

หน่วยที่ 5 การตรวจสอบสารพิษทางห้องปฏิบัติการ

การตรวจวิเคราะห์สารพิษทางห้องปฏิบัติการเป็นการตรวจวิเคราะห์หาสารเคมีอันตรายหรือสารพิษหรือเมตาบอลิต์ในสิ่งส่งตรวจทางชีวภาพ สารเคมีอันตรายหรือสารพิษในสถานประกอบการ และการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการทางคลินิกอื่นๆ ซึ่งมีความสำคัญในการยืนยันความเป็นพิษของสารเคมีอันตรายหรือสารพิษของผู้ปฏิบัติงานในสถานประกอบการ ก่อนที่แพทย์จะให้การรักษาอย่างถูกต้องต่อไป

การตรวจวิเคราะห์สารพิษทางห้องปฏิบัติการมีความสำคัญโดยใช้สำหรับ

1. การวินิจฉัยโรคจากการประกอบอาชีพ
2. การรักษาหรือติดตามกำกับดูแลโรคจากการประกอบอาชีพ
3. การตรวจคัดกรองโรคจากการประกอบอาชีพ
4. การเฝ้าระวัง การป้องกันโรคและความพิการ
5. การแก้ไขปัญหาพิษเฉียบพลันหรือเหตุการณ์ฉุกเฉิน

ขั้นตอนการตรวจวิเคราะห์สิ่งส่งตรวจสารพิษทางห้องปฏิบัติการ มีดังนี้

1. การเตรียมสิ่งส่งตรวจทางชีวภาพเพื่อการตรวจวิเคราะห์สารพิษทางห้องปฏิบัติการ
2. การเลือกวิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษทางห้องปฏิบัติการที่เหมาะสมกับสิ่งส่งตรวจทางชีวภาพ
3. การเตรียมอุปกรณ์ เครื่องมือและสารละลายสำหรับวิธีการตรวจวิเคราะห์สารพิษทางห้องปฏิบัติการ
4. การตรวจวิเคราะห์สิ่งส่งตรวจทางชีวภาพ

ปัจจัยที่มีผลต่อผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษทางห้องปฏิบัติการ

1. ความผิดพลาดของสิ่งส่งตรวจ (Specimen error)
2. ความผิดพลาดที่เกิดจากเครื่องมือ (Instrument error)
3. ความผิดพลาดที่เกิดจากวิธีการตรวจวิเคราะห์ (Analytical method error)
4. ความผิดพลาดที่เกิดจากผู้ตรวจวิเคราะห์ (Personal error)

การควบคุมคุณภาพของการตรวจวิเคราะห์สารพิษทางห้องปฏิบัติการ

ใน ค.ศ. 1970 รัฐบาลของนานาชาติได้ร่วมกันออกประกาศเพื่อควบคุมการผลิต การค้าและการใช้สารเคมี ทำให้เกิดการปฏิบัติทางห้องปฏิบัติที่ดี (Good Laboratory Practice: GLP) หลักการของ GLP อาจกล่าวได้ว่า การควบคุมคุณภาพของการตรวจวิเคราะห์สารพิษทางห้องปฏิบัติการ เป็นการควบคุมคุณภาพผลการตรวจวิเคราะห์สารเคมีอันตราย หรือสารพิษ หรือสารเมตาบอลิต์โดยวิธีการ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่จำเป็น ตลอดจนเจ้าหน้าที่หรือนักพิษวิทยาหรือผู้ที่ปฏิบัติงานตรวจวิเคราะห์ด้านพิษวิทยาต้องมีความรู้และทักษะในการตรวจวิเคราะห์เพื่อให้ได้ผลการตรวจวิเคราะห์ที่ถูกต้องและเชื่อถือได้ การควบคุมคุณภาพของการตรวจวิเคราะห์สารพิษทางห้องปฏิบัติการมีแนวคิดในการดำเนินการเหมือนห้องปฏิบัติการในสถานพยาบาลทั่วไปคือ มีการควบคุมคุณภาพก่อนการตรวจวิเคราะห์ การควบคุมคุณภาพระหว่างการตรวจวิเคราะห์ และการควบคุมคุณภาพหลังการตรวจวิเคราะห์

1. การควบคุมคุณภาพก่อนการตรวจวิเคราะห์

- ผู้ปฏิบัติงานตรวจวิเคราะห์ สารพิษทางห้องปฏิบัติการมักเป็นนักพิษวิทยา นักเทคนิคการแพทย์ในห้องปฏิบัติการทางพยาธิวิทยาคลินิก นักวิทยาศาสตร์ เภสัชกร สัตวแพทย์ แพทย์ มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเครื่องมือที่ทันสมัย
- เครื่องมือและอุปกรณ์ ใช้เครื่องมือที่ถูกต้อง มีการอบรมผู้ใช้งาน มีการสอบเทียบเครื่องมือกับหน่วยงานที่มีมาตรฐาน
- การเก็บสิ่งส่งตรวจ ผู้ปฏิบัติมีความรู้เรื่องการเก็บสิ่งส่งตรวจ การป้องกัน เขียนรายละเอียด จัดเก็บ

2. การควบคุมคุณภาพระหว่างการตรวจวิเคราะห์ ,เลือกวิธีตรวจวิเคราะห์ที่น่าเชื่อถือ จัดทำเอกสารเป็นขั้นตอน ป้องกันการหลงลืม มีการควบคุมคุณภาพ ทั้งภายนอกและภายใน

3. การควบคุมคุณภาพหลังการตรวจวิเคราะห์ เมื่อได้ผลการตรวจวิเคราะห์แล้ว ต้องแปลผลการตรวจวิเคราะห์ว่าผู้ปฏิบัติงานมีความผิดปกติอะไร ที่ต้องให้การดูแลและรักษาพยาบาล โดยเทียบกับดัชนีชีวภาพที่กำหนด ก่อนรายงานผลให้แพทย์ทราบ บางครั้งอาจต้องตรวจวิเคราะห์ซ้ำเพื่อยืนยันผลการตรวจวิเคราะห์

แหล่งที่ตรวจวิเคราะห์สารพิษทางห้องปฏิบัติการ ในสถานพยาบาลทั่วไปที่มีห้องปฏิบัติการทางพยาธิวิทยาคลินิก หรือแผนกเคมีคลินิก มหาวิทยาลัยบางแห่ง สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์สาธารณสุข กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ สถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ ศูนย์พิษวิทยาของโรงพยาบาลรามาธิบดีและโรงพยาบาลศิริราช เครือข่ายด้านพิษวิทยาของโรงพยาบาลนพรัตน์ราชธานี ศูนย์อ้างอิงทางห้องปฏิบัติการ สำนักโรคจากการประกอบอาชีพและสิ่งแวดล้อม กรมควบคุมโรค กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์มีฝ่ายพิษวิทยาอยู่ในศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ในส่วนภูมิภาคอีก 13 แห่ง

การเตรียมและวิธีการเก็บสิ่งส่งตรวจ

การเตรียมการเก็บสิ่งส่งตรวจจากร่างกายผู้ปฏิบัติงานต้องทำด้วยความระมัดระวัง ทั้งตัวผู้เก็บสิ่งส่งตรวจและผู้ปฏิบัติงาน โดยต้องทำตามหลักการป้องกันตัวโดยทั่วไป (Universal Precaution : UP)

หลักการป้องกันตัวโดยทั่วไป

- ผู้เก็บสิ่งส่งตรวจต้องใส่ถุงมือที่สะอาดปราศจากเชื้อ ชนิดใส่แล้วทิ้ง ไม่สัมผัสกับสิ่งส่งตรวจโดยตรงเช่น เลือด
- ขณะสวมถุงมือปฏิบัติงานถ้าตรวจพบปนเปื้อนที่ถุงมือ ต้องล้างออกทันที หรือเปลี่ยนถุงมือใหม่ ก่อนสัมผัสอุปกรณ์
- เปลี่ยนถุงมือถ้าเปื้อนสิ่งส่งตรวจมากๆ
- ถอดถุงมือและล้างมือด้วยน้ำสบู่หรือน้ำยาทำความสะอาดทุกครั้งเมื่อเสร็จสิ้นการเก็บสิ่งส่งตรวจ
- อย่าจับต้องตา จมูก หรือส่วนอื่นๆของร่างกายขณะสวมถุงมือ
- ทุกครั้งที่ถุงมือขาดต้องถอดทิ้งและล้างมือก่อนสวมถุงมือใหม่
- สวมเสื้อคลุมทุกครั้งขณะเก็บสิ่งส่งตรวจ เพื่อป้องกันการกระเด็นของสิ่งส่งตรวจ และถอดเสื้อคลุมเมื่อเสร็จ
- ควรสวมแว่นตา และผ้าปิดปากและจมูก (Mask) เพื่อป้องกันการกระเด็นของสิ่งส่งตรวจเข้าตาหรือปาก
- การใช้เข็ม ของมีคมให้ปฏิบัติตามการปฏิบัติเพื่อหลีกเลี่ยงอุบัติเหตุ
- อุปกรณ์ทุกชิ้นที่เปื้อนเลือดหรือสิ่งส่งตรวจอื่นๆ ให้ฆ่าเชื้อก่อนนำไปทำความสะอาดเพื่อใช้ต่อไป ถ้าเป็นไปได้ควรเป็น แบบ ใช้แล้วทิ้ง
- ห้ามดื่ม กิน สูบบุหรี่หรือใช้เครื่องสำอางในขณะที่เก็บสิ่งส่งตรวจ หรือในห้องพยาบาลขณะเก็บสิ่งส่งตรวจ
- หลังเสร็จสิ้นการเก็บสิ่งส่งตรวจ ให้ทำความสะอาดโต๊ะที่ใช้เก็บหรือวางสิ่งส่งตรวจด้วยน้ำยาโซเดียมไฮโปคลอไรต์ 0.5% หรือไลโซล 2%
- ควรมีการอบรมซักซ้อมแนวทางการป้องกันการติดเชื้ออยู่เป็นประจำ
- ควรมีเอกสารแสดงแนวทางการป้องกันการติดเชื้อติดไว้ให้ชัดเจนในห้องพยาบาลและห้องเจ้าหน้าที่ความปลอดภัย

การเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บสิ่งส่งตรวจ

เลือด - เลือดครบส่วน (Whole blood) หมายถึง เลือดที่ใส่สารป้องกันการแข็งตัวของเลือด ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ในงานทางโลหิตวิทยา อาจใช้ในทางเคมีคลินิกบ้างเช่น การตรวจหาก๊าซในเลือด

- พลาสมา (Plasma) หมายถึง น้ำเลือดสีเหลืองอ่อนที่แยกออกจากเลือดครบส่วนภายหลังการปั่นเหวี่ยง

สารป้องกันการแข็งตัวของเลือดที่นิยมใช้คือ เอทิลีนไดอะมีนเตตระอะซีติกแอซิด โดยใช้ EDTA 1.50 มิลลิกรัมต่อเลือด

1 มิลลิลิตร EDTA ใช้เป็นสารป้องกันการแข็งตัวของเลือดที่มีปฏิกิริยาดึงเอาแคลเซียมออกจากเลือดทำให้เลือดไม่แข็งตัวเมื่อตั้งทิ้งไว้

- ซีรัม (Serum) หมายถึง น้ำเลือดสีเหลืองที่แยกลิ่มเลือดออกจากหลังจากการเจาะเลือด แยกได้โดยการปั่นเหวี่ยง การเจาะเลือดปลายนิ้ววางกับนิ้วกลางเป็นการเจาะเลือดจากหลอดเลือดฝอยมักทำในเด็กหรือผู้ใหญ่ที่มีหลอดเลือดดำไม่ชัดเจน

ตำแหน่งที่เหมาะสมในการเจาะควรเลือกหลอดเลือดดำบริเวณหน้าแขนส่วนบน หลอดเลือดดำเส้นหลักคือ หลอดเลือดดำมีเดียน คูบิตัล ที่เห็นได้ชัดเจนบริเวณหน้าแขนส่วนบนที่ข้อพับ อาจเลือกหลอดเลือดดำเบซilik หรือหลอดเลือดดำเซฟาสิกหรือหลอดเลือดดำมีเดียนหรือไม่ชัดเจนอาจเลือกหลอดเลือดดำบริเวณหลังมือ ใช้สายรัดเหนือตำแหน่งที่เจาะเลือดประมาณ 3-4 นิ้ว รัดไม่เกิน 1 นาที

ปัสสาวะ เป็นของเหลวสีเหลืองที่ขับออกจากร่างกายผ่านไต การเก็บสิ่งส่งตรวจที่เป็นปัสสาวะต้องคำนึงว่าจะเก็บปัสสาวะเพื่อตรวจหาสารใด และควรเก็บปัสสาวะเวลาใด ปัสสาวะที่ถ่ายในเวลาต่างกันจะมีส่วนผสมที่แตกต่างกัน ควรบันทึกเวลาการเก็บไว้ด้วยเพื่อประกอบในการแปลผลการเก็บปัสสาวะต้องทำอย่างถูกต้องเพื่อให้ได้ผลที่น่าเชื่อถือแม่นยำ รวดเร็ว ประหยัด

อุจจาระ ใช้ประโยชน์ในการวินิจฉัยและรักษาโรกระบบทางเดินอาหาร เช่น อุจจาระร่วง ภาวะมีเลือดออกในทางเดินอาหาร โรคพยาธิในลำไส้ อุจจาระประกอบด้วยน้ำ ร้อยละ 70 อีกร้อยละ 30 เป็นกากอาหาร แบคทีเรียในทางเดินอาหาร สารต่างๆที่ร่างกายหลั่งออกมาในทางเดินอาหาร

เสมหะ อาจเก็บเพื่อตรวจหาเชื้อวัณโรค อาจเก็บเพื่อต้องการเพาะเชื้อหาสาเหตุการอักเสบของลำคอ เก็บเสมหะลงในขวดฝาเกลียวปากกว้างที่ปราศจากเชื้อ ระวังอย่าให้ปนเปื้อนด้วยน้ำลายใส่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสก่อนนำส่ง

ฝืนหนอง ต้องเก็บหนองในอาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อการขนส่งไปยังห้องปฏิบัติการ นำส่งไม่ทันเก็บในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

สิ่งส่งตรวจจากระบบสืบพันธุ์ ไม่ต้องใช้น้ำยาฆ่าเชื้อใดๆในการทำความสะอาดเพราะมักมีเชื้อประจำถิ่นอยู่แล้ว ควรเก็บสิ่งส่งตรวจบริเวณที่มีการอักเสบหรือเป็นแผลโดยไม่แตะต้องบริเวณอื่นแล้วใส่ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อเพื่อการขนส่งไปยังห้องปฏิบัติการทันที เพราะเชื้อบริเวณนี้มักตายง่าย

เล็บ โดยตัดเล็บมือและเล็บเท้าใส่ในถุงพลาสติกใหม่ที่สะอาด และแห้งสนิท ปิดปากถุงหรือรัดด้วยยางรัด

ผม ตัดผมให้ชิดหนังศีรษะและนำปลายผมมาติดบนเทปขาวโดยเรียงให้ปลายโคนเสมอกัน เลือกตัดหลายๆจุดประมาณ 50 เส้น ใส่ในถุงพลาสติก ผสมสั้นให้ใช้ 100 เส้น มักใช้ผมเพื่อตรวจหาโลหะหนัก เช่นตะกั่ว สารหนู

สิ่งบรรจุในกระเพาะอาหาร การเก็บสิ่งส่งตรวจที่เป็นอาเจียน

น้ำนม เก็บน้ำนมอย่างน้อย 10 มิลลิลิตร ตรวจหาสาร โลหะหนัก สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช

วัตถุที่พบในที่เกิดเหตุ อาจเกี่ยวข้องกับกรที่ได้รับสารพิษ พิษวิทยาทางนิติเวช

ภาชนะบรรจุสิ่งส่งตรวจทางสิ่งแวดล้อมที่เป็นสารระเหยได้ เช่น ตัวทำละลายอินทรีย์ควรเก็บแยกจากสิ่งส่งตรวจทางชีวภาพ เพื่อป้องกันการปนเปื้อน สิ่งส่งตรวจทางชีวภาพทุกชนิดควรเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสก่อนการวิเคราะห์ และหลังเสร็จสิ้นการตรวจวิเคราะห์ด้านพิษวิทยาแล้วควรเก็บสิ่งส่งตรวจไว้ 3-4 สัปดาห์ เนื่องจากอาจต้องวิเคราะห์ต่ออีกในกรณี que สิ่งส่งตรวจมีความเกี่ยวข้องทางการแพทย์และกฎหมาย ประกันสังคมหรือกองทุนเงินทดแทน จนกว่าจะแน่ใจ การสอบสวนหรือการดำเนินการรักษาสิ้นสุดแล้ว เป็นไปได้ควรเก็บที่อุณหภูมิ - 20 องศาเซลเซียส

การตรวจวิเคราะห์สิ่งส่งตรวจทางชีวภาพ

การตรวจวิเคราะห์เลือด ที่สำคัญทางห้องปฏิบัติการในงานอาชีวอนามัยและความปลอดภัยประกอบด้วย การตรวจวิเคราะห์ทางเคมีคลินิก การตรวจวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยา และการตรวจวิเคราะห์ทางพิษวิทยา

- **การตรวจวิเคราะห์ทางเคมีคลินิก** ที่สำคัญได้แก่ การตรวจระดับน้ำตาลในเลือด การตรวจเกลือแร่ ก๊าซในเลือดและความเป็นกรด-ด่าง การวัดคอสมอลาริตีของพลาสมา การหาเอนไซม์ในเลือด

- **การตรวจวิเคราะห์ทางโลหิตวิทยา** ที่สำคัญได้แก่ การแข็งตัวของเลือด การวัดระดับคาร์บอกซีฮีโมโกลบิน และเมทฮีโมโกลบิน ปริมาตรของเม็ดเลือดแดง และปริมาณเม็ดเลือดขาว

- **การตรวจวิเคราะห์ทางพิษวิทยา** การตรวจวิเคราะห์ด้านพิษวิทยาที่สำคัญ ได้แก่ การตรวจทางกายภาพ การทดสอบสี ทินเลเยอร์โครมาโตกราฟี และการตรวจวัดการได้รับสารพิษหรือสารเคมีโดยรวมของผู้ปฏิบัติงานแต่ละคน

การตรวจวิเคราะห์ปัสสาวะ ใช้ในการตรวจวิเคราะห์หาสารเคมีอันตรายหรือสารพิษหรือสารเมตาบอไลต์ได้

- การตรวจด้วยตาเปล่าเพื่อสังเกตลักษณะทั่วไปของปัสสาวะ สี ความขุ่น กลิ่น การตรวจสมบัติทางเคมีโดยใช้แถบทดสอบ
- การตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์เพื่อดูตะกอนปัสสาวะ
- การสกัดเพื่อตรวจวิเคราะห์หาสารเคมีอันตรายหรือสารพิษหรือสารเมตาบอไลต์

การตรวจวิเคราะห์สารพิษ

การตรวจวิเคราะห์สารพิษทางกายภาพ ที่สำคัญและใช้กันมากในการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการคือ

- **การตรวจวิเคราะห์สารพิษโดยใช้หลักการเคลื่อนที่ของอนุภาคที่มีประจุในสนามไฟฟ้า** หรือเรียกว่า อิเล็กโทรโฟรีซิส โดยใช้หลักการ ว่าอนุภาคที่มีประจุเมื่อวางอยู่ในสนามไฟฟ้าจะเคลื่อนที่ไปยังขั้วบวกหรือแอโนด (Anode) หรือขั้วลบ (Cathode) ขึ้นอยู่กับค่าอนุภาคนั้นว่ามีประจุรวมเป็นประจุอะไร โดยจะเคลื่อนที่ไปยังขั้วที่มีประจุไฟฟ้าตรงกันข้าม โดยมีแถบหาปริมาณของแถบโดยเครื่องเดนซิโตมิเตอร์

- **การตรวจวิเคราะห์สารพิษโดยใช้หลักการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าอิเล็กโทรด** ได้แก่ เครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH) ที่เรียกว่าพีเอชอิเล็กโทรด (pH Electrode) ใช้หลักการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าอิเล็กโทรดที่เกิดขึ้นตรงผิวยวของผิวสัมผัสของความเข้มข้นที่ต่างกัน 2 ความเข้มข้นของประจุชนิดเดียวกันที่ถูกเชื่อมติดต่อกัน

การตรวจวิเคราะห์สารพิษทางเคมี ที่สำคัญและใช้กันมากในการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ คือ การตรวจวิเคราะห์สารพิษโดยใช้หลักการของแสง การตรวจวิเคราะห์สารพิษโดยใช้หลักการของโครมาโตกราฟี และเครื่องตรวจวิเคราะห์สารอัตโนมัติ

การตรวจวิเคราะห์สารพิษทางชีวภาพ เป็นการตรวจวิเคราะห์สารพิษ โดยการใช้สิ่งที่มีชีวิตคือ การตรวจวิเคราะห์สารพิษโดยการใช้สัตว์ทดลองและการตรวจวิเคราะห์สารพิษโดยไม่ใช้สัตว์ทดลอง

สารก่อมะเร็งทุกชนิดทำให้เกิดการก่อกลายพันธุ์ได้ แต่สารก่อกลายพันธุ์เพียงร้อยละ 80-90 เท่านั้นทำให้เกิดมะเร็ง

การศึกษาหรือทดสอบสารเคมีหรือสารพิษโดยใช้สัตว์ทดลองที่เรียกว่า in vivo test เป็นการศึกษาขนาดใหญ่ ซับซ้อน มีค่าใช้จ่ายสูง ใช้สัตว์เป็นจำนวนมากและต้องติดตามตลอดช่วงชีวิตของสัตว์ทดลองเป็นเดือนหรือเป็นปีโดยเฉพาะในการศึกษาการก่อกลายพันธุ์และการเกิดมะเร็ง และเหตุผลทางจริยธรรม จึงได้มีการพัฒนาวิธีการตรวจที่ใช้เวลาไม่นาน ให้ผลได้ภายในไม่กี่สัปดาห์ และค่าใช้จ่ายไม่แพงมากนัก เรียกว่า in vitro test โดยไม่ใช้สัตว์ทดลอง สิ่งมีชีวิตที่นำมาใช้แทนสัตว์ทดลองประกอบด้วยแบคทีเรีย ยีสต์ แมลง พืช เซลล์เพาะเลี้ยงจากสัตว์

เทคนิคหนึ่งที่กำลังมีบทบาทในการทดสอบทางพิษวิทยา คือ เทคโนโลยีพันธุวิศวกรรม (Genetic engineering) มีพื้นฐานมาจากการตัดต่อหรือสลับที่กันของยีนหรือดีเอ็นเอ