



### เรื่องที่ 3 ระบบไหลเวียนเลือด (Circulatory System)

การไหลเวียนของเลือดจะเกี่ยวข้องกับเลือด หัวใจ และหลอดเลือด ซึ่งมีความสำคัญต่อร่างกาย เนื่องจากในเลือดมีสารอาหารต่าง ๆ และมีแก๊สออกซิเจนที่ใช้ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับสารอาหาร ทำให้ได้พลังงาน น้ำ และแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ โดยมีหัวใจทำหน้าที่สูบฉีดเลือดผ่านหลอดเลือดไปยังเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย

**ระบบไหลเวียนของเลือด (Circulatory System)** เป็นระบบที่เลือดทำหน้าที่ลำเลียงสารต่างๆ ที่เซลล์ต้องการไปยังเซลล์ และกำจัดสารต่าง ๆ ที่เซลล์ไม่ต้องการออกจากร่างกาย

**ระบบไหลเวียนของเลือดประกอบด้วย** หัวใจ เลือด และหลอดเลือดเป็นระบบที่ทำหน้าที่ลำเลียงอาหารและก๊าซไปหล่อเลี้ยงเซลล์ต่างๆของร่างกาย และนำของเสียที่ร่างกายไม่ต้องการออกจากร่างกาย

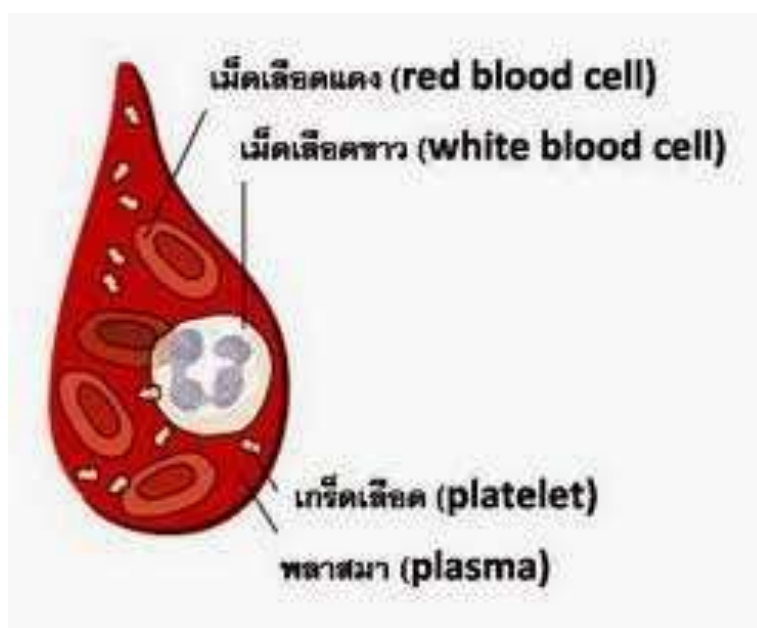
#### 3.1 เลือด (Blood)

ในร่างกายของคนเรามีเลือดอยู่ประมาณร้อยละ 9 – 10 ของน้ำหนักตัว เลือดมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ

1) ส่วนที่เป็นของเหลว ซึ่งเรียกว่า **น้ำเลือด** หรือ **พลาสมา (Plasma)** คือ ส่วนที่เป็นของเหลว มีประมาณร้อยละ 55 ของปริมาณเลือดทั้งหมดในร่างกาย

- **น้ำเลือด** ประกอบด้วย น้ำประมาณร้อยละ 91 ส่วนที่เหลือ ได้แก่ สารอาหารต่างๆ เช่น โปรตีน วิตามิน แร่ธาตุ เอนไซม์ ฮอร์โมนและก๊าซต่างๆ รวมทั้งของเสียที่ร่างกายไม่ต้องการ เช่น ยูเรีย แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น

- **น้ำเลือด** ทำหน้าที่ ลำเลียงเอนไซม์ ฮอร์โมน และแก๊สไปเลี้ยงเซลล์ต่างๆ ของร่างกาย และลำเลียงของเสียต่างๆ ส่งไปกำจัดออกนอกร่างกาย



ภาพที่ 9 ส่วนประกอบต่างๆ ของเลือดในร่างกายมนุษย์

2) ส่วนที่เป็นของแข็ง ได้แก่ เซลล์เม็ดเลือด (Corpuscle) และเกล็ดเลือด (Platelet) ซึ่งมีอยู่ประมาณร้อยละ 45 ของปริมาณเลือดทั้งหมดในร่างกาย

#### 2.1 เซลล์เม็ดเลือด (Blood Corpuscle) ประกอบด้วย

2.1.1 เซลล์เม็ดเลือดแดง (Erythrocyte, Red blood cell/RBC) มีลักษณะค่อนข้างกลม ตรงกลางบุ๋มลงไปทั้งสองข้าง (ลักษณะคล้ายโดนัท) ไม่มีนิวเคลียส มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 7-8 ไมครอน (1ไมครอน = 0.0001 เซนติเมตร)

- เม็ดเลือดแดงมีส่วนประกอบส่วนใหญ่เป็นโปรตีนซึ่งมีเหล็ก (Fe) เป็นองค์ประกอบที่สำคัญ เรียกว่า **เฮโมโกลบิน มีหน้าที่** ลำเลียงก๊าซออกซิเจนจากปอดไปยังเซลล์ต่างๆ และลำเลียงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากเซลล์ต่างๆกลับเข้าสู่ปอด
- **แหล่งสร้างเม็ดเลือดแดง** คือ ไชกระดูก เม็ดเลือดแดงมีอายุประมาณ 80-120 วัน หลังจากนั้นจะถูกส่งไปทำลายที่ตับ ม้าม



**เพื่อน ๆ รู้ไหม !** เลือด 1 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ประกอบด้วยเม็ดเลือดแดง ประมาณ 5 ล้านเซลล์ ในผู้ใหญ่เม็ดเลือดแดงสร้างที่ ไชกระดูก ในเด็กสร้างที่ตับ ม้าม และไชกระดูก

**2.1.2 เซลล์เม็ดเลือดขาว (Leukocyte, White blood cell/WBC และ Monocyte คือ เม็ดเลือดขาวที่ใหญ่ที่สุด)**

- **ลักษณะ** ไม่มีสี มีรูปร่างกลม ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9-12 ไมครอน และมีนิวเคลียสเลือด 1 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ประกอบด้วยเม็ดเลือดขาวประมาณ 5,000-10,000 เซลล์
- **หน้าที่** ต่อสู้กับเชื้อโรค และสิ่งแปลกปลอมต่างๆที่เข้าสู่ร่างกาย และป้องกันไม่ให้เลือดภายในหลอดเลือดแข็งตัว
- **แหล่งที่สร้างเม็ดเลือดขาว** คือ ม้าม ไชกระดูก และต่อมน้ำเหลือง เซลล์เม็ดเลือดขาวนี้มีอายุประมาณ 7-14 วัน ก็จะถูกทำลาย
- แบ่งเป็น 2 ชนิด ตามหน้าที่ คือ **ฟาโกไซท์ (Phagocyte)** : มีวิธีการทำลายเชื้อโรคหรือสิ่งแปลกปลอมแบบเขมือบ (Phagocytosis) และ**ลิมโฟไซท์ (Lymphocyte)** : สร้างภูมิคุ้มกัน (Immunity) โดยหลั่ง (Antibody) ต่อสู้กับเชื้อโรค

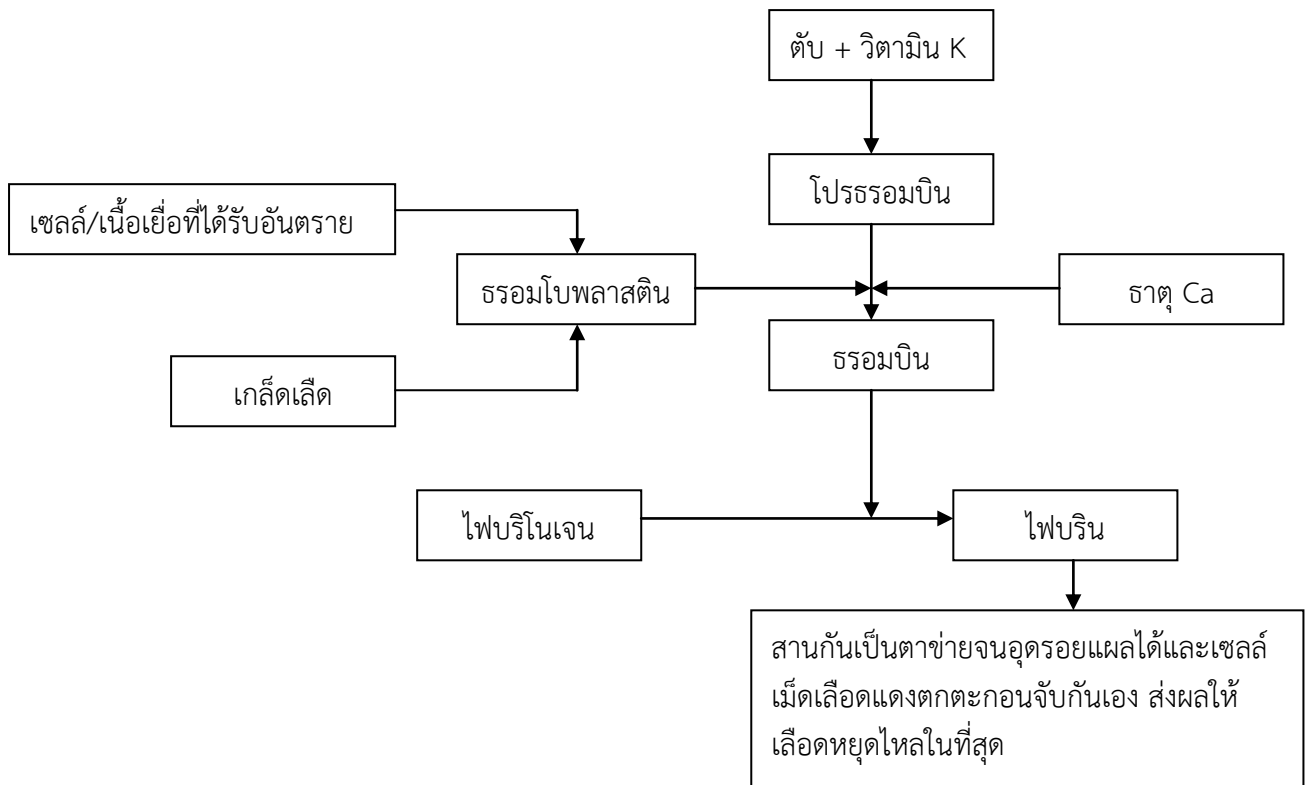
**2.2 เกล็ดเลือด (Thrombocyte หรือ Blood platelet)**

- **ลักษณะ** เกล็ดเลือดไม่ใช่เซลล์แต่เป็นชิ้นส่วนของเซลล์ มีรูปร่างกลม ไม่มีสี และไม่มีนิวเคลียส มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-5 ไมครอน เลือด 1 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ประกอบด้วยเกล็ดเลือดประมาณ 150,000-300,000 ชิ้น
- **หน้าที่** ทำให้เลือดแข็งตัวเมื่อเลือดออกสู่ภายนอกร่างกาย โดยเมื่อเกิดบาดแผลเกล็ดเลือดจะหลั่งสารไฟบริน ช่วยให้เลือดแข็งตัว (Blood clotting) และช่วยห้ามเลือดในกรณีที่เกิดบาดแผล โดยจะจับตัวเป็นกระจุกอุดรูของเส้นเลือดฝอย
- **แหล่งที่สร้างเกล็ดเลือด** คือ ไชกระดูกและเกล็ดเลือดจะมีอายุเพียง 4 วันเท่านั้นก็จะถูกทำลาย

**ว้าว !** เกล็ดเลือดช่วยในการแข็งตัวของเลือด โดยจะทำหน้าที่ปล่อยเอนไซม์มาทำให้สารไฟบริโนเจน (Fibrinogen) เป็นเส้นใยเหนียวประสานกันเป็นร่างแห



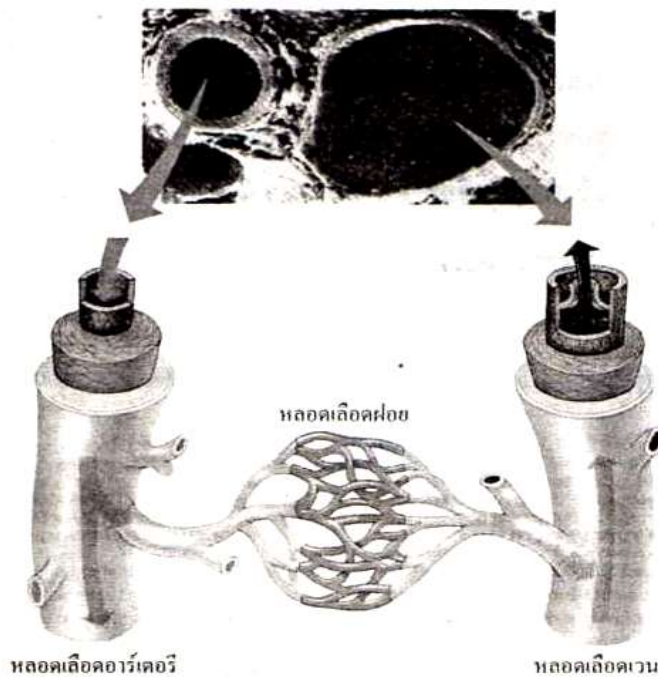
แผนภาพกระบวนการแข็งตัวของเลือด (Blood Clotting)



แผนภาพที่ 1 กระบวนการแข็งตัวของเลือด (Blood Clotting)

3.2 หลอดเลือด (Blood vessel)

หลอดเลือด ( Blood vessel) คือ ท่อซึ่งทำให้เลือดไหลเวียนไป โดยอาศัยแรงจากการสูบฉีดของหัวใจ หรือการบีบตัวของผนังหลอดเลือด ทำให้เกิดแรงดันเลือดไหลไปสู่ส่วนต่างๆ ของร่างกายและไหลกลับคืนสู่หัวใจ หลอดเลือดในร่างกายแบ่งเป็น 3 ระบบ คือ



ภาพที่ 10 ลักษณะหลอดเลือดชนิดต่าง ๆ

1. **หลอดเลือดอาร์เทอร์รี่ (Artery)** คือ หลอดเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจมีขนาดแตกต่างกัน ได้แก่ **หลอดเลือดเออร์ตา (Aorta)** เป็นหลอดเลือดขนาดใหญ่ คือ มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว ขนาดรองลงมา เรียกว่า **อาร์เทอร์รี่ (Artery)** และขนาดเล็กที่สุด เรียกว่า **อาร์เทอร์รี่โอล (Arteriole)** หมายถึงหลอดเลือดแดงฝอย

- หลอดเลือดอาร์เทอร์รี่เป็นหลอดเลือดที่มีทิศทางนำเลือดออกจากหัวใจไปพอกที่ปอดและนำเลือดออกจากหัวใจไปยังส่วนต่างๆของร่างกาย

- **ลักษณะของหลอดเลือดอาร์เทอร์รี่** จะมีผนังหนา มีความยืดหยุ่นได้ดี และรักษาระดับความดันเลือดให้คงที่ได้ เลือดที่บรรจุอยู่ในหลอดเลือดอาร์เทอร์รี่จะเป็นเลือดที่มีปริมาณออกซิเจนสูง (ยกเว้นเลือดที่นำเลือดที่ออกจากหัวใจไปพอกที่ปอด (Pulmonary artery) ดังนั้นจึงเรียกหลอดเลือดอาร์เทอร์รี่ว่า **หลอดเลือดแดง**

2. **หลอดเลือดเวน (Vein)** คือ หลอดเลือดที่นำเลือดกลับสู่หัวใจมีขนาดแตกต่างกัน ได้แก่ **หลอดเลือดเวนาคาวา (Vena cava)** เป็นหลอดเลือดที่มีขนาดใหญ่ที่สุด เส้นเลือดที่มีขนาดรองลงมา เรียกว่า **เวน** และขนาดเล็กที่สุดเรียก **เวนูล (Venule)** หรือหลอดเลือดดำฝอย

- หลอดเลือดเวนเป็นหลอดเลือดที่มีทิศทางนำเลือดที่พอกแล้วจากปอด รวมทั้งเลือดที่เลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกายแล้วกลับเข้าสู่หัวใจ

- **ลักษณะของหลอดเลือดเวน** เป็นหลอดเลือดที่มีผนังบางกว่าหลอดเลือดอาร์เทอร์รี่ จึงมีช่องตรงกลางใหญ่และจุเลือดได้มาก ความดันในหลอดเลือดเวนจะต่ำ ดังนั้น หลอดเลือดเวนจึงมีลิ้นกั้นเป็นระยะๆ ช่วยป้องกันไม่ให้เลือดไหลย้อนกลับ เลือดที่บรรจุอยู่ในหลอดเลือดเวนจะมีปริมาณออกซิเจนต่ำ (ยกเว้นหลอดเลือดที่นำเลือดที่พอกแล้วจากปอดกลับเข้าสู่หัวใจ (Pulmonary vein) ดังนั้น จึงเรียกหลอดเลือดดำ

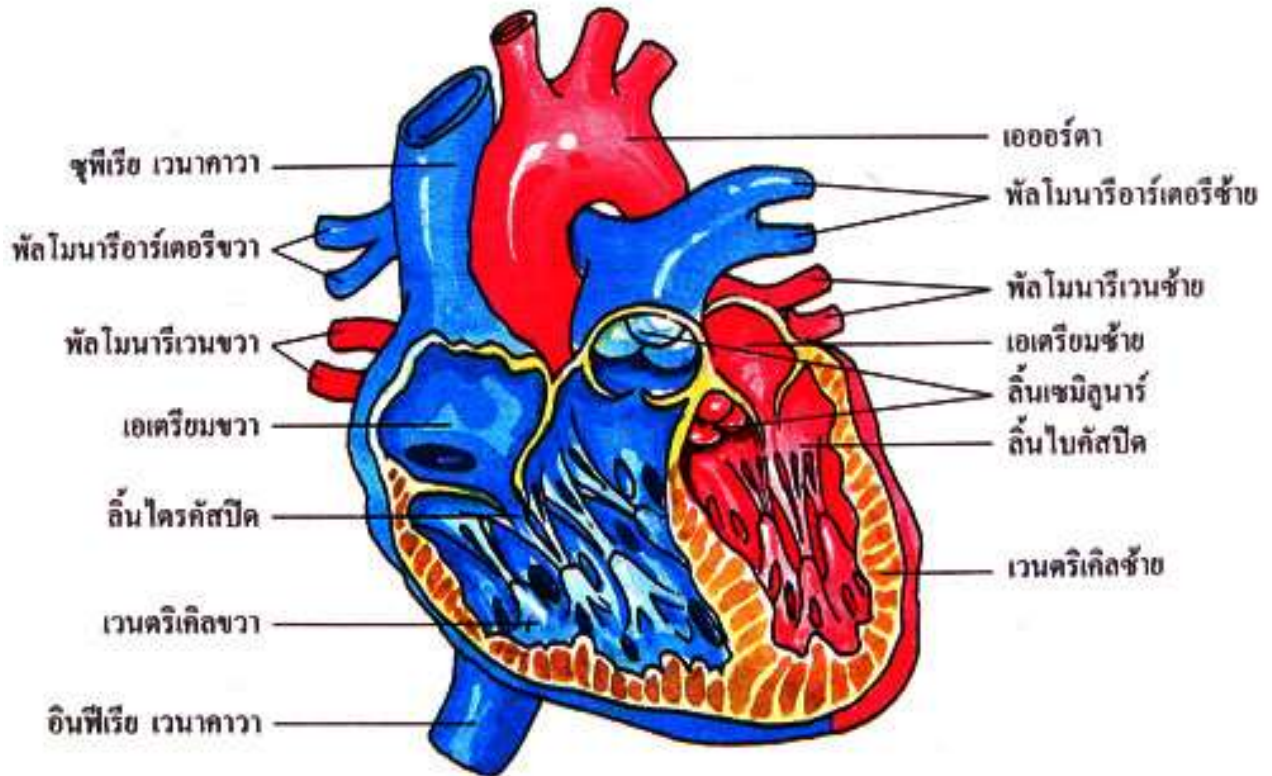
3. **หลอดเลือดฝอย (Capillary)** เป็นหลอดเลือดที่มีการเชื่อมโยงระหว่างหลอดเลือดแดงฝอย (Arteriole) กับหลอดเลือดดำฝอย (Venule) เป็นหลอดเลือดที่มีขนาดเล็กมากประมาณ 6 ไมครอน ( $6 \times 10^{-3}$  มิลลิเมตร) และมีผนังบางมาก จะพบหลอดเลือดฝอยแทรกอยู่ส่วนต่างๆของร่างกายแทบทุกส่วนและมีจำนวนมาก บริเวณผนังของหลอดเลือดฝอยเป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนอาหาร ก๊าซและสารต่างๆ และของเสียระหว่างเลือดกับเซลล์ของร่างกาย ดังนั้นการที่มีหลอดเลือดฝอยจำนวนมากในร่างกายจึงเป็นการเพิ่มพื้นที่ผิวทำให้การแลกเปลี่ยนอาหาร ก๊าซ และสารต่างๆระหว่างเซลล์กับเลือดมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

ตารางเปรียบเทียบหลอดเลือดของมนุษย์ แบ่งออกเป็น 3 ชนิดดังตาราง

ข้อเปรียบเทียบ	อาร์เทอร์รี่ (Artery)	เวน (Vein)	เลือดฝอย (Capillary)
นิยาม	นำเลือดออกจากหัวใจ	นำเลือดเข้าสู่หัวใจ	เชื่อมกับ Artery และ Vein
หน้าที่	นำเลือดส่งไปเลี้ยงที่อวัยวะต่างๆ	นำเลือดใช้แล้วจากอวัยวะต่างๆ กับเข้าสู่หัวใจ	แลกเปลี่ยนก๊าซและสารต่างๆ
ปริมาณ O <sub>2</sub> (ถ้าสูงเลือดสีแดง)	สูง ยกเว้น pulmonary artery	ต่ำ ยกเว้น pulmonary vein	-
ความหนาผนัง	หนาที่สุด	หนารองลงมา	บางที่สุด
ความเร็วของเลือด	เร็วที่สุด	เร็วรองลงมา	ช้าที่สุด
ลิ้นกั้นในหลอดเลือด	ไม่มี ยกเว้น pulmonary artery	มี ยกเว้น pulmonary vein	ไม่มี
กลไกการลำเลียง	แรงดันเลือด	กล้ามเนื้อคลายหดตัว และมีลิ้นป้องกันการไหลย้อน	หลักการแพร่
ขนาดของหลอดเลือดในชนิดเดียวกัน	Aorta ใหญ่ที่สุด Arteriole เล็กที่สุด	Vena cava ใหญ่ที่สุด Venule เล็กที่สุด	-

### 3.3 หัวใจ (Heart)

หัวใจ (Heart) อยู่บริเวณทรวงอก ระหว่างปอดทั้งสองข้าง ค่อนไปทางด้านซ้าย ประกอบด้วยกล้ามเนื้อพิเศษที่เรียกว่า กล้ามเนื้อหัวใจ แบ่งออกเป็นห้องบน 2 ห้อง เรียกว่า เอเทรียม (Atrium) และห้องล่าง 2 ห้อง เรียกว่า เวนทริเคิล (Ventricle) โดยหัวใจจะมี 2 ซีก ห้องขวารับเลือดเสีย ห้องซ้ายรับเลือดดี

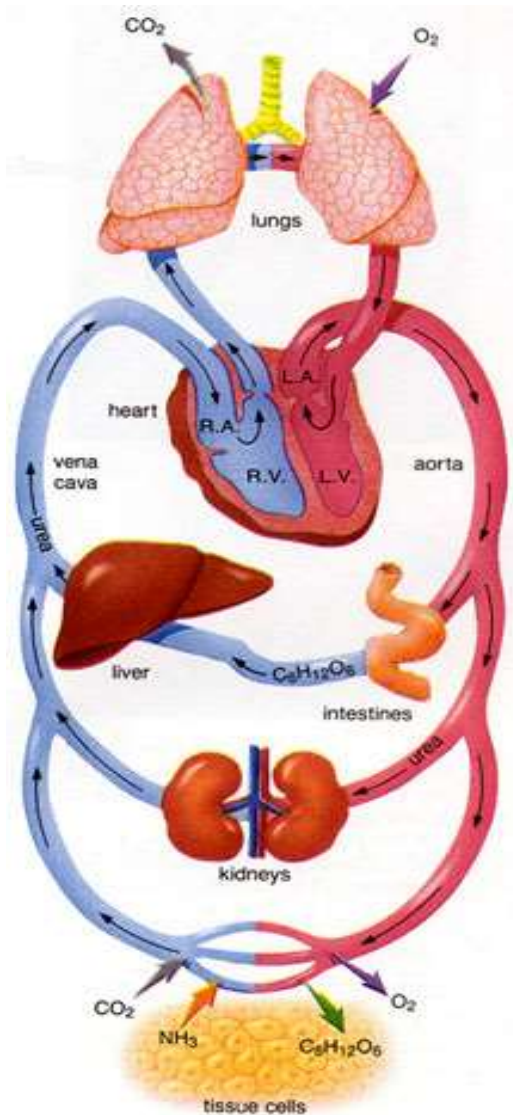


ภาพที่ 11 รูปแสดงส่วนประกอบของหัวใจ

ระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ เกิดขึ้นตามลำดับ ดังนี้

1. หัวใจห้องบนขวา (Right Atrium) จะรับเลือดดำจากหลอดเลือดขนาดใหญ่ 2 เส้น คือ จูพีเรียเวนาคาวา (Superior vena cava) จากส่วนหัวและแขน และ อินฟีเรียเวนาคาวา (Inferior vena cava) จากส่วนลำตัวและขา
2. หัวใจห้องบนขวา (Right Atrium) บีบตัวนำเลือดเข้าสู่หัวใจห้องล่างขวา (Right Ventricle) โดยผ่าน ลิ้นไตรคัสปิด (Tricuspid valve) ที่กั้นอยู่ระหว่างหัวใจห้องบนขวาและล่างขวา
3. หัวใจห้องล่างขวา (Right Ventricle) บีบตัว เลือดจะไหลผ่าน ลิ้นพัลโมนารีเซมิลูนาร์ (Pulmonary Semilunar valve) เพื่อฉีดไปยังเส้นเลือด พัลโมนารีอาร์เทอรี (Pulmonary artery) นำไปแลกเปลี่ยนก๊าซที่ปอด โดยจะปล่อย  $\text{CO}_2$  ออก และรับ  $\text{O}_2$  เข้าแทน เลือดจะไหลกลับสู่หัวใจทาง พัลโมนารีเวน (Pulmonary vein) เข้าหัวใจห้องบนซ้าย
4. หัวใจห้องบนซ้าย (Left Atrium) บีบตัวนำเลือดเข้าสู่หัวใจห้องล่างซ้าย (Left Ventricle) โดยผ่าน ลิ้นไบคัสปิด (Bicuspid valve) หรือ เรียกอีกชื่อว่า ลิ้นไมทรอล (Mitral valve) ที่กั้นระหว่างห้องบนซ้ายและล่างซ้าย
5. หัวใจห้องล่างซ้าย (Left Ventricle) บีบตัว เลือดจะไหลเข้าสู่ เอออร์ตา (Aorta) หลอดเลือดแดงขนาดใหญ่ที่สุดในร่างกาย และมีลิ้นเอออร์ติกเซมิลูนาร์ (Aortic semilunar valve) กั้นไม่ให้เลือดไหลย้อนกลับเข้าสู่หัวใจ
6. เอออร์ตาจะมีแขนงต่าง ๆ คือ หลอดเลือดอาร์เทอรี Artery ส่งเลือดที่ฟอกแล้วไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย





**ข้อควรจำ**

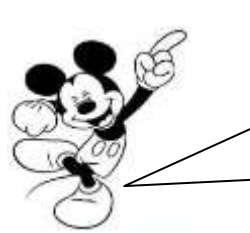
- หัวใจห้องล่างซ้าย (Left Ventricle) เป็นห้องที่ผนังหนาและแข็งแรงที่สุด เพราะต้องสูบฉีดเลือดแดงไปทั่วร่างกาย
- หลอดเลือดพัลโมนารีอาร์เทอรี (Pulmonary Artery) บรรจูลือดดำเพื่อไปฟอกที่ปอด
- หลอดเลือดพัลโมนารีเวน (Pulmonary Vein) บรรจูลือดแดงที่ฟอกออกจากปอดแล้วเข้าสู่หัวใจ

**เพิ่มเติม :** จังหวะการเต้นของหัวใจ (ความดันโลหิต :Blood pressure) ขณะหัวใจบีบตัวและคลายตัวเพื่อสูบฉีดเลือดไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย มีหน่วยวัดเป็น มิลลิเมตรปรอท (mmHg)

สามารถวัดค่าได้เป็นค่าความดันโลหิต  $S_1/S_2$

- \*  $S_1$  = Systolic ค่าความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว เป็นช่วงที่เลือดเข้า-ออกหัวใจ
- \*  $S_2$  = Diastolic ค่าความดันโลหิตขณะหัวใจคลายตัวเป็นช่วงที่เลือดย้ายห้องบน-ล่าง ภายในหัวใจ
- \* คนปกติมีค่าความดันโลหิต 120/80 มิลลิเมตรปรอท
- \* อัตราการเต้นของหัวใจ (Rate) ปกติอยู่ที่ 60-120 ครั้ง/นาที และโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 75 ครั้ง/นาที
- \* เครื่องมือวัดความดันโลหิต เรียกว่า “มาตรวัดความดันเลือด” จะใช้คู่กับสเตโทสโคป (Stethoscope) โดยจะวัดความดันเลือดแดง

ภาพที่ 12 แสดงการไหลเวียนเลือดในร่างกายมนุษย์



**ทราบหรือไม่ ! ลิ้นไตรคัสพิด ( Tricuspid Value )** คือ ลิ้นหัวใจที่คั่นอยู่ระหว่างหัวใจห้องบนขวา – ล่างขวา และ**ลิ้นไบคัสพิด (Bicuspid Value )** คือ ลิ้นหัวใจที่คั่นอยู่ระหว่างหัวใจห้องบนซ้าย – ล่างซ้าย ซึ่งลิ้นทั้งสองจะทำหน้าที่ป้องกันไม่ไห้เลือดไหลย้อนกลับ

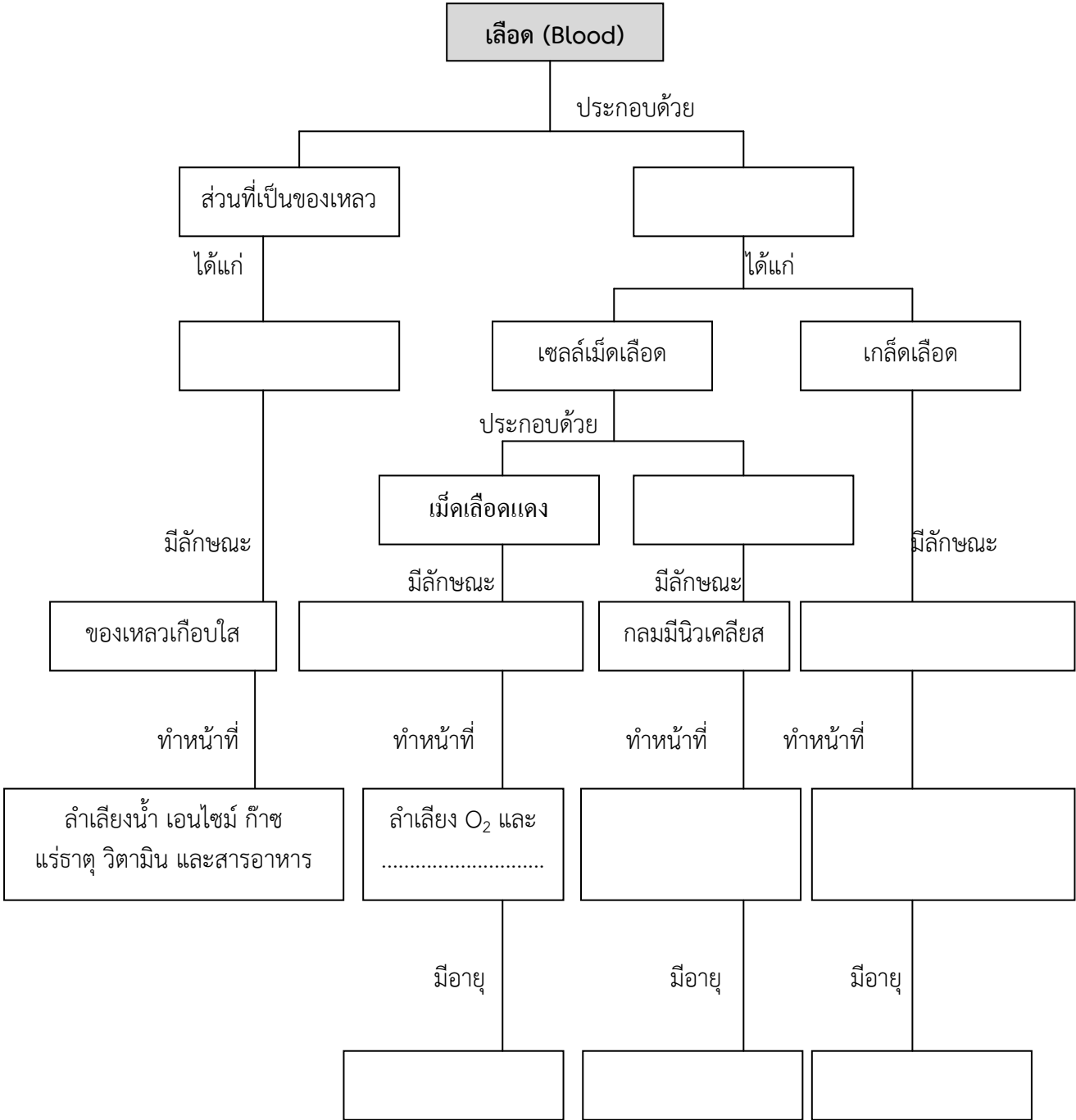
**หมู่เลือดและการให้เลือด :** หมู่เลือดจำแนกออกเป็นหมู่ต่างๆ ตามชนิดของไกลโคโปรตีนหรือแอนติเจน (Antigen/Ag) ที่อยู่บนเซลล์เม็ดเลือดแดง โดยระบบหมู่เลือด ABO แบ่งได้เป็น 4 หมู่ คือ A , B , AB และ O และในน้ำเลือดหรือพลาสมา จะมีแอนติบอดี (Antibody/Ab) ที่จำเพาะต่อหมู่เลือด 2 ชนิดเท่านั้น คือ แอนติบอดี A และ B ทั้งนี้ คนที่มีหมู่เลือดต่างกัน ก็จะมีแอนติเจนและแอนติบอดีแตกต่างกัน ดังตาราง

หมู่เลือด	แอนติเจน (Ag)	แอนติบอดี (Ab)	ให้เลือด	รับเลือด
A	A	B	A และ AB	A และ O
B	B	A	B และ AB	B และ O
AB	A และ B	-	AB	ได้ทุกกรุ๊ป
O	-	A และ B	ได้ทุกกรุ๊ป	รับได้เฉพาะ O

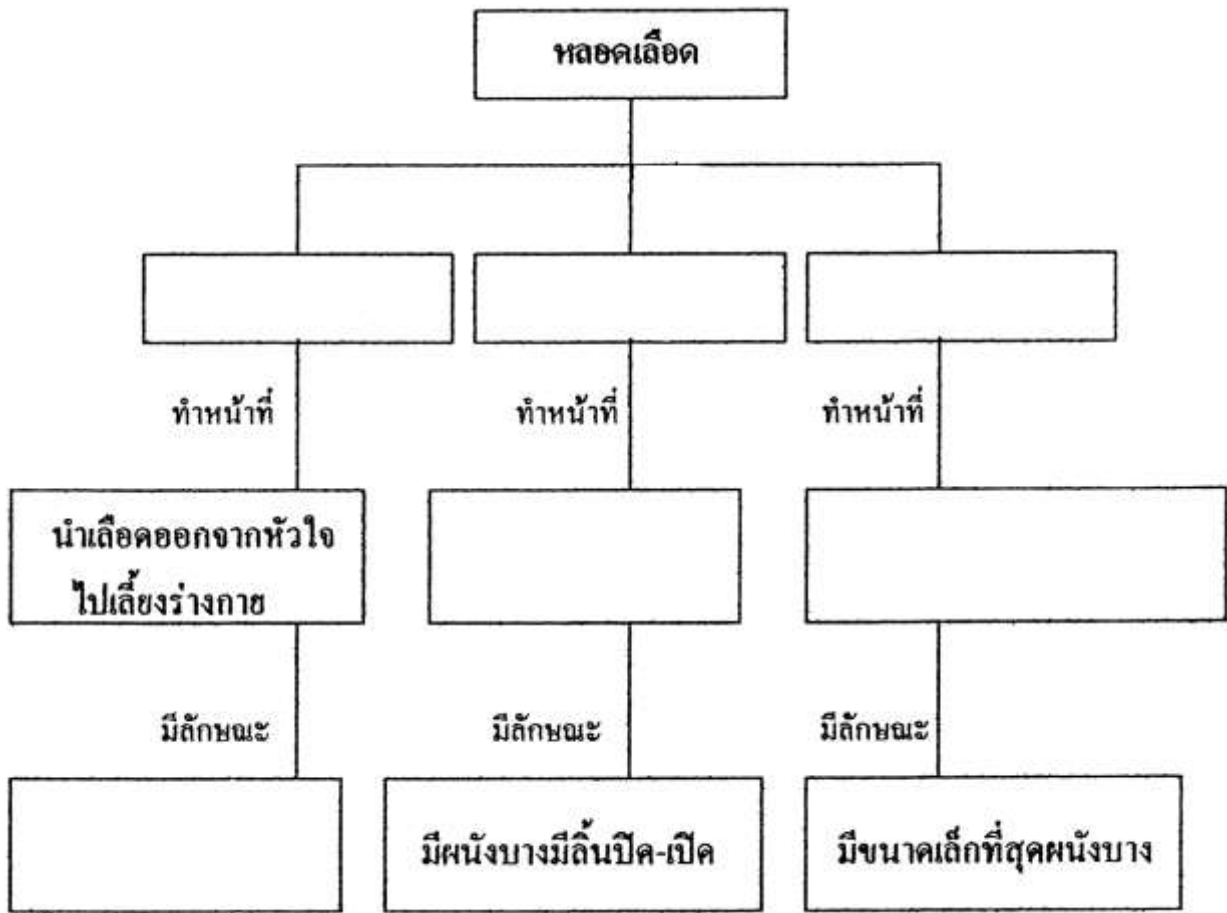
หลักการให้เลือด : ผู้ให้และผู้รับควรมีหมู่เลือดเดียวกันจึงจะปลอดภัยที่สุด หรือให้ยึดหลักที่ว่า ผู้รับเลือดต้องไม่ Ab ตรงกับ Ag ของผู้ให้ เนื่องจากหาก Ag และ Ab ชนิดเดียวกันมาทำปฏิกิริยากันจะตกตะกอนในหลอดเลือดจะทำให้ตายได้

**ใบงานที่ 3.1 ระบบไหลเวียนเลือด “เลือด หลอดเลือด หัวใจ”**

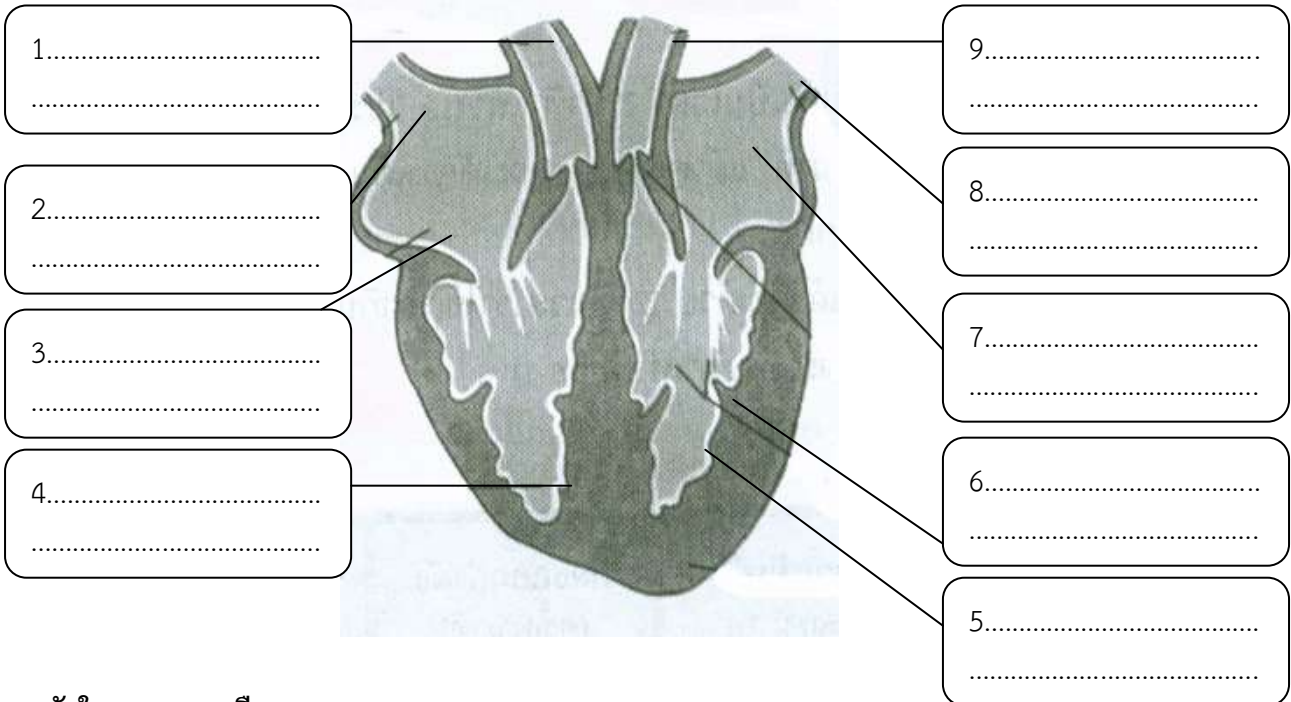
คำชี้แจง : ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับระบบหมุนเวียนเลือด จากนั้นตอบคำถามลงในช่องว่างให้ถูกต้อง  
 ตอนที่ 1 ให้เติมข้อความลงในช่องว่างในแผนผังความคิด เรื่อง เลือด ให้ถูกต้อง



ตอนที่ 2 ให้เติมข้อความลงในช่องว่างในแผนผังความคิด เรื่อง หลอดเลือด ให้ถูกต้อง



ตอนที่ 3 ให้นักเรียนศึกษาโครงสร้างการทำงานของหัวใจ โดยเติมคำลงในช่องว่างให้ถูกต้อง



**หัวใจและหลอดเลือด**

หัวใจของคนเรา แบ่งออกเป็น.....ห้อง  
 หัวใจห้องบนเรียกว่า.....  
 หัวใจห้องล่างเรียกว่า.....



**ใบงานที่ 3.2 ระบบไหลเวียนเลือดของมนุษย์**

**คำชี้แจง :** ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับระบบหมุนเวียนเลือด จากนั้นตอบคำถามลงในช่องว่างให้ถูกต้อง  
**ตอนที่ 1** ให้นักเรียนนำข้อความที่กำหนด เติมลงในช่องว่างให้ถูกต้อง

หัวใจห้องบนซ้าย	หลอดเลือดนำเลือดไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกาย	หัวใจห้องล่างซ้าย
หลอดเลือดนำเลือดไปปอด	หลอดเลือดนำเลือดจากปอดเข้าสู่หัวใจ	หลอดเลือดนำเลือดจากร่างกายเข้าสู่หัวใจ

หัวใจห้องบนซ้าย	หัวใจห้องล่างขวา
-----------------	------------------

.....

.....

.....

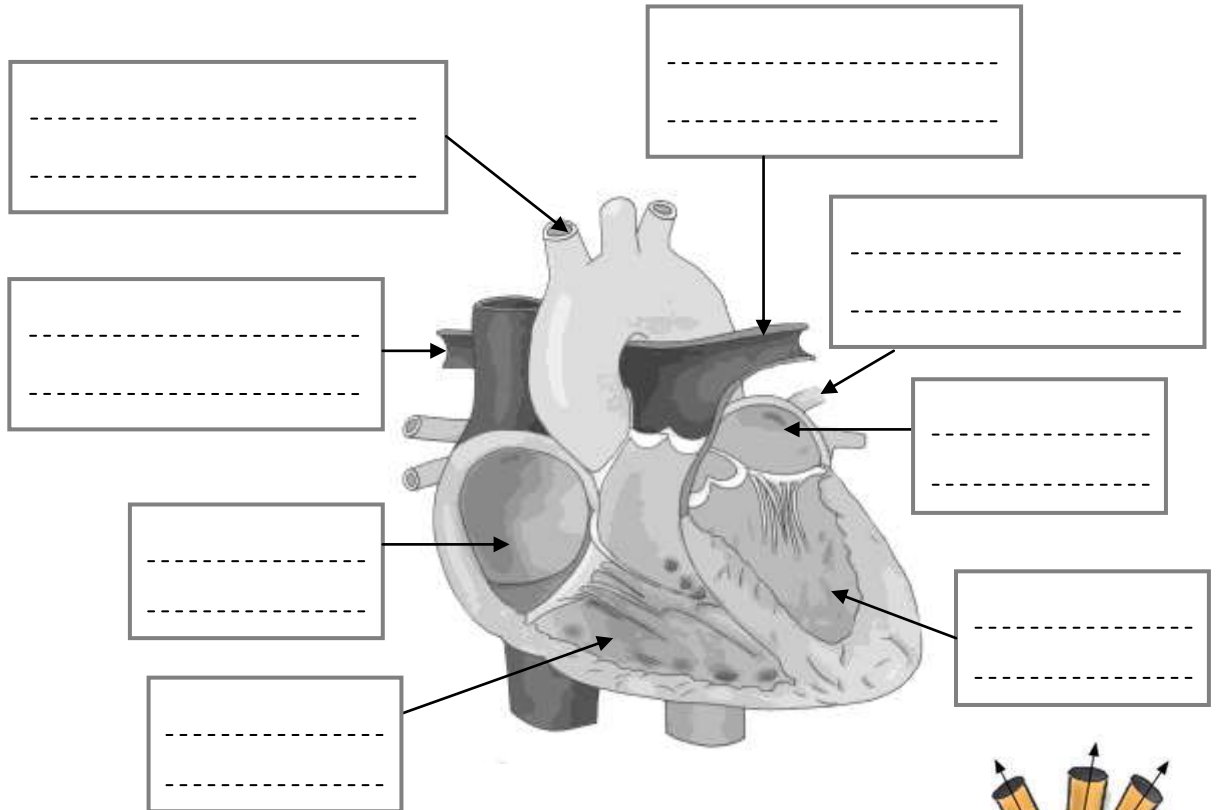
.....

.....

.....

.....

.....



**ตอนที่ 2** จากภาพทางด้านขวาให้นักเรียนอธิบายระบบไหลเวียนเลือดของมนุษย์

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

