

ตอน

การปนเปื้อนจากหลอดเก็บเลือด (Blood collection tube)

เรียบเรียงโดย นพ.วิวัฒน์ เอกบูรณะวัฒน์

ผู้อำนวยการศูนย์วิชาการอาชีวเวชศาสตร์ รพ.กรุงเทพระยอง และแพทย์ที่ปรึกษาด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัย และพิษวิทยา บริษัท National Healthcare Systems, Co. Ltd. (N Health)

วันที่เผยแพร่ 20 ธันวาคม 2560

การตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพ (Biomarker) ของแร่ธาตุที่พบปริมาณน้อยในเลือด (Trace element) เช่น ธาตุโลหะ (Metal) ชนิดต่างๆ ด้วยการตรวจระดับของแร่ธาตุเหล่านี้ในเลือด (Blood) ของคนทำงาน เป็นการตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพที่องค์กร American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) [1] และ Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) [2] ได้ให้คำแนะนำให้ทำการตรวจได้ โดยแร่ธาตุที่นิยมทำการตรวจตัวบ่งชี้ทางชีวภาพโดยใช้การตรวจระดับในเลือด เช่น ตะกั่ว (Lead) แคดเมียม (Cadmium) แมงกานีส (Manganese) และซีลีเนียม (Selenium) [1-2] ในการตรวจระดับแร่ธาตุเหล่านี้ในเลือด มีโอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนในระหว่างการเก็บตัวอย่างเลือดจากคนทำงานได้จากหลายแหล่ง [1] โดยหลอดเก็บเลือด (Blood collection tube) ที่ใช้เก็บตัวอย่างเลือดของคนทำงานไปวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการนั้น ก็เป็นแหล่งปนเปื้อนหนึ่งที่เราอาจคาดไม่ถึง แต่ก็เกิดขึ้นได้ [3] ผลของการปนเปื้อนแร่ธาตุที่มาจากหลอดเก็บเลือดลงไปในตัวอย่งเลือดของคนทำงาน จะทำให้ค่าผลตรวจระดับแร่ธาตุในเลือดของคนทำงานนั้นมีค่า “สูงขึ้น” กว่าความเป็นจริง

ตัวหลอดเก็บเลือด (Blood collection tube หรือ BCT) นั้น ในอดีตทำจากแก้ว (Glass) แต่ในปัจจุบันที่สถานพยาบาลต่างๆ ในประเทศไทยสั่งนำเข้ามาใช้กัน แทบทั้งหมดจะทำจากพลาสติก (Plastic) เนื่องจากตกแล้วไม่แตก ทำให้มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานขึ้น โดยพลาสติกที่นำมาใช้ทำหลอดเก็บเลือด ที่นิยมมากที่สุดจะเป็นชนิด Polyethylene terephthalate (PET) ส่วนพลาสติกอื่นๆ ที่พบได้ คือ Polyethylene (PE), Polypropylene (PP), Polyvinyl chloride (PVC), Polysiloxane, Polyacrylic, Polystyrene, Polyacrylonitrile, และ Polytetrafluoroethylene [4] หลอดเก็บเลือดจะมีความใสเพื่อให้เห็นเลือดที่อยู่ภายในได้ ในปัจจุบันมักจะทำเป็นระบบที่ภายในเป็นสุญญากาศ (Vacuum) เพื่อให้เลือดที่เจาะจากหลอดเลือดผ่านทาง

เข็มไหลเข้าสู่หลอดเก็บเลือดได้สะดวก ยี่ห้อของหลอดเก็บเลือดที่ได้รับความนิยม เช่น Vacuette® และ BD Vacutainer® เป็นต้น

ที่ส่วนยอดของหลอดเก็บเลือดจะเป็น **จุกยาง (Rubber stopper)** ซึ่งในอดีตจะเป็นจุกยางจริงๆ เอามาอุดไว้ไม่ให้เลือดหกออกเมื่อใส่เลือดเข้าไปในหลอดเก็บเลือดแล้ว แต่ในปัจจุบันบริษัทผู้ผลิตมักทำหลอดเก็บเลือดเป็นแบบมีจุกยางในตัว คือเป็นยางปิดอยู่ที่ส่วนบนของหลอดเก็บเลือด และให้ใช้เข็มแทงลงไปเพื่อใส่เลือด เมื่อดึงเข็มออกมาแล้วจะปิดสนิทกลับไปดังเดิม (ด้วยคุณสมบัติของความเป็นยาง) ทำให้เลือดไม่หกออก ลักษณะของจุกยางของหลอดเก็บเลือดแบบที่กล่าวมา ดังแสดงในภาพที่ 1

ชนิดของยาง (Rubber) ที่นำมาใช้ทำจุกยาง ที่นิยมคือ Butyl rubber (เป็น Copolymer ของ Isobutylene กับ Isoprene) และ Halogenated butyl rubber [4] ส่วนยางชนิดอื่นๆ ที่พบได้ เช่น Polychloroprene, Silicone, Styrene butadiene, Chlorinated ethylene-propylene copolymers เป็นต้น ในกระบวนการผลิตยางเหล่านี้ อาจจะมีการใส่สารเร่งปฏิกิริยา (Plasticizer) เช่น tris-(2-Butoxyethyl)-phosphate (TBEP) ลงไปด้วย และมีการใช้โลหะ เช่น แคลเซียม (Calcium), อลูมิเนียม (Aluminium), แมกนีเซียม (Magnesium), และสังกะสี (Zinc) ผสมลงไป [4-5] แม้ว่าผู้ผลิตจะพยายามทำให้ยางที่ใช้ทำจุกยางมีคุณสมบัติไม่ละลายผสมกับเลือดได้ง่ายแล้วก็ตาม โลหะเหล่านี้ยังคงมีโอกาสผสมและละลายเข้ามาในตัวอย่างเลือดได้ [5] แนวทางในการลดผลกระทบจากการละลายออกมาของสารเคมีในจุกยาง คือ ทำการเก็บเลือดให้เต็มตามจำนวนที่กำหนด (เนื่องจากถ้าเก็บเลือดมาน้อย หากมีการละลายของแร่ธาตุหรือโลหะลงในตัวอย่างเลือด ผลกระทบที่เกิดกับค่าผลการตรวจจะมาก) เมื่อเก็บตัวอย่างเลือดได้แล้ว เก็บหลอดเก็บเลือดไว้ในที่อุณหภูมิต่ำ (ประมาณ 2 – 8 องศาเซลเซียส) และวางหลอดเก็บเลือดไว้ในแนวตั้งเสมอ [4] ส่วนของจุกยางนี้ เป็นส่วนที่เชื่อว่าสามารถทำให้เกิดการปนเปื้อนของแร่ธาตุหรือโลหะเข้าไปในตัวอย่างเลือดได้มาก [4]

ส่วนถัดมาของหลอดเก็บเลือดคือ **ฝา (Cap)** ทำหน้าที่ครอบจุกยางไว้ เป็นส่วนที่อยู่บนสุด เห็นได้เด่นชัดที่สุด (ดังแสดงในภาพที่ 1) สีของฝา (Cap color) นั้นจะเป็นรหัสแสดงถึงชนิดของหลอดเก็บเลือด และชนิดของสารต้านการแข็งตัวของเลือด (Anticoagulant) ที่ใช้อยู่ภายใน ส่วนของฝานี้ทำจากพลาสติกเช่นกัน แต่เป็นส่วนที่ไม่ได้สัมผัสกับตัวอย่างเลือดโดยตรง จึงมีโอกาสน้อยในการก่อการปนเปื้อน

ส่วนถัดมาคือ **สารต้านการแข็งตัวของเลือด (Anticoagulant)** ซึ่งจะใช้เฉพาะในหลอดเก็บเลือดที่ต้องการให้เลือดไม่แข็งตัว หรือหลอดที่จะใช้พลาสมา (Plasma) ในการตรวจวิเคราะห์ สารต้านการแข็งตัวของเลือดนี้จะถูกพันเป็นสเปรย์เอาไว้ที่ผนังด้านในของหลอดเก็บเลือด มองดูจะมีลักษณะคล้ายไอน้ำหรือจุดขาวเล็กๆ เกาะอยู่ทั่วไปที่ผนังด้านในของหลอดเก็บเลือด สารต้านการแข็งตัวของเลือดที่นิยมใช้มีอยู่หลายชนิด เช่น Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA), Heparin, Citrate, และ Sodium fluoride เป็นต้น สารต้าน

การแข็งตัวของเลือดที่นิยมใช้กันมากที่สุดในกรณีของการตรวจแร่ธาตุหรือสารโลหะในเลือดนั้นคือ EDTA ซึ่งโดยปกติจะมีรหัสสีของฝาเป็นสีม่วงลาเวนเดอร์ (Lavender) สาร EDTA ที่นิยมใช้ในหลอดเก็บเลือดจะแบ่งแยกย่อยออกได้เป็นอีก 2 ชนิด ตามจำนวนของโพแทสเซียมไอออนที่มาเกาะกับโมเลกุล คือ Di-potassium EDTA (K2-EDTA) กับ Tri-potassium EDTA (K3-EDTA) สาร EDTA ทั้งสองชนิดนี้มีการนำมาใช้ในการส่งตรวจตัวอย่างเลือดทั้งคู่ และเชื่อว่าสามารถใช้ทดแทนกันได้ แต่การศึกษาบางการศึกษาพบว่าอาจจะให้ค่าของผลเลือดทางด้านโลหิตวิทยา (Hematology) บางอย่างแตกต่างกันได้บ้างเล็กน้อย เช่น ค่า Mean corpuscular volume (MCV), ค่า Leukocyte count, และค่า Red blood cell distribution width (RDW) [6] สาร EDTA มีคุณสมบัติจับกับไอออนของโลหะได้ดี (เป็นสาร Chelating agent) จึงทำให้สามารถจับกับแคลเซียม (Calcium), แมกนีเซียม (Magnesium), และสังกะสี (Zinc) ในตัวอย่างเลือดได้ โดยเฉพาะในกรณีที่ใช้เลือดลงไปน้อยกว่าปริมาณที่กำหนดไว้ และอาจส่งผลให้ผลการตรวจด้วยวิธีทางภูมิคุ้มกันวิทยา (Immunoassay) ผิดพลาดไปจากความเป็นจริง [4] ส่วนในกรณีของการส่งตรวจเพื่อหาระดับแร่ธาตุหรือโลหะในเลือดนั้น มีการศึกษาวิจัยที่พบว่าส่งผลทำให้ระดับแร่ธาตุหรือโลหะที่ตรวจพบนั้นมีค่าสูงขึ้นได้เช่นกัน [7]

นอกจากสารต้านการแข็งตัวของเลือดแล้ว ภายในหลอดเก็บเลือดยังมีการฉาบสารเคมีชนิดต่างๆ เอาไว้อีกหลายอย่าง เช่น **สารหล่อลื่น (Lubricant)** ซึ่งฉาบเอาไว้ได้ส่วนจุกยาง เพื่อช่วยในการใส่และถอดจุกยางจากหลอดเก็บเลือด และช่วยป้องกันไม่ให้ตัวอย่างเลือดที่เก็บได้สัมผัสกับจุกยางโดยตรงมากเกินไป สารหล่อลื่นนี้มักทำจาก Silicone oil หรือ Glycerol **สารลดแรงตึงผิว (Surfactant)** หรือเรียกย่อๆ ว่าสาร SF [4] ฉาบเอาไว้ที่ผนังของหลอดเก็บเลือดเป็นชั้นแรก เพื่อลดการดูดซับ (Adsorption) ของตัวอย่างเลือดกับผนังหลอดเก็บเลือดให้เกิดน้อยลง **เจลแยกชั้น (Separator gel)** ทำหน้าที่ช่วยในการแยกซีรัม (Serum) ออกจากเลือดที่แข็งตัว (Clotted whole blood) ใช้เฉพาะในหลอดเก็บเลือดชนิดที่ต้องการให้เลือดแข็งตัว (Clotted blood tube) ซึ่งไม่นิยมใช้ในการเก็บเลือดเพื่อส่งตรวจหาระดับแร่ธาตุหรือโลหะ และ**สารเร่งการแข็งตัวของเลือด (Clot activator)** ซึ่งใช้เร่งให้เลือดแข็งตัวเร็ว ใช้เฉพาะในหลอดเก็บเลือดชนิดที่ต้องการให้เลือดแข็งตัว ซึ่งไม่นิยมใช้ในการเก็บเลือดเพื่อส่งตรวจหาระดับแร่ธาตุหรือโลหะเช่นกัน สารเคมีต่างๆ ที่ฉาบไว้ภายในหลอดเก็บเลือดนี้ จะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละรุ่นของหลอดเก็บเลือดและแต่ละบริษัทผู้ผลิต หากในกระบวนการผลิตมีการปนเปื้อนแร่ธาตุหรือโลหะ ก็มีโอกาสที่จะเป็นแหล่งทำให้เกิดการปนเปื้อนของแร่ธาตุหรือโลหะเข้าไปในตัวอย่างเลือดที่เก็บมาด้วยได้ [5]

ส่วนประกอบต่างๆ ของหลอดเก็บเลือด ทั้งตัวหลอดเก็บเลือดเอง จุกยาง สารต้านการแข็งตัวของเลือด รวมถึงสารเคมีต่างๆ ที่ฉาบไว้ภายในหลอดเก็บเลือด สามารถที่จะเป็นแหล่งปนเปื้อนของแร่ธาตุหรือโลหะเข้าไปในตัวอย่างเลือดที่เก็บเพื่อส่งตรวจได้ รายงานวิจัยในอดีตหลายการศึกษา พบว่าการปนเปื้อนจากหลอดเก็บเลือดนั้น สามารถทำให้ผลตรวจวิเคราะห์ระดับแร่ธาตุหรือโลหะในเลือดมีค่าสูงขึ้นกว่าปกติ [3-5, 7]

ในประเทศไทย มีการศึกษาที่น่าสนใจการศึกษาหนึ่งที่เผยแพร่ในปี พ.ศ. 2560 โดย ศุภกิจ เวชพานิช และ ภูวดล ธรรมราษฎร์ [8] ได้ทดลองทำการศึกษาการปนเปื้อนของแร่ธาตุหรือโลหะจากหลอดเก็บเลือดที่ใช้กันในสถานพยาบาลทั้งภาครัฐและเอกชนจำนวน 9 แห่ง โดยการสำรวจพบว่าหลอดเก็บเลือดที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อส่งตรวจหาระดับแร่ธาตุหรือโลหะในเลือดของสถานพยาบาลเหล่านี้ ทุกแห่งใช้หลอดเก็บเลือดชนิด EDTA แบบปกติ หรือที่เรียกว่าหลอดฝาสีม่วงลาเวนเดอร์ (Lavender top) โดยทุกแห่งใช้หลอดแบบ K2-EDTA แต่มี 1 แห่งใช้หลอดแบบ K3-EDTA ด้วย คณะผู้วิจัยได้เก็บตัวอย่างมาแห่งละ 15 หลอด รวมเป็นจำนวนทั้งหมด 150 หลอด (แบบ K2-EDTA จำนวน 135 หลอด และแบบ K3-EDTA จำนวน 15 หลอด) แบ่งตามบริษัทผู้ผลิตออกได้เป็น 4 ยี่ห้อ

คณะผู้วิจัยใช้น้ำที่ผ่านการแยกแร่ธาตุออกแล้ว (Demineralized water) ใส่ลงในหลอดเก็บเลือดแทนตัวอย่างเลือด ทำการพลิกกลับหลอดไปมา 10 ครั้ง แล้วเก็บหลอดเก็บเลือดตัวอย่างไว้ที่อุณหภูมิ 2 – 8 องศาเซลเซียส เป็นเวลาอย่างน้อย 1 วัน ซึ่งเป็นการเตรียมในลักษณะที่คล้ายคลึงกับการส่งเลือดตรวจหาระดับแร่ธาตุหรือโลหะในเลือดของคนจริงๆ จากนั้นทำการตรวจหาระดับแร่ธาตุหรือโลหะในหลอดเก็บเลือดตัวอย่างทั้งหมดด้วยวิธี Inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS) ที่ห้องปฏิบัติการแห่งหนึ่งผ่านการรับรอง ISO 15189: 2012 ผลการตรวจที่ได้พบว่ามี การปนเปื้อนของแร่ธาตุหรือโลหะในหลอดเก็บเลือดที่นำมาเป็นตัวอย่าง ดังที่แสดงในตาราง

ตาราง แสดงปริมาณแร่ธาตุที่ปนเปื้อนอยู่ในหลอดเก็บเลือดชนิด EDTA แบบปกติ (หลอดฝาสีม่วงลาเวนเดอร์) จำนวน 150 หลอด (แหล่งที่มา: ดัดแปลงจาก ศุภกิจ เวชพานิช และ ภูวดล ธรรมราษฎร์ [8])

ชื่อแร่ธาตุ (Name)	% หลอดที่ปนเปื้อน	ความเข้มข้นที่ตรวจพบ (µg/L)			ค่าอ้างอิง * (µg/L)
		Median	Min	Max	
แคดเมียม (Cadmium)	6.67 %	0.03	0.02	0.07	5.00
ตะกั่ว (Lead)	76.76 %	0.71	0.09	34.06	200.00
แมงกานีส (Manganese)	24.67 %	0.55	0.13	25.70	15.00
ซีลีเนียม (Selenium)	0.00 %	ND	ND	ND	150.00

หมายเหตุ * = ค่าอ้างอิงสำหรับ แคดเมียม (Cadmium) และตะกั่ว (Lead) อ้างอิงจาก ACGIH 2017 [1] ค่าอ้างอิงสำหรับแมงกานีส (Manganese) และซีลีเนียม (Selenium) อ้างอิงจาก DFG 2016 [2], Min = Minimum (ค่าต่ำสุด), Max = Maximum (ค่าสูงสุด), ND = Not detected (ตรวจไม่พบ)

จากตารางพบว่าระดับการปนเปื้อนของแร่ธาตุหรือโลหะที่อาจก่อให้เกิดปัญหาได้คือแคดเมียม (Cadmium), ตะกั่ว (Lead), และแมงกานีส (Manganese) ส่วนซีลีเนียม (Selenium) นั้นไม่พบการปนเปื้อนอยู่ในตัวอย่าง

หลอดเก็บเลือด แร่ธาตุที่ดูเหมือนจะมีปัญหาได้มากที่สุดคือตะกั่วและแมงกานีส เนื่องจากในกรณีของตะกั่ว พบว่ามีการปนเปื้อนจากหลอดเก็บเลือดตัวอย่างถึง 76.67 % โดยค่ามัธยฐาน (Median) ของระดับการปนเปื้อนเท่ากับ 0.71 µg/L และค่าสูงสุด (Maximum) ของการปนเปื้อนเท่ากับ 34.06 µg/L (ค่าอ้างอิงระดับตะกั่วในเลือด โดยองค์กร ACGIH ค.ศ. 2017 อยู่ที่ 200 µg/L [1]) ส่วนกรณีของแมงกานีส พบว่ามีการปนเปื้อนจากหลอดเก็บเลือดตัวอย่าง 24.67 % ค่ามัธยฐานของระดับการปนเปื้อนเท่ากับ 0.55 µg/L และค่าสูงสุดของการปนเปื้อนเท่ากับ 25.7 µg/L (โดยที่ค่าอ้างอิงระดับแมงกานีสในเลือดโดยองค์กร DFG ค.ศ. 2016 นั้นอยู่ที่เพียง 15 µg/L [2]) ผลจากการปนเปื้อนนี้นั้นสามารถทำให้ค่าผลการตรวจที่ได้สูงขึ้นกว่าความเป็นจริง และอาจทำให้ค่าผลการตรวจที่ได้สูงกว่าค่าอ้างอิงที่กำหนดไว้โดยองค์กร ACGIH หรือ DFG ซึ่งจะนำไปสู่การแปลผลการตรวจที่ผิดพลาดได้

นอกจากแคดเมียม (Cadmium), ตะกั่ว (Lead), และแมงกานีส (Manganese) แล้ว ตัวอย่างหลอดเก็บเลือดในการศึกษาครั้งนี้ยังพบการปนเปื้อนของแร่ธาตุหรือโลหะ อลูมิเนียม (Aluminium), โครเมียม (Chromium), โคบอลต์ (Cobalt), นิกเกิล (Nickel), ทองแดง (Copper), ดีบุก (Tin), และสังกะสี (Zinc) อยู่ด้วย อย่างไรก็ตาม ในกรณีของการตรวจหาระดับแร่ธาตุหรือโลหะในร่างกายคนทำงานในงานอาชีพอนามัยนั้น แร่ธาตุหรือโลหะเหล่านี้ อาจไม่ก่อให้เกิดปัญหามากนัก เนื่องจากการตรวจหาระดับ อลูมิเนียม (Aluminium), โครเมียม (Chromium), โคบอลต์ (Cobalt), และนิกเกิล (Nickel) ในร่างกายคนทำงานนั้น องค์กร ACGIH ค.ศ. 2017 [1] และ DFG ค.ศ. 2016 [2] แนะนำให้ทำการตรวจหาระดับในปัสสาวะ (Urine) ของคนทำงานเป็นหลัก การส่งตรวจหาระดับแร่ธาตุหรือโลหะเหล่านี้ในเลือดไม่เป็นที่นิยมและไม่มีคำแนะนำจากองค์กรวิชาการที่น่าเชื่อถือสนับสนุนให้ดำเนินการ ส่วนกรณีของทองแดง (Copper), ดีบุก (Tin), และสังกะสี (Zinc) ทั้งองค์กร ACGIH ค.ศ. 2017 [1] และ DFG ค.ศ. 2016 [2] ไม่มีคำแนะนำสนับสนุนให้ทำการตรวจหาระดับของแร่ธาตุหรือโลหะเหล่านี้ในร่างกายคนทำงานทั้งในเลือดและในปัสสาวะ

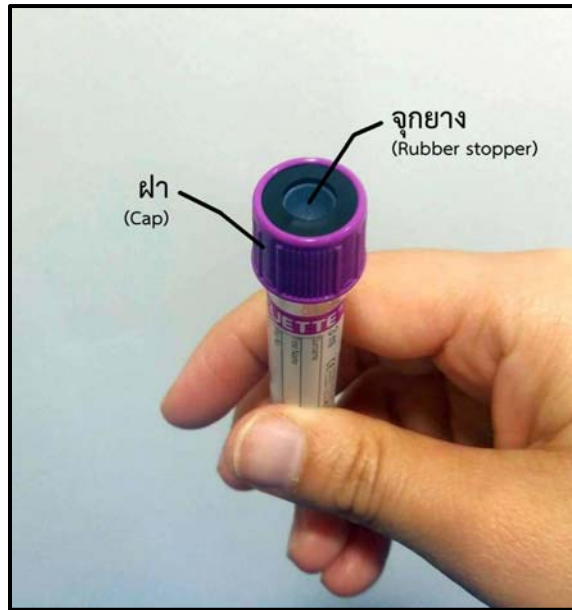
คณะผู้วิจัยยังได้ทำการวิเคราะห์ตามยี่ห้อ (Brand) ของหลอดเก็บเลือดด้วยว่า การปนเปื้อนนี้นั้นเกิดขึ้นเฉพาะกับยี่ห้อใดยี่ห้อหนึ่งหรือไม่ แต่ผลวิเคราะห์ที่ได้นั้นก็พบว่าการปนเปื้อนมีอยู่ในทั้ง 4 ยี่ห้อที่นำมาเป็นตัวอย่างในการศึกษา [8]

ด้วยเหตุนี้ คณะผู้วิจัยจึงได้สรุปว่าหลอดเก็บเลือดชนิด EDTA แบบปกติ หรือหลอดฝาสีม่วงลาเวนเดอร์ (Lavender top) ที่เป็นที่นิยมใช้ในการส่งตรวจหาระดับแร่ธาตุหรือโลหะในเลือดในประเทศไทยนั้น สามารถทำให้เกิดการปนเปื้อนของแร่ธาตุหรือโลหะลงในตัวอย่างเลือดที่ส่งตรวจได้ [8] ซึ่งผลการศึกษาในลักษณะนี้ สอดคล้องกับที่พบในการศึกษาจากต่างประเทศ [4, 7] คณะผู้วิจัยได้แนะนำวิธีการแก้ไขปัญหา คือแนะนำให้ใช้หลอดเก็บเลือดชนิดไม่มีแร่ธาตุหรือโลหะปนเปื้อน (Trace element blood collection tube) หรือที่เรียกว่าหลอดฝาสีน้ำเงินเข้ม (Royal blue top) แทน [8]

หลอดเก็บเลือดชนิดไม่มีแร่ธาตุหรือโลหะปนเปื้อนนั้น นิยมเรียกกันว่า Trace element blood collection tube หรือบางแห่งอาจเรียกว่า Metal-free container [1] ก็ได้ มีลักษณะเป็นหลอดเก็บเลือดที่มีฝาสีน้ำเงินเข้ม (Royal blue top) ปัจจุบันมีผลิตออกมาจำหน่ายโดยผู้ผลิตหลายยี่ห้อ เช่น Vacuette[®] Trace element tube ของบริษัท Greiner Bio-One หรือ BD Vacutainer[®] Trace element tube ของบริษัท Becton, Dickinson and Company (BD) เป็นต้น หลอดเก็บเลือดชนิดนี้ออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับเก็บตัวอย่างเลือดเพื่อส่งตรวจหาระดับแร่ธาตุหรือโลหะในเลือดโดยเฉพาะ ซึ่งเชื่อว่าจะทำให้ไม่เกิดการปนเปื้อนของแร่ธาตุหรือธาตุโลหะจากหลอดเก็บเลือดลงไปในตัวอย่างเลือด เนื่องจากหลอดเก็บเลือดเหล่านี้ได้รับการเตรียมแบบพิเศษในกระบวนการผลิต โดยหนึ่งในกระบวนการที่สำคัญที่ช่วยลดการปนเปื้อนของแร่ธาตุหรือโลหะในหลอดเก็บเลือดได้ก็คือกระบวนการล้างหลอดเก็บเลือดด้วยกรด (Acid-washed) [1] ลักษณะของหลอดเก็บเลือดฝาสีน้ำเงินเข้ม (Royal blue top) เปรียบเทียบกับหลอดฝาสีม่วงลาเวนเดอร์ (Lavender top) ดังแสดงในภาพที่ 2

รายงานการศึกษาในต่างประเทศในปี ค.ศ. 1991 ฉบับหนึ่ง ต้องการดูประสิทธิภาพของหลอดเก็บเลือดชนิดไม่มีแร่ธาตุหรือโลหะปนเปื้อนนี้ ว่าสามารถช่วยลดการปนเปื้อนของแร่ธาตุหรือโลหะลงไปในตัวอย่างเลือดได้จริงหรือไม่ ผลจากการศึกษาพบว่าหลอดเก็บเลือดชนิดนี้ น่าจะสามารถลดการปนเปื้อนของแร่ธาตุหรือโลหะจากหลอดเก็บเลือดลงไปในตัวอย่างเลือดได้จริง [9]

กล่าวโดยสรุปก็คือ ในการส่งตัวอย่างเลือดเพื่อตรวจหาระดับแร่ธาตุที่พบปริมาณน้อย (Trace element) หรือโลหะ (Metal) ในเลือดนั้น หลอดเก็บเลือด (Blood collection tube) เป็นแหล่งหนึ่งที่สามารถทำให้เกิดการปนเปื้อนของแร่ธาตุหรือโลหะลงไปในตัวอย่างเลือดได้ โดยแร่ธาตุหรือโลหะที่ปนเปื้อนในหลอดเก็บเลือดนี้ มีการปนเปื้อนมาตั้งแต่ในกระบวนการผลิต การปนเปื้อนเกิดขึ้นได้ทั้งจากส่วนของตัวหลอดเลือดเอง จุกยาง สารต้านการแข็งตัวของเลือด และจากสารเคมีต่างๆ ที่ฉาบไว้ภายใน หลอดชนิด EDTA แบบปกติหรือที่เรียกว่าหลอดฝาสีม่วงลาเวนเดอร์ (Lavender top) นั้น มีข้อมูลที่ชัดเจนว่าสามารถทำให้เกิดการปนเปื้อนของแร่ธาตุหรือโลหะได้ โดยเฉพาะเมื่อจะทำการส่งตรวจหาระดับแคดเมียม ตะกั่ว และแมงกานีสในเลือด [8] การลดความเสี่ยงจากการปนเปื้อนนี้สามารถทำได้โดยใช้หลอดเก็บเลือดชนิดพิเศษ คือหลอดเก็บเลือดชนิดไม่มีแร่ธาตุหรือโลหะปนเปื้อน (Trace element blood collection tube) ที่ออกแบบมาเพื่อใช้เก็บเลือดส่งตรวจหาระดับแร่ธาตุหรือโลหะในเลือดโดยเฉพาะ หลอดเก็บเลือดชนิดนี้เรียกชื่อตามลักษณะของสีฝาทอดได้ว่าหลอดฝาสีน้ำเงินเข้ม (Royal blue top)



ภาพที่ 1 แสดงส่วนประกอบของหลอดเก็บเลือด ได้แก่ ส่วนจุกยาง (Rubber stopper) และส่วนฝา (Cap)



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะของหลอดเก็บเลือด

ฝาสีม่วงลาเวนเดอร์ (Lavender top) ยี่ห้อ Vacuette[®] (ด้านซ้าย)

เปรียบเทียบกับฝาสีน้ำเงินเข้ม (Royal blue top) ยี่ห้อ BD Vacutainer[®] (ด้านขวา)

เอกสารอ้างอิง

1. American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). Documentation of the threshold limit values for biological exposure indices, 7th ed. Cincinnati: ACGIH; 2017.
2. Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG). List of MAK and BAT values, 2016. Report 52, Permanent Senate Commission for the Investigation of Health Hazards of Chemical Compounds in the Work Area. Weinheim: Wiley-VCH; 2016.
3. Nackowski SB, Putnam RD, Robbins DA, Varner MO, White LD, Nelson KW. Trace metal contamination of evacuated blood collection tubes. *Am Ind Hyg Assoc J* 1977;38(10):503-8.
4. Bowen RA, Remaley AT. Interferences from blood collection tube components on clinical chemistry assays. *Biochem Med (Zagreb)* 2014;24(1):31-44.
5. van den Besselaar AM, van Dam W, Sturk A, Bertina RM. Prothrombin time ratio is reduced by magnesium contamination in evacuated blood collection tubes. *Thromb Haemost* 2001;85(4):647-50.
6. Goossens W, Van Duppen V, Verwilghen RL. K2- or K3-EDTA: the anticoagulant of choice in routine haematology? *Clin Lab Haematol* 1991;13(3):291-5.
7. Frank EL, Hughes MP, Bankson DD, Roberts WL. Effects of anticoagulants and contemporary blood collection containers on aluminum, copper, and zinc results. *Clin Chem* 2001;47(6):1109-12.
8. Wechphanich S, Thammarat P. A survey of metal contamination in blood collection tubes on toxicology assays. *The Bangkok Medical Journal* 2017;13(2):5-10.
9. Moyer TP, Mussmann GV, Nixon DE. Blood-collection device for trace and ultra-trace metal specimens evaluated. *Clin Chem* 1991;37(5):709-14.