออกมาด้านนอก ถุงมือข้างที่ถอดออกนี้
จะกลายเป็นถุงหุ้มมือข้างแรกที่ถอดและกำ
อยู่ในมือก่อนหน้านี้

ข้อควรระวังสำหรับการใช้งาน คือ ต้องไม่ใส่ถุงมือออกนอกห้องปฏิบัติการ และควรทิ้งในภาชนะทิ้งขยะปนเปื้อนเชื้อจุลชีพ ที่มีลักษณะปิดมิดชิด เพื่อรวบรวมรอนำไปกำจัดต่อไป

นอกจากการเลือกใช้ชนิดของอุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคลให้เหมาะสมกับลักษณะงาน ความเสี่ยงของอันตรายที่เกี่ยวข้องแล้ว ลำดับการถอดใส่อุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคล เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญ ซึ่งอาจมีผลทำให้เกิดการติดเชื้อหรือสัมผัสจุลชีพก่อโรคของผู้สวมใส่ รวมถึงการแพร่กระจายจุลชีพนั้นสู่นอกห้องปฏิบัติการได้ ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ทุกหน่วยงานต้องพิจารณาจัดทำลำดับและวิธีการถอดใส่ชุดอุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคลให้เหมาะสม และต้องฝึกอบรมให้ผู้ใส่สามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้องตามระเบียบปฏิบัติที่กำหนด พร้อมทั้งมีการติดตามและประเมินผลการใช้อุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคลของบุคลากรอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งระเบียบปฏิบัติขั้นตอนการถอดใส่ของแต่ละหน่วยงานอาจมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นกับลักษณะของอุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคลที่ห้องปฏิบัติการเลือกใช้ ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการ เป็นต้น นอกจากนี้สิ่งสำคัญผู้ปฏิบัติงานควรต้องใส่อุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคลเมื่อต้องทำงานในห้องปฏิบัติการ ถอดเมื่อออกจากห้องปฏิบัติการเสมอ และหลังจากถอดอุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคลแล้วต้องล้างมืออย่างถูกวิธีทุกครั้ง

การทำความสะอาดมือ

การทำความสะอาดมือ หมายถึง การขจัดสิ่งสกปรกและเชื้อจุลชีพออกจากมือ ไม่ว่าจะเป็นการล้างมือด้วยสบู่ น้ำยาฆ่าเชื้อ หรือการใช้แอลกอฮอล์ถูกมือ พบว่าการทำความสะอาดมือช่วยลดเชื้อจุลชีพบนมือได้ ช่วยลดการแพร่กระจายเชื้อดื้อยา จึงเป็นที่ยอมรับว่าการทำความสะอาดมือมีประสิทธิภาพในการป้องกันเชื้อและแพร่กระจายเชื้อ

บุคลากรห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์ควรทำความสะอาดมือเมื่อทำกิจกรรม ดังนี้

1. หลังสัมผัสกับสิ่งที่อาจปนเปื้อนเชื้อจุลชีพ หรือ ตัวอย่างสิ่งส่งตรวจ
2. หลังถอดอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เช่น ถุงมือ
3. ก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ
4. ก่อนและหลังสัมผัสผู้ป่วย

วิธีการทำความสะอาดมือ

การทำความสะอาดมือสามารถทำได้ 2 วิธี คือ

1. การล้างมือด้วยน้ำกับสบู่ หรือน้ำยาฆ่าเชื้อ (Hand washing or hand antiseptic) เมื่อมือเปื้อนสิ่งสกปรกอย่างเห็นได้ชัด การล้างมือด้วยน้ำแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.1 การล้างมือด้วยน้ำกับสบู่ธรรมดา (Plain/non – antimicrobial soap) ช่วยขจัดสิ่งสกปรก ฝุ่นละออง เหงื่อไคล ไขมัน และจุลชีพออกจากมือ การล้างมือด้วยสบู่และน้ำใช้ในการทำความสะอาดมือ กรณีหลังถอดถุงมือ ก่อนและหลังการสัมผัสผิวหนังผู้ป่วยปกติที่ไม่มีการปนเปื้อนสารที่มีการปนเปื้อนจุลชีพ เป็นต้น

1.2 การล้างมือด้วยน้ำกับสบู่ผสมยาฆ่าเชื้อ (Antiseptic soaps) เช่น 7.5% povidone-iodine, 4% chlorhexidinegluconate, triclosan เป็นต้น น้ำยาฆ่าเชื้อเหล่านี้มีประสิทธิภาพในการออกฤทธิ์ฆ่าจุลชีพได้ต่างกัน เช่น แอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อได้เร็ว ส่วน cholorhexidinegluconate ออกฤทธิ์ได้เร็วและนานกว่า povidone iodine สำหรับการล้างมือด้วยน้ำกับสบู่ผสมยาฆ่าเชื้อจะช่วยขจัดสิ่งสกปรกและจุลชีพออกจากมือ ซึ่งสามารถขจัดได้ทั้งจุลชีพที่อาศัยอยู่ชั่วคราวและจุลชีพประจำถิ่นได้มากกว่าสบู่ธรรมดา จึงใช้สำหรับการทำความสะอาดมือ กรณีก่อนการสอดใส่อุปกรณ์ทางการแพทย์เข้าร่างกายผู้ป่วย ก่อนการสัมผัสผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันต่ำ และหลังสัมผัสกับสิ่งสกปรกที่มีการปนเปื้อนจุลชีพ เป็นต้น

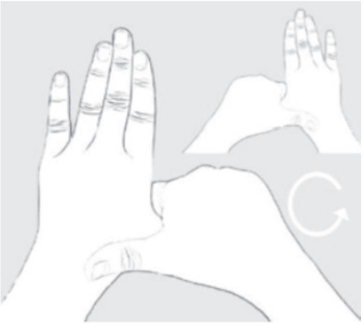
ในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์ควรมีอ่างล้างมือและอุปกรณ์การล้างมือพร้อมใช้ ผ้าเช็ดมือควรใช้ผ้าที่สะอาดและแห้ง ควรใช้เป็นผ้าที่ใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้งหรือนำกลับไปซักใหม่ หรืออาจใช้กระดาษเช็ดมือแทนได้ นอกจากนี้ก่อนการล้างมือต้องถอดแหวน หรือเครื่องประดับอื่นที่ใส่นิ้วมือออก เพื่อให้ทำความสะอาดได้ทั่วถึง เปิดน้ำราดให้ทั่วมือ ฟอกมือด้วยสบู่ หรือสบู่ผสมน้ำยาฆ่าเชื้อ โดยใช้ประมาณ 3-5 มิลลิลิตร เพื่อให้การทำความสะอาดทั่วถึงทุกส่วนการฟอกสบู่ในการล้างมือประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

ฟอกฝ่ามือ

ฟอกง่ามนิ้วมือด้านหน้า

ฟอกหลังมือและง่ามนิ้วมือด้านหลัง

ฟอกนิ้วและข้อนิ้วมือด้านหลัง



ฟอกนิ้วหัวแม่มือ

ฟอกปลายนิ้วและเล็บ

ฟอกรอบข้อมือ

ที่มา: คู่มือปฏิบัติการป้องกันและควบคุมการติดเชื้อในโรงพยาบาล

หลังจากนั้นล้างคราบสบู่ออกให้หมดด้วยน้ำสะอาด เช็ดมือให้แห้งด้วยผ้าหรือกระดาษสะอาด แล้วใช้ผ้าหรือกระดาษเช็ดมือนั้นปิดก๊อกน้ำ (หากก๊อกน้ำเป็นชนิดที่ต้องใช้มือปิด) เพื่อลดโอกาสการปนเปื้อนจุลชีพของมือจากการสัมผัสก๊อกน้ำ

ข้อควรระวังในการล้างมือ คือ ต้องล้างมือให้ทั่วทุกส่วนและใช้เวลานานอย่างน้อย 20 วินาที เพื่อขจัดสิ่งสกปรกและจุลชีพออกจากมือให้ได้มากที่สุด ยิ่งใช้เวลานานยิ่งขจัดจุลชีพออกได้มากขึ้น

2. การถูมือด้วยแอลกอฮอล์ (Alcohol – based hand rubs) เพื่อลดเวลาและการใช้น้ำในการทำความสะอาดมือ รวมถึงในกรณีที่ไม่มีอ่างล้างมือ จึงได้มีการนำเอาการทำความสะอาดมือด้วยวิธีการถูมือด้วยแอลกอฮอล์มาปรับใช้

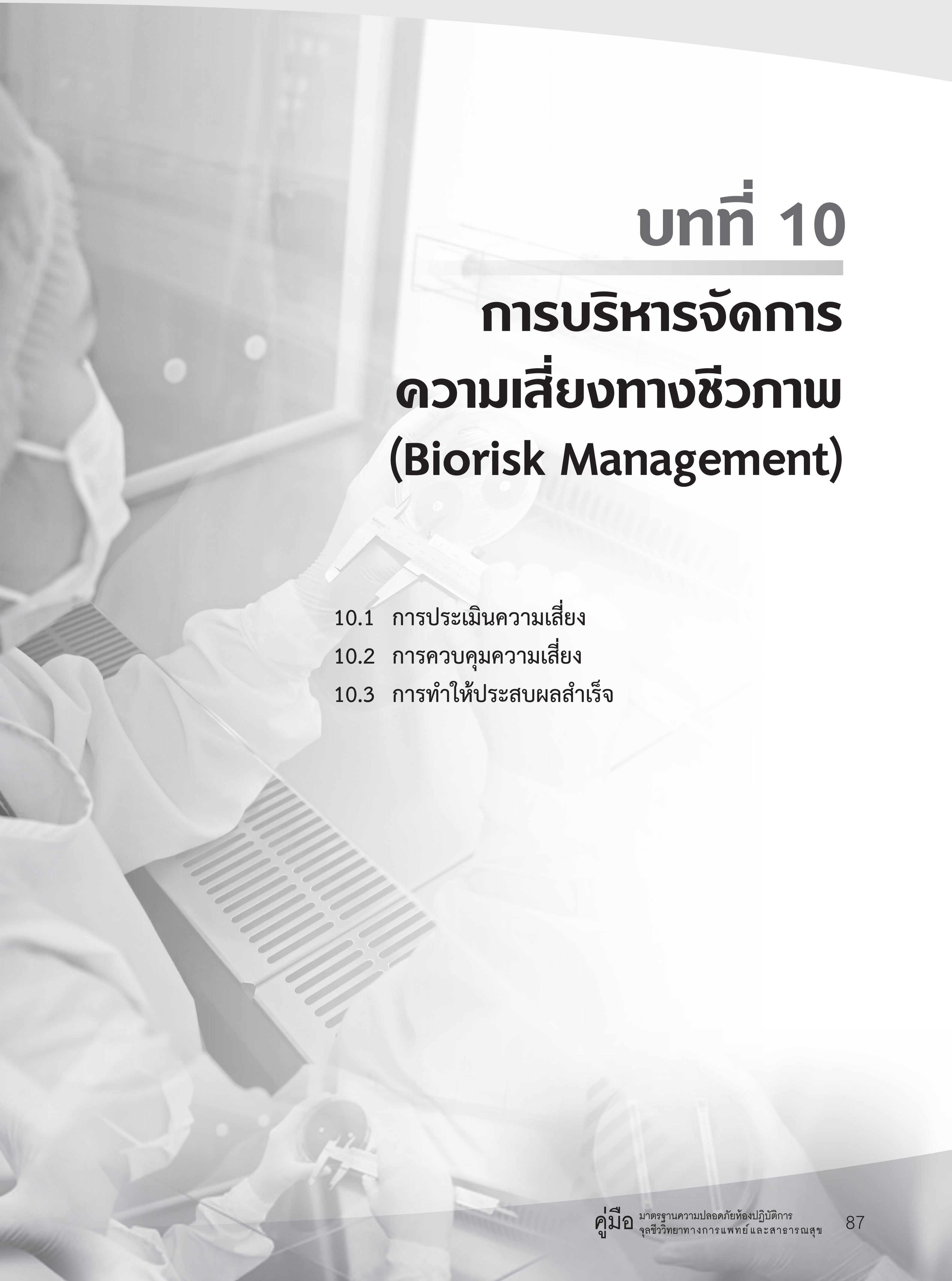
แอลกอฮอล์ที่ใช้ต้องอยู่ในรูปสารละลายน้ำ (hydroalcoholic liquid rubs) ความเข้มข้น 60% - 95% จึงจะมีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อได้ดี โดยมีฤทธิ์ทำให้สารโปรตีนแข็งตัวและทำลายเยื่อหุ้มเซลล์ของจุลชีพ แอลกอฮอล์ที่ใช้มี 3 ชนิด ได้แก่ ethanol (ethyl alcohol), propan -1 – ol (n – propanol, n – propyl alcohol) และ propan – 2 – ol (isopropanol, isopropyl alcohol)

ข้อเสียของแอลกอฮอล์ คือ ทำให้ผิวแห้ง ปัจจุบันจึงมีการผสมสารเพิ่มความชุ่มชื้นกับผิวหนังในแอลกอฮอล์สำหรับทำความสะอาดมือ ข้อดี คือ ออกฤทธิ์เร็ว ใช้เวลาน้อยกว่าการล้างมือด้วยน้ำและสบู่ ไม่จำเป็นต้องใช้อ่างล้างมือ และผ้าเช็ดมือ

อย่างไรก็ตามการทำความสะอาดมือด้วยแอลกอฮอล์ควรใช้ในกรณีที่มือไม่ได้เปื้อนสิ่งสกปรก ตัวอย่างสิ่งส่งตรวจ เช่น เลือด หรือสารคัดหลั่ง อย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากแอลกอฮอล์จะเสื่อมสภาพเมื่อสัมผัสกับสิ่งสกปรก ประสิทธิภาพของแอลกอฮอล์ขึ้นกับหลายปัจจัย ได้แก่ ปริมาณที่ใช้ ความเข้มข้น ระยะเวลาที่สัมผัสกับแอลกอฮอล์ และใช้ในขณะที่มือเปียกหรือไม่ การใช้แอลกอฮอล์ทำความสะอาดมือควรใช้ในปริมาณ 3-5 มิลลิลิตร ใส่ฝ่ามือแล้วลูบถูให้ทั่วฝ่ามือ หลังมือและนิ้วมือ จนกระทั่งแอลกอฮอล์ระเหยจนแห้ง ซึ่งใช้เวลาประมาณ 20-30 วินาที

ปัญหาในการใช้แอลกอฮอล์ทำความสะอาดมือ เช่น บุคลากรใช้แอลกอฮอล์ปริมาณน้อยเกินไป ลูบแอลกอฮอล์ไม่ทั่วมือ ไม่รอให้แอลกอฮอล์ระเหยจนแห้งก่อนไปทำกิจกรรมต่อ ทำให้การทำความสะอาดไม่มีประสิทธิผล นอกจากนี้เนื่องจากแอลกอฮอล์สามารถระเหย และติดไฟได้ ดังนั้นภาชนะที่ใส่ควรปิดมิดชิดป้องกันการระเหยได้ และต้องไม่วางในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงและมีไฟ อย่างไรก็ตามแอลกอฮอล์ 70% ในภาชนะแบบกดหลังตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิปกติ แอลกอฮอล์จะยังคงมีความเข้มข้นมากกว่า 60% ในระยะเวลา 30 วัน ซึ่งเพียงพอสำหรับใช้ในการทำความสะอาดมือได้

ในกรณีที่ห้องปฏิบัติการมีการทำงานที่มีความเสี่ยงเกี่ยวกับสปอร์ของแบคทีเรีย หรือ non enveloped virus ควรหลีกเลี่ยงการทำความสะอาดมือโดยการถูด้วยแอลกอฮอล์ เนื่องจากไม่สามารถทำลายสปอร์ได้ ควรใช้วิธีการทำความสะอาดมือด้วยน้ำและสบู่ผสมยาฆ่าเชื้อ เช่น 4% chlorhexidinegluconate



บทที่ 10

การบริหารจัดการความเสี่ยงทางชีวภาพ (Biorisk Management)

10.1 การประเมินความเสี่ยง
10.2 การควบคุมความเสี่ยง
10.3 การทำให้ประสบผลสำเร็จ

ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการมีโอกาสที่จะเกิดอันตรายจากกระบวนการทำงาน ไม่ว่าจะเป็นอันตรายทางกายภาพ เคมี ชีวภาพ ความปลอดภัยในการใช้แก๊ส เครื่องมือ ไฟฟ้า และอื่นๆ โดยที่ผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้ ซึ่งอันตรายที่เกิดขึ้นในแต่ละห้องปฏิบัติการ อาจมีความแตกต่างกันขึ้นกับลักษณะงานและปัจจัยควบคุม ดังนั้นการประเมินความเสี่ยง จึงทำให้ทราบได้ว่าในกระบวนการทำงานนั้น มีความเสี่ยงต่อผู้ปฏิบัติงานมากน้อยเพียงใดตามลักษณะงานในหน่วยงาน และนำมาตรการควบคุมมาใช้ เพื่อป้องกันอันตรายเหล่านั้น โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้ปฏิบัติงาน ชุมชน และสิ่งแวดล้อมมีความปลอดภัย

ในบทนี้จะอธิบายการบริหารจัดการความเสี่ยงทางชีวภาพ (biorisk management) ซึ่งมีนิยามที่ควรทราบ ดังนี้

- Hazard หมายถึง วัตถุสิ่งของหรือสิ่งมีชีวิตที่ทำให้เกิดอันตรายได้ภายใต้สภาวะหนึ่งที่เหมาะสม เช่น จุลชีพก่อโรค สารชีวภาพอันตราย สิ่งส่งตรวจจากผู้ป่วย สารเคมี สัตว์ทดลอง บุคลากร และเครื่องมือ เครื่องใช้
- Threat หมายถึง บุคคลหรือกลุ่มบุคคลที่มีเป้าประสงค์จะทำให้เกิดอันตรายและมีศักยภาพที่จะทำอันตรายต่อบุคคลอื่นหรือต่อสังคม
- Likelihood หมายถึง โอกาสหรือความถี่ที่จะเกิดอันตรายหรือบาดเจ็บจาก hazard หรือ threat
- Consequence หมายถึง ผลกระทบด้านลบที่เกิดจากการได้รับอันตรายหรือบาดเจ็บจาก hazard หรือ threat
- Risk หมายถึง ความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายหรือบาดเจ็บจาก hazard หรือ threat ในสภาพแวดล้อมหรือสถานการณ์ที่เฉพาะเจาะจงในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง

การบริหารจัดการความเสี่ยงทางชีวภาพ (biorisk management) ต้องประเมินให้ครอบคลุมทั้งความปลอดภัยทางชีวภาพ (biosafety) และความมั่นคงทางชีวภาพ (biosecurity) ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลัก เรียกย่อว่า AMP model ดังนี้

1. การประเมินความเสี่ยง (Assessment) เป็นขั้นตอนชี้บ่ง hazard และ threat ที่มีในการปฏิบัติงานหรือในการทดลอง จากนั้นประเมินความเสี่ยง (risk) โดยพิจารณาถึงโอกาสที่จะเกิด (likelihood) และผลกระทบด้านลบที่ตามมา (consequence)

2. การควบคุมความเสี่ยง (Mitigation) เป็นขั้นตอนการควบคุมความเสี่ยงให้อยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

3. การทำให้ประสบผลสำเร็จ (Performance) เป็นขั้นตอนการควบคุมกำกับ ตรวจสอบ และพัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การควบคุมความเสี่ยงนั้นประสบความสำเร็จอย่างยั่งยืน

10.1 การประเมินความเสี่ยง (Assessment)

การประเมินความเสี่ยงควรดำเนินการร่วมกันโดยผู้เกี่ยวข้องทุกระดับตั้งแต่ ผู้บริหารหน่วยงาน หัวหน้าห้องปฏิบัติการ หัวหน้าโครงการ ผู้ปฏิบัติงาน เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย ช่างเทคนิค เจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัย แพทย์หรือผู้มีหน้าที่ดูแลด้านสุขภาพกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน พนักงานทำความสะอาด การประเมินความเสี่ยงควรดำเนินการก่อนเริ่มลงมือปฏิบัติงาน หรือเมื่อเปลี่ยนวิธีการปฏิบัติงาน เปลี่ยนเครื่องมือตลอดจนเปลี่ยนพื้นที่ปฏิบัติการ

หลักการของการประเมินความเสี่ยงเริ่มต้นโดยการชี้บ่งว่าอะไรเป็น hazard หรือ threat ได้บ้าง และพิจารณาถึงความเสี่ยง (risk) ที่อาจเกิดอันตรายหรือบาดเจ็บจาก hazard หรือ threat นั้น โดยการพิจารณาถึงโอกาสที่จะเกิดอันตราย (likelihood) จาก hazard หรือ threat และผลกระทบด้านลบที่ตามมา (consequence) เมื่อเกิดความเสี่ยงนั้น

ปัจจัยประกอบการพิจารณา มีดังนี้

1. คุณสมบัติของจุลชีพก่อโรค หรือ สารชีวภาพอันตราย เช่น ระดับความรุนแรงของเชื้อ การแพร่กระจาย ความสามารถในการก่อโรค เป็นต้น จุลชีพก่อโรคที่อยู่ในกลุ่มความเสี่ยง (risk group) สูงจะมีผลกระทบหรือความรุนแรงมากกว่าจุลชีพก่อโรคที่อยู่ในกลุ่มความเสี่ยงต่ำกว่า

2. บุคลากรผู้ปฏิบัติงาน เช่น มีความรู้ ความชำนาญ ประสบการณ์ ตลอดจนอุปนิสัยในการทำงาน มีความรอบคอบหรือเลินเล่อ เป็นต้น

3. เทคนิคหรือวิธีการดำเนินการทางห้องปฏิบัติการ ก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของจุลชีพก่อโรค หรือขั้นตอนที่มีโอกาสสัมผัสจุลชีพได้ง่าย หรือ ขั้นตอนที่มีการเพิ่มปริมาณจุลชีพก่อโรค เป็นต้น

4. สิ่งแวดล้อม เช่น พื้นที่ปฏิบัติงานสะอาด ไม่รกรุงรัง มีระบบระบายอากาศที่ดี มีการแยกพื้นที่ปฏิบัติงาน หรือต้องปฏิบัติงานร่วมกันหลายกิจกรรม เป็นต้น

5. เครื่องมือ มีความความเหมาะสม ได้รับการบำรุงรักษาและสอบเทียบหรือตรวจรับรอง เป็นต้น

นอกจากนี้การได้มาของความเสี่ยงอาจนำมาจากข้อมูลการเกิดอุบัติเหตุ/อุบัติการณ์ที่ผ่านมา รวมถึงข้อมูลจากเอกสาร เช่น Pathogen safety data sheets (PSDS) หรือ Material safety data sheets (MSDD) เป็นต้น

ขั้นตอนการประเมินความเสี่ยง สามารถดำเนินการได้ ดังนี้

1. จำแนกขั้นตอนการทดลองหรือขั้นตอนการปฏิบัติงาน ต้องครอบคลุมตั้งแต่ก่อนปฏิบัติงาน ขณะปฏิบัติงาน และหลังปฏิบัติงาน

2. ระบุอันตราย (hazard หรือ threat) ที่อาจเกิดในแต่ละขั้นตอน

3. ประเมินความเสี่ยงและระบุความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นได้จากอันตรายในข้อ 2 โดยพิจารณาถึงโอกาสที่อาจเกิด (likelihood) และผลกระทบที่ตามมา (consequence) ตัวอย่างเช่น

3.1 ความเสี่ยง (risk) เกิดขึ้นเมื่ออยู่ร่วมกับสิ่งที่เป็นอันตรายในสภาพแวดล้อมหรือสถานการณ์ที่เฉพาะเจาะจง ในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่ง เช่น ผู้ปฏิบัติงานมีความเสี่ยง (risk) ต่อการติดเชื้อในห้องปฏิบัติการเมื่อสัมผัสกับสิ่งปนเปื้อนจุลชีพที่หกหรือกระเด็นอยู่บนโต๊ะ หรือมีความเสี่ยงต่อการถูกเข็มเจาะเลือดใช้แล้วตำนิ้วจากการปฏิบัติงานไม่ถูกต้องหรือขั้นตอนการทิ้งที่ไม่ถูกต้อง ในขณะเดียวกันความรุนแรงของความเสี่ยงกรณีดังกล่าว ขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของจุลชีพ หากเป็นจุลชีพที่อยู่ในกลุ่มความเสี่ยง (risk group) สูงผลกระทบหรือความรุนแรงย่อมมากกว่าจุลชีพที่อยู่ในกลุ่มความเสี่ยงต่ำกว่า

3.2 โอกาสหรือความเป็นไปได้ (likelihood) อาจประเมินได้จากความถี่ของการปฏิบัติงานกับ hazard เช่น จำนวนความถี่ในการตรวจยืนยันเชื้อ *Mycobacterium tuberculosis* ต่อหนึ่งสัปดาห์ เวลาที่ใช้ในแต่ละครั้ง ยิ่งทำมากครั้งและใช้เวลานานมาก โอกาสเสี่ยงยิ่งสูง เป็นต้น ผู้ประเมินอาจประเมินโอกาสจากน้อยไปมากด้วยการกำหนดค่าเป็นตัวเลข เช่น หากกำหนดเป็น 3 ระดับ คือ ต่ำ ปานกลาง สูง อาจแปลงเป็นตัวเลข 1 2 และ 3 ทั้งนี้การแบ่งระดับขึ้นกับความต้องการของแต่ละหน่วยงาน

3.3 ผลกระทบ (consequence) ประเมินจากความเสียหายหรือความเจ็บป่วยของผู้ปฏิบัติงาน หากผลกระทบนั้นส่งผลต่อผู้ปฏิบัติงานไม่มากและสามารถกลับมาดำเนินชีวิตเป็นปกติได้ก็ย่อมมีความรุนแรงน้อยกว่าผลกระทบที่ทำให้ผู้ปฏิบัติการไม่สามารถกลับมาใช้ชีวิตดังปกติหรือใช้เวลาในการรักษานานทำให้เสียค่าใช้จ่ายสูงผู้ประเมินอาจประเมินผลกระทบจากน้อยไปมากด้วยการกำหนดค่าเป็นตัวเลข เช่น หากแบ่งเป็น 3 ระดับคือ ต่ำ ปานกลาง สูง อาจแปลงเป็นตัวเลข 1 2 และ 3 ทั้งนี้การแบ่งระดับขึ้นกับความต้องการของแต่ละหน่วยงาน

4. หากผลการประเมินความเสี่ยงจากข้อ 3 พบว่าความเสี่ยงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ (acceptable risk) ให้ดำเนินการต่อ โดยมีการควบคุมอย่างต่อเนื่อง เพื่อลดระดับความเสี่ยงนั้นให้มากที่สุด

5. ถ้าผลการประเมินความเสี่ยงอยู่ในระดับที่ยอมรับไม่ได้ ให้จัดทำแผนลดความเสี่ยง ดำเนินการลดความเสี่ยง และประเมินผล หากยังไม่สามารถลดความเสี่ยงได้ ควรพิจารณาเปลี่ยนเทคนิควิธีการปฏิบัติงาน (substitution) เพื่อลดความเสี่ยง หากไม่สามารถหาวิธีการปฏิบัติงานทดแทนได้ อาจจำเป็นต้องพิจารณายกเลิกการปฏิบัติงานนั้นหรือส่งต่อห้องปฏิบัติการที่มีความพร้อมมากกว่า (elimination)

6. นำผลการประเมินความเสี่ยงมาจัดลำดับความสำคัญในการดำเนินการแก้ไข

10.2 การควบคุมความเสี่ยง (Mitigation)

หลังจากการประเมินความเสี่ยงและจัดลำดับในการดำเนินการแก้ไขจัดการควบคุม เพื่อให้ความเสี่ยงนั้นลดลงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ การจัดการควบคุมประกอบด้วย 4 ด้าน ดังนี้

10.2.1 การควบคุมด้านวิศวกรรม (Engineering control) เป็นการควบคุมด้านกายภาพหมายถึงโครงสร้างอาคารหรือห้องปฏิบัติการที่ได้รับการออกแบบอย่างเหมาะสมกับระดับความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการเพื่อให้เหมาะสมกับการทำงานกับจุลชีพก่อโรคตามกลุ่มเสี่ยง รวมทั้งมีมาตรการในการควบคุมดูแลแตกต่างกันไป เช่น โรคติดเชื้อจากไวรัสอีโบลาที่ต้องดำเนินการใน BSL 4 หรือ BSL3 แบบมีเงื่อนไข (ดูรายละเอียดในบทที่ 4 ระดับความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาและการปฏิบัติงาน) นอกจากนี้การควบคุมทางวิศวกรรมยังรวมถึงเครื่องมือที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ เช่น ตู้ชีวนิรภัย ซึ่งต้องใช้ในการทำงานกับจุลชีพ เพื่อกักกันไม่ให้เกิดการรั่วไหลระหว่างการทำงานจนเกิดอันตรายกับผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อม (ดูรายละเอียดในบทที่ 8 เครื่องมือที่มีผลกับความปลอดภัยทางชีวภาพ) การควบคุมทางวิศวกรรมนี้เป็นการควบคุมที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุด เปรียบเสมือนขณะเกิดอุบัติเหตุ ผู้ปฏิบัติงานนั่งอยู่ในรถยนต์ย่อมได้รับอันตรายน้อยกว่าอยู่บนรถจักรยานยนต์ เนื่องจากมีโครงสร้างของตัวรถปกป้องอยู่

10.2.2 การควบคุมด้านบริหาร (Administrative control) เป็นการควบคุม โดยอาศัยช่องทางในด้านการบริหารจัดการ ต้องมีการกำหนดเป็นนโยบายของหน่วยงาน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานทุกคนได้ใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติ ซึ่งนโยบายนี้ต้องครอบคลุมการป้องกันความเสี่ยงไม่ให้เกิดขึ้นหรือเกิดน้อยที่สุด นอกจากนี้รวมถึงการจัดทำคู่มือต่างๆ เกี่ยวกับความปลอดภัย เอกสารมาตรฐานการปฏิบัติงาน (SOP) เพื่อให้ผู้ปฏิบัติใช้อ้างอิงหรือเป็นแนวทางทำงานอย่างถูกต้องปลอดภัย ระเบียบปฏิบัติที่จำเป็นในการปฏิบัติงาน ซึ่งต้องได้รับการกำหนดมาจากผู้บริหารให้ทุกคนต้องปฏิบัติตามเพื่อความปลอดภัย เช่น

- มอบหมายบุคคลให้มีหน้าที่ดูแลรับผิดชอบสำหรับห้องปฏิบัติการ (biosafety officer หรือ supervisor)

- จัดให้มีการฝึกอบรมให้ความรู้อย่างสม่ำเสมอ (training) เพื่อให้มั่นใจว่าผู้ปฏิบัติงานสามารถปฏิบัติตามวิธีปฏิบัติมาตรฐานได้ถูกต้อง มีการมาตรการด้านความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับผู้ปฏิบัติงาน
- ควบคุม และจำกัดการเข้าปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ
- จัดหาอุปกรณ์ป้องกันเฉพาะ สำหรับผู้ปฏิบัติงานอย่างเหมาะสม
- มีแผนสำหรับการฆ่าเชื้อห้องปฏิบัติการ (laboratory decontamination)
- ดำเนินการให้มีการฉีดวัคซีนแก่ผู้ปฏิบัติงาน (immunization)
- จัดให้มีโปรแกรมสำรวจการเจ็บป่วยของผู้ปฏิบัติงาน (medical surveillances)
- กำหนดให้มีแผนการฝึกปฏิบัติงาน เพื่อให้ทุกคนสามารถปฏิบัติได้อย่างถูกต้องตามมาตรฐานการปฏิบัติงาน (SOP compliance)
- กำหนดให้มีการตรวจสอบคุณสมบัติของผู้ปฏิบัติงานตามความเหมาะสมของงานที่ได้รับมอบหมาย
- กำหนดให้ต้องมีการแสดงสัญลักษณ์และข้อมูลต่างๆ ด้านความปลอดภัย เครื่องหมายบ่งชี้ว่าเป็นห้องปฏิบัติการชีวนิรภัยระดับใด ให้ข้อมูลชนิดของเชื้อที่มีในการปฏิบัติการ รวมทั้งให้ระบุชื่อและเบอร์โทรศัพท์ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบที่ติดต่อได้สะดวก ในบริเวณที่ชัดเจนและเห็นได้ง่าย

10.2.3 การปฏิบัติและวิธีการ (Practice and procedure) เป็นการควบคุมวิธีการทำงานของผู้ปฏิบัติงานให้ถูกต้องเหมาะสมตามมาตรฐานการปฏิบัติงาน เพื่อลดโอกาสเสี่ยงในการเกิดอันตราย ต้องมีการฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงานให้ทราบถึงวิธีการทำงานที่ถูกต้องปลอดภัยก่อนการปฏิบัติงานและต้องการทบทวนความรู้เป็นประจำ เช่น การถอดใส่อุปกรณ์ปกป้องความปลอดภัยส่วนบุคคล การใช้งานตู้ชีวนิรภัยอย่างถูกต้องเหมาะสม เป็นต้น

10.2.4 อุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคล (Personnel protective equipment) เป็นการควบคุม โดยใช้อุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคล ซึ่งผู้ใช้ต้องทราบชนิดและคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่เลือกใช้ เพื่อให้เหมาะสมกับงานหรือความเสี่ยงจากกิจกรรมที่ต้องปฏิบัติ

10.3 การทำให้ประสบผลสำเร็จ (Performance)

เป็นขั้นตอนการควบคุมกำกับ ตรวจสอบ และ พัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้การควบคุมความเสี่ยงนั้นประสบความสำเร็จอย่างยั่งยืนหลังจากดำเนินการควบคุมความเสี่ยง (mitigation) ตามที่กล่าวข้างต้นจะต้องมีการควบคุมกำกับ ตรวจสอบ เพื่อให้เกิดการพัฒนาอย่างยั่งยืน

10.3.1 การควบคุม (Control) หมายถึง วิธีการหรือกระบวนการในการควบคุมและกำกับดูแล ว่ามีการดำเนินการตามแผนการควบคุมความเสี่ยงครบถ้วน เช่น จัดทำขั้นตอนวิธีปฏิบัติ และมอบหมายผู้รับผิดชอบในการติดตามผล เช่น การที่หัวหน้าห้องปฏิบัติการควบคุมให้ผู้ปฏิบัติงานดำเนินการตามมาตรฐานการปฏิบัติงานที่ใช้ในหน่วยงาน การจัดทำบัญชีจดแจ้งเชื้อโรคและพิษจากสัตว์ตามกฎหมายว่าด้วยเชื้อโรคและพิษจากสัตว์ เป็นต้น

10.3.2 การทำให้เชื่อมั่น (Assurance) หมายถึง กระบวนการตรวจสอบหรือตรวจติดตาม เพื่อยืนยันว่าการควบคุมความเสี่ยงนั้นดำเนินการไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยปกติมักใช้การตรวจติดตามภายใน (internal audit) เพื่อดูว่าผู้ปฏิบัติงานยังคงปฏิบัติตามระเบียบหรือมาตรฐานการปฏิบัติงานหรือไม่ เช่น การตรวจสอบบันทึกการใช้งานเครื่องนึ่งทำลายเชื้อ การตรวจสอบบัญชีจดแจ้งเชื้อโรคและพิษจากสัตว์ เป็นต้น

10.3.3 การปรับปรุง (Improvement) หมายถึง กระบวนการทบทวนและวิเคราะห์การดำเนินการที่ผ่านมา เพื่อจัดทำแผนการควบคุมความเสี่ยงหรือลดความเสี่ยง เช่น การประชุมทบทวนการดำเนินการด้านความปลอดภัยประจำปี

อย่างไรก็ตาม ผู้ประเมินพึงระลึกไว้เสมอว่าความเสี่ยงไม่สามารถลดให้เป็นศูนย์ได้ แต่เราสามารถลดความเสี่ยงลงจนอยู่ในระดับที่เรายอมรับได้ (acceptable risk) ดังนั้นหากความเสี่ยงนั้นอยู่ในระดับความเสี่ยงเล็กน้อยหรือยอมรับได้ อาจไม่จำเป็นต้องดำเนินการใดเพิ่มเติมจากที่ปฏิบัติอยู่ แต่หากระดับความเสี่ยงอยู่ในระดับปานกลาง ความเสี่ยงสูง หรือความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้ จะต้องมีการจัดการควบคุมความเสี่ยงเพิ่มเติม โดยพิจารณาหาวิธีการควบคุมที่เหมาะสม เพื่อให้ระดับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นนั้นลดลงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

ประโยชน์ของการบริหารจัดการความเสี่ยง

1. มั่นใจว่าผู้ปฏิบัติงานหรือผู้เกี่ยวข้องปลอดภัยจากการสัมผัสกับสารชีวภาพอันตราย
2. ป้องกันการเกิดอุบัติเหตุที่ทำให้เกิดการรั่วไหลหรือการปนเปื้อนของสารชีวภาพอันตราย
3. บ่งชี้ความต้องการเรื่องการฝึกอบรมหรือคำแนะนำ
4. พิจารณาเปลี่ยนวิธีทดสอบให้มีความปลอดภัยเพิ่มขึ้น
5. ตัดสินพิจารณาพื้นที่และเครื่องมือที่ต้องการ
6. ประเมินการควบคุมความปลอดภัย
7. ประเมินแผนรองรับสถานการณ์ฉุกเฉิน

บทที่ 11

น้ำยาฆ่าเชื้อโรค (Disinfectant)

11.1 ประเภทของน้ำยาฆ่าเชื้อ

11.2 สารเคมีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรค

น้ำยาฆ่าเชื้อโรค (Disinfectant)

น้ำยาฆ่าเชื้อโรค หมายถึง สารเคมีหรือส่วนผสมของสารเคมีที่มีฤทธิ์ฆ่าจุลชีพก่อโรคหรือเชื้อ ยกเว้นสปอร์ของเชื้อ หรือมีฤทธิ์ระงับเชื้อ ซึ่งจะระบุที่ฉลากของผลิตภัณฑ์ว่ามีฤทธิ์ระดับใด ส่วนใหญ่ใช้กับสิ่งไม่มีชีวิตเท่านั้น มีฤทธิ์ระคายเคืองต่อผิวหนัง เนื้อเยื่อ และเยื่อเมือกของร่างกาย โดยทั่วไปมักใช้ในการฆ่าเชื้อโรคบนพื้นผิวของวัตถุ เช่น พื้นห้อง เครื่องมือ เครื่องใช้ เป็นต้น

สารเคมีหลายชนิดสามารถใช้เป็นน้ำยาฆ่าเชื้อโรคได้ ซึ่งมีขายอยู่จำนวนมากในลักษณะของสารประกอบต่างๆ ดังนั้นจึงต้องระมัดระวังในการเลือกซื้อ เพื่อให้เหมาะสมกับเชื้อที่เราต้องการจัดการ โดยปัจจัยที่มีผลต่อการออกฤทธิ์ของน้ำยาฆ่าเชื้อ มีดังนี้

1. ชนิด และความสามารถในการดื้อยาของจุลชีพ
2. ชนิดและความเข้มข้นของน้ำยาฆ่าเชื้อ
3. ระยะเวลาและอุณหภูมิของการใช้น้ำยาทำลายเชื้อ
4. จำนวนของเชื้อที่ปนเปื้อน
5. การปนเปื้อนของสารอินทรีย์
6. ปริมาณน้ำที่ติดมากับอุปกรณ์
7. ลักษณะพื้นผิวของสิ่งที่ต้องการลดการปนเปื้อน

หลักทั่วไปในการเลือกใช้น้ำยาฆ่าเชื้อ มีดังนี้

1) วัตถุประสงค์ในการใช้ พิจารณาว่าต้องการใช้น้ำยาฆ่าเชื้อกับสิ่งที่ต้องการทำลายเชื้อประเภทใด และสิ่งเหล่านั้นมีเชื้ออะไรที่เกี่ยวข้อง

2) คุณสมบัติทางกายภาพ ทางเคมี ทางชีววิทยาของน้ำยาฆ่าเชื้อนั้น ได้แก่ ความคงตัวของน้ำยา อายุของน้ำยาที่ใช้

3) ความปลอดภัยของผู้ใช้ คำนึงถึง การดูดซึมเข้ากระแสเลือด การระคายเคืองต่อผิวหนัง อาการแพ้ที่อาจเกิดขึ้น

4) เอกสารกำกับที่แนบมาจากบริษัท เอกสารทางการแพทย์ องค์กรสากลที่เกี่ยวข้องรับรอง ไม่โฆษณาเกินความเป็นจริง ราคาเหมาะสม

โดยทั่วไปการฆ่าเชื้อโรคของสารเคมีหลายชนิดมักมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แต่ในขณะเดียวกัน การที่อุณหภูมิสูงก็มีอิทธิพลต่อการเร่งการระเหยและการเสื่อมประสิทธิภาพของสารเคมีด้วยเช่นกัน ดังนั้น การเก็บรักษา และวิธีการใช้สารเคมี จึงมีความสำคัญที่ต้องพิจารณาด้วย โดยเฉพาะประเทศในเขตร้อน ซึ่งอาจทำให้อายุการเก็บ (shelf-life) ของสารเคมีลดลง เนื่องจากความชื้นในอากาศสูง

นอกจากนี้ สารเคมีหลายชนิดสามารถเป็นอันตรายต่อมนุษย์ และสิ่งแวดล้อม จึงควรเลือก เก็บรักษา จัดการ ใช้งาน และทิ้งอย่างระมัดระวัง ตามคู่มือสารเคมีแต่ละชนิดที่แนะนำไว้ ในส่วนความปลอดภัยของผู้ใช้งาน แนะนำควรต้องใส่ถุงมือ ผ้ากันเปื้อน และเครื่องป้องกันตา เมื่อต้องใช้และเตรียมสารละลายสารเคมีสำหรับฆ่าเชื้อโรค

11.1 ประเภทของน้ำยาฆ่าเชื้อ

น้ำยาฆ่าเชื้อแบ่งเป็นประเภทตามความสามารถในการทำลายเชื้อได้ 3 ระดับ ดังนี้

11.1.1 น้ำยาฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพสูง (High-level disinfectant) คือ สารเคมีที่สามารถฆ่าสปอร์ของแบคทีเรียและจุลชีพได้ทุกชนิด (ได้แก่ vegetative form สปอร์ของแบคทีเรีย มัยโคแบคทีเรีย เชื้อรา และไวรัสทั้ง lipid และ non-lipid virus) จึงเหมาะสมที่จะใช้เป็นสารที่ทำให้ปลอดเชื้อ (sterilant) ในวัสดุหรือเครื่องมือที่ต้องการความปลอดเชื้ออย่างยิ่ง (critical items) ตัวอย่างของน้ำยาฆ่าเชื้อประเภทนี้ ได้แก่ กลูตาราลดีไฮด์ 2.0 – 3.2% ก๊าซเอทิลีนอ๊อกไซด์ เป็นต้น

11.1.2 น้ำยาฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพปานกลาง (Intermediate-level disinfectant) คือ สารเคมีที่สามารถฆ่าจุลชีพได้ทุกชนิด ยกเว้นสปอร์ของแบคทีเรีย ไวรัสชนิด non-lipid และ small size และสามารถฆ่าเชื้อจุลชีพที่มีความสำคัญ เช่น *Mycobacterium tuberculosis* และ lipid virus ได้ โดยฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อไวรัสเปลี่ยนแปลงไปตามความเข้มข้นของน้ำยา จึงเหมาะสมที่จะใช้สารเคมีเหล่านี้ในกลุ่มเครื่องมือที่ต้องการความปลอดเชื้อปานกลาง (semi-critical items) ตัวอย่างของน้ำยาฆ่าเชื้อประเภทนี้ ได้แก่ แอลกอฮอล์ ฟอร์มาลดีไฮด์ ไอโอโดฟอร์ สารประกอบคลอรีน (โซเดียมไฮโปคลอไรท์)

11.1.3 น้ำยาฆ่าเชื้อที่มีประสิทธิภาพต่ำ (Low-level disinfectant) คือ สารเคมีที่สามารถฆ่าได้เฉพาะแบคทีเรีย (vegetative form) ไม่สามารถฆ่าสปอร์ของแบคทีเรีย เชื้อมัยโคแบคทีเรีย เชื้อราบางชนิดหรือเชื้อไวรัสบางชนิดได้ สารเคมีเหล่านี้เมื่อความเข้มข้นเพิ่มสูงขึ้นอาจเปลี่ยนจาก low-level disinfectants เป็น intermediate-level disinfectants ได้ ตัวอย่างของน้ำยาฆ่าเชื้อประเภทนี้ ได้แก่ povidone-iodine จาก 75 ppm เป็น 450 ppm สารเคมีบางชนิดแม้ความเข้มข้นจะเพิ่มขึ้นเพียงใดก็เป็น low-level disinfectants เช่น benzalkonium chloride (ชื่อการค้า Zephirol, Zephiran) สารเคมีกลุ่มนี้ จึงเหมาะสมที่จะใช้สำหรับวัสดุหรือเครื่องมือที่ไม่ต้องการความปลอดเชื้อมากนัก (non-critical item)

11.2 สารเคมีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อโรค

ที่สำคัญมี ดังนี้

11.2.1 คลอรีน บลีช (Chlorine bleach)

เป็นสารเคมีที่มีสารละลาย โซเดียมไฮไปคลอไรท์ (hypochlorite) ในรูปของเกลือโซเดียมไฮไปคลอไรท์ ($NaOCl$) เตรียมได้จากการผ่านก๊าซคลอรีนลงในโซดาไฟ ($NaOH$) โซเดียมไฮไปคลอไรท์เตรียมได้ แต่ในรูปของสารละลายเท่านั้น ไม่สามารถเตรียมได้ในสภาพของแข็ง เพราะไม่เสถียร หลังจากละลายน้ำแล้วจะเกิดการแตกตัวของโมเลกุลและปลดปล่อยกรดไฮโปคลอรัส ($HOCl$) และออกซิเจน (O) ที่มีคุณสมบัติเป็นสารทำปฏิกิริยาออกซิไดซ์ที่รวดเร็ว (fast-acting oxidant) จากกลไกนี้ จึงทำให้เกิดฤทธิ์ฆ่าเชื้อ มีฤทธิ์ในการกัดกร่อน จัดเป็น intermediate-level disinfectant ไม่สามารถฆ่าสปอร์ แต่สามารถฆ่าเชื้อมัยโคแบคทีเรีย แบคทีเรีย รา ไวรัส HBV HIV ได้ดี เป็นสารเคมีที่มีช่วงความสามารถในการฆ่าเชื้อได้หลายชนิด (broad-spectrum chemical) ในท้องตลาดมักขายอยู่ในรูปของน้ำยาฟอกผ้าขาว ซึ่งสามารถใช้ละลายกับน้ำ เพื่อใช้ในการฆ่าเชื้อโรคที่ความเข้มข้นต่างๆ ขึ้นกับความเหมาะสม ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อของสารเคมีชนิดนี้จะลดลงอย่างมาก หากในปฏิกิริยามีสารประกอบอินทรีย์จำพวกโปรตีน

ไม่แนะนำ ให้ใช้น้ำยาฟอกผ้าขาวในการทำความสะอาดฆ่าเชื้อโรคบริเวณผิวหนัง แต่อาจใช้ในการฆ่าเชื้อโรคทั่วไป และการแช่น้ำยา เพื่อลดการปนเปื้อนวัสดุที่ไม่ใช่โลหะ เนื่องจากคลอรีนมีสภาพความเป็นด่างสูง จึงมีฤทธิ์ในการกัดกร่อนโลหะได้

ไม่ควร เก็บสารเคมีชนิดนี้ในภาชนะเปิด หรือในที่ที่มีอุณหภูมิสูง เนื่องจากสารเคมีจะมีการปล่อยก๊าซคลอรีนออกมา ซึ่งมีความเป็นพิษสูง จึงควรใช้ในที่มีอากาศถ่ายเทดีเท่านั้น และไม่ควรผสมกับกรดเพื่อลดการปลดปล่อยก๊าซคลอรีน และเนื่องจากสารคลอรีนเป็นอันตรายทั้งมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ดังนั้นจึงควรใช้น้ำยาฆ่าเชื้อโรคที่มีส่วนประกอบของสารคลอรีนเท่าที่จำเป็น โดยเฉพาะการใช้สารคลอรีนที่อยู่ในน้ำยาฟอกผ้าขาวควรหลีกเลี่ยง

ข้อดี คือ ราคาถูก สามารถฆ่าเชื้อได้ดี ขึ้นกับความเข้มข้นของสาร จึงเป็นทั้ง antiseptic และ disinfectant (ความเข้มข้นจะต้องเป็นเปอร์เซ็นต์ของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ หรือ ppm ของ available chlorine โดย 1% NaOCl = 10,000 ppm available chlorine) ความเข้มข้น 0.10 - 0.25 ppm จะสามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรียส่วนใหญ่ได้ภายใน 15-30 วินาที สามารถฆ่าเชื้อวัณโรคได้ แต่ไม่สามารถฆ่าสปอร์ได้ ที่ความเข้มข้น 5,000 – 10,000 ppm สามารถฆ่า lipid virus ได้ถึง 100% นอกจากนี้สามารถใช้ในการทำลายเชื้อในเครื่องมือที่ผ่านการใช้กับผู้ป่วยภายหลังทำความสะอาดและทำให้แห้งแล้ว ใช้เวลา 30 นาที สำหรับที่ความเข้มข้น 100 – 1,000 ppm สามารถใช้ทำความสะอาดพื้นผิวทั่วๆ ไป

ข้อเสีย คือ เป็นสารเคมีที่ไม่คงตัวทั้งในรูปของ liquid form และ solid form ดังนั้นต้องผสมน้ำยาใช้ใหม่ทุกวัน มีกลิ่นฉุน มีฤทธิ์กัดกร่อนโลหะ ระคายเคืองเนื้อเยื่อผิวหนัง และระบบทางเดินหายใจ ดังนั้นในการเตรียมและการใช้งาน ต้องสวมถุงมือ หน้ากากอนามัย แว่นตาป้องกัน และเสื้อคลุม สารเคมีนี้จะมีประสิทธิภาพลดลงเมื่อสัมผัสกับสารอินทรีย์ เช่น เลือด น้ำเหลือง น้ำหนอง จึงควรทำความสะอาดเครื่องมือก่อนฆ่าเชื้อ นอกจากนี้เมื่อทำปฏิกิริยากับฟอร์มาลดีไฮด์จะให้สารก่อมะเร็ง และสามารถทำลายสภาพผ้ายางพลาสติกได้ ทำให้เกิดการแพ้ได้

ตารางที่ 11.1 ตัวอย่างการเจือจางโซเดียมไฮโปคลอไรท์

ความเข้มข้นที่ระบุ	อัตราส่วนการเจือจาง	ความเข้มข้นของคลอรีน (ppm.)	การใช้งาน
5.25 – 6.25%	ไม่เจือจาง	52,500 – 62,500	
	1:10 (0.5%)	5,250 – 6,250	ลดการปนเปื้อนกรณีสารชีวภาพหกหล่น
	1:100 (0.05%)	525 – 625	การทำความสะอาดทั่วไป
	1:1,000 (0.005%)	52.5 – 62.5	

11.2.2 คลอรีนไดออกไซด์ (Chlorine dioxide)

คลอรีนไดออกไซด์ (ClO_2) อยู่ในสถานะก๊าซควบแน่นที่อุณหภูมิ 11 องศาเซลเซียส เป็นสารเคมีที่จัดเป็น high-level disinfectant มีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อโรคที่แรง รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ การฆ่าเชื้อโรคด้วยก๊าซคลอรีน หรือเรียกว่า คลอริเนชัน (Chlorination) เป็นวิธีที่แพร่หลายมากกว่าวิธีอื่น เพราะมีประสิทธิภาพดี ควบคุมระบบง่าย

คลอรีนไดออกไซด์ ฆ่าเชื้อโรคโดยการทำลายเอนไซม์ ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญในการเจริญเติบโตของเซลล์สิ่งมีชีวิต โดยมีคุณสมบัติเป็นสารออกซิไดซ์ จึงทำปฏิกิริยากับส่วนประกอบของเซลล์จุลชีพโดยการดึงอิเล็กตรอนออกมาทำให้เยื่อหุ้มเซลล์ (cell membrane) ขาดเสถียรภาพ และทำให้เซลล์แตกในที่สุด ClO_2 ยังสามารถทำปฏิกิริยากับโปรตีนของเซลล์ได้หลายชนิด ทำให้ยากต่อการที่จุลชีพจะเกิดการกลายพันธุ์แล้วอยู่ในรูปที่ต้านทานต่อ ClO_2 ได้ นอกจากนี้ ClO_2 ยังสามารถฆ่าแบคทีเรียที่อยู่ในรูป endospore ได้ โดย ClO_2 สามารถซึมผ่านส่วนห่อหุ้มสปอร์เข้าไปทำลายส่วนประกอบภายในได้

ClO_2 ถึงแม้จะมีคลอรีน (Cl) เป็นส่วนประกอบ แต่คุณสมบัติกลับแตกต่างจาก Cl เนื่องจาก ClO_2 ไม่ทำปฏิกิริยากับสารประกอบ เช่น แอมโมเนีย หรือสารประกอบอินทรีย์ ทำให้ไม่ก่อสารประกอบอินทรีย์ข้างเคียงที่ไม่พึงประสงค์ของคลอรีน (chlorinated organic compounds) ซึ่งสารเหล่านี้มักเป็นสารก่อมะเร็งที่รุนแรงชนิดหนึ่ง และเนื่องจากก๊าซคลอรีนไดออกไซด์มีค่า oxidation/ reduction potential ต่ำกว่าสารฆ่าเชื้อชนิดอื่นๆ เช่น โอโซน (O_3) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ หรือโซเดียมไฮโปคลอไรท์ มีฤทธิ์กัดกร่อนวัสดุน้อยกว่า จึงปลอดภัยเมื่อใช้งานในห้องที่มีอุปกรณ์หรือเครื่องมือทางวิทยาศาสตร์

11.2.3 โซเดียมไดคลอโรไอโซไซยานูเรท (Sodium dichloroisocyanurate)

โซเดียมไดคลอโรไอโซไซยานูเรท (NaDCC) เป็นสารประกอบคลอรีนที่พัฒนาล่าสุด ให้มีความคงตัวสูงเก็บรักษาได้นาน สามารถละลายน้ำได้อย่างรวดเร็ว และไม่มีตะกอนหลงเหลือ มี pH ที่เหมาะสม 6.4 - 6.8 ทั้งในรูปของผงแป้ง เกล็ด และเม็ด ประกอบด้วยคลอรีน 60% NaDCC หลังจากละลายน้ำแล้ว จะแตกตัวให้ hypochlorous acid และ cyanuric Acid (ที่ช่วยทำให้ HOCl มีความคงตัวในน้ำเพิ่มขึ้น) ไม่มีผลกระทบต่อค่า pH ของน้ำ สามารถออกฤทธิ์ได้ดีแม้แต่ในน้ำที่มี pH 8 - 9 มักเตรียมสารละลายโดยใช้ผงของ NaDCC 1.7 กรัม/ลิตร และ 8.5 กรัม/ลิตร เพื่อให้ได้ความเข้มข้นสุดท้ายของคลอรีนในสารละลายเป็น 1 กรัม/ลิตร และ 5 กรัม/ลิตร ตามลำดับ ส่วนในรูปเม็ดประกอบด้วยคลอรีน 1.5 กรัม/เม็ด ควรใช้ 1 หรือ 4 เม็ด ละลายในน้ำ 1 ลิตร ได้ความเข้มข้นสุดท้าย เป็น 1 กรัม/ลิตร และ 5 กรัม/ลิตร ตามลำดับ

NaDCC อยู่ในรูปผงแป้ง หรือ เม็ดทำให้เก็บรักษาได้ง่ายและปลอดภัย สามารถออกฤทธิ์ได้ดีกว่าคลอรีนชนิดไฮโปคลอไรท์ 2 - 10 เท่า จึงใช้น้อยแต่สามารถฆ่าเชื้อได้ดี สามารถสลายตัวได้เร็ว และมีฤทธิ์กัดกร่อนน้อยกว่าคลอรีนชนิดอื่น สารละลายนี้สามารถใช้งานทำความสะอาดฆ่าเชื้อโรค กรณีการเกิดการหกกระเด็นของเลือดและของเหลวปนเปื้อนสารชีวภาพอันตรายอื่น โดยต้องทิ้งให้น้ำยาทำงานอย่างน้อย 10 นาที ก่อนเช็ดทำความสะอาด

11.2.4 คลอรามีน (Chloramines)

สารคลอรามีน (NH_2Cl) ส่วนใหญ่อยู่รูปผงแป้ง ประกอบด้วยคลอรีน 25% สารคลอรามีนมีอัตราการปล่อยก๊าซคลอรีนช้ากว่าไฮโปคลอไรท์ ดังนั้นจึงต้องใช้ความเข้มข้นสูงกว่า เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพเท่ากันกับ ไฮโปคลอไรท์ แต่สารประกอบอินทรีย์ไม่มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของสารละลายคลอรามีน ความเข้มข้นที่ควรใช้สำหรับการฆ่าเชื้อโรคทั้งสถานการณ์ที่สะอาดและสกปรก คือ 20 กรัม/ลิตร

สารละลายคลอรามีนเป็นสารที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น แต่อย่างไรก็ตามหลังจากการแช่วัตถุ เพื่อลดการปนเปื้อนในน้ำยาฆ่าเชื้อโรคประเภทนี้ ต้องล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาดอีกครั้ง เนื่องจากมักมีคราบลักษณะคล้ายผงแป้งหลงเหลืออยู่ ซึ่งผงแป้งที่พบ คือ โซเดียมโทซิลคลอราไมด์

11.2.5 ฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde)

ฟอร์มาลดีไฮด์ (HCHO) เป็นก๊าซที่มีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อจุลชีพทุกชนิด รวมทั้งสปอร์ ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 20 องศาเซลเซียส แต่ไม่สามารถทำลาย prion ได้ จัดเป็น high-level disinfectant ที่ทำปฏิกิริยาค่อนข้างช้า และต้องการความชื้น 70% ในการทำปฏิกิริยา

มีขายในท้องตลาดในรูปแบบเกล็ดและเม็ดของสารพาราฟอร์มาลดีไฮด์ (paraformaldehyde) หรือ ฟอร์มาลีน ซึ่งเป็นสารละลายก๊าซ 37% ในน้ำ สารเคมีทั้งสองชนิดเมื่อได้รับความร้อนจะปล่อยก๊าซฟอร์มาลดีไฮด์ออกมา ซึ่งสามารถใช้ในการลดการปนเปื้อนหรือฆ่าเชื้อโรคในที่ที่เป็นระบบปิด เช่น ห้อง หรือ ตู้ชีวนิรภัย นอกจากนี้สารละลาย 5% ของฟอร์มาลีนในน้ำ สามารถใช้เป็นน้ำยาฆ่าเชื้อโรคได้ มีประสิทธิภาพดี แต่เป็นสารก่อมะเร็งในคน

สารฟอร์มาลดีไฮด์อาจก่อให้เกิดโรคมะเร็งได้ จึงจัดเป็นสารเคมีที่มีอันตราย เป็นก๊าซที่มีกลิ่นเหม็น สามารถทำให้เกิดการระคายเคืองทั้งตาและเยื่อบุ ดังนั้นจึงควรจัดเก็บและใช้ในตู้ดูดควัน หรือในพื้นที่ที่มีระบบถ่ายเทอากาศที่ดี

11.2.6 กลูตาราลดีไฮด์ (Glutaraldehyde)

กลูตาราลดีไฮด์ ($OHC(CH_2)_3CHO$) เป็นสารเคมีที่มีความสามารถในการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย เชื้อมัยโคแบคทีเรีย สปอร์ เชื้อรา ไวรัสชนิด lipid และชนิด non-lipid ได้ ความเข้มข้นมากกว่าหรือเท่ากับ 2% จัดเป็น high-level disinfectant ไม่ทำให้โลหะสึกกร่อน และมีความสามารถในการทำปฏิกิริยาได้เร็วกว่าสารฟอร์มาลดีไฮด์ มีฤทธิ์ฆ่าสปอร์มากกว่าฟอร์มาลดีไฮด์ 2 - 8 เท่า แต่มีข้อจำกัด คือ ต้องใช้เวลาในการฆ่าสปอร์นานกว่า สามารถทำลาย vegetative cell ของแบคทีเรียได้ภายใน 5 นาที ฆ่าไวรัสตับอักเสบ และเอชไอวี ได้ภายใน 15 - 30 นาที การฆ่าเชื้อวัณโรคจะฆ่าได้ช้า และมีฤทธิ์ฆ่าวัณโรคได้น้อยกว่าฟอร์มาลดีไฮด์ไอโอไดน์และแอลกอฮอล์ ใช้ กลูตาราลดีไฮด์ 2% เป็นเวลา 3 - 10 ชั่วโมง สำหรับการทำให้ปราศจากเชื้อ (sterilization) และใช้กลูตาราลดีไฮด์ 2% เป็นเวลา 10 - 30 นาที สำหรับการทำลายเชื้อ (disinfection) มีประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อแบคทีเรียทุกชนิด เชื้อรา และไวรัส

โดยทั่วไปจะอยู่ในรูปสารละลายที่มีความเข้มข้น 20 กรัม/ ลิตร และบางผลิตภัณฑ์ต้องเติมสารประกอบไบคาร์บอเนตก่อนการใช้งาน และสามารถเก็บไว้ใช้งานหลังจากนั้นได้ประมาณ 1 - 4 สัปดาห์ ขึ้นกับลักษณะการใช้งาน และควรเลิกใช้เมื่อสารละลายมีลักษณะขุ่น

กลูตาราลดีไฮด์ เป็นสารเคมีที่มีความเป็นพิษ สามารถทำให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนังและเยื่อบุจมูก ตา และทางเดินหายใจส่วนต้น ดังนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงการสัมผัสโดยตรงกับสาร ควรจัดเก็บและใช้ในตู้ดูดควัน หรือในพื้นที่ที่มีระบบการถ่ายเทอากาศที่ดี และไม่ควรใช้เป็นน้ำยาฆ่าเชื้อสำหรับสเปรย์ทำความสะอาดลดการปนเปื้อนพื้นผิวของสิ่งแวดล้อม ไม่ทำลายเนื้อพลาสติกและเลนส์ มีฤทธิ์กัดกร่อนโลหะต่ำ จึงเหมาะที่จะนำมาใช้ในการทำให้วัตถุที่ไม่สามารถทนความร้อนได้ปลอดเชื้อ ฤทธิ์อาจถูกยับยั้งเมื่อมีสิ่งสกปรกปะปนอยู่มาก

<u>ข้อเสีย</u> คือ มีราคาแพง มีกลิ่นฉุนระคายเคือง ก่อนแช่น้ำยา ต้องล้างสารอินทรีย์ออกให้หมด หลังแช่น้ำยาต้องล้างออกให้หมดด้วยน้ำกลั่น และเช็ดให้แห้ง ต้องระมัดระวังเรื่องวันหมดอายุ ต้องสวมถุงมือ หน้ากากอนามัยทุกครั้งที่ใช้น้ำยานี้ บริเวณที่ใช้ต้องมีอากาศถ่ายเทสะดวก เพราะเป็นสารเคมีที่ระเหยได้ น้ำยาจะมีประสิทธิภาพอยู่ได้ประมาณ 28 วัน

11.2.7 สารประกอบควอเทอนารีแอมโมเนียม (Quaternary ammonium compounds)

เป็นสารประกอบที่มีคุณสมบัติฆ่าเชื้อแบคทีเรีย และไวรัสชนิด lipid ได้ แต่ไม่สามารถฆ่าสปอร์ เชื้อมัยโคแบคทีเรีย และไวรัสตับอักเสบได้ จึงจัดเป็น low-level disinfectant แต่สามารถใช้เป็นสาร antiseptic ได้ เช่น เบนซาลโคเนียม

มีคุณสมบัติในการลดแรงตึงผิว ช่วยในการทำความสะอาด มีอันตรายต่อผู้ใช้น้อย ไม่ระคายเคืองผิวหนัง และไม่มีฤทธิ์กัดกร่อนพื้นผิว ไม่สามารถนำมาใช้ฆ่าเชื้อเครื่องมือ แต่สามารถใช้ทำความสะอาดพื้นผิวภายนอก ใช้เวลา 10 นาที

ความสามารถในการฆ่าเชื้อของสารประกอบชนิดนี้จะลดลงเมื่อทำปฏิกิริยากับสารอินทรีย์ น้ำ และ anionic detergents ดังนั้นในขั้นตอนการฆ่าเชื้อด้วยสารเคมีชนิดนี้ จึงควรต้องล้างทำความสะอาดเบื้องต้นก่อน สารมีความคงตัวเมื่อเจือจางจึงไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนทิ้งทุกวัน อาจทำให้เกิดสารตกค้างซึ่งไม่ย่อยสลายโดยธรรมชาติ

สารประกอบควอเทอนารีแอมโมเนียมหลายชนิด ใช้เป็นส่วนผสมร่วมกับสารเคมีฆ่าเชื้อโรคชนิดอื่น เช่น แอลกอฮอล์ คือ ควอเทอนารีแอมโมเนียมคอมเพานด์ผสมแอลกอฮอล์ หรือ ควอแอลกอฮอล์ (quaternary ammonium compounds-alcohol) เป็นน้ำยาฆ่าเชื้อชนิดใหม่ ซึ่งนำข้อดีของน้ำยาในกลุ่มแอลกอฮอล์มาลดข้อด้อยของน้ำยาในกลุ่มควอเทอนารีแอมโมเนียม ทำให้มีคุณสมบัติที่ดี คือ สามารถฆ่าเชื้อได้รวดเร็วและหลายชนิด สามารถฆ่าเชื้อมัยโคแบคทีเรีย และไวรัสตับอักเสบได้ ใช้เวลาในการฆ่าเชื้อลดลงจากเดิมครึ่งหนึ่ง ไม่มีสารตกค้างที่พื้นผิว เมื่อเจือจางแล้วไม่ระคายเคืองผิวหนังและเนื้อเยื่อ ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย ไม่มีฤทธิ์กัดกร่อนทุกพื้นผิว เช่น โลหะ แก้ว พลาสติก ไม่มีกลิ่นเหม็น ประสิทธิภาพไม่ลดลงเมื่อสัมผัสกับสารอินทรีย์ มีความคงตัวแม้อยู่ในสภาวะที่เป็นกรดหรือด่าง ไม่มีผลกระทบต่อระบบบำบัดน้ำเสีย และไม่ก่อให้เกิดสารตกค้างที่ไม่ย่อยสลายในสิ่งแวดล้อม

ในกรณีที่ผสมแอลกอฮอล์มากกว่า 40 % โดยมีปริมาณควอเทอนารีแอมโมเนียมมากกว่า 0.20% แต่ไม่มากกว่า 0.30% สามารถฆ่าเชื้อวัณโรคได้ จึงจัดเป็น intermediated-level disinfectant

11.2.8 ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) และเปอราซิด (peracids) มีคุณสมบัติเป็นสารออกซิแดนท์ที่มีความแรงมาก และมีประสิทธิภาพในการฆ่าจุลชีพได้หลายชนิด จัดเป็น high-level disinfectant ที่มีความปลอดภัยทั้งต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีทั้งที่อยู่ในรูปพร้อมใช้งาน คือ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ 3% และสารละลายด้วยน้ำสะอาด (sterilized water) ในอัตราส่วน 1:5-1:10

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สามารถใช้ลดการปนเปื้อนพื้นที่ปฏิบัติงาน เช่น โต๊ะปฏิบัติการ ตู้ชีวนิรภัย นอกจากนี้สารละลายที่มีความเข้มข้นสูง สามารถใช้ในการฆ่าเชื้อโรคสำหรับเครื่องมือทางการแพทย์ หรือทางทันตกรรมที่ไม่ทนต่อความร้อน ไอของสารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สามารถใช้ในการฆ่าเชื้อโรคเครื่องมือผ่าตัดที่ไม่ทนต่อความร้อนได้เช่นกัน

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และเปอราซิด มีฤทธิ์ในการกัดกร่อนโลหะ เช่น อลูมิเนียม ทองแดง ทองเหลือง และสังกะสี สามารถขจัดสีจากเสื้อผ้า เส้นผม ผิวหนังและเยื่อบุได้ ควรจัดเก็บสารชนิดนี้ให้ห่างจากความร้อนและแสงสว่าง

11.2.9 ไอโอดีน และ ไอโอโดฟอร์ (Iodine and Iodophors)

จัดเป็นสารเคมีที่ประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อระดับต่ำถึงปานกลาง (low level – intermediated level disinfectant) ถ้าอยู่ในรูปทิงเจอร์จะเป็น low-level disinfectant แต่ถ้าอยู่ในรูปโพวีโดน-ไอโอดีน (povidone-iodine) จะเป็น intermediated-level disinfectant สามารถฆ่าจุลชีพได้หลายชนิดรวมทั้งมัยโคแบคทีเรีย ออกฤทธิ์ในการฆ่าจุลชีพ โดย free Iodine ผ่านผนังเซลล์ไปทำลายโปรตีนและทำลายขบวนการสร้างกรดนิวคลีอิก (nucleic acid) ของจุลชีพอย่างรวดเร็ว ประสิทธิภาพของการฆ่าเชื้อขึ้นอยู่กับปริมาณ free Iodine ซึ่งเกิดจากการเจือจางน้ำยาอย่างถูกต้อง ตามข้อกำหนดของบริษัทผู้ผลิตอย่างเคร่งครัด การทำงานของสารชนิดนี้เหมือนกับการทำงานของสารคลอรีน ถึงแม้อาจถูกยับยั้งโดยสารอินทรีย์ได้น้อยกว่า โดยทั่วไปไม่นิยมใช้ไอโอดีนในการฆ่าเชื้อโรค เนื่องจากเป็นสารที่สามารถทำให้เปรอะเปื้อนเสื้อผ้า และสิ่งแวดล้อมได้ อย่างไรก็ตามไอโอโดฟอร์ และทิงเจอร์ไอโอดีน จัดเป็นสารที่มีประสิทธิภาพสำหรับการยับยั้งเชื้อ โดยใช้ทำความสะอาดบริเวณผิวหนังได้เป็นอย่างดี (antiseptic) ใช้ฆ่าเชื้อบนพื้นผิว วัสดุฟันพิมพ์ปาก หรือ ฟันปลอม และใช้เป็นน้ำยาแช่เครื่องมือก่อนล้าง ต้องใช้เวลาสัมผัสน้ำยาอย่างน้อย 10 นาที จึงจะมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ สารอินทรีย์จะทำให้ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อลดลง มีฤทธิ์ในการกัดกร่อนพื้นผิวโลหะ และติดสี เกิดสารตกค้างหากใช้เป็นเวลานาน

การเตรียมน้ำยาต้องใช้น้ำกลั่นในการเจือจาง หากเป็นน้ำกระด้างน้ำยาจะหมดประสิทธิภาพ ภาชนะที่บรรจุต้องป้องกันแสง มีฝาปิดสนิท อายุการใช้งานในภาชนะที่เปิดใช้บ่อยไม่ควรใช้เกิน 7 วัน ในกรณีใช้เพื่อฆ่าเชื้อมัยโคแบคทีเรียต้องผสมน้ำยาใหม่ทุกวัน เนื่องจากประสิทธิภาพจะลดลงหลังจากผสมแล้ว 24 ชั่วโมง

ผลิตภัณฑ์ที่มีสารไอโอดีนเป็นส่วนประกอบพื้นฐานควรจัดเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 - 10 องศาเซลเซียส เพื่อหลีกเลี่ยงการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

11.2.10 แอลกอฮอล์ (Alcohols)

เอทานอล (ethyl alcohol; C_2H_5OH) และ ไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ (isopropyl alcohol; $(CH_3)_2CHOH$) เป็นสารที่มีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อโรคเหมือนกัน ต่างกันที่ไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อโรคได้สูงกว่าเอทานอล แต่ระเหยช้ากว่าทำให้ผิวแห้งและระคายเคืองผิวมากกว่า ทั้งสองชนิดจัดเป็น intermediate level disinfectant โดยสามารถทำลายแบคทีเรีย รา มัยโคแบคทีเรีย และไวรัสชนิด lipid แต่ไม่สามารถทำลายสปอร์และจุลชีพกลุ่มไวรัสชนิด non-lipid และสปอร์ของแบคทีเรีย เนื่องจากระเหยเร็วทำให้มีประสิทธิภาพที่จำกัด แอลกอฮอล์ออกฤทธิ์โดยการตกตะกอนโปรตีนและละลายไขมันที่เยื่อหุ้มเซลล์ ความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพในการทำลายได้สูงสุด คือ แอลกอฮอล์ 70% โดยละลายในน้ำ เพราะมีปริมาณแอลกอฮอล์น้อยที่สุดที่จะได้ผลดีที่สุด และมีปริมาณน้ำที่พอเหมาะที่จะทำให้ผิวหนังเปียกได้ดี ช่วยให้แอลกอฮอล์แทรกซึมกระจายตัวได้ดีและระเหยช้าไม่เป็นอันตรายต่อผิวหนังมาก ถ้าความเข้มข้นมากกว่า 80% ขึ้นไปประสิทธิภาพจะลดลง

เมื่อผสมสารชนิดอื่นกับสารละลายแอลกอฮอล์จะเพิ่มประสิทธิในการฆ่าเชื้อโรค ตัวอย่างเช่น ส่วนผสมของแอลกอฮอล์ 70% กับฟอร์มาลดีไฮด์ 100 กรัม/ลิตร และแอลกอฮอล์ 70% กับ คลอรีน 2 กรัม/ลิตร สารละลายแอลกอฮอล์ 70% สามารถใช้กับผิวหนัง จึงจัดเป็น antiseptic ด้วย นอกจากนี้สามารถใช้กับพื้นผิวโต๊ะปฏิบัติการและตู้ชีวนิรภัย แช่ฆ่าเชื้อเครื่องผ่าตัดชิ้นเล็ก มักนิยมใช้เป็นส่วนผสมของครีมบำรุงผิว และใช้ทำความสะอาดมือในกรณีที่ไม่สามารถล้างมือได้ ไม่เหลือสิ่งตกค้างหลังปฏิกิริยา สามารถทำให้พลาสติก ยาง ขุ่นหรือเสื่อมสภาพ

ดังนั้นจึงไม่ควรใช้เช็ดหรือแช่เครื่องมือที่มีส่วนประกอบของยาง พลาสติก เครื่องมือที่ประกอบด้วยเลนส์ เพราะจะทำลายกาวที่ยึดเลนส์ ถ้าแช่เครื่องมือโลหะไว้เกิน 8 ชั่วโมง ต้องเติมโซเดียมไนไตรท์ 0.2 - 0.4% เพื่อป้องกันสนิม และใช้ร่วมกับสารฆ่าเชื้ออื่น เช่น เซฟลอนกับแอลกอฮอล์ 70% ในอัตราส่วน 1:30 สามารถใช้ในการแช่เครื่องมือกรณีที่ต้องการฆ่าเชื้อแบบเร่งด่วน 2 - 5 นาที

<u>ข้อเสีย</u> คือ ประสิทธิภาพจะลดลงเมื่อสัมผัสสารอินทรีย์ เนื่องจากแอลกอฮอล์ไม่ละลายโปรตีนในเลือดหรือน้ำลาย

แอลกอฮอล์มีคุณสมบัติเป็นสารระเหยและไวไฟ จึงควรหลีกเลี่ยงการใช้ใกล้เปลวไฟ จัดเก็บในที่เหมาะสม ภาชนะปิดมิดชิด และควรติดฉลากให้ชัดเจน อายุการใช้งานถ้าผสมเป็นแอลกอฮอล์ 70% บรรจุในภาชนะปิดมิดชิดไม่ได้เปิดใช้จะมีอายุนาน ถ้าเปิดใช้บ่อยไม่ควรใช้เกิน 7 วัน และควรเปลี่ยนน้ำยาทุกครั้งเมื่อขุ่น หากเปิดใช้งานแอลกอฮอล์ 70% ที่เก็บในภาชนะปิดสนิท ปริมาตรไม่เกิน 60 มิลลิลิตร และปริมาตรไม่เกิน 250 มิลลิลิตร สามารถเก็บไว้ได้นาน 24 วัน และ 49 วัน ตามลำดับ

การเตรียมน้ำยาฆ่าเชื้อ

ใช้สูตรการเตรียมสารเคมีทั่วไป คือ

เมื่อ M1V1 = M2V2

M1 = ความเข้มข้นของสารตั้งต้น (% ที่ระบุข้างขวด)

V1 = ปริมาตรของน้ำยาที่จะดูดมาจากขวดตั้งต้น (ml)

M2 = ความเข้มข้นที่ต้องการใช้ในการฆ่าเชื้อ

V2 = ปริมาตรที่ต้องการใช้ (ml)

ตัวอย่างการเตรียมน้ำยาฆ่าเชื้อ

เมื่อต้องการเตรียมแอลกอฮอล์ 70% ปริมาตร 1 ลิตรจากภาชนะบรรจุซึ่งมีความเข้มข้น 95% จะต้องทำอย่างไร?

1. ดูความเข้มข้นตั้งต้นของแอลกอฮอล์ข้างภาชนะบรรจุที่มาจากโรงงานผู้ผลิต ว่ามีส่วนประกอบของแอลกอฮอล์ เท่าไหร่

ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ ที่ระบุบนภาชนะบรรจุจากโรงงาน คือ 95% (95 ดีกรี)

จากสูตร M1V1 = M2V2

V1 = M 2 V 2 / M1

เมื่อ M1 = 95% (ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ตั้งต้น ที่ระบุข้างภาชนะ)

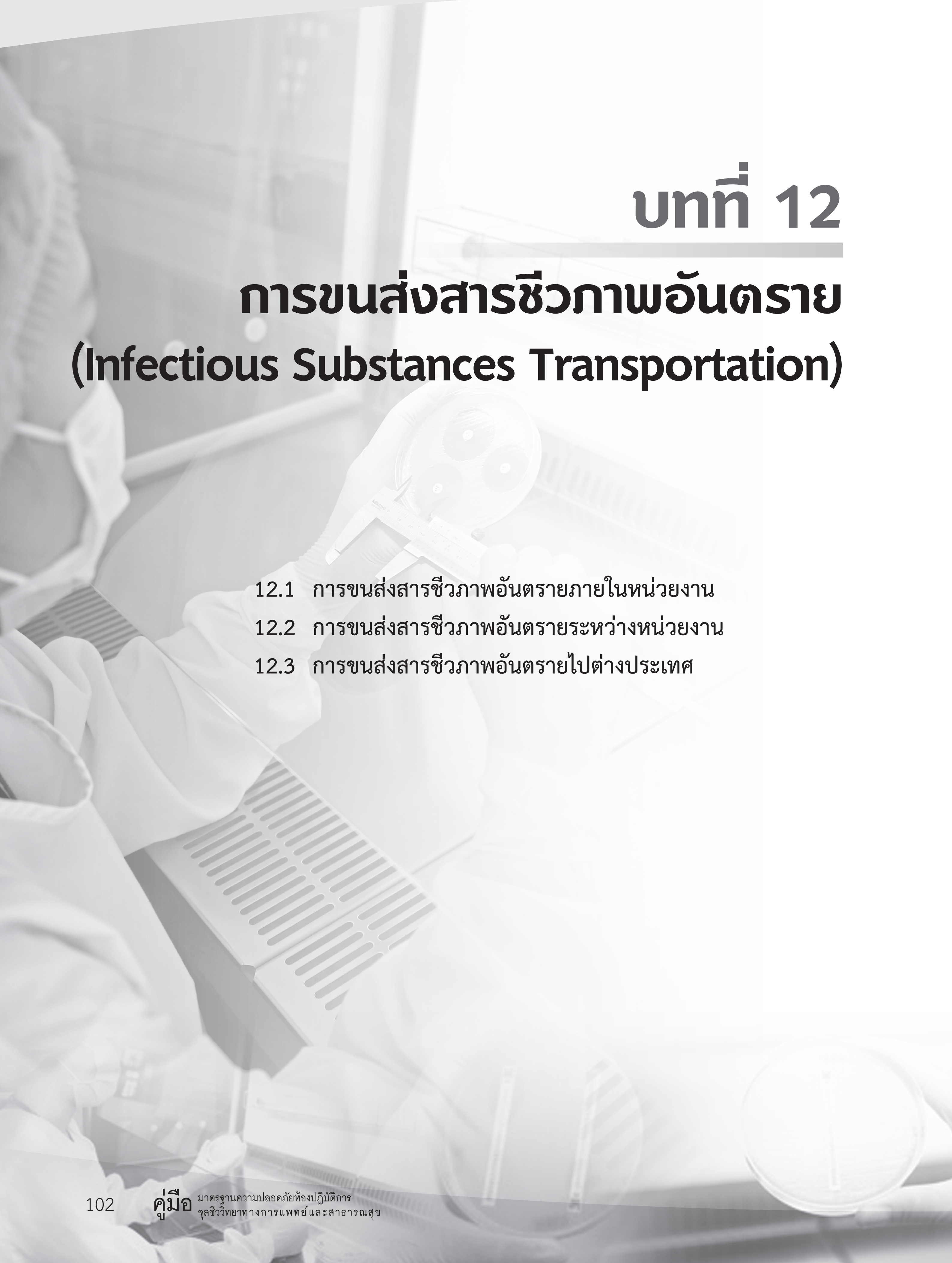
M2 = 70% (ความเข้มข้นที่ต้องการใช้ในการฆ่าเชื้อ)

V2 = 1 ลิตร (ปริมาตรที่ต้องการใช้)

V1 = (70%) (1,000)/ (95%)

= 736.8 มิลลิลิตร

2. ตวงแอลกอฮอล์ 95% ปริมาตร 736.8 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1,000 มิลลิลิตร



บทที่ 12

การขนส่งสารชีวภาพอันตราย (Infectious Substances Transportation)

12.1 การขนส่งสารชีวภาพอันตรายภายในหน่วยงาน

12.2 การขนส่งสารชีวภาพอันตรายระหว่างหน่วยงาน

12.3 การขนส่งสารชีวภาพอันตรายไปต่างประเทศ

การขนส่งสารชีวภาพอันตราย ซึ่งรวมถึงจุลชีพก่อโรค และสารชีวภาพอื่น เช่น วัตถุตัวอย่างที่คาดว่ามีการปนเปื้อนด้วยจุลชีพก่อโรคหรือสารชีวภาพอันตราย เป็นกระบวนการที่สำคัญ ไม่ว่าจะเป็นการขนส่งสารชีวภาพภายในหน่วยงาน หรือการขนส่งไปยังหน่วยงานอื่นภายในประเทศ หรือต่างประเทศ เพราะความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากการขนส่งสารชีวภาพ อาจก่อให้เกิดการรั่วไหลของสารชีวภาพอันตรายสู่สิ่งแวดล้อมจนเป็นสาเหตุการระบาดของโรคได้

การบรรจุหีบห่อ เพื่อการขนส่งสารชีวภาพติดเชื้อ (infectious substances) ตามข้อกำหนดขององค์การสหประชาชาติ (UN regulation) คือ การบรรจุในพัสดุภัณฑ์สามชั้น (triple packaging system) ดังนั้นการขนส่งสารชีวภาพอันตราย จึงใช้หลักการการบรรจุในภาชนะ 3 ชั้น เช่นกันไม่ว่าจะเป็นการขนส่งภายในหน่วยงานหรือการขนส่งออกนอกหน่วยงาน แต่อาจปรับเปลี่ยนภาชนะทั้ง 3 ชั้นให้มีความเหมาะสมและตรงกับข้อกำหนดของหน่วยงานหรือองค์กร เช่น การส่งทางไปรษณีย์จะต้องปฏิบัติตามข้อตกลงของสหพันธ์ไปรษณีย์นานาชาติว่าด้วย Non-infectious and infectious perishable biological substancess การขนส่งทางอากาศต้องปฏิบัติตามระเบียบขององค์กรการบินระหว่างประเทศ (International Air Transport Association; IATA)

12.1 การขนส่งสารชีวภาพอันตรายภายในหน่วยงาน

12.1.1 การบรรจุ ต้องบรรจุในภาชนะบรรจุ หรือบรรจุภัณฑ์ 3 ชั้น ซึ่งมีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังนี้

12.1.1.1 ภาชนะชั้นใน ต้องมีความคงทนไม่แตกง่าย กันน้ำและของเหลวซึมผ่าน รวมทั้งป้องกันสารที่เป็นของแข็งที่เป็นผงละเอียดไม่ให้หลุดลอดได้ เช่น หลอดหรือขวดที่ทำด้วยแก้ว พลาสติก หรือโลหะ ปากหลอดหรือขวดต้องเชื่อมปิดสนิทหรือมีฝาปิดสนิท ด้านนอกของภาชนะปิดฉลากแสดงรายละเอียดตัวอย่าง เช่น ชื่อ-สกุล เลขประจำตัวผู้ป่วย เลขที่ตัวอย่าง วันที่เก็บตัวอย่าง หรือชื่อวิทยาศาสตร์ของจุลชีพ เป็นต้น

12.1.1.2 ภาชนะชั้นกลาง ต้องมีความคงทนไม่แตกง่าย และสามารถป้องกันน้ำและของเหลวซึมผ่านได้ เช่น ถุงพลาสติกซิปล็อค หรือกล่องพลาสติกที่มีฝาปิดสนิท

- กรณีสารชีวภาพที่ส่งเป็นของเหลว ต้องมีวัสดุดูดซับของเหลวพันรอบภาชนะชั้นในหรือใส่วัสดุดูดซับในระหว่างภาชนะชั้นในและชั้นกลาง วัสดุดูดซับของเหลวที่ใช้ต้องมีเพียงพอที่จะสามารถดูดซับของเหลวจากภาชนะชั้นในทั้งหมดได้ หากภาชนะชั้นในแตกหรือรั่ว
- กรณีภาชนะชั้นในเป็นหลอดแก้ว และมีจำนวนมากกว่า 1 หลอด ใส่ในภาชนะชั้นกลางเดียวกัน ควรมีฐานช่องวางหลอดภาชนะชั้นแรก (rack) หรือพันหลอดแก้วภาชนะชั้นในด้วยวัสดุกันกระแทก เพื่อป้องกันการแตกหักจากการกระทบกระแทกระหว่างหลอดแก้ว ก่อนบรรจุในภาชนะชั้นกลาง
- กรณีขนส่งแผ่นแก้วสไลด์ตัวอย่าง ภาชนะชั้นกลางต้องเป็นชนิดที่มีความคงทนต่อการเจาะทะลุทิ่มแทงได้ด้วย

12.1.1.3 ภาชนะชั้นนอก ต้องทำด้วยวัสดุที่คงทนแข็งแรงต่อการกระทบกระเทือน มีฝาปิดสนิทมิดชิดและสามารถป้องกันการรั่วไหลของของเหลว หากการขนส่งสารชีวภาพต้องมีการควบคุมอุณหภูมิต่ำให้ใช้วัสดุควบคุมความเย็นที่เหมาะสม ด้านนอกภาชนะต้องติดเครื่องหมายชีวภัยสากล

12.1.2 การขนส่ง หากขนส่งโดยใช้รถเข็น ต้องขนส่งโดยใช้รถเข็นที่จัดไว้เฉพาะสำหรับการขนส่งสารชีวภาพอันตราย รถเข็นควรทำจากวัสดุที่สามารถทำความสะอาดฆ่าเชื้อด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อได้ง่าย มีฉากหรือที่กั้นรอบด้าน เพื่อป้องกันการล่วงหล่นของสารชีวภาพระหว่างการขนส่ง

12.1.3 การดำเนินการอื่นที่จำเป็น ดังนี้

12.1.3.1 การแนบเอกสาร การขนส่งจุลชีพก่อโรค ควรแนบเอกสารข้อมูลที่จำเป็น เช่น ข้อมูลความปลอดภัยของเชื้อโรคและพิษจากสัตว์ ไปกับบรรจุภัณฑ์หรือผู้นำส่งเป็นผู้ถือเอกสารนำไปให้ผู้รับ

12.1.3.2 การนัดหมายในการรับสารชีวภาพ ต้องมีการนัดหมายการขนส่งล่วงหน้าระหว่างผู้ส่งและผู้รับ ถึงรายละเอียดของตัวอย่างที่ขนส่ง ชื่อผู้นำส่ง ชื่อผู้รับ หมายเลขโทรศัพท์ที่ติดต่อได้ เวลาที่นำส่ง สถานที่ที่นำส่ง และมีการติดตามหลังการขนส่ง เพื่อให้แน่ใจว่าผู้รับได้รับสารชีวภาพเรียบร้อย ในสภาพที่เหมาะสม

12.1.3.3 การส่งมอบบรรจุภัณฑ์ ผู้ส่งต้องส่งสารชีวภาพให้กับผู้รับในสถานที่ และบริเวณที่กำหนดให้เป็นที่รับบรรจุภัณฑ์เท่านั้น ห้ามวางบรรจุภัณฑ์ทิ้งไว้โดยไม่มีผู้ดูแล หรือส่งมอบให้กับบุคคลอื่นที่ไม่ใช่ผู้รับหรือผู้แทนที่ได้รับมอบหมาย

การขนส่งวัตถุตัวอย่างโดยระบบท่อลมสำหรับโรงพยาบาล (HOSPITAL PNEUMATIC TUBE SYSTEM)

ระบบท่อลมรับส่งภายในโรงพยาบาลสามารถขนส่งตัวอย่างสิ่งส่งตรวจจากผู้ป่วยไปยังห้องปฏิบัติการด้วยกระสวย (carriers) ผ่านระบบท่อลม เพื่อความสะดวกรวดเร็ว ระบบจะเชื่อมต่อโดยตรงระหว่างแผนกทั้งหมดในโรงพยาบาล เช่น ธนาคารเลือด แผนกผู้ป่วยนอก หอผู้ป่วยและแผนกบริหารจัดการ เป็นต้น

คุณสมบัติของตัวกระสวย มีดังนี้

1. มีฝาเปิดปิด สามารถปิดสนิทแน่นตลอดการขนส่งในระบบท่อลม
2. มีขนาด 4 - 6 นิ้ว ขึ้นกับการใช้งาน
3. ทำจากวัสดุที่เป็นพลาสติก ทนทานต่อแรงกระแทกสูง

ข้อควรระวัง

ฝาจุกหลอดบรรจุตัวอย่างสิ่งส่งตรวจ มักปิดไม่สนิท ทำให้เกิดการปนเปื้อนแผ่นกันกระแทกที่ห่อ และหลอดตัวอย่างสิ่งส่งตรวจที่ส่งมาด้วยกัน เป็นเหตุให้บางครั้งผู้ป่วยต้องเจาะเลือดใหม่ หากพบเหตุดังกล่าวควรนำกระสวยนี้ไปเปิดในตู้ชีวนิรภัย เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจายหรือรั่วไหลของจุลชีพก่อโรค โดยผู้ปฏิบัติงานต้องสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลก่อนนำกระสวยไปยังตู้ชีวนิรภัย

ข้อปฏิบัติหลังการใช้งาน

หลังการใช้งานควรทำความสะอาดและทำลายจุลชีพด้วยวิธีที่เหมาะสมอย่างสม่ำเสมอตามที่หน่วยงานกำหนด กรณีที่มีการหกรั่วไหลของตัวอย่างสิ่งส่งตรวจจากผู้ป่วยในตัวกระสวย ต้องดำเนินการลดการปนเปื้อนทันที โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1. สวมชุดอุปกรณ์ป้องกันที่เหมาะสม
2. เปิดกระสวยที่ปนเปื้อนในตู้ชีวนิรภัย
3. กรณีที่มีการแตกหักของภาชนะบรรจุตัวอย่างสิ่งส่งตรวจภายในกระสวย ให้ดำเนินการกับภาชนะบรรจุดังกล่าวเช่นเดียวกับการจัดการสารชีวภาพหกหล่นในห้องปฏิบัติการ รายละเอียดในบทที่ 14 การเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับเหตุการณ์ฉุกเฉิน
4. นำตัวกระสวยที่ปนเปื้อนแช่ในภาชนะที่บรรจุน้ำยาฆ่าเชื้อที่เหมาะสม ตามระยะเวลาที่กำหนด (contact time)
5. เมื่อครบกำหนดเวลา นำกระสวยออกมาล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง เพื่อเตรียมกลับมาใช้ใหม่

12.2 การขนส่งสารชีวภาพอันตรายระหว่างหน่วยงาน

การขนส่งสารชีวภาพอันตรายต้องดำเนินการให้เกิดความปลอดภัยทั้งต่อผู้ขนส่ง วัตถุตัวอย่างสารชีวภาพ ผู้รับ และสิ่งแวดล้อม และต้องรักษาสภาพของสารชีวภาพให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม ทั้งนี้การขนส่งต้องเป็นไปตามเงื่อนไขของการขนส่งแต่ละประเภท ได้แก่ การขนส่งทางอากาศ การขนส่งทางไปรษณีย์ หรือการขนส่งทางบก

12.2.1 การบรรจุ ต้องบรรจุในภาชนะบรรจุ หรือบรรจุภัณฑ์ 3 ชั้น ซึ่งมีคุณสมบัติอย่างน้อย ดังนี้

12.2.1.1 ภาชนะชั้นใน ต้องมีความคงทนไม่แตกง่าย กันน้ำและของเหลวซึมผ่าน รวมทั้งป้องกันสารที่เป็นของแข็งที่เป็นผงละเอียดไม่ให้หลุดลอดได้ เช่น หลอดหรือขวดที่ทำด้วยแก้ว พลาสติก หรือโลหะ ปากหลอดหรือขวดต้องเชื่อมปิดสนิทหรือมีฝาปิดสนิท ด้านนอกของภาชนะปิดฉลากแสดงรายละเอียดตัวอย่าง เช่น ชื่อ-สกุล เลขประจำตัวผู้ป่วย เลขที่ตัวอย่าง วันที่เก็บตัวอย่าง หรือชื่อวิทยาศาสตร์ของจุลชีพ เป็นต้น

12.2.1.2 ภาชนะชั้นกลาง ต้องมีความคงทนไม่แตกง่าย สามารถป้องกันน้ำและของเหลวซึมผ่านได้ เช่น ถุงพลาสติกซิปล็อค หรือกล่องพลาสติกฝาปิดสนิท

- กรณีส่งวัตถุสารชีวภาพที่เป็นของเหลว ต้องมีวัสดุดูดซับของเหลวพันรอบภาชนะชั้นใน หรือใส่วัสดุดูดซับในระหว่างภาชนะชั้นในและชั้นกลาง วัสดุดูดซับของเหลวที่ใช้ต้องมีเพียงพอที่จะสามารถดูดซับของเหลวจากภาชนะชั้นในทั้งหมดได้หากภาชนะชั้นในแตกหรือรั่ว
- กรณีมีการขนส่งวัตถุสารชีวภาพในภาชนะชั้นในที่เป็นหลอดแก้วมากกว่า 1 หลอด ใส่รวมในภาชนะชั้นกลางเดียวกัน ควรมีฐานช่องวางหลอดภาชนะชั้นแรก (rack) หรือ พันหลอดแก้วภาชนะชั้นในด้วยวัสดุกันกระแทก เพื่อป้องกันการแตกหักจากการกระทบกระแทกระหว่างหลอดแก้ว ก่อนบรรจุในภาชนะชั้นกลาง
- กรณีการขนส่งแผ่นแก้วสไลด์ ภาชนะชั้นกลางต้องเป็นชนิดที่มีความคงทนต่อการเจาะทะลุทิ่มแทงได้ด้วย

12.2.1.3 ภาชนะชั้นนอก ต้องทำด้วยวัสดุที่คงทนแข็งแรงต่อการกระทบกระเทือน มีฝาปิดสนิทมิดชิดและป้องกันการรั่วไหลของของเหลว หากการขนส่งสารชีวภาพต้องมีการควบคุมอุณหภูมิต่ำให้ใช้วัสดุควบคุมความเย็นที่เหมาะสม ด้านนอกภาชนะติดป้ายสัญลักษณ์ชีวภัยสากล

12.2.2 การดำเนินการอื่นที่จำเป็น ดังนี้

12.2.2.1 การแนบเอกสาร การขนส่งจุลชีพก่อโรค ควรแนบเอกสารข้อมูลที่จำเป็น เช่น ข้อมูลความปลอดภัยของเชื้อโรคและพิษจากสัตว์ ไปกับบรรจุภัณฑ์ หรือส่งเอกสารโดยตรงถึงผู้รับ

12.2.2.2 การนัดหมายในการรับสารชีวภาพ ต้องมีการนัดหมายการขนส่งล่วงหน้าระหว่างผู้ส่งและผู้รับ ถึงรายละเอียดของตัวอย่างที่ขนส่ง ชื่อผู้นำส่ง ชื่อผู้รับ หมายเลขโทรศัพท์ที่ติดต่อได้ เวลาที่นำส่ง สถานที่ที่นำส่ง และมีการติดตามหลังการขนส่งว่าผู้รับได้รับบรรจุภัณฑ์ครบถูกต้อง

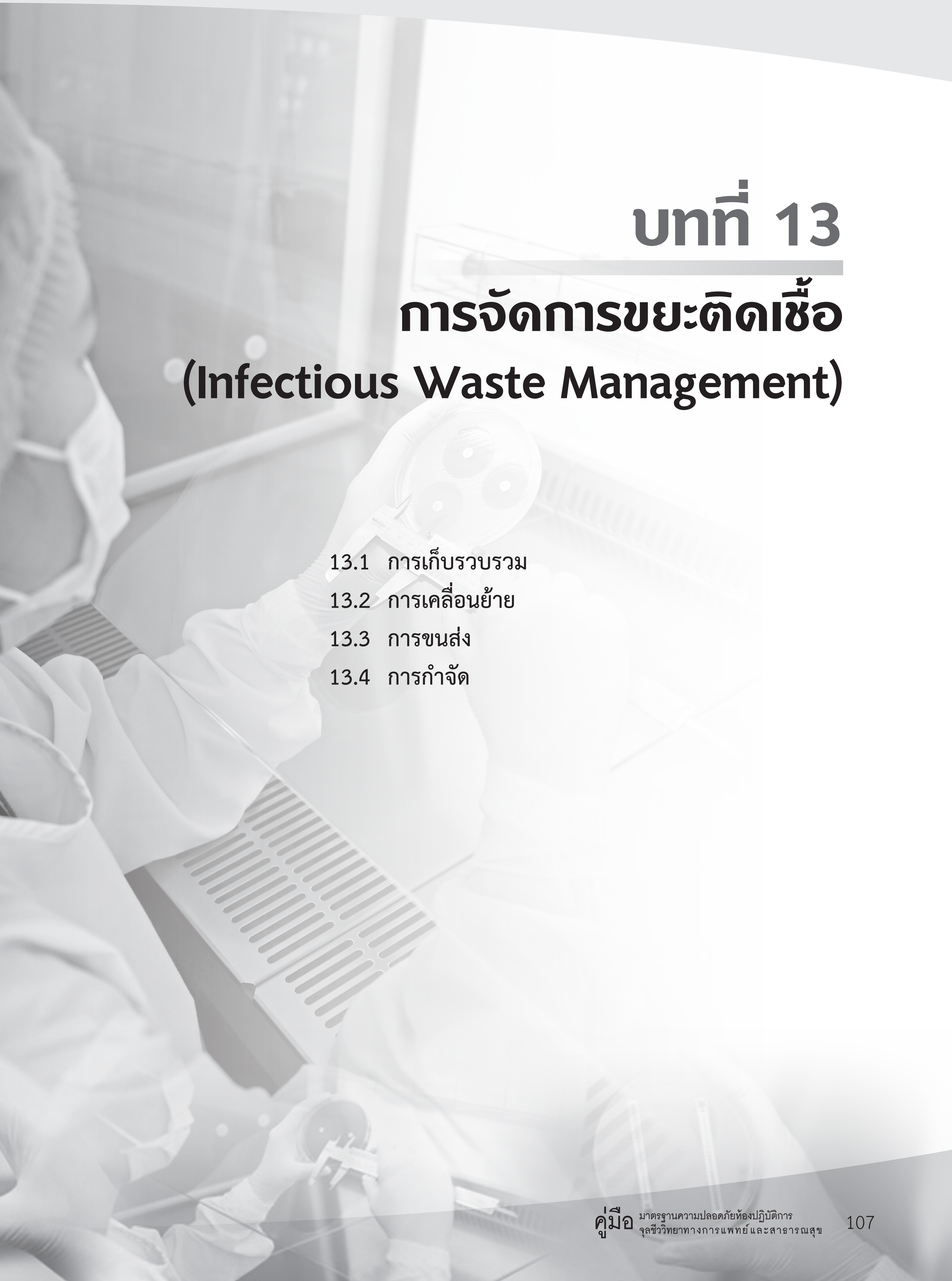
12.3 การขนส่งสารชีวภาพอันตรายไปต่างประเทศ

การขนส่งสารชีวภาพอันตรายไปต่างประเทศทางอากาศต้องปฏิบัติตามระเบียบปฏิบัติขององค์กรการบินระหว่างประเทศ (International Air Transport Association; IATA) ซึ่งแบ่งชนิดของการขนส่งสารชีวภาพ ดังนี้

12.3.1 การขนส่งวัตถุติดเชื้อ (Infectious substancess) ซึ่งเป็นวัตถุที่สามารถก่อให้เกิดโรค ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการตาย ความพิการ หรือความเจ็บป่วยรุนแรงต่อผู้สัมผัสได้ ได้แก่ จุลชีพก่อโรคอันตราย ที่มีรายชื่อระบุในกลุ่ม Category A ใน Dangerous Good Regulation (DGR) กำหนดให้ต้องทำการส่งแบบ BIOLOGICAL, Category A ซึ่งแยกเป็น 2 ประเภท คือ UN2814 สำหรับจุลชีพก่อโรคได้ในคนและสัตว์ และ UN2900 สำหรับจุลชีพก่อโรคในสัตว์เท่านั้น

12.3.2 การขนส่งวัตถุติดเชื้อหรือตัวอย่างสิ่งส่งตรวจจากผู้ป่วยที่คาดว่ามีการติดเชื้อก่อโรค ที่เกิดจากจุลชีพที่ไม่มีรายชื่อระบุในกลุ่ม BIOLOGICAL Category A ใน Dangerous Good Regulation (DGR) เป็นกลุ่ม Category B ทั้งที่เป็นตัวอย่างสิ่งส่งตรวจที่มีการตรวจยืนยันแล้วและยังไม่ได้ตรวจยืนยัน กำหนดให้ต้องทำการส่งแบบ BIOLOGICAL SUBSTANCES, Category B และติดฉลากข้างกล่องว่า UN 3373

การขนส่งสารชีวภาพทางอากาศจะต้องใช้บรรจุภัณฑ์ 3 ชั้น (triple packaging) ที่ตรงตามประเภทของการขนส่ง และบรรจุภัณฑ์นั้นจะต้องผ่านการทดสอบเกณฑ์มาตรฐานจากองค์การสหประชาชาติ และต้องมีการเตรียมเอกสารในการส่งวัตถุตัวอย่างตามวิธีที่ IATA กำหนดอย่างเคร่งครัด



บทที่ 13

การจัดการขยะติดเชื้อ (Infectious Waste Management)

13.1 การเก็บรวบรวม

13.2 การเคลื่อนย้าย

13.3 การขนส่ง

13.4 การกำจัด

ขั้นตอนหลักในการจัดการของเสียชีวภาพ หรือเรียกว่าขยะติดเชื้อ ประกอบด้วยการคัดแยก การจัดเก็บรวบรวม การขนส่ง และการกำจัด โดยของเสียจากห้องปฏิบัติการมีทั้งที่เป็นของเสียทั่วไปและของเสียอันตราย ซึ่งต้องมีการคัดแยกออกจากกัน สามารถจำแนกประเภทของขยะหรือของเสียได้ ดังนี้

1. ขยะทั่วไป (General waste) หมายถึง ขยะหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วจากสำนักงาน ห้องพักเจ้าหน้าที่ หรือบริเวณพื้นที่สาธารณะ ไม่ใช่ขยะที่ออกจากห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์ทั้งงานตรวจวิเคราะห์และงานวิจัย และไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก เช่น เศษอาหาร น้ำ เครื่องดื่ม รวมถึงใบไม้

2. ขยะติดเชื้อ (Infectious waste) หมายถึง มูลฝอยที่มีจุลชีพก่อโรคปะปนอยู่ในปริมาณ หรือความเข้มข้นซึ่งสามารถทำให้ผู้สัมผัสหรือใกล้ชิดเกิดโรคได้ เป็นขยะที่ออกจากห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์ ขยะที่เกิดขึ้นหรือใช้ในกระบวนการตรวจวินิจฉัยทางการแพทย์ และการรักษาพยาบาล การให้ภูมิคุ้มกันโรคและการทดลองเกี่ยวกับโรค และการตรวจชันสูตรศพหรือซากสัตว์ รวมทั้งในการศึกษาวิจัยเรื่องดังกล่าวให้ถือว่าเป็นขยะติดเชื้อ ได้แก่

2.1 ซากหรือชิ้นส่วนของมนุษย์หรือสัตว์ที่เป็นผลมาจากการผ่าตัด การตรวจชันสูตรศพหรือซากสัตว์ และการใช้สัตว์ทดลอง

2.2 วัสดุของมีคม เช่น เข็ม ใบมีด กระบอกฉีดยา หลอดแก้ว ภาชนะที่ทำด้วยแก้วหรือพลาสติก สไลด์ ไปเปตทิป และแผ่นกระจกปิดสไลด์

2.3 วัสดุซึ่งสัมผัสหรือสงสัยว่าจะสัมผัสกับเลือด ส่วนประกอบของเลือด ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเลือด สารน้ำจากร่างกายของมนุษย์หรือสัตว์ จุลชีพ หรือวัคซีนที่ทำจากเชื้อโรคที่มีชีวิต เช่น สำลี ผ้าก๊อซ ผ้า และท่อยาง เป็นต้น

2.4 ขยะที่เกิดจากกระบวนการในห้องปฏิบัติการ เช่น การเพาะบ่มเลี้ยงเชื้อ การทดลองโดยใช้เทคโนโลยีตัดแต่งพันธุกรรมของจุลชีพ เป็นต้น

2.5 ขยะทุกชนิดที่มาจากห้องรักษาผู้ป่วยติดเชื้อ

3. ขยะมีพิษหรือของเสียอันตราย (Hazardous waste) หมายถึง ขยะทางการแพทย์ที่มีพิษ อาจก่อให้เกิดอันตรายกับมนุษย์ สภาพแวดล้อม มีวิธีการทำลายเป็นพิเศษ เช่น

3.1 ขยะอันตราย ได้แก่ หลอดไฟ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ กระป๋องสเปรย์ หมึกพิมพ์ ปากกาเมจิก เป็นต้น

3.2 ขยะจำพวกสารเคมี ได้แก่ ขวดยาต้านจุลชีพ ขวดบรรจุน้ำยา/สารเคมี น้ำยาและสารเคมีจากห้องปฏิบัติการ เป็นต้น

4. ขยะรีไซเคิล (Recycle waste) หมายถึง ขยะที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้/จำหน่ายได้ เช่น กระดาษ กระป๋องน้ำอัดลม กล่องบรรจุวัสดุ หรือผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีการปนเปื้อนเชื้อโรค

ในคู่มือนี้จะกล่าวเฉพาะการจัดการของเสียชีวภาพหรือขยะติดเชื้อเท่านั้น

การจัดการขยะติดเชื้อ มีกฎหมายหลายฉบับที่เกี่ยวข้องซึ่งต้องนำมาใช้ในการกำหนดแนวทางการปฏิบัติ กฎหมายที่สำคัญ ได้แก่

1. พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 (กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม)
2. พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 (กระทรวงสาธารณสุข)
3. พระราชบัญญัติการรักษาความสะอาดและความเป็นระเบียบเรียบร้อยของบ้านเมือง พ.ศ. 2535 (กระทรวงมหาดไทย)

4. พระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2542 (สำนักนายกรัฐมนตรี)

กฎหมายที่มีรายละเอียดเกี่ยวกับการจัดการขยะมูลฝอยติดเชื้อมากที่สุด คือ พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ.2535 ซึ่งมีกระทรวงสาธารณสุขเป็นเจ้าภาพหลักในการกำกับดูแล มีการออกประกาศกฎกระทรวงออกมาใช้จนถึงปัจจุบัน (ศึกษาเพิ่มเติมได้จากเว็บไซด์ของศูนย์บริหารกฎหมายสาธารณสุข กรมอนามัย www.laws.anamai.moph.go.th) ตัวอย่างกฎหมายที่กระทรวงสาธารณสุขประกาศบังคับใช้ ได้แก่

1. กฎกระทรวงว่าด้วยการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ. 2545
2. ประกาศกระทรวง เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีตรวจสอบมาตรฐานทางชีวภาพในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ. 2546
3. ประกาศกระทรวง เรื่อง ตราหรือสัญลักษณ์สำหรับพิมพ์บนภาชนะบรรจุมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ. 2546
4. ประกาศกระทรวง เรื่อง หลักสูตรการฝึกอบรมการป้องกันและระงับการแพร่เชื้อหรืออันตรายที่เกิดจากมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ. 2548
5. ประกาศกระทรวง เรื่อง กำหนดลักษณะของบริเวณที่พักภาชนะบรรจุมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ. 2548
6. ประกาศกระทรวง เรื่อง กำหนดลักษณะของห้องรักษาผู้ติดเชื้อร้ายแรง พ.ศ. 2548
7. ประกาศกระทรวง เรื่อง กำหนดลักษณะและเงื่อนไขห้องปฏิบัติการเชื้ออันตราย พ.ศ. 2548
8. พระราชบัญญัติการสาธารณสุข (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550
9. ประกาศกระทรวง เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และเงื่อนไขว่าด้วยการขนและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อในท้องที่เทศบาลตำบลและองค์การบริหารส่วนตำบล พ.ศ. 2558

ขยะติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์

ขยะติดเชื้อจากห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์ต้องใช้ความระมัดระวังในการจัดการมากกว่าขยะมูลฝอยชุมชนทั่วไป หากมีการจัดการไม่ถูกต้องตามหลักสุขาภิบาลในขั้นตอนของการเก็บรวบรวม การเคลื่อนย้าย การขน และการกำจัด จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของผู้ปฏิบัติงานอาจเสี่ยงต่อการเกิดโรคจากขยะติดเชื้อ นอกจากนี้ยังส่งผลกระทบต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อมได้ สิ่งที่ห้องปฏิบัติการต้องคำนึงก่อนจะนำขยะติดเชื้อออกจากห้องปฏิบัติการ ประกอบด้วย ดังนี้

1. ขยะติดเชื้อเหล่านั้นผ่านการทำลายเชื้ออย่างเหมาะสมและถูกต้องหรือไม่

2. หากไม่ได้รับการทำลายเชื้อในห้องปฏิบัติการก่อนนำออกมา ได้มีการบรรจุในภาชนะที่ป้องกันการแพร่กระจายของเชื้อได้ดีหรือไม่ขณะมีการเคลื่อนย้ายหรือวางพักไว้ในสถานที่พักขยะ

3. มีการป้องกันไม่ให้ผู้ที่ไม่มีหน้าที่หรือไม่ใช่ผู้เกี่ยวข้องเข้าถึงขยะติดเชื้อนี้หรือไม่

ขั้นตอนในการจัดการขยะติดเชื้อ แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ได้แก่

1. การเก็บรวบรวม
2. การเคลื่อนย้าย
3. การขนส่ง
4. การกำจัด

13.1 การเก็บรวบรวม

การรวบรวมและจัดเก็บขยะติดเชื้อที่เกิดจากกิจกรรมภายในห้องปฏิบัติต้องมีการคัดแยกประเภท และจัดเก็บในภาชนะบรรจุที่เหมาะสม เพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการจัดเก็บ และการนำไปกำจัด การเก็บมูลฝอยติดเชื้อต้องเก็บ ณ แหล่งกำเนิดมูลฝอยติดเชื้อ และทิ้งลงในภาชนะสำหรับบรรจุมูลฝอยติดเชื้อ ดังนี้

13.1.1 มูลฝอยติดเชื้อประเภทวัสดุของมีคม ต้องทิ้งลงกล่อง หรือถังที่ทำจากวัสดุแข็งแรงทนทานต่อการแทงทะลุ การกัดกร่อนของสารเคมี และสามารถป้องกันการรั่วไหลของของเหลวภายในได้ โดยต้องบรรจุมูลฝอยติดเชื้อไม่เกิน 3 ใน 4 ส่วนของความจุภาชนะแล้วปิดฝาให้แน่น บรรจุในถุงมูลฝอยติดเชื้อ (biohazard bag) มัดปากถุงให้เรียบร้อยก่อนนำไปกำจัด

13.1.2 มูลฝอยติดเชื้ออื่น ซึ่งมิใช่ประเภทวัสดุของมีคม ให้ทิ้งลงในถังขยะที่มีฝาปิดมิดชิดชนิดที่ใช้เท้าเหยียบเปิดปิดฝา หรือเปิดปิดโดยใช้สัญญาณตรวจจับ (sensor) ภายในถังขยะรองรับด้วยถุงมูลฝอยติดเชื้อสีแดง ทึบแสง ทนทานต่อสารเคมีและการรับน้ำหนักไม่ฉีกขาดง่ายป้องกันน้ำได้ไม่รั่วซึมและควรบรรจุมูลฝอยเพียง 2 ใน 3 ส่วนของความจุของถุงการเก็บขยะทำโดยมัดรวบปากถุงแดงให้แน่น ข้างถุงแดงมีข้อความสีดำว่า “มูลฝอยติดเชื้อ” อยู่ภายใต้รูปหัวกะโหลกไขว้คู่กับตราหรือสัญลักษณ์ที่ใช้ระหว่างประเทศ ตามที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด โดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา และต้องมีข้อความว่า “ห้ามนำกลับมาใช้อีก” และ “ห้ามเปิด” พร้อมระบุชื่อหน่วยงานไว้ที่ถุงแดง ตามกฎกระทรวงว่าด้วยการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ. 2545 สำหรับตราสัญลักษณ์หรือสัญลักษณ์ที่ใช้ระหว่างประเทศ โปรดดูรายละเอียดในบทที่ 3 สัญลักษณ์และป้ายเตือนที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัย โดยสัญลักษณ์ต้องมีรัศมีไม่น้อยกว่า 1 นิ้ว ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง ตราสัญลักษณ์หรือสัญลักษณ์สำหรับพิมพ์บนภาชนะบรรจุมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ. 2546 ก่อนทำการเคลื่อนย้ายขยะถุงมูลฝอยติดเชื้อออกจากห้องปฏิบัติการ ถ้าเป็นขยะจากตัวอย่างจากผู้ป่วยหรือจุลชีพก่อโรคความเสี่ยงสูง ให้ทำการฆ่าเชื้อเบื้องต้น โดยการนึ่งทำลายเชื้อด้วยเครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูง หากเป็นขยะที่เกิดจากจุลชีพก่อโรค หรือสารชีวภาพที่มีความเสี่ยงต่ำและปานกลาง ให้ใช้น้ำยาฆ่าเชื้อที่มีฤทธิ์ทำลายจุลชีพก่อโรคนั้นได้เช็ดโดยรอบถุงให้ทั่ว

รูปที่ 13.1 ตัวอย่างถุงขยะมูลฝอยติดเชื้อ
ที่มา: http://env.anamai.moph.go.th/download/download/pdf/2557

13.2 การเคลื่อนย้าย

การเคลื่อนย้ายขยะติดเชื้อออกจากห้องปฏิบัติการไปยังสถานที่พักเก็บขยะมูลฝอยก่อนส่งไปทำลาย หรือเคลื่อนย้ายขยะไปยังสถานที่ทำลายขยะ ให้วางขยะถุงมูลฝอยติดเชื้อในภาชนะรองรับที่มีฝาปิดมิดชิด ง่ายต่อการฆ่าเชื้อ และล้างทำความสะอาด เพื่อป้องกันการหกหล่น ร่วงตกของขยะระหว่างการเคลื่อนย้าย เช่น ถังสแตนเลส เป็นต้น และต้องดำเนินการให้ถูกสุขลักษณะ ดังนี้

13.2.1 ผู้ปฏิบัติงาน

13.2.1.1 ผู้ปฏิบัติงานต้องผ่านการฝึกอบรมการป้องกันและระงับการแพร่เชื้อหรืออันตรายที่อาจเกิดจากมูลฝอยติดเชื้อ

13.2.1.2 ผู้ปฏิบัติงานต้องสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ได้แก่ ถุงมือยางอย่างหนา ผ้ากันเปื้อน ผ้าปิดปากและจมูก และรองเท้าพื้นยางหุ้มแข้งตลอดเวลาที่ปฏิบัติงาน

13.2.2 วิธีการเคลื่อนย้าย

13.2.2.1 ต้องทำตามตารางเวลาที่กำหนดของหน่วยงาน

13.2.2.2 ต้องเคลื่อนย้ายโดยใช้รถเข็นเฉพาะสำหรับเคลื่อนย้ายภาชนะบรรจุมูลฝอยติดเชื้อ

13.2.2.3 ต้องมีเส้นทางเคลื่อนย้ายที่แน่นอน และในระหว่างการเคลื่อนย้ายไปที่พักรวมมูลฝอยติดเชื้อห้ามแวะหรือหยุดพัก ณ ที่ใด

13.2.2.4 ต้องกระทำโดยระมัดระวังห้ามโยน หรือลากภาชนะสำหรับบรรจุมูลฝอยติดเชื้

13.2.2.5 กรณีที่มีมูลฝอยติดเชื้อตกหล่นหรือภาชนะบรรจุแตกหักระหว่างทาง ห้ามหยิบด้วยมือเปล่า ต้องใช้คีมหรือหยิบด้วยถุงมือยางอย่างหนา หากเป็นของเหลวให้ซับด้วยกระดาษโดยหมุนเป็นวงกลมจากด้านนอกสู่ด้านในและทิ้งกระดาษนั้นในถุงมูลฝอยติดเชื้อ หรือภาชนะบรรจุมูลฝอยติดเชื้อใบใหม่และทำความสะอาด ด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อที่บริเวณพื้นนั้นก่อนเช็ดถู โปรดดูรายละเอียดการจัดการสารชีวภาพหกหล่นในบทที่ 15 การเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับภาวะฉุกเฉิน

13.2.3 ลักษณะของรถเข็นสำหรับเคลื่อนย้ายมูลฝอยติดเชื้อ

13.2.3.1 ทำด้วยวัสดุที่ทำความสะอาดได้ง่าย ไม่มีแง่มุมอันจะเป็นแหล่งหมักหมมของเชื้อโรค และสามารถทำความสะอาดด้วยน้ำได้

13.2.3.2 มีพื้นและผนังทึบเมื่อจัดวางภาชนะบรรจุมูลฝอยติดเชื้อแล้วต้องปิดฝาให้แน่น เพื่อป้องกันสัตว์และแมลงเข้าไป

13.2.3.3 มีข้อความสีแดงที่มีขนาดสามารถมองเห็นชัดเจนอย่างน้อยสองด้านว่า “รถเข็นมูลฝอยติดเชื้อ ห้ามนำไปใช้ในกิจการอื่น”

13.2.3.4 ต้องมีอุปกรณ์หรือเครื่องมือสำหรับใช้เก็บมูลฝอยติดเชื้อที่ตกหล่นระหว่างการเคลื่อนย้าย อุปกรณ์หรือเครื่องมือสำหรับใช้ทำความสะอาดและฆ่าเชื้อบริเวณที่มูลฝอยติดเชื้อตกหล่นตลอดเวลาที่ทำการเคลื่อนย้ายภาชนะบรรจุมูลฝอยติดเชื้อ

13.2.4 ลักษณะของที่พักรวมมูลฝอยติดเชื้อ

13.2.4.1 มีลักษณะไม่แพร่เชื้อและอยู่ในที่ที่สะดวกต่อการขนมูลฝอยติดเชื้อไปกำจัด

13.2.4.2 มีขนาดกว้างเพียงพอที่จะเก็บกักภาชนะบรรจุมูลฝอยติดเชื้อได้อย่างน้อยสองวัน

13.2.4.3 พื้นและผนังต้องเรียบทำความสะอาดได้ง่าย

13.2.4.4 มีรางหรือท่อระบายน้ำทิ้งเชื่อมต่อกับระบบบำบัดน้ำเสีย

13.2.4.5 มีลักษณะโปร่งไม่อับชื้น

13.2.4.6 มีการป้องกันสัตว์และแมลงเข้าไป มีประตูกว้างพอสมควรตามขนาดของห้องหรืออาคาร เพื่อสะดวกต่อการปฏิบัติงาน และปิดด้วยกุญแจหรือปิดด้วยวิธีอื่น ที่บุคคลทั่วไปไม่สามารถที่จะเข้าไปได้

13.2.4.7 มีข้อความเป็นคำเตือนที่มีขนาดสามารถเห็นได้ชัดเจนว่า “ที่พักรวมมูลฝอยติดเชื้อ” ไว้ที่หน้าห้องหรือหน้าอาคาร

13.2.4.8 มีลานสำหรับล้างรถเข็นอยู่ใกล้ที่พักรวมมูลฝอยติดเชื้อ และลานนั้นต้องมีรางหรือท่อรวบรวมน้ำเสียจากการล้างรถเข็นเข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสีย

ในกรณีที่พักเก็บภาชนะบรรจุมูลฝอยติดเชื้อไว้เกิน 7 วัน ที่พักรวมมูลฝอยติดเชื้อตามลักษณะข้างต้นได้แต่ควรควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 10 องศาเซลเซียส และต้องจัดให้มีบริเวณที่พักภาชนะบรรจุมูลฝอยติดเชื้อไว้เป็นการเฉพาะ

13.3 การขนส่ง

ในที่นี้ หมายถึง การนำขยะติดเชื้อจากที่พักรวมมูลฝอยติดเชื้อไปยังสถานที่กำจัดขยะติดเชื้อ

13.3.1 การขนมูลฝอยติดเชื้อ ต้องดำเนินการให้ถูกสุขลักษณะ ดังนี้

13.3.1.1 ผู้ขับขี่และผู้ปฏิบัติงานประจำยานพาหนะต้องมีความรู้เกี่ยวกับมูลฝอยติดเชื้อ โดยผ่านการฝึกอบรมการป้องกันและระงับการแพร่เชื้อหรืออันตรายที่อาจเกิดจากมูลฝอยติดเชื้อ

13.3.1.2 ต้องมีเครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เหมาะสมสำหรับผู้ขับขี่และผู้ปฏิบัติงานประจำยานพาหนะขนมูลฝอยติดเชื้อ อุปกรณ์หรือเครื่องมือสำหรับป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดจากการตกหล่นหรือการรั่วไหลของมูลฝอยติดเชื้อ อุปกรณ์หรือเครื่องมือป้องกันอัคคีภัย และอุปกรณ์หรือเครื่องมือสื่อสารสำหรับใช้ติดต่อแจ้งเหตุอยู่ในยานพาหนะขนมูลฝอยติดเชื้อตลอดเวลาที่ทำการขนมูลฝอยติดเชื้อ

13.3.1.3 ผู้ขับขี่ยานพาหนะขนมูลฝอยติดเชื้อและผู้ปฏิบัติงานประจำยานพาหนะขนมูลฝอยติดเชื้อต้องระมัดระวังมิให้มูลฝอยติดเชื้อและภาชนะสำหรับบรรจุมูลฝอยติดเชื้อตกหล่นในระหว่างการขน

13.3.1.4 ห้ามยานพาหนะขนมูลฝอยติดเชื้อไปใช้ในกิจการอย่างอื่น และให้ทำความสะอาดและฆ่าเชื้ออย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง ยกเว้นกรณีภาชนะบรรจุมูลฝอยติดเชื้อแตกหรือมีการรั่วไหลต้องทำความสะอาดทันทีที่สามารถจะทำได้

13.3.2 ยานพาหนะขนมูลฝอยติดเชื้อ ต้องมีลักษณะ ดังนี้

13.3.2.1 ตัวถังปิดทึบผนังด้านในต้องบุด้วยวัสดุที่ทนทานทำความสะอาดได้ง่าย ไม่รั่วซึม

13.3.2.2 ในกรณีที่เป็นยานพาหนะสำหรับใช้ขนมูลฝอยติดเชื้อจากที่พักรวมมูลฝอยติดเชื้อที่เก็บไว้นานกว่า 7 วัน ภายในตัวถังของยานพาหนะนั้นต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 10 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่านั้นได้ และจะต้องติดเครื่องเทอร์โมมิเตอร์ที่สามารถอ่านค่าอุณหภูมิภายในตัวถังไว้ด้วย

13.3.2.3 มีข้อความสีแดงที่มีขนาดสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ปิดไว้ที่ภายนอกตัวถังด้านข้างทั้งสองด้านว่า “ใช้เฉพาะขนมูลฝอยติดเชื้อ”

13.4 การกำจัด

เป็นการจัดการ เพื่อทำลายเชื้อที่มีอยู่ในมูลฝอย ซึ่งการพิจารณาเลือกวิธีกำจัดนั้น ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเทคโนโลยีที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อม และความสอดคล้องกับข้อจำกัดทางด้านงบประมาณ ความถูกต้องตามหลักวิชาการ ก่อนที่จะนำไปทำลายด้วยวิธีการเช่นเดียวกับมูลฝอยทั่วไปวิธีการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ 2 ขั้นตอน คือ

13.4.1 การทำลายเชื้อ

เป็นการทำลายเชื้อให้หมดไปก่อนจะส่งไปกำจัดต่อไป สามารถดำเนินการได้ ดังนี้

13.4.1.1 การเผาโดยใช้เตาเผาการทำลายเชื้อด้วยการเผา เป็นวิธีที่สามารถทำลายเชื้อโรคได้มากที่สุด การกำจัดมูลฝอยติดเชื้อโดยการเผาใช้เตาเผามูลฝอยติดเชื้อ และห้องเผาควันการเผามูลฝอยติดเชื้อใช้อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 760 องศาเซลเซียส และในการเผาควันใช้อุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 1,000 องศาเซลเซียส และต้องมีการควบคุมมาตรฐานอากาศเสียที่ปล่อยออกจากเตาเผา ผลจากการเผาจะทำให้มีเถ้าตกค้างซึ่งจะนำไปกำจัด โดยใช้วิธีการเดียวกับมูลฝอยชุมชน

13.4.1.2 การอบด้วยไอน้ำหรือการนึ่งโดยใช้เครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูง (autoclave) สามารถทำลายเชื้อโรคได้ ปริมาณของมูลฝอยคงเหลือเท่าเดิมหรือมากขึ้น เนื่องจากความชื้นจากไอน้ำที่ใช้ในการอบ

การกำจัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยวิธีการทำลายเชื้อด้วยไอน้ำหรือวิธีอื่นจะต้องดำเนินการให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานทางชีวภาพ โดยมีประสิทธิภาพที่สามารถทำลายเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา ไวรัส และปรสิตในมูลฝอยติดเชื้อได้หมด

13.4.2 การกำจัด

หลังจากการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยวิธีการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยเครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูง ต้องมีการตรวจสอบประสิทธิภาพการทำให้ปราศจากเชื้อกระบวนการการตรวจสอบที่น่าเชื่อถือมากที่สุด และเป็นที่ยอมรับ คือ การทดสอบด้วยตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (biological indicator) หรือ spore test ซึ่งมีการใช้สปอร์ของเชื้อ *Bacillus stearothermophillus* หรือ *Geobacillus stearothermophilus* ทั้งนี้ตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด

ในกรณีกำจัดขยะมูลฝอยติดเชื้อด้วยการเผา เถ้าที่เหลือสามารถดำเนินการได้เหมือนขยะทั่วไป ส่วนขยะติดเชื้อที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้ออาจส่งออกภายนอก เพื่อไปเผาทำลายหรือกลบฝังในพื้นที่เฉพาะ

ในกรณีที่มีการจัดจ้างหน่วยงานภายนอกในการดำเนินการขนย้ายหรือนำขยะติดเชื้อไปกำจัด ผู้ว่าจ้างต้องมั่นใจว่าหน่วยงานภายนอกที่มารับช่วงไปนั้น มีกระบวนการและการจัดการที่มั่นใจได้ว่าจะไม่มีการรั่วไหลของขยะติดเชื้อจนอาจเกิดการแพร่กระจายของเชื้อที่อยู่ในขยะดังกล่าวรวมถึงสอดคล้องกับกฎหมายที่เกี่ยวกับขยะติดเชื้อได้แก่ พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 กฎกระทรวงว่าด้วยการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ. 2545 ซึ่งออกตามความพระราชบัญญัติการสาธารณสุข (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550 ซึ่งพอสรุปเป็นหัวข้อที่ใช้เป็นเกณฑ์พิจารณาคัดเลือกผู้รับช่วงจัดการขยะดังกล่าว ดังนี้

1. คุณสมบัติของผู้รับช่วง เช่น ได้รับอนุญาตจากเจ้าพนักงานท้องถิ่นให้ดำเนินกิจการ

2. วิธีการดำเนินการที่เป็นไปตามกฎหมาย โดยเฉพาะในกระบวนการในการกำจัดที่เกี่ยวข้องของบริษัทที่รับช่วงไป เช่น

  2.1 คุณลักษณะของผู้ปฏิบัติงานในแต่ละงานที่เกี่ยวข้อง

  2.2 วัสดุอุปกรณ์ และยานพาหนะที่ใช้ในการขนส่ง

  2.3 วิธีการเคลื่อนย้าย

  2.4 สถานที่พักขยะติดเชื้อ

3. กระบวนการทำลายหรือกำจัดที่เป็นไปตามกฎหมาย ซึ่งทำให้มั่นใจว่าจะไม่เกิดแพร่กระจายของเชื้อหรือขยะติดเชื้อออกสู่ที่สาธารณะ

บทที่ 14

การเตรียมความพร้อมเพื่อรองรับภาวะฉุกเฉิน (Emergency Response)

14.1 วิธีปฏิบัติเมื่อเกิดกรณีฉุกเฉินเหตุเพลิงไหม้

14.2 วิธีปฏิบัติเมื่อเกิดกรณีฉุกเฉินจากสารชีวภาพรั่วไหล

ภาวะฉุกเฉินสามารถเกิดขึ้นได้จากกิจกรรมหรือความเสี่ยง ซึ่งอาจแบ่งออกเป็นเหตุการณ์ทางการแพทย์ เช่น หกล้ม อุบัติเหตุ หมดสติ เป็นต้น เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้ทั่วไป เช่น ภัยธรรมชาติ ไฟฟ้าดับ น้ำไม่ไหล และเหตุการณ์ที่เกิดจากห้องปฏิบัติการ เช่น การสัมผัสสารชีวภาพ การรั่วไหลของสารชีวภาพ เป็นต้น การจัดการความปลอดภัยต้องคำนึงถึงความเสี่ยง การจัดการอุปกรณ์ การเตรียมความพร้อม รวมทั้งการตอบโต้ภาวะฉุกเฉิน เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้เกิดผลกระทบรุนแรงต่อชุมชน และทรัพย์สินของหน่วยงาน ดังนั้นจึงต้องจัดทำแผน ซึ่งต้องประกอบด้วย 3 ระยะ ดังนี้

1. ก่อนเกิดเหตุ ส่วนมากเป็นแผนในการป้องกันไม่ให้เกิดเหตุ ในกรณีที่สามารถป้องกันได้ เช่น การเกิดอัคคีภัยในขณะเดียวกันเป็นแผนที่ใช้ในการเตรียมการ หรือเฝ้าระวัง โดยเฉพาะในกรณีที่เป็นภัยตามธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม ดิน/โคลนถล่ม เป็นต้น การเตรียมความพร้อมในระยะนี้ เริ่มตั้งแต่การวางแผน ไม่ว่าจะเป็นการมอบหมายตัวบุคคลสำหรับประสานในกรณีที่เกิดเหตุ แผนการดำเนินงานในกรณีที่ไม่สามารถใช้พื้นที่หรือห้องปฏิบัติการต่อได้ การดำเนินการสำรวจหาจุดที่ต้องได้รับการแก้ไขหรือตรวจสอบอุปกรณ์ที่ใช้ในกรณีเกิดเหตุที่เกี่ยวข้อง จัดทำขั้นตอนหรือแนวทางที่ต้องปฏิบัติขณะเกิดเหตุตลอดจนจัดให้มีการซ้อมแผน เพื่อให้เจ้าหน้าที่หรือผู้ปฏิบัติงานได้เคยชิน ไม่เกิดความตื่นตระหนกเมื่อเกิดเหตุการณ์จริง นอกจากนี้ควรต้องจัดทำแผนเพื่อรองรับกรณีเกิดเหตุการณ์แล้ว เพื่อเป็นการเตรียมการและแนวทางดำเนินการต่อไป

2. ขณะเกิดเหตุ เป็นการดำเนินการตอบโต้เหตุการณ์ตามแผนที่สร้างไว้ในระยะก่อนเกิดเหตุ

3. หลังเกิดเหตุ เป็นการดำเนินการ เพื่อตรวจสอบความเสียหาย รวมถึงการเฝ้าระวังผลที่อาจเกิดขึ้นตามมาหลังเกิดเหตุ และเตรียมการสำหรับการฟื้นฟู

นอกจากนี้หน่วยงานควรจัดให้มีแบบบันทึกรายงานเหตุฉุกเฉิน เพื่อเป็นหลักฐานและวิเคราะห์หาแนวทางป้องกันในภาพรวม ซึ่งแบบรายงานควรประกอบไปหัวข้ออย่างน้อย ดังนี้

- วัน เวลาที่เกิดเหตุ
- สถานที่เกิดเหตุ
- ลักษณะเหตุที่เกิด
- การแก้ไขที่ดำเนินการไป
- การป้องกันไม่ให้เกิดซ้ำ

อย่างไรก็ตาม จะเห็นได้ว่าการดำเนินการก่อนเกิดเหตุมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นควรต้องทราบรายละเอียดการดำเนินการในระยะนี้

การดำเนินการในระยะก่อนเกิดเหตุ มีดังนี้

1. การบริหารความเสี่ยง

1.1 มีการชี้บ่งอันตราย ที่อาจเกิดขึ้นจากเหตุฉุกเฉินต่างๆ โดยการสำรวจอันตรายทางกายภาพ อันตรายจากสารเคมี วัสดุ และเครื่องมือหรืออุปกรณ์แต่ละประเภทที่ใช้

1.2 มีการประเมินความเสี่ยง ในระดับบุคคลและห้องปฏิบัติการครอบคลุมหัวข้อสารเคมีและสารชีวภาพที่ใช้ ผลกระทบด้านสุขภาพจากการทำงาน เส้นทางการสัมผัส (exposure route) พื้นที่ในการทำงาน/กายภาพเครื่องมือที่ใช้ สิ่งแวดล้อมในสถานที่ทำงาน ระบบไฟฟ้าในที่ทำงาน กิจกรรมที่ทำในห้องปฏิบัติการ

1.3 มีการลดความเสี่ยง โดยมีมาตรการหรือบังคับใช้กฎระเบียบที่เกี่ยวข้องอย่างเคร่งครัด

1.4 มีการสื่อสารความเสี่ยง ด้วยการแนะนำ การพูดคุย การติดป้ายเตือน และคู่มือ

1.5 เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการต้องได้รับการตรวจสุขภาพ เมื่อถึงกำหนดการตรวจสุขภาพตามปัจจัยเสี่ยงของผู้ปฏิบัติงาน หรือเมื่อพบว่ามีอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นจากการทำงานกับสารเคมีหรือสารชีวภาพวัสดุอุปกรณ์เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ หรือเมื่อเผชิญกับเหตุการณ์สารเคมีหรือสารชีวภาพหกรั่วไหล

1.6 มีการประเมินผลและวางแผนการดำเนินงาน เพื่อปรับปรุงการบริหารความเสี่ยง

2. การจัดเตรียมอุปกรณ์

แนวทางปฏิบัติในการจัดการอุปกรณ์ เพื่อตอบโต้ภาวะฉุกเฉินมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

2.1 จัดเตรียมเครื่องมืออุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการเพื่อรองรับเหตุฉุกเฉินที่อาจเกิดขึ้น เช่น มีที่ล้างตาและชุดฝักบัว ฉุกเฉินที่ได้มาตรฐานและอุปกรณ์ปกป้องส่วนบุคคล อุปกรณ์ดับเพลิง เป็นต้น

2.2 จัดหาเวชภัณฑ์สำหรับรองรับเหตุฉุกเฉิน ต้องวางในบริเวณที่สามารถเข้าถึงได้ทันที เมื่อเกิดเหตุ ได้แก่

- ยาสามัญประจำบ้าน
- อุปกรณ์ที่ใช้ปฐมพยาบาล ประกอบด้วย
  - ชุดยาปฐมพยาบาลเบื้องต้น เช่น น้ำยาล้างแผล ยาใส่แผลสด ยาแก้ปวด ยาทาบรรเทาอาการจากแผลไฟไหม้ หรือน้ำร้อนลวก
  - อุปกรณ์การปฐมพยาบาล เช่น ผ้าพันแผลที่ผ่านการฆ่าเชื้อ กรรไกร สำลี เข็มกลัด แก้วล้างตา พลาสเตอร์ ผ้ายืด เป็นต้น
  - คู่มือการใช้ยาชนิดต่างๆ

3. การเตรียมความพร้อม

แนวปฏิบัติในการเตรียมความพร้อมและตอบโต้ภาวะฉุกเฉินมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

3.1 การป้องกันภาวะฉุกเฉิน

3.1.1 หัวหน้าห้องปฏิบัติการเป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินการหากเกิดภาวะฉุกเฉิน

3.1.2 มีอุปกรณ์ที่พร้อมรับมือกับภาวะฉุกเฉิน

3.1.3 มีการซ้อมรับมือเหตุฉุกเฉินอย่างน้อยปีละครั้ง เพื่อให้บุคลากรและผู้เกี่ยวข้อง ทราบว่าต้องดำเนินการอย่างไรเมื่อเกิดเหตุ

3.1.4 ตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับรับภาวะฉุกเฉินอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้พร้อมใช้งาน เช่น การทดสอบที่ล้างตา ฝักบัวฉุกเฉิน การตรวจสอบและทดแทนเวชภัณฑ์สำหรับรับเหตุฉุกเฉิน

3.1.5 ตรวจสอบพื้นที่และสถานที่เพื่อพร้อมรับภาวะฉุกเฉินสม่ำเสมอ เช่น จุดรวมพลบันไดและเส้นทางหนีไฟ

3.1.6 เตรียมการจัดการเบื้องต้นเพื่อป้องกันพร้อมรับและตอบโต้เหตุฉุกเฉิน (สารเคมีหรือสารชีวภาพหกรั่วไหล น้ำท่วม อัคคีภัย) เช่น

- การเตรียมอุปกรณ์ทำความสะอาดโดยจัดวาง ณ ตำแหน่งที่เข้าถึงได้ง่ายเมื่อเกิดเหตุ
- การเตรียมชุดอุปกรณ์เก็บกู้สารเคมีหรือสารชีวภาพใช้ในห้องปฏิบัติการและพร้อมใช้งาน
- มีการตรวจสอบอุปกรณ์ที่ต้องใช้ในภาวะฉุกเฉินเป็นประจำตามช่วงระยะเวลาที่กำหนดทั้งด้านความพร้อมใช้งานปริมาณและการเข้าถึงได้สะดวก

3.1.7 มีระบบการสื่อสารในภาวะฉุกเฉินที่เป็นรูปธรรมในหัวข้อต่อไปนี้

- การแจ้งเหตุภายในและภายนอกหน่วยงาน
- การแจ้งเตือน
- การอพยพ
- การตรวจสอบอุปกรณ์สื่อสารอย่างสม่ำเสมอตามช่วงเวลาที่กำหนดไว้ว่ายังคงใช้งานได้
- การตรวจสอบหมายเลขโทรศัพท์และติดไว้ในบริเวณที่เห็นได้ชัดเจน

3.2 การใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล

ควรใช้อุปกรณ์ป้องกันตามชนิดหรือประเภทของการปฏิบัติงาน ตามชนิดและปริมาณของสารเคมีหรือสารชีวภาพที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์เหล่านี้ ได้แก่ อุปกรณ์ป้องกันหน้า (face protection) อุปกรณ์ป้องกันดวงตา (eye protection) อุปกรณ์ป้องกันมือ (hand protection) อุปกรณ์ป้องกันเท้า (foot protection) อุปกรณ์ป้องกันร่างกาย (body protection) อุปกรณ์ป้องกันการได้ยิน (hearing protection) อุปกรณ์ป้องกันระบบทางเดินหายใจ (respiratory protection)

การเตรียมการ เพื่อรองรับภาวะฉุกเฉินเมื่อเกิดเหตุการณ์ ผู้ควบคุมงาน หัวหน้าห้องปฏิบัติการ หรือผู้ได้รับมอบหมายต้องไปถึงที่เกิดเหตุทันที เพื่อควบคุมสถานการณ์ และดำเนินการดังนี้

- ควบคุมบริเวณที่เกิดเหตุ
- ปฐมพยาบาลเบื้องต้น และเรียกทีมช่วยเหลือ
- ควบคุมอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นอีกครั้ง
- หาสาเหตุและเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง
- เก็บรักษาหลักฐานที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ เมื่อจะมีการเปลี่ยนแปลงหรือเคลื่อนย้าย
- รายงานอุบัติเหตุอุบัติภัยที่เกิดขึ้นให้ผู้บังคับบัญชาทราบโดยเร็ว
- มีการสอบสวนเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นเพื่อหาสาเหตุ และมาตรการป้องกันการเกิดซ้ำ

ในคู่มือนี้ ขอยกตัวอย่างเหตุฉุกเฉินเพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติซึ่งห้องปฏิบัติการสามารถนำไปปรับให้เหมาะสมกับหน่วยงานของตนเองได้ ดังนี้

14.1 วิธีปฏิบัติเมื่อเกิดกรณีฉุกเฉินเหตุเพลิงไหม้

1. ช่วยเหลือผู้ที่ตกอยู่ในอันตรายก่อน โดยตัวเองต้องไม่ตกอยู่ในอันตรายเสียเอง
2. กดปุ่มสัญญาณเตือนภัยที่อยู่บริเวณใกล้เคียง และแจ้งเหตุให้ผู้อยู่ใกล้เคียงทราบ
3. แจ้งเหตุเพลิงไหม้กับหน่วยงานที่รับผิดชอบ เพื่อขอความช่วยเหลือ ดังนั้นห้องปฏิบัติการควรมีเบอร์โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อหน่วยงานที่รับผิดชอบในพื้นที่ที่ตั้งของห้องปฏิบัติการติดไว้ในที่ที่เห็นได้ชัดเจน

4. แยกส่วนที่เกิดเพลิงไหม้ออกจากส่วนอื่น เช่น โดยการปิดประตู หน้าต่าง

5. หยุดกระบวนการที่อาจก่อให้เกิดอันตรายหรือปิดเครื่องมือที่กำลังทำงานอยู่ หากสามารถดำเนินการได้อย่างปลอดภัย

6. ห้ามดับเพลิงด้วยตนเอง หากไม่มั่นใจว่าสามารถดำเนินการได้อย่างปลอดภัย

7. ในกรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้บริเวณกว้างให้อพยพหลบภัยอยู่นอกอาคาร ณ บริเวณจุดรวมพล

8. ในกรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้ที่เกิดจากสารเคมี ห้ามดับเพลิงด้วยตนเอง ควรรีบแจ้งหน่วยงานที่รับผิดชอบ

14.2 วิธีปฏิบัติเมื่อเกิดกรณีฉุกเฉินจากสารชีวภาพรั่วไหล

อันตรายที่เกิดจากการรั่วไหลของสารชีวภาพติดเชื้อเกี่ยวข้องโดยตรงกับสุขภาพ ซึ่งผู้ประสบเหตุอาจมีการหายใจเอาสารชีวภาพติดเชื้อเข้าสู่ร่างกาย หรือการสัมผัสกับสารชีวภาพติดเชื้อ และอาจทำให้เกิดการติดเชื้อเป็นโรค หรือถึงแก่ชีวิตได้ ดังนั้นหากเกิดการรั่วไหลของสารชีวภาพ ผู้ปฏิบัติงานต้องรับผิดชอบทำความสะอาดและป้องกันการแพร่กระจาย โดยปฏิบัติ ดังนี้

14.2.1 กรณีสัมผัสสารชีวภาพที่รั่วไหล

14.2.1.1 แจ้งเตือนผู้ร่วมงานให้ทราบ เพื่อป้องกันการติดต่อและการแพร่กระจายเชื้อ

14.2.1.2 ทำความสะอาดร่างกายด้วยสบู่ (ควรใช้สบู่ฆ่าเชื้อโรค) และน้ำ หากกระเด็นเข้าตาให้ใช้น้ำยาล้างตา และหากกระเด็นเข้าปากให้ใช้สารละลายโซเดียมคลอไรด์ ความเข้มข้น 0.9 เปอร์เซ็นต์

14.2.1.3 รีบให้การช่วยเหลือ ปฐมพยาบาล หรือส่งไปสถานพยาบาลเร่งด่วน (แล้วแต่กรณี)

14.2.1.4 แจ้งหัวหน้าห้องปฏิบัติการ และ/หรือผู้ดูแลปฏิบัติการทราบทันทีหรือภายใน 1 ชั่วโมง

14.2.1.5 พบแพทย์เพื่อทำการรักษา หรือให้คำปรึกษาต่อไป

14.2.2 กรณีสารชีวภาพหกหล่นในห้องปฏิบัติการ (Spill decontamination)

ห้องปฏิบัติการต้องจัดเตรียมชุดอุปกรณ์สำหรับกำจัดการปนเปื้อนวัสดุติดเชื้อที่อาจเกิดการหกหล่นไว้พร้อมหยิบใช้ได้สะดวก และทันท่วงที ซึ่งชุดอุปกรณ์ควรประกอบด้วยอุปกรณ์ที่สำคัญอย่างน้อย ดังนี้

- น้ำยาฆ่าเชื้อที่เหมาะสมกับชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ในห้องปฏิบัติการ
- วัสดุซับ เช่น กระดาษหรือผ้า
- ภาชนะใส่ของเสีย เช่น ถุงใส่ขยะติดเชื้อ
- ภาชนะทิ้งของมีคม
- อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เช่น เสื้อคลุมปฏิบัติการ ถุงมือ อุปกรณ์ป้องกันหน้าและตา
- อุปกรณ์เก็บกวาด เช่น ไม้กวาด ที่ตักผง และปากคีบ

14.2.3 วัสดุติดเชื้อหกหล่นภายในตู้ชีวนิรภัย

ในกรณีที่มีการหกหล่นของวัสดุติดเชื้อภายในตู้ชีวนิรภัยให้ปฏิบัติ ดังนี้

14.2.3.1 ถอดถุงมือที่กำลังใช้งานทิ้งภายในตู้ กรณีมีการปนเปื้อนเชื้อ

14.2.3.2 ห้ามปิดสวิตซ์ตู้ เพื่อให้ตู้ทำงานอย่างต่อเนื่องในการกรองอากาศภายในตู้ ก่อนปล่อยออกสู่อากาศภายนอก ทั้งเมื่อเกิดเหตุและขณะทำความสะอาด

14.2.3.3 สวมเสื้อคลุม แว่นตานิรภัย และถุงมือในขณะทำความสะอาด

14.2.3.4 คลุมบริเวณที่วัสดุหกหล่นด้วยวัสดุซับ แล้วราดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ ปล่อยทิ้งไว้อย่างน้อย 10-20 นาที หรือตาม contact time ของน้ำยาฆ่าเชื้อชนิดที่เลือกใช้

14.2.3.5 เช็ดทำความสะอาดด้วยกระดาษซับ

14.2.3.6 เช็ดผนังตู้ พื้นที่ทำงานและอุปกรณ์ภายในตู้ด้วยกระดาษหรือผ้าที่ชุบน้ำยาฆ่าเชื้อ

14.2.3.7 ทิ้งวัสดุปนเปื้อนลงในถุงขยะติดเชื้อและนำไปอบนึ่งฆ่าเชื้อก่อนนำไปทิ้ง

14.2.3.8 วัสดุที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ให้ใส่ในถาดหรือภาชนะที่ทนความร้อนและมีฝาปิดก่อนนำไปอบนึ่งฆ่าเชื้อ

14.2.3.9 วัสดุที่ไม่สามารถอบนึ่งฆ่าเชื้อที่ได้ ให้แช่ในน้ำยาฆ่าเชื้อนานอย่างน้อย 10 นาทีหรือตาม contact time ของน้ำยาฆ่าเชื้อชนิดที่เลือกใช้ก่อนนำออกจากตู้

14.2.3.10 หลังจากทำความสะอาดเสร็จ ให้ตู้ทำงานต่อไปอีกอย่างน้อย 10 นาที ก่อนจะใช้งานอื่นต่อไป

14.2.3.11 รายงานอุบัติการณ์แก่ผู้รับผิดชอบทราบ

14.2.4 วัสดุติดเชื้อหกหล่นภายนอกตู้ชีวนิรภัย

เมื่อเกิดสารชีวภาพหรือจุลชีพหกหล่นในห้องปฏิบัติการ รออย่างน้อย 30 นาที เพื่อให้ไม่มีละอองฟุ้งกระจายในอากาศ ก่อนเข้าห้องปฏิบัติการไปดำเนินการจัดการกำจัดและทำความสะอาด ถ้ามีการเปื้อนเสื้อผ้าให้นำใส่ลงในถุงขยะติดเชื้อ เพื่อนำไปนึ่งฆ่าเชื้อก่อนการทำความสะอาด ก่อนจัดการกับวัสดุติดเชื้อหกหล่นให้สวมเสื้อคลุมปฏิบัติการ แว่นตานิรภัย และถุงมือ และปฏิบัติ ดังนี้

14.2.4.1 แจ้งผู้ร่วมงานทราบและกั้นบริเวณที่มีวัสดุติดเชื้อหกหล่น

14.2.4.2 เก็บวัสดุที่เป็นเศษเครื่องแก้วแตก (ถ้ามี) โดยใช้ปากคีบ ห้ามหยิบวัสดุมีคมที่ติดเชื้อด้วยมือเปล่า ทิ้งวัสดุแก้วแตกในภาชนะเก็บของมีคม

14.2.4.3 นำวัสดุซับปิดคลุมบริเวณที่วัสดุติดเชื้อหกหล่น เพื่อไม่ให้เชื้อฟุ้งกระจาย

14.2.4.4 ราดน้ำยาฆ่าเชื้อที่เหมาะสมกับชนิดของเชื้อ รอบบริเวณวัสดุติดเชื้อที่หกหล่นจากด้านนอกเข้าสู่ด้านใน และปล่อยทิ้งไว้อย่างน้อย 10 - 20 นาที หรือตาม contact time ของน้ำยาฆ่าเชื้อที่เลือกใช้ เพื่อให้แน่ใจว่าน้ำยาได้ออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อเพียงพอ

14.2.4.5 เก็บรวบรวมวัสดุปนเปื้อนทั้งหมดทิ้งลงในถุงขยะติดเชื้อ

14.2.4.6 เช็ดทำความสะอาดบริเวณพื้นที่และพื้นที่โดยรอบที่อาจปนเปื้อนด้วยน้ำยาฆ่าเชื้ออีกครั้ง

14.2.4.7 เครื่องมือที่ปนเปื้อน หากไม่สามารถนึ่งฆ่าเชื้อด้วยเครื่องนึ่งไอน้ำแรงดันสูงได้ ต้องเช็ดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อที่เหมาะสม ไม่กัดกร่อนเครื่องมือ และล้างด้วยน้ำถ้าจำเป็น

14.2.4.8 นำถุงใส่ขยะติดเชื้อไปอบนึ่งฆ่าเชื้อก่อนนำไปทิ้ง

14.2.4.9 วัสดุอุปกรณ์ที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ ให้ใส่ในถาดหรือภาชนะที่ทนความร้อนและมีฝาปิดก่อนนำไปอบฆ่าเชื้อ

14.2.4.10 เปิดใช้พื้นที่ได้ หลังจากที่ได้ทำความสะอาดและกำจัดการปนเปื้อนเสร็จสมบูรณ์

14.2.4.11 รายงานอุบัติการณ์ แก่ผู้รับผิดชอบห้องปฏิบัติการทราบ

ตัวอย่างแบบบันทึกอุบัติการณ์ ดังรูปที่ 14.1

แบบบันทึกอุบัติการณ์

ชื่อหน่วยงาน ....

<u>ส่วนที่ 1 ผู้รายงานอุบัติการณ์</u>

วันที่เกิดอุบัติการณ์ ....เวลา .... สถานที่เกิดเหตุการณ์..

รายละเอียดอุบัติการณ์ (ใคร อะไร ที่ไหน อย่างไร เมื่อไร)

....

....

....

ผู้เกี่ยวข้องในเหตุการณ์/ผู้เสียหาย/ผู้ได้รับผลกระทบ

1) .... หน่วยงาน ....

2) .... หน่วยงาน ....

3) .... หน่วยงาน ....

○ **ผลกระทบต่อความปลอดภัย/สุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน**

☐ บาดเจ็บ.. ถูกเข็มตำ ถูกของมีคมบาด

☐ อื่นๆ.. ☐ เสี่ยงต่อการติดเชื้อ.. ☐ ไม่เสี่ยงต่อการติดเชื้อ

○ **ผลกระทบต่อเครื่องมืออุปกรณ์และสิ่งแวดล้อม**

☐ เครื่องมืออุปกรณ์ชำรุด (ระบุ) .... ☐ ไฟฟ้าดับ ☐ ไฟฟ้าลัดวงจร ☐ ท่อน้ำชำรุด ☐ อ่างน้ำชำรุด

☐ แก๊สรั่ว ☐ อัคคีภัย ☐ ตัวอาคารชำรุด (ระบุ) .... ☐ อื่นๆ.......................................

ท่านใช้เครื่องมือป้องกันใดบ้างขณะเกิดเหตุการณ์ (ระบุ) ....

ชื่อผู้รายงาน .... ตำแหน่ง..วันที่รายงาน.................................

(..)

<u>ส่วนที่ 2 สำหรับหัวหน้างานเท่านั้น</u>

สรุปผลกระทบของอุบัติการณ์ ☐ เกิดกับผู้ปฏิบัติงาน ☐ เกิดกับผลวิเคราะห์ ☐ เกิดกับสิ่งแวดล้อม ☐ อื่น ๆ ....

ผลกระทบที่ตามมาของเหตุการณ์ (ด้านสุขภาพและความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน)

☐ ไม่ได้รับบาดเจ็บ ☐ รับการปฐมพยาบาล ☐ เข้ารับการรักษาพยาบาล ☐ สามารถมาทำงานได้ ☐ ไม่สามารถมาทำงานได้

☐ การติดตามประเมินผลสุขภาพ..

มาตรการควบคุมที่มีอยู่...

การแก้ไขเบื้องต้น ....

.... ผลการแก้ไข ☐ แก้ไขได้ ☐ แก้ไขไม่ได้

แนวทางการแก้ไขเชิงป้องกัน..

....ระยะเวลาแล้วเสร็จ..

ชื่อหัวหน้างาน .... ตำแหน่ง..วันที่ทบทวน.................................

(..)

<u>ส่วนที่ 3 สำหรับเจ้าหน้าที่ความปลอดภัย/ Safety officer</u>

1. การทบทวนมาตรการควบคุมที่มีอยู่ ☐ เห็นด้วย ☐ ปรับปรุงกระบวนการ...
2. การทบทวนการแก้ไขเบื้องต้น ☐ เห็นด้วย ☐ ปรับปรุงกระบวนการ...
3. การทบทวนแนวทางแก้ไขเชิงป้องกัน ☐ เห็นด้วย ☐ ปรับปรุงกระบวนการ...

ข้อเสนอแนะ..

....

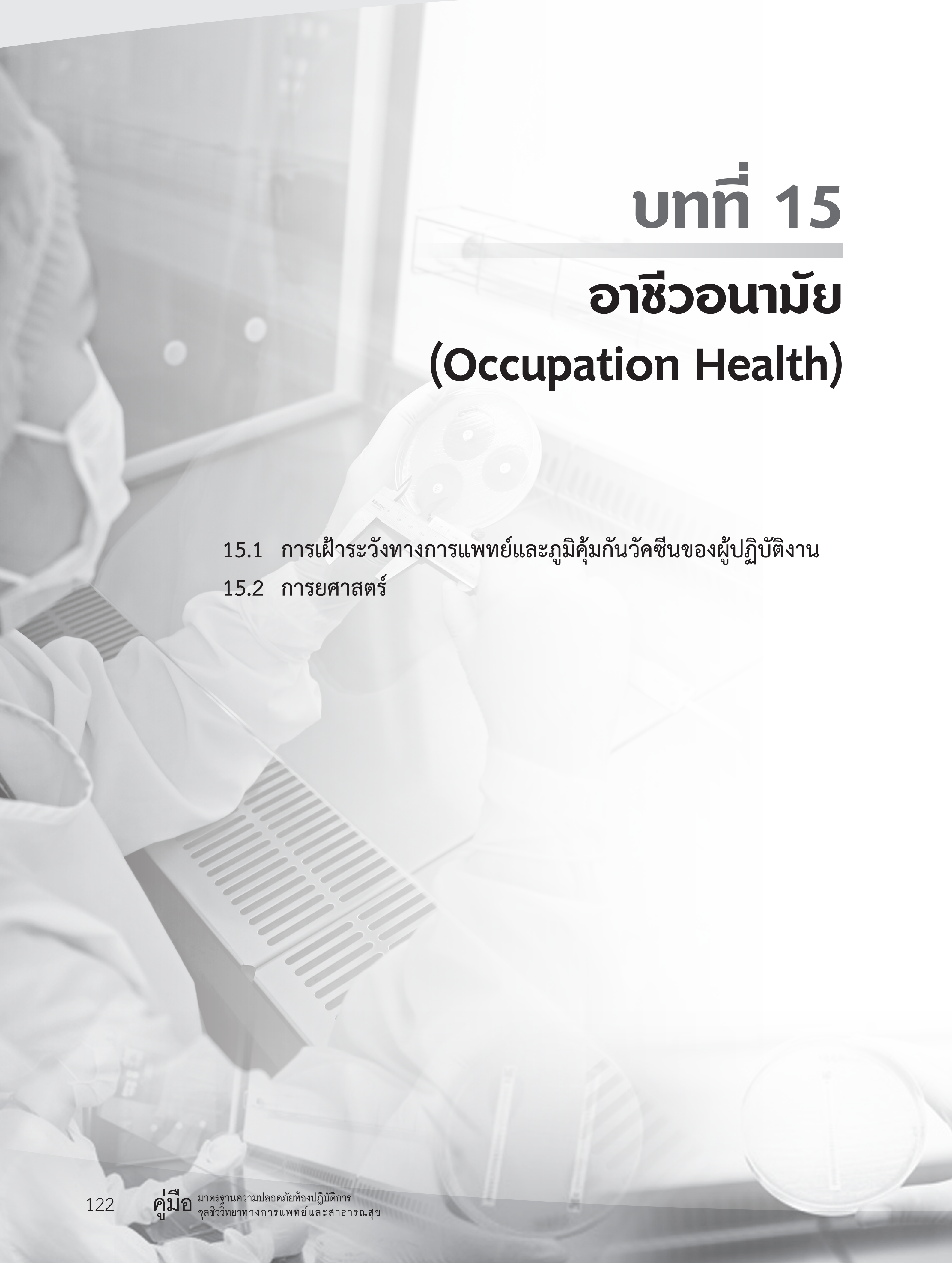
ผลการทบทวนอุบัติการณ์ ความถี่ในการเกิดอุบัติเหตุ.......ครั้ง/ปี บาดเจ็บ/ เจ็บป่วย...............คน/ปี

☐ สรุปรายงานเสนอผู้บริหาร

เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย.. วันที่ทบทวน.................................

(..)

รูปที่ 14.1 ตัวอย่างแบบบันทึกอุบัติการณ์



บทที่ 15

อาชีวอนามัย
(Occupation Health)

15.1 การเฝ้าระวังทางการแพทย์และภูมิคุ้มกันวัคซีนของผู้ปฏิบัติงาน

15.2 การยศาสตร์

การดำเนินงานอาชีวอนามัย และความปลอดภัยมีขอบเขตที่เกี่ยวข้องเฉพาะปัญหาสุขภาพอนามัย (health problems) ของคนที่เกิดจากการทำงาน ดังนี้

1. ผู้ปฏิบัติงานในขณะทำงาน (Workers) ในผู้ที่ปฏิบัติงานอาชีพต่างๆ จะได้รับการดูแลทางสุขภาพอนามัย การค้นหาโรคและอันตรายที่เกิดขึ้นที่เป็นผลมาจากการทำงาน การส่งเสริมสุขภาพอนามัย การป้องกันโรคอันตราย และอุบัติเหตุที่อาจเกิดจากการทำงาน

2. สภาพสิ่งแวดล้อมของการทำงาน (Working environment) เป็นการศึกษาสภาพแวดล้อมของงานแต่ละประเภท ว่ามีสิ่งใดที่ทำให้เกิดอันตรายได้บ้าง และมีผลกระทบต่อสุขภาพอย่างไร

15.1 การเฝ้าระวังทางการแพทย์และภูมิคุ้มกันวัคซีนของผู้ปฏิบัติงาน

การเฝ้าระวังสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน หรือผู้ที่ทำงานถือเป็นกิจกรรมที่มีความสำคัญ และมีความจำเป็นอย่างมาก การเฝ้าระวังสุขภาพต้องมีการดำเนินการอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่ก่อนที่พนักงานจะเข้าทำงาน ระหว่างที่ทำงานจนกระทั่งถึงเวลาปรับเปลี่ยนงานหรือลาออกจากการทำงานนั้นไป รวมทั้งจะต้องดำเนินการควบคู่ไปกับการประเมินและบริหารจัดการความเสี่ยงต่อสุขภาพจากสภาพแวดล้อมการทำงาน ซึ่งรวมถึงการเฝ้าระวังควบคุมสภาพแวดล้อมในการทำงานด้วย

การตรวจสุขภาพแก่ผู้ปฏิบัติงานในโรงพยาบาล อาจแบ่งได้ ดังนี้

1. การประเมินสุขภาพก่อนหรือแรกเข้าทำงานผู้ปฏิบัติงานที่เริ่มเข้าทำงานใหม่ หรือย้ายจากแผนกอื่นมาอยู่ในแผนกใหม่ ควรได้รับการตรวจและประเมินสุขภาพ เพื่อพิจารณาถึงความเหมาะสมทางด้านสุขภาพทั้งทางร่างกายและจิตใจ ก่อนเข้าไปทำงานในแผนกนั้นๆ การตรวจประเมินสุขภาพนี้ต้องพิจารณาว่าผู้ที่จะเข้ามาทำงานใหม่มีโรคหรือสภาวะทางสุขภาพที่อาจมีผลกระทบต่อการทำงาน หรือทำให้เกิดโรคหรือสภาวะสุขภาพมีอันตราย หรือความไม่ปลอดภัยจากการทำงานมากยิ่งขึ้น รวมทั้งอาจมีผลกระทบต่อสุขภาพหรือความปลอดภัยต่อบุคคลอื่นด้วยหรือไม่ โดยทั่วไปการตรวจแรกเข้าทำงานมีวัตถุประสงค์ คือ เป็นการตรวจเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานซึ่งนำไปสู่การเฝ้าระวังทางสุขภาพ เมื่อเวลาผ่านไประยะหนึ่ง จึงทำการตรวจ เพื่อเฝ้าระวังความเสี่ยงและดูแนวโน้มของสภาวะสุขภาพที่อาจเปลี่ยนแปลงไปอันมีผลมาจากสภาพแวดล้อมจากการทำงาน

2. การตรวจสุขภาพประจำปี ผู้ปฏิบัติงานในโรงพยาบาลควรได้รับการตรวจประเมินสุขภาพทั่วไปเป็นประจำอย่างสม่ำเสมอ อย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง เพื่อตรวจหาความผิดปกติที่อาจเกิดผลกระทบต่อสุขภาพตั้งแต่ระยะเริ่มแรก และนำไปสู่การป้องกันแก้ไขได้อย่างทันท่วงที การตรวจคัดกรองทางสุขภาพทั่วไปที่ควรดำเนินการได้แก่ การตรวจวัดความดันโลหิต การตรวจหาโรคเบาหวาน หรือการตรวจคัดกรองโรคมะเร็งต่างๆ เป็นต้น

3. การตรวจสุขภาพตามความเสี่ยง เป็นการตรวจสุขภาพในกลุ่มที่ปฏิบัติงานเสี่ยงอันตราย ซึ่งต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมในการทำงานของแต่ละกลุ่มเสี่ยงว่ามีอะไรบ้าง และมีผลกระทบต่อการทำงานของร่างกายอย่างไร อาจจำเป็นต้องมีการตรวจพิเศษเฉพาะระบบอย่างสม่ำเสมอ อย่างไรก็ตาม การตรวจตามความเสี่ยงนั้นส่วนใหญ่ยังคงเป็นการคัดกรอง เพื่อค้นหาความเสี่ยง ข้อควรระวัง คือ ต้องเป็นไปตามหลักวิชาการ คือ ชนิดตัวอย่างและการเก็บในช่วงเวลาที่เหมาะสม

อย่างไรก็ดี การตรวจสุขภาพตามความเสี่ยงควรตรวจก่อนเข้าทำงาน ขณะทำงาน สำหรับบุคลากรที่มีความเสี่ยงจากการทำงานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์ควรได้รับการตรวจสุขภาพตามความเสี่ยงอย่างน้อย คือ การตรวจหาเชื้อไวรัสตับอักเสบบี และให้วัคซีนบุคลากรที่ทำงานสัมผัสเลือดสารคัดหลั่งต่างๆ

นอกจากนี้ ควรเก็บตัวอย่างชีวภาพของผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการตั้งแต่แรกเข้าทำงาน เพื่อใช้เป็นตัวอย่างเปรียบเทียบ โดยได้รับการยินยอมจากผู้ปฏิบัติงาน กรณีที่พบการติดเชื้อในผู้ปฏิบัติงานในภายหลัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งกรณีเชื้อใหม่ หรือเชื้อเดิม แต่ได้มีการพัฒนาเทคนิควิธีการในการตรวจที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น สำหรับชนิดของตัวอย่างที่ควรได้รับการเก็บไว้ เพื่อเป็นการเปรียบเทียบนั้น โดยปกติมักเก็บในรูปของซีรัม แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของงานและชนิดของเชื้อที่บุคลากรในห้องปฏิบัติการต้องเกี่ยวข้อง

นอกจากการตรวจสุขภาพข้างต้นแล้ว ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ ยังมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคอีกหลายชนิดที่อาจได้รับจากการสัมผัสกับตัวอย่างผู้ป่วย ดังนั้นการได้รับภูมิคุ้มกัน ถือว่าเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในการป้องกันผู้ปฏิบัติงานในโรงพยาบาลจากโรคต่างๆ ที่สามารถป้องกันด้วยวัคซีนได้ภูมิคุ้มกันที่บุคลากรสาธารณสุขควรได้รับแสดงดังตารางที่ 15.1 และ 15.2

ตารางที่ 15.1 สรุปการให้ภูมิคุ้มกันหรือยา “ก่อน” การสัมผัสเชื้อสำหรับบุคลากรทางการแพทย์ (Pre exposure prophylaxis)

วัคซีน/ยา	ข้อบ่งชี้
วัคซีนป้องกันไวรัสตับอักเสบบี	บุคลากรทางการแพทย์ที่มีความเสี่ยงในการสัมผัสเลือด หรือสิ่งคัดหลั่ง
วัคซีนป้องกันไข้หวัดใหญ่	บุคลากรทางการแพทย์
วัคซีนป้องกันโรคหัด	บุคลากรทางการแพทย์ที่ไม่เคยมีประวัติได้รับวัคซีน ไม่เคยป่วยเป็นโรคหัด
วัคซีนป้องกันโรคคางทูม	บุคลากรทางการแพทย์ที่มีโอกาสสัมผัสเชื้อ
วัคซีนป้องกันโรคหัดเยอรมัน	บุคลากรทางการแพทย์ที่ไม่เคยมีประวัติได้รับวัคซีน ไม่เคยป่วยเป็นโรคหัดเยอรมัน
วัคซีนป้องกันโรคอีสุกอีใส	บุคลากรทางการแพทย์ที่ไม่เคยมีประวัติได้รับวัคซีน ไม่เคยป่วยเป็นโรคอีสุกอีใส
วัคซีนป้องกันโรคไวรัสตับอักเสบเอ	บุคลากรทางการแพทย์ที่ทำงานสัมผัสกับผู้ป่วยโรคไวรัสตับอักเสบเอ หรือทำงานในห้องปฏิบัติการที่ต้องสัมผัสเชื้อ
วัคซีนป้องกันโรคไข้กาฬหลังแอ่น (Meningococcal polysaccharide vaccine)	บุคลากรทางการแพทย์ที่ทำงานสัมผัสกับผู้ป่วย
วัคซีนป้องกันโรคโปลิโอ (Polio vaccine)	บุคลากรทางการแพทย์ที่ทำงานสัมผัสกับผู้ป่วย หรือทำงานในห้องปฏิบัติการที่ต้องสัมผัสเชื้อ
วัคซีนป้องกันโรคพิษสุนัขบ้า	บุคลากรทางการแพทย์ที่ทำงานสัมผัสกับสัตว์ที่ติดเชื้อหรือทำงานในห้องปฏิบัติการที่ต้องสัมผัสเชื้อหรือทำงานในห้องปฏิบัติการที่ต้องสัมผัสเชื้อ

ตารางที่ 15.1 สรุปการให้ภูมิคุ้มกันหรือยา "ก่อน" การสัมผัสเชื้อสำหรับบุคลากรทางการแพทย์ (Pre exposure prophylaxis) (ต่อ)

วัคซีน/ยา	ข้อบ่งชี้
วัคซีนรวมป้องกันโรคคอตีบและบาดทะยัก	ผู้ใหญ่ทุกคน
วัคซีนที่มีใช้ในการป้องกัน : วัคซีนป้องกันโรคไทฟอยด์ (Typhoid vaccines)	บุคลากรทางการแพทย์ที่ทำงานในห้องปฏิบัติการที่ต้องสัมผัสเชื้อ
วัคซีนป้องกันโรค smallpox (Vaccinia vaccine)	บุคลากรทางการแพทย์ที่ทำงานในห้องปฏิบัติการที่ต้องสัมผัสเชื้อ

ที่มา: คู่มือการประเมินความเสี่ยงจากการทำงานของบุคลากรในโรงพยาบาล (ฉบับปรับปรุงแก้ไข พ.ศ. 2554)

ตารางที่ 15.2 สรุปการให้ภูมิคุ้มกันหรือยา"หลัง"การสัมผัสเชื้อสำหรับบุคลากรทางการแพทย์ (Post exposure prophylaxis)

วัคซีน/ยา	ข้อบ่งชี้
โรคคอตีบ	บุคลากรทางการแพทย์ที่สัมผัสกับผู้ป่วย หรือผู้ที่เป็นพาหะของโรคคอตีบ
โรคไวรัสตับอักเสบเอ	บุคลากรทางการแพทย์ที่สัมผัสกับอุจจาระของผู้ป่วยในช่วงที่มีการระบาดของโรค โดยไม่ต้องให้ในผู้ที่มีภูมิคุ้มกัน
ไวรัสตับอักเสบบี	บุคลากรทางการแพทย์ที่สัมผัสกับเลือด หรือสิ่งคัดหลังของผู้ป่วยติดเชื้อไวรัสตับอักเสบบี โดยไม่ต้องให้ในผู้ที่มีภูมิคุ้มกัน
โรคไข้กาฬหลังแอ่น (Meningococcal disease)	บุคลากรทางการแพทย์ที่สัมผัสกับการไอจามของผู้ป่วยโดยไม่ได้ใช้ PPE ที่เหมาะสม รวมไปถึงการทำหัตถการที่มีความเสี่ยงเช่นการใส่ท่อช่วยหายใจ
โรคไอกรน	บุคลากรทางการแพทย์ที่สัมผัสกับการไอจามของผู้ป่วยโดยไม่ได้ใช้ PPE ที่เหมาะสม
โรคพิษสุนัขบ้า	บุคลากรทางการแพทย์ที่ถูกสัตว์ หรือคนที่เป็นโรคพิษสุนัขบ้ากัดหรือสัมผัสน้ำลายหรือสิ่งอื่นๆ ที่มีเชื้อ เช่น สมองสัตว์ ผ่านทางบาดแผลเนื้อเยื่ออ่อน
โรคอีสุกอีใส	บุคลากรทางการแพทย์ที่ต้องทำงานสัมผัสกับผู้ป่วยที่มีการติดเชื้อ หรือผู้ที่เป็นกลุ่มเสี่ยงเช่นการตั้งครรภ์ การมีภูมิคุ้มกันต่ำ

หมายเหตุ เงื่อนไขการใช้วัคซีนมีดังนี้

1. PRE EXPOSURE PROPHYLAXIS จะมีภูมิคุ้มกัน หรือไม่มีก่อนฉีดต้องพิจารณาตามข้อบ่งชี้ของกรมควบคุมโรค
2. POST EXPOSURE PROPHYLAXIS ไม่จำเป็นต้องฉีดซ้ำแต่ถ้าไม่มีภูมิให้ฉีดได้
3. ซักประวัติ/ ประเมินว่ามีภูมิคุ้มกันหรือไม่ถ้ามีก็ไม่จำเป็นต้องใช้วัคซีน

ที่มา: คู่มือการประเมินความเสี่ยงจากการทำงานของบุคลากรในโรงพยาบาล (ฉบับปรับปรุงแก้ไข พ.ศ. 2554)

15.2 การยศาสตร์

ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมที่สามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานได้ ทั้งด้านจิตวิทยากายภาพ เคมี ชีวภาพ ซึ่งคนส่วนใหญ่มักไม่ค่อยให้ความสนใจ จนกระทั่งเกิดอุบัติเหตุ หรือเกิดอันตรายขึ้นกับผู้ปฏิบัติงาน ปัญหาด้านการยศาสตร์มีสาเหตุหลัก 4 ประเด็น คือ

15.2.1 ระบบการทำงาน การพิจารณาถึงขั้นตอนการทำงาน วิธีการปฏิบัติงาน และระเบียบข้อบังคับที่เกี่ยวข้องในการทำงานต้องเอื้อต่อการทำงาน

15.2.2 อุปกรณ์เครื่องมือและเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องในการทำงาน การพิจารณาถึงของขนาดทิศทาง ตำแหน่ง และระดับความสูงของการติดตั้งอุปกรณ์เครื่องมือและเครื่องจักรให้มีความเหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งจะส่งผลต่อการเกิดปัญหาด้านการยศาสตร์ได้ เช่น โต๊ะทำงานที่สูงหรือเตี้ยเกินไป เป็นต้น

15.2.3 ผู้ปฏิบัติงาน ผู้ปฏิบัติงานแต่ละคนย่อมมีข้อจำกัดที่แตกต่างกันไป เช่น ความแตกต่างของสัดส่วนรูปร่างของผู้ปฏิบัติงาน ระดับความทนทาน และความอดทนของร่างกายที่มีต่องาน เป็นต้น นอกจากนี้สิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณา คือ ท่าทางในการทำงานของผู้ปฏิบัติงาน เพราะในงานเดียวกันที่มีขั้นตอนการทำงานที่เหมือนกันทุกประการนั้น จะเกิดความแตกต่างกันที่ท่าทางการทำงานของผู้ปฏิบัติงานแต่ละคน จึงถือว่าท่าทางการทำงานเป็นตัวแปรสำคัญในการเกิดปัญหาด้านการยศาสตร์ด้วย

15.2.4 สภาพแวดล้อมในการทำงาน สำหรับสถานที่ทำงานใดก็ตามที่มีสภาพแวดล้อมในการทำงานที่ไม่เหมาะสม เช่น เสียงดังเกินไป อากาศร้อนหรือเย็นเกินไป แสงสว่างจ้าหรือน้อยเกินไปการระบายอากาศไม่ดี พื้นที่แคบเกินไป หรือมีของวางเกะกะกีดขวางทางเดิน ทางเดินมีความต่างระดับมากเกินไป เป็นต้น ซึ่งจะทำให้เกิดผลกระทบต่อการทำงาน และนำไปสู่การเกิดปัญหาการยศาสตร์ได้ เช่น การที่ผู้ปฏิบัติงานต้องบิด หรือตะแคงตัวในการเดินยกของผ่านพื้นที่ที่แคบ เป็นต้น

การยศาสตร์เป็นเรื่องการศึกษาสภาพการทำงานที่มีความสัมพันธ์ระหว่างผู้ปฏิบัติงานและสิ่งแวดล้อม เป็นการพิจารณาว่าสถานที่ทำงานควรการออกแบบหรือปรับปรุงให้มีความเหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงานอย่างไร เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจมีผลกระทบต่อความปลอดภัย และสุขภาพอนามัยในการทำงาน และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้ด้วย การทำงานที่ซ้ำซากจำเจในงานที่มีการออกแบบเครื่องมือและหน่วยที่ทำงานที่ไม่เหมาะสมจะทำให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดการบาดเจ็บและเจ็บป่วย ซึ่งมักจะเป็นอาการที่ค่อยๆ เกิดขึ้นอย่างช้าๆ อาจใช้เวลานานทำให้ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายในเรื่องการรักษาอาการบาดเจ็บที่เกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก

หน่วยที่ทำงาน หมายถึง สถานที่ซึ่งพนักงานต้องอยู่ปฏิบัติงานนั้น หน่วยที่ทำงานอาจเป็นสถานที่ซึ่งพนักงานอยู่ปฏิบัติงานตลอดทั้งวัน การนำการยศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในสถานที่ทำงานย่อมก่อให้เกิดประโยชน์ไม่ว่าการทำให้พนักงานมีสุขภาพอนามัยที่ดีขึ้น สภาพการทำงานมีความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น ซึ่งส่งผลต่อประสิทธิภาพการวิเคราะห์ผลทางห้องปฏิบัติการ

การออกแบบหน่วยที่ทำงานเป็นอย่างดีจะทำให้พนักงานสามารถปฏิบัติงานได้ด้วยอิริยาบถการทำงานที่ถูกต้อง และสะดวกสบาย ซึ่งเป็นเรื่องที่มีความสำคัญ เนื่องจากอิริยาบถท่าทางการทำงานที่ไม่สะดวกสบายสามารถก่อให้เกิดปัญหามากมายตามมา เช่น อาการปวดหลัง การบาดเจ็บจากการเกร็งของกล้ามเนื้อที่เกิดจากการทำงานซ้ำซาก (Repetitive Strain Injuries หรือ RSIs) เป็นต้น สาเหตุของปัญหาส่วนใหญ่ ได้แก่ การออกแบบที่นั่งไม่เหมาะสม การยืนทำงานเป็นเวลานาน การทำงานที่ต้องเอื้อมไกลเกินไป แสงสว่างที่ไม่เพียงพอทำให้พนักงานต้องเข้าใกล้ชิ้นงานมากเกินไป ปัจจัยทั่วไปที่ควรนำมาพิจารณาในการออกแบบหน่วยที่ทำงานจึงควรประกอบด้วย ความสูงของศีรษะ ความสูงของไหล่ ระยะวงแขน ความสูงของข้อศอก ความสูงของมือ ความยาวของขา ขนาดของมือและร่างกาย เป็นต้น

จุดปฏิบัติงานหรือสถานีงาน (workstation) หมายถึง สถานที่ที่ผู้ปฏิบัติงานใช้เวลาส่วนมากอยู่ประจำเพื่อปฏิบัติงาน โดยจุดปฏิบัติงานหรือสถานีงานอาจเป็นที่ที่ปฏิบัติงานชิ้นหนึ่งให้สำเร็จตลอดเวลา หรืออาจเป็นหนึ่งในหลายแห่งที่ต้องใช้ทำงานชิ้นหนึ่งร่วมกันให้แล้วเสร็จก็ได้

เนื้อที่ปฏิบัติงานหรือพื้นที่การทำงาน (workspace) หมายถึง เนื้อที่ทั้งหมดของสถานีงานที่มีความเหมาะสมต่อการปฏิบัติงานของผู้ปฏิบัติงานคนหนึ่ง โดยมากหมายถึงพื้นที่ที่อยู่รอบผู้ปฏิบัติงานขนาดของเนื้อที่สำหรับการปฏิบัติงาน ซึ่งถูกกำหนดโดยตำแหน่งไกลสุดที่ผู้ปฏิบัติงานจะสัมผัสได้ด้วยส่วนต่างๆของร่างกายในขณะที่กำลังทำงานอยู่ในสถานีนั้น รวมถึงพื้นที่ว่างที่เพียงพอต่อการจัดวางส่วนควบคุมอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆที่ถูกใช้โดยผู้ปฏิบัติงาน

ลักษณะของสถานีงาน

การออกแบบสถานีงานจึงควรพิจารณาถึงกลุ่มของผู้ที่จะใช้สถานีงาน และทำการออกแบบให้มีความสัมพันธ์กัน ในทางการยศาสตร์ได้พิจารณาลักษณะของสถานีงานไว้ 3 ลักษณะ ดังนี้

1. สถานีงานที่ต้องนั่งทำงาน (Seated workstation)

เป็นงานที่สามารถทำได้อย่างสะดวกในขณะนั่งตลอดช่วงปฏิบัติงาน ไม่มีการเอื้อมตัวมากเกิน 40 เซนติเมตร หรือตำแหน่งของงานอยู่สูงกว่าพื้นผิวงานมากเกิน 15 เซนติเมตรงานที่ไม่ต้องการแรงมาก เช่น การยกของขนาด 4.5 กิโลกรัม ขณะนั่งงานที่เกี่ยวข้องกับการเขียน หรือการประกอบชิ้นส่วนขนาดเล็กงานที่ต้องการความละเอียดสูง งานที่ต้องใช้คนบังคับเท้าในขณะปฏิบัติงาน

2. สถานีงานที่ต้องยืนทำงาน (Standing workstation)

งานที่สถานีงานไม่มีที่ว่างให้กับหัวเข่าขณะนั่ง งานที่เกี่ยวข้องกับการยกของหนักขนาดมากกว่า 4.5 กิโลกรัม งานที่ต้องการเอื้อมในทิศทางต่างๆ มาก และเกิดขึ้นบ่อย งานที่มีการเคลื่อนที่จากสถานที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่งสูง งานที่ต้องมีการใช้แรงกดมากๆ เช่น การบรรจุสิ่งของหรือห่อของ เป็นต้น

3. สถานีงานที่ต้องนั่งและยืนทำงาน (Sit-stand workstation)

งานที่มีความหลากหลาย ซึ่งงานบางส่วนเหมาะที่จะทำในขณะนั่ง และบางส่วนเหมาะที่จะทำในขณะยืน งานที่มีการเอื้อมไปด้านหน้ามากกว่า 41 เซนติเมตร และโน้มตัวไปด้านหน้ามากกว่า 15 เซนติเมตร เหนือพื้นผิวที่ปฏิบัติงาน

ข้อมูลในคู่มือนี้ จะกล่าวถึงเฉพาะเพียงหลักการพื้นฐานการยศาสตร์ที่เกี่ยวกับงานยืนและนั่งทำงาน เพื่อให้สอดคล้องกับสภาพการทำงานในห้องปฏิบัติการ

ท่าทางการทำงานสำหรับบุคคลที่นั่งเก้าอี้มีแนวในการปฏิบัติ คือ

1. ควรปรับระดับความสูงของโต๊ะทำงานให้อยู่ในระดับที่พอเหมาะ ซึ่งต้องไม่สูงหรือเตี้ยเกินไปโดยให้โต๊ะอยู่ในระดับที่เมื่อทำงานแล้วแขนท่อนล่างของผู้ปฏิบัติจะขนานกับพื้น หรือต้นขาส่วนแขนท่อนบนขนานกับลำตัว ซึ่งข้อศอกทั้งสองข้างจะทำมุม 90 องศา หัวไหล่ปล่อยตามสบาย เพราะถ้าผู้ปฏิบัติงานเกร็งหรือยกขึ้นจะทำให้เกิดความเมื่อยล้า และเกิดการบาดเจ็บสะสมกับผู้ปฏิบัติงานได้ เมื่อทำงานไประยะหนึ่ง

2. ควรปรับระดับความสูงของเก้าอี้ให้พอเหมาะกับความยาวของขาช่วงล่าง และจะสามารถวางเท้าไว้บนพื้นพอดี โดยที่สามารถสอดมือเข้าไปตรงบริเวณระหว่างต้นขากับขอบของที่นั่งของเก้าอี้ได้ เพราะจะทำให้เวลานั่งทำงานขอบของที่นั่งของเก้าอี้ไม่ไปกดตรงบริเวณต้นขา ซึ่งขาช่วงล่างจะวางตั้งฉากกับพื้นขาช่วงบนวางตามเบาะนั่งของเก้าอี้ที่ขนานกับพื้น ทำให้หัวเข่าทั้งสองข้างทำมุม 90 องศา

3. เก้าอี้ควรมีความมั่นคงแข็งแรงไม่โยกหรือเลื่อนไปมา

4. ที่นั่งของเก้าอี้ต้องไม่เล็กเกินไปและมีความลึกให้พอเหมาะกับความยาวของขาช่วงบนนอกจากนี้บริเวณขอบของที่นั่งต้องมีลักษณะโค้งมน ไม่ควรมีลักษณะเป็นเหลี่ยมมุม เพราะเวลานั่งทำงานจะทำให้เหลี่ยมมุมนั้นกดกับบริเวณต้นขาจนเกิดอาการเจ็บของกล้ามเนื้อได้

5. วัสดุที่ใช้ทำเก้าอี้ต้องมีคุณสมบัติที่อากาศสามารถไหลผ่านได้ดีหรือระบายอากาศได้ดีทำความสะอาดง่ายดูแลรักษาง่ายไม่ควรมีลักษณะที่เกิดการลื่นได้ง่ายเพราะผู้ปฏิบัติงานต้องเกร็งตลอดเวลาการทำงานซึ่งจะทำให้รู้สึกเครียดและปวดเมื่อยกล้ามเนื้อได้

6. พนักพิงต้องไม่เล็กเกินไปซึ่งสามารถรองรับแผ่นหลังของผู้ปฏิบัติงานได้ทั้งหมดไม่ควรเอนไปข้างหลังหรือข้างหน้า

ท่าทางในการทำงานสำหรับบุคคลที่ยืนทำงานมีแนวในการปฏิบัติ คือ

1. ระดับความสูงของพื้นที่ปฏิบัติงานต้องไม่สูงหรือเตี้ยเกินไป โดยผู้ปฏิบัติงานจะต้องให้แขนท่อนล่างขนานกับพื้น ส่วนแขนท่อนบนขนานกับลำตัว ซึ่งข้อศอกทั้งสองข้างจะทำมุม 90 องศาหัวไหล่ปล่อยตามสบาย เพราะถ้าผู้ปฏิบัติงานเกร็งหรือยกขึ้นเมื่อทำงานได้ระยะหนึ่ง ผู้ปฏิบัติงานจะเกิดความเมื่อยล้าและเกิดการบาดเจ็บสะสมได้

2. ผู้ปฏิบัติงานยืนหลังตรงไม่เอียงตัวไปข้างหน้าหรือข้างหลัง ไม่ยืนหลังงอหรือห่อไหล่และไม่ควรเอื้อมมือไปหยิบสิ่งของที่อยู่ระดับสูงกว่าหัวไหล่และระดับต่ำกว่ามือจนต้องก้มตัวลง ส่วนศีรษะของผู้ปฏิบัติงานต้องไม่เงยหรือก้มมากเกินไป

3. ควรจัดให้มีแท่นรองรับชิ้นงานสำหรับผู้ปฏิบัติงานที่มีความสูงมาก หรือแท่นยกพื้นสำหรับผู้ปฏิบัติงานที่เตี้ยให้สามารถยืนทำงานได้อย่างเหมาะสม

4. ควรจัดให้มีแผ่นปูรองพื้นที่ ซึ่งเป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่นไม่ลื่นสะอาด

5. บริเวณที่ยืนทำงานนั้นต้องไม่มีสิ่งกีดขวาง เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถขยับเท้าทั้งสองเคลื่อนที่ไปมาได้อย่างอิสระ เพื่อช่วยลดความเมื่อยล้าและเครียดของกล้ามเนื้อ

6. ควรมีการจัดหาที่วางพักเท้า เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถปรับเปลี่ยนอิริยาบถได้หรือสับเปลี่ยนน้ำหนักในการยืนเป็นครั้งคราว เพื่อช่วยลดความเมื่อยล้าและเครียดของกล้ามเนื้อ

7. ควรจัดให้มีเก้าอี้หรือที่นั่งพักไว้ในพื้นที่ปฏิบัติงาน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานนั่งพักในระหว่างช่วงพักได้อย่างสะดวก

8. ผู้ปฏิบัติงานควรสวมรองเท้าที่มีความเหมาะสมพอดี เพื่อรองรับและพยุงบริเวณที่เป็นส่วนโค้งของเท้าเพื่อลดความปวดเมื่อย

การแก้ไขปัญหาด้านการยศาสตร์ จึงไม่ใช่การปรับผู้ปฏิบัติงานให้เหมาะกับสภาพการทำงานแต่เป็นการปรับสภาพการทำงานให้เหมาะกับผู้ปฏิบัติงาน โดยการออกแบบอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร และสภาพแวดล้อมในการทำงาน ให้เหมาะกับความสามารถพื้นฐานและข้อจำกัดของผู้ปฏิบัติงาน เพื่อช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานได้รับความปลอดภัยในการทำงาน ไม่เกิดการเมื่อยล้าหรือการปวดเมื่อยกล้ามเนื้อจนมีอาการลุกลามร้ายแรง และยังทำให้เกิดสภาพการทำงานที่มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นด้วย

บทที่ 16

การปฐมพยาบาลเบื้องต้น (First Aid)

การปฐมพยาบาลเบื้องต้น หมายถึง การให้ความช่วยเหลือผู้ป่วยหรือผู้บาดเจ็บ ณ สถานที่เกิดเหตุ โดยใช้อุปกรณ์เท่าที่จะหาได้ในขณะนั้น ก่อนที่ผู้บาดเจ็บจะได้รับการดูแลรักษาจากบุคลากรทางการแพทย์ หรือส่งต่อไปยังโรงพยาบาล

การปฐมพยาบาลมีวัตถุประสงค์ที่สำคัญ คือ

1. เพื่อช่วยชีวิต
2. เพื่อเป็นการลดความรุนแรงของการบาดเจ็บหรือการเจ็บป่วย
3. เพื่อทำให้บรรเทาความเจ็บปวดทรมาน และช่วยให้กลับสู่สภาพเดิมโดยเร็ว
4. เพื่อป้องกันความพิการที่จะเกิดขึ้นตามมาภายหลัง

หลักการทั่วไปในการปฐมพยาบาลนั้น จำเป็นต้องกระทำโดยเร็วที่สุด ซึ่งต้องคำนึงถึงกลุ่มบุคคลสองกลุ่ม คือ ผู้ช่วยเหลือ ซึ่งมักเป็นบุคคลที่อยู่ในเหตุการณ์ขณะนั้น และผู้บาดเจ็บหรือผู้ป่วย

ขั้นตอนการช่วยเหลือเมื่อพบผู้ประสบเหตุฉุกเฉิน มีดังนี้

1. สำรวจสถานการณ์
2. สำรวจการบาดเจ็บเบื้องต้น
    - ตรวจดูความรู้สึกตัว
    - ตรวจดูทางเดินหายใจ
    - ตรวจชีพจร
    - ตรวจดูการบาดเจ็บ
3. แจ้งขอความช่วยเหลือ
4. ให้การปฐมพยาบาลตามอาการบาดเจ็บ

ห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยาทางการแพทย์ควรมีอุปกรณ์ที่ใช้ปฐมพยาบาลหรือตู้ปฐมพยาบาล ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ ดังนี้

- ชุดยาปฐมพยาบาลเบื้องต้น ได้แก่ น้ำยาล้างแผล ยาใส่แผลสด ยาแก้ปวด ยาทาบรรเทาอาการจากแผลไฟไหม้ หรือน้ำร้อนลวก ยาดม
- อุปกรณ์การปฐมพยาบาล เช่น ผ้าพันแผลที่ผ่านการฆ่าเชื้อ กรรไกร สำลี เข็มกลัด แก้วล้างตา พลาสเตอร์ ผ้ายืด เป็นต้น
- คู่มือการใช้ยาชนิดต่างๆ

ตู้หรืออุปกรณ์ปฐมพยาบาลควรอยู่ในตำแหน่งที่สามารถหยิบได้สะดวก และมีแสงสว่างเพียงพอ นอกจากนี้ควรมีเบอร์โทรศัพท์ 1669 หรือเบอร์ของโรงพยาบาลที่อยู่ใกล้เคียงติดอยู่ที่ตู้ปฐมพยาบาลหรือสถานที่เก็บอุปกรณ์ปฐมพยาบาลให้เห็นชัดเจน และมอบหมายให้มีผู้รับผิดชอบอุปกรณ์หรือตู้ปฐมพยาบาล เพื่อตรวจสอบดูแลให้พร้อมใช้เสมอ หน่วยงานควรจัดให้มีการอบรมเจ้าหน้าที่ในห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับการปฐมพยาบาล เพื่อสามารถช่วยเหลือผู้ป่วยเบื้องต้นก่อนนำส่งแพทย์ อย่างไรก็ตาม พึงระลึกไว้เสมอว่าการปฐมพยาบาลนั้นสามารถทำได้ หากประเมินแล้วอยู่ในวิสัยที่สามารถจะกระทำ หากไม่แน่ใจหรือลักษณะการบาดเจ็บรุนแรงต้องรีบประสานงานกับหน่วยแพทย์หรือผู้เกี่ยวข้องโดยตรง

การปฐมพยาบาลผู้ได้รับบาดเจ็บ

แตกต่างกันตามลักษณะของการบาดเจ็บ หรืออันตราย ดังต่อไปนี้

1. การดูแลบาดแผลจากของมีคมและแผลเข็มทิ่มตำ เมื่อเกิดบาดแผลให้แก้ไข ดังนี้

1.1 ทำความสะอาดบาดแผลด้วยสบู่และน้ำ เสร็จแล้วเช็ดด้วยแอลกอฮอล์

1.2 ปิดแผลด้วยพลาสเตอร์

ข้อควรคำนึง

กรณีมีแผลใหญ่และลึก หรือห้ามเลือดไม่ได้ ต้องพบแพทย์และบอกสาเหตุ เพื่อรับการรักษาให้เร็วที่สุด นอกจากนี้ควรเจาะเลือด เพื่อดู seroconversion ของเชื้อที่สามารถติดทางเลือดได้ เช่น ไวรัสตับอักเสบ ไวรัสเอดส์ เป็นต้น และต้องมีการติดตามดูอาการของผู้ที่ได้รับอุบัติเหตุ จนแน่ใจว่าไม่มีการติดเชื้อ หากมีการติดเชื้อต้องได้รับการรักษาอย่างต่อเนื่อง

2. แผลไฟไหม้ น้ำร้อนลวก พิจารณาเป็น 2 กรณี ดังนี้

2.1 กรณีเฉพาะชั้นผิวหนัง ระบายความร้อนออกจากแผล โดยใช้ผ้าชุบน้ำประคบบริเวณบาดแผล แช่ลงในน้ำหรือเปิดให้น้ำไหลผ่านบริเวณบาดแผลตลอดเวลา นานประมาณ 10 นาที ซึ่งจะช่วยบรรเทาความเจ็บปวดได้ ทาด้วยยาทาแผลไหม้ ห้ามเจาะถุงน้ำหรือตัดหนังส่วนที่พองออก ปิดบริเวณแผลด้วยผ้าสะอาดเพื่อป้องกันการติดเชื้อ ถ้าแผลไหม้มีบริเวณกว้าง หรืออวัยวะที่สำคัญต้องรีบนำส่งโรงพยาบาล

2.2 กรณีลึกถึงเนื้อเยื่อใต้ผิวหนัง ไม่ต้องระบายความร้อนออกจากบาดแผล เพราะจะทำให้แผลติดเชื้อมากขึ้น ห้ามใส่ยาใดๆ ทั้งสิ้นลงในบาดแผล ใช้ผ้าสะอาดห่อตัวผู้บาดเจ็บ เพื่อป้องกันสิ่งสกปรก ให้ความอบอุ่นและรีบนำส่งโรงพยาบาล

3. บาดแผลจากกระแสไฟฟ้าช็อต

อาจทำให้เกิดแผลไหม้ เนื้อเยื่อที่ลึกจากผิวหนังอาจจะได้รับผลกระทบด้วย แต่จะใช้เวลาประมาณ 2-3 วัน จึงจะแสดงอาการออกมา ผู้ป่วยที่ถูกไฟฟ้าดูดติดอยู่กับบริเวณที่สัมผัส จะทำให้เกิดการไหม้ที่รุนแรง ควรปฏิบัติดังนี้

3.1 ทำการดึงผู้ป่วยออกจากกระแสไฟฟ้า วิธีที่ง่ายที่สุด คือ ตัดกระแสไฟฟ้า โดยการปิดสวิตซ์ แต่ถ้าไม่สามารถกระทำได้โดยวิธีนี้ ต้องดึงผู้ป่วยออกจากกระแสไฟฟ้า โดยยืนบนกระดานที่ ไม่เปียกน้ำ หรือยืนบนวัสดุที่เป็นฉนวนชนิดอื่น เช่น แผ่นยาง

3.2 เมื่อดึงผู้ป่วยออกจากกระแสไฟฟ้าแล้ว ลงมือกระตุ้นหัวใจ และผายปอดให้ทันที ต้องช่วยเหลือจนกระทั่งผู้ป่วยหายใจได้ และควรรีบนำส่งโรงพยาบาลทันที หากผู้ป่วยมีอาการหนัก

4. สารกระเด็นเข้าตา ควรปฏิบัติ ดังนี้

4.1 ล้างตาทันที โดยลืมตาและกรอกตาในน้ำนานๆ

4.2 สารเคมีที่เป็นด่างเข้าตา ให้ล้างด้วยสารละลายกรดโบริก

4.3 สารเคมีที่เป็นกรดเข้าตา ให้ล้างด้วยสารละลายโซเดียมไบคาร์บอเนตเจือจาง

4.4 หากสารชีวภาพหรือจุลชีพกระเด็นเข้าตา หรือหลังล้างตาแล้วมีอาการอักเสบ ต้องรีบไปพบแพทย์

5. การดื่มหรือกลืนสารพิษ ควรปฏิบัติ ดังนี้

5.1 ล้างปากให้สะอาด

5.2 ต้องทราบว่ากลืนสารอะไร

5.3 ดื่มน้ำ หรือนม หรือไข่ขาว เพื่อให้สารพิษในกระเพาะเจือจาง

5.4 ดื่ม activated charcoal เพื่อดูดสารพิษในกระเพาะ

5.5 ทำให้อาเจียนและไปพบแพทย์ ข้อควรระวังคือห้ามทำให้อาเจียน หากผู้ป่วยหมดสติ หรือดื่มกรด หรือด่างอย่างแรง รวมถึงน้ำมันและทินเนอร์

5.6 ถ้ากลืนจุลชีพ ให้รีบไปพบแพทย์และบอกชนิดของจุลชีพที่กลืนเข้าไป

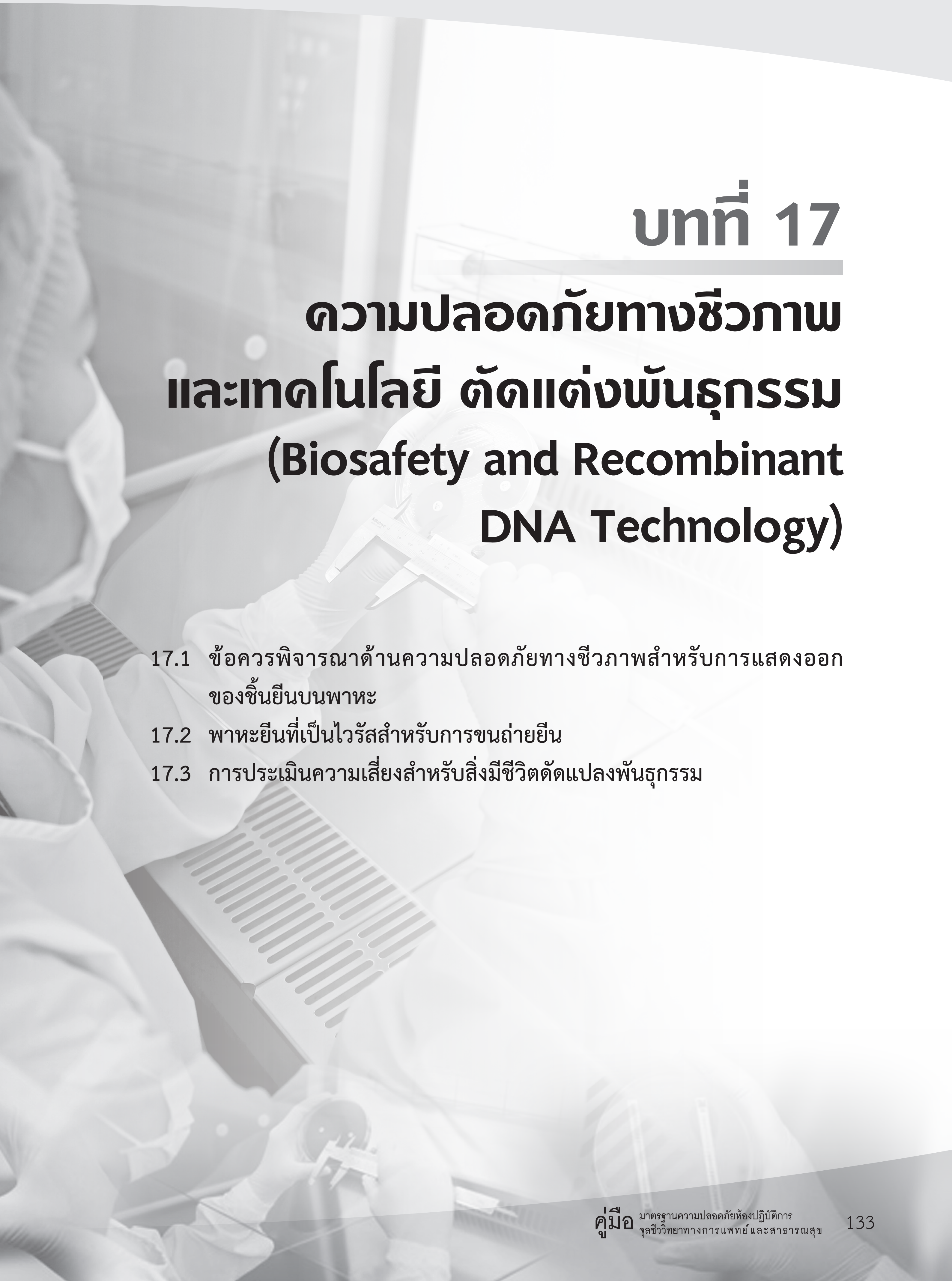
6. แก๊สรั่ว ควรปฏิบัติ ดังนี้

6.1 นำผู้ป่วยออกไปยังบริเวณที่มีอากาศบริสุทธิ์

6.2 ควรปลดเสื้อผ้าที่บริเวณคอและเอวให้หลวม และให้ความอบอุ่นแก่ร่างกาย

6.3 ทำการช่วยเหลือ โดยการให้ออกซิเจน หากไม่มีออกซิเจนควรผายปอดให้ด้วยวิธีปากต่อปากไปเรื่อยๆ จนกระทั่งผู้ป่วยหายใจเองได้

6.4 หากผู้ป่วยได้รับแก๊สพิษ ควรอยู่ภายใต้การดูแลของแพทย์



บทที่ 17

ความปลอดภัยทางชีวภาพ และเทคโนโลยี ตัดแต่งพันธุกรรม (Biosafety and Recombinant DNA Technology)

17.1 ข้อควรพิจารณาด้านความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับการแสดงออกของชิ้นยีนบนพาหะ

17.2 พาหะยีนที่เป็นไวรัสสำหรับการขนถ่ายยีน

17.3 การประเมินความเสี่ยงสำหรับสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม

ความปลอดภัยทางชีวภาพและเทคโนโลยีตัดแต่งพันธุกรรม ในที่นี้ หมายถึง แนวคิดในการพิจารณาถึงผลกระทบ และประเมินความเสี่ยงหรืออันตรายต่อความปลอดภัยของสุขภาพมนุษย์ ความหลากหลายทางชีวภาพอันอาจเกิดจากการวิจัย ทดลองและพัฒนาการเคลื่อนย้าย การจัดการ และการใช้ประโยชน์จากสิ่งมีชีวิตที่เป็นจุลชีพ รวมถึงจุลชีพที่ได้รับการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมโดยใช้เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรมในส่วนที่มีการควบคุม ซึ่งเป็นการปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์เท่านั้น

เทคโนโลยีตัดแต่งพันธุกรรม หมายถึง การผสมสารพันธุกรรมจากแหล่งที่มาต่างกัน เพื่อสร้างสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม (Genetically Modified Organisms, GMOs) ซึ่งไม่มีในธรรมชาติ ปัจจุบันเทคโนโลยีนี้ได้กลายเป็นพื้นฐานสำคัญของชีววิทยาและการแพทย์ และมีความเป็นไปได้ที่จะมีอิทธิพลอย่างมาก เนื่องจากมีการศึกษาการเรียงรหัสพันธุกรรมของมนุษย์เป็นผลสำเร็จแล้ว วิธีการด้านเทคโนโลยีตัดแต่งพันธุกรรมนี้จะทำให้การรักษาโรคด้วยยีนอาจกลายเป็นวิธีการรักษาหลักของโรคได้ในอนาคต นอกจากนี้ยังมีแนวโน้มการสร้างพาหะ (vector) ตัวใหม่สำหรับการขนถ่ายยีนที่ต้องการ โดยใช้เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม เทคโนโลยีตัดแต่งพันธุกรรมนี้ทำโดยการโคลนนิ่งชิ้นส่วนดีเอ็นเอ (Deoxyribonucleic Acid; DNA) ในเซลล์เจ้าบ้านที่เป็นแบคทีเรีย เพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ของดีเอ็นเอส่วนที่ต้องการสำหรับนำไปใช้ในการศึกษาต่อไป ขั้นตอนดังกล่าวอาจทำให้เกิดเป็นสิ่งมีชีวิตใหม่ที่ไม่เคยรู้จัก สิ่งมีชีวิตเหล่านี้อาจมีคุณลักษณะที่ไม่สามารถทำนายหรือควบคุมได้ ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตราย ถ้าสิ่งมีชีวิตเหล่านี้เล็ดลอดออกจากห้องปฏิบัติการ ดังนั้นสำหรับการทำงานเกี่ยวกับ GMO การทดลองเกี่ยวกับการสร้างหรือใช้สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม ควรทำภายหลังจากได้ดำเนินการประเมินความเสี่ยงความปลอดภัยทางชีวภาพที่ถูกต้องและเหมาะสมแล้วเท่านั้น โดยควรมีการประเมินคุณสมบัติของสิ่งมีชีวิตผู้ให้ (donor organism) ลักษณะคุณสมบัติของลำดับดีเอ็นเอซึ่งจะถูกขนส่ง (transfer) และคุณสมบัติของสิ่งมีชีวิตผู้รับ (recipient organism) ซึ่งปัจจัยเหล่านี้มีผลต่อการช่วยในการตัดสินเกี่ยวกับระดับความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับการปฏิบัติงาน

17.1 ข้อควรพิจารณาด้านความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับการแสดงออกของชิ้นยีนบนพาหะ

ระดับความปลอดภัยทางชีวภาพที่สูงขึ้นอาจจำเป็นต้องใช้เมื่อ

1. มีการสังเคราะห์สารจากดีเอ็นเอของจุลชีพก่อโรค ซึ่งอาจจะเพิ่มความรุนแรงได้ในสิ่งมีชีวิต GMO
2. ชิ้นส่วนดีเอ็นเอยังไม่เคยถูกศึกษาคุณลักษณะเฉพาะ เช่น ระหว่างการสร้าง genomic DNA library จากจุลชีพก่อโรค
3. ผลิตภัณฑ์จากยีนมีฤทธิ์ทางเภสัชวิทยา
4. ผลิตภัณฑ์จากยีนเป็นสารพิษ

17.2 พาหะยีนที่เป็นไวรัสสำหรับการขนถ่ายยีน

พาหะยีนที่เป็นไวรัส (viral vector) เช่น adenovirus vectors ได้ถูกใช้สำหรับการขนถ่ายยีนเข้าสู่เซลล์อื่น พาหะเหล่านี้ไม่มียีนที่จำเป็นสำหรับการเพิ่มจำนวน จึงต้องเพิ่มจำนวนในเซลล์เพาะเลี้ยง การเก็บสำรองพาหะเหล่านี้ อาจมีการปนเปื้อนด้วยไวรัสที่สามารถเพิ่มจำนวนได้ ซึ่งอาจจะเกิดจากกระบวนการ spontaneous recombination ในเซลล์เพาะเลี้ยง หรืออาจได้มาจากขั้นตอนการทำให้บริสุทธิ์ที่ไม่ดีพอ ดังนั้นพาหะเหล่านี้ควรได้รับการจัดการในที่มีความปลอดภัยทางชีวภาพระดับเดียวกับไวรัสต้นแบบ

17.3 การประเมินความเสี่ยงสำหรับสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม

การประเมินความเสี่ยงสำหรับงาน GMO ควรพิจารณาในคุณลักษณะของสิ่งมีชีวิตผู้ให้ (donor organism) และเซลล์เจ้าบ้าน (host หรือ recipient organism) ตัวอย่างของคุณลักษณะที่ต้องได้รับการพิจารณามี ดังต่อไปนี้

17.3.1 ความอันตรายที่เกิดขึ้นโดยตรงจากยีนที่ใส่ (สิ่งมีชีวิตผู้ให้; donor organism)

การประเมินมีความจำเป็น ในกรณีผลิตภัณฑ์ยีนที่ใส่เข้าไปนั้น มีคุณสมบัติทางด้านชีวภาพและเภสัชวิทยา ที่อาจทำให้เกิดอันตรายได้ ตัวอย่างเช่น

1. สารพิษ
2. ไซโตคายน์ (cytokines)
3. ฮอร์โมน
4. สารควบคุมการแสดงออกของยีน (gene expression regulators)
5. ยีนหรือสารควบคุมความรุนแรงของเชื้อ (virulence factors หรือ enhancers)
6. ยีนก่อมะเร็ง
7. ยีนต่อต้านยาปฏิชีวนะ
8. สารก่อภูมิแพ้

การพิจารณาสถานการณ์เหล่านี้ควรจะรวมไปถึงการประเมินระดับของการแสดงปฏิกิริยาทางชีวภาพและเภสัชวิทยาด้วย

17.3.2 อันตรายที่เกี่ยวข้องกับเซลล์เจ้าบ้าน (host หรือ recipient organism)

1. ความไวของเซลล์เจ้าบ้าน
2. ความสามารถในการก่อโรคของเซลล์เจ้าบ้าน ได้แก่ ความรุนแรงการติดเชื้อและการสร้างสารพิษ
3. การเปลี่ยนแปลงของ host range
4. สถานะภูมิคุ้มกันของผู้รับ
5. ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการสัมผัส

17.3.3 อันตรายที่เกิดจากการดัดแปลงเชื้อก่อโรค

โดยธรรมชาติยีนอาจไม่ได้สร้างสารที่เป็นอันตราย แต่หากถูกดัดแปลงอาจก่อโรคได้ ข้อควรคำนึงในการจำแนกอันตรายเหล่านี้ เช่น

1. มีการติดเชื้อหรือก่อให้เกิดโรคเพิ่มหรือไม่
2. มีการเปลี่ยนแปลงพันธุกรรมใดบ้างในตัวผู้รับที่เป็นผลจากการใส่ยีนแปลกปลอมลงไป
3. ยีนแปลกปลอมเป็นตัวก่อให้เกิดโรคจากจุลชีพตัวอื่นหรือไม่
4. ถ้ายีนแปลกปลอมเป็นส่วนที่ก่อให้เกิดโรค มีการคาดการณ์หรือไม่ว่า ยีนนี้จะสามารถ นำไปสู่การก่อให้เกิดโรคของ GMO หรือไม่
5. กรณีเกิดการติดเชื้อ หรือเป็นโรค มีวิธีการรักษาหรือไม่

6. ความไวของสิ่งมีชีวิตที่ตัดแต่งพันธุกรรมต่อยาปฏิชีวนะหรือการรักษา มีผลกระทบมาจากการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมหรือไม่
7. การทำลายสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมเป็นไปได้หรือไม่

ข้อควรคำนึงเพิ่มเติม

การทดลองที่เกี่ยวกับการดัดแปลงพันธุกรรมจุลชีพ ควรมีการพิจารณาอย่างละเอียดถี่ถ้วน ผู้ทดลองต้องทำตามข้อกำหนดสำหรับการทดลองที่เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตที่ตัดแต่งพันธุกรรมของประเทศหรือสถาบันอย่างเคร่งครัด หน่วยงานหรือสถาบันที่มีกิจกรรมเกี่ยวกับสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมควรมีการจัดตั้งคณะกรรมการ ดังนี้

คณะกรรมการความปลอดภัยทางชีวภาพระดับหน่วยงาน (Institutional Biosafety Committee; IBC) เพื่อทำหน้าที่สำคัญในการพิจารณา ให้คำแนะนำและตรวจสอบการดำเนินงานหรือโครงการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ รวมทั้งมีบทบาทในการตรวจสอบมาตรฐานของห้องปฏิบัติการ และการหลุดรอดของสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรมจากห้องปฏิบัติการ เพื่อให้เป็นไปตามแนวทางปฏิบัติความปลอดภัยทางชีวภาพ ทั้งนี้ให้หมายรวมถึงคณะกรรมการควบคุมความปลอดภัยทางชีวภาพตามกฎหมายว่าด้วยเชื้อโรคและพิษจากสัตว์ด้วย

คณะกรรมการเทคนิคด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ (Technical Biosafety Committee; TBC) เพื่อทำหน้าที่ให้คำปรึกษาด้านเทคนิคในการดำเนินกิจกรรมเกี่ยวกับการวิจัยด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ให้เป็นไปตามแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพ รวมถึงการบ่งชี้ประเภทของงานที่มีระดับความเสี่ยงอันตรายที่ยังไม่มีความแน่ชัด ตลอดจนทำหน้าที่ประสานงานกับหน่วยงานที่มีหน้าที่ควบคุมสิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม และเป็นแกนกลางในการประสานงานควบคู่กับการสร้างขีดความสามารถของคณะกรรมการความปลอดภัยทางชีวภาพระดับสถาบัน (IBC)

การจำแนกประเภทการวิจัยและทดลองเกี่ยวกับเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่และคำแนะนำในการดำเนินการสำหรับห้องปฏิบัติการ เพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพทั้งต่อผู้ปฏิบัติงานชุมชนและสิ่งแวดล้อม สามารถดูรายละเอียดได้จาก แนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่ จัดทำโดยศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ

การประเมินความเสี่ยงก่อนการปฏิบัติงานทดลองเกี่ยวกับการดัดแปลงพันธุกรรมจุลชีพเป็นสิ่งจำเป็น โดยต้องคำนึงถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของมนุษย์ทั้งทางตรงหรือทางอ้อม รวมถึงการเกิดผลกระทบตามมาภายหลังการทดลอง ซึ่งอาจเป็นผลจากการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับการใช้สิ่งมีชีวิตดัดแปลงพันธุกรรม หน่วยงานต้องทำการประเมินความเสี่ยงอย่างเหมาะสมและครอบคลุม เพื่อทำให้มั่นใจว่าเทคโนโลยีการตัดแต่งพันธุกรรมจะไม่ก่อให้เกิดโทษต่อมนุษยชาติในอนาคต สำหรับรายละเอียดการประเมินความเสี่ยงสามารถดูรายละเอียดได้จากบทที่ 10 การบริหารจัดการความเสี่ยงทางชีวภาพ

บทที่ 18

การจัดการสารเคมีของห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์ (Chemical Management)

ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์นอกจากจะได้รับอันตรายจากจุลชีพหรือสารชีวภาพแล้ว ยังอาจเกิดอันตรายจากสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการอีกด้วย ดังนั้นจึงต้องมีความรู้ด้านสารเคมีเกี่ยวกับชนิด การเก็บรักษา การใช้งาน ลักษณะการเกิดอันตรายของสารที่ใช้ เป็นต้น คุณสมบัติของสารเคมีเหล่านี้ปรากฏอยู่ในเอกสารข้อมูลความปลอดภัยของสารเคมี (material safety data sheet, MSDS) ซึ่งเป็นเอกสารที่แสดงข้อมูลของสารเคมีหรือเคมีภัณฑ์เกี่ยวกับลักษณะความเป็นอันตราย พิษ วิธีใช้ การเก็บรักษา การขนส่ง การกำจัดและการจัดการ เพื่อให้การดำเนินการเกี่ยวกับสารเคมีนั้นเป็นไปอย่างถูกต้องและปลอดภัย สามารถขอได้จากบริษัทผู้ผลิตหรือผู้จำหน่ายในปัจจุบันตามประกาศของสหประชาชาติ เรื่องระบบการจำแนกและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก (The globally harmonized system of classification and labeling of chemicals, GHS) เพื่อให้เกิดความสอดคล้องและเป็นระบบเดียวกัน ได้กำหนดให้เรียกว่า safety data sheet (SDS) พร้อมกับได้กำหนดรูปแบบและข้อมูลใน SDS ไว้ 16 หัวข้อ โดยมีหัวข้อ ดังต่อไปนี้

1. ข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมี และบริษัทผู้ผลิตและหรือจำหน่าย (identification of the substances/ preparation and of the company/undertake)
2. ข้อมูลระบุความเป็นอันตราย (hazards identification)
3. ส่วนประกอบและข้อมูลเกี่ยวกับส่วนผสม (composition/ information on ingredients)
4. มาตรการปฐมพยาบาล (first aid measures)
5. มาตรการผจญเพลิง (fire fighting measures)
6. มาตรการจัดการเมื่อมีการหกรั่วไหลของสารโดยอุบัติเหตุ (accidental release measures)
7. ข้อปฏิบัติในการใช้และการเก็บรักษา (handling and storage)
8. การควบคุมการรับสัมผัสและการป้องกันภัยส่วนบุคคล (exposure control/personal protection)
9. คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ (physical and chemical properties)
10. ความเสถียรและความไวต่อการเกิดปฏิกิริยา (stability and reactivity)
11. ข้อมูลด้านพิษวิทยา (toxicological information)
12. ข้อมูลเชิงนิเวศน์ (ecological information)
13. มาตรการการกำจัด (disposal considerations)
14. ข้อมูลสำหรับการขนส่ง (transport information)
15. ข้อมูลเกี่ยวกับกฎข้อบังคับ (regulatory information)
16. ข้อมูลอื่น (other information)

18.1 การจัดกลุ่มสารเคมี

การจัดกลุ่มสารเคมี อาจจำแนกได้ตามความว่องไวต่อปฏิกิริยา และกำหนดให้สารที่เข้ากันไม่ได้วางแยกเก็บให้ห่างจากกันอย่างเด็ดขาด สารเคมีหลายพันชนิดที่ใช้กันอยู่อาจแบ่งได้เป็น 6 กลุ่มคือ

- สารไวไฟ (flammable chemicals)
- สารระเบิดได้ (explosive chemicals)

- สารเป็นพิษ (toxic chemicals)
- สารกัดกร่อน (corrosive chemicals)
- สารกัมมันตรังสี (radioactive chemicals)
- (incompatible chemicals)

18.2 หลักการเก็บสารเคมี

1. สถานที่เก็บสารควรเป็นสถานที่ปิดมิดชิด อยู่ภายนอกอาคาร ฝาผนังควรทำด้วยสารทนไฟปิดล็อคได้ และมีป้ายบอกอย่างชัดเจนว่า “สถานที่เก็บสารเคมี”
2. ภายในสถานที่เก็บสารเคมี ควรมีอากาศเย็นและแห้ง มีระบบถ่ายเทอากาศที่ดี และแดดส่องไม่ถึง
3. ชั้นวางสารเคมีภายในสถานที่เก็บสารเคมีต้องมั่นคง แข็งแรง ไม่มีการสั่นสะเทือน
4. ภาชนะที่บรรจุสารเคมี ต้องมีป้ายชื่อที่ทนทานติดอยู่ พร้อมทั้งบอกอันตรายและข้อควรระวังต่างๆ
5. ภาชนะที่ใส่ต้องทนทานต่อความดัน การสึกกร่อนและแรงกระแทกจากภายนอก ควรมีภาชนะสำรองในกรณีที่เกิดการแตกหรือภาชนะรั่วจะได้เปลี่ยนได้ทันที
6. ภาชนะเก็บสารที่ใหญ่และหนักไม่ควรเก็บในที่สูง เพื่อจะได้สะดวกในการหยิบใช้
7. ขวดไม่ควรวางบนพื้นโดยตรง หรือไม่ควรวางซ้อนบนขวดอื่น และมีระยะห่างกันพอสมควรระหว่างชั้นที่เก็บสาร ไม่ควรวางสารตรงทางแคบ หรือใกล้ประตูหรือหน้าต่าง
8. ไม่ควรจัดเรียงสารตามลำดับตัวอักษร ควรเก็บสารตามลำดับการเข้ามาก่อนหลัง และต้องใช้ก่อนหมดอายุ
9. ควรแยกเก็บสารเคมีในปริมาณน้อย โดยใช้ภาชนะบรรจุขนาดเล็ก บริเวณที่เก็บสารควรรักษาความสะอาด มีความเป็นระเบียบเรียบร้อยอย่างสม่ำเสมอ และมีการจัดเรียงอย่างมีระบบ
10. ต้องมีอุปกรณ์ดับเพลิง อุปกรณ์ป้องกันภัย และเครื่องปฐมพยาบาลพร้อมในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน

การเก็บสารเคมีต้องคำนึงถึงความไวในปฏิกิริยา การเข้ากันไม่ได้ของสารเคมี (ดูรายละเอียดของสารเหล่านี้ได้ในภาคผนวก) และการหมดอายุของสารเคมีโดยสามารถดูได้จากฉลากข้างบรรจุภัณฑ์ แต่กรณีไม่มีการระบุไว้บนฉลาก ให้ดำเนินการ ดังต่อไปนี้

(1) ตรวจสอบคุณลักษณะทางกายภาพของสารเคมีว่าไม่เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม เช่น ความหนืด, ความหนาแน่น, สี, pH ตามคุณลักษณะของสารเคมี
(2) หาข้อมูลจากเวปไซต์ของบริษัทผู้ผลิต
(3) ติดต่อกับผู้จำหน่ายหรือผู้ผลิตสารเคมีนั้น ให้ออกเอกสารรับรองคุณภาพ และหรือกำหนดวันหมดอายุของเคมี
(4) โดยปกติสารเคมีจะมีอายุการใช้งานเฉลี่ยประมาณ 2 ปี นับจากวันผลิต ทั้งนี้ต้องเก็บอยู่ในอุณหภูมิที่เหมาะสม
(5) ทำการทดสอบสารเคมีก่อนนำไปใช้ ว่าสามารถใช้ได้จริง โดยไม่ส่งผลกระทบต่อการทดสอบ

18.3 การเข้าสู่ร่างกายของสารเคมีและวิธีสังเกตอาการ

1) ระบบทางเดินหายใจ โดยการสูดดมไอระเหย ฝุ่นผง หรือละอองสารพิษ อาการเมื่อได้รับสารเคมีเข้าสู่ทางเดินหายใจ เช่น เกิดการระคายเคืองในทางเดินหายใจ แสบจมูก วิงเวียน และหากได้รับสารในความเข้มข้นหรือปริมาณมากอาจทำให้ปอดถูกทำลาย ผลในระยะยาวอาจเกิดมะเร็งปอด เป็นต้น

2) ทางปาก โดยการกินทั้งจากการตั้งใจและไม่ตั้งใจ อาการที่ได้รับสารทางนี้อาจเกิดการระคายเคืองต่อระบบลำไส้ ปวดท้อง แสบคอ ในระยะยาวอาจเกิดอันตรายต่ออวัยวะภายใน เช่น ตับ ไต หรือระบบเลือด รวมทั้งการสะสมของสารที่นำไปสู่การเป็นมะเร็งได้

3) ทางตา จากการที่สารในรูปของเหลว ไอระเหย หรือฝุ่นผงเข้าสู่ตาอาจทำให้เกิดการระคายเคืองที่ตา มีอาการแสบ หากได้รับในความเข้มข้นหรือปริมาณมากอาจทำให้ตาบอดได้

4) ทางผิวหนัง แบ่งเป็น 2 วิธี คือ โดยการซึมผ่านจากการสัมผัสที่ผิวหนังและการฉีด หรือทิ่มแทง อาการจากการที่สารเคมีเข้าสู่ทางผิวหนังอาจเกิดการระคายเคือง ผิวหนังถูกทำลายถาวร และอาจเกิดมะเร็งผิวหนัง เป็นต้น

18.4 การจัดการกับสารเคมีหกหล่นในห้องปฏิบัติการ

สำหรับแนวทางปฏิบัติในการกำจัดสารที่ทำหกหล่น หากเป็นสารเคมีอันตรายและทำหกเป็นปริมาณมาก ควรคำนึงถึง การระเบิด การติดไฟ ความเป็นพิษ และการขาดออกซิเจนสำหรับหายใจ เมื่อพิจารณาว่าสารเคมีชนิดนั้นคืออะไร เป็นของแข็งหรือของเหลว ทำหกบริเวณใดบนพื้น บนดินหรือในน้ำ มีโอกาสเกิดปฏิกิริยาเคมีหรือไม่ ปริมาณที่ทำหก สภาพแวดล้อมใกล้เคียง และอันตรายที่อาจเกี่ยวข้อง เพื่อการดำเนินการทำความสะอาดและกำจัดตามขั้นตอนอย่างถูกต้องเหมาะสม โดยทั่วไปถ้าเป็นของเหลวจะใช้ตัวดูดซับเฉพาะ หรือใช้ทรายดูดซับในบริเวณที่เกิดอุบัติเหตุ แล้วรวบรวมนำไปกำจัดด้วยวิธีที่เหมาะสม ระวังไม่ให้มีการสัมผัสร่างกายโดยตรงหรือการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองหรือไอระเหย ห้องปฏิบัติการควรมีขั้นตอนดำเนินการสำหรับสารเคมีที่หก ดังนี้

18.4.1 การเตรียมวัสดุอุปกรณ์สำหรับจัดการสารเคมีที่หก ได้แก่

18.4.1.1 วัสดุดูดซับ เช่น ทรายแห้ง ขี้เลื่อย กระดาษซับแผ่นใหญ่ ฟองน้ำ

18.4.1.2 อุปกรณ์ตัก กวาด รองรับสารที่หกหล่น เช่น แปรงขนแข็ง ถาดพลาสติก

18.4.1.3 สารเคมีสำหรับการสะเทิน เช่น โซเดียมคาร์บอเนต (sodium carbonate) และโซเดียมไบซัลเฟต (sodium bisulfate) ซึ่งต้องดำเนินการโดยผู้ที่ได้รับมอบหมายเท่านั้น และเตรียมวิธีการทำลายสารเคมีและวัสดุดูดซับที่ใช้แล้ว

18.4.1.4 อุปกรณ์ปกป้องอันตรายส่วนบุคคลที่เหมาะสมกับชนิดของสารเคมี

18.4.2 การจัดการทั่วไปเมื่อมีสารเคมีหกหล่น ได้แก่

18.4.2.1 แจ้งเตือนเจ้าหน้าที่ผู้ที่มีโอกาสเข้าสัมผัสให้ทราบถึงบริเวณที่มีสารเคมีหกหล่น กันให้ผู้ไม่เกี่ยวข้องออกจากพื้นที่

18.4.2.2 เมื่อมีสารเคมีหกในปริมาณน้อย (น้อยกว่า 10 มิลลิลิตร) ใช้กระดาษซับทิ้งในภาชนะที่เหมาะสม หากหกในปริมาณมากและเป็นสารไม่ไวไฟและไม่ระเหย ให้ใช้สารดูดซับ ถ้าเป็นกรดใช้ตัวสะเทินปฏิกิริยา (neutralizer) เช่น โซเดียมไบคาร์บอเนต

18.4.2.3 หากสารไวไฟหก ต้องปิดแหล่งความร้อนและประกายไฟ

18.4.2.4 ระหว่างการเก็บและทำความสะอาดพื้นที่ ต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตราย เช่น หน้ากาก และถุงมือ

18.4.2.5 ใช้วัสดุดูดซับ เช่น ทราย กระดาษซับ หรือฟองน้ำ ในการดูดซับหรือป้องกันการกระจายของสารเคมีของเหลว

18.4.2.6 ตักสารเคมีที่หกหรือวัสดุดูดซับสารเคมีที่ใช้แล้ว ใส่ภาชนะที่เหมาะสม ระบุฉลากให้ชัดเจนว่าดูดซับสารเคมีอะไร ปริมาณประมาณเท่าใด

18.4.2.7 วัสดุที่ดูดซับสารเคมีที่ระเหยง่าย นำไปไว้ในตู้ดูดควันให้สารเคมีระเหยไปก่อน แต่ต้องระวังการเกิดประกายไฟ

18.4.2.8 เมื่อกำจัดสารเคมีที่หกแล้ว ควรทำความสะอาดพื้นที่ให้สะอาด โดยใช้ไม้ถูพื้นด้ามยาว

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. Laboratory biosafety manual. 3rd ed. Geneva: 2004.
2. Cdc.gov [internet]. Biosafety in microbiological and biomedical laboratories. 5th ed. 2007 [cited 2017 Sep. 3]. Available from: https://www.cdc.gov/biosafety/publications/ bmbl5/bmbl.pdf
3. สุมล ปวิตรานนท์, ศิริพรรณ วงศ์วานิช, อรอนงค์ รัชตราเชนชัย, บรรณาธิการ. แนวทางการดำเนินการความมั่นคงด้านชีวภาพทางห้องปฏิบัติการ. นนทบุรี: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข; 2552.
4. จุฬาลักษณ์ บางเหลือ. โครงสร้างพื้นฐานสำหรับห้องปฏิบัติการ. ใน: วงศ์วรุตม์ บุญญานุโกมล, บรรณาธิการ. คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ (Manual of Laboratory Safety) ห้องปฏิบัติการกลางสำหรับการเรียนการสอนและวิจัย โครงการจัดตั้งวิทยาเขตอำนาจเจริญ มหาวิทยาลัยมหิดล. อำนาจเจริญ: มหาวิทยาลัยมหิดล; 2557. หน้า 4 –15.
5. กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. คู่มือปฏิบัติด้านความปลอดภัยห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์บริการ. กรุงเทพ: กรมวิทยาศาสตร์บริการ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี; 2558.
6. กำธร มาลาธรรม, สุสัณห์ อาศนะเสน, บรรณาธิการ. คู่มือการป้องกันและควบคุมการติดเชื้อในโรงพยาบาล. นนทบุรี: สถาบันบำราศนราดูร กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2556.
7. สำนักโรคติดต่ออุบัติใหม่ กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. คู่มือการสวมใส่และถอดชุดป้องกันตน (Donning and Removing Personal Protective Equipment) สำหรับผู้ปฏิบัติงานป้องกันและควบคุมโรคของกระทรวงสาธารณสุข: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2552.
8. วิษณุ ธรรมลิขิตกุล, บรรณาธิการ. เวชบันทึกศิริราช. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล; 2554.
9. ฐนิตา ทวีธรรมเจริญ. โครงการพัฒนาสูตรน้ำยาฆ่าเชื้อที่มี Chlorhexidine และส่วนผสม [Internet]. 2009 [cited 2016 Dec 14]. Available from: http://www.si.mahidol.ac.th/km/admin/ add_information/star/star_files/337_1.pdf
10. คณะอนุกรรมการความปลอดภัยและอนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยมหิดล. แนวปฏิบัติด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพ: ทองสุขพริ้นท์; 2555
11. สำนักอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. คู่มือการฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงานมูลฝอยติดเชื้อหลักสูตรการป้องกันและระงับการแพร่เชื้อหรืออันตรายที่อาจเกิดจากมูลฝอยติดเชื้อ. พิมพ์ครั้งที่ 3. นนทบุรี: โรงพิมพ์สำนักงานพระพุทธศาสนาแห่งชาติ; 2558.
12. กลุ่มพัฒนาระบบบริหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. แผนบริหารความเสี่ยงต่อปฏิบัติการ (Operations) จากภาวะฉุกเฉิน กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ประจำปี พ.ศ. 2556. นนทบุรี: กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข; 2556.
13. คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเฉลิมพระเกียรติหัวเฉียว. คู่มือความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ. กรุงเทพ: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ; 2554.
14. สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข. คู่มือการประเมินความเสี่ยงจากการทำงานของบุคลากรในโรงพยาบาล (ฉบับปรับปรุงแก้ไข พ.ศ. 2554). นนทบุรี: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2554.

15. สำนักงานวิจัย วิชาการและนวัตกรรม. แนวปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1. กรุงเทพ: คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี; 2559.
16. คณะกรรมการเทคนิคด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. แนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยทางชีวภาพสำหรับการดำเนินงานด้านเทคโนโลยีชีวภาพสมัยใหม่. พิมพ์ครั้งที่ 9. ปทุมธานี: บริษัท พี.เอ.ลีฟวิ่ง; 2559.
17. ชลภัทร สุขเกษม, สุดา ลุยศิริโรจนกุล, สหพัฒน์ บรัศว์รักษ์ม วิทวัช วิริยะรัตน์, บรรณาธิการ.ความปลอดภัยและความมั่นคงทางชีวภาพสำหรับห้องปฏิบัติการทางการแพทย์และสัตว์แพทย์. กรุงเทพ: โรงพิมพ์อักษรสมัย (1999); 2554.
18. Tanita Thaweethamcharoen, M. Pharm, Siriwan Sasithornrojanachai. Confidence in the Daily use of Antiseptic Alcohol. Siriraj Med J 2009; 61: 78-81.
19. Center for Disease Control and Prevention. Guideline for Disinfection and Sterilization in Healthcare Facilities. In: William AR, David JW, editors. Atlanta; 2008. p 42, 96.
20. World Health Organization. Guidance on regulations for the Transport of Infectious Substancess 2015–2016. WHO/HSE/GCR/2015.2.
21 Medi.moph.go.th. [internet]. Available from: http://medi.moph.go.th/kpi/DATAKPI/st_51.pdf
22. สุวิทย์ แว่นเกตุ. ตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (Biological Indicator). [อินเตอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ ก.ค. 2560]. เข้าถึงได้จาก: http://www.cssd-gotoknow.org/2015/02/biological-indicator.html
23. Disaster.go.th. [internet]. Available from: www.disaster.go.th/th/download-src.php?did=1107
24. Shawpat.or.th. [internet]. Available from: www.shawpat.or.th
25. CWA 15793:2011 Laboratory biorisk management standard. [internet]. [cited 2017 July 10]. Available from: http://www.uab.cat/doc/CWA15793_2011
26. ISO15190:2003 Medical laboratories--Requirements for safety. [internet]. [cited 2017 June 25]. Available from: http://med.mahidol.ac.th/patho/sites/default/files/u2/patho/Doc_Form/ISO15190Y20030.pdf
27. ประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรมเรื่องคู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย พ.ศ. ๒๕๕๐ [อินเตอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ มิ.ย. 2560]. เข้าถึงได้จาก: http://eis.diw.go.th/haz/hazard/pdf/pagad-kep-2550.pdf
28. คณี อุ่นจิตติ. ความปลอดภัยทางห้องปฏิบัติการ. พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี: สำนักมาตรฐานห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์; 2550.
29. Biorisk management Laboratory biosecurity guidance. World Health Organization. [internet]. [cited 2017 June 15]. Available from: http://www.who.int/csr/resources/ publications/biosafety/WHO_CDS_EPR_2006_6.pdf
30. คู่มือการประเมินคุณภาพการจัดการมูลฝอยติดเชื้อสำหรับโรงพยาบาล. [อินเตอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 28 ก.ย. 2560]. เข้าถึงได้จาก: http://env.anamai.moph.go.th/download/download/pdf/2557/.
31. คู่มือการสวมใส่และถอดชุดป้องกันตน (Donning and Removing Personal Protective Equipment) สำหรับผู้ปฏิบัติงานป้องกันและควบคุมโรคของกระทรวงสาธารณสุข. สำนักโรคติดต่ออุบัติใหม่ กรมควบคุมโรค. [อินเตอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 10 มิ.ย. 2560]. เข้าถึงได้จาก: http://beid.ddc.moph.go.th/media/document_detail.php?id=46

ผนวก ก

การจัดแยกประเภทสารเคมีตามการเข้ากันไม่ได้ (INCOMPATIBILITY)

สารเคมีที่เข้ากันไม่ได้ คือ สารเคมีที่ทำปฏิกิริยากันแล้วก่อให้เกิดอันตราย อันตรายที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากการเกิดปฏิกิริยากันให้สารที่ไวไฟ ก๊าซพิษ หรือให้สารที่เกิดการระเบิดได้ เพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการควรมีความรู้ความเข้าใจ และทราบว่าสารเคมีใดบ้างที่เข้ากันไม่ได้ ดังตารางแสดงสารเคมีที่เข้ากันไม่ได้ (incompatible chemical) ดังนี้

สารเคมี	สารเคมีที่เข้ากันไม่ได้
1. acetic acid	chromic acid, ethylene glycol, nitric acid, hydroxyl compounds, perchloric acid, peroxides, permanganates
2. acetone	concentrate sulphuric, nitric acid mixtures
3. acetylene	chlorine, bromine, copper, fluorine, silver, mercury
4. alkali and alkaline earth metals	water, chlorinated hydrocarbons, carbon dioxide, halogens, alcohols, aldehydes, ketones, acids
5. aluminium (powdered)	chlorinated hydrocarbons, halogens, carbondioxide, organic acids
6. anhydrous ammonia	mercury, chlorine, calcium hypochlorite, iodine, bromine, hydrofluoric acid
7. ammonium nitrate	acid, hydrogen peroxide acids, metal powders, flammable liquids, chlorates, nitrites, sulphur, finely-divided organic combustible materials
8. arsenic compounds	reducing agents
9. azides	acids
10. bromine	ammonia, acetylene, butadiene, hydrocarbons, hydrogen, sodium, finely-divided metals, turpentine, other hydrocarbons
11. calcium carbide	water, ethanol
12. calcium oxide	water
13. carbon	activated calcium hypochlorite, oxidizing agents
14. chlorates ammonium	salts, acids, metal powders, sulphur, finely-divided organic or combustible materials
15. chromic acid	acetic acid, naphthalene, camphor, glycerin, turpentine, alcohols, flammable liquids

สารเคมี	สารเคมีที่เข้ากันไม่ได้
16. chlorine dioxide	ammonia, methane, phosphine, hydrogen sulfide
17. chlorine	ammonia, acetylene, butadiene, hydrocarbons, hydrogen, sodium, finely-divided metals, turpentine, other hydrocarbons
18. copper	acetylene, hydrogen peroxide
19. cumene hydroperoxide	acid, organic or inorganic
20. cyanides	acids
21. flammable liquids ammonium	nitrate, chromic acid, hydrogen peroxide, nitric acid, sodium peroxide, halogens
22. hydrocarbons	fluorine, chlorine, bromine, chromic acid, sodium peroxide
23. hydrocyanic acid	nitric acid, alkali
24. hydrofluoric acid	aqueous or anhydrous ammonia
25. hydrogen peroxide	copper, chromium, iron, most metals or their salts, alcohol, acetone, organic materials, aniline, nitromethane, flammable liquids, oxidizing gases
26. hydrogen sulphide fuming	nitric acid, oxidizing gases
27. hypochlorites	acid, activated carbon
28. iodine	acetylene, ammonia (aqueous or anhydrous), hydrogen
29. mercury	acetylene, fulminic acid, ammonia
30. mercuric oxide	sulphur
31. nitrates	sulphuric acid
32. nitric acid (conc.)	acetic acid, aniline, chromic acid, hydrocyanic acid, hydrogen sulphide, flammable liquids, flammable gases
33. oxalic acid	silver, mercury
34. perchloric acid	acetic anhydride, bismuth and its alloys, ethanol, paper, wood
35. peroxides (organic)	acids, avoid friction or shock
36. phosphorus (white)	air, alkalines, reducing agents, oxygen
37. potassium	carbon tetrachloride, carbon dioxide, water, alcohol, acids
38. potassium chlorate	acids
39. potassium perchlorate	acids

สารเคมี	สารเคมีที่เข้ากันไม่ได้
40. potassium permanganate	glycerin, ethylene glycol, benzaldehtyde, sulphuric acid
41. selenides	reducing agents
42. silver	acetylene, oxalic acid, tartaric acid, ammonium compound, fulminic acid
43. sodium	carbon tetrachloride, carbon dioxide, water
44. sodium peroxide	ethanol, methanol, glacial acetic acid, acetic anhydride, benzaldehyde, carbon disulfide, glycerin, ethylene glycol, ethyl acetate, methyl acetate, furfural
45. sulphides	acids
46. sulphuric acid	potassium chlorate, potassium perchlorate, potassium permanganate or compounds with similar light metals, such as sodium, lithium
47. tellurides	reducing agents
48. zinc powder	sulphur

ผนวก ข

คำสั่งแต่งตั้ง

สำเนาคู่ฉบับ

คำสั่งกระทรวงสาธารณสุข
ที่ ๑๙๘๘ /๒๕๖๐
เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการและคณะทำงานจัดทำร่างมาตรฐานห้องปฏิบัติการด้านจุลชีววิทยาทางการแพทย์
และคณะทำงานจัดทำร่างมาตรฐานความปลอดภัยทางห้องปฏิบัติการ (เพิ่มเติม)

ตามคำสั่งกระทรวงสาธารณสุข ที่ ๒๔๕๐/๒๕๕๙ ลงวันที่ ๒๙ ธันวาคม ๒๕๕๙ แต่งตั้งคณะกรรมการและคณะทำงานจัดทำร่างมาตรฐานห้องปฏิบัติการด้านจุลชีววิทยาทางการแพทย์ และคณะทำงานจัดทำร่างมาตรฐานความปลอดภัยทางห้องปฏิบัติการ เพื่อดำเนินการตามแผนยุทธศาสตร์การจัดการการดื้อยาต้านจุลชีพประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๖๐ – ๒๕๖๔ ซึ่งกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์รับผิดชอบการดำเนินการตามแผนยุทธศาสตร์การจัดการการดื้อยาต้านจุลชีพของประเทศไทยในยุทธศาสตร์ที่ ๑ การเฝ้าระวังติดตาม และส่งสัญญาณการดื้อยาต้านจุลชีพทางห้องปฏิบัติการในโรงพยาบาลและทางระบาดวิทยาในโรงพยาบาล ชุมชน และสิ่งแวดล้อม (One-health) นั้น

ในการนี้ เพื่อให้การดำเนินงานตามแผนยุทธศาสตร์การจัดการการดื้อยาต้านจุลชีพของประเทศไทยในประเด็นยุทธศาสตร์ที่ ๑ ดังกล่าวข้างต้นบรรลุวัตถุประสงค์ มีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผลสูงสุด จึงแต่งตั้งคณะกรรมการและคณะทำงานดังกล่าวเพิ่มเติม ดังต่อไปนี้

คณะกรรมการจัดทำร่างมาตรฐานห้องปฏิบัติการด้านจุลชีววิทยาทางการแพทย์

๑. ผู้อำนวยการสำนักมาตรฐานห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ — กรรมการ

๒. ผู้อำนวยการสถาบันรับรองคุณภาพสถานพยาบาล สถาบันรับรองคุณภาพสถานพยาบาล (องค์การมหาชน) — กรรมการ

คณะทำงานจัดทำร่างมาตรฐานห้องปฏิบัติการด้านจุลชีววิทยาทางการแพทย์

๑. นายสุรศักดิ์ หมื่นพล — คณะทำงาน
ตำแหน่งนักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการพิเศษ
สำนักมาตรฐานห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๒. นางสาวอัญชนา ถาวรวัน — คณะทำงาน
ตำแหน่งนักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการพิเศษ
สถาบันบำราศนราดูร กรมควบคุมโรค

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นไป นอกเหนือจากนี้ให้เป็นไปตามคำสั่งเดิมทุกประการ

สั่ง ณ วันที่ ๒๖ กรกฎาคม พ.ศ. ๒๕๖๐

(นายเกียรติภูมิ วงศ์รจิต)
รองปลัดกระทรวงสาธารณสุข
หัวหน้ากลุ่มภารกิจด้านสนับสนุนงานบริการสุขภาพ

สำเนา

คำสั่งกระทรวงสาธารณสุข

ที่ ๒๔๕๐ /๒๕๕๙

เรื่อง แต่งตั้งคณะกรรมการและคณะทำงานจัดทำร่างมาตรฐานห้องปฏิบัติการด้านจุลชีววิทยาทางการแพทย์ และคณะทำงานจัดทำร่างมาตรฐานความปลอดภัยทางห้องปฏิบัติการ

สืบเนื่องจากปัญหาเชื้อดื้อยาต้านจุลชีพ เป็นปัญหาสาธารณสุขที่ส่งผลให้มีผู้ป่วยและเสียชีวิตจำนวนมาก รัฐบาลเล็งเห็นความสำคัญของปัญหา และได้ให้ความเห็นชอบแผนยุทธศาสตร์การจัดการการดื้อยาต้านจุลชีพประเทศไทย พ.ศ. ๒๕๖๐ – ๒๕๖๔ เมื่อวันที่ ๑๗ สิงหาคม ๒๕๕๙ เป็นแผนยุทธศาสตร์ฉบับแรกของไทยที่เน้นการแก้ไขปัญหาการดื้อยาต้านจุลชีพ ที่จะเป็นกรอบการทำงานให้แก่หน่วยงานต่าง ๆ โดยอ้างอิงแนวทาง Global Action Plan ขององค์การอนามัยโลก กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ รับผิดชอบดำเนินตามแผนยุทธศาสตร์การจัดการการดื้อยาต้านจุลชีพของประเทศไทย ในยุทธศาสตร์ที่ ๑ การเฝ้าระวัง ติดตามและส่งสัญญาณการดื้อยาต้านจุลชีพทางห้องปฏิบัติการในโรงพยาบาล และทางระบาดวิทยาในโรงพยาบาล ชุมชน และสิ่งแวดล้อม (One-health) ซึ่งการพัฒนามาตรฐานการตรวจทางห้องปฏิบัติการ เป็นสิ่งจำเป็นที่ต้องดำเนินการเป็นลำดับแรก เพื่อให้ห้องปฏิบัติการตรวจเชื้อดื้อยานำไปใช้อ้างอิงปฏิบัติในทิศทางเดียวกัน ผลการตรวจจึงจะสามารถนำไปใช้ในการรักษา เฝ้าระวังและเตือนภัยได้อย่างถูกต้องสมประโยชน์

ในการนี้ เพื่อให้การดำเนินงานตามแผนยุทธศาสตร์การจัดการการดื้อยาต้านจุลชีพของประเทศไทย ในประเด็นยุทธศาสตร์ที่ ๑ ดังกล่าวข้างต้น บรรลุวัตถุประสงค์ มีประสิทธิภาพ และเกิดประสิทธิผลสูงสุด กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ จึงขอแต่งตั้งคณะกรรมการและคณะทำงานดังกล่าว ดังต่อไปนี้

คณะกรรมการจัดทำร่างมาตรฐานห้องปฏิบัติการด้านจุลชีววิทยาทางการแพทย์

๑. อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์	ประธานกรรมการ
๒. รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ได้รับมอบหมาย	รองประธานกรรมการ
๓. นางสลักจิต ชุติพงษ์วิเวท ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ ทรงคุณวุฒิ สำนักวิชาการวิทยาศาสตร์การแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์	กรรมการ
๔. ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์	กรรมการ
๕. นายกำธร มาลาธรรม ตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล	กรรมการ

๖. นายฐิติพงษ์ ยิ่งยง กรรมการ
ตำแหน่งนายแพทย์ชำนาญการ
สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค

๗. นายสมนึก เต็มวุฒิโรจน์ กรรมการ
ตำแหน่งนายสัตวแพทย์ชำนาญการพิเศษ
กองควบคุมอาหารและยาสัตว์ กรมปศุสัตว์

๘. นางสาวสุภาพร วงศ์ศรีไชย กรรมการ
ตำแหน่งนายสัตวแพทย์ชำนาญการ
สำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์

๙. นางศิริรัตน์ ลิกานนท์สกุล กรรมการ
ข้าราชการบำนาญ สถาบันบำราศนราดูร กรมควบคุมโรค

๑๐. นางสาวสุวรรณา ตระกูลสมบูรณ์ กรรมการ
ตำแหน่งอาจารย์ประจำ
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต

๑๑. นางปทุมพิศ วิมลวัตรเวที กรรมการ
ข้าราชการบำนาญ สำนักงานมาตรฐานห้องปฏิบัติการ
กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๑๒. นายพิทักษ์ สันตนิรันดร์ กรรมการ
ตำแหน่งรองศาสตราจารย์
คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

๑๓. นางสาวปฐมาพร เอมะวิศิษฐ์ กรรมการ
ตำแหน่งรองศาสตราจารย์
ภาควิชาจุลชีววิทยาและวิทยาภูมิคุ้มกัน
คณะสัตวแพทยศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

๑๔. นายวัชรชัย ณรงค์ศักดิ์ กรรมการ
ตำแหน่งนายสัตวแพทย์ชำนาญการพิเศษ
สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ กรมปศุสัตว์

๑๕. นางสุจิตรา มานะกุล กรรมการ
ตำแหน่งนักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการพิเศษ
โรงพยาบาลสุราษฎร์ธานี

๑๖. นางสาวสมพิศ ปินะเก กรรมการ
ตำแหน่งนักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการพิเศษ
โรงพยาบาลมหาสารคาม

๑๗. นางสาวหัสญา ตันติพงศ์ กรรมการ
ตำแหน่งนายแพทย์ชำนาญการพิเศษ
โรงพยาบาลชลบุรี

๑๘. นางสาววัชรี จรกา กรรมการ
ตำแหน่งนักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการ
โรงพยาบาลชลบุรี

๑๙. นางสาวไพรำ บุญญะฤทธิ์ กรรมการ
ตำแหน่งเภสัชกรชำนาญการ
สำนักบริหารการสาธารณสุข สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข

๒๐. นายอาชวินทร์ โรจนวิวัฒน์ กรรมการ
ตำแหน่งนายแพทย์ชำนาญการพิเศษ
สถาบันชีววิทยาศาสตร์ทางการแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๒๑. นางจุฑามาศ ศิริปาณี กรรมการ
ตำแหน่งนักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการพิเศษ
สำนักงานมาตรฐานห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๒๒. นางสาวเรวดี สิริธัญญานนท์ กรรมการ
ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ
สำนักงานมาตรฐานห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๒๓. นางดวงดาว วงศ์สมมาตร กรรมการ
ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ
สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๒๔. นางสาวนภวรรณ เจนใจ กรรมการ
ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๒๕. นางสาววันทนา ปวีณกิตติพร กรรมการและเลขานุการ
นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๒๖. นางพิไลลักษณ์ อัคคไพบูลย์ โอกาดะ กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
ตำแหน่งนักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการพิเศษ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๒๗. นางสาวรัตนา ตาเจริญเมือง กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ
ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

โดยคณะทำงานมีอำนาจหน้าที่ดังนี้

๑. กำหนดรายละเอียดและขอบเขตมาตรฐานห้องปฏิบัติการด้านจุลชีววิทยาทางการแพทย์
๒. ทบทวนร่างมาตรฐานห้องปฏิบัติการด้านจุลชีววิทยาทางการแพทย์ เพื่อใช้สำหรับการบริการ ระดับหน่วยบริการ ระดับอ้างอิง และระดับชาติ

๓. กำหนดแนวทางและกลไกในการใช้มาตรฐานต่อทุกโรงพยาบาล
๔. กำหนดการร่างขอบเขตมาตรฐานห้องปฏิบัติการด้านจุลชีววิทยาทางการแพทย์ให้แล้วเสร็จ ภายใน ปีงบประมาณ ๒๕๖๐
๕. ปฏิบัติงานอื่นๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

คณะทำงานจัดทำร่างมาตรฐานห้องปฏิบัติการด้านจุลชีววิทยาทางการแพทย์

๑. นางสุรางค์ เดชศิริเลิศ ที่ปรึกษา
ข้าราชการบำนาญ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๒. นางสาวอรอนงค์ รัชตราเชนชัย ที่ปรึกษา
ข้าราชการบำนาญ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๓. นางธีรนารถ จิวะไพศาลพงศ์ ที่ปรึกษา
ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ ทรงคุณวุฒิ
สำนักวิชาการวิทยาศาสตร์การแพทย์ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๔. นางสาวนภวรรณ เจนใจ ประธานคณะทำงาน
ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๕. นายฐิติพงษ์ ยิ่งยง คณะทำงาน
ตำแหน่งนายแพทย์ชำนาญการ
สำนักระบาดวิทยา กรมควบคุมโรค

๖. นางศิริรัตน์ ลิกานนท์สกุล คณะทำงาน
ข้าราชการบำนาญ สถาบันบำราศนราดูร กรมควบคุมโรค

๗. นางวราภรณ์ เทียนทอง คณะทำงาน
ตำแหน่งพยาบาลวิชาชีพชำนาญการพิเศษ
สถาบันบำราศนราดูร กรมควบคุมโรค

๘. นางสาวสุวรรณา ตระกูลสมบูรณ์ คณะทำงาน
ตำแหน่งอาจารย์ประจำ
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต

๙. นายพิทักษ์ สันตนิรันดร์ คณะทำงาน
ตำแหน่งรองศาสตราจารย์
คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

๑๐. นางสาวพิริยาภรณ์ จงตระกูล คณะทำงาน
ตำแหน่งอาจารย์ประจำ ภาควิชาจุลชีววิทยา
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

๑๑. นางสุจิตรา มานะกุล คณะทำงาน
ตำแหน่งนักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการพิเศษ
โรงพยาบาลสุราษฎร์ธานี

๑๒. นางสาวนิตยา ธีระวัฒนสุข คณะทำงาน
ตำแหน่งนักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการพิเศษ
โรงพยาบาลสรรพสิทธิประสงค์

๑๓. นางสาวสมพิศ ปินะเก คณะทำงาน
ตำแหน่งนักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการพิเศษ
โรงพยาบาลมหาสารคาม

๑๔. นางวรรณา เพ่งเรืองโรจนชัย คณะทำงาน
ข้าราชการบำนาญ สำนักงานปลัดกระทรวงสาธารณสุข

๑๕. นายไพบูลย์ รัตนชัยพรพันธ์ คณะทำงาน
ตำแหน่งนักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการพิเศษ
โรงพยาบาลเลิดสิน

๑๖. นางสาวสุรภี เทียมกริม คณะทำงาน
ตำแหน่งอาจารย์ประจำ ภาควิชาจุลชีววิทยาคลินิกและเทคโนโลยีประยุกต์
คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล

๑๗. นางจุฑามาศ ศิริปาณี คณะทำงาน
ตำแหน่งนักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการพิเศษ
สำนักงานมาตรฐานห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๑๘. นางสาวเรวดี สิริธัญญานนท์ คณะทำงาน
ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ
สำนักงานมาตรฐานห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๑๙. นางดวงดาว วงศ์สมมาตร คณะทำงาน
ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ
สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๒๐. นางสาววันทนา ปวีณกิตติพร คณะทำงาน
ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๒๑. นางสาวปิยะดา หวังรุ่งทรัพย์ คณะทำงาน
ตำแหน่งนักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการพิเศษ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๒๒. นางพิไลลักษณ์ อัคคไพบูลย์ โอกาดะ คณะทำงานและเลขานุการ
ตำแหน่งนักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการพิเศษ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๒๓. นางสิริพรรณ แสงอรุณ คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
ตำแหน่งนักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการพิเศษ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๒๔. นางสาวอัจฉรียา อนุกูลพิพัฒน์ คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
ตำแหน่งนักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการพิเศษ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๒๕. นายเอกวัฒน์ อุณหเลขกะ คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

โดยคณะทำงานมีอำนาจหน้าที่ดังนี้

๑. สรุปข้อมูลสถานการณ์ และช่องว่างที่ต้องพัฒนา เสนอต่อคณะกรรมการจัดทำร่างมาตรฐานห้องปฏิบัติการด้านจุลชีววิทยาทางการแพทย์
๒. จัดทำร่างมาตรฐานห้องปฏิบัติการด้านจุลชีววิทยาทางการแพทย์ เพื่อใช้สำหรับการบริการระดับหน่วยบริการ ระดับอ้างอิง และระดับชาติ เสนอต่อคณะกรรมการจัดทำร่างมาตรฐานห้องปฏิบัติการด้านจุลชีววิทยาทางการแพทย์
๓. ปฏิบัติงานอื่นๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

คณะทำงานจัดทำร่างมาตรฐานความปลอดภัยทางห้องปฏิบัติการ

๑. นางสาวอรอนงค์ รัชตราเชนชัย ที่ปรึกษา
ข้าราชการบำนาญ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๒. นายวัฒนพงศ์ วุทธา ประธานคณะทำงาน
ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๓. นายพุทธภูมิ ลำเจียกเทศ คณะทำงาน
ตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์
คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี มหาวิทยาลัยมหิดล

๔. นายเฉลิมเกียรติ แสงทองพินิจ คณะทำงาน
ตำแหน่งผู้ช่วยศาสตราจารย์
คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

๕. นายสุวัฒน์ ดำนิล คณะทำงาน
ตำแหน่งนักอาชีวอนามัย
คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล

๖. นายรติกร กัณฑะพงศ์ คณะทำงาน
ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๗. นายอธิวัฒน์ ปริมสิริคุณาวุฒิ คณะทำงาน
ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๘. นางพนิดา เกษรประเสริฐ คณะทำงานและเลขานุการ
ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

๙. นางสาวพจพร พินรอด คณะทำงานและผู้ช่วยเลขานุการ
ตำแหน่งนักวิทยาศาสตร์การแพทย์
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

โดยคณะทำงานมีอำนาจหน้าที่ดังนี้

๑. จัดทำร่างมาตรฐานความปลอดภัยทางห้องปฏิบัติการเพื่อใช้สำหรับการปฏิบัติงานบริการระดับหน่วยบริการ ระดับอ้างอิง และระดับชาติ เสนอต่อคณะกรรมการจัดทำร่างมาตรฐานห้องปฏิบัติการด้านจุลชีววิทยาทางการแพทย์

๒. ปฏิบัติงานอื่นๆ ตามที่ได้รับมอบหมาย

ทั้งนี้ ตั้งแต่บัดนี้เป็นไป

สั่ง ณ วันที่ ๒๙ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๕๙

(นายเกียรติภูมิ วงศ์รจิต)
รองปลัดกระทรวงสาธารณสุข
หัวหน้ากลุ่มภารกิจด้านสนับสนุนงานบริการสุขภาพ

ผนวก ค

รายนามผู้เข้าร่วมการประชุมประชาพิจารณ์ 30 สิงหาคม 2560

รายนามผู้เข้าร่วมการประชุมประชาพิจารณ์รับฟังความคิดเห็น
ร่างมาตรฐานห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยาทางการแพทย์ และ ร่างมาตรฐานความปลอดภัยห้องปฏิบัติการฯ
วันพุธที่ 30 สิงหาคม 2560 เวลา 9.30 – 14.00 น.
ณ ห้องประชุม 110 อาคาร 14 ชั้น 1 กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

ผู้มาประชุม

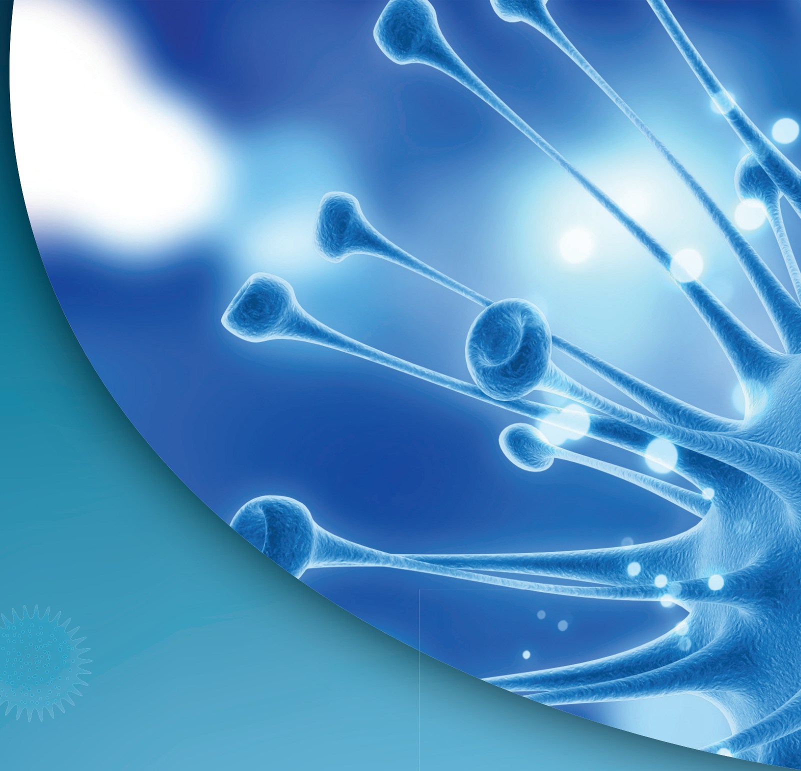
หน่วยงานภายนอกกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

1. นายสมนึก เต็มวุฒิโรจน์	กองควบคุมอาหารและยาสัตว์ กรมปศุสัตว์
2. นางสาวสุภาพร วงศ์ศรีไชย	สำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์
3. นายสรเฉลิม ศักดิ์ศรี	สำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์
4. นายวัชรชัย ณรงศักดิ์	สถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ กรมปศุสัตว์
5. นางสาวปริศนา บัวสกุล	สำนักโรคเอดส์ วัณโรคและโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ กรมควบคุมโรค
6. นางสาวมาฆมาส ประกอบผล	สำนักโรคเอดส์ วัณโรค และโรคติดต่อทางเพศสัมพันธ์ กรมควบคุมโรค
7. นางสาววัชรี จรกา	โรงพยาบาลชลบุรี
8. นายบุญช่วย เอี่ยมโภคลาภ	สภาเทคนิคการแพทย์
9. นายไกรฤกษ์ สุธรรม	สำนักงานป้องกันควบคุมโรคที่ 5 จังหวัดราชบุรี
10. นางสาววรัญญา ศรีจันทะ	โรงพยาบาลสระบุรี
11. นายวิรัช พวงภู่	โรงพยาบาลสิรินธร จังหวัดขอนแก่น
12. พ.ต.ท.อำนาจ กล่ำเอม	โรงพยาบาลตำรวจ
13. พ.ท.หญิงพิราภรณ์ จันทนาวิวัฒน์	โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า
14. นางจินตนา เส็งสุข	โรงพยาบาลลาดยาว จังหวัดนครสวรรค์
15. นายวสุอนันต์ ทองดี	โรงพยาบาลสมเด็จพระยุพราชปัว จ.น่าน
16. นางธิดา รักษาสุข	สถาบันวิจัยจุฬาภรณ์
17. นางอรุณลักษณ์ ลุลิตานนท์	คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
18. นางสาวจิราภรณ์ เกตุดี	คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยรังสิต
19. นางสาวเขมาภรณ์ บุญบำรุง	คณะสหเวชศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
20. นางวรดา สโมสรสุข	คณะสหเวชศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต
21. นางสาวดารณี นุตาลัย	คณะสัตวแพทยศาสตร์ วชิรพยาบาล มหาวิทยาลัยนวมินทราธิราช
22. นางจุไลวรรณ รุ่งกำเนิดวงศ์	ศูนย์วิจัยสุขภาพสัตว์น้ำสงขลา
23. นางสาวพรพิมล ทิวแพ	ศูนย์วิจัยสุขภาพสัตว์น้ำสงขลา
24. นางฉันทนา แก้วตาปี	ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงชายฝั่งภูเก็ต

25. นายอาสูตร สงวนเกียรติ คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
26. นางสาวอรวรรณ ลิ้มศิวิลัย คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
27. นางสาวธัญญาพัฒน์ บำรุงพันธ์ คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
28. นางสาวชมพูเนกข์ ยุรญาติ คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
29. นางสาวณัฐกานต์ อวัยวานนท์ คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
30. นายชาญณรงค์ รอดคำ คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
31. นางสาวธิดารัตน์ วงศ์รัตน์ บริษัทซีพีเอฟ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
32. นางสาวอรกัญญา คำเปลว บริษัท N-health
33. นางสาวศุกลภา เจียรสำราญ บริษัทไทยฟูดส์
34. นางสาวสายใจ สมิทธิการ สำนักวัณโรค
35. นางสุจิตรา ดุษฎีเชษตกุล โรงพยาบาลนนทเวช
36. นางสาวสุชีรา แก้วประไพ โรงพยาบาลคลองหลวง
37. นายดุลยทรรศน์ กรณตว์แสง คณะสัตวแพทย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
38. นายบุญมี กาญจโน บริษัทศูนย์วิทยาศาสตร์เบทาโก
39. นางสาวขนิษฐา ประพิณ บริษัทศูนย์วิทยาศาสตร์เบทาโก
40. นายนพพร โต๊ะมี บริษัทศูนย์วิทยาศาสตร์เบทาโก

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

1. นายแพทย์สมชาย แสงกิจพร ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข
2. นางสาวอรอนงค์ รัชตราเชนชัย ข้าราชการบำนาญ
3. นางสาวนภวรรณ เจนใจ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ
4. นางจุฑามาศ ศิริปาณี นักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการพิเศษ
5. นางดวงดาว วงศ์สมมาตร นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการพิเศษ
6. นางสาววันทนา ปวีณกิตติพร นักวิทยาศาสตร์การแพทย์เชี่ยวชาญ
7. นางสาวปิยะดา หวังรุ่งทรัพย์ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์เชี่ยวชาญ
8. นายรติกร กัณฑะพงศ์ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ
9. นายอธิวัฒน์ ปริมสิริคุณาวุฒิ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ
10. นางพนิดา เกษรประเสริฐ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ
11. นางสาวพจพร พิณรอด นักวิทยาศาสตร์การแพทย์
12. นางพิไลลักษณ์ อัคคไพบูลย์ โอกาดะ นักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการพิเศษ
13. นางสาวอัจฉรียา อนุกูลพิพัฒน์ นักเทคนิคการแพทย์ชำนาญการพิเศษ
14. นายเอกวัฒน์ อุณหเลขกะ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ
15. นางสาวรัตนา ตาเจริญเมือง นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ
16. นางสาวมาลินี จิตตกานต์พิชย์ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์เชี่ยวชาญ
17. นางสาวอุรุญากร จันทร์แสง นักวิทยาศาสตร์การแพทย์เชี่ยวชาญ
18. นางสาวศรีวรรณา หัทยานานนท์ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ
19. นายเรืองชัย โลเกตุ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ชำนาญการ
20. นายวรวุฒิ เพ็ชรยัง นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ปฏิบัติการ



กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์
Department of Medical Sciences

88/7 บำราศนราดูร ถ.ติวานนท์
ต.ตลาดขวัญ อ.เมือง จ.นนทบุรี 11000
โทรศัพท์ : 0-2951-0000,0-2589-9850-8
โทรสาร : 0-25915974,0-2591-5449

88/7 Tiwanon Rd. Amphoe Muang,
Nonthaburi 11000
Tel. 0-2951-0000,0-2589-9850-8
Fax : 0-25915974,0-2591-5449
E-mail : prdmsc@dmsc.mail.go.th