บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเอกสารต่างๆและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งแบ่งออกเป็นหัวข้อต่างๆดังต่อไปนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพลวัตของระบบ (System Dynamics)
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโลหิต

2.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพลวัตของระบบ (System Dynamics)

พลวัตของระบบ (System Dynamics) เป็นสาขาวิชาที่ถูกคิดค้นขึ้นมา ประมาณช่วงปลายปี ค.ศ. 1950 โดย Jay W. Forrester ศาสตราจารย์ทางการจัดการทางอุตสาหกรรม (Industrial Management) แห่งสถาบันเทคโนโลยีแมสซาจูเสทส์ (MIT) และถูกเผยแพร่ครั้งแรกเมื่อ ปี ค.ศ.1961 เป็นหนังสือเล่มแรกของ Forrester ที่ชื่อว่า พลวัตทางอุตสาหกรรม (Industrial Dynamics) งานเขียนเล่มนี้ ได้เป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวาง (Coyle, 1996 : 306) หลักการสำคัญของพลวัตของระบบ มีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการควบคุมแบบข้อมูลป้อนกลับ (Information Feedback) ทำให้ระบบสามารถควบคุมได้ด้วยตัวเอง (Coyle, 1996 : 1-3) แม้ว่าพลวัตของระบบโดยดั้งเดิมแล้วจัดอยู่ใน การจัดการทางธุรกิจ (Business Management) แต่ต่อมาถูกประยุกต์ใช้กับปัญหาทางสังคม (Social Problems) เพื่อให้เห็นภาพของปัญหาได้ชัดเจนขึ้น และสิ่งนี้เอง ทำให้ปัจจุบัน พลวัตของระบบถูกนำไปประยุกต์ใช้กับปัญหาหลากหลายประเภทด้วยกัน เช่น ปัญหาทางด้านเศรษฐศาสตร์, ปัญหาทางสังคม, ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม, ปัญหาเกี่ยวกับการขยายกำลังงาน และปัญหาด้านการศึกษา เป็นต้น (Coyle, 1996 : 307-309 ; Sharp, 1977 : 489-504)

2.1.1 คำจำกัดความของพลวัตของระบบ

ได้มีผู้ให้คำจำกัดความของพลวัตของระบบ หลากหลายแง่มุมดังนี้

Forrester (1961) ให้คำจำกัดความว่า " พลวัตทางอุตสาหกรรม (Industrial Dynamics) คือ การติดตามพฤติกรรมในการจัดการของระบบ โดยใช้คุณสมบัติของการป้อนกลับ

ของข้อมูล และการใช้แบบจำลอง (Model) สำหรับการออกแบบเพื่อปรับปรุงรูปแบบการจัดระบบ และเป็นแนวทางในการกำหนดนโยบาย "

Coyle (1979) ให้คำจำกัดความว่า " พลวัตของระบบ (System Dynamics) คือ วิธีการวิเคราะห์ปัญหา ซึ่งมีเวลาเป็นปัจจัยสำคัญและเป็นการศึกษาว่า ทำอย่างไรระบบจึงจะสามารถดำรงอยู่ได้ หรือทำให้เกิดรูปแบบที่ได้รับประโยชน์ เมื่อมีสภาวะภายนอกมากระทบ "

หรือ " พลวัตของระบบ (System Dynamics) คือ สาขาวิชาของ ทฤษฎีควบคุม (Control Theory) ที่เกี่ยวข้องกับระบบเศรษฐศาสตร์สังคม (Socio – Economic System) และเป็นสาขาวิชาของวิทยาศาสตร์การจัดการ (Management Science) ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาของความสามารถในการควบคุมได้ "

Rolf (1988) ให้คำจำกัดความว่า " พลวัตของระบบ (System Dynamics) คือ วิธีการสำหรับวิเคราะห์ปัญหาของระบบ ซึ่งเป็นโครงสร้างแบบการสะสมและการไหล (Stocks and Flows) มีการออกแบบการจำลองระบบที่ประกอบไปด้วยตัวแปรหลายตัว และมีการป้อนกลับระหว่างตัวแปรเหล่านั้น "

Wolstenholme (1990) ให้คำจำกัดความ " พลวัตของระบบ (System Dynamics) คือ วิธีการที่แม่นยำ สำหรับการอธิบายเชิงคุณภาพ การสำรวจและวิเคราะห์ระบบที่มีความซับซ้อน ในรูปของกระบวนการ ข้อมูล โครงสร้าง และกลยุทธ์ ที่ซึ่งมีการจำลองแบบปัญหาเชิงปริมาณ และวิเคราะห์เพื่อออกแบบโครงสร้างระบบ และพฤติกรรม "

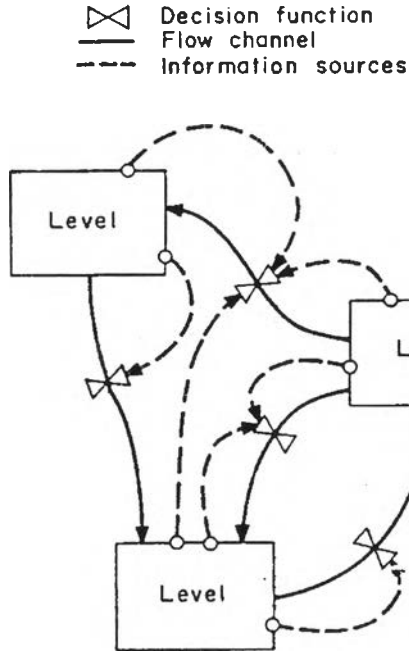
จากคำจำกัดความที่กล่าวข้างต้น โดยสรุปแล้ว จะจำกัดความ พลวัตของระบบได้ว่า " พลวัตของระบบ (System Dynamics) คือ วิธีการสำหรับใช้จัดการและศึกษาโครงสร้างพื้นฐานของระบบ ที่มีความซับซ้อน และมีการป้อนกลับของข้อมูล (Information Feedback) และวิเคราะห์ปัญหาของระบบที่ปัจจัยและตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา หรือมีการเปลี่ยนแปลงไม่หยุดนิ่ง เช่น ระบบอุตสาหกรรม เกษตรกรรม สังคม เป็นต้น และจะทำการศึกษาความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัยในระบบไปพร้อมๆกัน แล้วนำมาสร้างเป็นแบบจำลอง (Model) เพื่อจำลองพฤติกรรมของระบบเมื่อเวลาผ่านไป โดยภายในแบบจำลองจะมีการสร้างความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ ระหว่างส่วนประกอบของระบบ ความสัมพันธ์อย่างง่ายๆจะถูกสร้างขึ้นมาก่อน แล้วจะค่อยๆเพิ่มความสัมพันธ์ขึ้น เพื่อให้เห็นภาพของพฤติกรรมของระบบได้ดียิ่งขึ้น และนำไปสู่การปรับปรุง โครงสร้าง และนโยบาย เพื่อให้มีประสิทธิภาพต่อไป " (Coyle, 1996 ; Forrester, 1980 ; Kohli, 1993 ; Massachusetts Institute of Technology (MIT), 1997)

2.1.2 โครงสร้างของแบบจำลองพลวัตของระบบ

โครงสร้างของแบบจำลอง ที่สามารถแสดงวัตถุประสงค์หลายประการได้อย่างประสบผลสำเร็จนั้น จะต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้ (Forrester, 1968 : 67)

- สามารถอธิบายความสัมพันธ์ที่เป็นเหตุเป็นผลกันได้
- มีรูปแบบทางคณิตศาสตร์ที่ง่ายต่อการทำความเข้าใจ
- ต้องมีความสัมพันธ์กันระหว่างระบบอุตสาหกรรม เศรษฐกิจ และสังคม
- สามารถที่จะเพิ่มจำนวนตัวแปรได้ โดยไม่มีข้อจำกัดทางคอมพิวเตอร์

โครงสร้างพื้นฐานของแบบจำลองพลวัตของระบบ จะแสดงได้ดังภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 *แสดงโครงสร้างแบบจำลองพื้นฐานของพลวัตของระบบ (Forrester, 1968 : 67)*

โดยภายในภาพที่ 2.1 จะเห็นได้ว่า แบบจำลองของพลวัตของระบบจะประกอบด้วยลักษณะที่สำคัญ 4 อย่างคือ (Forrester , 1968 : 67-70)

1. ระดับ (Level)

แสดงการสะสมของทรัพยากรที่ไหลในระบบ เป็นการอธิบายสถานภาพของระบบที่เวลาเฉพาะหนึ่งๆ โดยทรัพยากรในที่นี้อาจเป็นการสะสม ที่มีตัวตนสามารถสัมผัสได้

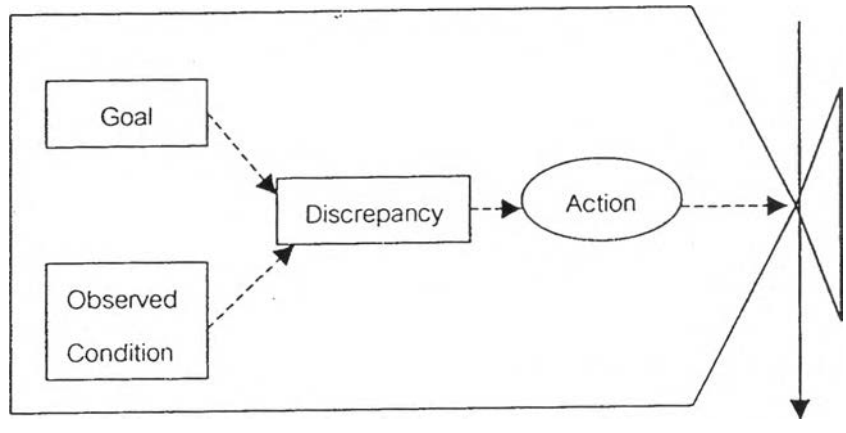
เช่น การสะสมของสินค้าคงคลัง หรืออาจเป็นการสะสมของสิ่งที่ไม่มีตัวตน ไม่สามารถสัมผัสได้ เช่น ความชอบ ความเกลียด เป็นต้น

2. อัตราการไหล (Flow Rate)

อัตราการไหล คือ อัตราการเปลี่ยนแปลง ซึ่งเป็นตัวบอกความเร็วของการเปลี่ยนแปลงของระดับในระบบ

3. ฟังก์ชันการตัดสินใจ (Decision Function หรือ Rate Equation)

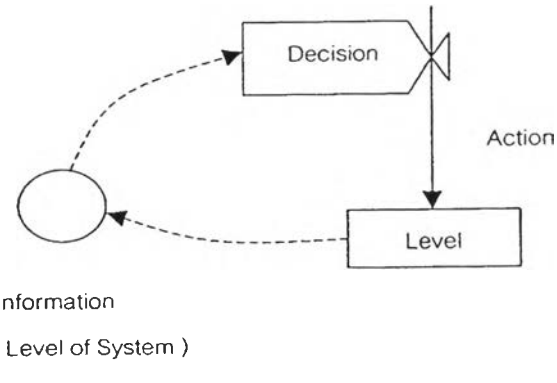
ฟังก์ชันการตัดสินใจของระบบ ประกอบด้วย 4 ส่วนคือ เป้าหมายหรือสถานภาพที่ต้องการ สถานภาพที่ศึกษา ความแตกต่างของสถานภาพทั้งสอง และปฏิกิริยาซึ่งขึ้นกับความแตกต่างของสถานภาพ ดังภาพที่ 2.2 และการตัดสินใจจะทำให้เกิดการกระทำที่จะเกิดขึ้นและควบคุมอัตราการไหลอีกที



ภาพที่ 2.2 แสดงองค์ประกอบภายในฟังก์ชันการตัดสินใจ

4. ข้อมูลเพื่อช่วยในการตัดสินใจ (Information as a Basic for Decision)

ข้อมูลนี้ช่วยทำให้เกิดการตัดสินใจครั้งใหม่ ดังภาพที่ 2.3 จะแสดงวงจรป้อนกลับ (Feedback Loop) ของพลวัตของระบบ



ภาพที่ 2.3 แสดงวงจรป้อนกลับ (Feedback Loop) ของพลวัตของระบบ

Forrester (1968) ได้อธิบายวงจรป้อนกลับ (Feedback Loop) ของพลวัตของระบบ ว่าฟังก์ชันการตัดสินใจ จะควบคุมการกระทำที่มีผลต่ออัตราการไหล อัตราการไหลก็จะทำให้ระดับมีการเปลี่ยนแปลง เมื่อสถานภาพของระดับเปลี่ยนไป ก็จะทำให้เกิดการตัดสินใจใหม่ขึ้น ดังรูปที่ 3. ที่ซึ่งแสดงวงจรป้อนกลับอันดับหนึ่ง แต่ในระบบจริงอาจมีวงจรป้อนกลับที่มีอันดับที่หนึ่ง หรืออันดับที่สูงกว่า หรืออาจเป็นวงจรป้อนกลับเชื่อมต่อกันเป็นลูกโซ่

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่า โครงสร้างพื้นฐานของแบบจำลองของพลวัตของระบบ จะมีโครงข่าย (Network) เพียงหนึ่งโครงข่าย แต่ในความเป็นจริงแล้ว กิจกรรมในทางอุตสาหกรรมจะประกอบไปด้วย โครงข่ายหลายชนิดที่เชื่อมโยงระหว่างกัน ซึ่งชนิดของโครงข่ายที่อยู่ในพลวัตของระบบ แบ่งออกเป็น 6 ชนิด คือ (Forrester, 1968 : 70-72)

1. โครงข่ายวัสดุ (Materials Network)

โครงข่ายนี้ จะรวมอัตราการไหล (Flow) ทั้งหมดและการสะสม (Stock) ของสินค้า, วัตถุดิบ, สินค้าคงคลังในกระบวนการผลิต และสินค้าสำเร็จรูป

2. โครงข่ายคำสั่ง (Orders Network)

โครงข่ายนี้จะเป็นคำสั่ง (Orders) สำหรับสินค้า, เกณฑ์มาตรฐานสำหรับลูกค้าใหม่ และข้อตกลงสำหรับโรงงานใหม่

3. โครงข่ายทรัพย์สิน (Money Network)

ทรัพย์สินในที่นี้ จะเป็นมุมมองของเงินสด การไหล (Flow) ของเงินจะเป็นการส่งผ่าน การชำระเงินระหว่างระดับ (Level) ของเงิน

4. โครงข่ายบุคลากร (Personnel Network)

โดยปกติจะหมายถึงตัวบุคคล หรืออาจจะมองในแง่ของชั่วโมงแรงงาน

5. โครงข่ายอุปกรณ์ (Capital Equipment Network)

โครงข่ายนี้จะรวมถึง บริเวณภายในโรงงาน, เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่จำเป็น

6. โครงข่ายข้อมูลข่าวสาร (Information Network)

โครงข่ายนี้จะรวมถึง แนวความคิดที่จะทำให้เกิดการตัดสินใจ เช่น ระดับสินค้าคงคลังที่ต้องการ, ขนาดของโครงการที่จำเป็นต่อโรงงาน, การคาดคะเนของยอดขาย, ระดับการจ้างงานที่ต้องการ และความรู้จากผลการค้นคว้าต่างๆ

2.1.3 กระบวนการในการสร้างแบบจำลองพลวัตของระบบ

กระบวนการในการสร้างแบบจำลองพลวัตของระบบ จะประกอบไปด้วย 2 ช่วง คือ (Starr, 1980)

ช่วงที่ 1. *การให้คำจำกัดความของปัญหา (Problem Definition)*

จะเป็นการกล่าวถึง วัตถุประสงค์ของแบบจำลอง, ขอบเขต และการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

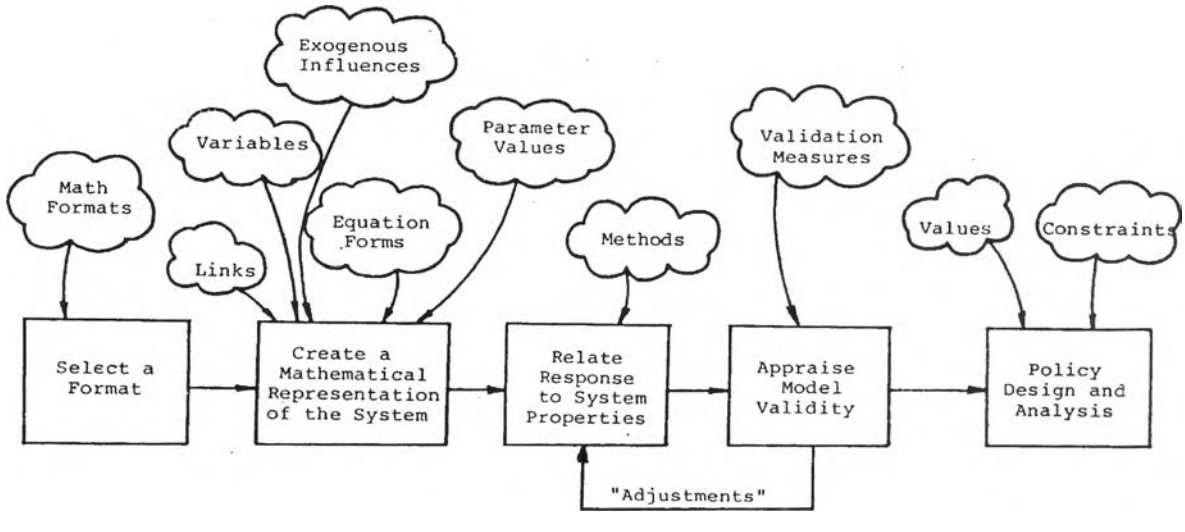
สำหรับปัญหาในมุมมองของพลวัตของระบบ จะต้องมีลักษณะสำคัญ 2 ประการคือ

1. ต้องเป็นปัญหาที่เป็นพลวัต (Dynamics) จะเกี่ยวกับปริมาณที่จะเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา และสามารถแสดงออกมาในรูปแบบของกราฟของตัวแปรตามเวลาได้ เช่น ระดับการขึ้นลงของการจ้างงานในอุตสาหกรรม และการเจริญเติบโตของรัฐบาล เป็นต้น

2. ลักษณะของปัญหาในมุมมองของพลวัตของระบบ จะเกี่ยวข้องกับระบบการป้อนกลับ (Feedback System)

ช่วงที่ 2. *การกำหนดโครงสร้างและวิเคราะห์แบบจำลอง (Model Structuring and Analysis)*

เช่น รูปแบบที่จะใช้วิเคราะห์, ใจความสำคัญของแบบจำลอง, เครื่องมือทางด้านเทคนิค และการเลือกใช้นโยบาย จะแสดงให้เห็นดังภาพที่ 2.4 ซึ่งแสดงขั้นตอนในการกำหนดโครงสร้างและวิเคราะห์แบบจำลอง



ภาพที่ 2.4 แสดงการกำหนดโครงสร้างและวิเคราะห์แบบจำลอง (Model Structuring and Analysis) (Starr, 1980 : 51)

จากที่ได้กล่าวข้างต้นว่ากระบวนการสร้างแบบจำลองพลวัตของระบบ จะประกอบไปด้วย 2 ช่วงนั้น สามารถทำการแยกเป็นขั้นตอนย่อยๆ ในการสร้างแบบจำลองพลวัตของระบบ ได้ดังนี้ (Richardson and Pugh III, 1983 : 15-17)

ขั้นตอนที่ 1. ระบุและให้คำจำกัดความของปัญหา

ขั้นตอนที่ 2. สร้างแนวความคิดที่ชัดเจนของระบบที่จะทำการศึกษา

ขั้นตอนที่ 3. สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Model) ของระบบ

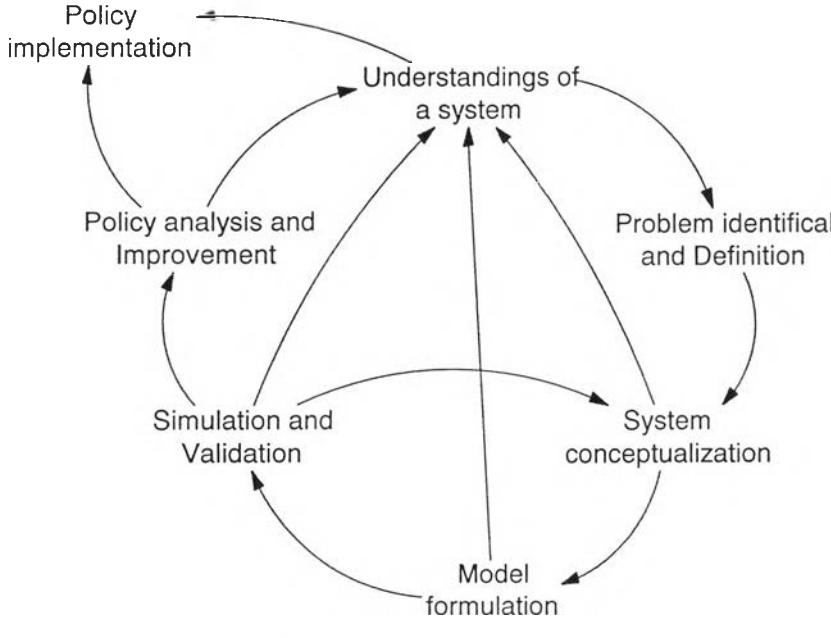
ขั้นตอนที่ 4. ทำการจำลองสถานการณ์ของระบบ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ และวิเคราะห์พฤติกรรมของแบบจำลอง เมื่อเวลาผ่านไป

ขั้นตอนที่ 5. ทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง และทำการแก้ไขแบบจำลองจนกระทั่ง รับรองได้ว่า สามารถใช้แทนระบบจริงได้

ขั้นตอนที่ 6. ทำการวิเคราะห์นโยบายต่างๆ ที่ใช้กับแบบจำลอง

ขั้นตอนที่ 7. นำนโยบายที่เหมาะสม ไปประยุกต์ใช้งานกับระบบจริง

ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองพลวัตของระบบ จะแสดงได้ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 แสดงขั้นตอนของกระบวนการสร้างแบบจำลองพลวัตของระบบ

(Richardson and Pugh III, 1983 : 17 ; Sushil, 1993 : 8)

2.1.4 แผนผัง (Diagrams) ที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองของพลวัตของระบบ

โดยทั่วไป แผนผังที่ใช้ในการสร้างแบบจำลองของพลวัตของระบบ จะมีอยู่ 2 ชนิด คือ (Kirkwood, 1998 ; Richardson and Pugh III, 1983 : 25-38 ; Randy, 2001)

1. แผนผังวงจรสาเหตุ (Causal – Loop Diagrams) หรือ แผนผังอิทธิพล (Influence Diagrams)

ส่วนใหญ่แผนผังวงจรสาเหตุ จะถูกใช้ในขั้นตอนแรกเริ่มของการทำความเข้าใจในแบบจำลองของระบบที่จะทำการศึกษา แผนผังชนิดนี้จะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างกันของปัจจัยที่ยากจะอธิบายด้วยคำพูดให้เข้าใจได้ เพราะการอธิบายด้วยคำพูด จะเป็นห่วงโซ่เหตุผลแบบเส้นตรง ในขณะที่แผนผังชนิดนี้จะอธิบายได้ง่ายกว่า โดยจะแสดงความสัมพันธ์ของปัจจัยออกมาเป็นห่วงโซ่เหตุและผลแบบวงกลมที่ขึ้นแก่กัน

แผนผังวงจรสาเหตุ จะมีลักษณะเป็นโครงสร้างป้อนกลับ (Feedback Structure) แต่จะมีลักษณะพิเศษคือ จะแทนความสัมพันธ์ของสาเหตุและผลกระทบ ด้วยลูกศร ที่ปลายลูกศรจะมีเครื่องหมายบวก (+) และลบ (-) เครื่องหมายบวก (+) จะแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของผลกระทบที่ไปในทิศทางเดียวกับสาเหตุ เครื่องหมายลบ (-) จะแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของผลกระทบที่เป็นไปในทิศทางตรงกันข้ามกับการเปลี่ยนแปลงของสาเหตุ

2. แผนผังการไหล (Flow Diagrams) หรือ แผนผังระดับ – อัตรา (Level / Rate Diagrams)

แผนผังการไหล จะมีรายละเอียดมากกว่าแผนผังวงจรสาเหตุ แผนผังการไหลจะแสดงตัวแปร 2 ชนิดที่ใช้แทนในระบบคือ ตัวแปรที่อยู่ในรูปของระดับ หรือการสะสม (Level, Stock or Accumulation) และตัวแปรที่อยู่ในรูปของอัตราหรือการไหล (Rate or Flow) ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองชนิดนี้คือ ระดับ (Stock) จะเป็นการสะสมของบางสิ่งบางอย่าง ส่วนการไหล (Flow) จะเป็นการเคลื่อนย้ายหรือ การไหลของบางสิ่งบางอย่าง จากระดับหนึ่งไปยังระดับอื่น

2.1.5 ซอฟท์แวร์ที่ใช้ดำเนินงานพลวัตของระบบ

ซอฟท์แวร์เริ่มแรก ที่ใช้ดำเนินงานพลวัตของระบบคือ DYNAMO (DYNAmic MOdel) ถูกนำมาใช้ในปี ค.ศ.1960 จากซอฟท์แวร์ DYNAMO ได้มีการพัฒนาจนมาเป็นซอฟท์แวร์ DYSMAP2 (ปี ค.ศ.1970) และ COSMIC (ปี ค.ศ.1984) นอกจากนี้ยังมีซอฟท์แวร์ ITHINK และ Powersim เป็นซอฟท์แวร์ที่ใช้หลักการพื้นฐานของแผนผังการไหล (Flow Diagram) ของ Forrester (Coyle, 1996 : 361-373 ; Ventana Systems, 1999)

ซอฟท์แวร์ที่ใช้ดำเนินงานพลวัตของระบบ ได้มีการแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม โดยแต่ละกลุ่มจะมีความแตกต่างกันดังนี้

- DYNAMO / DYSMAP / COSMIC จะมีวิวัฒนาการมาจากแนวความคิดของการเขียนสมการโดยการใช้ บรรณาธิกรณ์ข้อความ (Text Editor)
- STELLA / Powersim จะเป็นการใช้สัญลักษณ์รูปเล็กๆ สำหรับการวาดเป็นแผนผัง ระดับ / อัตรา (Level / Rate Diagram) จากลักษณะนี้ สมการบางสมการจะถูกเขียนขึ้นมาโดยอัตโนมัติ ตามสัญลักษณ์เหล่านั้น
- Vensim จะมีความแตกต่างจากทั้งสองกลุ่มข้างต้น เพราะเป็นวิธีการที่มาจาก บรรณาธิกรณ์ข้อความ (Text Editor) แต่มีการจำลองแบบที่มีการใช้สัญลักษณ์รูปเป็นระบบสนับสนุนด้วย

การพิจารณาที่จะนำซอฟท์แวร์เหล่านี้มาใช้ในการดำเนินงานพลวัตของระบบ ควรที่จะทำการศึกษาคู่มือการใช้ (Manuals) เพราะซอฟท์แวร์แต่ละอย่าง มีลักษณะเด่นแตกต่างกันไป โดยทั่วไป ซอฟท์แวร์ที่ใช้ดำเนินงานพลวัตของระบบ ควรมีลักษณะดังนี้ (Coyle, 1996 : 367)

- มีการใช้ทฤษฎีพลวัตของระบบเป็นพื้นฐาน
- ผู้ใช้สามารถเข้าใจ และใช้งานได้ง่าย
- มีระบบสนับสนุนในการสร้างแบบจำลอง
- มีระบบอำนวยความสะดวกในการแก้ไขจุดบกพร่อง (Debugging) ของแบบจำลอง
- ทำการทดลองและให้ผลที่ออกมา (Output) ได้ง่าย
- มีขอบเขตในการออกแบบนโยบาย
- สามารถทำการขยายแบบจำลองได้

2.1.6 การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

การทดสอบความถูกต้องของแบบจำลอง เป็นกระบวนการในการสร้างความมั่นใจให้กับผู้สร้าง และผู้ใช้แบบจำลอง ว่าผลที่ได้จากแบบจำลองนั้นควรจะเป็นผลที่ถูกต้องนำไปใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลอง ความถูกต้องของแบบจำลองในที่นี้ คือ ความมั่นใจว่ามันเป็นแบบจำลองที่ถูกต้องใช้งานได้ ความมั่นใจดังกล่าวจะได้มาโดยความเข้าใจในระบบงาน ความละเอียดถี่ถ้วนในการตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบ พฤติกรรมต่างๆ ขององค์ประกอบ และค่าเชิงปริมาณที่ใช้แทนองค์ประกอบ และความสัมพันธ์ต่างๆ การทดสอบ พฤติกรรมที่ได้มาจากแบบจำลองเทียบกับพฤติกรรมขององค์ประกอบของระบบงานจริง

กรรมวิธีที่ใช้ในการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองที่ใช้กันอยู่ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ (ศิริจันทร์ ทองประเสริฐ, 2540 : 56-58)

1. การพิสูจน์ยืนยัน (Verification) เป็นการทำให้แน่ใจว่าแบบจำลองมีพฤติกรรมอย่างที่ผู้สร้างต้องการให้มันเป็น วิธีการที่ใช้ในขั้นตอนนี้ได้แก่

1.1 การถามความเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ (Face Validity)

1.2 การทดสอบความถูกต้องของกลไกภายในแบบจำลอง (Internal Validity)

1.3 การทดสอบความถูกต้องของตัวแปรและพารามิเตอร์ (Variables – Parameters Validity) เป็นการทดสอบความไว (Sensitivity Testing)

1.4 การทดสอบความถูกต้องของสมมติฐาน (Hypothesis Validity)

2. การทดสอบความถูกต้อง (Validation) เป็นการทดสอบความสอดคล้องระหว่าง พฤติกรรมของแบบจำลอง กับพฤติกรรมของระบบงานจริง ทั้งนี้โดยอาศัยการเปรียบเทียบระหว่างข้อมูลที่ได้จากแบบจำลอง กับข้อมูลในอดีตของระบบงานจริง ที่เงื่อนไขของการใช้ระบบงานที่เหมือนกัน การวิเคราะห์กระทำโดยอาศัยเทคนิคทางสถิติ ได้แก่

2.1 การทดสอบสมมติฐาน ในการเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลองกับระบบงานจริง

2.2 การทดสอบสมมติฐาน ของลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นของข้อมูลจากแบบจำลอง เปรียบเทียบกับของระบบงานจริง

2.3 การประมาณค่าพารามิเตอร์ของแบบจำลอง เปรียบเทียบกับค่าโดยประมาณของ พารามิเตอร์ของระบบงานจริง

2.4 การพยากรณ์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรและพารามิเตอร์ในแบบจำลองเปรียบเทียบกับระบบงานจริง

3. การวิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis) เป็นการทดสอบใช้แบบจำลองในการพยากรณ์พฤติกรรมต่างๆ ของระบบงานเปรียบเทียบกับพฤติกรรมจริงของระบบงาน

จากขั้นตอนต่างๆตามกรรมวิธีที่กล่าวมานี้ จะช่วยให้ผู้สร้างแบบจำลองมีความมั่นใจในแบบจำลองที่สร้างขึ้นว่า น่าจะใช้แทนระบบงานจริงตามวัตถุประสงค์ที่ได้ตั้งไว้

โดยสรุป การสร้างความมั่นใจในความถูกต้องของแบบจำลองอาจได้มาจาก

1. การใช้วิจารณญาณและตรรกวิทยา
2. การใช้ความรู้ความเข้าใจในระบบ
3. การทำการทดสอบโดยเทคนิคทางสถิติ ในส่วนของข้อมูลเชิงปริมาณ
4. การให้ความสนใจ ไตร่ตรอง ตรวจสอบรายละเอียดต่างๆในการสร้างแบบจำลอง
5. การตรวจสอบดูว่าแบบจำลองประพฤติตนได้อย่างที่เราอยากให้มันเป็น
6. การวิเคราะห์ความไวของตัวแปรและพารามิเตอร์
7. เปรียบเทียบข้อมูลเข้าและข้อมูลออก (Input – Output) ระหว่างแบบจำลองกับระบบงานจริง
8. การทดสอบการใช้งานจริงของแบบจำลอง

2.1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับพลวัตของระบบ

ในปัจจุบันพลวัตของระบบ(System Dynamics) ได้รับความนิยมนำมาใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากพลวัตของระบบ เป็นวิธีการวิเคราะห์ปัญหาที่มีความซับซ้อนให้เห็นภาพของปัญหาได้ชัดเจนขึ้น อีกทั้งได้มีการนำเอาพลวัตของระบบไปประยุกต์ใช้กับปัญหาหลากหลายประเภทด้วยกัน เช่น ปัญหาสิ่งแวดล้อม, ปัญหาด้านเกษตรกรรม, ปัญหาทางด้านเศรษฐศาสตร์, ปัญหาทางสังคม, ปัญหาทางด้านอุตสาหกรรม และปัญหาด้านการศึกษา เป็นต้น

ปัญหาทางด้านเกษตรกรรมที่ได้นำเอาพลวัตของระบบมาประยุกต์ใช้ ดังเช่นงานวิจัยผลของไซโลลดความชื้นข้าวเปลือกต่อการค้าข้าวของเกษตรกร (พิลดา หวังพานิช, 2543) เป็นงานวิจัยที่มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างพลวัตของระบบ จำลองพฤติกรรมการค้าข้าวเปลือกนาปรังในประเทศไทย อายุ 120 วัน ผลผลิตเท่ากับ 750 กิโลกรัมต่อไร่ ของเกษตรกรหมู่ 12 ตำบลศีรษะกระบือ อำเภอองครักษ์ จังหวัดนครนายก เมื่อมีไซโลลดความชื้นข้าวเปลือก (Paddy Drying Silo) และศึกษาผลของไซโลลดความชื้นข้าวเปลือกต่อการค้าข้าวของเกษตรกร ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาเป็นข้อมูลเฉลี่ยรายสัปดาห์ ซึ่งได้มาจาก 2 แหล่ง คือ แหล่งปฐมภูมิ (Primary Sources) ได้จากการสัมภาษณ์เกษตรกรและบุคคลที่เกี่ยวข้อง และแหล่งทุติยภูมิ (Secondary Sources) ได้จากเอกสาร

และสถิติข้อมูล ซึ่งหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้ทำการรวบรวมไว้ แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลต่อพฤติกรรมของระบบ หาความสัมพันธ์ทางโครงสร้างของระบบ และสร้างแบบจำลองพลวัตของระบบลงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ โปรแกรม Powersim Constructor Version 2.51 ในการศึกษาครั้งนี้ ได้เลือกตัวแปรที่มีผลต่อรายได้สุทธิที่เพิ่มขึ้นของเกษตรกร คือ ค่าบริการอบลดความชื้นข้าวเปลือก, ระยะเวลาในการเก็บข้าวเปลือกในไซโล และราคาข้าวเปลือกนาปรัง 15%

ปัญหาด้านการศึกษาที่ได้นำเอาพลวัตของระบบมาประยุกต์ใช้ ดังเช่น งานวิจัย รูปแบบจำลองทางไดนามิคของการพัฒนาคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (ชัยยงค์ วงศ์ชัยสุวัฒน์, 2520) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพิจารณาการพัฒนาการศึกษาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ ให้เป็นระบบที่สอดคล้องสัมพันธ์กัน และนำรูปแบบจำลองมาวิเคราะห์หาผลลัพธ์ของระบบการพัฒนาที่ดีที่สุด โดยทุกองค์ประกอบที่รวมในระบบได้พัฒนาไปอย่างสอดคล้องสัมพันธ์กัน และเป็นการศึกษาสภาพปัจจุบันของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ในด้านโครงสร้าง วัตถุประสงค์ หน้าที่ และเป้าหมายของการพัฒนาในอนาคต โดยนำทฤษฎีพลวัตของระบบ มาสร้างเป็นรูปแบบจำลองของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ โดยใช้ภาษาจำลอง DYNAMO (DYNAmic MOdel) เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับการวางแผนพัฒนาการศึกษา ของคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ให้สอดคล้องกับแผนพัฒนาของมหาวิทยาลัย และแผนพัฒนาการศึกษาแห่งชาติฉบับต่อๆไปในอนาคต ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาจะเป็นข้อมูลของคณะวิศวกรรมศาสตร์ในอดีต และเกณฑ์มาตรฐานกลางที่กำหนดโดยสำนักคณะกรรมการศึกษาแห่งชาติ เป็นบรรทัดฐานที่สำคัญ

ส่วนปัญหาที่นิยมนำเอาพลวัตของระบบมาประยุกต์ใช้ ก็คือ ปัญหาทางด้านอุตสาหกรรม ซึ่งมีงานวิจัยมากมายที่ได้ทำการศึกษาและวิจัยออกมา ดังเช่น Purnendu Mandal (1993) ได้ทำการสร้างแบบจำลองพลวัตของระบบการผลิตอาหาร ในประเทศอินเดีย เพื่อศึกษาพฤติกรรมของอุตสาหกรรมการผลิตอาหาร และวิเคราะห์นโยบายของการผลิตอาหารในระยะยาว มีการสร้างนโยบายสำหรับการผลิตอาหารในช่วงเวลา ค.ศ.1980 ถึง ค.ศ.2010 เป็นจำนวน 5 นโยบาย โดยจะทำการทดสอบเปรียบเทียบนโยบายทั้งหมด และเกณฑ์ในการเปรียบเทียบจะพิจารณาจาก การนำเข้าของอาหาร การส่งออกของอาหาร อัตราการลงทุนผลิตอาหาร พื้นที่ที่มีการชลประทาน และพื้นที่ที่ไม่มีการชลประทาน งานวิจัยนี้ใช้ภาษาจำลอง DYSMOD ในการสร้างแบบจำลอง ต่อมา Birendra S.Bisht., Vizayakumar,K. และ Kailash, C.Sahu.(1996) ได้ทำการศึกษาวิเคราะห์อุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันถั่วเหลือง ในประเทศอินเดีย โดยมีปัญหาหลักคือ การใช้กำลังการผลิตไม่เต็มความสามารถ วัตถุดิบไม่เพียงพอและขาดประสิทธิภาพ ความเข้มงวดเกี่ยวกับการเก็บสะสมคงคลังของรัฐบาล และความล่าช้าในการขนส่ง ซึ่งงานวิจัยนี้ได้วิเคราะห์โดยใช้หลักการพลวัตของระบบ จำลองระบบอุตสาหกรรมการผลิตน้ำมันถั่วเหลือง แบบจำลองจะ

ประกอบไปด้วย 5 ส่วนคือ ความต้องการและการจัดหา การแลกเปลี่ยนเงินตราต่างประเทศ รัฐบาล การนำเข้าและการส่งออก ตลาดการเงิน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงนโยบายที่ใช้ในระบบ โดยมีการเปรียบเทียบนโยบายทั้งหมด 7 นโยบาย และเกณฑ์ในการเปรียบเทียบ จะพิจารณาจากการเพิ่มกำลังการผลิต ราคาของถั่วเหลือง การใช้ประโยชน์จากกำลังการผลิต เวลาคุ้มทุน โดยใช้ภาษาจำลอง DYNAMO

และในปีเดียวกัน Sahay,.B.S., Prem Vrat และ Jain ,P.K. (1996) ได้ทำการศึกษาความต้องการใช้ปุ๋ยในระยะยาว รวมถึงการผลิตและการนำเข้าในประเทศอินเดีย โดยมีปัญหาหลักคือ เกษตรกรรมของประเทศอินเดียในขณะนั้น มีการเติบโตที่สูงมากขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นความต้องการใช้ปุ๋ยจึงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามไปด้วย และมีความเกี่ยวพันกับตัวแปรทางเศรษฐกิจเป็นจำนวนมาก การพิจารณาปัญหานี้จึงมีความซับซ้อนมาก แบบจำลองที่สร้างขึ้นจะประกอบด้วย 3 ส่วนคือ แบบจำลองความต้องการเพาะปลูกและการผลิต แบบจำลองความต้องการใช้ปุ๋ยและแบบจำลองการผลิตปุ๋ยและนำเข้า งานวิจัยนี้ใช้ภาษาจำลอง DYNAMO ต่อมา Canava, R.Y., Chester, J.W. และ Cooper, J.F.S. (1997) ได้ทำการศึกษานโยบายกรอบการทำงาน ของไวน์ในนิวซีแลนด์ โดยสร้างแบบจำลองพลวัตของระบบอุตสาหกรรมไวน์ในประเทศนิวซีแลนด์ เพื่อศึกษาพฤติกรรมของอุตสาหกรรมทั้งในระยะสั้น และระยะยาว เมื่อได้รับอิทธิพลจากการเปลี่ยนแปลงนโยบายและสิ่งแวดล้อม อาทิ สภาพอากาศ ผลผลิตขององุ่น อัตราภาษีสรรพสามิตของการบริโภคภายในประเทศนิวซีแลนด์ แบบจำลองในงานวิจัยนี้จะประกอบด้วย ส่วนของการปลูกและเก็บเกี่ยวองุ่น การผลิตไวน์ การนำเข้าและส่งออกของไวน์ โดยใช้ภาษาจำลอง STELLA และในปี ค.ศ.2001 Sutanto Soehodho (2001) ได้ทำการศึกษาแบจำลองในการขนส่ง โดยใช้พลวัตของระบบเพื่อให้มีการขนส่งที่เหมาะสมที่สุด แบบจำลองในการขนส่งจะมีแบบจำลองทั้งหมด 5 แบบจำลองย่อยคือ คลังวัตถุดิบ, กระบวนการผลิต, สินค้าคงคลัง, การสั่งการผลิต และการขนส่ง ในการดำเนินการทำแบบจำลองปัญหา จะพิจารณาถึงการควบคุมการจัดส่งที่เหมาะสมที่สุด โดยใช้การวิเคราะห์ความไว เพื่อเป็นการจัดกลยุทธ์ให้ผู้ผลิตจัดสรรทรัพยากรในการบริการให้ดีที่สุด โดยมีรายรับจากยอดขายที่มากที่สุด เป็นดัชนีในการชี้วัด โดยใช้ภาษาจำลอง Powersim

ในบางปัญหาที่มีความซับซ้อนมากและเกี่ยวข้องกับปัญหาหลายๆด้าน การนำเอาพลวัตของระบบมาประยุกต์ใช้ สามารถทำให้เห็นภาพของปัญหาได้ชัดเจนและสามารถเชื่อมโยงปัญหาหลายๆด้านเข้าด้วยกันได้ ดังเช่นงานวิจัยของ Rueih – Shiarng Chiang, Shaw – Er Wang Chiang (1991) ได้ทำการศึกษาความแตกต่างระหว่างภูมิภาคในประเทศไต้หวัน โดยใช้รายได้เฉลี่ยต่อภูมิภาค และโอกาสในการจ้างงาน เป็นดัชนีชี้วัดความแตกต่างระหว่าง 4 ภูมิภาค คือ ภาคเหนือ ภาคกลาง ภาคใต้ และภาคตะวันออก และจะทำการพัฒนาแบบจำลองพลวัตของระบบการขนส่งและความแตกต่างในการพัฒนาภูมิภาค ซึ่งมีความสัมพันธ์กัน เพื่อจะทำการจัดเตรียมเป็นนโยบายในอนาคต ดังนั้น ในการทำแบบจำลองจะประกอบไปด้วย 3 แบบจำลองย่อยคือ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบจำลองที่ 1 เป็นแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับประชากร จะรวมถึง การเกิด, การตาย และการอพยพระหว่างภูมิภาค แบบจำลองที่ 2 เป็นแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรม จะรวมถึง เกษตรกรรม การผลิต และการค้าขาย และแบบจำลองสุดท้าย เป็นแบบจำลองที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง จะรวมถึง ถนน รถไฟ เรือ และสนามบิน และในการดำเนินการแบบจำลองปัญหา จะแยกได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มแรกจะเป็นสภาวะปัจจุบันของแต่ละภูมิภาค จะนำข้อมูลในอดีตมาใช้ในการดำเนินผลแบบจำลองปัญหา และกลุ่มที่สอง จะเป็นนโยบายที่ต้องการจัดทำ นำมาใช้ในการดำเนินผลแบบจำลองปัญหา

นอกจากการนำเอาพลวัตของระบบไปประยุกต์ใช้กับปัญหาต่างๆ ได้แล้ว สามารถที่จะนำเอาพลวัตของระบบไปใช้ร่วมกับเครื่องมือ หรือวิธีการในการตัดสินใจต่างๆอีกด้วยก็ได้ ดังเช่นงานวิจัยของ Mohammed Quaddus, Arunee Intrapairot (2001) เป็นการศึกษาผลกระทบของนโยบายการจัดการข้อมูลของคลังสินค้า สำหรับธนาคารไทยพาณิชย์จำกัด ในประเทศไทย โดยจะทำการสร้างแบบจำลองพลวัตของระบบการกระจายข้อมูลของคลังสินค้า และใช้ระบบสนับสนุนการตัดสินใจ (Decision Support System) ในการปรับปรุงและวิเคราะห์นโยบายที่ใช้ในระบบ โดยมีการเปรียบเทียบนโยบายทั้งหมด 7 นโยบาย ที่มีอิทธิพลต่อการกระจายข้อมูลของคลังสินค้า งานวิจัยนี้จะใช้ภาษาจำลอง ITHINK

2.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโลหิต

โลหิต เป็นส่วนประกอบที่สำคัญต่อร่างกาย เป็นของเหลวข้นสีแดงที่ไหลเวียนอยู่ในร่างกาย โดยอาศัยหลอดโลหิต ด้วยกำลังแรงสูบฉีดของหัวใจ อวัยวะสำคัญที่ทำหน้าที่สร้างเม็ดโลหิต คือ ไขกระดูก ซึ่งได้แก่ กระดูกแขน กระดูกหน้าอก กระดูกซี่โครง กระโหลกศีรษะ กระดูกเชิงกราน กระดูกไขสันหลัง เป็นต้น ในร่างกายมนุษย์ (ผู้ใหญ่) จะมีโลหิตประมาณ 4,000 – 5,000 ซี.ซี. หรือสามารถคำนวณง่ายๆคือ

น้ำหนักตัวสุทธิ × 80 = ปริมาณโลหิตประมาณที่มีในร่างกาย (หน่วยเป็น ซี.ซี.)

(สภากาชาดไทย ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ, 2540 : 10)

2.2.1 หน้าที่ของโลหิต

โลหิตมีหน้าที่หลายประการดังนี้ (สุวรรณี ธีรวรพันธ์, 2531)

1. ***Respiration*** คือ ขนส่งออกซิเจน จากอากาศในปอดสู่เซลล์และเนื้อเยื่อทั่วร่างกาย และนำคาร์บอนไดออกไซด์จากเซลล์ไปสู่ปอด

2. ***Nutritive transport*** คือ นำอาหาร เช่น กลูโคส กรดอมิโน กรดไขมัน วิตามิน และเกลือแร่ จากระบบทางเดินอาหารสู่เซลล์

3. ***Excretion*** คือ ขนส่งของเสียจากกระบวนการเมตาบอลิซึม เช่น ยูเรีย กรดยูริค และ creatinine เพื่อขับทิ้งที่ไต

4. ***Homeostasis*** คือ ควบคุมให้เกิดความสมดุลของน้ำ pH และเกลือแร่

5. ***Regulation of body temperature*** คือ ช่วยควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย เพราะโลหิตมีความจุความร้อนสูง และเมื่อร่างกายมีอุณหภูมิสูงเช่น มีไข้ หลอดเลือดบริเวณผิวหนังจะขยายตัวเพื่อระบายความร้อนออก ถ้าอุณหภูมิต่ำ หลอดเลือดจะหดตัวเพื่อลดการเสียความร้อนของร่างกาย

6. ***Protection*** คือ ป้องกันและทำลายสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย โดยภูมิคุ้มกัน และเม็ดเลือดขาว

2.2.2 ส่วนประกอบของโลหิต (Blood Components)

โลหิต ถือเป็น Non – Newtonian Fluid คือ ไม่เป็นเนื้อเดียวกันทั้งหมด ประกอบด้วยเซลล์หลายชนิด ถ้านำโลหิตมาใส่สารกันโลหิตแข็งตัว (Anticoagulant Agents) หรือนำไปปั่นให้ตกตะกอนจะเห็นโลหิตแยกออกเป็น 2 ส่วนคือ (สภากาชาดไทย ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ, 2540 : 10)

1. **เม็ดโลหิต** จะมีอยู่ประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์ของโลหิตทั้งหมด มี 3 ชนิด คือ

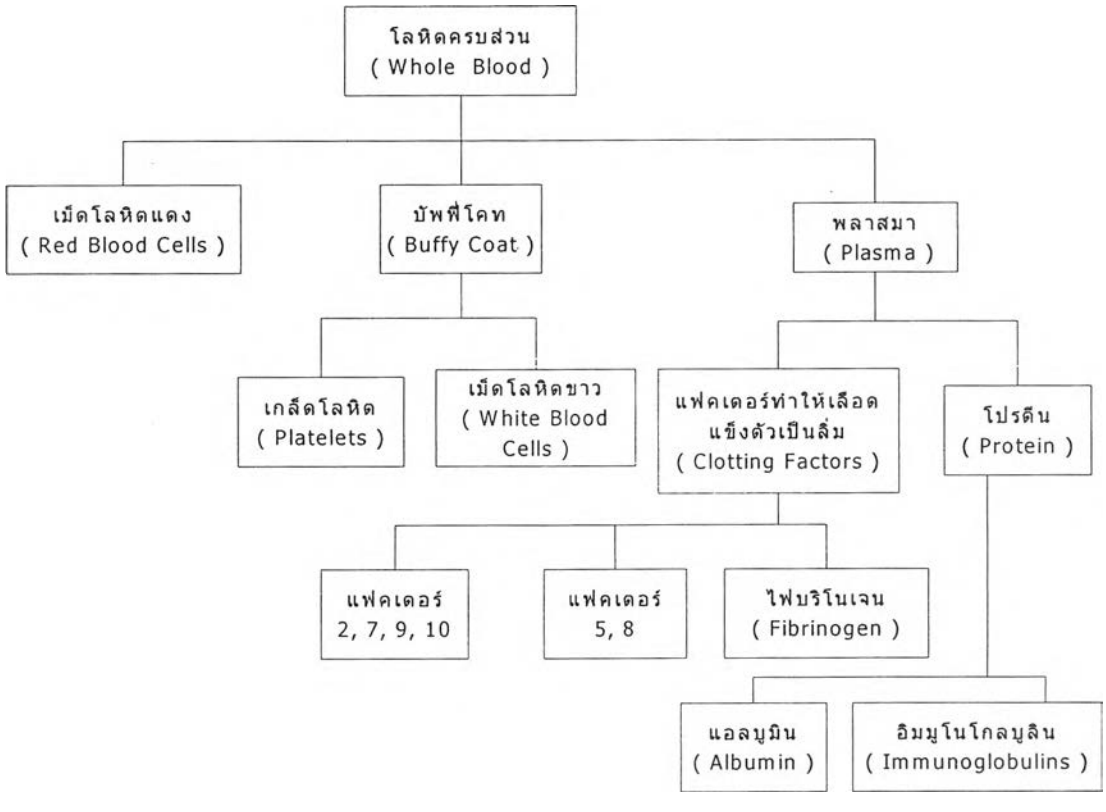
- **เม็ดโลหิตแดง** มีหน้าที่ในการลำเลียงออกซิเจน เพื่อให้เซลล์อวัยวะต่างๆ ใช้สันดาปอาหารเป็นพลังงาน อายุการทำงานในกระแสโลหิต ประมาณ 120 วัน
- **เม็ดโลหิตขาว** ทำหน้าที่ปกป้องและทำลายสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย เช่น เชื้อแบคทีเรีย ไวรัส และสารที่เป็นอันตรายอื่นๆซึ่งเปรียบเสมือนทหารป้องกันประเทศ เม็ดโลหิตขาวมีอายุการทำงานในกระแสโลหิต ประมาณ 10 ชั่วโมง
- **เกล็ดโลหิต** ทำหน้าที่ช่วยให้โลหิตแข็งตัวตรงจุดที่มีการฉีกขาดของเส้นเลือด มีอายุการทำงานในกระแสโลหิต ประมาณ 5 – 10 วัน

2. **พลาสมา (Plasma)** คือ ส่วนที่เป็นของเหลวของโลหิตที่ทำให้เม็ดโลหิตทั้งหลายลอยตัว มีลักษณะเป็นน้ำสีเหลืองจะมีอยู่ประมาณ ร้อยละ 55 ของโลหิตทั้งหมด มีหน้าที่ควบคุมระดับความดัน และปริมาตรของโลหิตป้องกันเลือดออก และเป็นภูมิคุ้มกันโรคติดต่อ

ที่จะเข้าสู่ร่างกาย พลาสมานี้ประกอบด้วย ส่วนที่เป็นน้ำ ประมาณ 92 เปอร์เซ็นต์ และส่วนโปรตีน ประมาณ 8 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งโปรตีนที่สำคัญได้แก่

- **แอลบูมิน** มีหน้าที่ รักษาความสมดุลของน้ำในหลอดเลือด และเนื้อเยื่อ
- **อิมมูโนโกลบูลิน** มีหน้าที่เป็นภูมิคุ้มกันโรคติดต่อต่างๆ ที่จะเข้าสู่ร่างกาย

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าโลหิต 1 หน่วย (Whole Blood) สามารถนำมาปั่นแยกส่วนประกอบโลหิต ได้เป็นส่วนๆ จะแสดงให้เห็นได้ดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 *แสดงส่วนประกอบของโลหิต (Blood Components)*
(สภากาชาดไทย ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ, 2543)

2.2.3 หมู่โลหิต

(มหาวิทยาลัยมหิดล. คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล. ภาควิชาอายุรศาสตร์, 2529 : 166 – 184 ; สภากาชาดไทย ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ, 2540 : 11-15)

หมู่โลหิต มีความสำคัญอย่างมากต่อการรับโลหิต หมู่โลหิตสามารถจำแนกได้มากมายหลายระบบ ซึ่งมากกว่า 20 ระบบ ระบบหมู่โลหิตที่สำคัญที่มนุษย์ทุกคนควรทราบ ได้แก่ หมู่โลหิตระบบ ABO และระบบ Rh นอกจากนี้ยังมีระบบอื่นๆอีก เช่น ระบบ MNSs, Lewis, Lutheran เป็นต้น

แอนติเจน (Antigen) หมายถึง สารจำเพาะตัว ที่เมื่อเข้าไปในร่างกายของคนหรือสัตว์ที่ไม่ได้เป็นเจ้าของแอนติเจนนั้น จะกระตุ้นให้เกิดการสร้างแอนติบอดี้ (Antibody) ขึ้น

แอนติบอดี้ (Antibody) หมายถึง สารที่ร่างกายสร้างขึ้นมาทำปฏิกิริยากับแอนติเจนตัวที่ไปกระตุ้นให้เกิดการสร้างแอนติบอดี้นั้น แอนติบอดี้เป็นแกมม่าโกลบูลิน สร้างโดยพลาสมา เซลล์ และลิมโฟซัยท์

2.2.3.1 <u>หมู่โลหิตระบบ ABO</u>

การจำแนกหมู่โลหิตในระบบ ABO นั้นจะมีสารโปรตีน (Antigen) เป็นตัวจำแนกหมู่โลหิตคือ สารโปรตีน A (Antigen – A) และสารโปรตีน B (Antigen – B) เป็นตัวกำหนด กล่าวคือ

- **หมู่โลหิต A** คือ หมู่โลหิตที่มีสารโปรตีน A (Antigen – A) อยู่ที่ผิวของเม็ดโลหิตแดง และมีสาร Antibody – B อยู่ในน้ำเหลือง
- **หมู่โลหิต B** คือ หมู่โลหิตที่มีสารโปรตีน B (Antigen – B) อยู่ที่ผิวของเม็ดโลหิตแดง และมีสาร Antibody – A อยู่ในน้ำเหลือง
- **หมู่โลหิต O** คือ หมู่โลหิตที่ไม่มีสารโปรตีน A (Antigen – A) และสารโปรตีน B (Antigen – B) อยู่ที่ผิวของเม็ดโลหิตแดง แต่มีสาร Antibody – A และ Antibody – B อยู่ในน้ำเหลือง
- **หมู่โลหิต AB** คือ หมู่โลหิตที่มีสารโปรตีน A (Antigen – A) และสารโปรตีน B (Antigen – B) อยู่ที่ผิวของเม็ดโลหิตแดง แต่ไม่มีสาร Antibody – A และ Antibody – B อยู่ในน้ำเหลือง

ตารางที่ 2.1 การถ่ายทอดหมู่โลหิตระบบ ABO ของพ่อ – แม่ – ลูก ที่เป็นไปได้

หมู่โลหิตของพ่อ	หมู่โลหิตของแม่	หมู่โลหิตของลูกที่อาจจะเป็นไปได้
O	O	O
O	A	O , A
O	B	O , B
O	AB	A , B
A	A	A , O
A	B	O , A , B , AB
A	AB	A , B , AB
B	B	B , O
B	AB	A , B , AB
AB	AB	A , B , AB

จะเห็นได้ว่า หมู่โลหิตของลูกไม่จำเป็นต้องเหมือนหมู่โลหิตของพ่อและแม่เสมอไป แต่เนื่องจากหมู่โลหิตมีการถ่ายทอดทางกรรมพันธุ์ การตรวจสอบหมู่โลหิตจึงยังมีประโยชน์ในการตรวจสอบความเป็นพ่อลูกกัน

2.2.3.2 <u>หมู่โลหิตระบบ Rh</u>

การจำแนกหมู่โลหิตระบบ Rh นั้นอาศัย สารโปรตีนที่ฉาบอยู่บนผิวของเม็ดโลหิตแดง ซึ่งเรียกว่า สารโปรตีน ดี (Antigen – D) เป็นตัวบ่งบอก หมู่โลหิตระบบ Rh แบ่งออกเป็น 2 หมู่ คือ

1. **หมู่โลหิต Rh บวก (Rh positive)** คือ หมู่โลหิตที่มีสารโปรตีน ดี (Antigen – D) อยู่ที่ผิวของเม็ดโลหิตแดง ในคนไทยมีหมู่โลหิต Rh บวก ประมาณ 99.7% ซึ่งหมู่โลหิต Rh บวกนี้ (Rh positive) เราเรียกกันง่ายๆว่า " หมู่โลหิตธรรมดา "

2. **หมู่โลหิต Rh ลบ (Rh negative)** คือ หมู่โลหิตที่ไม่มีสารโปรตีน ดี (Antigen – D) อยู่ที่ผิวของเม็ดโลหิตแดง ในคนไทยพบว่ามีหมู่โลหิตนี้เพียง 0.3% หรือ 1,000 คน จะพบเพียง 3 คนเท่านั้น ซึ่งเราเรียกง่ายๆว่า " หมู่โลหิตหายาก " หรือ " หมู่โลหิตพิเศษ (Rh negative) " นั่นเอง

ในการรับโลหิตนั้น ถ้าผู้ป่วยมีหมู่โลหิต Rh บวก จะไม่ค่อยมีปัญหา เพราะมีถึง 99.7% แต่ถ้าผู้ป่วยมีหมู่โลหิต Rh ลบ จะมีปัญหา เพราะพบเพียง 3 ใน 1,000 คนเท่านั้น ฉะนั้นผู้ที่มีหมู่โลหิตระบบนี้ต้องสนใจและให้ความสำคัญเป็นพิเศษ

2.2.4 ความสำคัญของหมู่โลหิต Rh ลบ

(สภากาชาดไทย ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ, 2540 : 13-14)

1. การรับโลหิตของผู้ป่วย

ถ้าผู้ป่วยที่มีหมู่โลหิต Rh ลบ (Rh negative) จำเป็นต้องรับโลหิตในการรักษาพยาบาล จะต้องรับโลหิตหมู่พิเศษ (Rh ลบ) เหมือนกัน แต่ถ้าหากจำเป็นต้องรับโลหิตฉุกเฉิน หรือไม่สามารถจัดหาโลหิต Rh ลบ ให้ได้ ผู้ป่วยรายนั้น สามารถรับโลหิต Rh บวก (หมู่โลหิตปกติ Rh positive) ได้แต่เฉพาะครั้งแรกเท่านั้น ครั้งต่อๆไปจะรับโลหิต Rh บวก ไม่ได้อีกแล้ว จำเป็นต้องรับโลหิต Rh ลบเท่านั้น เพราะผู้ป่วยจะสร้างภูมิคุ้มกันต่อต้านขึ้นมา ซึ่งถ้าหากรับโลหิต Rh บวก เข้าไปอีกก็จะก่อให้เกิดปฏิกิริยาต่อต้าน คือ ภูมิต่อต้านที่ร่างกายสร้างจะไปทำลายเม็ดโลหิตแดง Rh บวก ทำให้ผู้ป่วยเกิดอาการช็อคเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้

2. กรณีมารดามีหมู่โลหิต Rh ลบ

ในมารดาที่มีหมู่ Rh ลบ (โลหิตหมู่พิเศษ) แต่บิดามีหมู่โลหิต Rh บวก (หมู่โลหิตธรรมดา) ในกรณีมารดาตั้งครรภ์ท้องแรกปรากฏว่าลูกในครรภ์มีหมู่โลหิต Rh บวกเหมือนพ่อ มารดาก็จะสร้างภูมิต่อต้านเม็ดโลหิตของลูกในครรภ์ ซึ่งลูกท้องแรกส่วนใหญ่จะปลอดภัย ถ้าตั้งครรภ์ในท้องถัดมา หากลูกในครรภ์มีหมู่โลหิต Rh ลบ เหมือนแม่ก็จะไม่มีปัญหา แต่ถ้าลูกมีหมู่โลหิต Rh บวกอีก จะส่งผลให้ภูมิต่อต้านที่มารดาสร้างขึ้นมาในท้องแรก ทำลายเม็ดโลหิตแดงของลูก ทำให้ลูกเกิดอาการตัวเหลือง ตาเหลือง และอาจตายในครรภ์ได้ ดังนั้นก่อนที่จะตั้งครรภ์ มารดาที่มีหมู่โลหิต Rh ลบควรปรึกษาแพทย์เพื่อเตรียมการป้องกัน ไม่ให้เกิดอันตรายแก่ลูกได้

ตารางที่ 2.2 ตารางหมู่โลหิตระบบ ABO และระบบ Rh

ระบบ ABO	ระบบ Rh	สรุปการเรียกชื่อหมู่โลหิตรวม (ระบบ ABO และระบบ Rh)
หมู่โลหิต A	Rh บวก (Rh positive)	A Rh บวก (A Rh positive) หรือหมู่โลหิต A ปกติ
หมู่โลหิต A	Rh ลบ (Rh negative)	A Rh ลบ (A Rh negative) หรือหมู่โลหิต A พิเศษ
หมู่โลหิต B	Rh บวก (Rh positive)	B Rh บวก (B Rh positive) หรือหมู่โลหิต B ปกติ
หมู่โลหิต B	Rh ลบ (Rh negative)	B Rh ลบ (B Rh negative) หรือหมู่โลหิต B พิเศษ

ตารางที่ 2.2 (ต่อ) *ตารางหมู่โลหิตระบบ ABO และระบบ Rh*

ระบบ ABO	ระบบ Rh	สรุปการเรียกชื่อหมู่โลหิตรวม (ระบบ ABO และระบบ Rh)
หมู่โลหิต O	Rh บวก (Rh positive)	O Rh บวก (O Rh positive) หรือหมู่โลหิต O ปกติ
หมู่โลหิต O	Rh ลบ (Rh negative)	O Rh ลบ (O Rh negative) หรือหมู่โลหิต O พิเศษ
หมู่โลหิต AB	Rh บวก (Rh positive)	AB Rh บวก (AB Rh positive) หรือหมู่โลหิต AB ปกติ
หมู่โลหิต AB	Rh ลบ (Rh negative)	AB Rh ลบ (AB Rh negative) หรือหมู่โลหิต AB พิเศษ

หมายเหตุ: การให้โลหิตแก่ผู้ป่วยต้องจัดหาโลหิตในระบบ ABO และระบบ Rh ที่ตรงกับของผู้ป่วยที่ต้องการรับโลหิต

2.2.5 ผลิตภัณฑ์ของโลหิต (Blood Product)

(ชัชวาล ประภาวิทย์, 2539 ; วันชัย แหลมหลักสกุล, 2538 ; วินิช โสภาพล, 2539 ; สวง ปัณฑวงศ์, 2534 ; สภากาชาดไทย ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ, 2542 ; สภากาชาดไทย ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ, 2540 ; สภากาชาดไทย ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ, 2543)

ปัจจุบันนี้ นอกจากศูนย์บริการโลหิตฯจะจัดหาโลหิตบริจาค สำหรับใช้รักษาพยาบาลผู้เจ็บป่วยแล้ว ยังได้นำโลหิตบริจาคมาแยกส่วนประกอบของโลหิต เพื่อเป็นการประหยัดโลหิต จะเห็นได้ว่าโลหิตหนึ่งหน่วยสามารถนำไปใช้รักษาผู้ป่วยได้หลายคน และจัดทำผลิตภัณฑ์ของโลหิตด้วย ทั้งนี้เพื่อให้บริการแก่สถานพยาบาลและผู้ป่วยให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จากการประชุม 7th Asian and Pacific Regional Seminar on The Red Cross Blood Programs ได้ให้ข้อสรุปว่า Basic Blood Components มี 5 ชนิด ได้แก่ Whole Blood, Packed Red Cells, Plasma, Cryoprecipitate และ Platelet Concentrate (ชัยเวช นุชประยูร, 2536ก)

โลหิตและส่วนประกอบของโลหิตแต่ละชนิดที่จัดหาและเตรียมโดยศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย ได้แก่

1. โลหิตครบส่วน (Whole Blood : WB)

Preparation **:** โลหิตครบส่วน 1 หน่วย มีโลหิตประมาณ 450 มิลลิลิตร รวมกับน้ำยากันโลหิตแข็งตัว 63 มิลลิลิตร มี hematocrit ประมาณ 36 – 44 %

Storage **:** เก็บที่ตู้เก็บโลหิตที่อุณหภูมิ 2 – 6 องศาเซลเซียสได้นาน 21 – 42 วัน ขึ้นกับน้ำยากันโลหิตแข็งตัวและน้ำยาเสริมสำหรับเก็บโลหิต เช่น เก็บในน้ำยา ACD, CPD เก็บโลหิตได้นาน 21 วัน เก็บในน้ำยา CPD-A1 จะเก็บโลหิตได้นาน 35 วัน และเก็บโลหิตใน Adsol จะเก็บโลหิตได้นาน 42 วัน

Indication **:** ปัจจุบันเป็นที่ยอมรับกันแล้วว่า ควรให้ Whole Blood แก่ผู้ป่วยที่ต้องการทั้ง Oxygen carrying capacity และ Volume เท่านั้น ได้แก่

- Acute blood loss เมื่อมีการเสียโลหิตอย่างเฉียบพลันมากกว่าร้อยละ 30 ของปริมาณโลหิตทั้งหมด ทำให้ผู้ป่วยเกิดอาการ Hypovolemic shock ในกรณีเช่นนี้ควรให้โลหิตทดแทน โดยเฉพาะเมื่อ Hematocrit ลดลงต่ำกว่า 28% เมื่อมีการเสียโลหิตประมาณร้อยละ 20 – 30 ยังไม่จำเป็นต้องรับการให้โลหิต ควรพิจารณาให้ Volume replacement ด้วย Crystalloid หรือ Colloid เสียก่อน
- Exchange transfusion ในเด็กโรค Hemolytic disease of new born
- Cardiac bypass

2. เม็ดโลหิตแดงเข้มข้น (Packed Red Cells : PRC)

Preparation **:** เตรียมได้จากโลหิตครบส่วนที่แยกเอาพลาสมาออกมาจำนวน 200 – 250 มิลลิลิตร เหลือแต่เม็ดโลหิตแดงเพียงอย่างเดียว วิธีการแยกคือ นำโลหิตมาปั่นตามอุณหภูมิ ความแรง และเวลาที่ได้กำหนดไว้ ด้วย Refrigerated centrifuge ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

Storage **:** เก็บที่ตู้เก็บโลหิตที่อุณหภูมิ 2 – 6 องศาเซลเซียส ได้นานเท่า Whole blood ตามชนิดของน้ำยากันโลหิตแข็งตัว โลหิตที่เก็บไว้นี้จะไม่มี Functional platelets หรือ Granulocyte

Indication **:** ใช้กับผู้ป่วยโรคต่างๆที่มีภาวะโลหิตจาง (Anemia) โดยที่มีปริมาณโลหิต (Blood volume) ปกติ หรือใช้สำหรับผู้ป่วยที่มีความบกพร่องเกี่ยวกับการขนถ่ายออกซิเจน และเหมาะสำหรับการถ่ายโลหิต (Exchange Transfusion) นอกจากนี้ เม็ดโลหิตแดงยังใช้แทนโลหิตทั้งหมด (Whole Blood) ในผู้ป่วยโรคหัวใจ โรคโลหิตจาง และโรคที่จำกัดเกี่ยวกับจำนวนโซเดียมหรือซิเตรท เช่น โรคของตับ และโรคของไต เป็นต้น

3. เม็ดโลหิตแดงที่มีเม็ดโลหิตขาวน้อยมาก (Leukocyte – Poor Packed Red Cells : LPRC)

Preparation : เตรียมโดยการแยกเม็ดโลหิตขาว และเกล็ดโลหิตส่วนใหญ่ออกจาก โลหิตครบส่วน มีหลายวิธีที่นิยมใช้คือ การปั่นแยกด้วย Refrigerated Centrifuge สามารถแยกเม็ดโลหิตขาวและเกล็ดโลหิตออกได้ประมาณ 80% อีกวิธีคือ การกรองโลหิตด้วยชุดกรองเม็ดโลหิตขาว (Specific Leukocyte Filter) สามารถแยกเม็ดโลหิตขาวออกได้ประมาณ 95% แยกเกล็ดโลหิตออกได้ประมาณ 90% และจะมีการสูญเสียเม็ดโลหิตแดงประมาณ 10%

Storage : การเก็บรักษาเช่นเดียวกับ Packed Red Cells

Indication : ใช้สำหรับผู้ป่วยที่ซีดจำเป็นต้องรับโลหิตบ่อยๆ และใช้ในผู้ป่วยที่มีไข้ หนาวสั่นภายหลังการได้รับโลหิต เพราะมีการสร้างแอนติบอดี้ต่อเม็ดโลหิตขาวและเกล็ดโลหิต และไม่ใช่ปฏิกิริยาที่เกิดจากเม็ดโลหิตแดงแตกจากการให้โลหิต

4. เม็ดโลหิตขาวเข้มข้น (Granulocytes Concentrate หรือ Leukocytes Concentrate)

Preparation : นำโลหิตครบส่วน ไปปั่นแยกจะได้เม็ดโลหิตแดง และพลาสมา (น้ำเหลือง) ซึ่งในพลาสมานี้จะมีเม็ดโลหิตขาวปนอยู่ ถ้าต้องการเม็ดโลหิตขาว ก็จะนำพลาสมาไปปั่นแยกอีกทีตามอุณหภูมิ ความเร็วรอบ และเวลาที่กำหนดไว้ จะทำให้เม็ดโลหิตขาวตกตะกอน หลังจากนั้นแยกเอาพลาสมาออก คงเหลือไว้แต่เม็ดโลหิตขาว

Storage : ถ้าไม่ใช้ทันทีควรเก็บ granulocytes ที่ 20 –24 องศาเซลเซียส อายุเก็บนั้นเพียง 24 ชั่วโมง

Indication : ใช้กับผู้ป่วยที่มีจำนวนเม็ดโลหิตขาวต่ำ และมีภาวะติดเชื้อที่ไม่สามารถรักษาได้ด้วยยาปฏิชีวนะอย่างเพียงพอ

5. เกล็ดโลหิตเข้มข้น (Platelet Concentrates : PC)

5.1. Random – Donor Platelets Concentrates

Preparation : เตรียมได้จากโลหิตครบส่วนที่ได้รับจากการบริจาคโลหิตตามปกติแต่ละหน่วย ควรมีเกล็ดโลหิตไม่น้อยกว่า 5.5×10^{10} ในพลาสมา 20 – 50 มิลลิลิตร (ควรใช้ภายใน 48 ชั่วโมง) หรือ 50 – 70 มิลลิลิตร (ควรใช้ภายใน 3 – 5 วัน) กรรมวิธีในการแยกเกล็ดโลหิต คือ การนำพลาสมาปั่นแยกตามอุณหภูมิ ความเร็วรอบ และเวลาที่กำหนดไว้ จะทำให้เกล็ดโลหิตตกตะกอน หลังจากนั้นแยกเอาพลาสมาออกคงเหลือไว้แต่เกล็ดโลหิต

Storage : เก็บที่อุณหภูมิ 20 – 24 องศาเซลเซียส โดยให้ถุง Platelet วางในตู้ที่มีเครื่องเขย่าหรือหมุนช้าๆตลอดเวลาหรือเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 1 – 6 องศาเซลเซียส ภายใน 48 ชั่วโมง

5.2. Single – Donor Platelets Concentrates

Preparation : เตรียม Platelets Concentrates จากผู้บริจาคคนเดียวด้วยการใช้เครื่อง Cell Separator ในการเตรียมแต่ละครั้งควรได้จำนวนเกล็ดโลหิตประมาณ 8 – 10 เท่าของเกร็ดโลหิตใน Platelets Concentrates 1 หน่วย ที่เตรียมได้จากโลหิต 1 หน่วยของผู้บริจาคโลหิตทั่วไป มีพลาสมารวมด้วยประมาณ 200 – 300 มิลลิลิตร

Storage : เก็บรักษาเช่นเดียวกับ Random – Donor Platelets Concentrates

Indication : เพื่อเพิ่มจำนวนเกล็ดโลหิตในผู้ป่วยที่มีอาการของเลือดออกเนื่องจาก ผู้ป่วยมีจำนวนเกล็ดโลหิตน้อยหรือหน้าที่ของเกล็ดโลหิตผิดปกติ ผู้ป่วยที่มีเกล็ดโลหิตน้อยร่วมกับโรคไขกระดูกฝ่อเนื่องจากได้รับการรักษาจากสารเคมีหรือป่วยเป็ยมะเร็ง และในกรณีที่ผู้ป่วยได้รับโลหิตต่างๆอาจจะทำให้มีเกล็ดโลหิตต่ำและมีเลือดออก

6. พลาสมา (Plasma)

Preparation : เตรียมจากการแยกพลาสมาออกจาก โลหิตครบส่วน ซึ่งตั้งไว้ในตู้เก็บที่อุณหภูมิ 1 – 6 องศาเซลเซียส นานจนเม็ดโลหิตแดงตกตะกอนแยกตัวออกจากพลาสมา

Storage : เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 – 6 องศาเซลเซียสได้นาน 1 เดือน หรือเก็บรักษาที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียสได้นานถึง 5 ปี

Indication : ใช้สำหรับผู้ป่วยเพื่อทดแทนปริมาณพลาสมา (Plasma volume) ในกรณี ไฟไหม้ น้ำร้อนลวก อุจจาระร่วง หรืออาการช็อค

7. พลาสมาสด (Fresh Plasma : FP)

Preparation : คือ พลาสมาที่แยกเอาเม็ดโลหิตแดงเข้มข้นออกภายใน 4 – 6 ชั่วโมง หลังจากเจาะเก็บมาจากผู้บริจาคโลหิต พลาสมาสดประกอบด้วย พลาสมาโปรตีนเพื่อช่วยเพิ่มปริมาตรของโลหิต และสารเกี่ยวกับการแข็งตัวของโลหิต Clotting Factors ทั้ง Labile Factors และ Stable factors

Storage : เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 1 – 6 องศาเซลเซียสได้นาน 1 เดือน หรือเก็บรักษาที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียสได้นานถึง 5 ปี

Indication : ใช้รักษาโรคในผู้ที่ขาดโปรตีน อาการช็อค และโรคฮีโมฟีเลีย

8. พลาสมาสดแช่แข็ง (Fresh Frozen Plasma : FFP)

Preparation **:** เตรียมจากโลหิตครบส่วนโดยการปั่น เมื่อแยกพลาสมาออกแล้ว ส่วนที่เหลือคือเม็ดโลหิตแดงเข้มข้น ควรรีบทำให้พลาสมาแข็งตัวเร็วทั้งนี้เพื่อไม่ให้มีการสูญเสีย Labile coagulation factors โดยการแช่ในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่าทันที หรือ Ethanol bath อุณหภูมิ –40 องศาเซลเซียส การแช่แข็ง Fresh Frozen Plasma ควรทำให้เสร็จภายในเวลา 4 – 6 ชั่วโมง หลังจากเจาะโลหิตจากผู้บริจาค

Storage **:** เก็บรักษาโดยแช่แข็งที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่าได้นาน 1 ปี เมื่อจะนำมาใช้ให้นำมาละลายน้ำอุ่น 37 องศาเซลเซียส ให้กลายเป็นพลาสมาเหลวแล้วจึงนำมาให้ผู้ป่วย

Indication **:** พลาสมาสดแช่แข็ง จะมีปัจจัยการแข็งตัวของโลหิตครบทุกชนิด จึงใช้รักษา ในโรคไข้เลือดออก ที่มีอาการช็อค, โรคไข้เลือดออก เนื่องจากมีความผิดปกติ ของสารที่ทำให้โลหิตแข็งตัวเป็นลิ่ม, โรคฮีโมฟีเลีย, โรคที่ขาดโปรตีน, โรคน้ำร้อนลวก ไฟไหม้ และโรคตับที่รุนแรง ไม่สามารถที่จะสร้างสารที่ทำให้โลหิตแข็งตัวได้

9. ไครโอปรีซิปิเตท (Cryoprecipitate)

Preparation **:** เตรียมจากการแยกจากพลาสมาสดแช่แข็ง โดยนำพลาสมาสดแช่แข็งไปละลายที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เมื่อน้ำแข็งละลายหมด จึงปั่นด้วย Refrigerated centrifuge ที่ 4 องศาเซลเซียส จะได้ตะกอนของ Cryoprecipitate ส่วนพลาสมาที่เหลือถ้านำไปแช่แข็งที่ –20 องศาเซลเซียส จะได้ Fresh Frozen Plasma ชนิด Cryoprecipitate – removed

Storage **:** เก็บรักษาที่ตู้แช่แข็งอุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่าได้นาน 1 ปี แต่ถ้ายังไม่ได้ใช้ควรเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 1 – 6 องศาเซลเซียสแต่ไม่ควรนานเกินไป เพราะ Factor VIII สลายตัวได้ง่าย

Indication **:** ส่วนประกอบของ Cryoprecipitate ประกอบด้วย

- Factor VIII รักษาโรค Hemophilia A
- Factor I รักษาโรค ขาดไฟบริโนเจน
- von Willebrand factor (vWf) รักษาโรค von Willebrand' s disease
- Factor XIII รักษาโรคแผลติดช้า

10. ไครโอปรีซิปิเตทชนิดแห้งโดยผ่านความร้อน (Heat Treate Freeze Dried Cryoprecipitate : HTFDC)

Storage : สามารถลดอัตราเสี่ยงต่อการติดเชื้อ ได้ เก็บรักษาได้ในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส สะดวกในการขนส่งและเก็บรักษา

Indication : ใช้รักษาผู้ป่วยโรคฮีโมฟีเลีย เอ, โรค von Willebrand' s disease และ ผู้ป่วยที่มีภาวะขาดไฟบริโนเจน และแฟคเตอร์ XIII สามารถใช้รักษาเองที่บ้านได้ ง่ายและสะดวก

11. พลาสมาธรรมดา หรือ พลาสมาส่วนที่เหลือจากการเตรียมไครโอปรีซิปิเตท (Cryo – Removed Plasma)

Preparation : เป็นพลาสมาที่แยกเอาไครโอปรีซิปิเตทออก แต่ยังมีพลาสมาโปรตีนและ Stable Clotting Factors เหลืออยู่

Storage : เก็บรักษาโดยแช่แข็งที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียสหรือต่ำกว่าได้นาน 1 ปี

Indication : ใช้รักษาโรคที่ขาดน้ำเหลือง มีอาการช็อค เนื่องจากน้ำร้อนลวกไฟไหม้ ใช้รักษาโรคฮีโมฟีเลีย บี

12. พลาสมาสดแห้ง (Fresh Dried Plasma)

Preparation : เป็นการนำเอาพลาสมาสด (Fresh Plasma) ทำให้แห้งโดยวิธีการระเหิด (Lyophilization) พลาสมาสดแห้งนี้ มีคุณสมบัติทางชีวภาพและการแข็งตัวของเลือดเหมือนเดิม เช่นเดียวกับพลาสมาสดแช่แข็ง แต่จะสะดวกในการขนส่ง การเก็บรักษา สะดวกแก่การรักษาของผู้ป่วยต่างจังหวัด

Storage : ผู้ป่วยสามารถเบิกไปเก็บไว้ในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียสที่บ้านได้ สามารถเก็บได้นาน 1 ปี เพื่อจะนำไปใช้ได้ทันท่วงที

Indication : ใช้รักษาผู้ป่วยโรคฮีโมฟีเลีย เอ

13. พลาสมาแห้ง (Dried Human Plasma)

Preparation : เป็นการนำพลาสมาที่เตรียมมาจาก Cryo – Removed Plasma แล้วนำไปทำแห้งโดยวิธีการระเหิด (Lyophilization) พลาสมาแห้งนี้มีคุณสมบัติทางชีวภาพและสารเกี่ยวกับการแข็งตัวของเลือด Stable Clotting Factors เหมือนพลาสมาธรรมดา

Storage : เก็บไว้ในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส เก็บได้นาน 5 ปี

Indication : ใช้รักษาผู้ป่วยโรคฮีโมฟีเลีย บี

14. พลาสมาสดแช่แข็งที่มีเม็ดโลหิตขาวต่ำ (Leukodepletated Fresh Frozen Plasma : LDFFP)

Preparation : เป็นการนำพลาสมาสดที่มีเม็ดโลหิตขาวต่ำ เก็บไว้ในลักษณะแช่แข็งทันทีและเก็บที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส จะช่วยลดปฏิกิริยาจากการให้เลือดที่เกิดจากเม็ดโลหิตขาวได้

Storage : เก็บรักษาโดยแช่แข็งที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส สามารถเก็บได้นาน 1 ปี

Indication : มีปัจจัยการแข็งตัวของเลือดครบทุกตัว ใช้รักษาโรคที่ขาดปัจจัยการแข็งตัวของเลือดเช่น ผู้ป่วยโรคฮีโมฟีเลีย

15. กาวไฟบริน (Fibrin Glue)

Preparation : ประกอบด้วยสารละลาย 2 ชนิดคือ สารละลาย Human Thrombin และสารละลายไฟบริโนเจน

Storage : เก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า –20 องศาเซลเซียส โดยต้องใช้กับชุดฉีดกาวไฟบริน (Sterile Spray Delivery System) เก็บไว้ได้นาน 1 ปี

Indication : ใช้สำหรับห้ามเลือดเฉพาะที่ ประสานรอยแผลเย็บ สามารถใช้ในการผ่าตัดต่อเชื่อมเส้นประสาทและเส้นเลือดขนาดเล็ก และช่วยในการยึดติดของเนื้อเยื่อ โดยพ่นปิดบริเวณบาดแผลหรือรูรั่ว

16. ผลิตภัณฑ์เซลล์ หรือเซลล์มาตรฐาน

คือ เม็ดโลหิตแดงมาตรฐาน สำหรับตรวจหมู่โลหิต (Reagent Red Blood Cells Standard) ใช้ทดสอบหมู่โลหิตที่มีปัญหา เพื่อการจัดหาโลหิตให้กับผู้ป่วยให้มีประสิทธิภาพ และปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

17. น้ำยาตรวจหมู่โลหิต

ผลิตเพื่อใช้ในกิจการของศูนย์บริการโลหิต และจำหน่ายให้กับโรงพยาบาลรัฐบาลและเอกชน รวมทั้งหน่วยงานต่างๆซึ่งมีทั้งหมด 9 ชนิด คือ

Anti – A ผลิตจากพลาสมา (น้ำเหลือง) ของคน (Polyclonal) และจากหนูตะเภา (Monoclonal)

Anti – B ผลิตจากพลาสมา (น้ำเหลือง) ของคน (Polyclonal) และจากหนูตะเภา (Monoclonal)

Anti – AB ผลิตจากพลาสมา (น้ำเหลือง) ของคน (Polyclonal) และจากหนูตะเภา (Monoclonal)

Anti – A_1 ผลิตจากเมล็ด Dolichos Biflorus

Anti – H ผลิตจากเมล็ด Ulex Europaeus

Anti Human Globulin ผลิตจากกระต่าย (Anti IgG+anti complements)

Anti – M ผลิตจากกระต่าย (Anti IgM)

Anti – N ผลิตจากกระต่าย (Anti IgM)

Anti – D ผลิตจากหนูตะเภา (Monoclonal)

18. แอลบูมิน (20% Albumin Solution)

เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากพลาสมา เพื่อใช้กับผู้ป่วยที่ขาดโปรตีน ผู้ป่วยที่มีอาการบวมทางสมอง บวมจากโรคตับ, โรคไต

19. เซรุ่มป้องกันโรคตับอักเสบชนิด บี (Hepatitis B Immunoglobulin)

เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากพลาสมา ซึ่งศูนย์บริการโลหิตฯได้ผลิตมาจากพลาสมาของผู้บริจาคโลหิต ที่สมัครเป็นสมาชิกของโครงการทำเซรุ่มป้องกันโรคตับอักเสบชนิด บี

20. เซรุ่มป้องกันโรคพิษสุนัขบ้า (Human Rabies Immunoglobulin)

เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากพลาสมา ซึ่งทางศูนย์บริการโลหิตฯได้ผลิตมาจากพลาสมาของผู้บริจาคโลหิตที่สมัครเป็นสมาชิกของโครงการทำเซรุ่มป้องกันโรคพิษสุนัขบ้า

2.2.6 การจัดหาโลหิตเพื่อใช้กับผู้ป่วย

(ชัชวาล ประภาวิทย์, 2539 ; ชัยเวช นุชประยูร, 2536ก ; ชัยเวช นุชประยูร, 2536ข)

โลหิตที่มีใช้ในปัจจุบัน ได้จาก

1. การบริจาคโลหิตโดยทั่วไป (General Donation) หมายถึง การบริจาคโลหิตโดยที่ผู้บริจาคโลหิตมิได้กำหนดหรือเจาะจงว่า โลหิตที่ตนบริจาคนั้นจะนำไปใช้กับใครและเมื่อใด และผู้รับก็ไม่ทราบว่าตนได้รับโลหิตของผู้ใด การบริจาคโลหิตประเภทนี้ถือว่าเป็นการบริจาคที่ดี และตรงเป้าหมายที่สุด เนื่องจากผู้บริจาคโลหิตบริจาคโลหิตโดยไม่ถูกขอร้องและบังคับ

และมีความรู้สึกว่ามาบริจาคโลหิตเมื่อร่างกายของตนแข็งแรงดี ประเทศที่พัฒนาแล้วจะได้รับบริจาคโลหิตในลักษณะนี้ทั้งสิ้น

2. การบริจาคโลหิตทดแทน (Replacement Donation) หมายถึง ผู้บริจาคโลหิตบริจาคโลหิตทดแทนให้แก่ญาติสนิทมิตรสหาย ในกรณีที่โรงพยาบาลได้ใช้โลหิตไปแล้ว การบริจาคประเภทนี้ อาจมีการแอบแฝงด้วยการซื้อขายโลหิตเกิดขึ้น กล่าวคือ ผู้ที่เป็นญาติอาจจะไม่ใช่ญาติที่แท้จริง อาจถูกขอร้องหรือเกณฑ์มาโดยให้ค่าตอบแทน ดังนั้นประเทศที่มีงานบริการโลหิตพัฒนาแล้ว จะพยายามลดการบริจาคโลหิตประเภทนี้ลง โดยพยายามจัดหาผู้บริจาคโลหิตประเภททั่วไปให้มากที่สุดเท่าที่จะมากได้

3. การบริจาคโลหิตแบบเฉพาะเจาะจง (Direct Donation) หมายถึง ผู้บริจาคโลหิตได้กำหนดตัวผู้รับ เช่น พ่อบริจาคให้ลูก เป็นต้น ในประเทศสหรัฐอเมริการะยะหลังนิยมการบริจาคโลหิตประเภทนี้มากขึ้น เนื่องจากมีความรู้สึกว่าไว้เนื้อเชื่อใจต่อผู้บริจาคโลหิตที่เป็นครอบครัว หรือญาติสนิทของตน แต่การบริจาคประเภทนี้ประเทศทางยุโรปไม่สนับสนุน เพราะมีข้อมูลแสดงไว้อย่างชัดเจนว่า คุณภาพของโลหิตที่ไม่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดมีอัตราใกล้เคียงกับโลหิตที่ได้รับจากการบริจาคทั่วไป

4. การซื้อ – ขาย โลหิต (Paid Donation) หมายถึง การที่ผู้บริจาคโลหิตได้รับเงินตรา เป็นค่าตอบแทนสำหรับการบริจาคโลหิต หรือสิ่งซึ่งมีค่าและเปลี่ยนเป็นเงินตราได้ทันที เช่น คูปองซึ่งขึ้นเป็นเงินได้ สำหรับการให้ของที่ระลึกเป็นครั้งคราวไม่นับว่าเป็นการจ่ายค่าตอบแทน

5. การบริจาคโลหิตเพื่อตนเอง (Autologous Donation) หมายถึง เป็นการเตรียมจากโลหิตของผู้ป่วยเองล่วงหน้า เพื่อนำกลับไปใช้เมื่อมีความต้องการใช้ในขณะผ่าตัด หรือเมื่อมีความต้องการใช้อย่างฉุกเฉินในอนาคต

2.2.7 รูปแบบของงานบริการโลหิต *(ชัยเวช นุชประยูร, 2536ก)*

รูปแบบของงานบริการโลหิต มีได้ 3 รูปแบบ คือ

1. งานบริการโลหิต ซึ่งดำเนินการโดยสภากาชาดของประเทศ เป็นรูปแบบที่ใช้กันโดยทั่วไป ได้แก่ ประเทศต่างๆในยุโรป ยกเว้นประเทศฝรั่งเศส และอังกฤษ นอกจากนี้ได้แก่ สหรัฐอเมริกา, แคนาดา, ออสเตรเลีย, ญี่ปุ่น, อินโดนีเซีย, ฮ่องกง, อินเดีย, บังคลาเทศ, ปากีสถาน, ไทย เป็นต้น

2. งานบริการโลหิต ซึ่งดำเนินการโดยรัฐบาล ได้แก่ อังกฤษ, สิงคโปร์, พม่า, ศรีลังกา เป็นต้น

I20698069

3. งานบริการโลหิต ซึ่งดำเนินการโดยองค์กรการกุศล ได้แก่ ประเทศฝรั่งเศส เป็นต้น

2.2.8 การบริจาคโลหิต *(อรุณี ศุภนาม, 2538)*

การบริจาคโลหิต คือ การเอาโลหิตออกจากร่างกายโดยเจาะออกทางเส้นโลหิตดำ บริเวณข้อพับแขน ครั้งหนึ่งๆประมาณ 300 – 450 ซี.ซี. ตามปกติแล้วมนุษย์เราจะมีโลหิตไหลเวียนอยู่ในร่างกายประมาณ 4,000 – 5,000 ซี.ซี. แต่การบริจาคโลหิตเพียง 300 – 450 ซี.ซี. หรือประมาณ 6 – 7% ของปริมาณโลหิตในร่างกายเท่านั้น ฉะนั้นจึงไม่ส่งผลก่อให้เกิดอันตรายใดๆ แต่กลับจะเป็นผลดี เพราะเท่ากับเป็นการกระตุ้นให้ไขกระดูกสร้างเม็ดโลหิตใหม่ๆ ออกมาชดเชยและใช้งานต่อไป ทำให้ระบบการไหลเวียนของโลหิตและไขกระดูกทำงานได้ดี การบริจาคโลหิตจึงสามารถบริจาคได้ทุกๆ 3 เดือน

คุณสมบัติของผู้บริจาคโลหิต (สภากาชาดไทย ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ, 2544ก, สภากาชาดไทย ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ, 2540 : 15)

- บริจาคได้ทั้งหญิงและชาย ที่มีสุขภาพร่างกายแข็งแรง
- อายุระหว่าง 17 – 60 ปีบริบูรณ์
- น้ำหนัก 45 กิโลกรัมขึ้นไป
- ไม่อยู่ในภาวะน้ำหนักลดมากในระยะสั้นโดยไม่ทราบสาเหตุ
- ไม่มีประวัติเป็นผู้เสพยาเสพติด (ชนิดฉีด)
- ต้องไม่เป็นโรคเอดส์, โรคไวรัสตับอักเสบ บี และ ซี หรือดีซ่าน ตัวเหลือง ตาเหลือง
- ไม่มีพฤติกรรมรักร่วมเพศ และไม่เป็นบุคคลที่มีพฤติกรรมเสี่ยงต่อโรคเอดส์
- ความดันโลหิต ซิสโตริค ไม่ต่ำกว่า 100 ม.ม.ปรอท
- ไม่เป็นไข้มาเลเรียมาในระยะ 3 ปีที่ผ่านมา และไม่เป็นกามโรค โรคติดเชื้อต่างๆ ไอเรื้อรัง ไอมีโลหิต โลหิตออกง่ายผิดปกติ โรคเลือดชนิดต่างๆ โรคหอบหืด โรคภูมิแพ้ โรคลมชัก โรคผิวหนังเรื้อรัง โรคหัวใจ โรคไต โรคเบาหวาน โรคไทรอยด์
- สตรีไม่ควรอยู่ในระหว่างมีประจำเดือน หรือตั้งครรภ์
- งดการบริจาคโลหิตภายหลังผ่าตัด คลอดบุตร หรือแท้งบุตร 6 เดือน (ถ้ามีการรับโลหิตต้องงดบริจาคโลหิต 1 ปี)
- นอนหลับพักผ่อนเต็มที่ ก่อนมาบริจาคโลหิตอย่างน้อย 6 ชั่วโมง และเว้นระยะ 3 เดือน ถ้าเคยบริจาคโลหิตมาก่อน

- ผู้ต้องขัง พ้นโทษแล้ว 3 ปี จึงจะบริจาคโลหิตได้

2.2.9 ขั้นตอนการบริจาคโลหิต (สภากาชาดไทย ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ, 2540 : 15-16)

ขั้นตอนที่ 1 สำหรับผู้บริจาคโลหิตครั้งแรก เขียนใบสมัครบริจาคโลหิต

- กรอกชื่อ – นามสกุล วัน – เดือน – ปี เกิด สถานที่ทำงาน หรือสถานที่ศึกษา ที่อยู่ที่บ้าน ให้ชัดเจน
- ถ้าหากเป็นผู้บริจาคโลหิตครั้งแรก ต้องอ่านรายละเอียดของข้อสอบถามในใบสมัครและคำตอบตามความจริง
- ระบุความต้องการทราบผลโลหิต หรือไม่ต้องการทราบผลโลหิต
- ลงนามผู้บริจาคโลหิต

เจ้าหน้าที่จะซักถามเกี่ยวกับ คุณสมบัติ, ประวัติสุขภาพ และรายละเอียดในใบสมัคร ของผู้ประสงค์บริจาคโลหิต ส่วนผู้บริจาคเดิม ให้ยื่นบัตรประจำตัวผู้บริจาคโลหิตกับเจ้าหน้าที่ได้ทันที

ขั้นตอนที่ 2 ตรวจสอบความเข้มข้นของโลหิต ซึ่งเจ้าหน้าที่จะเจาะโลหิตที่ปลายนิ้ว และทดสอบกับน้ำยาคอปเปอร์ซัลเฟต โดยผู้หญิงต้องมีความเข้มข้น 80% และผู้ชาย 90% จึงจะมีความเข้มโลหิตได้มาตรฐาน ถ้าหากตรวจสอบแล้วไม่ได้มาตรฐาน เจ้าหน้าที่จะขอให้งดบริจาคโลหิต

ขั้นตอนที่ 3 ตรวจสุขภาพร่างกายโดยแพทย์ ถ้าหากแพทย์มีความเห็นว่าสุขภาพไม่พร้อม ก็จะขอให้งดบริจาคโลหิต

ขั้นตอนที่ 4 บริจาคโลหิตโดยพยาบาลจะทำหน้าที่เจาะเก็บโลหิต ซึ่งจะเป็นบุคคลที่มีความชำนาญมาก ในการเจาะเก็บโลหิตเพื่อสร้างความอบอุ่นใจ และลดความกลัวเจ็บจากการบริจาคโลหิต ศูนย์บริการโลหิตฯจึงฉีดยาชาให้ก่อนการเจาะเก็บที่บริเวณข้อพับแขน สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ในการเจาะเก็บโลหิต เป็นของใหม่ที่ผ่านขบวนการฆ่าเชื้อ เรียบร้อยแล้ว และใช้เพียงครั้งเดียวคนเดียวแล้วทิ้ง

ขั้นตอนที่ 5 หลังบริจาคโลหิต ศูนย์บริการโลหิตฯจะบริการอาหารว่าง พร้อมเครื่องดื่มและทำแผลหลังการเจาะโลหิตบริเวณข้อพับแขน

ข้อควรปฏิบัติก่อนและหลังการบริจาคโลหิตสำหรับผู้บริจาคโลหิต

ก่อนการบริจาคโลหิต

1. ควรนอนหลับพักผ่อน อย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 6 ชั่วโมง
2. ควรมีสุขภาพสมบูรณ์ดีทุกประการ ไม่ควรอยู่ในระหว่างรับประทานยาประเภทปฏิชีวนะและฉีดยา
3. สตรีต้องไม่อยู่ในระหว่างมีรอบเดือน
4. ควรรับประทานอาหารมาให้เรียบร้อย ก่อนมาบริจาคโลหิต แต่อาหารนั้นไม่ควรมีไขมันมาก ควรเป็นอาหารเบาๆย่อยง่าย
5. งดเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ก่อนมาบริจาคอย่างน้อย 24 ชั่วโมง
6. ไม่ควรสูบบุหรี่ก่อนและหลังบริจาคโลหิต 1 ชั่วโมง

หลังการบริจาคโลหิต

1. ควรนอนพักบนเตียงสักครู่ หลังการเจาะเก็บโลหิต ห้ามลุกจากเตียงทันทีเพราะอาจจะทำให้เวียนศีรษะเป็นลมได้
2. ควรรับประทานอาหารว่างและเครื่องดื่มที่จัดบริการให้
3. รับบริการปิดบริเวณเจาะโลหิตเล็กน้อย ด้วยผ้าก๊อส ที่ข้อพับแขนก่อนเดินทางกลับ
4. หากมีอาการวิงเวียนศีรษะ รู้สึกจะเป็นลมให้รีบแจ้งเจ้าหน้าที่ทราบทันที

2.2.10 ขั้นตอนของงานบริการโลหิตในประเทศไทย

(สภากาชาดไทย ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ, 2544ค ; ศรีวิไล ตันประเสริฐ, 2543 : 153-156)

ขั้นตอนของงานบริการโลหิตจะดำเนินการดังต่อไปนี้

1. จัดหาผู้บริจาคโลหิต

จะต้องจัดหาผู้บริจาคโลหิตที่มีคุณสมบัติดี สุขภาพแข็งแรง ไม่มีโรคติดต่อใดๆ หรืออยู่ในระหว่างการเจ็บป่วย โดยมีการประชาสัมพันธ์เผยแพร่ความรู้ออกไปยังประชาชนอย่างต่อเนื่อง (คณะนิสิตมหาวิทยาลัยกรุงเทพ, 2539 ; สภากาชาดไทย ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ, 2538)

2. เจาะเก็บโลหิต

ผู้ทำหน้าที่เจาะเก็บโลหิตต้องมีความชำนาญและมีเทคนิค

3. การตรวจคัดกรองโลหิต

โลหิตที่ได้รับบริจาคทุกหน่วย ต้องได้รับการตรวจดังนี้

- ตรวจหาหมู่โลหิตในระบบเอบีโอ(ABO)และระบบอาร์เอช(Rh)
- ตรวจเชื้อไวรัสเอดส์ (Anti HIV Ag)
- ตรวจหาเชื้อไวรัสตับอักเสบ บี (HBs Ag)
- ตรวจหาเชื้อไวรัสตับอักเสบ ซี (Anti HCV)
- ซิฟิลิส (VDRL)
- ตรวจกรองแอนติบอดี ของหมู่โลหิตระบบอื่น

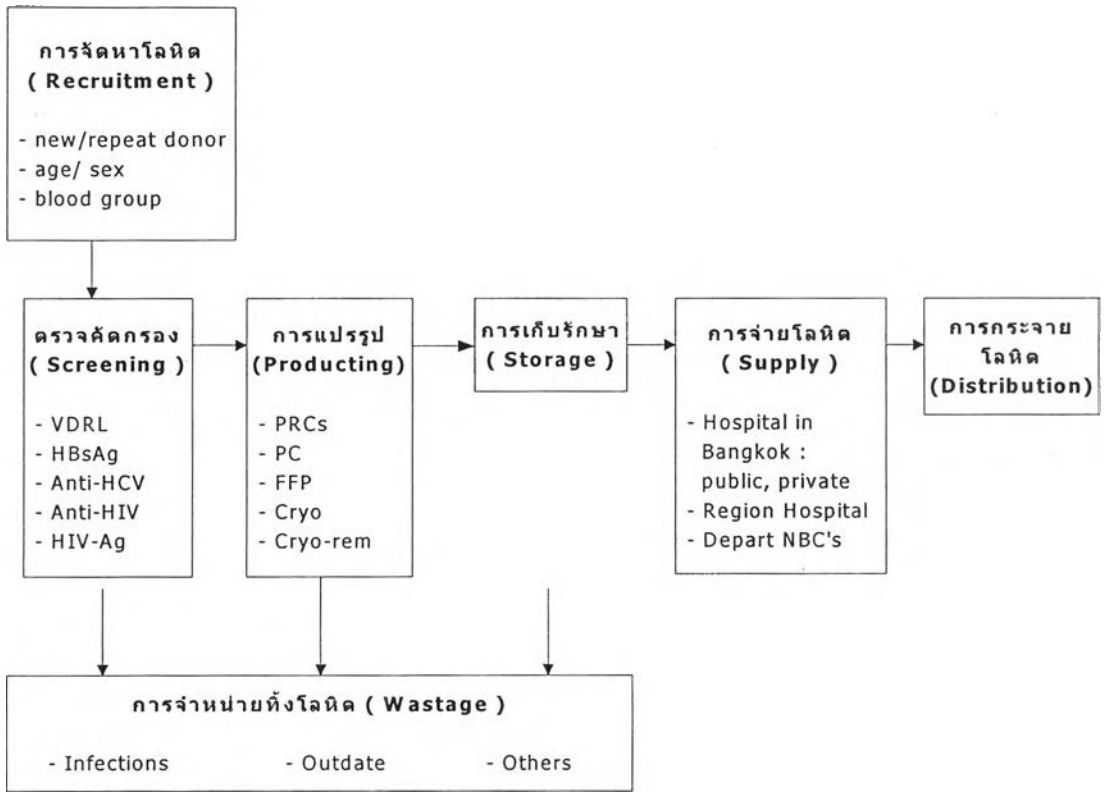
4. แยกส่วนประกอบโลหิต (Blood Components)

เป็นจำนวน 80% จากจำนวนโลหิตที่ได้รับบริจาค จะนำไปปั่นแยกส่วนประกอบโลหิต ซึ่งส่วนประกอบโลหิตขั้นพื้นฐานมี 5 ชนิดคือ โลหิตรวม (Whole Blood), เม็ดโลหิตแดงเข้มข้น (Packed Red Cells), เกล็ดโลหิต (Platelet), ไครโอปรีซิปิเตท (Cryoprecipitate) และพลาสมา (Plasma)

5. เก็บสำรองโลหิต และจ่ายโลหิตให้กับโรงพยาบาลต่างๆ

งานบริการโลหิตที่มีคุณภาพ ต้องมีโลหิตสำรองไว้ในคลัง วันละไม่ต่ำกว่า 2,000 – 3,000 หน่วย ซึ่งเป็นโลหิตที่ผ่านขั้นตอนการตรวจคัดกรองเชื้อต่างๆให้เรียบร้อย โลหิตที่ได้รับบริจาคเหล่านี้จะถูกเก็บอยู่ในน้ำยาป้องกันโลหิตแข็งตัว และเก็บโลหิตไว้ได้ 21, 28 และ 42 วัน ตามลำดับ โดยเก็บไว้ในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส และก่อนที่จะจ่ายโลหิตให้กับโรงพยาบาลที่มาขอเบิก ข้อมูลการตรวจสอบโลหิต จะถูกป้อนอยู่ในระบบคอมพิวเตอร์ โดยใช้แถบบาร์โค้ด หากโลหิตไม่ผ่านการตรวจในห้องปฏิบัติการ คอมพิวเตอร์จะไม่จ่ายโลหิตหน่วยนั้นๆ เท่ากับ เป็นการประกันคุณภาพของโลหิตอีกระดับหนึ่ง นอกเหนือไปจากการตรวจในห้องปฏิบัติการเท่านั้น

ซึ่งขั้นตอนของงานบริการโลหิต จะดำเนินการดังแสดงในภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 แสดงขั้นตอนของงานบริการโลหิต (วินิช โสภาพล, 2539 : 4)

2.2.11 ปัญหาจากการรับการถ่ายโลหิต

(ชัชวาล ประภาวิทย์, 2539 ; ชัยเวช นุชประยูร, 2536ข ; วินิช โสภาพล, 2539)

โดยทั่วไปการได้รับโลหิต หรือส่วนประกอบของโลหิต ทำให้เกิดผลดีแก่ผู้ป่วย แต่บางครั้งอาจเกิดอาการแทรกซ้อนหรือมีอาการไม่พึงประสงค์เกิดขึ้นได้ การรับถ่ายโลหิตยังมีความเสี่ยงในปัจจุบันเนื่องจากปฏิกิริยาจากการรับโลหิต ที่สำคัญมี 2 ประเภทใหญ่ๆคือ

1. การได้รับการถ่ายโลหิตผิดหมู่ (Mismatched Reaction)

- ปฏิกิริยา ระหว่างหมู่โลหิต ABO และแอนติบอดี้ ถ้ามีผู้รับแอนติบอดี้ต่อหมู่โลหิตหมู่ใดหมู่หนึ่งของโลหิตที่ได้รับการถ่ายก็จะเกิดปฏิกิริยาขึ้น ทำให้เม็ดโลหิตแดงจับกลุ่มและแตก เรียกว่า Hemolytic Transfusion Reaction จึงควรให้โลหิตให้ตรงกับหมู่โลหิตของผู้รับการถ่ายโลหิต มีข้อยกเว้นที่โลหิตหมู่ O จะให้กับผู้รับการถ่ายโลหิตหมู่อะไรก็ได้ เพราะไม่มีแอนติเจน A หรือ B บนเม็ดโลหิตแดง

- ในระบบ Rh ถ้าโลหิตที่เป็น Rh positive (+) เข้าไปสู่ร่างกายของผู้ที่มี Rh negative (-) แม้ในครั้งแรกจะไม่มีปฏิกิริยาเหมือนในกรณีการให้โลหิตผิด ในหมู่โลหิต

ระบบ ABO แต่ผู้รับการถ่ายโลหิตจะสร้างแอนติบอดี้ต่อโลหิต Rh positive ขึ้น ในครั้งต่อๆไปถ้าให้โลหิตที่เป็น Rh positive เข้าไปอีกจะทำให้เกิดปฏิกิริยาขึ้น ทำให้รับการถ่ายโลหิตไม่ได้

2. Transmissible Infections อาจแบ่งได้ตามเวลาที่เกิดอาการ

2.1. ปฏิกิริยาจากการรับโลหิตชนิดเกิดทันที ภายใน 24 ชั่วโมง (Immediate) ซึ่งอาจเกิดจาก

- Hemolysis
- ไข้จาก Pyrogen เม็ดโลหิตขาว หรือเกล็ดโลหิต
- ปฏิกิริยาภูมิแพ้
- แบคทีเรียปนเปื้อนในโลหิต

2.2. ปฏิกิริยาจากการรับโลหิตชนิดล่าช้า อาการเกิดภายหลังการรับโลหิต 24 ชั่วโมง (Delayed) ซึ่งอาจเกิดได้จาก

- Hemolysis
- การได้รับเชื้อ เช่น HIV, Hepatitis B, Malaria เป็นต้น

2.2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโลหิต

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโลหิตจัดได้ว่าเป็นงานวิจัยที่มีความสำคัญมาก ซึ่งจะเห็นได้ว่าในแต่ละปีตั้งแต่อดีตจวบจนถึงปัจจุบัน มีงานวิจัยเกี่ยวกับโลหิตแพร่หลายและมีจำนวนที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งโดยมากมักเกี่ยวกับการจัดหาโลหิตเพื่อใช้ภายในประเทศ (ชัยเวช นุชประยูร, 2536ก) จากการที่องค์การอนามัยโลกได้ประมาณการการใช้โลหิตของแต่ละประเทศไว้ ปีละประมาณ 2% ของประชากร และจากการรวบรวมรายงานการใช้โลหิตทั่วประเทศในช่วงเวลา 12 ปี ปรากฏว่าปริมาณการใช้โลหิตในประเทศไทย ได้เพิ่มขึ้นจากปีละประมาณ 530,000 หน่วยในปี พ.ศ. 2524 เป็นปีละประมาณ 940,000 หน่วยในปี พ.ศ.2535 ซึ่งคิดเป็นอัตราเพิ่มขึ้นปีละประมาณ 5.91% ซึ่งปริมาณของโลหิตที่ใช้ภายในประเทศดังกล่าวนี้ ยังต่ำกว่าประมาณการความต้องการโลหิตที่ควรจะเป็น เมื่อคิดจาก 2% ของประชากรต่อปี สภาวะการใช้โลหิตภายในประเทศยังเป็นไปอย่างประหยัดและถูกจำกัดด้วยปริมาณโลหิตที่จัดหาได้

ดัชนีที่แสดงว่างานบริการโลหิตยังไม่พัฒนาเต็มที่ก็คือ การจัดหาโลหิตยังต้องพึ่งการบริจาคโลหิตทดแทนจากญาติ ในสัดส่วนที่สูงถึงประมาณ 15% หากสัดส่วนดังกล่าวลดลงถึงศูนย์ จึงจะจัดว่างานบริการโลหิตได้พัฒนาเต็มที่ การดำเนินการจัดหาโลหิตให้ถึงเป้าหมาย ควรมุ่งสู่การประชาสัมพันธ์ให้เต็มที่ เพื่อให้ประชาชนเกิดความรู้ ความเข้าใจ ถึงความสำคัญของการบริจาคโลหิต และในประเทศที่กำลังพัฒนาได้มีการวิจัยว่า (ชัยเวช นุชประยูร, 2536ค) การบริจาค

โลหิตเป็นสิ่งที่ใหม่และประชาชนให้ความสนใจน้อย ส่วนหนึ่งเป็นเพราะขาดความรู้ที่ว่าโลหิตเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งของการช่วยชีวิตผู้ป่วย ประชาชนจำนวนหลายคน ไม่อยากบริจาคโลหิต เนื่องจากเกรงว่า จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ และอีกหลายคนบริจาคเพราะต้องการเงิน หรือเป็นการบริจาคโลหิตโดยเจาะจงตัวผู้รับ ซึ่งเป็นสมาชิกในครอบครัว การเปลี่ยนความเชื่อและเจตคติเหล่านี้สามารถกระทำได้โดยการให้ความรู้ที่ถูกต้อง และสร้างแรงจูงใจในทางบวกให้ประชาชนตระหนักถึงความสำคัญของการบริจาคโลหิต ในการสร้างแรงจูงใจและจัดหาผู้บริจาคโลหิตจำเป็นต้องอาศัยทรัพยากรต่างๆเพื่อดำเนินการ ได้แก่ เจ้าหน้าที่และอาสาสมัคร สื่อการประชาสัมพันธ์ให้ความรู้ และงบประมาณ สำหรับงานวิจัยที่ศึกษาถึงแรงจูงใจและลักษณะของผู้บริจาคโลหิต และผู้ไม่บริจาคโลหิต แก่หน่วยเคลื่อนที่ ของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย (อินทิรา บางสุวรรณ , 2538) ผลการศึกษาพบว่า แรงจูงใจในการบริจาคโลหิตของกลุ่มผู้บริจาคโลหิตและกลุ่มผู้ไม่บริจาคโลหิตที่สำคัญได้แก่ ปัจจัยด้านความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการบริจาคโลหิต รองลงมาคือปัจจัยด้านชื่อเสียงของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย และปัจจัยด้านอิทธิพลของจิตใจและสังคมในเรื่องของเหตุผล การไม่บริจาคโลหิต เพราะเกิดความกลัวการติดเชื้อโรคจากการบริจาคโลหิต กลัวติดเอดส์จากการใช้เข็มเจาะโลหิต หรือผู้ไม่บริจาคโลหิตเนื่องจากไม่พร้อมที่จะบริจาคโลหิต เพราะมีโรคประจำตัวที่เป็นอุปสรรคต่อการบริจาค และเกิดความรู้สึกว่าโลหิตออกจากร่างกายจะก่อให้เกิดอันตราย

จากการทดสอบสมมติฐานการศึกษา พบว่าลักษณะของกลุ่มผู้บริจาคโลหิตและกลุ่มผู้ไม่บริจาคโลหิตที่แตกต่างกันได้แก่ เพศ อายุ ระดับรายได้ ที่แตกต่างกัน จะมีแรงจูงใจในการบริจาคโลหิตแตกต่างกัน ด้วยการสร้างแรงจูงใจในการบริจาคโลหิตเพื่อเพิ่มจำนวนผู้บริจาคโลหิตรายใหม่ และผู้บริจาคโลหิตรายเดิมยังคงบริจาคโลหิตอย่างสม่ำเสมอทุกๆ 3 เดือน และในปัจจุบันกลุ่มผู้บริจาคโลหิตที่มีอิทธิพลมากที่สุดก็คือ กลุ่มเยาวชนจากสถาบันการศึกษา ดังนั้นจึงมีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ความรู้ ทัศนคติ และพฤติกรรมเกี่ยวกับการบริจาคโลหิตของเยาวชน จากสถาบันการศึกษาในกรุงเทพมหานคร (อรุณี ศุภนาม , 2538) โดยทำการสุ่มตัวอย่างเยาวชนที่มีอายุ 17 – 24 ปี ซึ่งกำลังศึกษาอยู่ตามสถาบันการศึกษาต่างๆจำนวน 3,082 คน ผลการศึกษาพบว่า เยาวชนครึ่งหนึ่งทราบหมู่โลหิตของตนเอง แต่ไม่เคยได้รับข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับการบริจาคโลหิต เยาวชนร้อยละ 80 ไม่มีความรู้เรื่องปริมาณโลหิตในร่างกาย การสร้างโลหิตของไขกระดูก และการผลิตสารทดแทนโลหิต เยาวชนครึ่งหนึ่งไม่มีความรู้เกี่ยวกับคุณสมบัติของผู้บริจาคโลหิต ปริมาณโลหิตที่บริจาค สำหรับทัศนคติเกี่ยวกับการบริจาคโลหิตพบว่า เยาวชนมากกว่าร้อยละ 75 มีทัศนคติที่ถูกต้อง ส่วนพฤติกรรมการบริจาคโลหิต พบว่าเยาวชนเคยบริจาคโลหิตร้อยละ 21.5 ส่วนใหญ่เวลาไปบริจาคจะชวนเพื่อนไปด้วย ร้อยละ 77.7 และเหตุผล 3 อับดับแรกที่ทำให้ตัดสินใจบริจาคโลหิตก็คือ อยากบริจาค อยากช่วยชีวิต และตรวจสุขภาพ ส่วนผู้ที่ไม่

เคยบริจาคโลหิตระบุสาเหตุสำคัญเป็นเพราะ กลัวเข็ม (ร้อยละ 55.7) กลัวติดเชื้อโรค (ร้อยละ 42.8) แต่ในอนาคตผู้ที่ไม่เคยบริจาคโลหิตร้อยละ 69.7 ตั้งใจที่จะบริจาคโลหิต

ซึ่งงานวิจัยสำหรับประเทศไทย (Wantana Nanthana , 1990) เกี่ยวกับการวิเคราะห์เศรษฐศาสตร์การจัดระบบงานบริการโลหิตในกรุงเทพมหานคร ผลการศึกษาพบว่า โครงสร้างระบบงานบริการโลหิตในกรุงเทพมหานครทั้งหมด เปลี่ยนระบบจากการซื้อขายทั้งหมดมาเป็นระบบที่มีการผสมผสานเอาระบบการบริจาคโลหิต โดยใช้อาสาสมัครในการบริจาคโลหิต การทดแทนจากญาติผู้ป่วย และการซื้อขายโลหิต มารวมกัน โดยเริ่มที่ศูนย์บริการโลหิตที่เป็นศูนย์กลางในการจัดหาโลหิตจากการรับบริจาคจากอาสาสมัคร แล้วแจกจ่ายให้แก่โรงพยาบาลในกรุงเทพฯ และปริมณฑลที่มีความต้องการใช้โลหิต อุปสรรคในการจัดหาโลหิต เกิดจากพฤติกรรมของผู้บริจาค และประสิทธิภาพของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ ในการจัดหาโลหิตให้เพิ่มมากขึ้นเพื่อให้ได้ตามความต้องการใช้โลหิตที่เพิ่มมากขึ้นในปัจจุบัน แต่การเพิ่มขึ้นอย่างไม่แน่นอนนี้ ทำให้เกิดความสูญเสียในอนาคต เพราะความต้องการใช้โลหิตควรจะต้องใกล้เคียงกับการจัดหาโลหิต ดังนั้นจึงขึ้นอยู่ที่ความสามารถของศูนย์บริการโลหิต ในการจัดหาโลหิต และพัฒนางานบริการให้สนับสนุนระบบการเก็บโลหิตเป็นของตนเอง ในแต่ละโรงพยาบาล ด้วยการสนับสนุนโรงพยาบาลเล็กๆรอบๆเพื่อลดการสูญเสียจากการขนส่ง สูญเสียเวลา เป็นต้น นอกจากจะคำนึงถึงเรื่องการจัดหาโลหิตแล้วนั้น การบริจาคโลหิตยังต้องคำนึงถึงภาวะแทรกซ้อนและมาตรการที่จะลดการติดเชื้อด้วยเช่นกัน (ชัยเวช นุชประยูร , 2536ข) การถ่ายเลือดเป็นวิธีการที่สำคัญในการช่วยชีวิตผู้ที่กำลังสูญเสียโลหิต และใช้รักษาผู้ป่วยที่มีปัญหาทางโลหิตวิทยา แต่การถ่ายโลหิตอาจมีภาวะแทรกซ้อนตามมาได้ ที่สำคัญมี 2 ประเภทใหญ่ๆคือ Mismatched Reaction และ Transmissible Infections ผลข้างเคียงในประเภท Mismatched Reaction ที่สำคัญคือ ABO Incompatibility (90%) เกิดขึ้นเนื่องจากความผิดพลาด อาทิเช่น ลงชื่อผู้ป่วยผิด ปิดฉลากหมู่โลหิตผิด อีก 10% เป็นผลทางเทคนิค เช่น ปฏิกิริยาในการตรวจไม่ชัดเจน ส่วนผลข้างเคียงประเภท Transmissible Infections อาทิเช่น Syphilis, Hepatitis, HIV และ Malaria

มาตรการที่จะลดการติดเชื้อจากการถ่ายโลหิตมีหลายประการ อาทิเช่น การจัดหาผู้บริจาคโลหิตโดยไม่หวังสิ่งตอบแทน, มีการตรวจกรองเชื้อในโลหิตบริจาค, วิธีการทำลายเชื้อโดยเฉพาะเชื้อไวรัสที่อาจหลุดจากการตรวจกรอง, ขบวนการที่ทำในห้องปฏิบัติการตรวจโลหิตทุกขั้นตอน ควรเป็นระบบที่มีขั้นตอนการปฏิบัติที่แน่นอน, มีการกำหนดการให้โลหิตโดยอาศัยอัตราการเสียโลหิตของผู้ป่วยเป็นสำคัญ, การปลูกถ่ายไขกระดูก และการนำสารอื่นมาใช้แทนเม็ดโลหิตแดง สำหรับสถิติการติดเชื้อของโลหิตที่ได้รับบริจาค ของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย นั้นได้มีการศึกษาและวิเคราะห์แบบแผน การจัดหาโลหิต การตรวจคัดกรอง การแปรรูป การเก็บรักษา การจ่าย และการจำหน่ายทิ้ง (วินิช โสภาพล , 2539) จากการศึกษาพบว่าการจัดหาโลหิตบริจาคส่วนใหญ่ได้จากการรับบริจาคโลหิตนอกสถานที่ ร้อยละ 63.16 ผู้บริจาค

โลหิตส่วนใหญ่อายุต่ำกว่า 40 ปี (ร้อยละ 83.33) ประมาณครึ่งหนึ่ง (ร้อยละ 50.37) เป็นเพศชาย ซึ่งบริจาคโลหิตซ้ำ ส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเป็นพนักงานบริษัท (ร้อยละ 36.94) ประชาชนทั่วไป (ร้อยละ 25.05) นักเรียน นักศึกษา (ร้อยละ 19.06) จากการตรวจคัดกรองพบว่า อัตราการติดเชื้อในโลหิตบริจาคของผู้บริจาคโลหิตรายใหม่ สูงกว่าผู้บริจาคโลหิตซ้ำถึง 9.75 เท่า การติดเชื้อมากที่สุดคือ ไวรัสตับอักเสบบี ร้อยละ 1.46 ไวรัสตับอักเสบซี ร้อยละ 0.48 โลหิตได้ถูกนำไปแปรรูป ร้อยละ 58.39 โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้ส่วนใหญ่คือ เม็ดโลหิตแดงเข้มข้นร้อยละ 55.46 พลาสมาแช่แข็ง ร้อยละ 34.32 โลหิตและผลิตภัณฑ์ที่ได้นำไปเก็บรักษาร้อยละ 1.63 โลหิตครบส่วนและผลิตภัณฑ์ ได้จ่ายให้โรงพยาบาลรัฐบาล ในกรุงเทพมหานครมากที่สุด ร้อยละ 32.32 โรงพยาบาลเอกชนในกรุงเทพมหานครร้อยละ 28.98 โรงพยาบาลในส่วนภูมิภาคร้อยละ 29.69 และอยู่ระหว่างการผลิตภายในศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย ร้อยละ 2.74 อัตราการจำหน่ายทิ้งโลหิต ร้อยละ 4.64 เนื่องจากสาเหตุการติดเชื้อ (ร้อยละ 2.30) หมดอายุ (ร้อยละ 1.50) และสาเหตุอื่นๆ (ร้อยละ 0.84)

ส่วนการศึกษาระบบการบริหารการใช้โลหิต และส่วนประกอบของโลหิต (ชัชวาล ประภาวิทย์ , 2539) โดยทำการสำรวจโรงพยาบาลทั่งกรุงเทพมหานคร ที่ขอใช้โลหิตและส่วนประกอบของโลหิตจากศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย ทั้งหมดจำนวน 104 แห่ง โดยไม่มีการสุ่มตัวอย่าง พบว่าโรงพยาบาลรัฐบาลและเอกชน มีความแตกต่างในเรื่องปริมาณการจัดหา, การรับการถ่าย, การจำหน่ายทิ้งและเหลือเก็บอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าโลหิตและส่วนประกอบของโลหิตที่ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย แจกจ่ายให้กับโรงพยาบาลต่างๆทั่วกรุงเทพมหานคร ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้ ทั้งนี้อาจเป็นผลจากระบบบริหารการใช้โลหิตของโรงพยาบาลต่างๆ ในกรุงเทพมหานคร ทั้งของรัฐและเอกชนยังไม่ดีพอ

เนื่องจากศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย เป็นหน่วยงานที่มีความสำคัญต่อการรักษาพยาบาล จึงมีผู้มีจิตศรัทธามาบริจาคเป็นจำนวนมาก และเป็นที่สนใจของประชาชนทั่วไป ศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติฯเป็นหน่วยงานอิสระ ที่ทำงานคล้ายมูลนิธิเพื่อการกุศลโดยไม่หวังผลกำไรตอบแทน แต่ในปัจจุบันศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติฯ มีค่าใช้จ่ายเพื่อทำการผลิตผลิตภัณฑ์ และทำการแปรรูปโลหิต ซึ่งมีแนวโน้มที่จะสูงขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นทางศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย จึงทำการวิจัยการวิเคราะห์ต้นทุน การผลิตผลิตภัณฑ์และการแปรรูปโลหิต (พิศิษฐ์ แสง – ชูโต , 2537) เพื่อหาแนวทางที่จะลดต้นทุน และเพื่อควบคุมต้นทุน มิให้เกิดความสูญเปล่าที่ไม่จำเป็น และยังช่วยลดค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็นอีกด้วย รวมทั้งมีการจัดทำการศึกษาและเสนอการออกแบบระบบบำรุงรักษาเครื่องจักร ของศูนย์บริการโลหิตแห่งชาติ สภากาชาดไทย (วันชัย แหลมหลักสกุล , 2538) ซึ่งในปัจจุบันการบำรุงรักษาเป็นแบบซ่อมเมื่อเครื่องจักรเสียเป็นส่วนใหญ่ การเสนอการออกแบบระบบบำรุงรักษาจะประกอบด้วย แผนการบำรุงรักษาหลัก 5 ปี, แผนการบำรุงรักษาประจำปี, แผนการบำรุงรักษารายเดือน, แผนการ

บำรุงรักษารายสัปดาห์ โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวางแผน และเพื่อให้แผนการบำรุงรักษาที่จัดทำมีประสิทธิภาพมากขึ้น จึงได้เสนอแนะโครงสร้างองค์กรทางด้านงานซ่อมบำรุง การกำหนดอำนาจหน้าที่ ความรับผิดชอบของพนักงานที่เกี่ยวข้องกับงานซ่อมบำรุง และการจัดระบบเอกสารขึ้นมาด้วย สำหรับการวิจัยนี้ จากการเปรียบเทียบผลจากการทำงานซ่อมบำรุงก่อนที่จะเข้าไปศึกษา กับระบบซ่อมบำรุงที่ได้รับการออกแบบแล้วพบว่า อัตราความพร้อมใช้งานของตู้แช่แข็ง -30 องศาเซลเซียส ขนาด 30 คิว, ตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส ขนาด 30 คิว, เครื่องปั่นแยกส่วนประกอบของโลหิต MISTRAL 6000 และ MISTRAL 3000i เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.9, 1.2, 2.2 และ 2.3 ตามลำดับ

ส่วนในงานวิจัยในต่างประเทศที่มีการนำเอาพลวัตของระบบ (System Dynamics) เข้าไปประยุกต์ใช้กับปัญหาที่เกี่ยวกับโลหิตก็คือ งานวิจัยที่ทำการศึกษาและวิเคราะห์ถึงความสัมพันธ์ระหว่าง ระดับคลัง ความต้องการโดยเฉลี่ย และอัตราการขาดแคลน – หมดอายุของเลือดในระบบ Rh ในธนาคารเลือดของเมืองบอมเบย์ ประเทศอินเดีย (Shoukath Ali , K. , Ramaswamy, N. , 1991) ซึ่งปัญหาหลักของธนาคารเลือดในขณะนั้นคือ การทำการตัดสินใจสำหรับนโยบายที่จะจัดระดับคลังเลือด เพื่อรองรับความต้องการใช้เลือดที่เพิ่มขึ้นและความต้องการใช้เลือดอย่างฉุกเฉิน โดยระดับคลังเลือดที่จะจัดต้องคำนึงถึง อายุของเลือดด้วย ดังนั้นการเลือกใช้นโยบายจึงขึ้นอยู่กับ อัตราความต้องการใช้ อัตราการถ่ายเลือดในแต่ละวัน อัตราการขาดแคลน และอัตราการหมดอายุ และทำการประยุกต์ใช้เทคนิคทางสถิติ มาเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทดสอบความถูกต้องของแบบจำลองของพลวัตของระบบ ในการวิเคราะห์ระบบการจัดการคลังธนาคารเลือด (Shoukath Ali , K. , Ramaswamy, N. , 1993) ซอฟท์แวร์ที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ในการวิเคราะห์ความถูกต้องของแบบจำลอง จะใช้ STATGRAPHICS และ SPSS ส่วนเทคนิคทางสถิติที่ใช้ในงานวิจัยนี้จะใช้การทดสอบแบบเอฟ (F Test) , การทดสอบแบบที (T Test) , Adjacency Matrix Method , การประเมินพารามิเตอร์ (Parameter Estimation) , การดูแนววิถีของระบบ (System Trajectories) และการวัดประสิทธิภาพเชิงตัวเลข (Numeric Performance Measures) เพื่อวิเคราะห์ความถูกต้องระหว่างค่าที่ได้จากการจำลองแบบปัญหากับข้อมูลจริงที่ได้