



การปนเปื้อนของอนุภาคนาโนขนาดเล็กในสารละลายไมเยอร์ค็อกเทล
บนวัสดุสำหรับกรองสารน้ำสารอาหารที่ให้ทางหลอดเลือดดำ

บตีศร เจนภักดีกุล

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ
วิทยาลัยการแพทย์บูรณาการ
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต
ปีการศึกษา 2566

MICRO PARTICLES CONTAMINATION ON INTRAVENOUS FILTER USED FOR MYER'S COCKTAIL SOLUTION

BADEESORN JENPAKDEEKUL

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the
Requirements for the Degree of Master of Science
Department of Anti-Aging and Regenerative Medicine,
College of Integrative Medicine
Dhurakij Pundit University
Academic Year 2023

หัวข้อสารนิพนธ์	การปนเปื้อนของอนุภาคขนาดเล็กในสารละลายไมเยอร์ค็อกเทล บนวัสดุสำหรับกรองสารน้ำสารอาหารที่ให้ทางหลอดเลือดดำ
ชื่อผู้เขียน	บดินทร์ เจนภักดีกุล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายแพทย์ มาศ ไม้ประเสริฐ
หลักสูตร	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาการชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ)
ปีการศึกษา	2566

บทคัดย่อ

การให้วิตามินทางหลอดเลือดดำ จัดว่าเป็นประเภทหนึ่งของการให้สารละลายทางหลอดเลือดดำ (Intravenous therapy) ทางการแพทย์ ซึ่งในขณะเตรียมสารละลายต้องปฏิบัติด้วยความระมัดระวัง เพื่อให้ได้สารละลายที่มีความบริสุทธิ์ กล่าวคือ ไม่มีการปนเปื้อนจากอนุภาค หรือ สิ่งแปลกปลอมใดที่จะทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนที่เกี่ยวข้อง (related complication) ได้แก่ Thrombophlebitis , Pulmonary embolism , Trauma , Bacterial contamination , Sepsis รวมถึงการเสียชีวิต เป็นต้น แต่ถึงอย่างไรก็ตาม เห็นได้จากบทความวิจัยอ้างอิง ด้วยเหตุปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้จึงทำให้เกิดความผิดพลาดในการเตรียมสารละลาย ทำให้สารละลายมีการปนเปื้อนของอนุภาค (particulate matter) เป็นผลทำให้คนไข้เกิดภาวะแทรกซ้อนจนถึงขั้นเสียชีวิตได้

จากการศึกษาวิจัยนี้ เพื่อสำรวจความบริสุทธิ์ของสารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail) ด้วยวิธีการตรวจสอบการปนเปื้อนของอนุภาคขนาดเล็ก (Scanning electron microscope and Energy dispersive X-ray spectrometry : SEM-EDS) ที่ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยการให้สารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail) ไหลผ่านวัสดุกรองสารน้ำสารอาหารที่ให้ทางหลอดเลือดดำ (IV filter) และนำ Membrane ที่อยู่บน IV filter มาตรวจ ทั้งหมด 10 ตัวอย่างแบบสุ่ม จาก 10 คลินิกเวชกรรมที่ให้บริการให้สารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail) อย่างถูกต้องตามกฎหมาย และเตรียมในสัดส่วนการใช้งานจริงโดยบุคลากรการแพทย์ หรือเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีอนุภาคขนาดเล็กปนเปื้อนบนวัสดุกรองสารน้ำสารอาหารที่ให้ทางหลอดเลือดดำที่ผ่านสารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail) ทั้ง 10 ตัวอย่าง แต่ไม่พบอนุภาคขนาดเล็กปนเปื้อนบนวัสดุกรองสารน้ำสารอาหารที่ให้ทางหลอดเลือดดำที่เป็น Control (IV filter ที่ไม่มีสารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail) ไหลผ่าน

ภาพจาก Scanning electron microscope (SEM) พบว่ามีอนุภาคที่พบมีความแตกต่างกันทั้งลักษณะ จำนวน ในแต่ละตัวอย่าง และจากการวิเคราะห์ข้อมูล ได้ว่า ไม่พบความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันแบบกราฟเส้นตรง (Linear function) ระหว่าง จำนวนชนิดของวิตามินหรือสารละลาย (Amp.) และ จำนวนชนิดของ Particles ($R^2 = 0.0316$)

จากการทดสอบด้วยวิธี Energy dispersive X-ray spectrometry (EDS) ตรวจพบว่า มีธาตุที่เป็นองค์ประกอบในปริมาณมากที่สุด คือ Carbon และ Oxygen ซึ่งบ่งชี้ได้ว่า อนุภาคที่ปนเปื้อนบนตัวกรองสารน้ำสารอาหารคือ อนุภาคอินทรีย์ (Organic particles) นอกจากนี้ยังตรวจพบองค์ประกอบธาตุชนิดอื่น ๆ ที่อยู่บน Particles ร่วมด้วย ได้แก่ Nitrogen , Aluminium , Sodium , Silicon , Magnesium , Sulfer , Chlorine , Potassium , Calcium , Titanium และ Zinc และจากการวิเคราะห์ข้อมูล ไม่พบความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันแบบกราฟเส้นตรง (Linear function) ระหว่าง จำนวนชนิดของวิตามินหรือสารละลาย (Amp.) และ ผลรวม %Weight element ($R^2 = 0.0332$)

งานวิจัยนี้จึงสามารถบ่งชี้ได้ว่า สารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail) มีอนุภาคขนาดเล็กปนเปื้อนในสารละลาย ซึ่งอนุภาคมีขนาด ลักษณะ และองค์ประกอบของธาตุที่แตกต่างกันโดยที่ยังไม่สามารถระบุได้ว่าอนุภาคเหล่านั้นคืออะไร และเกิดจากสาเหตุใด อีกทั้งยังต้องศึกษาต่อไปเรื่องการเกิดภาวะแทรกซ้อนทางด้านสุขภาพจากการได้รับอนุภาคขนาดเล็กที่อยู่ในสารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail)

คำสำคัญ: การปนเปื้อนของอนุภาคขนาดเล็ก, วัสดุกรองสารน้ำสารอาหารที่ให้ทางหลอดเลือดดำ (IV filter), สารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail)



Thematic Paper Title	MICRO PARTICLES CONTAMINATION ON INTRAVENOUS FILTER USED FOR MYER'S COCKTAIL SOLUTION
Author	Badeesorn Jenpakdeekul
Thematic Paper Advisor	Assistant Professor Mart Maiprasert, M.D.
Program	Master of science (Anti-Aging and Regenerative Medicine)
Academic Year	2023

ABSTRACTS

Intravenous vitamin administration is classified as a form of medical intravenous solution delivery, falling under the category of intravenous therapy. This process demands careful consideration during the solution preparation stage to achieve a pure solution devoid of particles or foreign substances, thereby mitigating potential complications, including thrombophlebitis, pulmonary embolism, trauma, bacterial contamination, sepsis, and mortality. Despite supporting research, errors in solution preparation are conceivable due to uncontrollable factors, leading to contamination with particulate matter and subsequent complications that may prove fatal for patients.

This research study investigated the purity of the Myer's cocktail solution by examining small particle contamination using Scanning Electron Microscopy (SEM) and Energy Dispersive X-ray Spectrometry (EDS) at the Center for Science and Technology Research Equipment, Chulalongkorn University. The methodology involved passing a Myer's cocktail solution through a filter designed for intravenous fluids and nutrients (IV filter). Examination of the IV filter membrane revealed the presence of small particles in all 10 randomly selected samples from 10 medical clinics authorized to administer the Myer's cocktail solution. These solutions were prepared in proportion to actual clinical use by medical personnel or relevant officials. Contamination was identified on the intravenous fluid filter media exposed to the Myer's cocktail solution. Conversely, the control intravenous fluid filter media (not exposed to the Myer's cocktail solution) showed no presence of small particles.

SEM images illustrated variations in the nature and quantity of particles among the different samples. Data analysis indicated a lack of linear functional correlation between the

number of types of vitamins or solutions (Amp.) and the number of particle types ($R^2 = 0.0316$).

Using EDS, it was found that carbon and oxygen were the most abundant elements in the contaminating particles on the membrane of the IV filter, signifying their organic nature. Additionally, other elemental components were identified on the particles, including nitrogen, aluminum, sodium, silicon, magnesium, sulfur, chlorine, potassium, calcium, titanium, and zinc. Notably, no linear functional correlation was observed between the number of vitamin types or solutions (Amp.) and the total weight percentage of elements ($R^2 = 0.0332$).

Consequently, this research indicates that the Myer's cocktail solution results in small particles contaminating the solution. These particles exhibit varied sizes, characteristics, and elemental compositions, making it challenging to identify their specific nature. The causative factors for the presence of these particles remain undetermined. Therefore, further investigations are necessary to explore the health complications associated with exposure to small particles in the Myer's cocktail solution.

Key words: Micro Particles Contamination, Intravenous Filter, Myer's Cocktail Solution, Intravenous administration



กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้มีอาจประสบความสำเร็จได้โดยหากปราศจากความกรุณาจาก อาจารย์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์นายแพทย์มาศ ไม้ประเสริฐ อาจารย์ที่ปรึกษา และเหล่าคณาจารย์ที่สละเวลาให้ข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ยิ่ง ท่านคณะกรรมการในการสอบวิจัย ทีมงานเจ้าหน้าที่คณะฯ และคลินิกเวชกรรม 10 แห่ง คือ S-Mart AWC , Soperf clinic ,Semper clinic , Self wellness clinic , Ryse clinic , Epios clinic ,โซอาร์ Clinic ,Gemini clinic ,Memory clinic ,Eros clinic ที่เอื้อเพื่อและอำนวยความสะดวกในการใช้พื้นที่ทำวิจัย รวมทั้งผู้ที่ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกในด้านอื่น ๆ อีกมากมายที่มีได้เอ่ยถึงในที่นี้ จนกระทั่งสารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ผู้เขียนจึงขอกราบขอบพระคุณทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการศึกษาวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างยิ่งและมุ่งหวังว่าทุกท่านจะได้ประโยชน์จากงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้สืบต่อไป

หากมีข้อบกพร่องประการใดอันเกิดแก่สารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้เขียนต้องกราบขออภัยไว้ ณ ที่นี้

บตีศร เจนภักดีกุล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ.....	ณ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
สารบัญกราฟ.....	ฏ
สารบัญแผนภูมิ.....	ด
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและเหตุผลของการศึกษาวิจัย.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย.....	5
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	6
1.5 ขอบเขตงานวิจัย.....	6
1.6 กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	6
1.7 นิยามคำศัพท์.....	7
2. แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 ที่มาและเหตุผลของการศึกษาวิจัย.....	8
2.2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
2.3 การพัฒนาสมมุติฐาน.....	18
2.4 กรอบแนวคิดการวิจัย.....	19
2.5 การสรุป.....	19
3. วิธีดำเนินการศึกษา.....	20
3.1 ประชากรและตัวอย่าง.....	20
3.2 การคัดเลือกตัวอย่าง.....	21
3.3 การคัดเลือกตัวอย่าง.....	28
3.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล.....	29
3.5 กระบวนการทดลอง.....	30
3.6 วิธีการวิเคราะห์ผลข้อมูล.....	31

สารบัญ

บทที่	หน้า
4. ผลการศึกษาวิเคราะห์.....	32
4.1 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนของอนุภาคขนาดเล็ก บนวัสดุกรองสารน้ำ.....	32
สารอาหารที่ให้ทางหลอดเลือดดำ ในสารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail)	
5. อภิปรายผลการทดลองและสรุปผลการวิจัย.....	40
5.1. อภิปรายผลการทดลอง.....	40
5.2. สรุปผลการวิจัย	41
รายการอ้างอิง	42
ภาคผนวก	46
ก แบบฟอร์มเก็บข้อมูลรายละเอียดของสารละลาย Myer's cocktail.....	47
ข เอกสารขออนุญาตสถานประกอบการเพื่อขอทำงานวิจัย	49
ค เอกสารผลการทดสอบความบริสุทธิ์ของวิตามินหรือสารละลายกับศูนย์วิจัย.....	51
เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ด้วยวิธี Scanning electron microscope & Energy dispersive X-ray spectrometry (SEM/EDS analysis)	
ง เอกสารรายละเอียดผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในงานวิจัย IV filter	77
จ ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง.....	80
ประวัติผู้เขียน.....	81

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ผลกระทบของปริมาณและขนาดของฟองอากาศ เมื่อเข้าสู่ระบบไหลเวียนเลือดใน ร่างกายมนุษย์	14
3.1 แสดงตัวอย่างวิตามิน หรือ สารละลายใน Myer's cocktail.....	21
3.2 แสดงจำนวน (แอมพูล) ของวิตามินหรือสารละลายที่เป็นส่วนประกอบในสารละลาย..... Myer's cocktail ในแต่ละตัวอย่าง	29
4.1 แสดงจำนวนชนิดและลักษณะของ Particles ที่ตรวจพบในตัวอย่าง.....	32
4.2 ค่าเฉลี่ยและ SD %Weight element ของ Particles ทั้งหมดที่พบในแต่ละตัวอย่าง..... (เรียงปริมาณจากมากไปน้อย) 40	34
4.3 แสดงจำนวนแอมพูล (Amp) ต่อ ค่าเฉลี่ยจำนวนชนิด Particles.....	37
4.4 แสดงจำนวนชนิดวิตามินหรือสารละลาย (Amp) ต่อ ค่าเฉลี่ยผลรวม %Weight element..	38

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 ระบบไหลเวียนเลือดของมนุษย์.....	1
1.2 การเรียกเก็บสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ขนาด 250 มล..... จากบริษัทแห่งหนึ่ง	2
1.3 บทความแสดงผลข้างเคียงที่เกิดจากความเข้ากันไม่ได้ของยา.....	3
1.4 จำนวนของอนุภาคขนาดเล็กที่ละลายไม่หมดในสารละลายของการเตรียม..... ยาที่มีลักษณะเป็นผง	3
1.5 อนุภาคขนาดเล็กที่มีความแหลมขนาดแตกต่างกันที่บริเวณตัวกรองสารละลาย..... (filter membrane) ในเด็กหญิงที่เข้ารับการผ่าตัดเพื่อเปลี่ยนลิ้นหัวใจ	4
2.1 ระบบไหลเวียนเลือด (Blood circulatory system)	9
2.2 ประเภทของระบบไหลเวียนเลือด.....	10
2.3 การใช้ IV filter ช่วยลดอุบัติการณ์โดยรวมของภาวะแทรกซ้อนต่างๆ รวมทั้งลด SIRS.....	16
2.4 ตัวอย่าง particle ที่พบโดยวิธี Scanning electron microscope.....	17
2.5 Energy dispersive X-ray spectrometry (EDS).....	17
2.6 ตัวอย่างการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธี Energy dispersive X-ray Spectrometry	18
3.1 ด้านหน้าของสารละลาย NSS 0.9%.....	21
3.2 ด้านหลังของสารละลาย NSS 0.9%.....	21
3.3 กล่องด้านหน้า Vitamin C.....	22
3.4 กล่องด้านหลัง Vitamin C.....	22
3.5 กล่องด้านข้างซ้าย Vitamin C.....	22
3.6 กล่องด้านข้างขวา Vitamin C.....	22
3.7 กล่องด้านบน Vitamin C.....	23
3.8 กล่องด้านล่าง Vitamin C.....	23
3.9 แอมพูลด้านหน้า Vitamin C.....	23
3.10 แอมพูลด้านหลัง Vitamin C.....	23

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.11 กล่องด้านหน้า Vitamin B6	24
3.12 กล่องด้านหลัง Vitamin B6.....	24
3.13 แอมพูลด้านหน้าVitamin B6	24
3.14 แอมพูลด้านหลัง Vitamin B6	24
3.15 กล่องด้านหน้า Vitamin B-COM100.....	25
3.16 กล่องด้านหลัง Vitamin B-COM100	25
3.17 กล่องด้านข้าง Vitamin B-COM100.....	25
3.18 แอมพูลด้านหน้า Vitamin B-COM100	26
3.19 แอมพูลด้านหลัง Vitamin B-COM100.....	26
3.20 กล่องด้านหน้า Vitamin B12.....	26
3.21 กล่องด้านหลัง Vitamin B12	27
3.22 กล่องด้านข้าง Vitamin B12.....	27
3.23 แอมพูลด้านหน้า Vitamin B12.....	27
3.24 แอมพูลด้านหลัง Vitamin B12.....	27
3.25 ซองและแผงแอมพูล Magnesium sulfat 50%	28
3.26 แอมพูลด้านหน้า Magnesium sulfat 50%.....	28
3.27 แอมพูลด้านหลัง Magnesium sulfat 50%	28
4.1 ผลการตรวจหา Particles ด้วยวิธี SEM ใน Control.....	36

สารบัญกราฟ

กราฟที่	หน้า
4.1 ค่าเฉลี่ยและ SD %Weight element ของ Particles ทั้งหมดที่พบในแต่ละตัวอย่าง..... (เรียงปริมาณจากมากไปน้อย)	35
4.2 %Weight element ของ Control ด้วยวิธี EDS	36

สารบัญแผนภูมิ

แผนภูมิที่	หน้า
4.1 แสดงความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันแบบกราฟเส้นตรง (Linear function) ระหว่างจำนวน..... วิตามินหรือสารละลาย (Amp) (แกน X) และจำนวนชนิด Particles (แกน Y) 45	38
4.2 แสดงความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันแบบกราฟเส้นตรง (Linear function) ระหว่างจำนวนชนิด.... วิตามินหรือสารละลาย (Amp) (แกน X) และผลรวม %Weight element ของ Particle (แกน Y)	39

บทที่ 1

บทนำ

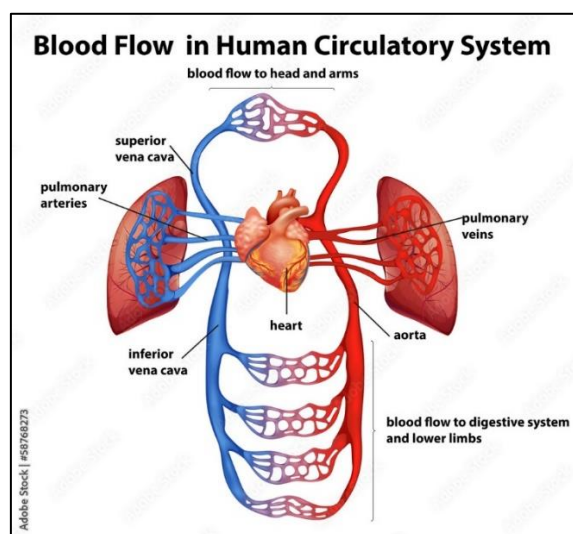
1.1 ที่มาและเหตุผลของการศึกษาวิจัย

การให้สารละลายทางหลอดเลือดดำหรือการให้ (IV หรือ Intravenous) คือ กระบวนการนำสารละลายเข้าสู่ร่างกายโดยตรงผ่านทางระบบไหลเวียน ซึ่งจำแนกย่อยได้เป็น 2 ระบบได้แก่

1.1.1 ระบบไหลเวียนส่วนกาย (Systemic circulation) ทำหน้าที่ในการนำเลือดที่ออกจากหัวใจห้องล่างซ้าย ผ่านหลอดเลือดแดงเออตา (Aorta) เพื่อนำเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ผ่านหลอดเลือดแดง (Artery and arteriole) และหลอดเลือดฝอย (Capillaries) แล้วกลับเข้าสู่หัวใจห้องบนขวาอีกครั้งผ่านทางหลอดเลือดดำ

1.1.2 ระบบไหลเวียนส่วนปอด (Pulmonary circulation) ทำหน้าที่ในการนำเลือดที่ออกจากหัวใจห้องล่างขวา ไปยังหลอดเลือดแดงปัลโมนารี (Pulmonary artery) เพื่อแลกเปลี่ยนก๊าซในปอดผ่านทางหลอดเลือดฝอย และนำเลือดกลับเข้าสู่หัวใจห้องบนซ้ายอีกครั้ง ผ่านทางหลอดเลือดดำปัลโมนารี (Pulmonary vein)

หลอดเลือดมีขนาดแตกต่างกัน หลอดเลือดฝอยเป็นหลอดเลือดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กที่สุด โดยมีขนาดเพียง 5 – 10 ไมครอนเท่านั้น เมื่อเปรียบเทียบกับอนุภาคต่าง ๆ (Particle) ที่เรามองเห็นด้วยตาเปล่า ซึ่งมีขนาดมากกว่า 50 ไมครอน จะเห็นได้ว่า ในสารละลายที่เรามองเห็นด้วยตาเปล่าว่าไม่มีสิ่งแปลกปลอมใด ๆ อาจมีอนุภาคขนาดเล็กที่เรามองไม่เห็น หลุดเข้าไปในระบบไหลเวียนเลือดได้ หลอดเลือดฝอยซึ่งมีขนาดเล็กที่สุดจึงเสี่ยงต่อการอุดตันได้ง่าย และทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ ตามมา¹



ภาพที่ 1.1 ระบบไหลเวียนเลือดของมนุษย์

ปัจจุบันโรงพยาบาลหลายแห่งในประเทศไทย ได้นำตัวกรอง IV (IV filter) มาใช้มากขึ้น เพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดภาวะแทรกซ้อนจากการอุดตันของอนุภาคที่อาจหลุดเข้าไปในระบบไหลเวียนเลือด ซึ่งช่วยเพิ่มความปลอดภัยต่อการรักษามากขึ้น และเพิ่มความมั่นใจในการปฏิบัติงานแก่เจ้าหน้าที่ด้วย

อย่างไรก็ตาม การให้วิตามินทางหลอดเลือดดำ (IV drip) ของคลินิกความงาม หรือคลินิกที่เกี่ยวข้อง ซึ่งถือเป็นการให้สารละลายทางหลอดเลือดดำประเภทหนึ่ง จะมีความมั่นใจได้อย่างไรว่าวิตามินหรือสารน้ำใด ๆ ที่ให้แก่ผู้รับบริการ จะไม่มีอนุภาคปนเปื้อน เช่น เศษแก้วจากการหัก ampoule ยา , เศษยางจากจุกยางของขวดยา , การปนเปื้อนของแบคทีเรียจากการทำหัตถการ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้เป็นความเสี่ยงที่จะเกิดภาวะแทรกซ้อนแก่ผู้เข้ารับบริการได้

ดังนั้นการตรวจสอบความบริสุทธิ์ของสารละลายที่ให้ทางหลอดเลือดดำ (IV drip) จะทำให้ให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความระมัดระวัง และความใส่ใจในการเลือก และการเตรียมสารละลาย รวมถึงการทำหัตถการ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยของผู้รับบริการสูงสุด รวมถึงยังทำให้ผู้รับบริการมีความมั่นใจในการบริการของสถานพยาบาลหรือคลินิกที่ผ่านการตรวจสอบแล้วในระดับที่เทียบเท่ากับโรงเรียนแพทย์ หรือ โรงพยาบาลชั้นนำ

ในระหว่างกระบวนการให้สารละลายทางหลอดเลือดนั้น อาจมีอนุภาคต่างๆ ที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าปนเปื้อนเข้าสู่ร่างกายของผู้รับบริการ โดยมีสาเหตุมาจากหลายปัจจัยดังนี้

(1) กระบวนการผลิตสารละลายที่ให้ทางหลอดเลือด

Company Announcement

Deerfield, Ill. - Baxter International Inc. announced today it is voluntarily recalling two lots of intravenous (IV) solutions to the hospital/end user level due to the potential presence of particulate matter. The particulate matter in each case was determined to be an insect and was identified as a result of a customer complaint. The matter was identified prior to patient administration and there have been no adverse events associated with this issue reported to Baxter to date.

Injecting a product containing particulate matter, in the absence of in-line filtration, may result in blockage of blood vessels, which can result in stroke, heart attack or damage to other organs such as the kidney or liver. There is also the possibility of allergic reactions, local irritation and inflammation in tissues and organs.

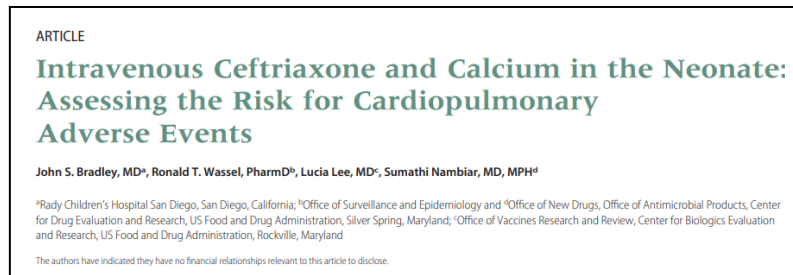
This recall affects the following lots:

Product Code	Product Description	Lot Number	Expiration Date	NDC
2B1322Q	0.9% Sodium Chloride Injection, USP, 250 mL VIAFLEX Plastic Container	C980227	11/30/2016	0338-0049-02
2B0296H	70% Dextrose Injection (2000 mL) USP	C985150	7/31/2016	0338-0719-06

ภาพที่ 1.2 การเรียกเก็บสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ขนาด 250 มล. จากบริษัทแห่งหนึ่ง²

เนื่องจากหลอดเลือดในร่างกายเป็นระบบปิดและปราศจากเชื้อโรค ดังนั้น สารละลายต่าง ๆ ที่เข้าสู่ร่างกายต้องผ่านกระบวนการให้ปราศจากเชื้อ (Sterilized) เสียก่อน แต่ที่ผ่านมาก็ยังมีการพบการปนเปื้อนในสารละลายเหล่านั้น เช่น ในปี ค.ศ.2015 มีการเรียกเก็บสารละลายโซเดียมคลอไรด์ ขนาด 250 มล. จำนวนหนึ่งเนื่องจากพบว่ามีเส้นผมของมนุษย์ ปนเปื้อนอยู่ในสารละลาย (ภาพที่ 1.2)²

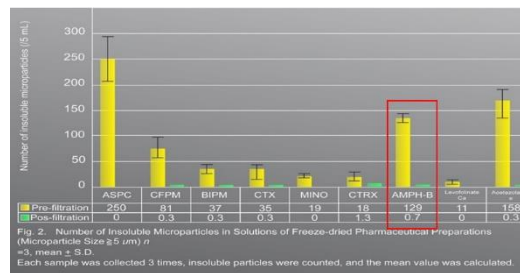
(2) ความไม่เข้ากันของยา



ภาพที่ 1.3 บทความแสดงผลข้างเคียงที่เกิดจากความเข้ากันไม่ได้ของยา³

บางครั้งผู้รับบริการอาจได้รับสารละลายวิตามินที่ผสมในขวดน้ำเกลือหรือสารละลายอื่นมากกว่า 1 ชนิด ในเวลาเดียวกันช่วงระหว่างการให้สารละลาย ซึ่งสารละลายวิตามินบางชนิดอาจมีการทำปฏิกิริยาระหว่างกันทำให้เกิดการตกตะกอนในหลอดเลือดซึ่งไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่าได้ ตัวอย่างของอันตรายที่เกิดจากการไม่เข้ากันของสารละลาย เช่น จากรายงานของ Brandley JS และคณะ (2009) พบว่ามีทารก 8 คนที่มีปัญหาหัวใจหยุดเต้นหลังจากได้รับยาปฏิชีวนะ ceftriaxone ร่วมกับ calcium gluconate โดยทารก 5 คนจาก 8 คนดังกล่าวเสียชีวิต ผลการชันสูตรศพทารกที่เสียชีวิต พบว่า ทารก 4 คน มีผลึกที่เกิดจากความเข้ากันไม่ได้ของยา 2 ตัวดังกล่าวที่หลอดเลือดฝอยที่ปอด³

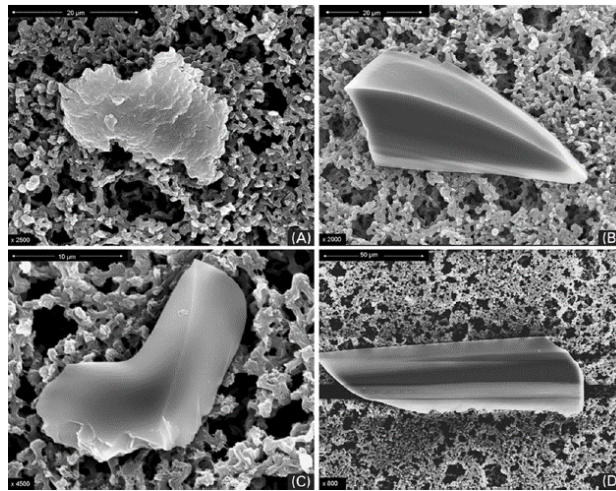
(3) การละลายไม่หมดของยา



ภาพที่ 1.4 จำนวนของอนุภาคขนาดเล็กที่ละลายไม่หมดในสารละลายของการเตรียมยาที่มีลักษณะเป็นผง⁴

ยาหรือสารละลายบางชนิดที่มีลักษณะเป็นผง จะต้องมีการบดการเตรียมยา ก่อน โดยการละลายด้วยน้ำเกลือก่อนการให้ ซึ่งบางครั้งอาจมีการละลายไม่สมบูรณ์ ทำให้ยังมีผงตะกอนยาค้างอยู่ เช่น การศึกษาของ Kuramoto K. และคณะ (2006) รายงานการพบอนุภาคขนาดเล็กจำนวนมากที่เกิดขึ้นในกระบวนการเตรียมยา amphotericin B ซึ่งอาจเกิดจากตัวยาที่ละลายไม่สมบูรณ์⁴

(4) การปนเปื้อนที่เกิดในกระบวนการให้ยาและสารละลาย



ภาพที่ 1.5 อนุภาคขนาดเล็กที่มีความแหลมขนาดแตกต่างกันที่บริเวณตัวกรองสารละลาย (filter membrane) ในเด็กหญิงที่เข้ารับการผ่าตัดเพื่อเปลี่ยนลิ้นหัวใจ⁵

โดยปกติ การเตรียมยาหรือสารละลายเพื่อให้ทางหลอดเลือดต้องมีการใช้เข็มเจาะที่จุกขวดยา อาจทำให้มีเศษจุกยางขนาดเล็กมากที่ผาขวดหลุดปะปนไปกับยาหรือสารละลาย หรือ ต้องหักขวดยาขนาดเล็กที่เป็นภาชนะขวดแก้ว อาจมีเศษแก้วขนาดเล็กมากที่ตามองไม่เห็น เล็ดลอดเข้าไปในหลอดเลือด ซึ่งจะไปทำอันตรายต่อผนังหลอดเลือด เช่น การศึกษาวิจัยของ Brant B และคณะ (2007) รายงานการพบอนุภาคขนาดเล็กที่มีความแหลมขนาดแตกต่างกันที่บริเวณตัวกรองสารละลาย (filter membrane) ในเด็กหญิงที่เข้ารับการผ่าตัดเพื่อเปลี่ยนลิ้นหัวใจ หากอนุภาคดังกล่าวผ่านเข้าไปในระบบไหลเวียนเลือด อาจก่อให้เกิดอันตรายได้⁵

(5) การปนเปื้อนจากจุลชีพ

ตำแหน่งของข้อต่อที่ใช้สำหรับการให้สารละลายต่าง ๆ เป็นจุดเสี่ยงต่อการเกิดการปนเปื้อนจุลชีพมากที่สุด โดยการเพิ่มขึ้นของจำนวนครั้งที่มีการใช้ข้อต่อ จะเพิ่มโอกาสการปนเปื้อนจุลชีพต่างๆ มากขึ้น และนำไปสู่ภาวะการติดเชื้อในกระแสเลือดตามมา

วิธีการตรวจสอบอนุภาคขนาดเล็ก จะใช้วิธี Scanning electron microscope & Energy dispersive X-ray spectrometry

(5.1) กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนนิ่ง (Scanning Electron Microscope, SEM) ใช้ศึกษารายละเอียดของโครงสร้างภายนอกหรือผิวของตัวอย่าง ภาพที่ได้จาก กล้อง SEM เป็นภาพเสมือน 3 มิติที่มีระยะชัดลึกสูง ทำให้สามารถระบุลักษณะของ พื้นผิวของชิ้นงานได้อย่างชัดเจน⁶⁻⁷

(5.2) Energy dispersive X-ray spectrometry เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยสเปกโทรเมตรีรังสีเอกซ์แบบกระจายพลังงานที่ใช้ร่วมกับกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนนิ่ง ซึ่งมีบทบาทสำคัญในปัจจุบันในการวิเคราะห์ธาตุทั้งทางด้านวัสดุศาสตร์ ด้านชีวภาพ กายภาพ และ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่มีชิ้นส่วนขนาดเล็ก⁸

ดังนั้น การตรวจสอบอนุภาคขนาดเล็กทั้งที่ตามองเห็นและมองไม่เห็นของสารละลายชนิดต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบในการให้วิตามินทางหลอดเลือดดำ (Intravenous Myer's cocktail) จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะถ้าผลที่ได้จากการวิจัยพบว่ามีอนุภาคขนาดเล็กปนเปื้อนอยู่จริง ผู้ปฏิบัติงานต้องมีความตระหนักรู้ต่อความปลอดภัยของผู้รับบริการมากขึ้น และจะนำไปสู่กระบวนการหรือมาตรการต่าง ๆ ต่อไป เพื่อหาแนวทางป้องกันภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดขึ้นแก่คนไข้ อีกทั้งยังเป็นการช่วยเพิ่มความมั่นใจแก่ผู้ปฏิบัติงาน และเป็นมาตรฐานในการให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำให้เทียบเท่ากับโรงเรียนแพทย์ หรือโรงพยาบาลชั้นนำหลายแห่งด้วย แต่ทว่าถ้าผลที่ได้จากการวิจัยไม่พบการปนเปื้อนของอนุภาคใด ๆ ก็จะช่วยเพิ่มความมั่นใจในการให้บริการมากยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 วัตถุประสงค์หลัก

เพื่อสำรวจความบริสุทธิ์ของสารละลาย Myer's cocktail solution ที่ให้ทางหลอดเลือดดำ

1.2.2 วัตถุประสงค์รอง

เพื่อให้ทราบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดวิตามินหรือสารละลายที่เตรียม กับ อนุภาคที่พบทั้งในเรื่องของปริมาณ และ คุณภาพ

1.3 สมมุติฐานของงานวิจัย

1.3.1 พบอนุภาคบนแผ่นกรองของตัวกรองสารละลาย (IV filter)

1.3.2 ลักษณะของอนุภาคที่พบ ได้แก่ อนุภาคแหลมคมคล้ายเศษแก้ว , อนุภาคขอบมนคล้ายเศษยาง , อนุภาคสารละลายที่ละลายไม่หมด หรือ แบคทีเรียปนเปื้อน เป็นต้น

1.3.3 โอกาสในการตรวจพบอนุภาคแปรผันตรงกับชนิดและจำนวนของวิตามินหรือสารละลายที่เปิดผสม หมายถึง ถ้าเตรียมสารละลายที่มีการหัก ampoule หลายชนิด มีโอกาสตรวจพบอนุภาคได้มากกว่าชนิดเดียว เป็นต้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ทราบความบริสุทธิ์ของสารละลาย Myer's cocktail
- 1.4.2 ทราบลักษณะและองค์ประกอบของอนุภาคที่ตรวจพบในสารละลาย Myer's cocktail
- 1.4.3 ทราบความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดของวิตามินหรือสารละลายที่ส่วนผสม กับอนุภาคที่ตรวจพบ ในเรื่องของปริมาณและคุณภาพ เพื่อเป็นแนวทางในการเตรียมสารละลายต่อไป
- 1.4.4 เกิดความตระหนักในเรื่องความปลอดภัยของการให้สารละลาย Myer's cocktail มากขึ้น

1.5 ขอบเขตงานวิจัย

การศึกษานี้ทำการศึกษาตรวจสอบความบริสุทธิ์ของสารละลายที่เป็นองค์ประกอบชนิดต่าง ๆ ในการให้วิตามินทางหลอดเลือดดำ (Intravenous Myer's cocktail) เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงาน และผู้รับบริการเกิดความมั่นใจ และตระหนักในความปลอดภัย ในการใช้บริการให้วิตามินทางหลอดเลือดดำ (Intravenous Myer's cocktail) โดยจะทำการผสมสารละลายวิตามินที่เป็นองค์ประกอบชนิดต่าง ๆ ในการให้วิตามินทางหลอดเลือดดำ (Intravenous Myer's cocktail) กับน้ำเกลือ และปล่อยผ่านตัวกรองสารน้ำ (IV filter) และนำส่งตัวกรองที่ผ่านการกรองแล้วไปที่ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อตรวจสอบหาสิ่งปนเปื้อน หรือ particulate matter โดยวิธี Scanning electron microscope & Energy dispersive X-ray spectrometry และบันทึก วิเคราะห์ ผลการศึกษาต่อไป

1.6 กรอบแนวคิดของงานวิจัย

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาตรวจสอบสิ่งปนเปื้อน หรือ particulate matter ในสารละลาย Myer's cocktail โดย กลุ่มตัวอย่าง คือ Myer's cocktail ที่มีส่วนผสมของวิตามินที่อยู่ในรูปแบบของสารละลายในบรรจุภัณฑ์ Ampoule ซึ่งการเตรียมสารละลายคือ ต้องหัก ampoule ก่อน หรืออยู่ในบรรจุภัณฑ์ Vial ที่มีฝาเป็นยางซึ่งการเตรียมสารละลายต้องใช้เข็มแทงผ่านฝายางเข้าไปในภาชนะ จำนวน 10 ตัวอย่าง แบบสุ่ม

การตรวจสอบผลที่ได้เชิงปริมาณ (Quantitative) โดยการวัดจำนวนสิ่งปนเปื้อนที่พบบนแผ่นกรอง และศึกษาเชิงคุณภาพ (Qualitative) โดยการดูลักษณะของสิ่งปนเปื้อนที่พบบนแผ่นกรอง และ ส่วนประกอบของสิ่งปนเปื้อน โดยวิธี Scanning electron microscope & Energy dispersive X-ray spectrometry

1.7 นิยามคำศัพท์

1.7.1 การให้สารละลายทางหลอดเลือดดำ (Intravenous therapy) หมายถึง สารละลายที่ให้เข้าสู่ร่างกายโดยตรงผ่านทางระบบไหลเวียนเลือด

1.7.2 Particulate matter หมายถึง อนุภาคหรือสสารทั้งที่มีขนาดใหญ่ สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า หรือ ขนาดเล็กระดับไมโครเมตรที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

1.7.3 Intravenous drip หรือ IV drip หมายถึง การให้วิตามินผ่านทางหลอดเลือดดำ ซึ่งประกอบไปด้วย วิตามิน B complex , วิตามิน C , สารต้านอนุมูลอิสระ , กรดอะมิโน รวมถึงเกลือแร่ต่าง ๆ ได้แก่ แมกนีเซียม , แคลเซียม ซึ่งผสมกันในอัตราส่วนที่เหมาะสม

1.7.4 Intravenous filter (IV filter) หมายถึง ตัวกรองสารน้ำสารอาหารที่ให้ผ่านทางหลอดเลือดดำ แบบ In-line filter ด้วยการกรองอนุภาคขนาดเล็ก ได้แก่ Microparticle รวมถึง แบคทีเรีย และฟองอากาศ เพื่อป้องกันภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดกับคนไข้ขณะให้สารน้ำและสารอาหารทางหลอดเลือดดำ

1.7.5 กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนนิ่ง (Scanning Electron Microscope, SEM) หมายถึง เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้ศึกษารายละเอียดของโครงสร้างภายนอกหรือผิวของตัวอย่าง ภาพที่ได้จากกล้อง SEM เป็นภาพเสมือน 3 มิติที่มีระยะชัดลึกสูง ทำให้สามารถระบุลักษณะของ พื้นผิวของชิ้นงานได้อย่างชัดเจน

1.7.6 Energy dispersive X-ray spectrometry หมายถึง เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ เพื่อการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยสเปกโทรเมตรีรังสีเอกซ์แบบกระจายพลังงานที่ใช้ร่วมกับกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องสแกนนิ่ง ซึ่งมีบทบาทสำคัญในปัจจุบันในการวิเคราะห์ธาตุทั้งทางด้านวัสดุศาสตร์ ด้านชีวภาพ กายภาพ และ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่มีชิ้นส่วนขนาดเล็ก

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ที่มาและเหตุผลของการศึกษาวิจัย

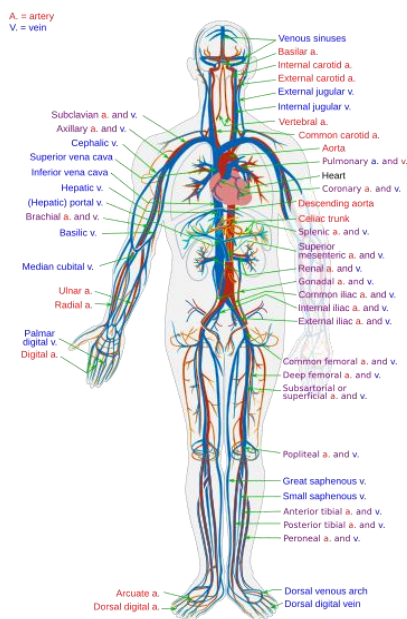
ปัจจุบันผู้คนให้ความสนใจกับการให้วิตามินทางหลอดเลือดดำ หรือ Intravenous Myer's cocktail เพื่อประโยชน์ทางด้านสุขภาพหรือความสวยงามโดยจะมีสูตรผสมของวิตามินต่าง ๆ ในอัตราส่วนที่เหมาะสมตามความต้องการของผู้เข้ารับบริการ ร่วมกับการประเมินจากแพทย์ โดยส่วนประกอบของ Intravenous Myer's cocktail ได้แก่ NSS 0.9% , Vitamin C , Vitamin B6 , Vitamin B COM 100 , Vitamin B12 , Magnesium sulphate 10% เป็นต้น

การให้วิตามินทางหลอดเลือดดำ จัดเป็นประเภทหนึ่งของการรักษาโดยการให้สารละลายทางหลอดเลือดดำ (Intravenous therapy) ทางกายภาพ คือ สารละลายจะถูกส่งเข้าสู่ร่างกายโดยตรงผ่านทางระบบไหลเวียนเลือด จึงต้องมีการเตรียมและการปฏิบัติงานด้วยความระมัดระวัง เพื่อให้ได้สารละลายที่มีความบริสุทธิ์ กล่าวคือ ไม่มีการปนเปื้อนจากอนุภาค หรือ สิ่งแปลกปลอมใดที่จะทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนที่เกี่ยวข้อง (related complication) ได้แก่ Thrombophlebitis , Pulmonary embolism , Trauma , Bacterial contamination , Sepsis รวมถึงการเสียชีวิต เป็นต้น แต่ถึงอย่างไรก็ตาม เห็นได้จากบทความวิจัยอ้างอิง ด้วยเหตุปัจจัยที่ไม่สามารถควบคุมได้จึงทำให้เกิดความผิดพลาดในการเตรียมสารละลาย ทำให้สารละลายมีการปนเปื้อนของอนุภาค (particulate matter) เป็นผลทำให้คนไข้เกิดภาวะแทรกซ้อนจนถึงขั้นเสียชีวิตได้^{1,9-10}

ดังนั้น ในการให้วิตามินทางหลอดเลือดดำ ความปลอดภัยต่อผู้รับบริการจึงเป็นสิ่งสำคัญ ผู้ปฏิบัติงานจะมั่นใจได้อย่างไรว่า สารละลายวิตามินที่จะให้กับคนไข้ ไม่มีสิ่งแปลกปลอมของอนุภาค (particulate matter) ปนเปื้อนอยู่จริง ๆ รวมถึงผู้รับบริการจะมั่นใจได้อย่างไรว่า สถานพยาบาลหรือคลินิกมีความปลอดภัยในการเตรียมสารละลายที่บริสุทธิ์จริง ๆ

2.2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2.1. ระบบไหลเวียนเลือด



ภาพที่ 2.1 ระบบไหลเวียนเลือด (Blood circulatory system)

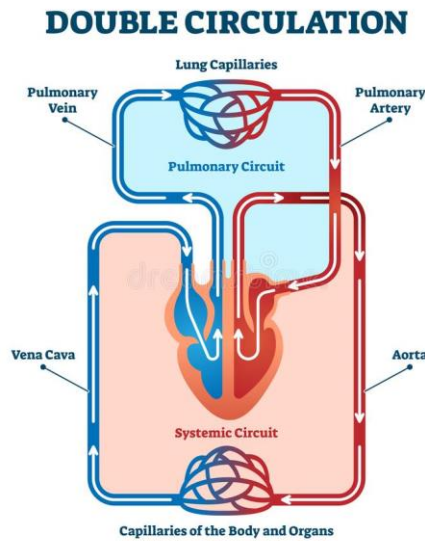
ระบบไหลเวียนเลือด (Blood circulation) คือระบบหนึ่งของร่างกายที่ประกอบไปด้วย หัวใจ และ หลอดเลือด โดยมีวัตถุประสงค์คือ ให้เลือดไหลเวียนไปยังอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย เพื่อปรับภาวะสมดุลของร่างกาย , ภาวะ pH , แลกเปลี่ยนแก๊สและสารอาหารที่อวัยวะต่าง ๆ โดยที่

- (1) หัวใจ ทำหน้าที่ในการสูบฉีดเลือด เพื่อให้เลือดสามารถไหลเวียนไปอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย
- (2) หลอดเลือด ทำหน้าที่ในการลำเลียงเลือดและสารต่าง ๆ เช่น ออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ฮอรโมน กรดอะมิโน อิเล็กโทรไลต์ เป็นต้น ไปยังอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย เพื่อแลกเปลี่ยนแก๊สและสารอาหารที่อวัยวะนั้น ๆ⁹⁻¹⁰

ซึ่งระบบไหลเวียนเลือดจำแนกย่อยได้เป็น 2 ระบบได้แก่

ระบบไหลเวียนส่วนกาย (Systemic circulation) ทำหน้าที่ในการนำเลือดที่ออกจากหัวใจห้องล่างซ้าย ผ่าน หลอดเลือดแดงเอออร์ตา (aorta) เพื่อนำเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ผ่านหลอดเลือดแดง (artery and arteriole) และหลอดเลือดฝอย (capillaries) แล้วกลับเข้าสู่หัวใจห้องบนขวาอีกครั้งผ่านทางหลอดเลือดดำ

ระบบไหลเวียนส่วนปอด (Pulmonary circulation) ทำหน้าที่ในการนำเลือดที่ออกจากหัวใจห้องล่างขวา ไปยังหลอดเลือดแดงปัลโมนารี (Pulmonary artery) เพื่อแลกเปลี่ยนก๊าซในปอดผ่านทางหลอดเลือดฝอย และนำเลือดกลับเข้าสู่หัวใจห้องบนซ้ายอีกครั้ง ผ่านทางหลอดเลือดดำปัลโมนารี (Pulmonary vein)⁹⁻¹⁰



ภาพที่ 2.2 ประเภทของระบบไหลเวียนเลือด

2.2.2 การให้สารละลายทางหลอดเลือดดำ

การให้สารละลายทางหลอดเลือดดำ หรือ Intravenous infusion คือ การให้สารละลายทั้งในแบบที่เป็นสารน้ำ (Intravenous therapy) หรือ สารอาหาร (Total parenteral nutrition) หรือ ยา หรือ ส่วนประกอบของเลือด ผ่านทางหลอดเลือดดำโดยตรง เพื่อตอบสนองต่อความต้องการด้านอาหาร น้ำ และเกลือแร่ของคนไข้ อีกทั้งเป็นการรักษาสมดุลการไหลเวียนในร่างกาย (4) โดยทางที่ให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำ แบ่งได้เป็น 2 ทาง คือ

(1) การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำส่วนปลาย (peripheral intravenous infusion) เป็นการให้สารละลายผ่านทางหลอดเลือดดำในชั้นผิวหนังชั้นตื้นๆ เช่น หลอดเลือดดำที่แขน หรือ ขา เป็นต้น เหมาะสำหรับผู้ป่วยที่จะได้รับสารละลายเป็นครั้งคราว

(2) การให้สารน้ำทางหลอดเลือดดำใหญ่ (central venous therapy) เป็นการให้สารละลายผ่านทางหลอดเลือดดำขนาดใหญ่ ได้แก่ subclavian vein, internal jugular vein, external jugular vein, right nominate vein และ left nominate vein ซึ่งการให้สารละลายแบบนี้ เหมาะกับผู้ป่วยที่จำเป็นต้องให้สารละลายอย่างต่อเนื่อง หรือ ไม่สามารถให้สารละลายผ่านทางหลอดเลือดดำส่วนปลายได้ ได้แก่ ผู้ป่วยที่ต้องได้รับยาเคมีบำบัด หรือ ผู้ป่วยที่ต้องได้รับส่วนประกอบของเลือด เป็นต้น¹⁰

ดังนั้น สำหรับการให้วิตามินทางหลอดเลือดดำ ตามคลินิกความงาม หรือ คลินิก Anti-aging จึงนิยมให้ทางหลอดเลือดดำส่วนปลาย (peripheral intravenous infusion) โดยเฉพาะที่แขน เพื่อความสะดวกและรวดเร็ว ในการให้บริการ

2.2.3. Intravenous drip หรือ IV drip

Intravenous drip (IV drip) หรือ การให้วิตามินและสารอาหารพร้อมน้ำเกลือผ่านทางหลอดเลือดดำ เป็นวิธีการดูแลและป้องกันสุขภาพที่กำลังเป็นที่นิยมทั่วโลก เนื่องจากสะดวก เห็นผล และรวดเร็ว โดยวัตถุประสงค์ของการทำ IV drip ได้แก่ เพื่อผิวกระจ่างใส , เพื่อฟื้นฟูสุขภาพ , เพื่อแก้อาการอ่อนเพลีย เป็นต้น จะเห็นว่าส่วนใหญ่เป็นปัญหาเรื้อรัง ที่รับประทานยาไม่สามารถรักษาให้หายได้ โดยที่สารอาหารและวิตามินเหล่านี้ แพทย์จะเป็นผู้กำหนดให้ตามการวินิจฉัยและประวัติการรักษา การตรวจร่างกาย โดยคำนึงถึงปัญหาของผู้เข้ารับบริการเป็นสำคัญ ซึ่งจะจัดเป็นส่วนผสมในอัตราส่วนที่เหมาะสม เรียกว่า ค็อกเทล โดยมีส่วนประกอบของสารละลายได้แก่ NSS 0.9% , Vitamin C , Magnesium sulphate 10% , Vitamin B complex , Vitamin B6 , Vitamin B12

แม้การให้วิตามินและสารอาหารทางหลอดเลือดดำ (IV drip) กำลังเป็นที่นิยมกัน แต่อย่างไรก็ตามยังมีข้อควรระวัง นั่นคือ คลินิก หรือสถานพยาบาลที่มีบริการ IV drip ควรจะต้องคำนึงเรื่องความปลอดภัยต่อผู้รับบริการ อุปกรณ์ และสารละลาย จะต้องสะอาด ปราศจากเชื้อ และสิ่งแปลกปลอม (Particulate matter) ทั้งที่ตามองเห็น และมองไม่เห็น อันเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนซึ่งเป็นอันตรายต่อผู้รับบริการได้

2.2.4 ภาวะแทรกซ้อน (Complications) จากการปนเปื้อนสิ่งแปลกปลอม (Particulate matter) และเชื้อโรค¹

เนื่องจากการให้วิตามินและสารอาหารทางหลอดเลือดดำ (IV drip) เป็นการทำให้เกิดการที่มีการรุกรานถ้าอุปกรณ์ ได้แก่ เข็ม หรือ Catheter เข้าสู่ร่างกายผู้รับบริการโดยตรง (Invasive technique) ซึ่งอาจมีความเสี่ยงที่จะเกิดภาวะแทรกซ้อนได้ โดยแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ ภาวะแทรกซ้อนเฉพาะที่ (Local complications) และ ภาวะแทรกซ้อนทั่วร่างกาย (Systemic complications)¹¹

ภาวะแทรกซ้อนเฉพาะที่ (Local complications) เป็นภาวะแทรกซ้อนที่อยู่ตามตำแหน่งการเกิด มักมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และพบใกล้กับตำแหน่งที่แทงเข็ม ได้แก่ หลอดเลือดดำอักเสบ (Phlebitis), การเกิดสารละลายหรือยาแทรกซึมอยู่ในเนื้อเยื่อ (infiltration) และการอุดตันของเข็ม (occlusion) เป็นต้น ซึ่งอาการแสดงมักไม่รุนแรง และสามารถป้องกันได้ด้วยการทำให้เหตุการณ์ที่ถูกต้องด้วยความระมัดระวัง¹²⁻¹³

ภาวะแทรกซ้อนทั่วร่างกาย (Systemic complications) เป็นภาวะแทรกซ้อนที่เกิดขึ้นภายในระบบไหลเวียนเลือด ไม่มีความสัมพันธ์กับตำแหน่งที่ให้สารน้ำ แต่เมื่อเกิดแล้วจะมีความอันตรายและรุนแรงมากกว่า อาการแสดง ได้แก่ ภาวะช็อก (Speed shock) , ปฏิกิริยาการแพ้ (Allergic reaction) โดยเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น การติดเชื้อ ทำให้เกิดการติดเชื้อในกระแสเลือด (Septicemia) ซึ่งเป็นอันตรายถึงชีวิต หรือการเกิด Particulate matter ไปอุดตันที่เส้นเลือดตามอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย (embolism) เช่น ถ้าเกิด particulate matter ไปอุดตันที่เส้นเลือดในปอดจะเกิดภาวะ Pulmonary embolism ซึ่งเป็นอันตรายถึงชีวิตได้ และบางครั้งภาวะแทรกซ้อนเฉพาะที่ก็นำไปสู่ภาวะแทรกซ้อนทั่วร่างกายได้เช่นกัน^{1,11}

ดังนั้นจะเห็นว่า ความปลอดภัยของผู้รับบริการมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ซึ่งสิ่งที่จะต้องคำนึงเป็นพิเศษของการให้วิตามินหรือสารอาหารทางหลอดเลือดดำ (IV drip) คือ ความบริสุทธิ์ของสารละลาย โดยบุคลากรที่เตรียมต้องมั่นใจว่า ไม่มี Particulate matter ปนเปื้อนอยู่ ไม่ว่าจะเป็น อนุภาค หรือ เชื้อโรค ซึ่งจะนำไปสู่ภาวะแทรกซ้อนทั้งแบบเฉพาที่และทั่วร่างกายตามมาได้

2.2.5. แหล่งที่มาของสิ่งแปลกปลอม

อนุภาคต่าง ๆ ที่ถูกพบในหลอดเลือด อาจเกิดได้จากหลายสาเหตุ ดังต่อไปนี้

(1) กระบวนการผลิตสารละลายที่ให้ทางหลอดเลือด

พบว่ามีการเรียกเก็บคืนสารละลายเป็นระยะ ๆ เช่น ในปี ค.ศ. 2014 มีการประกาศเรียกคืนสารละลายโซเดียมคลอไรด์จำนวนหนึ่ง เนื่องจากพบว่า มีอนุภาคขนาดเล็กที่ตำแหน่งรอยต่อของชุดให้สารละลาย (administration port) ซึ่งหากผู้ป่วยได้รับสารละลายดังกล่าวอาจทำให้อนุภาคที่ปนเปื้อนนั้นไปอุดตันที่หลอดเลือดต่าง ๆ ทำให้เกิดอันตรายได้ เช่นเดียวกัน ในปี ค.ศ. 2015 มีการเรียกเก็บสารละลายโซเดียมคลอไรด์ขนาด 250 มล. จำนวนหนึ่ง เนื่องจากพบว่า มีเส้นผมของมนุษย์ปนเปื้อนอยู่ในสารละลาย²

(2) ความเข้ากันไม่ได้ของยา (Drug incompatibility)

ในการดูแลผู้ป่วยในหอผู้ป่วยบางครั้งมีความจำเป็นต้องให้ยาหรือสารละลายหลายๆ อย่างพร้อมกันทางหลอดเลือดดำซึ่งอาจก่อให้เกิดปัญหาการเข้ากันไม่ได้ของยานี้ มีการกล่าวว่า ในกรณีที่มีการให้ยาตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปร่วมกันทางหลอดเลือดดำ ควรตรวจสอบความเข้ากันได้ของยานั้น ๆ ก่อนให้ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลการให้ยาหลายชนิดร่วมกันทางหลอดเลือดดำยังมีจำกัด ดังนั้น ในทางปฏิบัติ จึงจำเป็นต้องให้ยาไปก่อนเพื่อประโยชน์ในการรักษาและช่วยชีวิตผู้ป่วย หากไม่มีรายงานปัญหาการให้ยาคินดนั้น ๆ ร่วมกัน มีรายงานว่า มีการให้ยาหลายตัวร่วมกันทางหลอดเลือดดำในหอผู้ป่วยทั่วไป และหอผู้ป่วยวิกฤต คิดเป็นร้อยละ 15-28 และร้อยละ 45 ของการให้ยาทั้งหมด ตามลำดับ จากรายงานของ Brandley JS และ คณะ (2009) พบว่า มีทารก 8 คน ที่มีปัญหาหัวใจหยุดเต้นหลังจากได้รับยาปฏิชีวนะ ceftriaxone ร่วมกับ calcium gluconate โดยทารก 5 จาก 8 คนดังกล่าวเสียชีวิต ผลการชันสูตรศพทารกที่เสียชีวิต พบว่า ทารก 4 คน มีผลึกที่เกิดจากความเข้ากันไม่ได้ของยา 2 ตัวดังกล่าว ที่หลอดเลือดฝอยที่ปอด³

(3) การละลายไม่หมดของยา (Incomplete reconstitution of drugs)

Sendo T และคณะ (2001) รายงานการพบอนุภาคขนาดเล็กจำนวนมากที่เกิดขึ้นในกระบวนการเตรียมยา amphotericin B ซึ่งอาจเกิดจากตัวยาที่ละลายไม่สมบูรณ์ หรืออนุภาคเล็ก ๆ ที่สลายจากบรรจุภัณฑ์ เช่น ซิลิโคน ทองแดง เป็นต้น โดยปริมาณอนุภาคดังกล่าวมีค่าเกินค่ามาตรฐานเภสัชตำรับของประเทศสหรัฐอเมริกา (The United States Pharmacopoeia, USP)¹⁴

(4) การปนเปื้อนที่เกิดในการกระบวนการให้ยาและสารละลาย (Particles contamination from components and system)

ในกระบวนการให้ยาและหรือสารละลายทางหลอดเลือดดำอาจมีการหลุดของสาร เช่น ซิลิโคน เป็นต้น จากวัสดุที่ใช้ทำสายสวนในระหว่างที่มีการให้ยาและหรือสารละลายผ่านเครื่องควบคุมการไหลของสารละลาย

นอกจากนี้ในกระบวนการดูดยาและหรือสารละลายจากขวด อาจมีโอกาสที่เศษยางขนาดเล็กจากจุกยาปิดขวด ปนเปื้อนในสารละลายได้ Brent B และคณะ (2007) รายงานการพบอนุภาคขนาดเล็กที่มีความแหลม ขนาดแตกต่างกัน ที่บริเวณตัวกรองสารละลาย (filter membrane) ในเด็กหญิงที่เข้ารับการผ่าตัดเพื่อเปลี่ยนลิ้นหัวใจ หากอนุภาคดังกล่าวผ่านเข้าไปในระบบไหลเวียนเลือด อาจก่อให้เกิดอันตรายได้⁵

(5) ความไม่คงตัวของสารละลายไขมัน (Destabilized lipid emulsion)

สารอาหารทางหลอดเลือดดำประกอบด้วย สารละลายกลูโคส กรดอะมิโน สารละลายไขมัน วิตามิน และแร่ธาตุต่าง ๆ สารละลายไขมันมีขนาดอนุภาคใหญ่ และอาจมีความไม่คงตัวจากการใช้บรรจุภัณฑ์ที่เป็นพลาสติก ซึ่งอาจทำให้เกิดภาวะแทรกซ้อนอื่น ๆ ตามมา ตามมาตรฐานเภสัชตำรับของประเทศสหรัฐอเมริกา มีการกำหนดว่า สารละลายไขมันควรมีอนุภาคของไขมันที่มีขนาดใหญ่กว่า 5 ไมครอน ไม่เกินร้อยละ 0.05 ของปริมาณไขมันที่ให้ทั้งหมด

(6) ฟองอากาศ (Air emboli)

ฟองอากาศที่พบในสารละลายต่าง ๆ เกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น ฟองอากาศที่เกิดขึ้นขณะผสมสารละลาย การรั่วของชุดให้สารละลาย ฟองอากาศที่ค้างในหัวกระบอกฉีดยา เป็นต้น เมื่อฟองอากาศหลุดไปในระบบไหลเวียนเลือด อาจก่อให้เกิดการอุดตันของหลอดเลือดต่าง ๆ รวมถึงการอักเสบเรื้อรังของเนื้อเยื่อบริเวณหลอดเลือดที่มีฟองอากาศอุดอยู่ ก่อให้เกิดผลเสียในระยะยาว

Wilkins RG และคณะ (2012) รายงานว่า ฟองอากาศขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพียง 0.2 มิลลิเมตร ทำให้เกิดสมองขาดเลือดได้¹⁵ (ตารางที่ 2.1)

ตารางที่ 2.1 ผลกระทบของปริมาณและขนาดของฟองอากาศ เมื่อเข้าสู่ระบบไหลเวียนเลือดในร่างกายมนุษย์¹⁵

ขนาดของฟองอากาศ มม.)	ปริมาตรฟองอากาศ (ไมโครลิตร)		ความยาวของกลุ่มฟองอากาศในสายให้สารละลาย	เหตุการณ์ที่เกิดขึ้น
0.2	0.004		1 ไมครอน	พบภาวะสมองขาดเลือด (cerebral ischemia)
0.3	0.01		1 ไมครอน	ใช้เวลา 30 นาทีในการดูดซึมฟองอากาศ
3.4	20		2.8 มม.	ฟองอากาศผ่านเข้าไปในปอด
4.8 มม. (ในทารกแรกเกิด) , 14 มม. (ในผู้ใหญ่)	0.02 มล./น้ำหนักตัว 1 กก.		8.5 มม. (0.06 มล.) 19.8 ซม. (1.4 มล.)	อัตราเสียชีวิตคิดเป็นร้อยละ 28 เมื่อฟองอากาศเข้าสู่ระบบการไหลเวียนของหลอดเลือดหัวใจ (coronary circulation)

(7) การปนเปื้อนจุลชีพ (Microbial contamination)

ตำแหน่งของข้อต่อที่ใช้สำหรับการให้สารละลายต่าง ๆ เป็นจุดเสี่ยงต่อการเกิดการปนเปื้อนจุลชีพมากที่สุด โดยการเพิ่มขึ้นของจำนวนจำนวนครั้งที่มีการใช้ข้อต่อ จะเพิ่มโอกาสการปนเปื้อนจุลชีพต่าง ๆ มากขึ้น และนำไปสู่ภาวะติดเชื้อในกระแสเลือดตามมา

(8) ตัวกรอง IV (IV filter)

ตัวกรอง IV (IV filter) คือ ตัวกรองสารน้ำ หรือสารอาหาร ที่ให้ทางหลอดเลือดดำ เพื่อป้องกันภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดจากสิ่งแปลกปลอมไม่พึงประสงค์ อันได้แก่ ฟองอากาศ, ตะกอนยา, particulate matter รวมถึงแบคทีเรีย และเชื้อรา เข้าสู่ร่างกายคนไข้

วิธีการเลือกใช้ IV filter มีสิ่งที่ต้องคำนึงถึง ดังนี้

(8.1) ชนิดหรือคุณสมบัติของสารละลายที่นำมาใช้กรอง เช่น สารละลายกลูโคสหรือเด็กซ์โทรส สารอาหารที่ให้ทางหลอดเลือดดำ เป็นต้น เนื่องจากชนิดหรือคุณสมบัติของสารละลายเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเลือกขนาดของ IV filter ให้เหมาะสมกับสารละลายนั้น ๆ

(8.2) คุณสมบัติในการกรองเชื้อโรคต่าง ๆ เช่น ขนาดรูกรองที่เหมาะสม โดยสารละลายที่เป็นไขมันและอิมัลชัน ควรจะผ่านตัวกรอง ขนาด 1.2 – 1.5 ไมครอน ส่วนสารละลาย ประเภทน้ำควรจะผ่านตัวกรองขนาด 0.22 ไมครอน⁹⁻¹⁰

จากการศึกษาพบว่า การใช้ตัวกรอง (IV filter) จะช่วยปกป้องผู้ป่วยด้วยการลดความเสี่ยงในการเกิดภาวะแทรกซ้อนขณะการรักษา ได้แก่ ป้องกันสิ่งแปลกปลอม ไม่ให้หลุดลอดเข้าไปในหลอดเลือด เช่น ฟองอากาศ, ตะกอนยา และสิ่งไม่พึงประสงค์ และยังช่วยป้องกันแบคทีเรียและเชื้อราเพื่อไม่ให้เกิดการติดเชื้อในร่างกายระหว่างการให้สารน้ำอีกด้วย

ข้อแนะนำจากองค์กรวิชาชีพทางการแพทย์ อาทิ สมาคมโภชนศาสตร์คลินิกและการสันดาปแห่งยุโรป (European Society for Clinical Nutrition and Metabolism : ESPEN) ฝ่ายปฏิบัติการ กลุ่มเภสัชโภชนศาสตร์ (British Pharmaceutical Nutrition Group : BPNG) และสมาคมพยาบาล ผู้ให้สารละลายทางหลอดเลือดแห่งสหรัฐอเมริกา (Infusion Nurses Society) ต่างแนะนำให้ใช้ IV filter ที่เหมาะสม ระหว่างการให้สารละลายทางหลอดเลือด ยกตัวอย่าง เช่น ESPEN ระบุว่า “การให้สารละลายทางหลอดเลือดควรใช้ตัวกรองซึ่งอยู่ในตำแหน่งสุดท้ายก่อนเข้าสู่ผู้ป่วย ไขมันและอิมัลชัน ควรจะผ่านตัวกรอง ขนาด 1.2 – 1.5 ไมครอน ส่วนสารละลาย ประเภทน้ำควรจะผ่านตัวกรองขนาด 0.22 ไมครอน”⁹

2.2.7 บทบาทตัวกรอง IV filter

(1) กรองอนุภาคต่าง ๆ ที่ไม่พึงประสงค์

ที่อาจเกิดจากการตกตะกอนของสารละลาย ความเข้ากันไม่ได้ของยา ทำให้ลดโอกาสเกิดภาวะแทรกซ้อนอื่น ๆ

(2) ลดโอกาสเกิดภาวะหลอดเลือดดำอักเสบจากลิ่มเลือด (Thrombophlebitis)

จากการทบทวนงานวิจัยอย่างเป็นระบบของ Niel-Weise BS และคณะ (2011) พบว่า การใช้ IV filter สามารถช่วยลดอุบัติการณ์การเกิดหลอดเลือดดำอักเสบได้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (RR 0.6, 95% CI 0.43-1.00)¹⁶

(3) ป้องกันการเกิดภาวะลิ่มเลือดที่หลอดเลือดดำ (Deep vein thrombosis)

เมื่อปี ค.ศ.2001 Danschutter D และคณะ รายงานการเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของอุบัติการณ์การเกิดภาวะลิ่มเลือดที่หลอดเลือดดำในหอผู้ป่วยวิกฤต เมื่อวิเคราะห์หาสาเหตุอย่างละเอียด พบว่า มีการปรับแก้ของสายสวนหลอดเลือดดำที่ห้องหนึ่งซึ่งนำมาใช้ในหอผู้ป่วยวิกฤต ทำให้มีอนุภาคขนาดใหญ่หลุดเข้าไปในหลอดเลือดดำและส่งผลให้เกิดภาวะลิ่มเลือดที่หลอดเลือดดำตามมา

เมื่อมีการเปลี่ยนชนิดของสายสวนร่วมกับการใช้ IV filter อุบัติการณ์การเกิดภาวะลิ่มเลือดที่หลอดเลือดดำลดลงอย่าง ชัดเจน¹⁷

(4) ป้องกันการสูญเสีย function capillary density (FCD)

ซึ่งประเมินจากปริมาณของเม็ดเลือดแดงที่ผ่านหลอดเลือดฝอยต่อหนึ่งตารางเซนติเมตร ค่า FCD เป็นตัวแปรที่บ่งบอก การไหลเวียนเลือดที่เนื้อเยื่อ จากการศึกษาของ Schafer SC และคณะ (2008) พบว่า การใช้ IV filter สามารถช่วยป้องกันการสูญเสีย FCD ได้¹⁸

(5) ลดอุบัติการณ์การเกิดกลุ่มอาการจากการอักเสบที่เรียกว่า systemic inflammatory response syndrome (SIRS)

Jack T และคณะ (2012) รายงานการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของการใช้ IV filter ต่อการเกิดภาวะแทรกซ้อนด้านต่าง ๆ ในผู้ป่วยเด็กที่เข้ารับการรักษาในหอผู้ป่วยวิกฤต จำนวน 807 คน โดยพบว่า กลุ่มที่ใช้ IV filter มีอุบัติการณ์การเกิด SIRS ต่ำกว่า และมีระยะเวลาที่เข้ารับการรักษาในหอผู้ป่วยวิกฤตรวมถึงระยะเวลาการใช้เครื่องช่วยหายใจสั้นกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ใช้ IV filter อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ¹⁹

Characteristics	Control group (n = 406)	Filter group (n = 401)	P value ^a	95 % Confidence interval
Primary objectives (n)				
Complications (overall)	166	124	0.003	0.484–0.865
Adjusted to PIM II			0.011	0.502–0.914
SIRS	123	90	0.011	0.485–0.913
Adjusted to PIM II			0.026	0.500–0.958
Sepsis	27	20	0.313	0.406–1.337
Circulatory failure	60	57	0.593	0.604–1.334
ARDS	35	22	0.082	0.354–1.069
Acute renal failure	16	14	0.736	0.425–1.831
Acute liver failure	9	7	0.631	0.289–2.125
Thrombosis	11	6	0.230	0.200–1.489
Secondary objectives				
Mortality (n)	27	16	0.093	0.309–1.100
Length of stay (days) ^b	3.89 (2.96–4.81)	2.98 (2.33–3.63)	0.025	
Duration of mechanical ventilation (h) ^b	14.0 (5.6–22.4)	11.0 (7.1–14.9)	0.028	

Comparison of primary and secondary outcomes between control and filter group
ARDS Acute respiratory distress syndrome, SIRS systemic inflammatory response syndrome
^a P values were calculated using Pearson's Chi-Square test, Fisher's exact test or log-rank test as indicated
^b Data are presented as the median with the range given in parenthesis

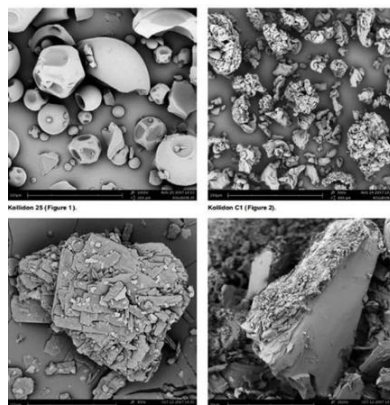
ภาพที่ 2.3 การใช้ IV filter ช่วยลดอุบัติการณ์โดยรวมของภาวะแทรกซ้อนต่าง ๆ รวมทั้งลด SIRS¹⁹

(6) ลตโอกาสการเกิดภาวะแทรกซ้อนอื่น ๆ

Van Lingen RA และคณะ (2004) รายงานการศึกษาผลการใช้ IV filter ในทารกแรกเกิดจำนวน 88 คน โดยแบ่งทารกเป็น 2 กลุ่มเท่าๆ กัน กลุ่มแรกได้รับสารละลายทางหลอดเลือดดำโดยผ่าน IV filter และกลุ่มที่สองได้รับสารละลายทางหลอดเลือดดำโดยไม่มี IV filter แล้วพบว่า กลุ่มที่ใช้ IV filter มีอัตราการเกิดภาวะแทรกซ้อนโดยรวมจากการรักษาลดลง (คิดเป็นร้อยละ 62) เมื่อเทียบกับกลุ่มที่ไม่ใช้ IV filter และเมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในช่วง 8 วันขณะรับการรักษา พบว่ากลุ่มที่ใช้ IV filter มีค่าใช้จ่ายต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่ใช้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (37.44 vs. 85.75 pound sterling)^{20,23}

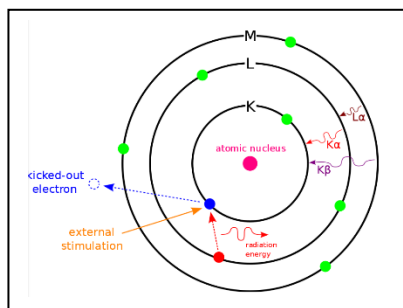
2.2.8. Scanning electron microscope

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนนิ่ง (Scanning electron microscope) คือกล้องจุลทรรศน์ชนิดพิเศษที่การทำงานจะใช้อิเล็กตรอน และเลนส์สนามแม่เหล็กไฟฟ้าแทนเลนส์กระจก เหมาะสำหรับใช้ศึกษารายละเอียดพื้นผิว หรือโครงสร้างภายนอกของวัตถุ ซึ่งจะได้ภาพที่มีลักษณะเป็น 3 มิติ โดยมีกำลังขยายได้ถึง 20 – 800,000 เท่า ซึ่งในงานวิจัยนี้ จะใช้ศึกษาพื้นผิวของตัวกรอง (IV filter) เพื่อตรวจสอบสิ่งแปลกปลอม หรือ Particle ที่อาจปนเปื้อนมากับ IV drip^{6-7,21}



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่าง particle ที่พบโดยวิธี Scanning electron microscope²²

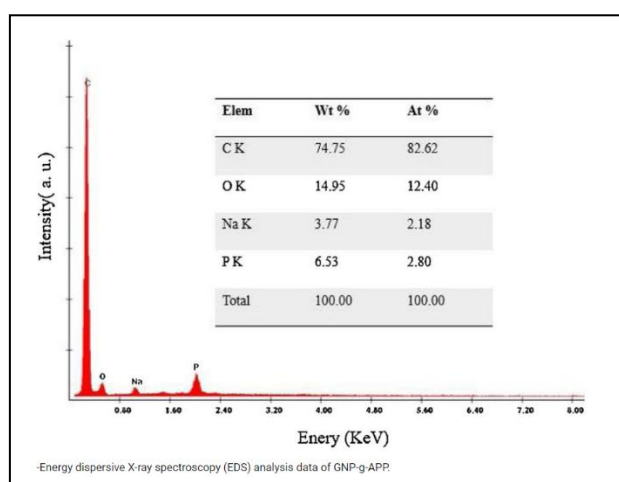
2.2.9. Energy dispersive X-ray spectrometry



ภาพที่ 2.5 Energy dispersive X-ray spectrometry (EDS)²³

Energy dispersive X-ray spectrometry เป็นวิธีการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของสารตัวอย่าง โดยใช้งานร่วมกับกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกนนิ่ง (Scanning electron microscope) ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างมากต่องานวิจัยนี้ ทำให้สามารถคาดการณ์จากองค์ประกอบทางเคมีของสารได้ว่า สารชนิดนั้นมาจากกระบวนการใดหรือวัสดุใด จากขั้นตอนการทำงานวิจัย ดังตัวอย่างตามภาพ 2.6 ซึ่งสเปกตรัม EDS สามารถบ่งบอกถึงธาตุที่เป็นองค์ประกอบจากพีคที่เกิดขึ้นในแกน X ซึ่งคือพลังงานของรังสีเอกซ์ในหน่วย keV และความสูงของพีคที่แตกต่างกันบ่งบอกถึงจำนวนสัญญาณของรังสีเอกซ์ที่ตรวจวัดได้ในธาตุองค์ประกอบแต่ละชนิดที่แตกต่างกันของวัสดุที่สนใจ²⁴⁻²⁵

วิธี EDS นอกจากจะสามารถวิเคราะห์องค์ประกอบธาตุในเชิงคุณภาพ (Qualitative analysis) ยังสามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุในเชิงปริมาณ (Quantitative analysis) ได้อีกด้วย ซึ่งสามารถบอก % ของธาตุที่วิเคราะห์ที่มีอยู่ได้⁸



ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยวิธี Energy dispersive X-ray spectrometry²⁴

2.3 การพัฒนาสมมติฐาน

จากการค้นคว้าวิจัยพบว่า การทดสอบเพื่อหา Particle หรือสิ่งแปลกปลอม ในสารละลายหรือสารน้ำที่ให้ทางหลอดเลือดดำ มีเฉพาะในโรงพยาบาลเท่านั้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันภาวะแทรกซ้อนที่อาจเกิดกับคนไข้ถ้าได้รับ Particle หรือสิ่งแปลกปลอม เข้าสู่ร่างกาย อย่างไรก็ตามยังไม่พบการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวกับการทดสอบหา Particle หรือสิ่งแปลกปลอม ในสารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail) แล้วจะมั่นใจได้อย่างไรว่าสารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail) ไม่มี Particle หรือสิ่งแปลกปลอมปนเปื้อนอยู่ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอันตรายต่อผู้เข้ารับบริการ

ดังนั้นผู้วิจัยจึงออกแบบการทดลองจากสมมติฐานที่ว่า การให้สารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail) คือการให้สารละลายผ่านทางหลอดเลือดดำชนิดหนึ่ง ซึ่งความเสี่ยงที่อาจจะเจอ Particle หรือสิ่งแปลกปลอม เกิดจากการเตรียม

สารละลายเหล่านั้น เนื่องจาก สารละลายจะอยู่ในภาชนะแก้ว หรือ ภาชนะที่มีจุกยาง ก่อนใช้จึงต้องหักแก้ว หรือใช้เข็มแทงจุกยางเพื่อเตรียมสารละลายก่อน หรือกระทั่งสารละลายบางชนิดอยู่ในรูปแบบของผงที่ต้องละลายก่อนที่จะใช้งาน ซึ่งมีความเป็นไปได้เมื่อผ่านสารละลายที่เตรียมเสร็จแล้ว อาจพบเศษแก้ว หรือเศษยาง หรือแม้กระทั่งแบคทีเรียจากการปนเปื้อนจากการเตรียมได้

2.4 กรอบแนวคิดการวิจัย

งานวิจัยนี้ศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบหา Particle หรือสิ่งแปลกปลอม ที่เกิดจากการเตรียมของสารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail) เช่น เศษแก้ว เศษยาง เศษตะกอนยา หรือแบคทีเรีย เป็นต้น โดยขั้นตอนการเตรียมจะอยู่ในการปฏิบัติของบุคลากรการแพทย์ที่ผ่านการอบรมเรื่องการให้สารน้ำและสารละลายทางหลอดเลือด โดยการนำสารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail) ผสมกับน้ำเกลือ แล้วผ่านตัวกรอง IV filter จนสารละลายหมด จากนั้นนำ IV filter ไปตรวจด้วยวิธีวิเคราะห์ Scanning electron microscope & Energy dispersive X-ray spectrometry (SEM/EDS analysis) ของศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วัตถุประสงค์เชิงคุณภาพ (Qualitative) คือ ตรวจวิเคราะห์ Sample ว่าพบ Particle หรือไม่ด้วยวิธี SEM และตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี โดยวิธี EDS สรุปผลการวิจัย และรายงานผล

2.5 การสรุป

จากการค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับการตรวจหา Particle หรือสิ่งแปลกปลอมในสารน้ำหรือสารละลายที่ให้ทางหลอดเลือดดำพบว่ามีกรวิจัยที่ทำในสารละลายหรือยาที่ให้ในโรงพยาบาลเท่านั้น อย่างไรก็ตาม ยังไม่พบการศึกษาวิจัยลักษณะดังกล่าวที่ทดสอบใน สารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail) ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้จึงทำขึ้นเพื่อตรวจหา Particle หรือสิ่งแปลกปลอมในสารละลายสำหรับ สารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail) โดยหวังว่าผลของการวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเรื่องความปลอดภัยของผู้เข้ารับบริการ และเป็นประโยชน์ในเรื่องของความมั่นใจในการให้บริการของบุคลากรที่เกี่ยวข้อง และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะมีการพัฒนาคุณภาพการให้สารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail) ให้มากขึ้น

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการศึกษา

การวิจัยนี้เป็นการตรวจหาสิ่งปนเปื้อน หรือ particulate matter ของสารละลายในการให้วิตามินทางหลอดเลือดดำ (Intravenous myer's cocktail) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานได้เกิดความตระหนักต่อความปลอดภัยของผู้เข้ารับบริการ และเพื่อให้ผู้เข้ารับบริการมีความมั่นใจในการบริการของสถานพยาบาลหรือคลินิกที่ผ่านการตรวจสอบแล้วในระดับที่เทียบเท่ากับโรงเรียนแพทย์ หรือ โรงพยาบาลชั้นนำ

3.1 ประชากรและตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ สารละลายวิตามินที่ให้ทางหลอดเลือดดำ (Intravenous Myer's cocktail) จำนวน 10 ตัวอย่าง แบบสุ่ม

3.1.2 ตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนี้ คือ IV filter ที่ผ่านสารละลาย Myer's cocktail ที่มีส่วนผสมของวิตามินที่อยู่ในรูปแบบของสารละลายในบรรจุภัณฑ์ Ampoule ซึ่งการเตรียมสารละลายคือ ต้องหัก ampoule ก่อน หรืออยู่ในบรรจุภัณฑ์ Vial ที่มีฝาเป็นยางซึ่งการเตรียมสารละลายต้องใช้เข็มแทงผ่านฝาข้างเข้าไปในภาชนะ จำนวน 10 ตัวอย่าง โดยที่การเตรียมตัวอย่างจะดำเนินการที่คลินิกเวชกรรมที่ให้บริการให้สารละลาย Myer's cocktail ทางหลอดเลือดดำอย่างถูกต้องตามกฎหมาย 10 แห่ง และเตรียมตัวอย่างโดยบุคลากรการแพทย์ หรือเจ้าหน้าที่ของสถานพยาบาล 10 คน ในสัดส่วนการผสมสารละลายที่ใช้จริงทางคลินิก

3.1.3 ตัวอย่างควบคุม (Control sample)

ตัวอย่างควบคุม (Control sample) คือ IV filter ที่ไม่มีสารละลาย Myer's cocktail ไหลผ่าน จำนวน 1 ตัวอย่าง

ตารางที่ 3.1 แสดงชนิดวิตามิน หรือ สารละลาย ใน Myer's cocktail

ลำดับ	ชนิดวิตามินหรือสารละลาย	บรรจุภัณฑ์	รูปแบบ	ลักษณะ
1	NSS 0.9%	ถุง	สารละลาย	ใส
2	Vitamin C	Ampoule	สารละลาย	ใส, สีเหลือง
3	Vitamin B6	Ampoule	สารละลาย	ใส , ส้มอมเหลือง
4	Vitamin B com 100	Ampoule	สารละลาย	ใส , ส้มอมเหลือง
5	Vitamin B12	Ampoule	สารละลาย	ใส , สีชมพู
6	Magnesium sulphate 50%	Ampoule	สารละลาย	ขาวใส

3.2 การคัดเลือกชนิดวิตามิน หรือ สารละลาย

เกณฑ์การคัดเลือกชนิดวิตามิน หรือ สารละลายที่เป็นองค์ประกอบของ Myer's cocktail คือ ต้องเป็นวิตามิน หรือสารละลายที่มีเครื่องหมายการค้า หรือ อย. และมีสัดส่วนการเตรียมที่ใช้จริงทางคลินิก โดยมีรายละเอียดของวิตามิน หรือสารละลายดังนี้

3.2.1 NSS 0.9%

สารละลาย Normal saline 0.9% (Sodium Chloride injection) ขนาด 100 มล. ประกอบด้วย Sodium Chloride 900 มก. สรรพคุณคือ ใช้ในรายที่ร่างกายขาดน้ำและอิเล็กโทรไลต์ ใช้ฉีดเข้าเส้นเลือดดำตามแพทย์สั่ง

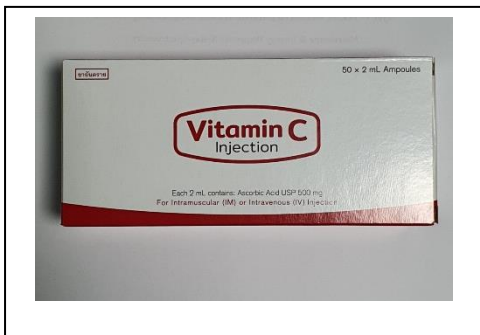


ภาพที่ 3.1 ด้านหน้าของสารละลาย NSS 0.9% ภาพที่ 3.2 ด้านหลังของสารละลาย NSS 0.9%

3.2.2 Vitamin C

สารละลาย Vitamin C injection รายละเอียดดังนี้

- (1) ข้อบ่งใช้ คือ ใช้ป้องกันและรักษาโรคเลือดออกตามไรฟัน (ลักปิดลักเปิด)
- (2) วิธีการใช้ยา คือ ใช้ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ หรือฉีดเข้าเส้นเลือด
- (3) ขนาดยาที่แนะนำ คือ ขนาดที่ใช้ป้องกัน ครั้งละ 100 มก. วันละครั้ง , ขนาดที่ใช้รักษา ครั้งละ 500 มก. วันละครั้ง
- (4) ขนาดบรรจุ คือ กล่องละ 50 หลอด หลอดละ 2 มล.
- (5) สภาวะการเก็บรักษา คือ บรรจุในภาชนะที่ปิดมิดชิด และในที่พ้นแสง เก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียส
- (6) ผลิตโดย บริษัท ที.พี.ดรีก แลบบอราทอรีส์ (1969) จำกัด
- (7) ทะเบียนยา คือ 1A 1557/30



ภาพที่ 3.3 กล่องด้านหน้า Vitamin C



ภาพที่ 3.4 กล่องด้านหลัง Vitamin C



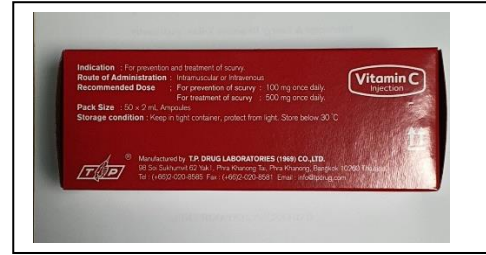
ภาพที่ 3.5 กล่องด้านข้างซ้าย Vitamin C



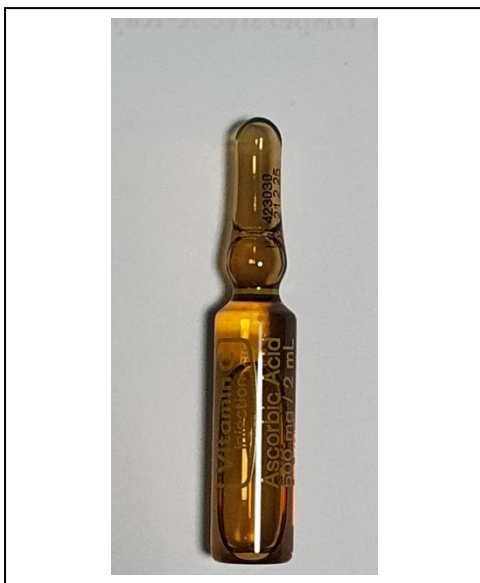
ภาพที่ 3.6 กล่องด้านข้างขวา Vitamin C



ภาพที่ 3.7 กล่องด้านบน Vitamin C



ภาพที่ 3.8 กล่องด้านล่าง Vitamin C



ภาพที่ 3.9 แอมพูลด้านหน้า Vitamin C

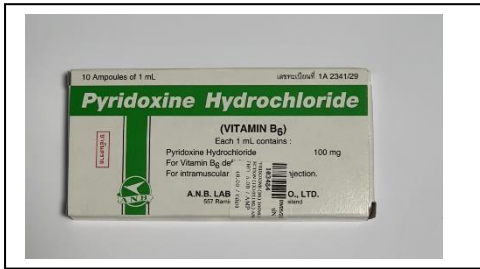


ภาพที่ 3.10 แอมพูลด้านหลัง Vitamin C

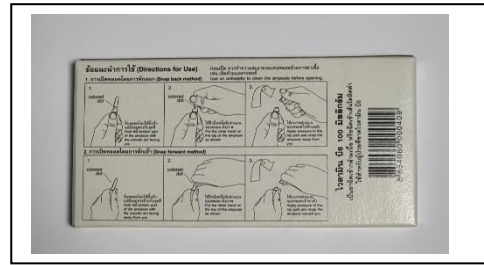
3.2.3 Vitamin B6

สารละลาย Pyridoxine Hydrochloride (Vitamin B6) รายละเอียดดังนี้

- (1) ข้อบ่งใช้ คือ ใช้สำหรับผู้ป่วยที่ขาดวิตามินบี 6
- (2) วิธีการใช้ยา คือ ใช้ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ หรือฉีดเข้าเส้นเลือดดำ
- (3) ขนาดยาที่แนะนำ คือ ไม่ระบุ
- (4) ขนาดบรรจุ คือ กล่องละ 10 หลอด หลอดละ 1 มล.
- (5) สถานะการเก็บรักษา คือ ไม่ระบุ
- (6) ผลิตโดย บริษัท A.N.B. LABORATORY CO.,LTD
- (7) ทะเบียนยา คือ 1A 2341/29



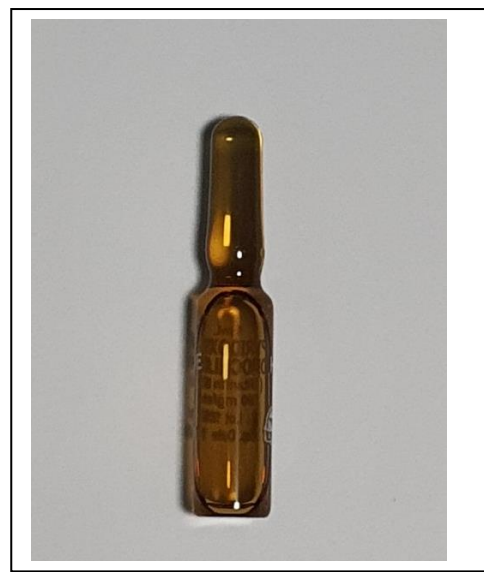
ภาพที่ 3.11 กล่องด้านหน้า Vitamin B6



ภาพที่ 3.12 กล่องด้านหลัง Vitamin B6



ภาพที่ 3.13 แอมพูลด้านหน้า Vitamin B6



ภาพที่ 3.14 แอมพูลด้านหลัง Vitamin B6

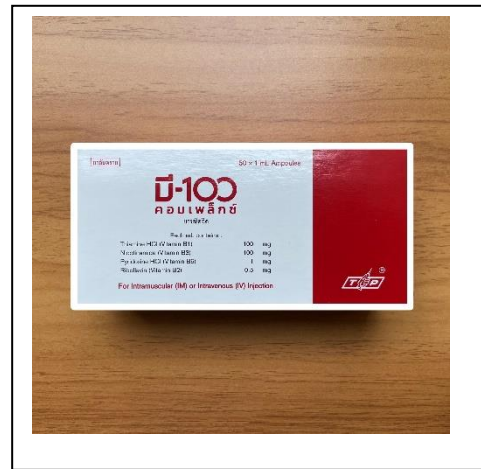
3.2.4 Vitamin B COM 100

สารละลาย B-100 Complex ยาชนิดฉีด รายละเอียดดังนี้

- (1) ข้อบ่งใช้ คือ ใช้รักษาโรค ที่เกิดจากการขาดวิตามินบี, ใช้รักษาโรคผิวหนังชนิดเพลลากร้า (Pellagra)
- (2) ยา คือ ใช้ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ หรือฉีดเข้าเส้นเลือดดำ
- (3) ขนาดยาที่แนะนำ คือ ครั้งละ 1 มล. ทุกวัน
- (4) ขนาดบรรจุ คือ กล่องละ 50 หลอด หลอดละ 1 มล.
- (5) สภาวะการเก็บรักษา คือ เก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส
- (6) ผลิตโดย บริษัท ที.พี.ดรีก แลบบอราทอรี่ส์ (1969) จำกัด
- (7) ทะเบียนยา คือ 2A 311/32



ภาพที่ 3.15 กล่องด้านหน้า Vitamin B-COM100



ภาพที่ 3.16 กล่องด้านหลัง Vitamin B-COM100



ภาพที่ 3.17 กล่องด้านข้าง Vitamin B-COM100



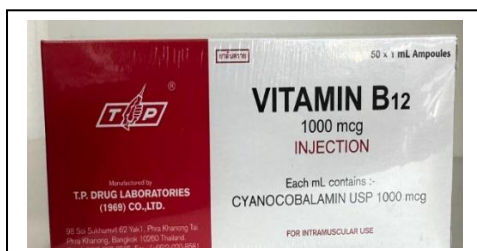
ภาพที่ 3.18 แอมพูลด้านหน้า Vitamin B-COM100

ภาพที่ 3.19 แอมพูลด้านหลัง Vitamin B-COM100

3.2.5 Vitamin B12

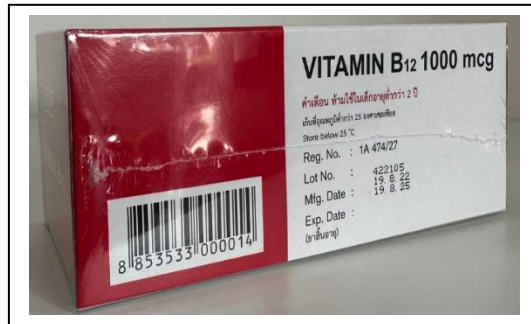
สารละลายวิตามินบี 12 1000 ไมโครกรัม รายละเอียดดังนี้

- (1) ขั้วป่งใช้ คือ ใช้กับโรคโลหิตจางชนิดเพอร์นิเชียส
- (2) วิธีการใช้ยา คือ ใช้ฉีดเข้ากล้ามเนื้อ
- (3) ขนาดยาที่แนะนำ คือ 1-2 มล. สัปดาห์ละ 5 ครั้ง ในสัปดาห์แรก ต่อไปครั้งละ 250 ไมโครกรัม สัปดาห์ละครั้ง จนกว่าจำนวนเม็ดเลือดจะปกติ
- (4) ขนาดบรรจุ คือ กล่องละ 50 หลอด หลอดละ 1 มล.
- (5) สภาวะการเก็บรักษา คือ เก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส
- (6) ผลิตโดย บริษัท ที.พี.ดรัก แลบบอราทอรีส์ (1969) จำกัด
- (7) ทะเบียนยา คือ 1A 474/27
- (8) คำเตือน คือ ห้ามใช้ในเด็กอายุต่ำกว่า 2 ปี



ภาพที่ 3.20 กล่องด้านหน้า Vitamin B12

ภาพที่ 3.21 กล่องด้านหลัง Vitamin B12



ภาพที่ 3.22 กล่องด้านข้าง Vitamin B12



ภาพที่ 3.23 แอมพูลด้านหน้า Vitamin B12



ภาพที่ 3.24 แอมพูลด้านหลัง Vitamin B12

3.2.5 Magnesium sulphate 50%

สารละลาย MAGNESIUM SULFATE INJECTION 50% รายละเอียดดังนี้

- (1) ข้อบ่งใช้ คือ รักษาภาวะแมกนีเซียมในเลือดต่ำ
- (2) วิธีการใช้ยา คือ solutions for injections or infusions
- (3) ขนาดยาที่แนะนำ คือ 1 กรัม ทุก 6 ชม.จำนวน 4 dose
- (4) ขนาดบรรจุ คือ 1 กรัม/2 มล.
- (5) สภาวะการเก็บรักษา คือ เก็บที่อุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส
- (6) โดย บริษัท แอตแลนติก จำกัด
- (7) บริษัทจัดจำหน่าย คือ เพ็ชรรัตน์ เกล็ซ
- (8) ทะเบียนยา คือ 1A 2165/28



ภาพที่ 3.25 ซองและแผงแอมพูล Magnesium sulfate 50%



ภาพที่ 3.26 แอมพูลด้านหน้า Magnesium sulfate 50%



ภาพที่ 3.27 แอมพูลด้านหลัง Magnesium sulfate 50%

3.3 การคัดเลือกตัวอย่าง

เกณฑ์การคัดเลือกตัวอย่าง คือ IV filter รูกรอง 0.2 ไมครอน จำนวน 10 ตัวอย่าง ที่มีสารละลาย Myer's cocktail ตามเกณฑ์การคัดเลือกชนิดวิตามิน หรือ สารละลาย ในหัวข้อ 3.2 ไหลผ่าน

3.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 เตรียมวิตามินหรือสารละลาย โดยต้องอยู่ในเกณฑ์การคัดเลือกตัวอย่าง คือ ต้องเป็นวิตามินหรือสารละลายที่ใช้จริงทางคลินิก มีสัดส่วนปริมาณที่ใช้จริงทางคลินิก และมีเครื่องหมายการค้า หรือ อย. (ตารางที่ 3.2)

ตารางที่ 3.2 แสดงจำนวน (แอมพูล) ของวิตามินหรือสารละลายที่เป็นส่วนประกอบในสารละลาย Myer's cocktail ในแต่ละตัวอย่าง

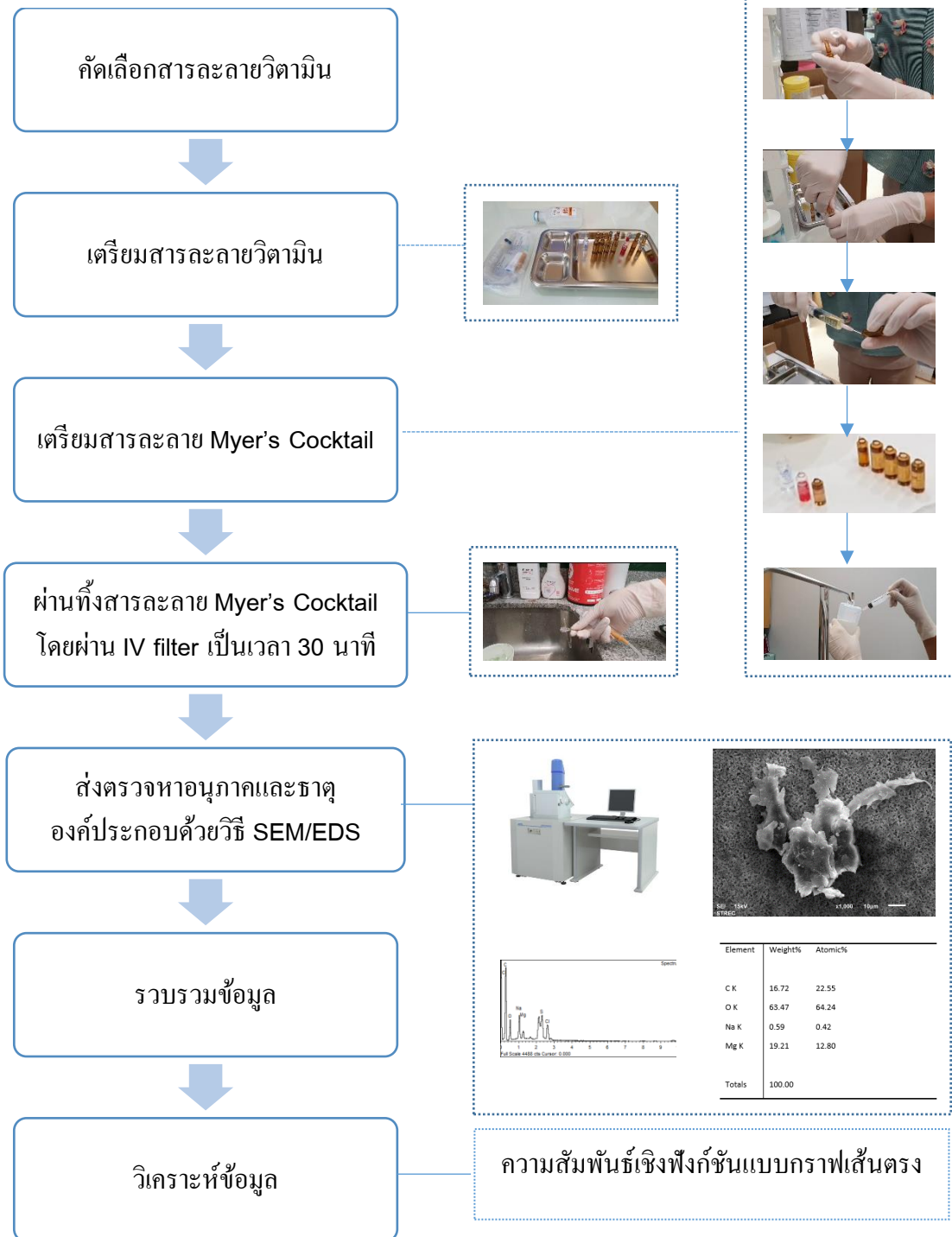
ตัวอย่างที่ ชนิดวิตามิน หรือสารละลาย	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vitamin C	5	4	5	2	4	4	5	4	3	4
Vitamin B com 100	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Vitamin B6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Vitamin B12	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Magnesium sulphate 10%	2	1	2	1	0	0	2	0	0	1
จำนวนรวม (แอมพูล)	11	8	10	6	7	7	10	7	6	8

3.4.2 ผสมวิตามินหรือสารละลายโดยที่เป็นส่วนผสมของวิตามินอยู่ในรูปแบบของสารละลายในบรรจุภัณฑ์ Ampoule ซึ่งการเตรียมสารละลายคือ ต้องหัก ampoule ออกก่อน หรืออยู่ในบรรจุภัณฑ์ Vial ที่มีฝาเป็นยางซึ่งการเตรียมสารละลายต้องใช้เข็มแทงผ่านฝายางเข้าไปในภาชนะ กับ NSS 0.9% 1 ถุง จากนั้นผ่านทั้งวิตามินหรือสารละลายที่ผสมกับ NSS 0.9% ทางสายยาง (IV tube) โดยผ่านตัวกรองสารน้ำหรือสารละลาย (IV filter) ใช้ความเร็วของการผ่านสารน้ำ (Flow rate) คือ 30 นาที เพื่อให้เหมือนกับระยะเวลาการให้วิตามินตามปกติ ซึ่งขั้นตอนข้อนี้ดำเนินการโดยบุคลากรการแพทย์ หรือเจ้าหน้าที่ของสถานพยาบาล และเตรียมในสัดส่วนที่ใช้จริงทางคลินิก จำนวน 10 ตัวอย่างแบบสุ่ม

3.4.3 นำตัวกรอง (IV filter) ที่ได้ผ่านวิตามินหรือสารละลายแล้วจำนวน 10 Samples ส่งตรวจเพื่อตรวจสอบความบริสุทธิ์ของวิตามินหรือสารละลายกับศูนย์วิจัยเครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ด้วยวิธี Scanning electron microscope & Energy dispersive X-ray spectrometry (SEM/EDS analysis)

3.4.4 รวบรวมผลการวิเคราะห์

3.5 กระบวนการทดลอง



3.6 วิธีการวิเคราะห์ผลข้อมูล

เมื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธี Scanning electron microscope & Energy dispersive X-ray spectrometry (SEM/EDS analysis) จากศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และตรวจสอบความถูกต้องสมบูรณ์แล้วจึงทำการวิเคราะห์หองค์ประกอบทางเคมีของ Particles วัดผลหาความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันแบบกราฟเส้นตรง (Linear function) ระหว่างจำนวนวิตามินหรือสารละลาย (Amp) (แกน X) และจำนวนชนิด Particles (แกน Y) ดังแผนภูมิที่ 1 เพื่อสรุปผลว่าจำนวนวิตามินหรือสารละลาย (Amp) มีความสัมพันธ์กับจำนวนชนิด Particles หรือไม่ และ วิเคราะห์วัดผลหา ความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันแบบกราฟเส้นตรง (Linear function) ระหว่างจำนวนชนิดวิตามินหรือสารละลาย (Amp) (แกน X) และผลรวม %Weight element ของ Particle (แกน Y) ดังแผนภูมิที่ 2 เพื่อสรุปผลว่า จำนวนชนิดวิตามินหรือสารละลาย (Amp.) มีความสัมพันธ์กับผลรวม %Weight element ของ Particles หรือไม่

บทที่ 4

ผลการศึกษาวิเคราะห์

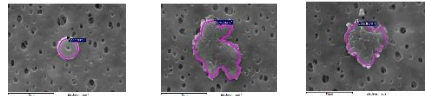
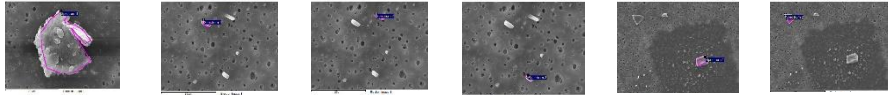
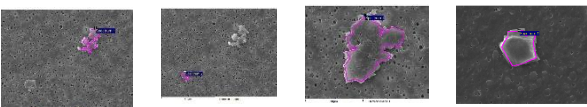
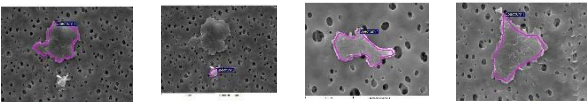
4.1 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนของอนุภาคขนาดเล็ก บนวัสดุกรองสารน้ำสารอาหารที่ให้ทางหลอดเลือดดำ ในสารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail)

หลังจากที่นำสารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail) ผสมกับน้ำเกลือ แล้วผ่านตัวกรอง IV filter จนสารละลายหมด จากนั้นนำ IV filter ทั้ง 10 ตัวอย่าง ไปตรวจด้วยวิธีวิเคราะห์ Scanning electron microscope & Energy dispersive X-ray spectrometry (SEM/EDS analysis) ของศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย วัดผลในเชิงคุณภาพ (Qualitative) คือ ตรวจวิเคราะห์ Sample ว่าพบ Particle หรือไม่ด้วยวิธี SEM และตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี โดยวิธี EDS

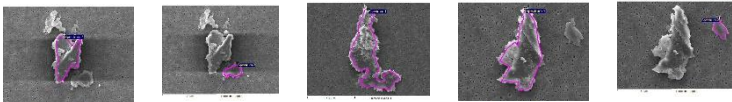
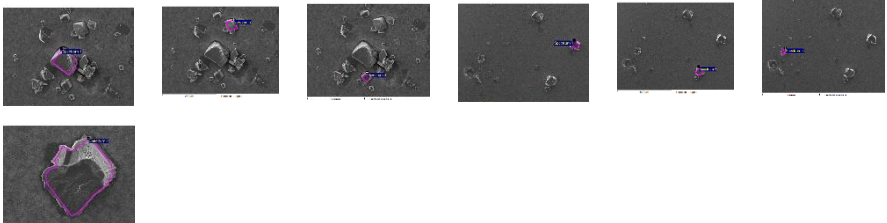
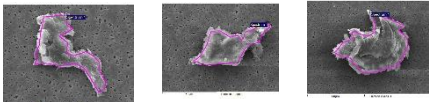
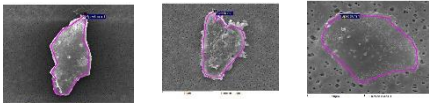
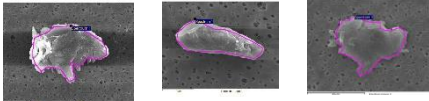
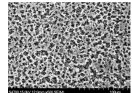
4.1.1. ผลการวิเคราะห์หา Particles ด้วยวิธี Scanning electron microscope

ตรวจพบการปนเปื้อนของอนุภาคขนาดเล็ก (Sample positive) ซึ่งมีลักษณะที่ต่างกันทุกชนิด และไม่พบการปนเปื้อนของอนุภาคขนาดเล็กในตัวอย่างควบคุม (Control sample) รายละเอียดดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนชนิดและลักษณะของ Particles ที่ตรวจพบในตัวอย่าง

ตัวอย่างที่	จำนวนชนิด Particle	ลักษณะ Particles
1	3	
2	6	
3	4	
4	4	

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ตัวอย่าง ที่	จำนวน ชนิด Particle	ลักษณะ Particles
6	5	
7	7	
8	3	
9	3	
10	3	
11	Control	

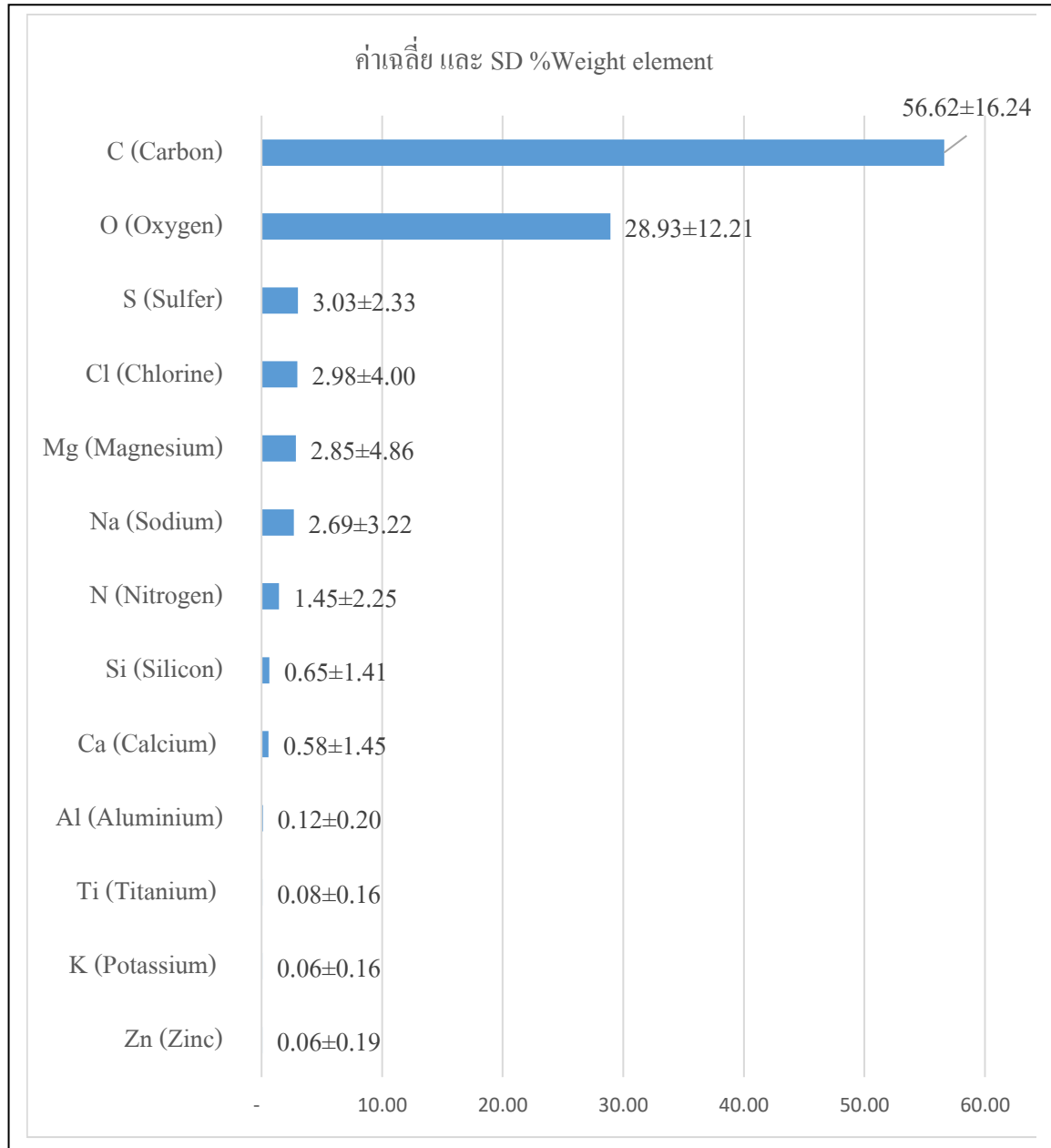
4.1.2. ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของ Particles ด้วยวิธี Energy dispersive X-ray spectrometry (EDS)

ตรวจพบการปนเปื้อนของอนุภาคขนาดเล็ก (Sample positive) ใน Sample ซึ่งเป็นวิธีวัดเฉพาะ Spectrum หรือ Particles ที่สนใจเท่านั้น (ไม่รวม Membrane) โดยธาตุที่มีค่าเฉลี่ย %Weight element มากที่สุด คือ Carbon และ Oxygen และตรวจพบองค์ประกอบธาตุชนิดอื่น ๆ อยู่บน Particles ร่วมด้วย ในปริมาณที่ต่างกันไป ขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนของวิตามินหรือสารละลายที่ใช้เป็นองค์ประกอบ ได้แก่ Nitrogen , Aluminium , Sodium , Silicon , Magnesium , Sulfur , Chlorine , Potassium , Calcium , Titanium และ Zinc รายละเอียดดังตารางที่ 4.2 และ กราฟที่ 4.1 เรียงจากค่าเฉลี่ยมากไปน้อย

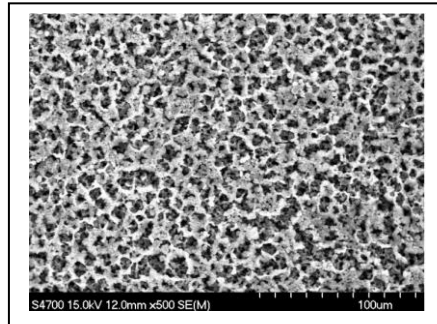
ตารางที่ 4.2 ค่าเฉลี่ยและ SD %Weight element ของ Particles ทั้งหมดที่พบในแต่ละตัวอย่าง (เรียงปริมาณจากมากไปน้อย)

ตัวอย่าง Element	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	ค่าเฉลี่ย	SD
C (Carbon)	60.64	37.22	54.07	71.66	55.27	71.71	18.25	71.53	60.96	64.95	56.62	16.24
O (Oxygen)	21.29	27.58	30.50	18.47	29.17	24.08	64.10	26.29	24.06	23.71	28.93	12.21
S (Sulfer)	4.28	0.44	3.38	6.61	5.11	3.23	0.00	0.45	5.90	0.85	3.03	2.33
Cl (Chlorine)	4.43	14.42	3.31	1.16	1.26	0.55	0.49	0.81	1.23	2.11	2.98	4.00
Mg (Magnesium)	1.15	3.71	5.46	0.74	0.71	0.00	16.48	0.10	0.00	0.16	2.85	4.86
Na (Sodium)	4.34	11.67	3.28	1.37	1.41	0.43	0.68	0.82	0.82	2.05	2.69	3.22
N (Nitrogen)	3.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.39	5.27	1.45	2.25
Si (Silicon)	0.00	4.62	0.00	0.00	1.61	0.00	0.00	0.00	0.31	0.00	0.65	1.41
Ca (Calcium)	0.00	0.00	0.00	0.00	4.90	0.00	0.00	0.00	0.54	0.38	0.58	1.45
Al (Aluminium)	0.00	0.42	0.00	0.00	0.56	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.12	0.20
Ti (Titanium)	0.00	0.43	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.00	0.00	0.00	0.08	0.16
K (Potassium)	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.52	0.06	0.16
Zn (Zinc)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.62	0.00	0.06	0.19

กราฟที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยและ SD %Weight element ของ Particles ทั้งหมดที่พบในแต่ละตัวอย่าง (เรียงปริมาณจากมากไปน้อย)

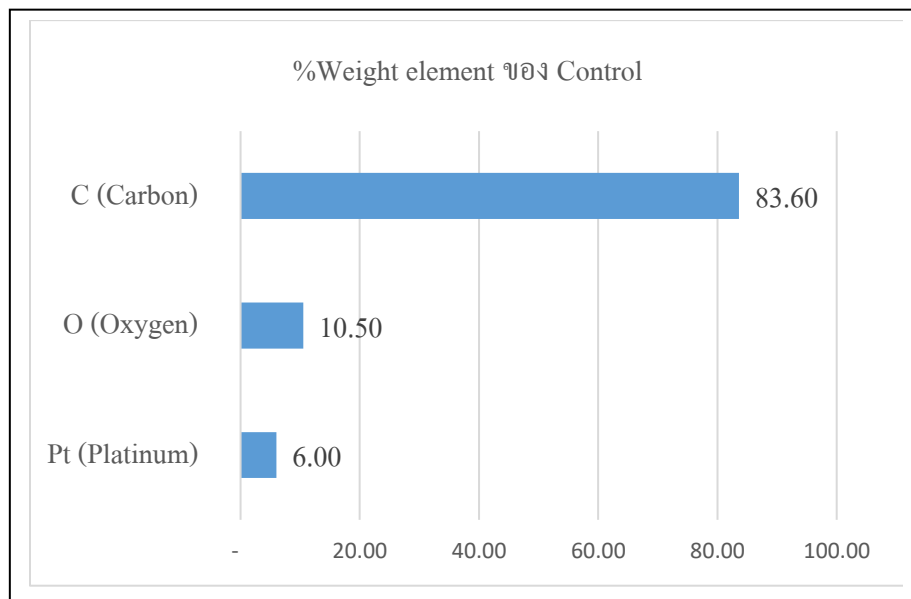


ผลการตรวจ Control ด้วยวิธี SEM ไม่พบการปนเปื้อนของ Particles ดังรูป 4.1 และเมื่อวิเคราะห์ธาตุที่เป็นองค์ประกอบด้วยวิธี EDS พบธาตุต่าง ๆ คือ Carbon , Oxygen และ Platinum ซึ่งเป็นธาตุที่เป็นส่วนประกอบของ Membrane ดังกราฟที่ 4.2



ภาพที่ 4.1 ผลการตรวจหา Particles ด้วยวิธี SEM ใน Control

กราฟที่ 4.2 %Weight element ของ Control ด้วยวิธี EDS



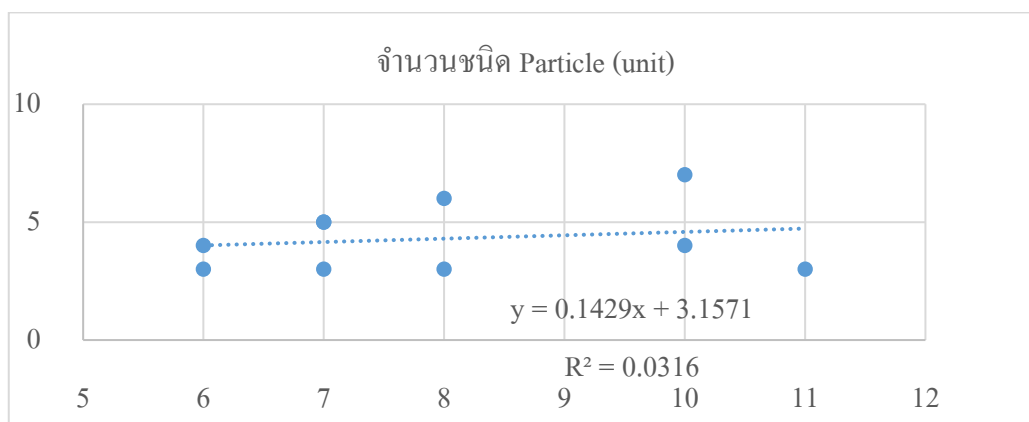
4.1.3. ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวิตามินหรือสารละลาย (แอมพูล) และ จำนวนชนิด Particles

เมื่อแสดงเป็นแผนภูมิที่ 4.1 เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันแบบกราฟเส้นตรง (Linear function) ได้สมการเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดวิตามินหรือสารละลาย (Amp) และ จำนวนชนิด Particles คือ $y = 0.1429x + 3.1571$ และมีค่า R-Square หรือ Coefficient determination เท่ากับ 0.0316 ซึ่งไม่เข้าใกล้ 1 หมายความว่า จำนวนชนิดวิตามินหรือสารละลาย (Amp) ไม่มีความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันแบบกราฟเส้นตรง (Linear function) กับจำนวนชนิด Particles

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนแอมพูล (Amp) ต่อ ค่าเฉลี่ยจำนวนชนิด Particles

จำนวนชนิดวิตามินหรือสารละลาย (Amp)	จำนวนชนิด Particles
6	3
6	4
7	3
7	5
7	5
8	3
8	6
10	4
10	7
11	3

แผนภูมิที่ 4.1 แสดงความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันแบบกราฟเส้นตรง (Linear function) ระหว่างจำนวนวิตามินหรือสารละลาย (Amp) (แกน X) และจำนวนชนิด Particles (แกน Y)



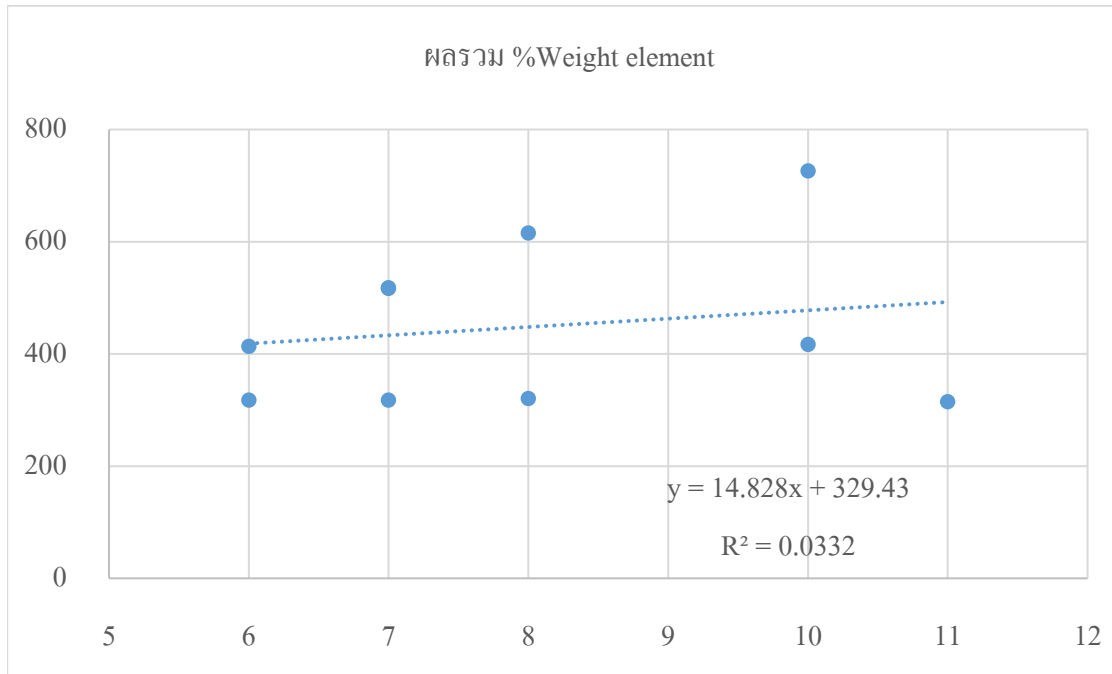
4.1.4. ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนวิตามินหรือสารละลาย (Amp.) และ ผลรวม %Weight element ของแต่ละตัวอย่าง

เมื่อแสดงเป็นแผนภูมิที่ 4.2 เพื่อหาความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันแบบกราฟเส้นตรง (Linear function) ได้สมการเส้นตรงแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนชนิดวิตามินหรือสารละลาย (Amp) และ ค่าเฉลี่ยผลรวม %Weight element ของ Particle คือ $y = 14.828x + 329.43$ และมีค่า R-Square หรือ Coefficient determination เท่ากับ 0.0332 ซึ่งไม่เข้าใกล้ 1 หมายความว่า จำนวนชนิดวิตามินหรือสารละลาย (Amp) ไม่มีความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันแบบกราฟเส้นตรง (Linear function) กับผลรวม %Weight element ของ Particles

ตารางที่ 4.4 แสดงจำนวนชนิดวิตามินหรือสารละลาย (Amp) ต่อ ผลรวม %Weight element

จำนวนชนิดวิตามินหรือสารละลาย (Amp)	ผลรวม %Weight element
6	414.01
6	317.98
7	518.02
7	517.00
7	318.00
8	615.99
8	321.00
10	726.55
10	417.00
11	315.03

แผนภูมิที่ 4.2 แสดงความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันแบบกราฟเส้นตรง (Linear function) ระหว่างจำนวนชนิดวิตามินหรือสารละลาย (Amp) (แกน X) และผลรวม %Weight element ของ Particle (แกน Y)



บทที่ 5

อภิปรายผลการทดลอง และสรุปผลการวิจัย

5.1 อภิปรายผลการทดลอง

5.1.1 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนของอนุภาคขนาดเล็ก บนวัสดุกรองสารน้ำสารอาหารที่ให้ทางหลอดเลือดดำ ในสารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail) ด้วยวิธี Scanning electron microscope (SEM)

จากผลการตรวจสอบการปนเปื้อนของอนุภาคขนาดเล็ก บนวัสดุกรองสารน้ำสารอาหารที่ให้ทางหลอดเลือดดำ ในสารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail) จำนวน 10 ตัวอย่าง แบบสุ่ม ด้วยวิธี Scanning electron microscope (SEM analysis) ของศูนย์วิจัยเครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่า ทั้ง 10 ตัวอย่าง มี Particles ติดอยู่บนแผ่นกรองสารน้ำสารอาหารทางหลอดเลือดดำทั้ง 10 ตัวอย่าง โดยมีลักษณะและจำนวนชนิดของ Particle ที่แตกต่างกัน ซึ่งจำนวนของวิตามินหรือสารละลาย (แอมพูล) ที่เตรียมไม่มีความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันแบบกราฟเส้นตรง (Linear function) กับจำนวนชนิดของ Particles ที่พบ

5.1.2 ผลการตรวจสอบการปนเปื้อนของอนุภาคขนาดเล็ก บนวัสดุกรองสารน้ำสารอาหารที่ให้ทางหลอดเลือดดำ ในสารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail) ด้วยวิธี Energy dispersive X-ray spectrometry (EDS)

จากผลการตรวจสอบชนิดองค์ประกอบธาตุของ Particles บนวัสดุกรองสารน้ำสารอาหารที่ให้ทางหลอดเลือดดำ ในสารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail) จำนวน 10 ตัวอย่าง แบบสุ่ม ด้วยวิธี Energy dispersive X-ray spectrometry (EDS analysis) ของศูนย์วิจัยเครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พบว่า ทั้ง 10 ตัวอย่าง มีชนิดองค์ประกอบธาตุของ Particles ติดอยู่บนแผ่นกรองสารน้ำสารอาหารทางหลอดเลือดดำที่แตกต่างกัน โดยธาตุที่พบในปริมาณมากที่สุด คือ Carbon และ Oxygen และตรวจพบองค์ประกอบธาตุชนิดอื่น ๆ ที่อยู่บน Particles ร่วมด้วย ได้แก่ Nitrogen , Aluminium , Sodium , Silicon , Magnesium , Sulfer , Chlorine , Potassium , Calcium , Titanium และ Zinc ซึ่งจำนวนของวิตามินหรือสารละลาย (แอมพูล) ที่เตรียมไม่มีความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันแบบกราฟเส้นตรง (Linear function) กับผลรวม %Weight element ของ Particles ที่พบ

5.2 สรุปผลการวิจัย

ภาพจาก Scanning electron microscope (SEM) พบว่า มีอนุภาคขนาดเล็กปนเปื้อนบนวัสดุกรองสารน้ำสารอาหารที่ให้ทางหลอดเลือดดำที่ให้สารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail) ไหลผ่าน ทั้ง 10 ตัวอย่าง แบบสุ่ม โดยอนุภาคที่พบมีความแตกต่างกันทั้งลักษณะ จำนวน ในแต่ละตัวอย่าง และไม่พบอนุภาคขนาดเล็กปนเปื้อนบนวัสดุกรองสารน้ำสารอาหารที่ให้ทางหลอดเลือดดำที่เป็น Control (IV filter ที่ไม่มีสารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail) ไหลผ่านและจากการวิเคราะห์ข้อมูล ไม่พบความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันแบบกราฟเส้นตรง (Linear function) ระหว่าง จำนวนชนิดของวิตามินหรือสารละลาย (Amp.) และ จำนวนชนิดของ Particles ($R^2 = 0.0316$) หมายความว่า การมีจำนวนชนิดของวิตามินหรือสารละลายในปริมาณมากอาจส่งผลให้พบจำนวนชนิดของ Particles ที่มากด้วย ดังตัวอย่างที่ 7 หรือในทางตรงกันข้ามอาจส่งผลให้พบจำนวนชนิดของ Particles ที่น้อยด้วยก็ได้ ดังตัวอย่างที่ 1 แต่ การมีจำนวนชนิดของวิตามินหรือสารละลายในปริมาณน้อยอาจส่งผลให้พบจำนวนชนิดของ Particles ที่น้อยกว่า ดังตัวอย่างที่ 4 และ 9

จากการทดสอบด้วยวิธี Energy dispersive X-ray spectrometry (EDS) ตรวจพบว่า มีธาตุที่เป็นองค์ประกอบในปริมาณมากที่สุดโดยเฉลี่ย คือ Carbon และ Oxygen ซึ่งบ่งชี้ได้ว่า อนุภาคที่ปนเปื้อนบนตัวกรองสารน้ำสารอาหารคือ อนุภาคอินทรีย์ (Organic particles) นอกจากนี้ยังตรวจพบองค์ประกอบธาตุชนิดอื่น ๆ ที่อยู่บน Particles ร่วมด้วย ได้แก่ Nitrogen , Aluminium , Sodium , Silicon , Magnesium , Sulfur , Chlorine , Potassium , Calcium , Titanium และ Zinc และจากการวิเคราะห์ข้อมูล ไม่พบความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันแบบกราฟเส้นตรง (Linear function) ระหว่าง จำนวนชนิดของวิตามินหรือสารละลาย (Amp.) และ ผลรวม %Weight element ($R^2 = 0.0332$) หมายความว่า การมีจำนวนชนิดของวิตามินหรือสารละลายในปริมาณมากอาจส่งผลให้พบ ผลรวม %Weight element ที่มากด้วย ดังตัวอย่างที่ 7 หรือในทางตรงกันข้ามอาจส่งผลให้พบผลรวม %Weight element ที่น้อยด้วยก็ได้ ดังตัวอย่างที่ 1 แต่ การมีจำนวนชนิดของวิตามินหรือสารละลายในปริมาณน้อยอาจส่งผลให้พบผลรวม %Weight element ที่น้อยกว่า ดังตัวอย่างที่ 4 และ 9

งานวิจัยนี้จึงสามารถบ่งชี้ได้ว่า สารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail) มีอนุภาคขนาดเล็กปนเปื้อนในสารละลาย โดยที่อนุภาคมีขนาด ลักษณะ และองค์ประกอบของธาตุที่แตกต่างกัน ซึ่งไม่พบความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันแบบกราฟเส้นตรง (Linear function) ระหว่าง จำนวนชนิดของวิตามินหรือสารละลาย (Amp.) และ จำนวนชนิดของ Particles ($R^2 = 0.0316$) อีกทั้ง ไม่พบความสัมพันธ์เชิงฟังก์ชันแบบกราฟเส้นตรง (Linear function) ระหว่าง จำนวนชนิดของวิตามินหรือสารละลาย (Amp.) และผลรวม %Weight element ($R^2 = 0.0332$) แต่ทั้งนี้ยังคงต้องศึกษาต่อไปเรื่องสาเหตุของการเกิดอนุภาค ชนิดของอนุภาคที่พบ รวมถึงที่มาของธาตุที่เป็นองค์ประกอบอื่น ๆ ในอนุภาคเพื่อเป็นแนวทางป้องกันภาวะแทรกซ้อนทางด้านสุขภาพจากการได้รับอนุภาคขนาดเล็กที่อยู่ในสารละลายไมเยอร์ค็อกเทล (Myer's cocktail)

รายการอ้างอิง

รายการอ้างอิง

1. Puntis JW, Wilkins KM, Ball PA, Rushton DI, Booth IW. Hazards of parenteral treatment: do particles count? Arch Dis Child. 1992 Dec;67(12):1475-7. doi: 10.1136/adc.67.12.1475.
2. US FDA food and drugs administration. (2018). *Baxter Initiates Voluntary Recall of Two Lots of IV Solutions due to Potential Presence of Particulate Matter*. FDA food and drugs administration. FDA Publish Date: February 08, 2018.
3. Bradley JS, et al. (2009). *Intravenous ceftriaxone and calcium in the neonate: Assessing the risk for cardiopulmonary adverse events*. PEDIATRICS (ISSN Numbers: Print, 0031-4005; Online, 1098-4275).
4. Kuramoto K, et al. Yakagaku Zasshi 2006. *Usefulness of the Final Filter of the IV Infusion Set in Intravenous Administration of Drugs "Contamination of Injection Preparations by Insoluble Microparticles and Its Causes"*. YAKUGAKU ZASSHI 126(4) 289-295 (2006), 2006 The Pharmaceutical Society of Japan.
5. Brent B., et al. *In-line filtration of intravenous fluids retains 'spearhead'-shaped particles from the vascular system after open-heart surgery*. Clinical vignette, Online publish-ahead-of-print 1 December 2006.
6. นวลฉวี รุ่งธนเกียรติ. วิทยาศาสตร์นิวเคลียร์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2545.
7. นวลฉวี รุ่งธนเกียรติ. พลังงานนิวเคลียร์เพื่อมนุษยชาติ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์; 2547.
8. ดลฤดี โตเย็น. การวิเคราะห์ธาตุและองค์ประกอบด้วยเทคนิค Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS). [อินเทอร์เน็ต] กรุงเทพฯ: ฝ่ายเครื่องมือและวิจัยทางวิทยาศาสตร์ สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. เข้าถึงได้จาก <https://www3.rdi.ku.ac.th/cl/knowledge/EDS.pdf>
9. แนวทางการให้สารอาหารทางหลอดเลือดในเด็กของสมาคมกุมารเวชศาสตร์ระบบทางเดินอาหาร ดับและโภชนาการแห่งยุโรป (ESPGHAN) และสมาคมโภชนศาสตร์คลินิกและการสันดาปแห่งยุโรป (ESPEN), สนับสนุนโดยสมาคมวิจัยด้านกุมารเวชศาสตร์แห่งยุโรป (ESPR). วารสารกุมารเวชศาสตร์ระบบทางเดินอาหารและโภชนาการ. 2548; 41:S1-S87.
10. มาตรฐานวิธีการพยาบาลด้วยการให้สารละลายทางหลอดเลือด – วารสารพยาบาลด้วยการให้สารละลายทางหลอดเลือด. 2549; 29, No 1S: S33-S34. ฝ่ายเครื่องมือและวิจัยทางวิทยาศาสตร์. เครื่องมือด้านกล้องจุลทรรศน์. [เข้าถึงเมื่อ 29 เมษายน 2566] เข้าถึงได้จาก <http://www3.rdi.ku.ac.th/cl/webpages/microscope.html>

รายการอ้างอิง(ต่อ)

11. Mimoz O, Pieroni L, Lawrence C, Edouard A, Costa Y, Samii K, Brun-Buisson C. Prospective, randomized trial of two antiseptic solutions for prevention of central venous or arterial catheter colonization and infection in intensive care unit patients. *Crit Care Med.* 1996 Nov;24(11):1818-23. doi: 10.1097/00003246-199611000-00010.
12. Idvall E, Gunningberg L. Evidence for elective replacement of peripheral intravenous catheter to prevent thrombophlebitis: a systematic review. *J Adv Nurs.* 2006 Sep;55(6):715-22. doi: 10.1111/j.1365-2648.2006.03962.x. PMID: 16925620.
13. Noppeney T, Noppeney J, Winkler M, Kurth I. Akute Thrombophlebitis? eine unterschätzte Gefahr! *Gefässchirurgie [Internet].* 2005;10:51–54. doi: 10.1007/s00772-004-0378-8.
14. Sendo T, Hirakawa M, Makino K, Nakashima K, Kataoka Y, Oishi R. Particulate contamination of lyophilized amphotericin B preparation during reconstitution process. *J Clin Pharm Ther.* 2001 Apr;26(2):87-91. doi: 10.1046/j.1365-2710.2001.00328.x.
15. Wilkins RG, Unverdorben M. Accidental intravenous infusion of air: a concise review. *J Infus Nurs.* 2012 Nov-Dec;35(6):404-8. doi: 10.1097/NAN.0b013e31827079fe.
16. Niël-Weise BS, Stijnen T, van den Broek PJ. Should in-line filters be used in peripheral intravenous catheters to prevent infusion-related phlebitis? A systematic review of randomized controlled trials. *Anesth Analg.* 2010 Jun 1;110(6) : 1624- 9. doi: 10.1213/ANE.0b013e3181da8342.
17. Danschutter D, Braet F, Van Gyseghem E, Hachimi-Idrissi S, Van Bruwaene B, Moloney-Harmon P, Huyghens L. Di-(2-ethylhexyl)phthalate and deep venous thrombosis in children: a clinical and experimental analysis. *Pediatrics.* 2007 Mar;119(3) : e742- 53. doi: 10.1542/peds.2006-2221.
18. Schäper J, Ahmed R, Schäfer T, Elster A, Enigk F, Habazettl H, Mousa S, Schäfer M, Welte M. Volume therapy with colloid solutions preserves intestinal microvascular perfusion in endotoxaemia. *Resuscitation.* 2008 Jan;76(1):120-8. doi: 10.1016/j.resuscitation.2007.06.026.
19. Jack T, Boehne M, Brent BE, Hoy L, Köditz H, Wessel A, Sasse M. In-line filtration reduces severe complications and length of stay on pediatric intensive care unit: a prospective, randomized, controlled trial. *Intensive Care Med.* 2012 Jun;38(6) : 1008- 16. doi: 10.1007/s00134-012-2539-7.

รายการอ้างอิง(ต่อ)

20. van Lingen RA, Baerts W, Marquering AC, Ruijs GJ. The use of in-line intravenous filters in sick newborn infants. *Acta Paediatr.* 2004 May;93(5) : 658- 62. doi: 10.1111/j.1651-2227.2004.tb02993.x.
21. Joseph I. Goldstein. *Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis*. 2nd ed. New York: Plenum Press, 1992.
22. Analysis of Pharmaceutical Particles Using Phenom desktop Scanning Electron Microscope [Internet]. News-Medical. 2022. Available from: <https://www.news-medical.net/whitepaper/20141118/Analysis-of-Pharmaceutical-Particles-Using-Phenom-desktop-Scanning-Electron-Microscope.aspx>.
23. Libretexts. Energy-Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS) [Internet]. Chemistry LibreTexts. 2022. Available from: [https://chem.libretexts.org/Courses/Franklin_and_Marshall_College/Introduction_to_Materials_Characterization_CHM_412_Collaborative_Text/Spectroscopy/Energy-Dispersive_X-y_Spectroscopy_\(EDS\)](https://chem.libretexts.org/Courses/Franklin_and_Marshall_College/Introduction_to_Materials_Characterization_CHM_412_Collaborative_Text/Spectroscopy/Energy-Dispersive_X-y_Spectroscopy_(EDS)).
24. Moradkhani G, Fasihi M, Parpaite T, Brison L, Laoutid F, Vahabi H, Saeb MR. Phosphorization of exfoliated graphite for developing flame retardant ethylene vinyl acetate composites. *Journal of Materials Research and Technology/ Journal of Materials Research and Technology* [Internet]. 2020;9:7341–7353. doi: 10.1016/j.jmrt.2020.04.085.
25. Gatti AM, Montanari S. Retrieval analysis of clinical explanted vena cava filters. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2006 May;77(2):307-14. doi: 10.1002/jbm.b.30361.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

แบบฟอร์มเก็บข้อมูลรายละเอียดของสารละลาย Myer's cocktail

ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail

ตัวอย่างที่

คำอธิบาย: ใส่เครื่องหมาย ✓ ในคอลัมน์ checklist ของแถวที่เป็นส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail

คอลัมน์จำนวน ระบุปริมาณเป็นตัวเลขในหน่วยของบรรจุภัณฑ์

Check list	ชนิดวิตามินหรือสารละลาย	บรรจุภัณฑ์	รูปแบบ	ลักษณะ	จำนวน (หน่วย)
	NSS 0.9%	ถุง	สารละลาย	ใส	
	Vitamin C	Ampoule	สารละลาย	ใส, สีเหลือง	
	Vitamin B6	Ampoule	สารละลาย	ใส , ส้มอมเหลือง	
	Vitamin B com 100	Ampoule	สารละลาย	ใส , ส้มอมเหลือง	
	Vitamin B12	Ampoule	สารละลาย	ใส , สีชมพู	
	Magnesium sulphate 10%	Ampoule	สารละลาย	ขาวใส	

ภาคผนวก ข

เอกสารขออนุญาตสถานประกอบการเพื่อขอทำงานวิจัย



วันที่ 9 มิถุนายน 2566

เรื่อง ขออนุญาตบุคลากรของท่านในการเตรียมสารละลาย Myer's cocktail

เรียน ผู้อำนวยการ โรงพยาบาล/คลินิก/สถานพยาบาล

ข้าพเจ้า นายบดินทร์ เชนภักดีกุล นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา วิทยาเขตจันทบุรี ปีการศึกษา 2565 ขณะนี้กำลังทำสารนิพนธ์ในหัวข้อเรื่อง

“การตรวจสอบการปนเปื้อนของอนุภาคขนาดเล็ก (Micro particles) บนวัสดุกรองสารน้ำสารอาหารผ่านทางหลอดเลือดดำ (Intravenous filter) โดยใช้ Scanning electron microscope & Energy dispersive X-ray spectrometry ในสารละลายไมเยอร์ ค็อกเทล (Myer's cocktail)”

มีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์จากท่านในการอนุญาตให้บุคลากรใน โรงพยาบาล/คลินิก/สถานพยาบาล ของท่าน เตรียมสารละลาย Myer's cocktail เพื่อนำสารละลายดังกล่าวไปตรวจสอบและนำไปตรวจสอบการปนเปื้อนของอนุภาคขนาดเล็กต่อไป และขออนุญาตท่านในการบันทึกภาพในขณะที่มีการเตรียม โดยอยู่ในหลักการของ PDPA เป็นสำคัญ ซึ่งชนิดของสารละลายต่างๆ ทางผู้วิจัยจะเป็นผู้เตรียมเองทั้งหมด

ทั้งนี้ข้อมูลทั้งหมดจะเป็นความลับ ไม่เปิดเผย ชื่อบุคลากรที่ทำการเตรียม และชื่อของโรงพยาบาล/คลินิก/สถานพยาบาล ของท่านในงานวิจัย และหากท่านต้องการที่จะรับผลการทดสอบ ทางผู้วิจัยยินดีที่จะนำส่งผลการทดสอบให้ท่านด้วย

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์

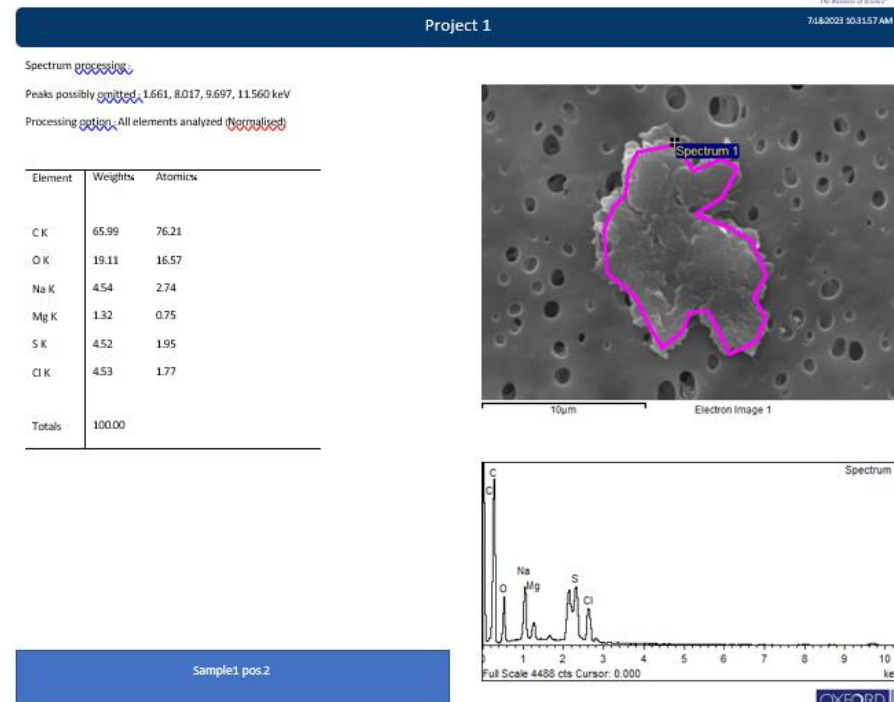
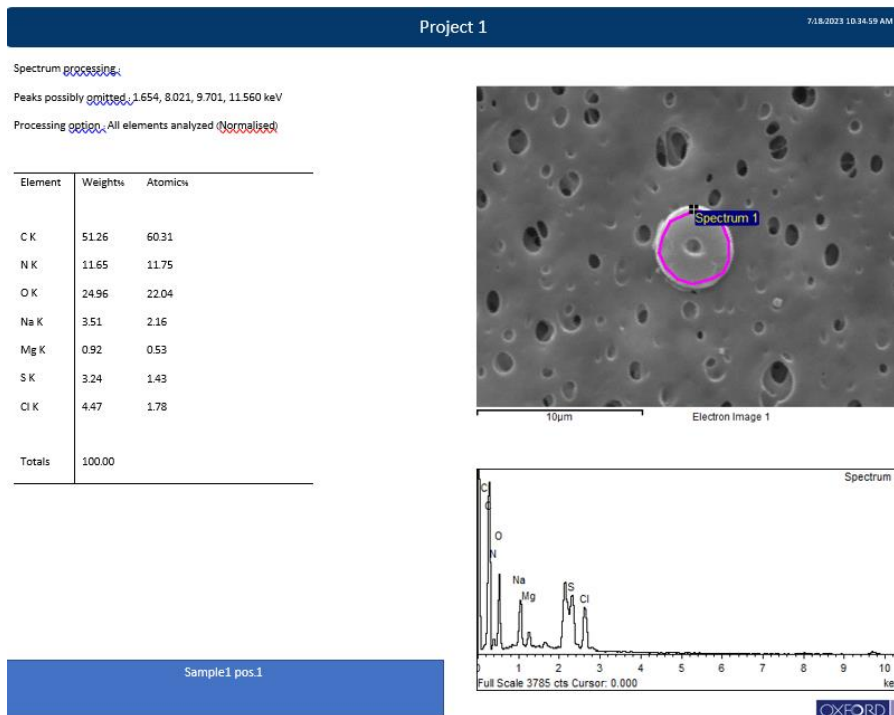
ผศ.นพ.นพาส ไฉ่ประเสริฐ
(อาจารย์ที่ปรึกษา)

บดินทร์ เชนภักดีกุล
(ผู้วิจัย)

ภาคผนวก ค

เอกสารผลการทดสอบความบริสุทธิ์ของวิตามินหรือสารละลายกับศูนย์วิจัยเครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ด้วยวิธี Scanning electron microscope & Energy dispersive X-ray spectrometry (SEM/EDS analysis)

ตัวอย่างที่ 1



Project 1

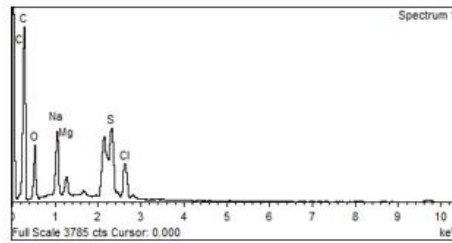
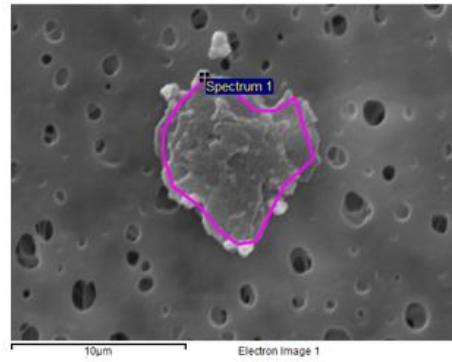
7/8/2023 10:37:47 AM

Spectrum processing

Peaks possibly omitted: 1.663, 8.059, 9.698 keV

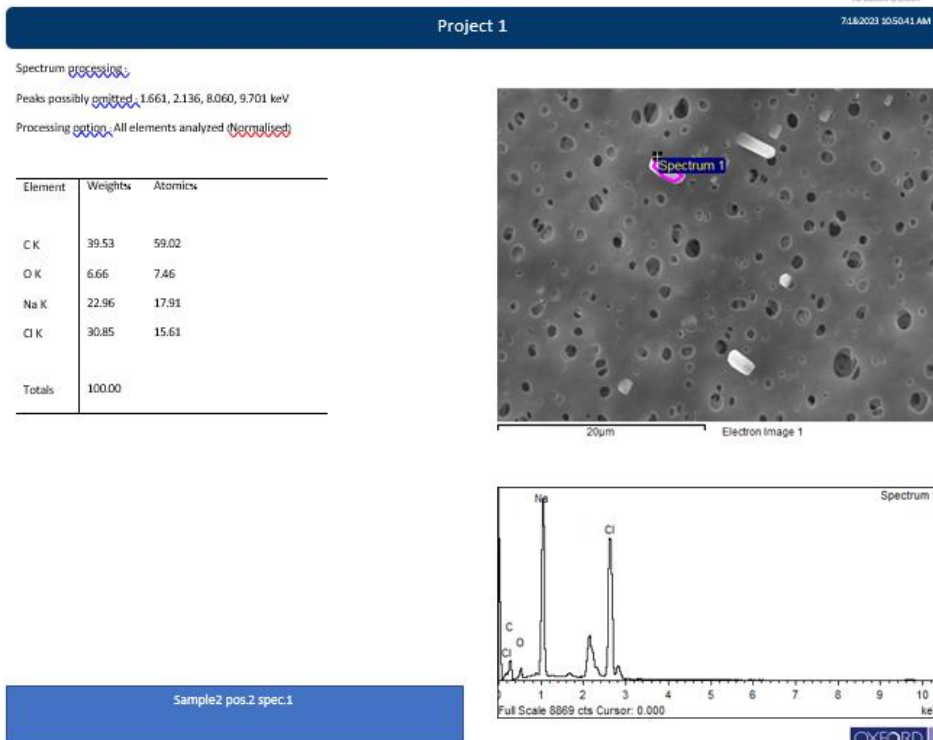
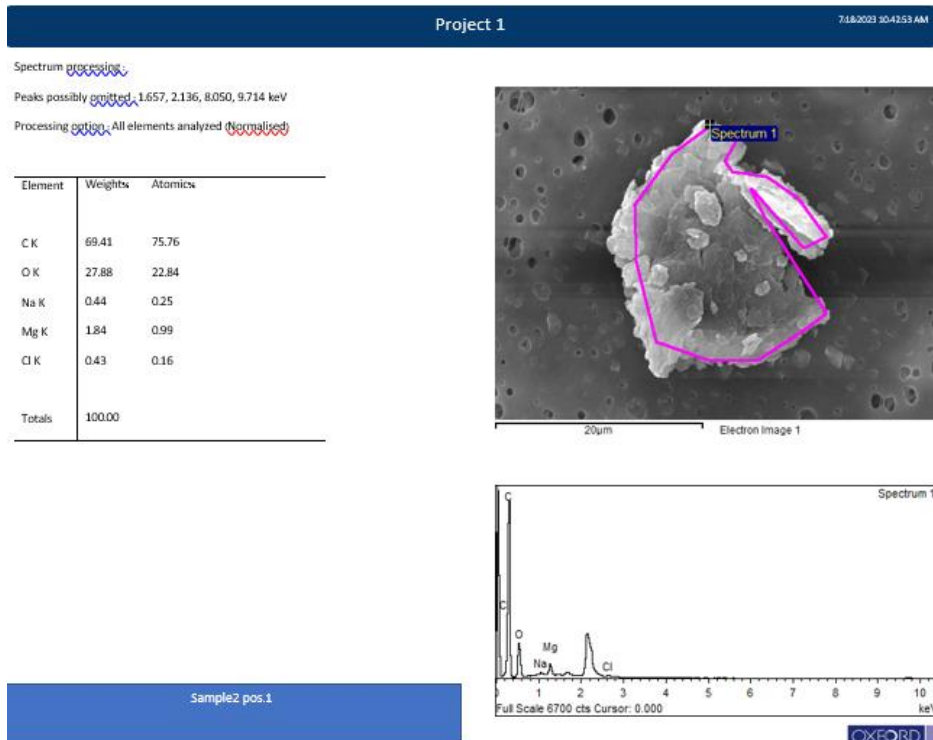
Processing option: All elements analyzed (Normalised)

Element	Weights	Atomics
C K	64.67	75.13
O K	19.81	17.27
Na K	4.96	3.01
Mg K	1.20	0.69
S K	5.08	2.21
Cl K	4.29	1.69
Totals	100.00	



sample1_pos3

ตัวอย่างที่ 2



Project 1

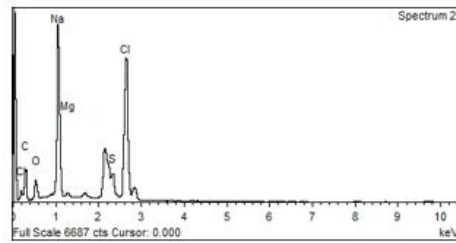
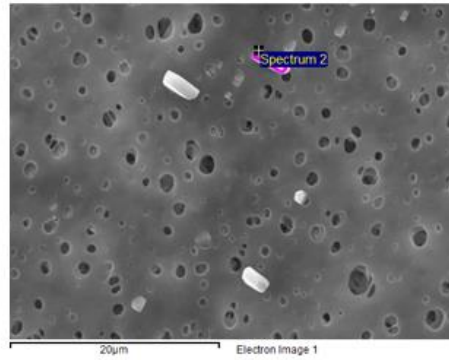
7/8/2023 10:51:30 AM

Spectrum processing

Peaks possibly omitted: 1.655, 8.040, 9.700 keV

Processing option: All elements analyzed (Normalised)

Element	Weights	Atomics
C K	44.73	62.92
O K	10.02	10.59
Na K	18.38	13.51
Mg K	0.48	0.33
S K	1.73	0.91
Cl K	24.66	11.75
Totals	100.00	



Sample2 pos.2 spec.2



Project 1

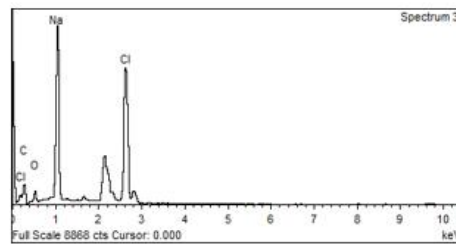
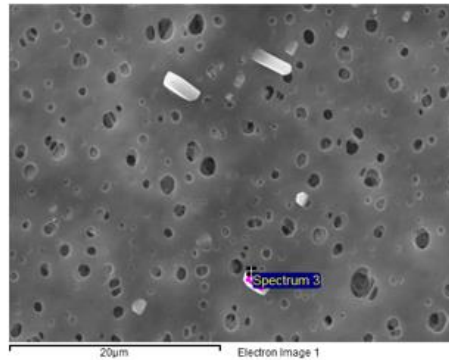
7/8/2023 10:52:14 AM

Spectrum processing

Peaks possibly omitted: 1.658, 2.136, 9.704, 11.580 keV

Processing option: All elements analyzed (Normalised)

Element	Weights	Atomics
C K	40.14	59.33
O K	7.35	8.16
Na K	22.87	17.66
Cl K	29.64	14.85
Totals	100.00	



Sample2 pos.2 spec.3



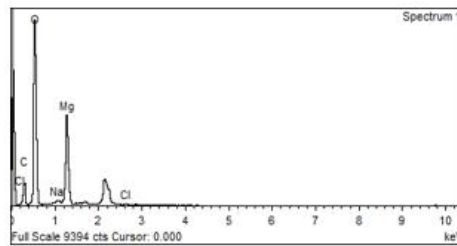
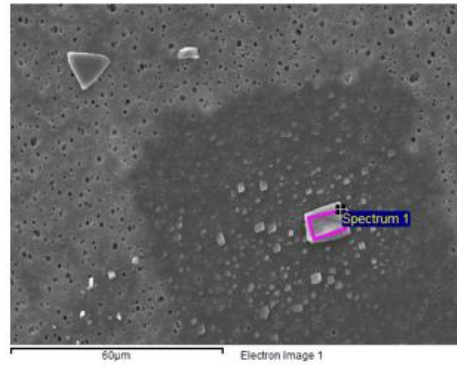
Project 1 7/18/2023 10:55:03 AM

Spectrum processing

Peaks possibly omitted: 1.669, 2.137, 7.981, 9.710 keV

Processing option: All elements analyzed (Normalised)

Element	Weights	Atomics
C K	18.28	24.31
O K	64.53	64.44
Na K	0.59	0.41
Mg K	16.24	10.67
Cl K	0.35	0.16
Totals	100.00	



Sample2 pos.3 spec.1

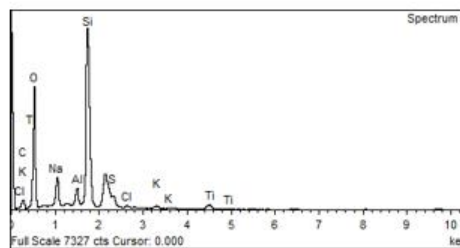
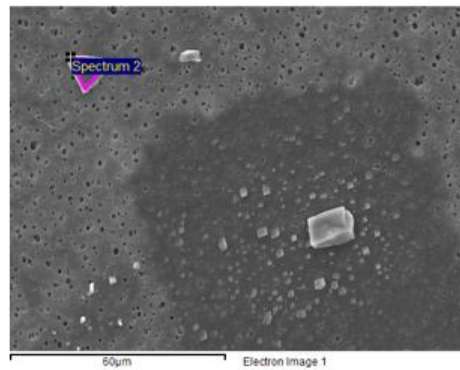
Project 1 7/18/2023 10:56:17 AM

Spectrum processing

Peaks possibly omitted: 6.400, 8.063, 9.703 keV

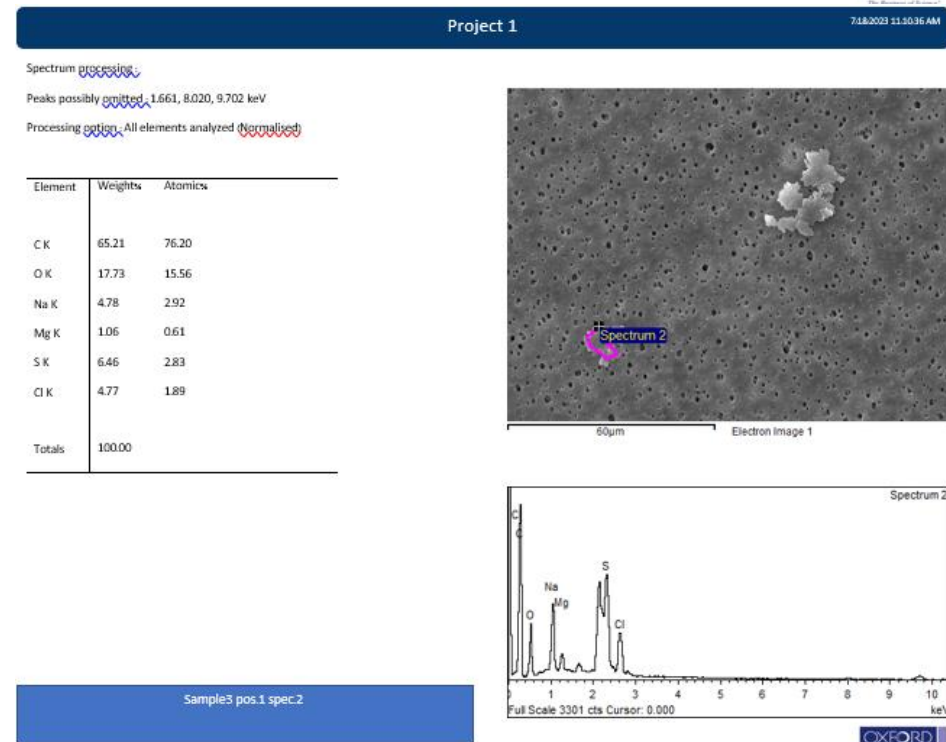
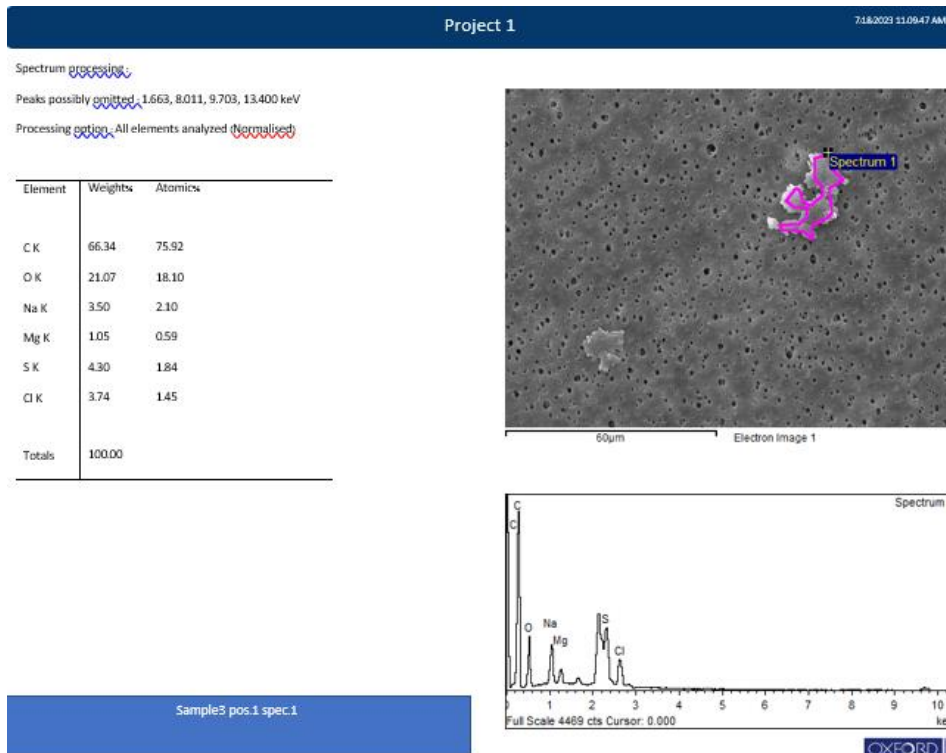
Processing option: All elements analyzed (Normalised)

Element	Weights	Atomics
C K	11.22	17.29
O K	49.02	56.72
Na K	4.77	3.84
Al K	2.54	1.74
Si K	27.72	18.27
S K	0.92	0.53
Cl K	0.56	0.29
K K	0.70	0.33
Ti K	2.55	0.99
Totals	100.00	



Sample2 pos.3 spec.2

ตัวอย่างที่ 3



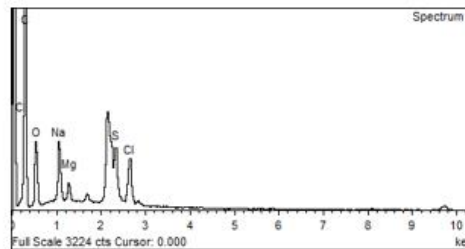
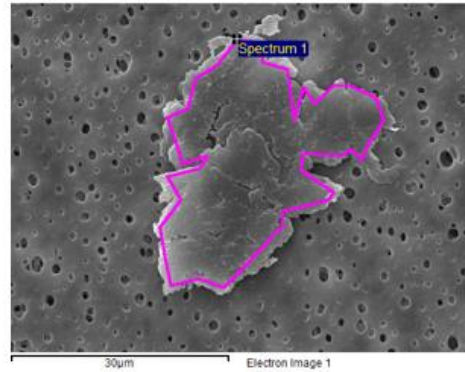
Project 1 7/18/2023 11:14:16 AM

Spectrum processing

Peaks possibly omitted: 1.661, 8.039, 9.703 keV

Processing option: All elements analyzed (Normalised)

Element	Weights	Atomics
C K	66.88	76.41
O K	20.40	17.49
Na K	4.11	2.45
Mg K	1.11	0.63
S K	2.76	1.18
Cl K	4.73	1.83
Totals	100.00	



Sample3 pos.2 spec.1

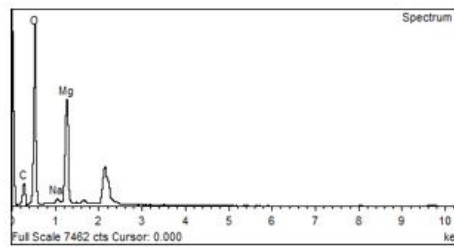
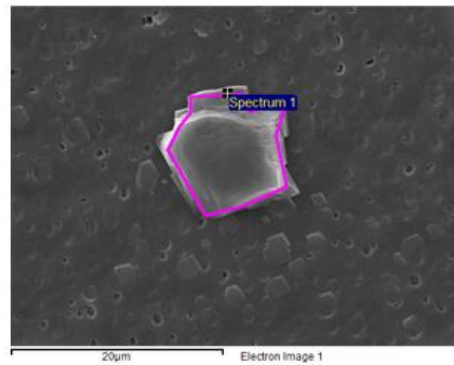
Project 1 7/18/2023 11:17:46 AM

Spectrum processing

Peaks possibly omitted: 1.660, 2.136, 8.030, 9.692 keV

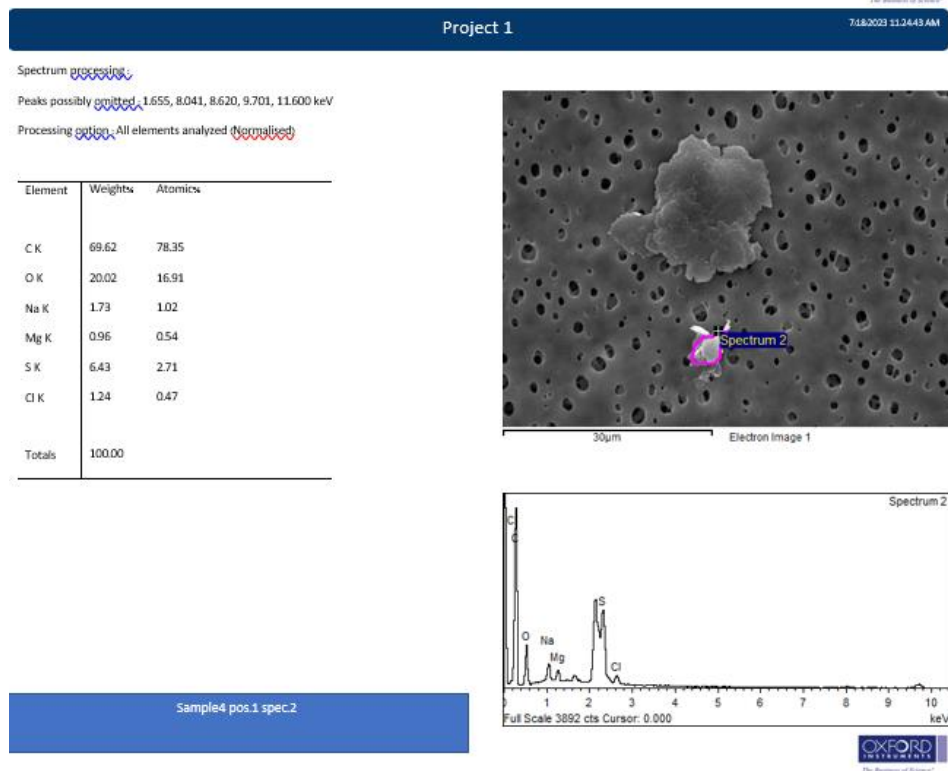
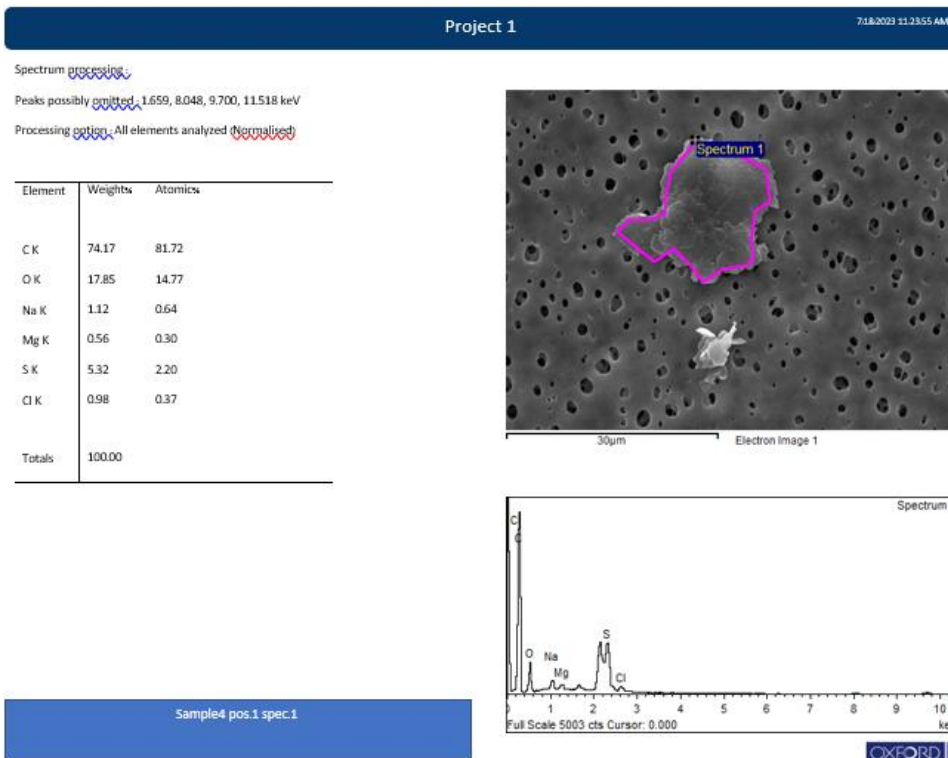
Processing option: All elements analyzed (Normalised)

Element	Weights	Atomics
C K	17.84	23.93
O K	62.81	63.23
Na K	0.73	0.51
Mg K	18.62	12.33
Totals	100.00	



Sample3 pos.3 spec.1

ตัวอย่างที่ 4



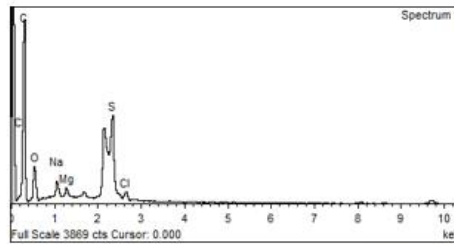
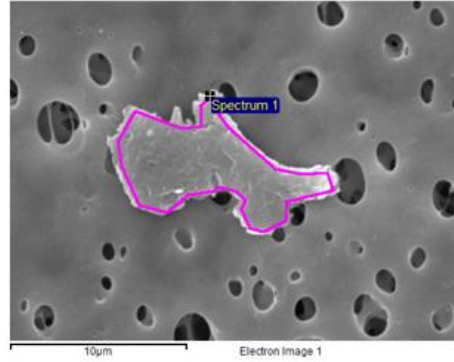
Project 1 7:18:2023 11:28:29 AM

Spectrum processing

Peaks possibly omitted: 1.663, 8.040, 8.600, 9.701, 11.490, 11.600 keV

Processing option: All elements analyzed (Normalised)

Element	Weights	Atomics
C K	72.11	80.94
O K	16.71	14.08
Na K	1.43	0.84
Mg K	0.77	0.43
S K	7.67	3.22
Cl K	1.32	0.50
Totals	100.00	



Sample4 pos.2 spec.1



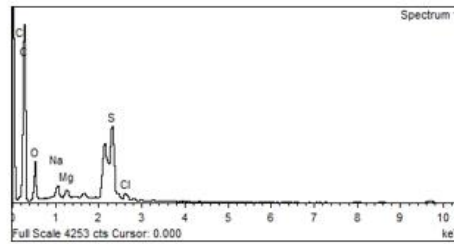
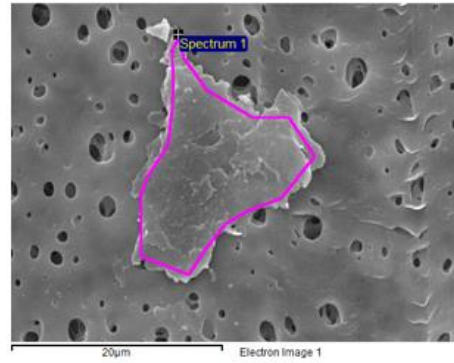
Project 1 7:18:2023 11:31:42 AM

Spectrum processing

Peaks possibly omitted: 1.659, 8.010, 8.580, 9.700 keV

Processing option: All elements analyzed (Normalised)

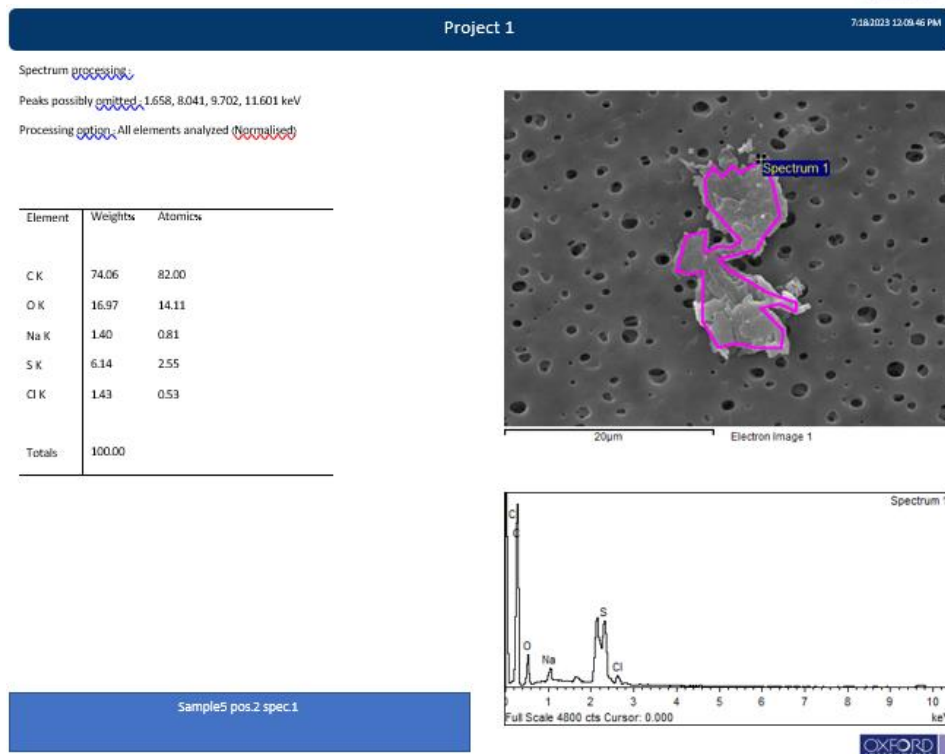
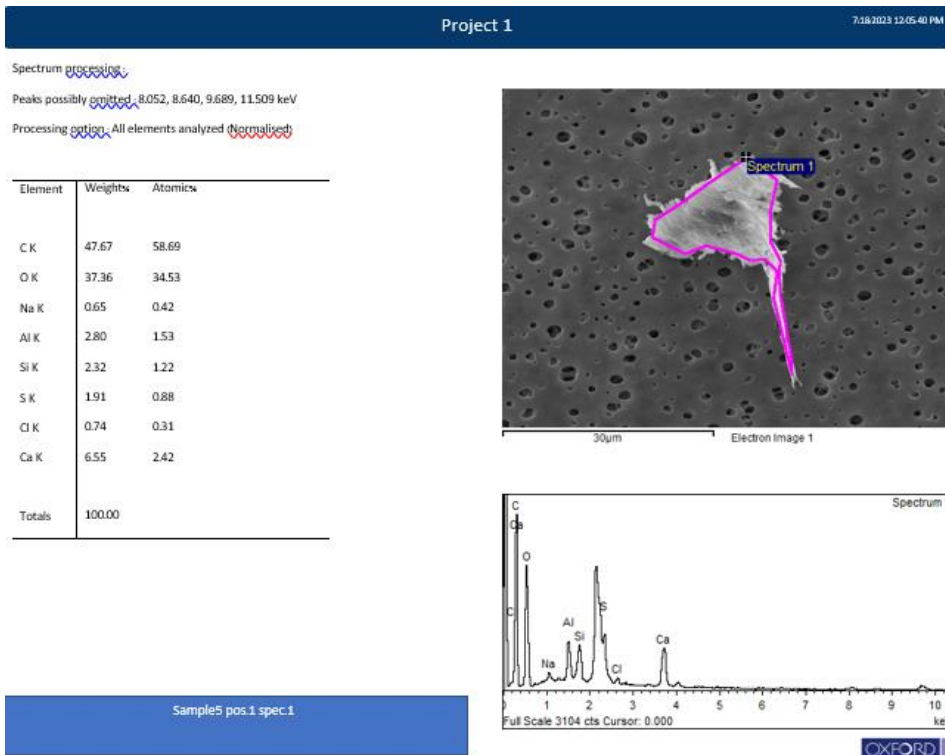
Element	Weights	Atomics
C K	70.72	79.31
O K	19.30	16.25
Na K	1.21	0.71
Mg K	0.66	0.36
S K	7.01	2.94
Cl K	1.10	0.42
Totals	100.00	



Sample4 pos.3 spec.1



ตัวอย่างที่ 5



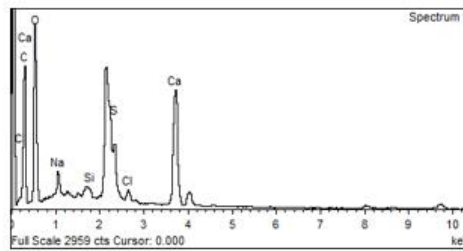
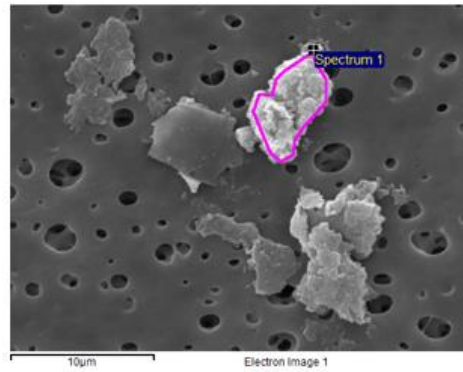
Project 1 7:18:2023 12:15:22 PM

Spectrum processing:

Peaks possibly omitted: 8.025, 9.705 keV

Processing option: All elements analyzed (Normalised)

Element	Weights	Atomics
C K	30.77	41.95
O K	46.94	48.05
Na K	1.93	1.38
Si K	0.27	0.15
S K	1.97	1.01
Cl K	1.11	0.51
Ca K	17.01	6.95
Totals	100.00	



Sample5 pos.3 spec.1

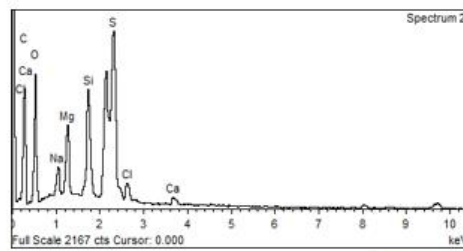
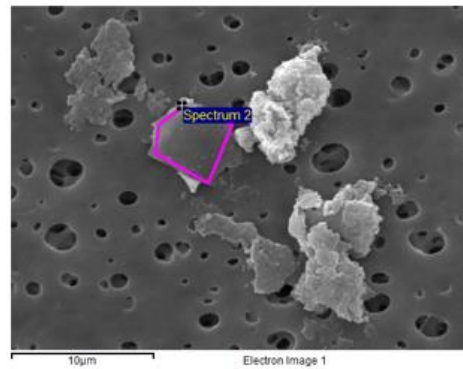
Project 1 7:18:2023 12:15:04 PM

Spectrum processing:

Peaks possibly omitted: 8.042, 9.707 keV

Processing option: All elements analyzed (Normalised)

Element	Weights	Atomics
C K	46.89	59.50
O K	29.76	28.35
Na K	1.71	1.14
Mg K	3.57	2.24
Si K	5.44	2.95
S K	9.93	4.72
Cl K	1.77	0.76
Ca K	0.93	0.36
Totals	100.00	



Sample5 pos.3 spec.2

Project 1

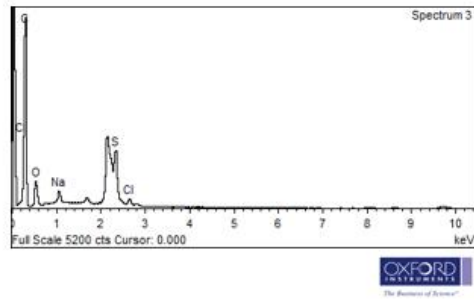
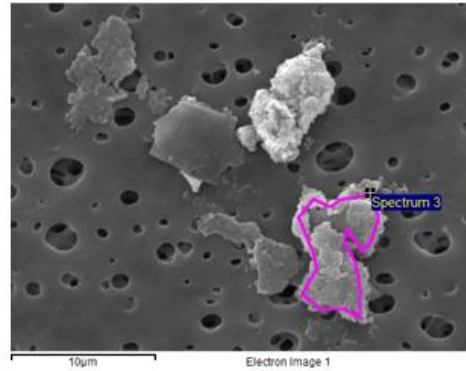
7/8/2023 12:15:46 PM

Spectrum processing

Peaks possibly detected: 1.661, 8.037, 9.706, 11.580 keV

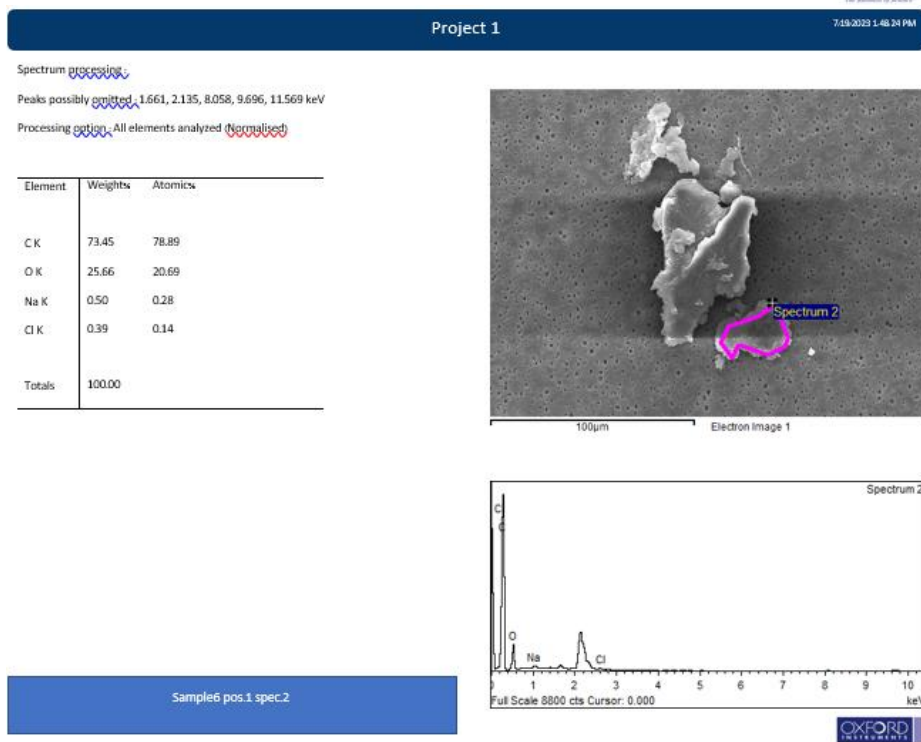
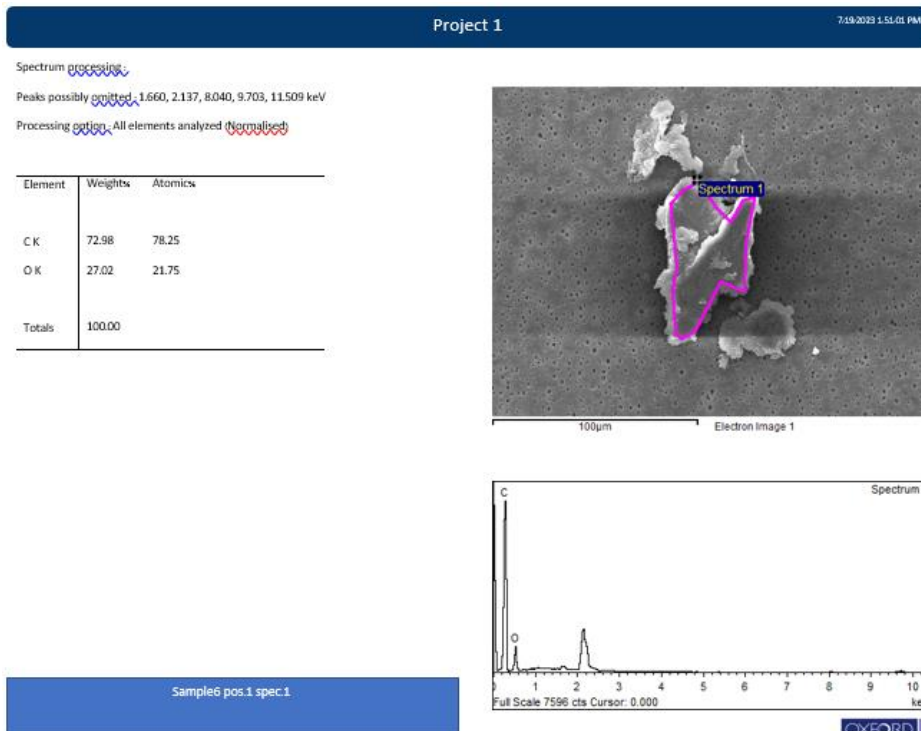
Processing options: All elements analyzed (Normalised)

Element	Weights	Atomics
C K	76.94	84.26
O K	14.84	12.20
Na K	1.37	0.78
S K	5.61	2.30
Cl K	1.24	0.46
Totals	100.00	



Sample5 pos:3 spec:3

ตัวอย่างที่ 6



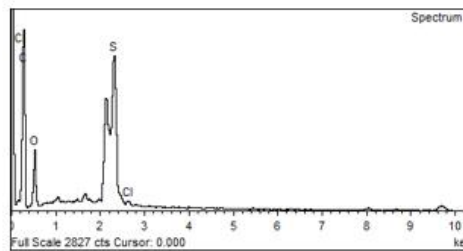
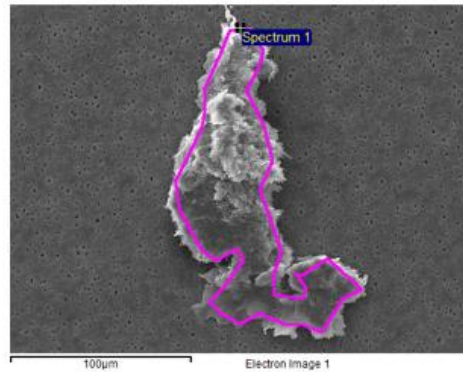
Project 1 7:19:2023 1:59:49 PM

Spectrum processing

Peaks possibly omitted: 1.050, 1.658, 8.041, 9.697, 11.470, 11.580 keV

Processing option: All elements analyzed (Normalised)

Element	Weights	Atomics
C K	67.31	76.99
O K	20.99	18.02
S K	11.11	4.76
Cl K	0.59	0.23
Totals	100.00	



Sample6 pos.2 spec.1

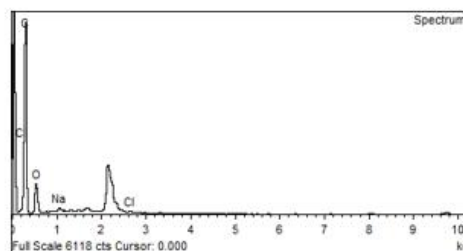
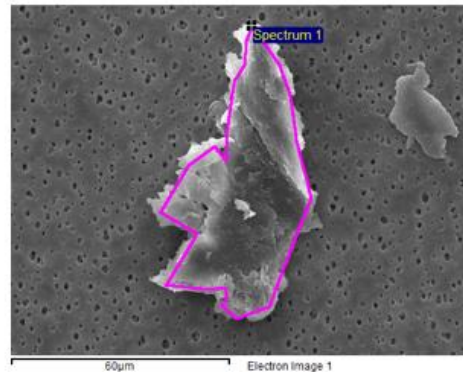
Project 1 7:19:2023 2:04:35 PM

Spectrum processing

Peaks possibly omitted: 1.656, 2.137, 8.040, 8.622, 9.699, 11.547 keV

Processing option: All elements analyzed (Normalised)

Element	Weights	Atomics
C K	72.53	78.15
O K	26.34	21.31
Na K	0.63	0.35
Cl K	0.51	0.19
Totals	100.00	



Sample6 pos.3 spec.1

Project 1

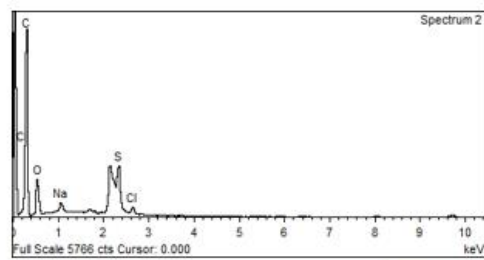
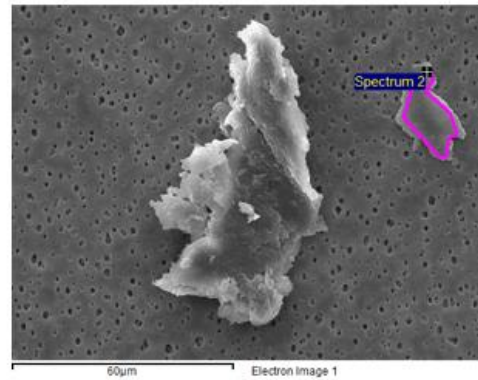
7/19/2023 2:05:20 PM

Spectrum processing

Peaks possibly omitted: 1.671, 8.044, 9.701, 11.510, 11.560 keV

Processing option: All elements analyzed (Normalised)

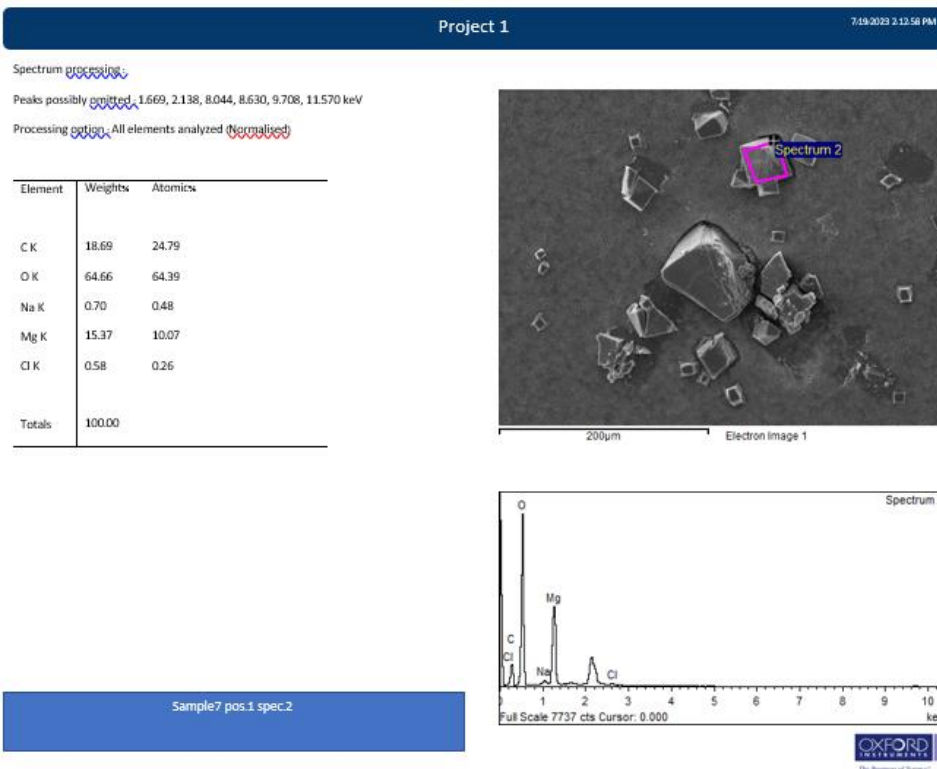
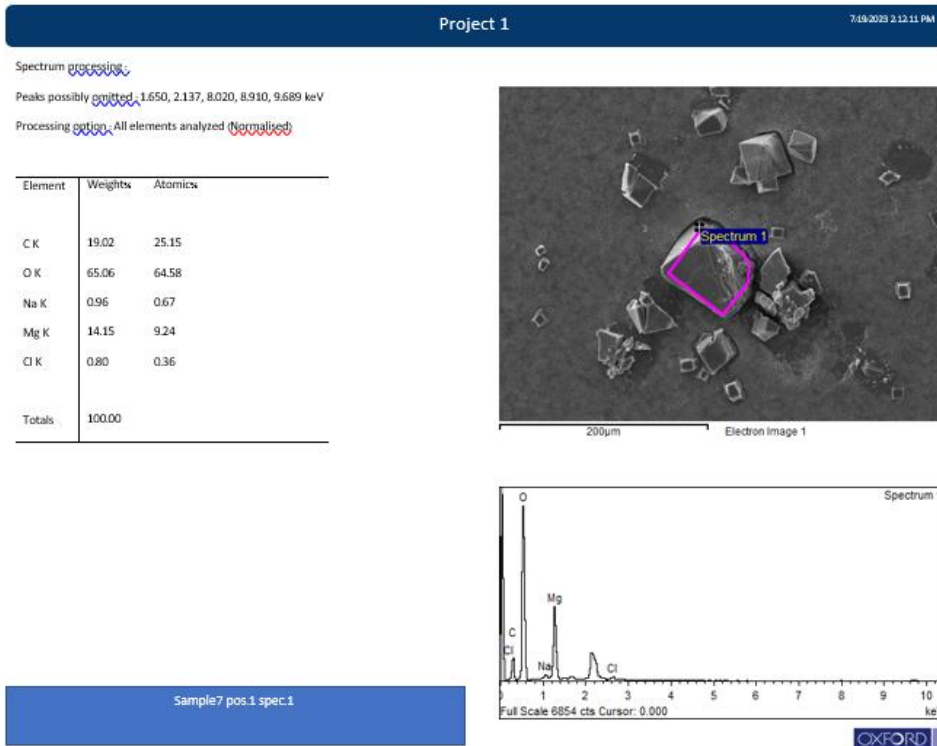
Element	Weights	Atomics
C K	72.27	79.91
O K	20.40	16.93
Na K	1.01	0.59
S K	5.06	2.09
Cl K	1.27	0.47
Totals	100.00	



Sample6 pos.3 spec.2



ตัวอย่างที่ 7



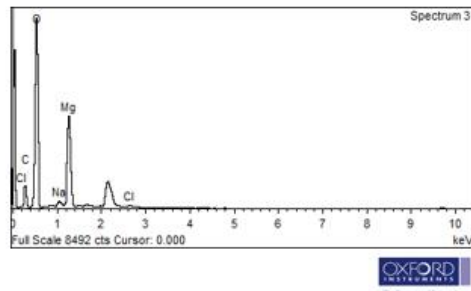
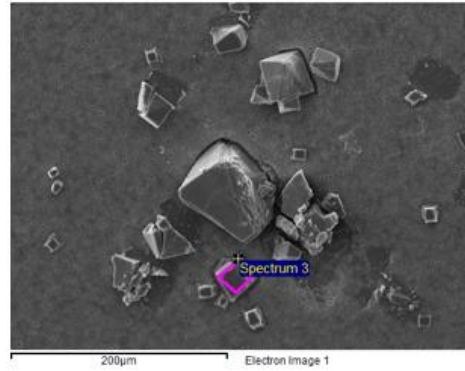
Project 1 7/19/2023 2:13:42 PM

Spectrum processing

Peaks possibly omitted: 1.661, 2.138, 8.050, 9.718 keV

Processing option: All elements analyzed (Normalised)

Element	Weights	Atomics
C K	18.23	24.29
O K	64.20	64.23
Na K	0.88	0.62
Mg K	16.10	10.60
Cl K	0.59	0.27
Totals	100.00	



Sample7 pos.1 spec.3

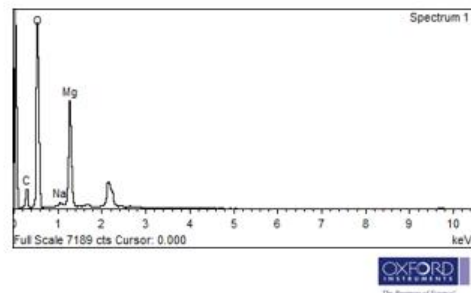
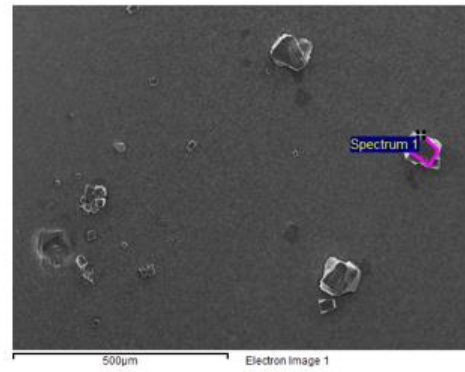
Project 1 7/19/2023 2:26:42 PM

Spectrum processing

Peaks possibly omitted: 1.662, 2.139, 8.029, 9.704 keV

Processing option: All elements analyzed (Normalised)

Element	Weights	Atomics
C K	16.72	22.55
O K	63.47	64.24
Na K	0.59	0.42
Mg K	19.21	12.80
Totals	100.00	



Sample7 pos.2 spec.1

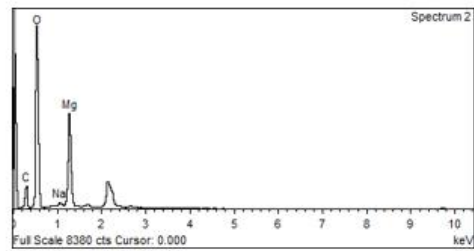
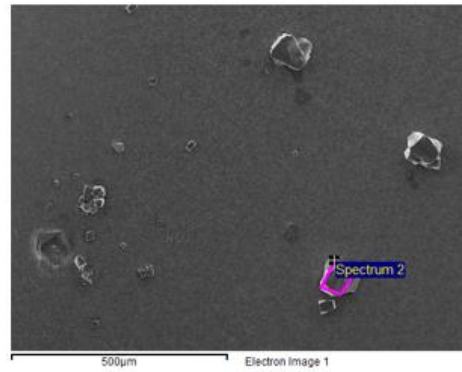
Project 1 7/19/2023 2:27:31 PM

Spectrum processing:

Peaks possibly omitted: 1.660, 2.135, 2.620, 8.044, 9.712 keV

Processing option: All elements analyzed (Normalised)

Element	Weights	Atomics
C K	17.90	23.90
O K	64.05	64.18
Na K	0.70	0.49
Mg K	17.35	11.44
Totals	100.00	



Sample7 pos.2 spec.2

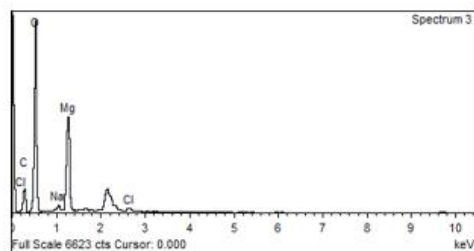
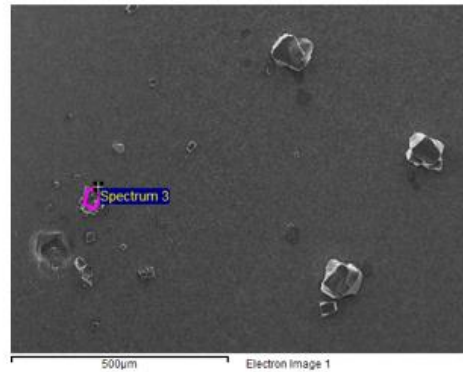
Project 1 7/19/2023 2:28:18 PM

Spectrum processing:

Peaks possibly omitted: 1.668, 2.135, 9.704, 11.540, 12.540 keV

Processing option: All elements analyzed (Normalised)

Element	Weights	Atomics
C K	18.73	24.96
O K	63.35	63.38
Na K	0.94	0.65
Mg K	16.14	10.63
Cl K	0.85	0.38
Totals	100.00	



Sample7 pos.2 spec.3

Project 1

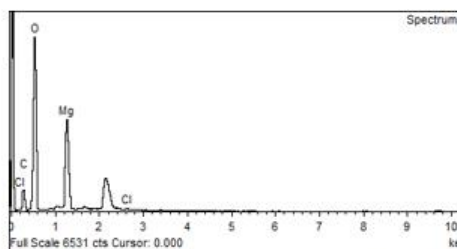
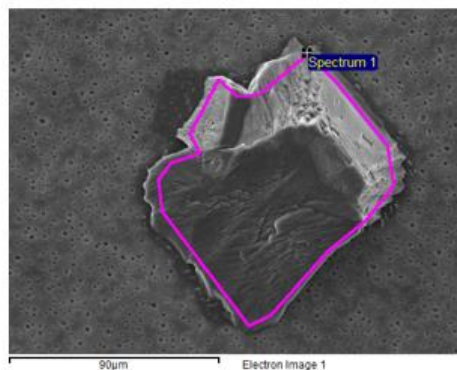
7:19:2023 2:32:59 PM

Spectrum processing

Peaks possibly omitted: 1.669, 2.139, 8.014, 9.697, 11.590, 11.640 keV

Processing option: All elements analyzed (Normalized)

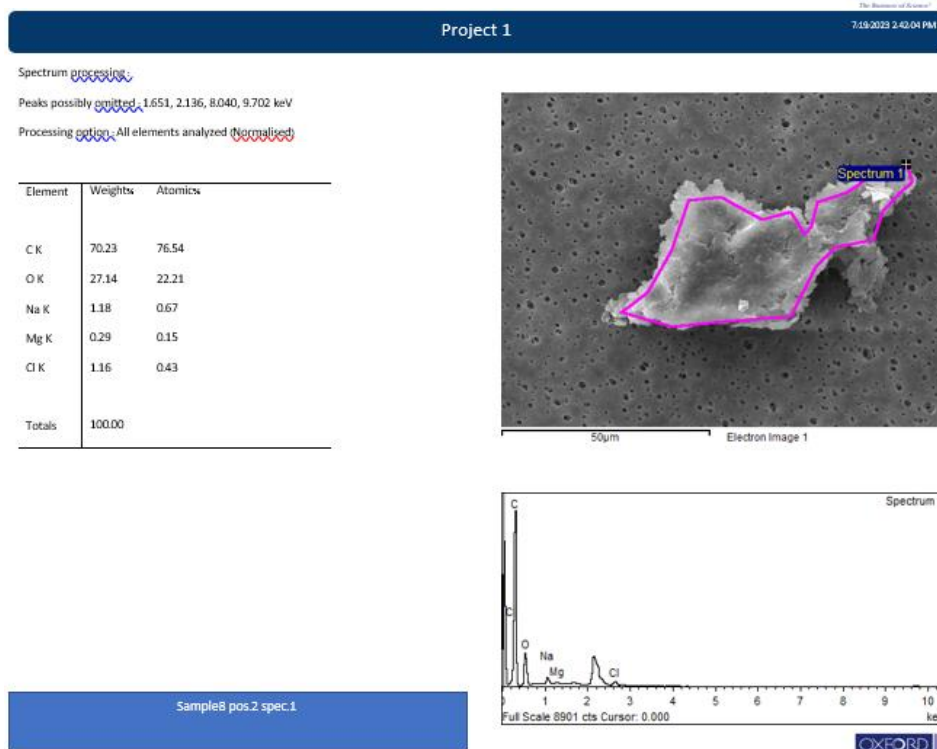
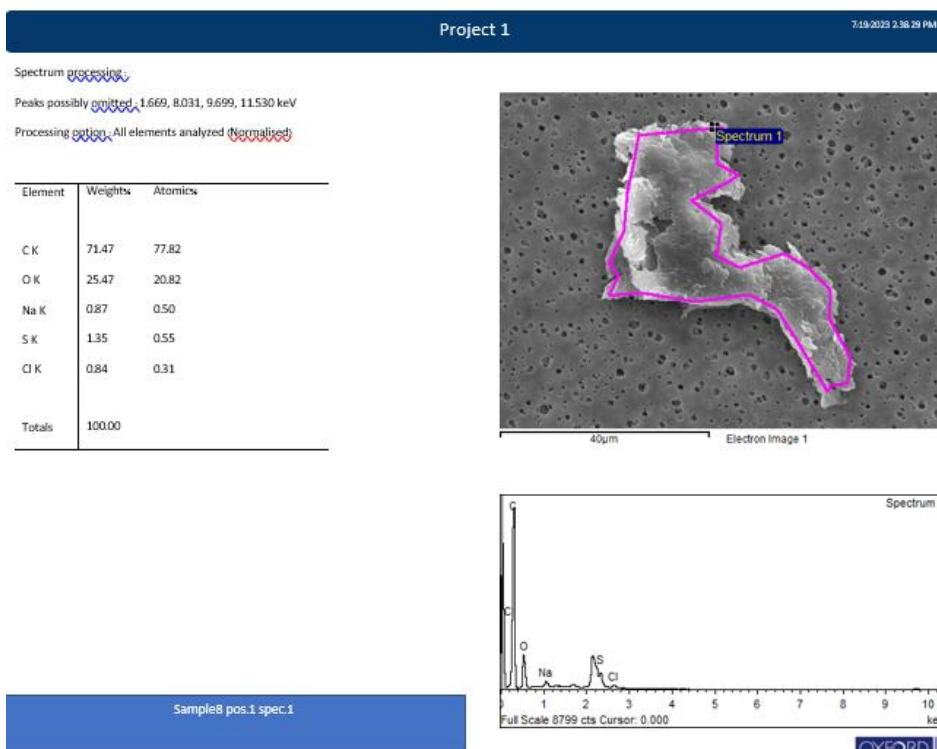
Element	Weights	Atomics
C K	18.48	24.61
O K	63.92	63.92
Mg K	17.03	11.20
Cl K	0.58	0.26
Totals	100.00	



Sample7 pos:3 spec:1



ตัวอย่างที่ 8



Project 1

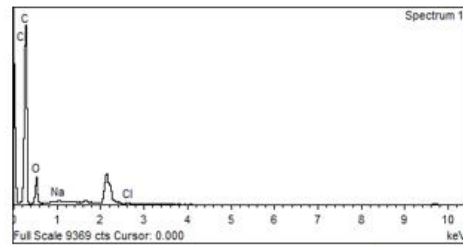
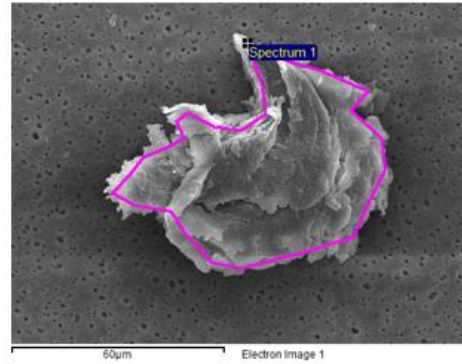
7/19/2023 2:47:07 PM

Spectrum processed

Peaks possibly identified: 1.659, 2.134, 8.048, 9.690 keV

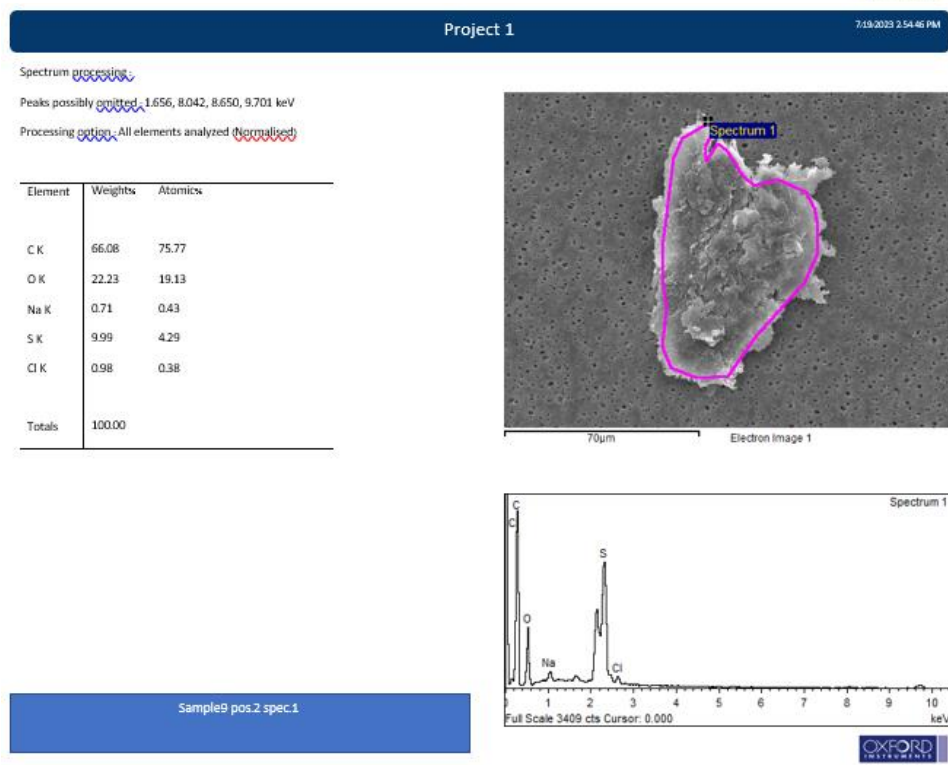
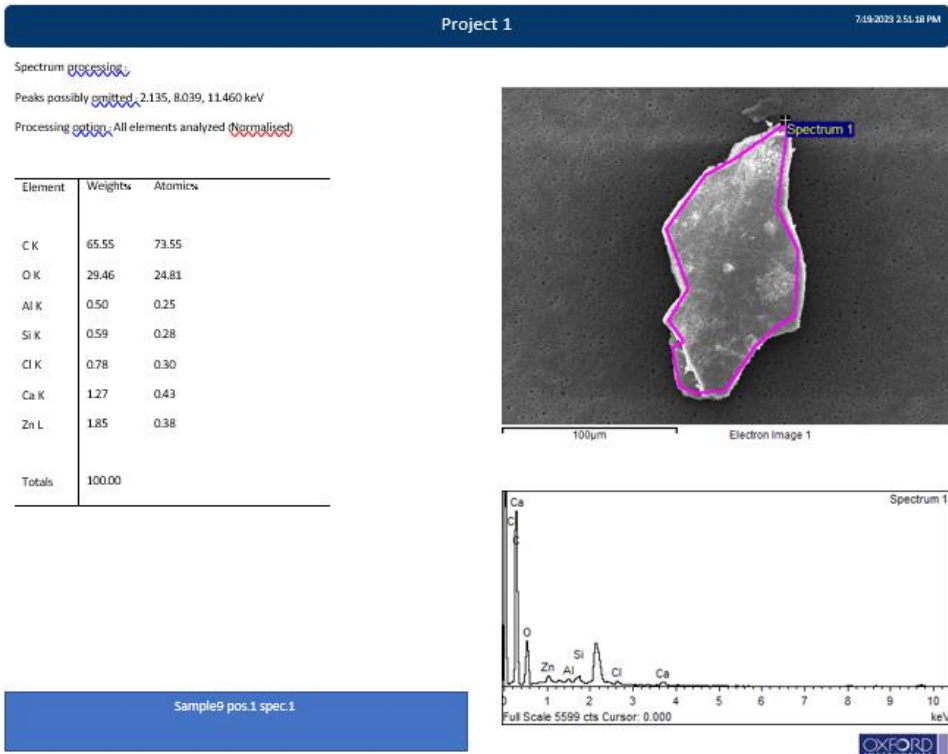
Processing option: All elements analyzed (Normalized)

Element	Weights	Atomics
C K	72.90	78.41
O K	26.27	21.21
Na K	0.41	0.23
Cl K	0.42	0.15
Totals	100.00	



Sample8 pos.3 spec.1

ตัวอย่างที่ 9



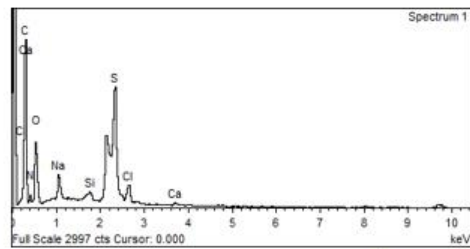
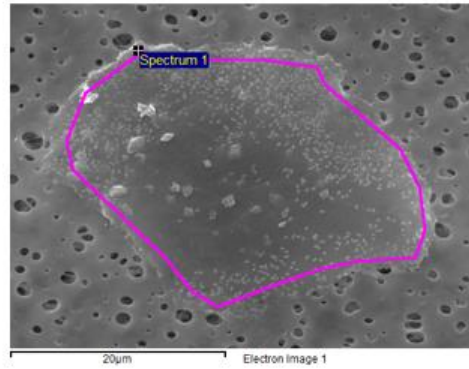
Project 1 7:49:00 2.59.53 PM

Spectrum processing

Peaks possibly omitted: 8.031, 8.651, 9.709 keV

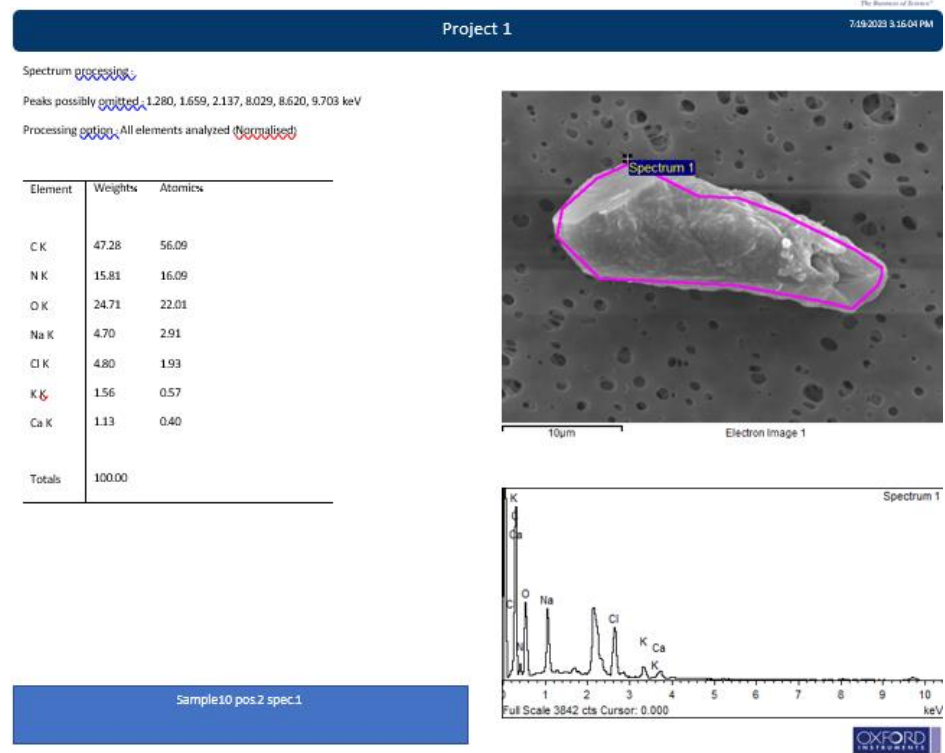
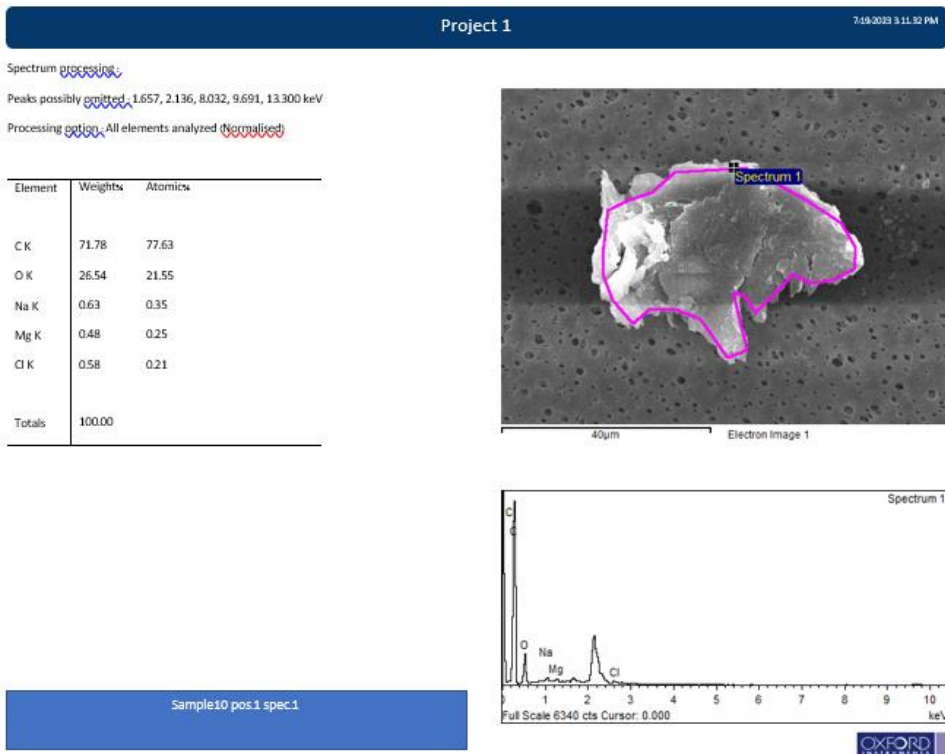
Processing option: All elements analyzed (Normalized)

Element	Weights	Atomics
C K	51.25	60.14
N K	16.17	16.27
O K	20.49	18.05
Na K	1.76	1.08
Si K	0.35	0.18
S K	7.71	3.39
Cl K	1.92	0.76
Ca K	0.34	0.12
Totals	100.00	



Sample9 pos:3 spec:1

ตัวอย่างที่ 10



Project 1

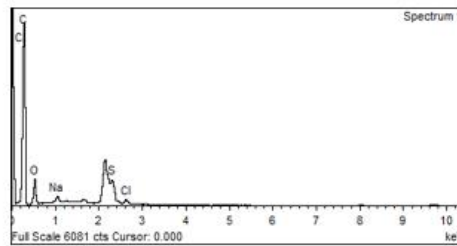
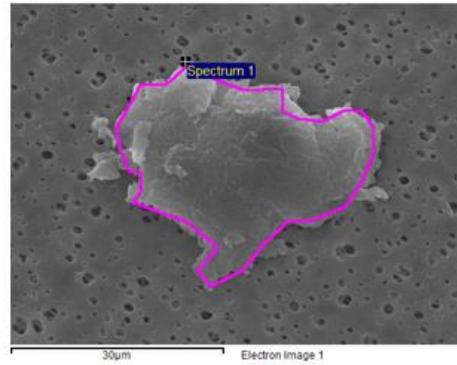
7/19/2023 3:21:09 PM

Spectrum processing

Peaks possibly omitted: 1.650, 8.051, 9.718, 11.520 keV

Processing option: All elements analyzed (Normalized)

Element	Weights	Atomics
C K	75.78	81.99
O K	19.89	16.16
Na K	0.83	0.47
S K	2.56	1.04
Cl K	0.94	0.35
Totals	100.00	



Sample10 pos.3 spec.1

ภาคผนวก ง
เอกสารรายละเอียดผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในงานวิจัย IV filter

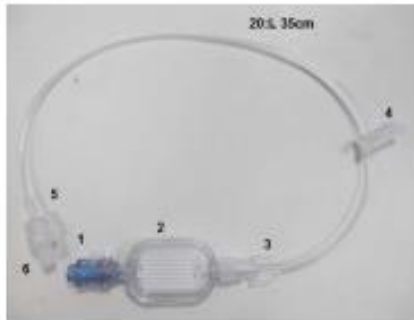
MULTIMEDICAL s.r.l.



TECHNICAL DATA SHEET

FT01/A2
Em00 Rev00 :2/11/2019
pag.1di1

**LINKSET NO PVC – D' SCIENCE
INTRAVENOUS INFUSION SET
WITH NEEDLEFREE CONNECTOR
AND INLINE 0,2 MICRON FILTER**











NON STERILE ITEM	080697/3/PU/I
STERILE ITEM	090697/3/PU/I

N	Component Description	Material
1	NEEDLE-FREE CONNECTOR	PC-SILICONE
2	0,22micron IN LINE FILTER POSITIVELY CHARGED	PES HYDROPHILIC MEMBRANE - PTFE HYDROPHOBIC MEMBRANE - MBS
3	FEMALE CONNECTOR	ACRYLIC
4	SLIDE CLAMP- NOT IN CONTACT WITH THE PATIENT	HDPE
5	MALE CONNECTOR	ABS
6	CAP - NOT IN CONTACT WITH THE PATIENT	PE
20	TUBING mm1x2 cm35	PU

Packaging	Primary	Blister medical grade +peel-away plastic film 12X15cm
	QUANTITY PER BOX: 100 PICIES	

The product does not contain natural rubber latex and phthalates (DEHP).

	LINKSET NO PVC – D’ SCIENCE		REF	090697/3/PU/I 090698/3/PU/I		
	INTRAVENOUS INFUSION SET WITH NEEDLEFREE CONNECTOR AND INLINE FILTER		Catalog number			
Needlefree valve: Flow Rate 550 mL/min - Pressure (not activated condition) 30psi – 2,06bar - Priming Volume 0.09 mL – Residual Volume 0,11ml REF 090697/3/PU/I - In line 0,2 micron filter positively charged REF 090698/3/PU/I - In line 1,2 micron filter Tubing material : PU						
Sterile – Non toxic - Non-pyrogenic Fluid Path						
This device is not made with PVC - This device is not made with natural rubber latex						
INDICATIONS FOR USE: Single use, sterile device used to administer fluids from a container to a patient’s vascular system through a needle or catheter inserted into a vein.						
WARNINGS: Use only if the package is not damaged or tampered with. Do not use the device if the caps are missing or loose. The device is for single use. Do not reuse. Reuse can cause a loss of functionality of the device and a possible risk of infection to the patient. Dispose of the product after its use according to the current regulations. The use is permitted only for qualified personnel. A safe and optimal use of the disposal is established in 24h, after which it’s recommended to replace it; in case of infusion of substances promoting bacterial growth (lipidic-based solutions), the replacement should take place at shorter intervals, between 6 and 12 hours.						
INSTRUCTIONS FOR USE: <ul style="list-style-type: none"> • Check the intended use of the device and open immediately before use. • Use aseptic technique. • Separate the package’s sides and pull until the device appears. • Remove the protective caps. • Prime the tube with a saline solution. • Allow fluid to flow until air bubbles are removed. • Connect to the patient’s vascular system through a catheter inserted into a vein to start the infusion. • Dispose according to local, state and federal requirements. Access to the needlefree valve - Asepsis Protocol : <ul style="list-style-type: none"> • Apply the asepsis protocol prior to any access to the needleless valve. • Clean using a disinfectant-impregnated swab with at least 5 clockwise rotations. • Repeat step 2 in counterclockwise direction. • Apply pressure, slide and twist through the valve septum until tight, firmly and simultaneously twist the connector’s universal lock. • The valve closes automatically after the disconnection of the infusion set, it is not necessary to use protective caps. • The device is safe and keeping up to 300 consecutive connections. 						
PRECAUTIONS: Change the set at least as frequently as the Needleless valve, no more than 72 hour. Ensure that all components to be connected to the valve are compatible to minimize leaks and breaks in the system. Minimize contamination risk by wiping the access port and universal connectors before use with the appropriate antiseptic solution. Not suitable for photosensitive solutions.						
STORAGE: Keep in a clean and dry place, away from moisture, direct sunlight and heat sources.						
Made in Italy	Manufactured by: MULTIMEDICAL s.r.l. Via G. Rossa 71 – 46019 Zona Ind.le Gerbolina – Viadana (MN) - ITALIA		Imported and Distributed by: FDA Registration No.: _____			
CAUTION: Federal law restricts this device to sale by or on the order of a licensed healthcare practitioner						
				Gravity feed only		
Sterilized using ethylene oxide	Do not reuse	Do not resterilize	Do Not Use if Package is Damaged		Keep away from sunlight	Keep dry
<small>REV 00/2020-02</small>						

ภาคผนวก จ
ขั้นตอนการเตรียมตัวอย่าง

ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail

ตัวอย่างที่ 1

คำอธิบาย: ใส่เครื่องหมาย ✓ ในคอลัมน์ checklist ของแถวที่เป็นส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail

คอลัมน์จำนวน ระบุปริมาณเป็นตัวเลขในหน่วยของบรรจุภัณฑ์

Check list	ลำดับการเตรียม	ชนิดวิตามินหรือสารละลาย	บรรจุภัณฑ์	รูปแบบ	ลักษณะ	จำนวน (หน่วย)
✓	1	Vitamin C	Ampoule	สารละลาย	ใส, สีเหลือง	5
✓	2	Vitamin B com 100	Ampoule	สารละลาย	ใส , ส้มอมเหลือง	1
✓	3	Vitamin B6	Ampoule	สารละลาย	ใส , ส้มอมเหลือง	1
✓	4	Vitamin B12	Ampoule	สารละลาย	ใส , สีชมพู	2
✓	5	Magnesium sulphate 10%	Ampoule	สารละลาย	ขาวใส	2
✓	6	NSS 0.9%	ถุง	สารละลาย	ใส	1

ตารางที่ จ.1 ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail ของตัวอย่างที่ 1



ภาพ จ.1 ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail ของตัวอย่างที่ 1

ขั้นตอนการเตรียมส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail ตัวอย่างที่ 1



ภาพ จ.2 หัก ampoule (ตัวอย่างที่ 1)



ภาพ จ.3 ตูดสารละลายจาก ampoule (ตัวอย่างที่ 1)



ภาพ จ.4 ไข้เข็มแทงผ่านฝายางเข้าไปในภาชนะบรรจุ NSS 0.9% (ตัวอย่างที่ 1)



ภาพ จ.5 ผ่านทั้งวิตามินหรือสารละลายที่ผสมกับ NSS 0.9% ทางสายยาง (IV tube) โดยผ่านตัวกรองสาร
น้ำหรือสารละลาย (IV filter) (ตัวอย่างที่ 1)

ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail

ตัวอย่างที่ 2

คำอธิบาย: ใส่เครื่องหมาย ✓ ในคอลัมน์ checklist ของแถวที่เป็นส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail

คอลัมน์จำนวน ระบุปริมาณเป็นตัวเลขในหน่วยของบรรจุภัณฑ์

Check list	ลำดับการเตรียม	ชนิดวิตามินหรือสารละลาย	บรรจุภัณฑ์	รูปแบบ	ลักษณะ	จำนวน (หน่วย)
✓	1	Vitamin C	Ampoule	สารละลาย	ใส, สีเหลือง	4
✓	2	Vitamin B com 100	Ampoule	สารละลาย	ใส , ส้มอมเหลือง	1
✓	3	Vitamin B6	Ampoule	สารละลาย	ใส , ส้มอมเหลือง	1
✓	4	Vitamin B12	Ampoule	สารละลาย	ใส , สีชมพู	1
✓	5	Magnesium sulphate 10%	Ampoule	สารละลาย	ขาวใส	1
✓	6	NSS 0.9%	ถุง	สารละลาย	ใส	1

ตารางที่ จ.2 ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail ของตัวอย่างที่ 2



ภาพ จ.6 ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail ของตัวอย่างที่ 2

ขั้นตอนการเตรียมส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail ตัวอย่างที่ 2



ภาพ จ.7 หัก ampoule (ตัวอย่างที่ 2)



ภาพ จ.8 ดูดสารละลายจาก ampoule (ตัวอย่างที่ 2)



ภาพ จ.9 ใช้เข็มแทงผ่านฝายางเข้าไปในภาชนะถุง NSS 0.9% (ตัวอย่างที่ 2)



ภาพ จ.10 ผ่านทั้งวิตามินหรือสารละลายที่ผสมกับ NSS 0.9% ทางสายยาง (IV tube) โดยผ่านตัวกรองสารน้ำหรือสารละลาย (IV filter) (ตัวอย่างที่ 2)

ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail

ตัวอย่างที่ 3

คำอธิบาย: ใส่เครื่องหมาย ✓ ในคอลัมน์ checklist ของแถวที่เป็นส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail

คอลัมน์จำนวน ระบุปริมาณเป็นตัวเลขในหน่วยของบรรจุภัณฑ์

Check list	ลำดับการเตรียม	ชนิดวิตามินหรือสารละลาย	บรรจุภัณฑ์	รูปแบบ	ลักษณะ	จำนวน (หน่วย)
✓	1	Vitamin C	Ampoule	สารละลาย	ใส, สีเหลือง	5
✓	2	Vitamin B com 100	Ampoule	สารละลาย	ใส , ส้มอมเหลือง	1
✓	3	Vitamin B6	Ampoule	สารละลาย	ใส , ส้มอมเหลือง	1
✓	4	Vitamin B12	Ampoule	สารละลาย	ใส , สีชมพู	1
✓	5	Magnesium sulphate 10%	Ampoule	สารละลาย	ขาวใส	2
✓	6	NSS 0.9%	ถุง	สารละลาย	ใส	1

ตารางที่ จ.3 ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail ของตัวอย่างที่ 3



ภาพ จ.11 ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail ของตัวอย่างที่ 3

ขั้นตอนการเตรียมส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail ตัวอย่างที่ 3



ภาพ จ.12 หัก ampoule (ตัวอย่างที่ 3)



ภาพ จ.13 ดูดสารละลายจาก ampoule (ตัวอย่างที่ 3)



ภาพ จ.14 ใช้เข็มแทงผ่านฝายางเข้าไปในภาชนะถุง NSS 0.9% (ตัวอย่างที่ 3)



ภาพ จ.15 ผ่านทั้งวิตามินหรือสารละลายที่ผสมกับ NSS 0.9% ทางสายยาง (IV tube) โดยผ่านตัวกรองสารน้ำหรือสารละลาย (IV filter) (ตัวอย่างที่ 3)

ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail

ตัวอย่างที่ 4

คำอธิบาย: ใส่เครื่องหมาย ✓ ในคอลัมน์ checklist ของแถวที่เป็นส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail คอลัมน์จำนวน ระบุปริมาณเป็นตัวเลขในหน่วยของบรรจุภัณฑ์

Checklist	ลำดับการเตรียม	ชนิดวิตามินหรือสารละลาย	บรรจุภัณฑ์	รูปแบบ	ลักษณะ	จำนวน (หน่วย)
✓	1	Vitamin C	Ampoule	สารละลาย	ใส, สีเหลือง	2
✓	2	Vitamin B com 100	Ampoule	สารละลาย	ใส , ส้มอมเหลือง	1
✓	3	Vitamin B6	Ampoule	สารละลาย	ใส , ส้มอมเหลือง	1
✓	4	Vitamin B12	Ampoule	สารละลาย	ใส , สีชมพู	1
✓	5	Magnesium sulphate 10%	Ampoule	สารละลาย	ขาวใส	1
✓	6	NSS 0.9%	ถุง	สารละลาย	ใส	1

ตารางที่ จ.4 ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail ของตัวอย่างที่ 4



ภาพ จ.16 ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail ของตัวอย่างที่ 4

ขั้นตอนการเตรียมส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail ตัวอย่างที่ 4



ภาพ จ.17 หัก ampoule (ตัวอย่างที่ 4)



ภาพ จ.18 ดูดสารละลายจาก ampoule (ตัวอย่างที่ 4)



ภาพ จ.19 ใช้เข็มแทงผ่านฝายางเข้าไปในภาชนะถุง NSS 0.9% (ตัวอย่างที่ 4)



ภาพ จ.20 ผ่านทั้งวิตามินหรือสารละลายที่ผสมกับ NSS 0.9% ทางสายยาง (IV tube) โดยผ่านตัวกรองสาร
น้ำหรือสารละลาย (IV filter) (ตัวอย่างที่ 4)

ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail

ตัวอย่างที่ 5

คำอธิบาย: ใส่เครื่องหมาย ✓ ในคอลัมน์ checklist ของแถวที่เป็นส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail

คอลัมน์จำนวน ระบุปริมาณเป็นตัวเลขในหน่วยของบรรจุภัณฑ์

Check list	ลำดับการเตรียม	ชนิดวิตามินหรือสารละลาย	บรรจุภัณฑ์	รูปแบบ	ลักษณะ	จำนวน (หน่วย)
✓	1	Vitamin C	Ampoule	สารละลาย	ใส, สีเหลือง	4
✓	2	Vitamin B com 100	Ampoule	สารละลาย	ใส , ส้มอมเหลือง	1
✓	3	Vitamin B6	Ampoule	สารละลาย	ใส , ส้มอมเหลือง	1
✓	4	Vitamin B12	Ampoule	สารละลาย	ใส , สีชมพู	1
	5	Magnesium sulphate 10%	Ampoule	สารละลาย	ขาวใส	0
✓	6	NSS 0.9%	ถุง	สารละลาย	ใส	1

ตารางที่ จ.5 ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail ของตัวอย่างที่ 5



ภาพ จ.21 ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail ของตัวอย่างที่ 5

ขั้นตอนการเตรียมส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail
ตัวอย่างที่ 5



ภาพ จ.22 หัก ampoule (ตัวอย่างที่ 5)



ภาพ จ.23 ดูดสารละลายจาก ampoule (ตัวอย่างที่ 5)



ภาพ จ.24 ใช้เข็มแทงผ่านฝายางเข้าไปในภาชนะถุง NSS 0.9% (ตัวอย่างที่ 5)



ภาพ จ.25 ผ่านทั้งวิตามินหรือสารละลายที่ผสมกับ NSS 0.9% ทางสายยาง (IV tube) โดยผ่านตัวกรองสาร
น้ำหรือสารละลาย (IV filter) (ตัวอย่างที่ 5)

ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail

ตัวอย่างที่ 6

คำอธิบาย: ใส่เครื่องหมาย ✓ ในคอลัมน์ checklist ของแถวที่เป็นส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail คอลัมน์จำนวน ระบุปริมาณเป็นตัวเลขในหน่วยของบรรจุภัณฑ์

Check list	ลำดับการเตรียม	ชนิดวิตามินหรือสารละลาย	บรรจุภัณฑ์	รูปแบบ	ลักษณะ	จำนวน (หน่วย)
✓	1	Vitamin C	Ampoule	สารละลาย	ใส, สีเหลือง	4
✓	2	Vitamin B com 100	Ampoule	สารละลาย	ใส , ส้มอมเหลือง	1
✓	3	Vitamin B6	Ampoule	สารละลาย	ใส , ส้มอมเหลือง	1
✓	4	Vitamin B12	Ampoule	สารละลาย	ใส , สีชมพู	1
	5	Magnesium sulphate 10%	Ampoule	สารละลาย	ขาวใส	0
✓	6	NSS 0.9%	ถุง	สารละลาย	ใส	1

ตารางที่ จ.6 ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail ของตัวอย่างที่ 6



ภาพ จ.26 ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail ของตัวอย่างที่ 6

ขั้นตอนการเตรียมส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail

ตัวอย่างที่ 6



ภาพ จ.27 หัก ampoule (ตัวอย่างที่ 6)



ภาพ จ.28 คูดสารละลายจาก ampoule (ตัวอย่างที่ 6)



ภาพ จ.29 ใช้เข็มแทงผ่านฝายางเข้าไปในภาชนะถุง NSS 0.9% (ตัวอย่างที่ 6)



ภาพ จ.30 ผ่านทั้งวิตามินหรือสารละลายที่ผสมกับ NSS 0.9% ทางสายยาง (IV tube) โดยผ่านตัวกรองสารน้ำหรือสารละลาย (IV filter) (ตัวอย่างที่ 6)

ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail

ตัวอย่างที่ 7

คำอธิบาย: ใส่เครื่องหมาย ✓ ในคอลัมน์ checklist ของแถวที่เป็นส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail

คอลัมน์จำนวน ระบุปริมาณเป็นตัวเลขในหน่วยของบรรจุภัณฑ์

Check list	ลำดับการเตรียม	ชนิดวิตามินหรือสารละลาย	บรรจุภัณฑ์	รูปแบบ	ลักษณะ	จำนวน (หน่วย)
✓	1	Vitamin C	Ampoule	สารละลาย	ใส, สีเหลือง	5
✓	2	Vitamin B com 100	Ampoule	สารละลาย	ใส , ส้มอมเหลือง	1
✓	3	Vitamin B6	Ampoule	สารละลาย	ใส , ส้มอมเหลือง	1
✓	4	Vitamin B12	Ampoule	สารละลาย	ใส , สีชมพู	1
✓	5	Magnesium sulphate 10%	Ampoule	สารละลาย	ขาวใส	2
✓	6	NSS 0.9%	ถุง	สารละลาย	ใส	1

ตารางที่ จ.7 ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail ของตัวอย่างที่ 7



ภาพ จ.31 ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail ของตัวอย่างที่ 7

ขั้นตอนการเตรียมส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail

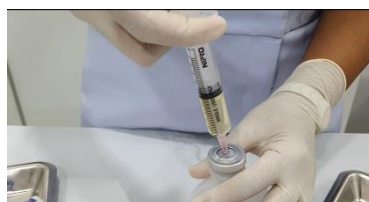
ตัวอย่างที่ 7



ภาพ จ.32 หัก ampoule (ตัวอย่างที่ 7)



ภาพ จ.33 ดูดสารละลายจาก ampoule (ตัวอย่างที่ 7)



ภาพ จ.34 ใช้เข็มแทงผ่านฝายางเข้าไปในภาชนะถุง NSS 0.9% (ตัวอย่างที่ 7)



ภาพ จ.35 ผ่านทั้งวิตามินหรือสารละลายที่ผสมกับ NSS 0.9% ทางสายยาง (IV tube) โดยผ่านตัวกรองสารน้ำหรือสารละลาย (IV filter) (ตัวอย่างที่ 7)

ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail

ตัวอย่างที่ 8

คำอธิบาย: ใส่เครื่องหมาย ✓ ในคอลัมน์ checklist ของแถวที่เป็นส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail

คอลัมน์จำนวน ระบุปริมาณเป็นตัวเลขในหน่วยของบรรจุภัณฑ์

Check list	ลำดับการเตรียม	ชนิดวิตามินหรือสารละลาย	บรรจุภัณฑ์	รูปแบบ	ลักษณะ	จำนวน (หน่วย)
✓	1	Vitamin C	Ampoule	สารละลาย	ใส, สีเหลือง	4
✓	2	Vitamin B com 100	Ampoule	สารละลาย	ใส , สีมอมเหลือง	1
✓	3	Vitamin B6	Ampoule	สารละลาย	ใส , สีมอมเหลือง	1
✓	4	Vitamin B12	Ampoule	สารละลาย	ใส , สีชมพู	1
	5	Magnesium sulphate 10%	Ampoule	สารละลาย	ขาวใส	0
✓	6	NSS 0.9%	ถุง	สารละลาย	ใส	1

ตารางที่ จ.8 ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail ของตัวอย่างที่ 8



ภาพ จ.36 ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail ของตัวอย่างที่ 8

ขั้นตอนการเตรียมส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail



ตัวอย่างที่ 8

ภาพ จ.37 หัก ampoule (ตัวอย่างที่ 8)



ภาพ จ.38 ดูดสารละลายจาก ampoule (ตัวอย่างที่ 8)



ภาพ จ.39 ใช้เข็มแทงผ่านฝายางเข้าไปในภาชนะถุง NSS 0.9% (ตัวอย่างที่ 8)



ภาพ จ.40 ผ่านทั้งวิตามินหรือสารละลายที่ผสมกับ NSS 0.9% ทางสายยาง (IV tube) โดยผ่านตัวกรองสารน้ำหรือสารละลาย (IV filter) (ตัวอย่างที่ 8)

ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail

ตัวอย่างที่ 9

คำอธิบาย: ใส่เครื่องหมาย ✓ ในคอลัมน์ checklist ของแถวที่เป็นส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail

คอลัมน์จำนวน ระบุปริมาณเป็นตัวเลขในหน่วยของบรรจุภัณฑ์

Check list	ลำดับการเตรียม	ชนิดวิตามินหรือสารละลาย	บรรจุภัณฑ์	รูปแบบ	ลักษณะ	จำนวน (หน่วย)
✓	1	Vitamin C	Ampoule	สารละลาย	ใส, สีเหลือง	3
✓	2	Vitamin B com 100	Ampoule	สารละลาย	ใส , ส้มอมเหลือง	1
✓	3	Vitamin B6	Ampoule	สารละลาย	ใส , ส้มอมเหลือง	1
✓	4	Vitamin B12	Ampoule	สารละลาย	ใส , สีชมพู	1
	5	Magnesium sulphate 10%	Ampoule	สารละลาย	ขาวใส	0
✓	6	NSS 0.9%	ถุง	สารละลาย	ใส	1

ตารางที่ จ.9 ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail ของตัวอย่างที่ 9



ภาพ จ.41 ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail ของตัวอย่างที่ 9

ขั้นตอนการเตรียมส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail
ตัวอย่างที่ 9



ภาพ จ.42 ทัก ampoule (ตัวอย่างที่ 9)



ภาพ จ.43 คูดสารละลายจาก ampoule (ตัวอย่างที่ 9)



ภาพ จ.44 ใช้เข็มแทงผ่านฝายางเข้าไปในภาชนะถุง NSS 0.9% (ตัวอย่างที่ 9)



ภาพ จ.45 ผ่านทั้งวิตามินหรือสารละลายที่ผสมกับ NSS 0.9% ทางสายยาง (IV tube) โดยผ่านตัวกรองสาร
น้ำหรือสารละลาย (IV filter) (ตัวอย่างที่ 9)

ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail

ตัวอย่างที่ 10

คำอธิบาย: ใส่เครื่องหมาย ✓ ในคอลัมน์ checklist ของแถวที่เป็นส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail คอลัมน์จำนวน ระบุปริมาณเป็นตัวเลขในหน่วยของบรรจุภัณฑ์

Check list	ลำดับการเตรียม	ชนิดวิตามินหรือสารละลาย	บรรจุภัณฑ์	รูปแบบ	ลักษณะ	จำนวน (หน่วย)
✓	1	Vitamin C	Ampoule	สารละลาย	ใส, สีเหลือง	4
✓	2	Vitamin B com 100	Ampoule	สารละลาย	ใส , ส้มอมเหลือง	1
✓	3	Vitamin B6	Ampoule	สารละลาย	ใส , ส้มอมเหลือง	1
✓	4	Vitamin B12	Ampoule	สารละลาย	ใส , สีชมพู	1
✓	5	Magnesium sulphate 10%	Ampoule	สารละลาย	ขาวใส	1
✓	6	NSS 0.9%	ถุง	สารละลาย	ใส	1

ตารางที่ จ.10 ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail ของตัวอย่างที่ 10



ภาพ จ.46 ส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail ของตัวอย่างที่ 10

ขั้นตอนการเตรียมส่วนประกอบของสารละลาย Myer's cocktail
ตัวอย่างที่ 10



ภาพ จ.47 หัก ampoule (ตัวอย่างที่ 10)



ภาพ จ.48 คูดสารละลายจาก ampoule (ตัวอย่างที่ 10)



ภาพ จ.49 ใช้เข็มแทงผ่านฝายางเข้าไปในภาชนะถุง NSS 0.9% (ตัวอย่างที่ 10)



ภาพ จ.50 ผ่านทั้งวิตามินหรือสารละลายที่ผสมกับ NSS 0.9% ทางสายยาง (IV tube) โดยผ่านตัวกรองสาร
น้ำหรือสารละลาย (IV filter) (ตัวอย่างที่ 10)

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นามสกุล

บติศร เจนภักดีกุล

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2550-2553

ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต

เทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ประสบการณ์การทำงาน

ปัจจุบัน

ผู้จัดการผลิตภัณฑ์ บริษัท เจย์ เมดิคอล กรุ๊ป จำกัด

พ.ศ.2566

ผู้ช่วยผู้จัดการแบรนด์ เวลล์โลจี บริษัท ซินโนวา จำกัด

พ.ศ.2563 - พ.ศ.2566

ผู้เชี่ยวชาญด้านผลิตภัณฑ์ บริษัท แปซิฟิก เฮลท์แคร์ ไทยแลนด์ จำกัด

พ.ศ.2553 - พ.ศ.2562

ผู้แทนขายเครื่องมือแพทย์ บริษัทไปโอเซน จำกัด , บริษัท เทอรูโม จำกัด ,
บริษัท จอห์นสันแอนด์จอห์นสัน จำกัด