ผลกระทบของการนำส่งสิ่งส่งตรวจทางระบบท่อลมขนส่งต่อค่าการตรวจการแข็งตัวของเลือด ในโรงพยาบาลแพร่

ประเสริฐ จันทนสกุลวงศ์, วทม.* ธนวัฒน์ชัย สุริยะ, วทบ.* จุไรรัตน์ ถุงเงิน, วทบ.*

บทคัดย่อ

บทนำ: ระบบท่อลมขนส่ง Pneumatic tube system (PTS) ช่วยลดระยะเวลาในการนำส่งและแบ่งเบาภาระงานของเจ้าหน้าที่หอผู้ป่วย การศึกษาวิจัยผลกระทบต่อค่าการตรวจทางห้องปฏิบัติการในแต่ละแห่งที่ติดตั้งระบบท่อลมขนส่งจึงมีความสำคัญ ความเร็วในนำส่ง ระยะทางของท่อลม และปัจจัยแวดล้อมที่แตกต่างกันระหว่างสถานีส่งกับสถานีรับก็มีผลกระทบต่อสิ่งส่งตรวจ ที่ผ่านมามีข้อแนะนำว่าการนำส่งสิ่งส่งตรวจผ่านทางระบบท่อลมขนส่งอาจมีผลกระทบต่อค่าการตรวจการแข็งตัวของเลือด จึงควรศึกษาเปรียบเทียบและทวนสอบถึงผลกระทบต่อค่าการตรวจการแข็งตัวของเลือดเพื่อความชัดเจนในการกำหนดแนวทางการนำส่ง

วัตถุประสงค์: เพื่อศึกษาผลกระทบของการนำส่งสิ่งส่งตรวจทางระบบท่อลมขนส่งต่อค่าการแข็งตัวของเลือดในโรงพยาบาลแพร่ เปรียบเทียบกับการนำส่งโดยเจ้าหน้าที่นำส่ง จากกลุ่มงานอุบัติเหตุฉุกเฉิน ซึ่งมีระยะทางท่อลมสั้นที่สุด และจากหอผู้ป่วยอายุรกรรมหญิง 2 ซึ่งมีระยะทางท่อลมยาวที่สุด

วิธีการศึกษา: ใช้สิ่งส่งตรวจของตึกผู้ป่วยอุบัติเหตุและฉุกเฉินจำนวน 114 ราย, ห้องตรวจผู้ป่วยนอกปฐมภูมิ 5 ราย และหอผู้ป่วยอายุรกรรมหญิง 2 จำนวน 44 ราย ที่มีการสั่งตรวจการแข็งตัวของเลือด ช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2563 รวม 163 ราย โดยเจาะเลือดจากเส้นเลือดดำ แบ่งใส่หลอด 3.2% Sodium citrate 2 หลอด กลุ่มที่ 1 นำส่งโดยระบบท่อลมขนส่ง กลุ่มที่ 2 นำส่งโดยเจ้าหน้าที่นำส่งของหน่วยงานที่เจาะเก็บเลือด นำส่งถึงห้องปฏิบัติการโลหิตวิทยาและจุลทรรศน์ศาสตร์ ปั่นแยก Plasma ที่ความเร็วรอบ 3000 rpm 10 นาที และทำการตรวจหาค่าการแข็งตัวของเลือด PT, INR และ a-PTT ตัวอย่างทั้งสองตรวจความสมบูรณ์ของเลือด CBC ด้วยเครื่องตรวจเม็ดเลือดอัตโนมัติ

ผลการศึกษา: ความเร็วของระบบท่อลม เฉลี่ยเท่ากับ 3.43 เมตรต่อวินาที (1.66-3.76) ระยะทางท่อลมที่ยาวที่สุด คือ ที่หอผู้ป่วยอายุรกรรมหญิง 2 คือ 188 เมตร มีความเร็วเฉลี่ยในการส่ง 3.68 เมตรต่อวินาที (3.62-3.76) ระยะทางท่อลมที่สั้นที่สุด คือ ตึกผู้ป่วยอุบัติเหตุและฉุกเฉิน คือ 68 เมตร มีความเร็วเฉลี่ยในการส่ง 1.74 เมตรต่อวินาที (1.66-1.84) ค่าการตรวจการแข็งตัวของเลือดจากทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p=0.5-0.7

สรุป: การนำส่งเลือด ด้วยระบบท่อลมขนส่งของโรงพยาบาลแพร่ด้วยระยะทางระหว่าง 68-188 เมตร ที่ความเร็วของกระสวยระหว่าง 1.66-3.76 เมตรต่อวินาที ไม่ส่งผลกระทบต่อค่าการตรวจค่าการแข็งตัวของเลือด PT และ a-PTT

Key words: ระบบท่อลมขนส่งในโนโรงพยาบาล, Prothrombin time, Partial Thromboplastin time

* กลุ่มงานเทคนิคการแพทย์และพยาธิวิทยาคลินิก

The effects of transport by pneumatic tube system on coagulation tests in Phrae Hospital

Prasert Chantanaskulwong, M.S.* Tanawatchai Suriya, B.Sc.* Churairat Thungngoen, B.Sc.*

Abstract

Background: Pneumatic Tube System (PTS) reduces the time required to deliver and ease the workload of the ward staff. Therefore, the study in the impact on the laboratory test values in each location of the PTS which is important. Delivery speed, the distance of the air duct and the different environmental factors between the delivery station and the receiving station can affect the specimen. Previously, it was suggested that delivery of specimens via the PTS may have an effect on coagulation tests. This study compares and verifies the effect on blood coagulation tests for clarity in determining delivery guidelines.

Objective: To study the effect in delivery of air transport specimens on coagulation tests in Phrae Hospital. Compared with deliveries by delivery personnel. From the emergency department which has the shortest air pipe distance and from the female medicine ward 2, which has the longest airway distance.

Study design: We used 114 specimens of the emergency department, 5 specimens from out patient department and 44 specimens from Internal Medicine Section, with blood coagulation tests orders. Between January and February 2020, a total of 163 specimens. By drawing blood from the veins divided into 2 tubes, 3.2% Sodium citrate. Group 1 delivered by the PTS. Group 2 delivered by the delivery staff of the blood collection unit. Delivered to the Hematology and Microscopic Laboratory. Plasma separation at a speed of 3000 rpm for 10 minutes and blood coagulation tests PT, INR and a-PTT were determined. Both samples examined the integrity of the CBC with an automated cell counter machine.

Results: The average velocity of the air duct system is 3.43 meters per second (1.66-3.76). The longest air duct distance is at the female medicine ward 2, which is 188 meters with an average delivery speed of 3.68 meters per second (3.62-3.76). The shortest air duct distance is the emergency department, which is 68 meters with an average delivery speed of 1.74 meters per second (1.66-1.84). Blood coagulation test values from both groups were not significantly different at p=0.5-0.7.

Conclusion: Blood delivery with the Phrae Hospital air transport system with a distance of 68-188 meters at the shuttle speed between 1.66-3.76 meters per minute and does not affect the PT and a-PTT coagulation values.

Keywords: Hospital pneumatic tube system, Prothrombin time, Partial thromboplastin time

* Department of Medical Technology and Clinical pathology, Phrae Hospital

บทนำ

ระบบท่อลมขนส่ง Pneumatic tube system(PTS) เป็นระบบขนส่ง logistic Transportation อย่างหนึ่งที่มีการนำมาใช้ เพื่อแก้ปัญหาความล่าช้าในการนำส่งสิ่งส่งตรวจอย่างแพร่หลาย[1] และส่งผลต่อระยะเวลารอคอยผลการตรวจของห้องปฏิบัติการ The Laboratory turnaround time (TAT)[2] การนำส่งโดยเจ้าหน้าที่นำส่งในโรงพยาบาลแพร่จะรวบรวมสิ่งส่งตรวจจากผู้ป่วยแล้วนำส่งห้องปฏิบัติการเป็นรอบ ๆ ใช้เวลาในการนำส่งช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งทำให้ล่าช้าและส่งผลกระทบกับระยะเวลารอคอยผลการตรวจการใช้ระบบ PTS สามารถช่วยลดระยะเวลารอคอยได้ มีความทันสมัยและนำส่งสิ่งส่งตรวจถึงห้องปฏิบัติการด้วยความรวดเร็ว[3]

ระบบท่อลมขนส่ง Pneumatic Tube System (PTS)

ระบบท่อลมขนส่ง คือ ระบบขนส่งเอกสารและวัสดุด้วยแรงลม โดยส่งผ่านไปตามท่อส่ง ซึ่งติดตั้งเป็นเครือข่ายเชื่อมโยงจุดรับ-ส่งเข้าไว้ด้วยกัน โดยใช้กระสวยเป็นตัวกลางในขนส่ง ซึ่งมีให้เลือกหลายขนาดแล้วแต่ลักษณะการใช้งานแตกต่างกันไป เหมาะสำหรับการขนส่งวัสดุขนาดเล็กที่ต้องการความเร่งด่วน ซึ่งจะทำให้ช่วยประหยัดเวลา รวดเร็ว ปลอดภัย การขนส่ง ในระบบท่อลมอาศัยชุดเครื่องกำเนิดลมเป็นต้นกำลังในการเป่าหรือดูดในระบบท่อลม และมี ไดเวอร์เตอร์เป็นอุปกรณ์ช่วยในการส่งกระสวย ไปยังเส้นทางที่แตกต่างกันในระบบ โดยไม่มีข้อจำกัดด้านระยะทางหรือความสูง ผู้ใช้เพียงแต่บรรจุวัสดุหรือเอกสารลงในภาชนะบรรจุรูปทรงกระบอก (กระสวย – CARRIER) ที่ออกแบบมาเฉพาะ แล้วใส่กระสวยดังกล่าวลงในท่อส่ง ที่สถานีส่ง กดรหัสสถานีปลายทาง ระบบก็จะ ทำการส่งวัสดุไปตามท่อส่งด้วยความรวดเร็ว จนเสร็จสิ้นกระบวนการ และด้วยการควบคุม จากหน่วยควบคุมส่วนกลางของระบบจะทำให้ท่านมั่นใจได้ว่าวัสดุที่ส่งผ่านระบบท่อลมนั้นจะถึงมีผู้รับได้อย่างถูกต้อง ปลอดภัย[3]

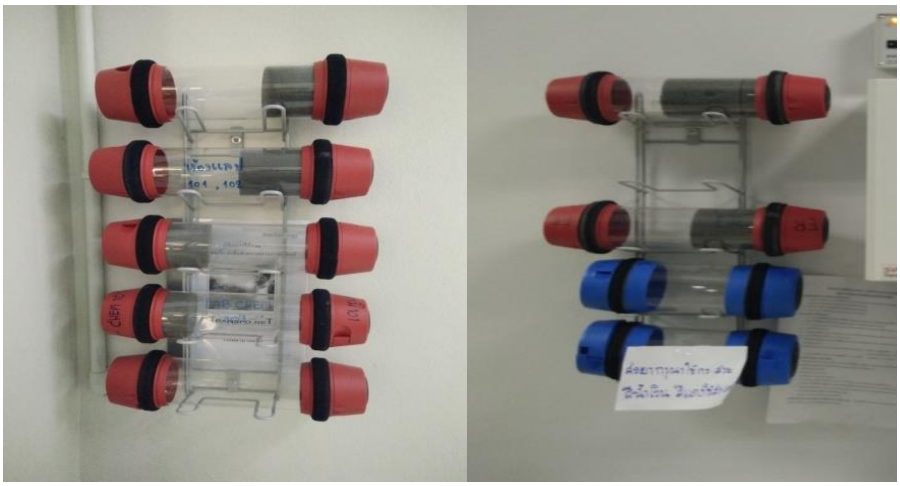
ส่วนประกอบของระบบท่อลม ประกอบด้วย

1. **สถานีรับ-ส่ง** คือ อุปกรณ์ที่ใช้เป็นจุดรับและส่งกระสวย มีหลายรูปแบบให้เลือกใช้ตามความเหมาะสมกับกิจการแต่ละประเภท

รูปที่ 1 สถานีรับ-ส่ง

2. กระสวย หรือCarrier

เป็นภาชนะทรงกระบอกใช้สำหรับบรรจุสิ่งของที่จะขนส่งผ่านทางระบบท่อลม มีหลายขนาด ที่ความยาวต่าง ๆ รวมทั้งกระสวยที่ออกแบบขึ้นเฉพาะอย่างเช่น กระสวยกันน้ำ, RFID, anti-microbial เป็นต้น



รูปที่ 2 กระสวย

3. หน่วยควบคุมระบบท่อลม

ทำหน้าที่ในการควบคุมดูแลระบบท่อลมให้ทำงานอย่างถูกต้อง มีระบบการจัดการที่ชาญฉลาด ผ่านชุดคอมพิวเตอร์ และ Software ที่ทันสมัยของระบบ ช่วยให้เจ้าหน้าที่สามารถตรวจสอบการใช้งาน และเพิ่มความสะดวกในการจัดการ การดูแลรักษาการซ่อมบำรุง

รูปที่ 3 หน่วยควบคุมระบบท่อลมขนส่ง และ Software โปรแกรม Transpo.neT

4. ชุดเครื่องกำเนิดลม

เป็นต้นกำลังในระบบท่อลม มีหน้าที่สร้างแรงลมดูด และลมเป่า ให้สอดคล้องกับจังหวะการทำงานของระบบท่อลม เครื่องกำเนิดลมนี้จะหยุดการทำงานทันทีที่การรับ-ส่งสิ้นสุดลง

รูปที่ 4 ชุดเครื่องกำเนิดลม

5. ไดเวอร์เตอร์ (Diverter)

เป็นอุปกรณ์ ที่ใช้สำหรับกำหนดแนวเส้นท่อที่จะส่งกระสวยผ่านไปยังสถานีที่กำหนดได้อย่างถูกต้องโดยจะรับคำสั่งมาจากหน่วยควบคุมส่วนกลาง มีลักษณะการใช้งานทั้งแบบ 2 ทิศทางและ 3 ทิศทาง เหมาะสำหรับที่จะติดตั้งบนเพดานหรือผนังในตำแหน่งที่เหมาะสม

รูปที่ 5 ไดเวอร์เตอร์ 3 ทิศทาง [3]

6. ท่อส่ง (Pneumatic Tube) เป็นท่อที่ผลิตมาเพื่อใช้ในระบบท่อลมรับ-ส่งเอกสารและพัสดุเท่านั้น มีทั้งท่อตรงและท่อโค้ง มีหลายขนาดหลายแบบให้เลือกใช้ตามความต้องการ

รูปที่ 6 ท่อส่งนอกและในอาคาร

ระบบท่อลมส่งเอกสาร/สิ่งของอัตโนมัติสำหรับงานโรงพยาบาล
(Hospital Pneumatic Tube System)

ปัจจุบันมีการนำระบบท่อลมฯ มาใช้ในกิจการโรงพยาบาลกันอย่างแพร่หลาย[4,5] เช่น การขนส่งยาไปยังหอผู้ป่วย การขนส่งเวชระเบียนไปยังห้องตรวจผู้ป่วย การขนส่งสิ่งส่งตรวจไปยังห้องปฏิบัติการ เป็นต้น ทำให้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลผู้ป่วยได้ดียิ่งขึ้น และยังช่วยลดพื้นที่การสต๊อกยาและเวชภัณฑ์ต่าง ๆ บริเวณเคาน์เตอร์พยาบาลได้อีกด้วย

วัสดุที่ใช้ขนส่ง

- ยา
- ตัวอย่างสิ่งส่งตรวจ
- หลอดเลือด
- เวชระเบียน
- เอกสาร
- ฯลฯ

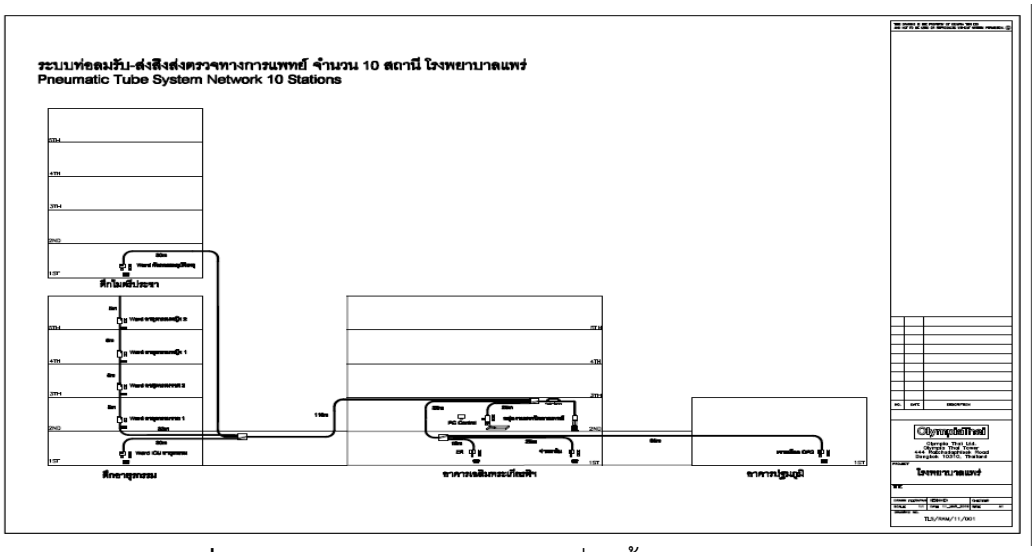
ในการขนส่งวัสดุที่ละเอียดอ่อนเปราะบาง เช่นการขนส่งหลอดตัวอย่างเลือด ระบบจะลดความเร็วการขนส่งได้โดยอัตโนมัติ และกระสวยจะถูกชะลอความเร็วก่อนเข้าสู่สถานีปลายทางในแนวราบ เป็นการป้องกันความเสียหายของสิ่งส่งตรวจได้อย่างสมบูรณ์และสามารถรับประกัน ได้เป็นอย่างดีว่า หลอดตัวอย่างเลือดที่ขนส่งด้วยระบบท่อลมจะถึงจุดรับได้โดยปลอดภัยด้วยระบบท่อลมขนส่งของ SWISSLOG สามารถรับและส่งสิ่งของภายในโรงพยาบาลได้ทุกเมื่อที่ต้องการ

ผลกระทบของระบบท่อลมขนส่งต่อสิ่งส่งตรวจ

ภาวะเม็ดเลือดแดงแตกในหลอดทดลอง (In vitro hemolysis)[5,6] และสารอื่น ๆ ในเม็ดเลือดแดงซึมออกมาปนกับพลาสม่าหรือซีรั่ม ซึ่งแสดงถึงผนังเซลล์เม็ดเลือดถูกทำลายระหว่างการนำส่ง เป็นสิ่งที่พบบ่อยในการปฏิเสธสิ่งส่งตรวจของห้องปฏิบัติการ มีรายงานการศึกษาในอดีตตั้งแต่ ปี 1964 ที่พบหลักฐานว่าเกิดภาวะ In vitro hemolysis ในสิ่งส่งตรวจที่นำส่งทางระบบท่อลมขนส่ง[2] ปัจจัยที่ส่งผลกระทบประกอบด้วย ความเร็วของกระสวยในท่อลม

ระยะทางระหว่างจุดนำส่งกับจุดรับสิ่งส่งตรวจและแรงโน้มถ่วงกับแรงกระชากที่มาจากความเร็วของกระสวยช่วงเร่งหรือลดความเร็วกะทันหัน [7]จากสิ่งแวดล้อมที่แตกต่างกันของระบบท่อลมขนส่งในแต่ละโรงพยาบาลที่ติดตั้งไม่ว่าจะเป็นความเร็วของกระสวย ระยะทางระหว่านจุดส่งและจุดรับ แรงกดที่กระทำต่อสิ่งส่งตรวจในกระสวย โรงพยาบาลควรทำการศึกษาเปรียบเทียบผลกระทบของระบบท่อลมต่อสิ่งส่งตรวจและทวนสอบว่าไม่มีผลกระทบการตรวจทางห้องปฏิบัติการในรายการตรวจใดบ้าง

โรงพยาบาลแพร่ ได้ติดตั้งระบบท่อลมขนส่ง (Hospital Pneumatic Tube System) ยี่ห้อ SWISSLOG จำนวน 10 สถานี จำหน่ายโดยบริษัทโอลิมเปียไทย จำกัด ควบคุมการรับ-ส่ง ด้วยโปรแกรม Transpo.neT มีระยะทางรับส่งไกลสุด คือ 188 เมตร จากหอผู้ป่วยอายุรกรรมหญิงชั้น5 อาคารผู้ป่วยอายุรกรรม ถึงห้องปฏิบัติการกลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ ชั้น 2 อาคารเฉลิมพระเกียรติ ร.9 และระยะทางสั้นสุด คือ 68 เมตร จากกลุ่มงานการพยาบาลผู้ป่วยอุบัติเหตุและฉุกเฉิน ถึงห้องปฏิบัติการกลุ่มงานเทคนิคการแพทย์ ชั้น 2 อาคารเฉลิมพระเกียรติ ร.9 สถิติการรับ-ส่ง ของแต่ละสถานีสามารถวิเคราะห์ข้อมูลระยะเวลาที่ส่งผ่านระบบในรูปของ file excel หรือ PDF ได้



รูปที่ 7 แบบแปลนระบบท่อลมขนส่งที่ติดตั้งในโรงพยาบาลแพร่

Transport List

Send ID	Carrier	From	Send Name	To	Receive Name	Adr	Destination	Init	Start	End	Date	Runtime	Fulltime
2103		9	MED W.1	1	LAB	102	Hematology	02:02:23	02:02:23	02:03:05	25.11.2019	00:00:42	00:00:42
2104		1	LAB	9	MED W.1	9	MED W.1	02:05:17	02:05:17	02:06:00	25.11.2019	00:00:43	00:00:43
2105		5	Surgery	1	LAB	101	LAB Chemical	04:34:57	04:34:57	04:35:35	25.11.2019	00:00:38	00:00:38
2106		5	Surgery	1	LAB	102	Hematology	04:35:43	04:35:43	04:36:21	25.11.2019	00:00:38	00:00:38
2107		1	LAB	5	Surgery	5	Surgery	04:39:03	04:39:03	04:39:40	25.11.2019	00:00:37	00:00:37
2108		1	LAB	5	Surgery	5	Surgery	04:39:20	04:39:40	04:40:19	25.11.2019	00:00:39	00:00:59
2109		4	Pharmacy	6	ICU	6	ICU	05:11:53	05:11:53	05:12:39	25.11.2019	00:00:46	00:00:46
2110		6	ICU	4	Pharmacy	4	Pharmacy	05:13:38	05:13:38	05:14:21	25.11.2019	00:00:43	00:00:43
2111		9	MED W.1	1	LAB	102	Hematology	06:06:24	06:06:24	06:07:09	25.11.2019	00:00:45	00:00:45
2112		9	MED W.1	1	LAB	102	Hematology	06:07:12	06:07:13	06:07:54	25.11.2019	00:00:41	00:00:42
2113		9	MED W.1	1	LAB	101	LAB Chemical	06:07:23	06:07:54	06:08:35	25.11.2019	00:00:41	00:01:12
2114		1	LAB	9	MED W.1	9	MED W.1	06:15:39	06:15:39	06:16:21	25.11.2019	00:00:42	00:00:42
2115		1	LAB	9	MED W.1	9	MED W.1	06:16:16	06:16:21	06:17:05	25.11.2019	00:00:44	00:00:49
2116		9	MED W.1	1	LAB	102	Hematology	06:33:20	06:33:20	06:34:01	25.11.2019	00:00:41	00:00:41
2117		5	Surgery	1	LAB	101	LAB Chemical	06:44:41	06:44:41	06:45:20	25.11.2019	00:00:39	00:00:39
2118		1	LAB	9	MED W.1	9	MED W.1	06:47:49	06:47:49	06:48:32	25.11.2019	00:00:43	00:00:43
2119		1	LAB	5	Surgery	5	Surgery	06:48:15	06:48:32	06:49:12	25.11.2019	00:00:40	00:00:57
2120		7	MED M.1	1	LAB	101	LAB Chemical	06:53:29	06:53:30	06:54:11	25.11.2019	00:00:41	00:00:42
2121		7	MED M.1	1	LAB	102	Hematology	06:54:08	06:54:11	06:54:51	25.11.2019	00:00:40	00:00:43
2122		9	MED W.1	1	LAB	101	LAB Chemical	06:54:44	06:54:51	06:55:33	25.11.2019	00:00:42	00:00:49
2123		9	MED W.1	1	LAB	101	LAB Chemical	07:00:36	07:00:36	07:01:19	25.11.2019	00:00:43	00:00:43
2124		9	MED W.1	1	LAB	102	Hematology	07:05:05	07:05:05	07:05:48	25.11.2019	00:00:43	00:00:43
2125		1	LAB	7	MED M.1	7	MED M.1	07:08:56	07:08:56	07:09:37	25.11.2019	00:00:41	00:00:41
2126		1	LAB	7	MED M.1	7	MED M.1	07:09:15	07:09:37	07:10:19	25.11.2019	00:00:42	00:01:04
2127		1	LAB	9	MED W.1	9	MED W.1	07:09:54	07:10:19	07:11:04	25.11.2019	00:00:45	00:01:10
2128		1	LAB	9	MED W.1	9	MED W.1	07:10:37	07:11:04	07:11:47	25.11.2019	00:00:43	00:01:10
2129		1	LAB	9	MED W.1	9	MED W.1	07:11:33	07:11:47	07:12:31	25.11.2019	00:00:44	00:00:58
2130		3	OPD LAB	1	LAB	101	LAB Chemical	07:41:27	07:41:27	07:42:08	25.11.2019	00:00:41	00:00:41
2131		2	ER	1	LAB	101	LAB Chemical	07:41:43	07:42:08	07:42:39	25.11.2019	00:00:31	00:00:56
2132		8	MED M.2	1	LAB	101	LAB Chemical	07:48:03	07:48:03	07:48:45	25.11.2019	00:00:42	00:00:42
2133		8	MED M.2	1	LAB	102	Hematology	07:50:19	07:50:19	07:51:01	25.11.2019	00:00:42	00:00:42

- Page 1 -

รูปที่ 8 ข้อมูลที่ส่งออกเป็น file Excel ของระบบท่อลมขนส่ง

วัสดุและวิธีการศึกษา

ใช้สิ่งส่งตรวจจากกลุ่มงานการพยาบาลดูแลผู้ป่วยอุบัติเหตุและฉุกเฉิน, หอผู้ป่วยอายุรกรรมหญิง 2 และห้องตรวจผู้ป่วยนอกปฐมภูมิกลุ่มงานการพยาบาลดูแลผู้ป่วยนอก โดยการสุ่มตัวอย่าง (Random) ในผู้ป่วยที่มีการสั่งตรวจการแข็งตัวของเลือด จำนวน 163 ตัวอย่าง ช่วงเดือนมกราคม ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2563 โดยเจาะเลือด 6 ml. แบ่งใส่หลอด 3.2% Sodium citrate 2 หลอด หลอดละ 3 ml. กลุ่ม 1 นำส่งโดยระบบท่อลมขนส่ง กลุ่ม 2 นำส่งโดยเจ้าหน้าที่นำส่งของหน่วยงานที่เจาะเลือด นำส่งถึงห้องปฏิบัติการโลหิตวิทยาและจุลทรรศน์ศาสตร์ ปั่นแยก Plasma ที่ความเร็วรอบ 3000 rpm 10 นาที และทำการตรวจการแข็งตัวของเลือด ด้วยเครื่อง SYSMEX CA1500 ใช้น้ำยาตรวจการแข็งตัวของเลือด Thromborel S สำหรับตรวจค่า PT, INR และ Actin FS สำหรับตรวจค่า A-PTT เก็บข้อมูลผู้ป่วยที่ส่งตรวจการแข็งตัวของเลือด แสดงค่าตัวแปรด้วย Mean, SD และเปรียบเทียบค่าการแข็งตัวของเลือด ระหว่างกลุ่ม 1 และกลุ่ม 2 ใช้ pair t-test กำหนดค่าระดับความเชื่อมั่นในการทดสอบที่ 95% วิเคราะห์ค่าทางสถิติด้วยโปรแกรม Stata version 11.0 SE ส่วนที่เกี่ยวข้องกับจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ คือ การเจาะเลือดผู้ป่วย 1 ครั้ง จำนวน 6 ml. แบ่งใส่หลอด 3.2% Sodium citrate 2 หลอด หลอดละ 3 ml. การวิจัยครั้งนี้ได้ผ่านการพิจารณาของคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์โรงพยาบาลแพร่ หมายเลขใบรับรอง ที่ 03/2563

ผลการศึกษา

การเปรียบเทียบผลการตรวจค่าการแข็งตัวของเลือดระหว่างสิ่งส่งตรวจที่นำส่งโดยทาง

ระบบท่อลมขนส่งกับสิ่งส่งตรวจที่นำส่งโดยเจ้าหน้าที่นำส่งมายังห้องปฏิบัติการ (ตารางที่ 1, 2, 3 และ 4) ค่าการแข็งตัวของเลือด PT, INR และ PTT ไม่แตกต่างกัน (p-value ระหว่าง 0.5075 ถึง 0.787)

ตารางที่ 1 ผลการตรวจการแข็งตัวของเลือดและค่าสถิติความแตกต่างระหว่างการนำส่งทางระบบท่อลมและการนำส่งโดยเจ้าหน้าที่นำส่งของตึกผู้ป่วยอุบัติเหตุและฉุกเฉิน โรงพยาบาลแพร่ (ความเร็วระบบท่อลมเฉลี่ย 1.74 เมตรต่อวินาที, ระยะทาง 68 เมตร)

	นำส่งทางระบบท่อลม PTS (Means) N=114	นำส่งโดยเจ้าหน้าที่นำส่ง Manual (Means) N=114	P Value
PT (sec)	13.06	13.08	0.787
INR (ratio)	1.125	1.122	0.606
APTT (sec)	26.24	26.07	0.513

ตารางที่ 2 ผลการตรวจการแข็งตัวของเลือดและค่าสถิติความแตกต่างระหว่างการนำส่งทางระบบท่อลมและการนำส่งโดยเจ้าหน้าที่นำส่งของแผนกผู้ป่วยนอกปฐมภูมิ กลุ่มงานผู้ป่วยนอก โรงพยาบาลแพร่ (ความเร็วระบบท่อลมเฉลี่ย 3.68 เมตรต่อวินาที, ระยะทาง 145 เมตร)

	นำส่งทางระบบท่อลม PTS (Means) N=5	นำส่งโดยเจ้าหน้าที่นำส่ง Manual (Means) N=5	P Value
PT (sec)	10.48	10.64	0.282
INR (ratio)	0.892	0.908	0.282
APTT (sec)	26.42	25.34	0.340

ตารางที่ 3 ผลการตรวจการแข็งตัวของเลือดและค่าสถิติความแตกต่างระหว่างการนำส่งทางระบบท่อลมและการนำส่งโดยเจ้าหน้าที่นำส่งของหอผู้ป่วยอายุรกรรมหญิง 2 กลุ่มงานการพยาบาลผู้ป่วยอายุรกรรม โรงพยาบาลแพร่ (ความเร็วระบบท่อลมเฉลี่ย 3.68 เมตรต่อวินาที, ระยะทาง 188 เมตร)

	นำส่งทางระบบท่อลม PTS (Means) N=44	นำส่งโดยเจ้าหน้าที่นำส่ง Manual (Means) N=44	P Value
PT (sec)	20.85	20.48	0.566
INR (ratio)	1.83	1.79	0.560
APTT (sec)	32.59	33.78	0.563

ตารางที่ 4 ผลการตรวจการแข็งตัวของเลือดและค่าสถิติความแตกต่างระหว่างการนำส่งทางระบบท่อลมและการนำส่งโดยเจ้าหน้าที่นำส่งของโรงพยาบาลแพร่ (ความเร็วระบบท่อลมเฉลี่ย 3.43 เมตรต่อวินาที)

	นำส่งทางระบบท่อลม PTS (Means) N=163	นำส่งโดยเจ้าหน้าที่นำส่ง Manual (Means) N=163	P Value
PT (sec)	15.09	14.99	0.549
INR (ratio)	1.31	1.30	0.507
APTT (sec)	27.96	28.13	0.768

วิจารณ์

ระบบท่อลมขนส่ง (PTS) ได้ถูกนำมาใช้ในโรงพยาบาลมากขึ้นเพื่อความสะดวกของเจ้าหน้าที่นำส่งสิ่งส่งตรวจและเพื่อลดระยะเวลาของสิ่งส่งตรวจที่จะมาถึงห้องปฏิบัติการ อย่างไรก็ตามเคยมีรายงานการศึกษาว่าการนำส่งสิ่งส่งตรวจด้วยระบบท่อลมมีผลกระทบต่อสิ่งส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการเช่นทำให้เม็ดเลือดแตกเกิดภาวะ Hemolysis ในสิ่งส่งตรวจ ความเร็วของกระสวยในระบบท่อลมขนส่ง 4.2 เมตรต่อวินาที และระยะทางระหว่างจุดรับกับจุดส่งเกิน 2,200 เมตร ส่งผลกระทบให้เกิดภาวะเม็ดเลือดแดงแตกและมักเกิดในหลอดเลือดที่ไม่ใส่สารกันเลือดแข็งตัว[7] ระยะทางของระบบท่อลม ความเร็วของกระสวยในท่อลมและชนิดของกระสวย ระบบท่อลมที่แตกต่างกันมีผลต่อการเกิดภาวะเม็ดเลือดแดงแตกในหลอดทดลอง การศึกษาของ Devi Subbarayan และคณะ จากประเทศอินเดีย ศึกษาผลกระทบของการนำส่งสิ่งส่งตรวจด้วยระบบท่อลมต่อการตรวจเม็ดเลือด (Complete Blood Count, CBC) ใส่หลอด K3-EDTA จำนวน 75 ราย และค่า การแข็งตัวของเลือดใส่หลอด 3.2% sodium citrate จำนวน 25 ราย ในแผนกผู้ป่วยนอก, ICU และตึกผู้ป่วย ความเร็วของกระสวย 5 เมตร ต่อวินาที ในเดือนมิถุนายน ปี 2017 พบว่า การนำส่งสิ่งส่งตรวจทางระบบท่อลมไม่มีผลกระทบต่อค่าการตรวจเม็ดเลือด CBC ยกเว้น ค่า MCHC, RDW และ PLT ส่วน PT และ APTT ไม่มีผลกระทบ[8] การศึกษาเปรียบเทียบผลกระทบ ต่อค่าการตรวจเม็ดเลือด CBC ในหลอด 3.2% Sodium citrate ยังไม่มีรายงานการศึกษามาก่อน การศึกษาครั้งนี้ จึงได้ทำการตรวจ CBC ใน Tube 3.2% Sodium citrate ที่ใช้ในการศึกษาผลกระทบต่อค่าการแข็งตัวของเลือด ครั้งนี้ด้วย (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ผลการตรวจการแข็งตัวของเลือดและค่าสถิติความแตกต่างระหว่างการนำส่งทางระบบท่อลมและการนำส่งโดยเจ้าหน้าทีนำส่งของโรงพยาบาลแพร่(ความเร็วระบบท่อลมเฉลี่ย 3.43 เมตรต่อวินาที)

	นำส่งทางระบบท่อลม PTS (Means) N=163	นำส่งโดยเจ้าหน้าที่นำส่ง Manual (Means) N=163	P Value
WBC (10^3cells/cumm)	10.20	10.25	0.491
RBC (10^3cells/cumm)	3.68	3.69	0.448
HGB (pg)	10.17	10.19	0.571
HCT (%)	31.89	32.00	0.365
MCV (fl)	92.91	87.84	0.329
MCH (pg)	27.83	27.93	0.442
MCHC (gm/dl)	31.87	31.81	0.024
PLT (10^3cells/cumm)	153.30	162.12	0.014
MPV (fl)	9.58	10.63	0.186
PCT (%)	0.145	0.152	0.043

ผลการศึกษาครั้งนี้ พบว่า การนำส่งสิ่งส่งตรวจด้วยระบบท่อลมของโรงพยาบาลแพร่ ค่าการตรวจเม็ดเลือด CBCในหลอดตัวอย่าง 3.2% Sodium citrate ไม่แตกต่างกับค่าการตรวจเม็ดเลือดโดยเจ้าหน้าที่นำส่ง ที่ค่า p-value ระหว่าง 0.01 ถึง 0.571 สอดคล้องกับการศึกษาของทีมวิจัยหลาย ๆ แห่งที่ได้ทำการศึกษาผลกระทบต่อค่าการแข็งตัวของเลือด Devi Subbarayan และคณะ (มิ.ย.2017) ศึกษาในกลุ่มคนไข้จากแผนกผู้ป่วยนอก ICU และตึกผู้ป่วย จำนวน 25 คน ใช้หลอด 3.2% sodium citrate สำหรับตรวจค่าการแข็งตัวของเลือด พบว่า ไม่มีผลกระทบเช่นกัน ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ (0.17-0.63)[8] Fatma Emel Kogak และคณะ (2012) ศึกษาในกลุ่มคนปกติที่เป็นผู้บริจาคเลือด จำนวน 45 คน ใช้หลอด K2-EDTA สำหรับตรวจ CBC และ 3.2% sodium citrate สำหรับตรวจค่าการแข็งตัวของเลือด พบว่าไม่มีผลกระทบที่ระดับนัยสำคัญ (0.971-0.977)[9] ทั้ง 2 การศึกษา พบว่าอาจมีผลกระทบต่อค่า Platelet อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ p<0.001 และ p=0.096 ตามละดับ การศึกษาครั้งนี้ พบว่า อาจมีผลกระทบต่อค่าการตรวจนับ Platelet เช่นกันที่ระดับนัยสำคัญ p=0.014

การศึกษาครั้งนี้ พบว่า การนำส่งด้วยระบบท่อลมของโรงพยาบาลแพร่ ไม่มีผลกระทบต่อค่าการแข็งตัวของเลือด PT, INR และ a-PTT โดยระบบท่อลมขนส่งมีความเร็วในการนำส่งกระสวยที่ความเร็วเฉลี่ย 3.68 เมตรต่อวินาที ในระยะทาง 188 เมตร และ ความเร็วเฉลี่ย 1.74 เมตรต่อวินาที ในระยะทาง 68 เมตร เมื่อ

เปรียบเทียบกับการนำส่งโดยเจ้าหน้าที่เดินส่งมายังห้องปฏิบัติการ

ระบบท่อลมขนส่งถูกนำมาใช้ในโรงพยาบาลหลายแห่งในประเทศไทย มีระบบและสภาพแวดล้อม ปัจจัยที่มีผลกระทบแตกต่างกันไป ทั้งอุปกรณ์ในระบบท่อลม ขนาดท่อลมและกระสวยนำส่ง ความเร็วกระสวยในระบบท่อลม ระยะทางที่ต้องนำส่ง อุณหภูมิ และความดันในท่อลม เป็นต้น การศึกษาครั้งนี้ ไม่ได้ศึกษาในส่วนของอุณหภูมิและความดันในกระสวย เนื่องจากต้องใช้อุปกรณ์ตรวจวัด (DATA Logger) ที่มีราคาสูง Thomas Streichert และคณะ (2011) ทำการศึกษาใช้ Data logger ศึกษาภาวะเม็ดเลือดแตกในระบบท่อลมขนส่ง พบว่าระยะทางที่เกิน 1,000 เมตร จะทำให้เกิดภาวะเม็ดเลือดแตกได้ [10] ดังนั้นโรงพยาบาลที่ติดตั้งระบบท่อลมขนส่งสิ่งส่งตรวจควรมีการศึกษาเปรียบเทียบกับการนำส่งโดยเจ้าหน้าที่เดินส่ง ว่ามีผลกระทบต่อการตรวจทางห้องปฏิบัติการกับรายการตรวจใดบ้าง[11,12] และกำหนดแนวทางในการส่งสิ่งส่งตรวจทางระบบท่อลมนำส่งสิ่งส่งตรวจขึ้นเพื่อใช้ในองค์กรต่อไป เพื่อให้การใช้เทคโนโลยีระบบขนส่งได้อย่างเต็มประสิทธิภาพและคุ้มค่าต่อการลงทุน

สรุป

ในการศึกษาครั้งนี้ ทีมวิจัยพบว่าการนำส่งสิ่งส่งตรวจ (3.2% Sodium Citrate tube) สำหรับตรวจค่าการแข็งตัวของเลือด (PT, INR และ PTT) ทางระบบท่อลมขนส่งที่ติดตั้งในโรงพยาบาลแพร่ ในระยะทางระหว่าง 68 ถึง 188 เมตร ด้วยความเร็วกระสวยนำส่ง ที่ 1.74 ถึง 3.68 เมตรต่อวินาที ไม่ส่งผลกระทบต่อค่าการตรวจการแข็งตัวของเลือด สามารถนำส่งทางระบบท่อลมขนส่งนี้ได้

กิตติคุณประกาศ

ขอขอบคุณ คณะกรรมการวิจัยโรงพยาบาลแพร่ และคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ที่อนุมัติให้ดำเนินการศึกษาครั้งนี้ เลขที่ใบรับรอง 03/2563

เอกสารอ้างอิง

1. Hoganson KM, Gross DR. Variable speed drive for pneumatic transport System [Internet]. 2009 [cited 2019, Jun15].Available form: https://patents.google.com/patent/US20090311054
2. Higgins C. Pneumatic tubetransport of blood samplesanupdate [Internet]. 2009[cited 2019, october 15]. Available form: www. Acutecaretesting.org
3. Seetharam AM, Kantipudi S, Somu G, Jibu. Innovative Method To Improve Hospital Efficiency-Study Of Pneumatic Transport Systems (Pts) In Healthcare. IOSR-JBM 2013; 9(6):10-5.

4. Nybo M, Lund ME, Titlestad K, Maegaard CU. Blood Sample Transportation by Peumatic Transportation System A Systematic Literature Review. The American Association for Clinical Chemistry 2018; 5:1-9.
5. Georgia V. Kapoula, Panagiota l. Kontou, Pantelis G. Bagos. The Impact of pneumatic tube system on routine laboratory parameter: a systematic review and meta-analysis. Clin Chem Lab Med 2017; 55(12):1834-44.
6. Olof W, Johan S, Kjell GP. Andreas J, Johan H. Preanalytical effects of pneumatic tube transport on routine hematology, coagulation parameters, platelet function and global coagulation. Clin Chem Lab Med 2008; 46(10):1443-49.
7. Osman E, Gulten T, Alicem T, Mustafa K. Basarali, Cumhur K, Leyla C. Effect of Pneumatic Tube Delivery System Rate and Distance on Hemolysis of Blood Specimens. J. Clin Lab Anal 2012; 26:66-9.
8. Devi S, Chidambharam C, Lakshmi CKA. The Effects of Sample Transport by Pneumatic Tube System on Routine Hematology and Coagulation Tests. Anvances in Hematology 2018; 1-4.
9. Fatma E. Kogak, Mustafa Y, Ozlem Y, Mustafa C, Ozlem G, Ayfer M. The effects of transport by pneumatic tube system on blood cell count, erythrocyte sedimentation and coagulation tests. Biochemia Medica 2013; 23(2):206-10.
10. Thomas S, Benjamin O, Claudia S, Gerhard N, Munif H, Mario M et al. Determination of Hemolysis Thresholds by the Use of Data Loggers in Pneumatic Tube Systems. The American Association for Clinical Chemistry 2011; 57(10):1390-97.
11. Kapoula G, Filntisis I, Karampousil E, Kalivas M, Pagioulas K, Parharidis P. Pneumatic tube transport system for blood samples: Evaluation of its effect on hemolysis. Scientific Chronicles 2015; 20(2):194-99.
12. Lee AJ, Suh HS, Jeon CH, Kim SG. Effects of one directional pneumatic tube system on routine hematology and chemistry parameters; A validation study at a tertiary care hospital. Practical Laboratory Medicine 2017; 9:12-7.