

Health Hazard in Clinical Laboratory

Chalermrat Meyoutam, M.D.*

Abstract

Pornchai Sithisarankul, M.D, MPH, PhD.**

Clinical laboratory is a crucial part of the medical treatment. As the main functions of a clinical laboratory are to preserve and diagnose abnormalities of the specimens, the laboratory is a high risk area in the hospital due to physical, biological, chemical and radiological hazards. These hazards can potentially impact the well being of the personnel in the site. In additions, personnel in medical laboratories is more prone to accidents than other areas due to being the storage of flammable chemicals and complex equipment. The personnel in the clinical laboratory must be educated on all the hazardous factors to prevent the accidents from occurring.

Keywords: clinical laboratory, health hazard, prevention and control

*Department of Preventive and Social Medicine, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University

สิ่งคุกคามในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์

เฉลิมรัฐ มีอยู่เต็ม พ.บ.*

บทคัดย่อ

พรชัย สิทธิศรัณย์กุล พ.บ., ส.ม., ป.ร.ด.**

การตรวจวินิจฉัยทางห้องปฏิบัติการเป็นส่วนหนึ่งของการรักษาที่สำคัญ หน้าที่ของห้องปฏิบัติการคือเก็บรักษา ทดสอบ และวิเคราะห์สิ่งส่งตรวจโดยผ่านกระบวนการต่างๆ เพื่อนำมาสู่การวินิจฉัยโรคการติดตามและการรักษา ที่ถูกต้องทางการแพทย์ ซึ่งห้องปฏิบัติการเป็นพื้นที่หนึ่งของโรงพยาบาลที่มีความเสี่ยงทั้งทางด้านกายภาพ ชีวภาพ เคมี และรังสี ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อปัญหาสุขภาพของบุคลากรที่ทำงาน นอกจากนี้ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ยังมีความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุได้มากกว่าพื้นที่อื่นเนื่องจากการเก็บสารเคมี วัตถุไวไฟ และมีการใช้อุปกรณ์ที่ซับซ้อน ซึ่งจะสร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินของตนเองและส่วนรวมได้ ดังนั้นบุคลากรที่ทำงานในห้องปฏิบัติการต้องมีความรู้เกี่ยวกับสิ่งคุกคามที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ การป้องกัน รวมถึงมีตระวังอุบัติเหตุที่สามารถเกิดขึ้นได้

คำสำคัญ : ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์, สิ่งคุกคามต่อสุขภาพ, การป้องกันสิ่งคุกคาม

*ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทนำ

โรงพยาบาลเป็นสถานที่ที่ประกอบไปด้วยการทำงานในหลายภาคส่วน ส่วนใหญ่เกี่ยวกับการดูแลรักษาผู้ป่วย เช่น แผนกผู้ป่วยนอกและผู้ป่วยใน ห้องผ่าตัด และห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ยังมีแผนกทำความสะอาด และแผนกโภชนาการ ในแต่ละส่วนมีการทำงานที่ต่างกันทำให้มีการสัมผัสสิ่งคุกคามต่างชนิดกัน หน่วยงาน Occupational Safety and Health Administration (OSHA)⁽¹⁾ กล่าวว่าห้องปฏิบัติการเป็นสถานที่ที่มีสิ่งคุกคามที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ บุคลากรที่ทำงานจะพบกับสิ่งคุกคามทั้งทางด้านกายภาพ ชีวภาพ เคมี รังสี และสิ่งคุกคามทางด้านกระดูกและกล้ามเนื้อ แต่ปัญหาที่สำคัญคือบุคลากรที่ทำงานในห้องปฏิบัติการไม่ทราบถึงสิ่งคุกคามเหล่านั้นซึ่งส่งผลต่อปัญหาสุขภาพและการบาดเจ็บที่ตามมา มีการศึกษาเกี่ยวกับการบริหารความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการพบว่านอกจากสิ่งคุกคามที่มีในห้องปฏิบัติการแล้ว การใช้อุปกรณ์และเครื่องมือหลายชนิด ส่งผลให้การทำงานมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดอุบัติเหตุและสัมผัสสิ่งคุกคามมากขึ้น⁽²⁾

ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ (medical laboratory หรือ clinical laboratory) คือห้องปฏิบัติการสำหรับตรวจสิ่งส่งตรวจของผู้รับบริการเพื่อให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับสุขภาพร่างกาย เพื่อประโยชน์ในการวินิจฉัยโรคและยืนยันผลการวินิจฉัยของแพทย์ การรักษาโรค รวมถึงติดตามผลการรักษาผู้ป่วย และการป้องกันควบคุมโรค⁽³⁾

สิ่งคุกคามในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์⁽¹⁾

ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์มีโอกาสสัมผัสสิ่งคุกคามที่หลากหลายขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่ได้รับผิดชอบ การสัมผัสสิ่งคุกคามในสิ่งแวดล้อมอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานหากไม่ได้มีการป้องกันที่เหมาะสม

ประเภทของสิ่งคุกคามสุขภาพ

สิ่งคุกคามทางการแพทย์สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภท คือ 1. สิ่งคุกคามทางชีวภาพ (Biological hazard) 2. สิ่งคุกคามทางเคมี (Chemical hazard) 3. สิ่งคุกคามทางกายภาพ (Physical hazard) 4. สิ่งคุกคามทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanical hazard) 5. สิ่งคุกคามทางจิตวิทยาสังคม (Psychological hazard)

สิ่งคุกคามทางชีวภาพ (Biological hazard)

หมายถึง สิ่งแวดล้อมในการทำงานที่มีเชื้อจุลินทรีย์ เช่น แบคทีเรีย รา ไวรัส เป็นต้นที่สามารถก่อโรคได้ บุคลากรในห้องปฏิบัติการจะสัมผัสสารชีวภาพ หมายถึง เลือด ปัสสาวะ อุจจาระ น้ำไขสันหลังและของเหลวอื่นที่ถูกขับออกมาจากร่างกายผู้ป่วยซึ่งมีเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อน โดยพบการติดเชื้อในห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยามากที่สุด เพราะเป็นสถานที่เพาะเชื้อ ในประเทศสหรัฐอเมริกาพบบุคลากรในห้องปฏิบัติการติดเชื้อ 1.4 ถึง 3.5 คนต่อ 1,000 คนต่อปี⁽⁴⁾ โดยข้อมูลจากโรคติดเชื้อทั่วโลกพบว่าเชื้อไวรัสตับอักเสบบี เป็นสาเหตุการตายมากที่สุด โดยมีอัตราการเสียชีวิต ปีละ 200-300 คน⁽⁵⁾

เชื้อก่อโรคที่พบได้บ่อยในห้องปฏิบัติการ

1. เชื้อแบคทีเรีย ได้แก่ *Salmonella spp.*, *Neisseria meningitidis*, *Brucella spp.*, *Shigella spp.*, *Francisella tularensis*⁽⁶⁾
2. เชื้อไวรัส เช่น เอชไอวี (human immunodeficiency virus) ไวรัสตับอักเสบบี (hepatitis B virus) และไวรัสตับอักเสบบี (hepatitis C virus)⁽⁷⁾
3. เชื้อรา ที่พบได้บ่อยคือ *Histoplasma capsulatum*⁽⁸⁾

การได้รับสัมผัสเชื้อ ขณะปฏิบัติงานได้ 4 ทาง⁽⁹⁾

1. การถูกของแหลมคมหรือสิ่งมีคม ทิ่มตำหรือบาด (puncture wound) โดยสาเหตุที่ทำให้เกิดการติดเชื้อมากที่สุดคือ การถูกเข็มตำ โดยพบการติดเชื้อไวรัสตับอักเสบบีผ่านการถูกเข็มตำร้อยละ 30⁽¹⁰⁾

2. การสัมผัสเลือด และสารคัดหลั่งจากร่างกายผู้ป่วย (skin contact) โดยผ่านผิวหนังที่มีรอยบาดแผล ฉีกขาด หรือรอยแตก

3. การสัมผัสเลือด และสารคัดหลั่งของผู้ป่วยผ่านทางเยื่อเมือก (mucous membrane contact) เช่น การกระเด็นเข้าตา จมูก ปาก เป็นต้น

4. การสัมผัสทางการหายใจ⁽¹¹⁾ เช่น การได้รับเชื้อวัณโรค

สิ่งคุกคามทางเคมี (Chemical hazard)⁽¹²⁾

หมายถึง สิ่งแวดล้อมการทำงานที่มีการใช้สารเคมีในขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่งของกระบวนการทำงาน และมีโอกาสเกิดผลกระทบต่อสุขภาพ โดยขึ้นอยู่กับปัจจัยทางด้านกายภาพ ทางเคมี และความเข้มข้นของสารนั้น ซึ่งความรุนแรงขึ้นกับ ขนาดหรือปริมาณที่ได้รับสาร ช่องทางการเข้าสู่ร่างกาย คุณสมบัติของแต่ละบุคคล เช่น เพศ อายุ และมาตรการป้องกันควบคุมที่มีอยู่ เป็นต้น สารเคมีในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ เช่น Toluene, Xylene, Formaldehyde ใช้ในขั้นตอนเตรียมเนื้อเยื่อ ส่วนสาร Acrylamide ใช้ในขั้นตอนการสกัดสารทางพันธุกรรม

ข้อมูลสารเคมีในห้องปฏิบัติการจากหน่วยงาน Occupational Safety and Health Administration (OSHA)⁽¹³⁾

โทลูอีน (Toluene) การสัมผัสทางการหายใจ การกิน ทางผิวหนัง และทางตา ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อทางเดินหายใจ และตา

ทางระบบประสาททำให้เกิดอาการอ่อนเพลีย เวียนศีรษะ มีอาการชา ทำลายตับและไต

ไซลีน (xylene) การสัมผัสทางการหายใจ การกิน ทางผิวหนัง และทางตา ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อทางเดินหายใจ ตา และผิวหนัง ทางระบบประสาททำให้เกิดอาการซึมคลืนไส้ เบื่ออาหาร ทางผิวหนังทำให้เกิดผิวหนังอักเสบ

อะคริลามิด (Acrylamide) การสัมผัสทางการหายใจ การกิน ทางผิวหนัง และทางตา ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ ทำให้เกิดการระคายเคืองต่อตา และผิวหนัง ทางระบบประสาททำให้การเดินผิดปกติ ชาบริเวณมือและเท้า หรือชาบริเวณผิวหนัง กล้ามเนื้ออ่อนแรง มีผลต่อระบบสืบพันธุ์ และเป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็ง

ฟอรัมาลดีไฮด์ (Formaldehyde) การสัมผัสทางการหายใจ การกิน ทางผิวหนัง และทางตา ส่งผลกระทบต่อสุขภาพทำให้เกิดการระคายเคืองต่อทางเดินหายใจ ทำให้ไอ และทำให้เกิดมะเร็งที่บริเวณโพรงจมูก⁽¹⁴⁾

สิ่งคุกคามทางกายภาพ (Physical health hazards)⁽¹⁵⁾

หมายถึง สิ่งแวดล้อมที่มีความร้อน ความเย็น เสียงดัง ความสั่นสะเทือน แสงสว่างอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างซึ่งมีผลกระทบต่อสุขภาพคนทำงาน สิ่งคุกคามสุขภาพ ทางกายภาพ ที่พบในห้องปฏิบัติการได้แก่

1. เสียงดัง (Noise)⁽¹⁵⁾ หมายถึง เสียงที่ไม่พึงปรารถนา มีความดัง จนอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบการได้ยิน มีการสำรวจพบว่าห้องปฏิบัติการทางการแพทย์เป็นสถานที่ที่มีเสียงรบกวนมากแห่งหนึ่งในโรงพยาบาล⁽¹⁶⁾ โดยทั่วไปบุคลากรในห้องปฏิบัติการจะได้รับเสียงจาก เครื่องดูดควัน Biosafety cabinet เครื่องปั่นแยกสาร เสียงใบพัดลมตู้แช่แข็ง

ผลกระทบต่อสุขภาพ⁽¹⁷⁾

1. การสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราว (Temporary hearing loss) การสูญเสียการได้ยินชนิดนี้สามารถกลับคืนสู่สภาพปกติได้ หลังจากหยุดสัมผัสเสียงดังภายใน 1-2 ชั่วโมง

2. การสูญเสียการได้ยินแบบถาวร (Permanent hearing loss) เกิดจากการสัมผัสเสียงที่มีความเข้มสูงเป็นเวลานานหลายปี ซึ่งไม่มีโอกาสกลับคืนสู่สภาพปกติ

3. ผลกระทบต่อการทำงานของร่างกาย เช่น มีผลต่อการทำงานของระบบหัวใจ ระบบประสาท ความเครียด เป็นต้น

2. รังสี (radiation)⁽¹⁸⁾ หมายถึงพลังงานแม่เหล็กไฟฟ้ารูปแบบหนึ่งที่มีความยาวคลื่นแตกต่างกัน และถูกนำมาใช้ในโรงพยาบาลด้วยจุดประสงค์ที่แตกต่างกันตามคุณสมบัติ เช่น รังสีแกมมาในงานโลหิตวิทยาเพื่อช่วยลด TA-GVHD (transfusion graft versus host disease)

ผลกระทบต่อสุขภาพของรังสีชนิดก่อไอออน⁽¹⁹⁾

ผลเฉียบพลัน ถ้าได้รับปริมาณมากกว่า 100 cGy ทำให้ผิวหนังบวมแดง คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน อ่อนเพลีย และหมดสติหากได้รับปริมาณที่สูงมากกว่า 3,000 cGy ทำให้เกิดอาการบวมของสมอง ชัก และอาจทำให้เสียชีวิต

ผลเรื้อรัง ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของโครโมโซมเพิ่มความเสี่ยงต่อการเป็นมะเร็ง โดยองค์กร IARC (International Agency for Research on Cancer) จัดรังสีก่อไอออนทุกชนิดไว้ในสิ่งก่อมะเร็งกลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มที่มีหลักฐานชัดเจนว่าก่อมะเร็งได้จริง⁽²⁰⁾

สิ่งคุกคามทางชีวกลศาสตร์ (Biomechanical hazard)⁽²¹⁾

หมายถึง สิ่งคุกคามสุขภาพที่เกิดขึ้นจากท่าทางการทำงานที่ผิดปกติหรือฝืนธรรมชาติ การทำงานซ้ำซาก การทำงานที่กล้ามเนื้อออกแรงมากเกินไป ความสามารถในการรับน้ำหนัก การนั่งหรือยืนทำงานในที่สถานงานออกแบบไม่เหมาะสมกับผู้ปฏิบัติงาน การใช้เครื่องมือที่ออกแบบไม่เหมาะสมการยกเคลื่อนย้ายของอย่างผิดท่าทาง ซึ่งสามารถพบได้ในการทำงานในห้องปฏิบัติการ เช่น การใช้ปิเปตต์ การใช้กล้องจุลทรรศน์ การใช้เครื่องนับเซลล์ การใช้งานคอมพิวเตอร์

ปัจจัยเสี่ยงที่มีผลต่อการเกิดโรค (Work-related musculoskeletal disorders WMSDs)

1. ท่าทางการทำงาน (body position, posture)
2. การทำงานซ้ำๆ (repetition)
3. การออกแรงมาก (force of movements)
4. จังหวะการทำงาน (pace of work)
5. อุณหภูมิและแรงสั่นสะเทือน (temperature, vibration)

ผลกระทบต่อสุขภาพ⁽²²⁾

ทำให้เกิดความผิดปกติของกล้ามเนื้อและกระดูกโครงร่าง (Musculoskeletal disorders: MSDs) ซึ่งหมายถึงอาการเจ็บปวด และมีความเสื่อมของกล้ามเนื้อรวมถึงข้อต่อ เอ็น และเนื้อเยื่ออื่นๆ นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดความล้าจากการทำงาน และความเครียดจากการทำงานด้วย

สิ่งคุกคามสุขภาพทางจิตวิทยาสังคม (Psychosocial health hazards)⁽²³⁾

ความเครียดจากการทำงาน (Job stress or Occupational stress) หมายถึง การตอบสนองที่เป็นอันตรายต่อร่างกายและอารมณ์ เกิดขึ้นเมื่อมีความต้องการในงานไม่เหมาะสมกับสมรรถภาพทรัพยากรและความต้องการของคนทำงาน ความเครียดจากการทำงานนำไปสู่สุขภาพที่ไม่แข็งแรง การบาดเจ็บและนำไปสู่ผลเสียต่อองค์กร ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์มีการสำรวจพบว่ามี ความเครียดจากการทำงานอยู่ในระดับที่สูงเมื่อเทียบกับหน่วยงานอื่น⁽²⁴⁾ และประเทศแคนาดา สำรวจพบความเครียดของพนักงานเทคนิคห้องปฏิบัติการสูงถึงร้อยละ 64⁽²⁵⁾

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความเครียดที่เพิ่มขึ้นจากงานของบุคลากรห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ คือ ประสิทธิภาพการเกิดอุบัติเหตุขณะปฏิบัติงานและระยะเวลาในการทำงานเพิ่มขึ้น โดยปัจจัยที่ช่วยลดความเครียดคือ อายุ โดยที่อายุมากจะมีความเครียดจากงานต่ำ⁽²⁶⁾

ผลกระทบต่อสุขภาพ

ความเครียดส่งผลต่อร่างกายทำให้เกิดแผลในกระเพาะอาหาร โรคความดันโลหิตสูง ปวดศีรษะข้างเดียว ส่งผลต่อจิตใจ มีอาการซึมเศร้า เบื่อหน่ายนอนไม่หลับ ส่งผลต่อพฤติกรรมส่วนตัว เช่น สูบบุหรี่ ดื่มแอลกอฮอล์ และส่งผลต่อความสัมพันธ์ในครอบครัว สังคมและการทำงาน⁽²⁷⁾

หลักการป้องกันและควบคุม⁽¹³⁾

1. Elimination คือการแก้ปัญหาที่ต้นเหตุ โดยการไม่ใช้หรือกำจัดสิ่งคุกคามนั้นไป ส่วน Substitution คือการใช้สิ่งที่มีโอกาสก่อโรคน้อยกว่ามาแทนที่

2. Engineering control คือการเปลี่ยนแปลงสภาวะแวดล้อมการทำงานเพื่อลดสิ่งคุกคามทางสุขภาพ เช่น การใช้ Biosafety cabinet และการใช้เครื่องดูดควันจากสารเคมี

3. Administrative control คือการปรับเปลี่ยนการทำงานให้เหมาะสม เพื่อลดการสัมผัสสิ่งคุกคามของคนทำงาน เช่น หลักการ Universal precaution⁽²⁸⁾ การลดชั่วโมงการทำงาน และสับเปลี่ยนผู้ปฏิบัติงานที่สัมผัสสิ่งคุกคามจัดให้มีโครงการเฝ้าคุมเฝ้าระวังสิ่งคุกคาม เช่น กิจกรรมการตรวจวัดเสียง⁽¹²⁾

4. Personal protective equipment คืออุปกรณ์ที่ช่วยในการลดการสัมผัสสิ่งคุกคาม เช่น เสื้อกาวน์หน้ากากอนามัย

การป้องกันและควบคุมสิ่งคุกคามที่พบในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์แบ่งตามสิ่งคุกคามดังสรุปในตาราง 1

บทสรุป

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์เป็นหน่วยงานหนึ่งในโรงพยาบาลที่มีความเสี่ยงในการสัมผัสสิ่งคุกคามหลากหลายชนิด ทั้งสิ่งคุกคามทางชีวภาพ สิ่งคุกคามทางเคมี สิ่งคุกคามทางกายภาพ สิ่งคุกคามทางชีวกลศาสตร์ และสิ่งคุกคามด้านจิตวิทยาทางสังคม ซึ่งสิ่งคุกคามแต่ละชนิดย่อมส่งผลต่อปัญหาสุขภาพทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ ดังนั้นการมีความรู้และความเข้าใจสิ่งคุกคามในห้องปฏิบัติการจะช่วยป้องกันการเกิดปัญหาสุขภาพของบุคลากรเหล่านี้ได้ในอนาคต

ตาราง 1 การป้องกันและควบคุมสิ่งคุกคามที่พบในห้องปฏิบัติการทางการแพทย์

Hazard	Control			
	Elimination/ substitution	Engineering control	Administrative control	Personal protective equipment
Biological Hazard		- ตู้ชีวนิรภัย (biosafety cabinet) ⁽⁹⁾	- ใช้หลักการ Universal precaution ⁽²⁸⁾	- เลือกรัดหน้ากากอนามัย, eye protection - การให้วัคซีนป้องกัน ⁽²⁸⁾
Chemical Hazard	- เลือกใช้สารเคมี ที่มีอันตรายน้อย	- ปกปิดแหล่งของสารเคมี เพื่อป้องกันการฟุ้งกระจาย - ระบบระบายอากาศ ให้เหมาะสม	- ตรวจสอบระดับของสารเคมี ในสิ่งแวดล้อมและตรวจ สุขภาพบุคลากรตาม ปัจจัยเสี่ยงเป็นระยะ ⁽¹²⁾ - ลดชั่วโมงการทำงาน และ สับเปลี่ยนผู้ปฏิบัติงาน ที่ทำงานกับสารเคมี	- ให้ความรู้ อบรม บุคลากร ให้ทราบถึงวิธีใช้และ การป้องกันอันตราย จากสิ่งคุกคาม - เลือกใช้อุปกรณ์ป้องกัน อันตรายส่วนบุคคลแต่ละชนิด ให้เหมาะสมเช่นการเลือกใช้ ถุงมือให้เหมาะสมกับ ชนิดสารเคมี
Physical Hazard				
o Noise	- เลือกใช้อุปกรณ์ที่มี การควบคุมเสียง ตามมาตรฐาน - ซ่อมแซมอุปกรณ์ที่ชำรุด และมีเสียงดัง	- ใช้วิธีการปิดล้อมอุปกรณ์ เครื่องมือส่วนที่ทำให้เกิด เสียงดัง - แยกส่วนที่มีเสียงดัง ออกจากสถานที่ปฏิบัติงาน	- จัดให้มีโครงการเฝ้าคุม เฝ้าระวังเสียงดังซึ่ง ประกอบด้วยกิจกรรมการ ตรวจวัดเสียง ⁽¹²⁾ - ลดระยะเวลาการทำงาน ที่ต้องสัมผัสเสียงดัง	- ใช้อุปกรณ์ป้องกันเสียง เช่น ear plug, ear muffs ⁽¹⁷⁾
o Radiation	- ซ่อมแซมอุปกรณ์ที่ชำรุด และมีรังสีรั่ว	- การใช้ฉากกันแหล่งกำเนิด	- ตรวจวัดปริมาณรังสีในพื้นที่ การทำงานและในบุคลากร เป็นระยะ - ลดระยะเวลาและสับเปลี่ยน การทำงานที่ต้องสัมผัสรังสี ⁽¹⁴⁾	- ใช้อุปกรณ์ป้องกันรังสี เช่น แผ่นตะกั่ว
Biomechanical hazard		- ปรับงาน อุปกรณ์และ สภาพแวดล้อมให้เหมาะสม กับผู้ปฏิบัติงานโดยไม่ฝืน ธรรมชาติ	- เพิ่มการทำงานให้หลากหลาย การสับเปลี่ยนหมุนเวียนงาน - การจัดให้มีเวลาพักสั้นๆ หรือ เวลาผ่อนคลายกล้ามเนื้อ ⁽¹⁶⁾	
Psychosocial hazards		- ให้มีการบริหารความเครียด ภายในองค์กร - ให้มีการทำงานเป็นกะ อย่างเหมาะสมและจัดงาน เหมาะสมกับคนงาน		

เอกสารอ้างอิง

1. Occupational Safety Health. Hazard recognition & solutions: safety and health [Internet]. 2016 [cited 2016 Nov 20]. Available from: https://www.osha.gov/SLTC/laboratories/hazard_recognition.html.
2. สุดารัตน์ มโนเชียวพินิจ. การประกันคุณภาพ : การบริหารความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการชันสูตรโรค: กรุงเทพฯ: ชมรมคุณภาพและมาตรฐานห้องปฏิบัติการชันสูตรโรค; 2544.
3. รัชชนก ชุตินวณิชพัฒน์. การพัฒนาคู่มือการจัดการคุณภาพห้องปฏิบัติการทางการแพทย์. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช; 2551.
4. สุภรณ์ โพธิสา, สรณยา เสงพระพรหม, อานัน นิมนวล. ระบบการบริหารจัดการความเสี่ยงด้านการสัมผัสเลือดและ/หรือสิ่งคัดหลั่งจากผู้ป่วยของบุคลากรทางการแพทย์ในโรงพยาบาลสมเด็จพระปิ่นเกล้า. วารสารวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี กรุงเทพ 2550;26:1-4.
5. Pattison CP, Maynard JE, Berquist DR. Epidermology of hepatitis B in hospital personnel. American Journal Epidemiology 1975;101:59-64.
6. Pike RM. Laboratory-associated infections: summary and analysis of 3921 cases. Health laboratory science 1976;13:105-14.
7. ศศิธร ปรียานนท์. ปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมการป้องกันการติดเชื้อจากการปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทางการแพทย์ ในโรงพยาบาลสังกัดสำนักงานการแพทย์กรุงเทพมหานคร [วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2548.
8. Standard PG., Kaufman L. Safety considerations in handling exoantigen extracts from pathogenic fungi. Journal of Clinical Microbiology 1982;15:663-7.
9. Henderson DK. HIV-1 in the health care setting. In: Mandel GL, Bennett JE, Dolan R, editors. Principles and practice of infectious diseases. 4thed. London: Churchill Livingstone; 1995. p.2632-56.
10. Leers WD, Kouroupis GM. Prevalence of hepatitis B antibodies in hospital personnel. Can Med Assoc J 1975;113:844-7.
11. International Labour Organization. Laboratory worker. Geneva: ILO; 2000.
12. รัชนิกร ชมสวน, สุริดา อุทะพันธุ์. การประเมินความเสี่ยงจากการทำงานของบุคลากรในโรงพยาบาล. กรุงเทพฯ: สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กระทรวงสาธารณสุข; 2550.
13. Occupational Safety Health Administraton. Laboratory safety guidance. Washington, DC: OSHA; 2011.
14. The International Agency for Research on Cancer. Formaldehyde [Internet]. 2006 [cited 2016 Nov 16]. Available from: <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100F/mono100F-29.pdf>.
15. สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม. สิ่งคุกคามสุขภาพ (Health hazards). ใน: คู่มือการประเมินความเสี่ยงจากการทำงานของบุคลากรในโรงพยาบาล. นนทบุรี: โรงพิมพ์ชุมนุมการเกษตรและสหกรณ์แห่งประเทศไทย; 2554. หน้า 9-23.

16. Seidlitz PR. Excessive noise levels detrimental to patients. *Hosp Prog* 1981;62:54-6.
17. สุนันทา พลบัณเฑาะว์, จรัส โชคสุวรรณกิจ. หูตึงจากการทำงาน. กรุงเทพฯ: โรงพยาบาลนพรัตนราชธานี; 2554. หน้า 571-5.
18. กรมวิทยาศาสตร์บริการ. ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการที่ใช้รังสี. ใน: คู่มือปฏิบัติด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการกรมวิทยาศาสตร์บริการ. กรุงเทพฯ: กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี; 2558. หน้า 12-17.
19. วิวัฒน์ เอกบุรณะวัฒน์. รังสีที่พบในการทำงาน. กรุงเทพฯ: โรงพยาบาลนพรัตนราชธานี; 2554. หน้า 632-5.
20. The International Agency for Research on Cancer. Ionizing radiation [Internet]. 2000 [cited 2016 Nov 16]. Available from: <https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol75/mono75.pdf>.
21. Occupational Safety and Health Administration. Safety and health topics: ergonomics-identify problems [Internet]. 2016 [cited 2016 Nov 20]. Available from: <https://www.osha.gov/SLTC/ergonomics/identifyprobs.html>.
22. วินัย พากเพียร, สุรศักดิ์ บุรณตรีเวช. โรคระบบกล้ามเนื้อและกระดูกที่เกิดเนื่องจากการทำงาน. กรุงเทพฯ: โรงพยาบาลนพรัตนราชธานี; 2554 หน้า 904.
23. European Agency for Safety and Health. Work-related stress [Internet]. 2000 [cited 2016 Nov 16]. Available from: <https://osha.europa.eu/en/tools-and-publications/publications/reports/203>
24. Wilkins K. Work stress among health care providers. *Health Reports* 2007;18:33-6.
25. Yassi A, Miller B. Technological change and the medical technologist: a stress survey of four biomedical laboratories in large tertiary care hospital. *Canadian Journal Medical Technology* 1990;52:228-42.
26. อมตา อุตตมะ, วิโรจน์ เจียมจรัสรังษี. ความชุกของปัญหาสุขภาพในบุคลากรห้องปฏิบัติการทางแพทย์ที่ปฏิบัติงานในโรงเรียนแพทย์แห่งหนึ่ง. *วารสารความปลอดภัยและสุขภาพ* 2553;13:6-20.
27. ยรรยง อิมสุวรรณ. ความเครียดมีผลต่อสุขภาพอย่างไร [อินเทอร์เน็ต]. 2559 [เข้าถึงเมื่อ 20 พ.ย. 2559]. เข้าถึงได้จาก: <http://www.med-afdc.net/wp-content/uploads/2016/11/ความเครียดมีผลต่อสุขภาพอย่างไร.pdf>.
28. จรัส โชคสุวรรณกิจ. โรคติดเชื้อมาจากการทำงาน. กรุงเทพฯ: โรงพยาบาลนพรัตนราชธานี; 2554. หน้า 384-5.