

บทที่ 7

ระบบไหลเวียน

(Circulatory System)

ระบบไหลเวียนประกอบด้วย 2 ระบบหลักที่ทำงานเกี่ยวเนื่องกันคือ

1. ระบบหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular system) ประกอบด้วยหัวใจ (Heart) หลอดเลือด (Blood Vessels) และเลือด (Blood)
2. ระบบน้ำเหลือง (Lymphatic System) ประกอบด้วยน้ำเหลือง (Lymph) หลอดน้ำเหลือง (Lymphatic Vessel) ต่อม้ำน้ำเหลือง (Lymphatic Node) ม้าม (Spleen) ต่อมไทมัส (Thymus Gland) และต่อมทอลซิล (Tonsil)

ระบบหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular System)

หน้าที่ของระบบหัวใจและหลอดเลือด

1. ขนส่งออกซิเจนและอาหารไปให้เซลล์ทั่วร่างกาย นำคาร์บอนไดออกไซด์และของเสียจากเซลล์ไปขับทิ้งยังอวัยวะขับถ่าย
2. ช่วยควบคุมระดับความสมดุลย์ของกรด – ด่างภายในร่างกาย
3. ช่วยควบคุมระดับความสมดุลย์ของอุณหภูมิในร่างกาย
4. ช่วยทำลายเชื้อโรค และป้องกันเชื้อโรคโดยการสร้างภูมิคุ้มกัน (Antibodies) ให้กับร่างกาย
5. ช่วยลำเลียงฮอร์โมนและเอนไซม์ไปให้เซลล์เพื่อให้อวัยวะมีการทำงานตามปกติ
6. ป้องกันการตกเลือด โดยการเกิดลิ่มเลือดอุดตันบาดแผล

หัวใจ (Heart หรือ Cardium)

หัวใจมีขนาดประมาณกำปั้นของผู้เป็นเจ้าของ มีรูปร่างคล้ายดอกบัวตูม โดยมีส่วนฐานอยู่ด้านบน ตั้งอยู่บริเวณซี่โครง (Rib) อันที่ 2 ส่วนปลายเรียกว่าเอเป็กซ์ (Apex) จะชี้ลงล่างไปทางด้านซ้าย ตั้งอยู่บริเวณระดับแนวเส้นที่ลากจากกึ่งกลางของกระดูกไหปลาร้าถึงช่องระหว่างซี่โครงอันที่ 5 และ 6 หัวใจอยู่ภายในช่องอกระหว่างปอดทั้งสองข้าง 2 ใน 3 ส่วนของหัวใจจะอยู่ด้านซ้าย มีน้ำหนักประมาณ 300 กรัม

PE 244

109

PE 244

109

อันที่ 5 และ 6 หัวใจอยู่ภายในช่องอกระหว่างปอดทั้งสองข้าง 2 ใน 3 ส่วนของหัวใจจะอยู่ด้านซ้าย มีน้ำหนักประมาณ 300 กรัม

หัวใจถูกห่อหุ้มด้วยเยื่อหัวใจ (Covering of the Heart) เรียกว่าเพอริคาร์เดียม (Pericardium) จำนวน 2 ชั้น ๆ นอกเรียกว่าพาริเทัล เลเยอร์ (Parietal Layer) และชั้นในเรียกว่า วิสเซอร์รัล เลเยอร์ (Visceral layer) ระหว่างชั้นมีช่องว่างและมีของเหลวหล่อลื่นอยู่ เพื่อป้องกันอันตรายจากการเสียดสีกับอวัยวะข้างเคียงและขณะหัวใจบีบตัว

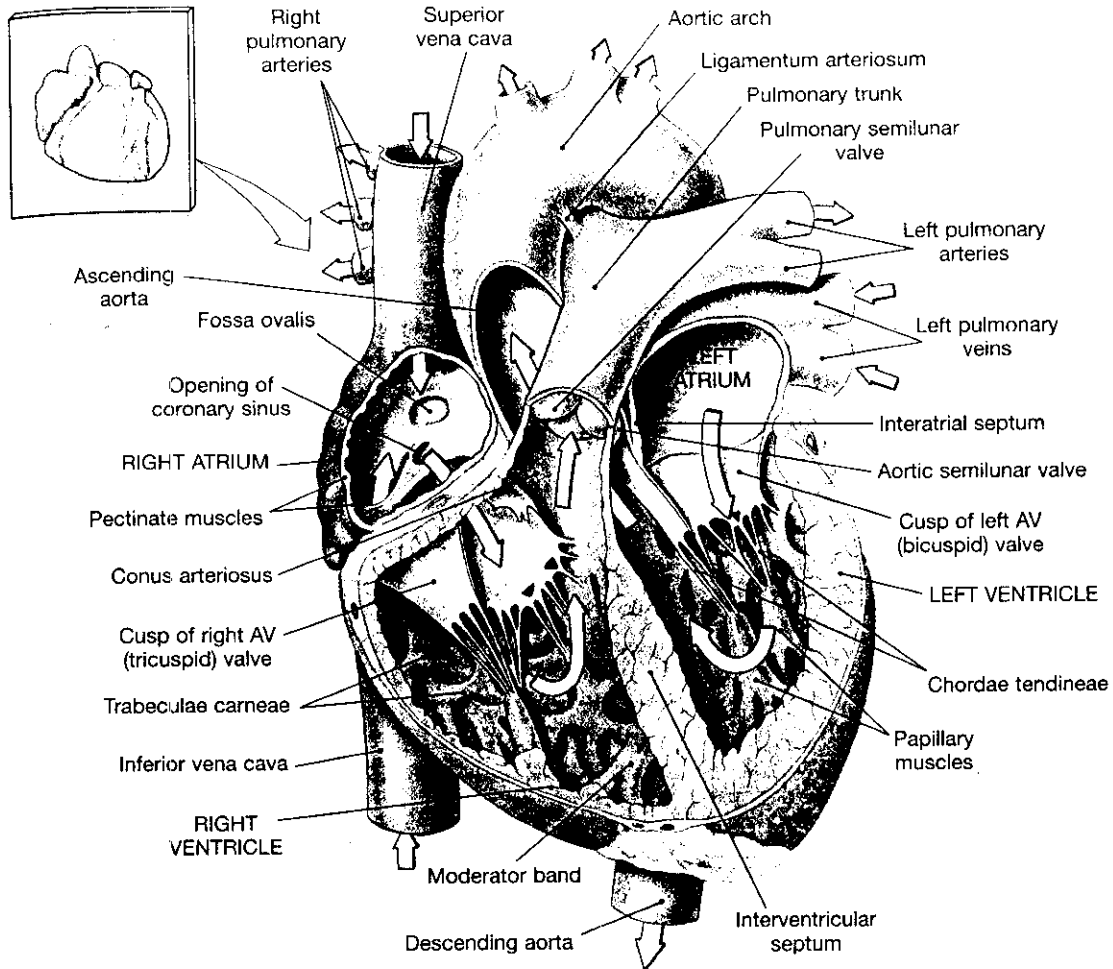
โครงสร้างของหัวใจ

หัวใจประกอบด้วยกล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiac Muscle) ภายในกลวง เป็นกล้ามเนื้อที่อยู่นอกอำนาจจิตใจ หัวใจมีผนัง 3 ชั้น ดังนี้คือ

1. ชั้นนอกสุดเรียกว่า อีพิการ์เดียม (Epicardium)
2. ชั้นกลางเรียกว่า ไมโอคาร์เดียม (Myocardium) เป็นชั้นของกล้ามเนื้อหัวใจ ซึ่งถือว่าเป็นชั้นที่เป็นองค์ประกอบหลักของหัวใจ ทำหน้าที่ในการสูบฉีดเลือด
3. ชั้นในสุดเรียกว่า เอนโดคาร์เดียม (Endocardium)

ภายในหัวใจแบ่งออกเป็น 4 ห้อง คือห้องบน (Atrium) 2 ห้อง ห้องล่าง (Ventricle) 2 ห้อง หรือแบ่งเป็นห้องด้านขวา (Right) 2 ห้องและห้องด้านซ้าย (Left) 2 ห้อง โดยมีผนังเรียกว่า เซปตัม (Septum) กั้นกลางระหว่างห้องด้านซ้ายกับห้องด้านขวา ระหว่างห้องบนกับห้องล่างมีลิ้นหัวใจ (Valve) กั้นอยู่ ลิ้นหัวใจมีบทบาทช่วยทำให้การไหลเวียนของเลือดไปในทิศทางเดียว ไม่มีการไหลย้อนกลับ ลิ้นหัวใจระหว่างหัวใจห้องบนขวากับห้องล่างขวามีลักษณะเป็น 3 แฉก เรียกว่า ลิ้นไตรคัสปิด (Tricuspid Valve) ส่วนลิ้นหัวใจระหว่างห้องบนซ้ายกับห้องล่างซ้ายมีลักษณะเป็น 2 แฉกเรียกว่า ลิ้นไบคัสปิด (Bicuspid Valve) หรือมักเรียกว่า ลิ้นไมตรัล (Mitral Valve) นอกจากนี้แล้วยังมีลิ้นหัวใจระหว่างหัวใจห้องล่างขวากับหลอดเลือดที่ส่งเลือดไปปอดที่ ปอด (Pulmonary Artery) และระหว่างหัวใจห้องล่างซ้ายกับหลอดเลือดที่ส่งเลือดไปหล่อเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกาย (Aorta) เรียกว่า ลิ้นเซมิลูนา (Semilunar Valve) มีรูปร่างคล้ายพระจันทร์ครึ่งซีก ผนังภายในหัวใจห้องล่างจะหนากว่าห้องบน เพราะนอกจากจะมีลักษณะความแตกต่างระหว่างการเรียงตัวของกล้ามเนื้อแล้ว ลักษณะการทำงานของหัวใจห้องล่างจะทำงานมากกว่าหัวใจห้องบน เพราะหัวใจห้องบนทำงานเพียงสูบฉีดเลือดจากห้องบนลงสู่ห้องล่าง ในขณะที่ห้องล่างต้องบีบตัวส่งเลือดไปที่ปอดและไปทั่วร่างกาย และหัวใจด้านซ้ายจะมีผนังที่หนากว่าด้าน

ขวา โดยเฉพาะอย่างยิ่งหัวใจห้องล่างซ้าย (Left Ventricle) จะมีขนาดและความหนาของผนังมากที่สุดเพราะต้องสูบฉีดโลหิตออกจากหัวใจเพื่อไปหล่อเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย



ภาพที่ 55 แสดงลักษณะของหัวใจ

ที่มา : Martini 2001 : 661

สรีรวิทยาของหัวใจ (Physiology of the Heart)

หัวใจทำหน้าที่ในการสูบฉีดเลือด (Cardiac Pumping Function) ดังต่อไปนี้คือ

1. สูบฉีดเลือดออกจากหัวใจเพื่อไปเลี้ยงเซลล์และเนื้อเยื่อตามส่วนต่างๆ ของร่างกาย โดยการบีบตัวของหัวใจห้องล่างซ้าย (Left Ventricle) ซึ่งเรียกระยะของการบีบตัวนี้ว่า ซิสโตลิส (Systole) ผ่านเส้นเลือดแดงใหญ่เอออร์ตา (Aorta)
2. รับเลือดจากเซลล์และเนื้อเยื่อที่ใช้แล้วกลับสู่หัวใจห้องบนขวา (Right Atrium) เพื่อไปสู่หัวใจห้องล่างขวา (Right Ventricle) แล้วสูบฉีดเพื่อไปฟอก (แลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างคาร์บอนไดออกไซด์กับออกซิเจน) ที่ปอด

การเต้นของหัวใจเกิดขึ้นได้เองตลอดเวลา มีจังหวะการเต้นที่สม่ำเสมอและเป็นไปโดยอัตโนมัติ ทั้งนี้เนื่องจากหัวใจมีกลุ่มเซลล์ที่สร้างคลื่นไฟฟ้าได้เอง (Pacemaker Cells หรือ Node cells) 2 ชนิดคือ

1. ไชนโอเทรียล โหนด (Sino – Atrial Node หรือ S – A Node) อยู่บริเวณหัวใจห้องบนขวาที่ติดต่อกับเส้นเลือดใหญ่ที่นำเลือดกลับเข้าสู่หัวใจ (Superior Vena Cava) S – A Node เป็นแหล่งต้นกำเนิดของการสร้างคลื่นไฟฟ้าไปควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจ โดยมีเส้นประสาทเวกัส (Vagus) และประสาทซิมพาเทติก (Sympathetic) มาเลี้ยงเป็นจำนวนมาก
2. เอตริโอ – เวนตริคูลาร์ โหนด (Atrio – Ventricular Node หรือ A – V Node) อยู่บริเวณรอยต่อระหว่างหัวใจห้องบนขวากับห้องล่างขวาใกล้ลิ้นไทรคัสปิด เป็นบริเวณให้คลื่นไฟฟ้าไปควบคุมการเต้นของหัวใจ มีเส้นประสาทเวกัส และประสาทซิมพาเทติกมาเลี้ยงเช่นกัน นอกจากนี้แล้วหัวใจยังมีกลุ่มเซลล์ที่ทำหน้าที่นำคลื่นไฟฟ้าไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของหัวใจเรียกว่า บันเดิล ออฟ ฮิส (Bundle of His) ด้วย

การควบคุมการทำงานของหัวใจ

การทำงานของหัวใจมีอิทธิพลมาจากปัจจัยหลายประการ ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้ คือ

1. การควบคุมจากระบบประสาทอัตโนมัติ (Autonomic Nervous System) ประกอบด้วย
 - 1.1 ประสาทซิมพาเทติก (Sympathetic) มีบทบาทควบคุมการเต้นของหัวใจให้เร็วและแรงขึ้น

1.2 ประสาทพาราซิมพาเทติก (parasympathetic) มีบทบาทควบคุมการเต้นของหัวใจให้เด่นช้าและเบาลง

2. การควบคุมจากระบบต่อมไร้ท่อ (Endocrine System) โดยต่อมหมวกไตชั้นในผลิตฮอร์โมนที่สำคัญ 2 ชนิด คือ อีพิเนฟริน (Epinephrine) หรืออะดรีนาลิน (Adrenalin) กับ นอร์อีพิเนฟริน (Nor - Epinephrine) หรือ นอร์ อะดรีนาลิน (Nor - Adrenalin) มีบทบาทควบคุมการเต้นของหัวใจให้เร็วและแรงขึ้น เหมือนกับประสาทซิมพาเทติก

3. การควบคุมจากหัวใจเอง จากการค้นพบเกี่ยวกับการทำงานของหัวใจของ แฟรงค์ สตาร์ลิง (Frank - Starling) ซึ่งเรียกว่าสตาร์ลิง ลอว์ ออฟ เดอะ ฮาร์ท (Starling's Law of the Heart) ได้กล่าวไว้ว่า "ความแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อหัวใจขึ้นอยู่กับความยาวของกล้ามเนื้อที่เหมาะสม เมื่อเลือดไหลกลับเข้าสู่หัวใจในปริมาณมากขึ้น แรงดึงตัวของกล้ามเนื้อหัวใจห้องล่างจะมากขึ้นทำให้กล้ามเนื้อหัวใจสามารถบีบตัวได้แรงขึ้น" หรืออาจกล่าวได้ว่า ถ้าเลือดไหลกลับสู่หัวใจ (Venous Return) มาก หัวใจก็จะบีบเลือดออกจากหัวใจมากเช่นกัน

อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate)

เครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดอัตราการเต้นของหัวใจ เรียกว่า สเตทโทโทรสโคป (Stethoscope) มีลักษณะเป็นหูฟังซึ่งแพทย์นิยมใช้ เสียงของหัวใจที่ได้ยินเกิดจากการหดตัวของผนังห้องหัวใจ และการปิดเปิดลิ้นหัวใจเพื่อสูบฉีดเลือด ถ้าใช้ Stethoscope ฟังจะได้ยินเสียงของหัวใจดัง "ลับ - ดับ" (Lub - Dub) เสียงลับ (Lub) เป็นเสียงแรกที่ตั้งอย่างชัดเจน มีเวลานาน ส่วนเสียงดับ (Dub) เป็นเสียงที่สองระยะเวลาสั้นกว่าเสียงแรก

อัตราการเต้นของหัวใจขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น

1. อายุ เด็กมีอัตราการเต้นของหัวใจมากกว่าผู้ใหญ่ โดยปกติขณะพักเด็กมีอัตราการเต้นของหัวใจประมาณ 130 - 140 ครั้งต่อนาที ส่วนผู้ใหญ่ประมาณ 70 - 80 ครั้งต่อนาที
2. เพศ ผู้ชายมีอัตราการเต้นของหัวใจน้อยกว่าผู้หญิง
3. ลักษณะของบุคคล เช่น นักกีฬามีอัตราการเต้นของหัวใจน้อยกว่าคนที่ไม่ใช่ นักกีฬา โดยปกติขณะพักนักกีฬามีอัตราการเต้นของหัวใจประมาณ 40 - 60 ครั้งต่อนาที
4. สภาวะทางอารมณ์ อารมณ์โกรธ ตื่นเต้น ตกใจ จะมีอัตราการเต้นของชีพจรมากกว่าอารมณ์ปกติ

5. กิจกรรมที่ทำให้ขณะออกกำลังกายมีอัตราการเต้นของหัวใจมากกว่าขณะพัก
6. ระดับของอุณหภูมิอากาศ อากาศที่มีอุณหภูมิสูงกว่าจะทำให้อัตราการเต้นของหัวใจมากกว่าอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า
7. ลักษณะของร่างกาย ทำโยนมีอัตราการเต้นของหัวใจมากกว่าทำนั่ง และทำนั่งมีอัตราการเต้นของหัวใจมากกว่าทำนอน
8. การเป็นไข้ ในช่วงที่เป็นไข้จะมีอัตราการเต้นของหัวใจมากกว่าในช่วงปกติ

อัตราการเต้นของหัวใจสามารถนำมาใช้เป็นดัชนีบ่งบอกถึงสมรรถภาพในการทำงานของหัวใจได้ ถ้าไม่เป็นโรคอะไรบางอย่างที่เกี่ยวกับการทำงานของหัวใจ ในขณะที่ปกติคนที่มีอัตราการเต้นของหัวใจที่ต่ำกว่าจะมีสมรรถภาพในการทำงานของหัวใจดีกว่าคนที่อัตราการเต้นของหัวใจที่สูงกว่า ทั้งนี้เพราะคนที่มีสมรรถภาพในการทำงานของหัวใจดีกว่า หัวใจจะสามารถสูบฉีดเลือดออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายเพื่อไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายครั้งหนึ่ง ๆ ซึ่งเรียกว่า สโตรคโวลูม (Stroke Volume) ได้มากกว่า หัวใจจึงไม่จำเป็นต้องเต้นมากครั้ง โดยปกติคนธรรมดาจะมี Stroke Volume (หรือปริมาณเลือดที่หัวใจบีบตัวต่อครั้ง) ประมาณ 70 – 90 มิลลิลิตร

อัตราการเต้นของชีพจร (Pulse Rate)

ชีพจร (Pulse) คือคลื่นที่เกิดจากการบีบตัวของหัวใจเพื่อส่งเลือดออกจากหัวใจแล้วไปกระทบกับผนังของหลอดเลือดแดง อัตราการเต้นของชีพจรจึงมีค่าเท่ากับอัตราการเต้นของหัวใจ แต่การเต้นของหัวใจเกิดก่อนการเต้นของชีพจร เพราะคลื่นของเลือดที่ออกมาจากการที่หัวใจบีบตัว ต้องใช้เวลาการเดินทางมาที่หลอดเลือดแดงที่มากระทบ การจับชีพจรของร่างกายสามารถจับได้ตามหลอดเลือดแดงบริเวณต่าง ๆ ดังนี้คือ

1. ข้อมือบริเวณโคนนิ้วหัวแม่มือ (Radial Artery) เป็นบริเวณที่นิยมจับชีพจรมากที่สุด เพราะมีความสะดวกมากที่สุด
2. ขมับหน้าหู (Temporal Artery)
3. ข้างคอ (Common Carotid Artery)
4. ขาหนีบ (Femoral Artery)
5. ขากรรไกรล่าง (Facia Artery)
6. ใต้ข้อพับหัวเข่า (Popliteal Artery)

7. ด้านหน้าข้อเท้า (Dorsal Pedis Artery)
8. ด้านหน้าข้อศอก (Branchial Artery)

ชีพจรอาจเต้นแรงหรือค่อยขึ้นอยู่กัาสภาวะต่าง ๆ ของร่างกาย กล่าวคือ ชีพจรจะเต้นแรงถ้าออกกำลังกาย มีอารมณ์โกรธ มีไข้ หรือมีความดันเลือดสูง และจะเต้นค่อยเมื่อร่างกายเสียเลือด หัวใจวาย ช็อค หรือ ลึ้นหัวใจตีบ

ปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจ

เราเรียกปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจใน 1 นาที ว่า คาร์ดิแอค เอาพุท (Cardiac Output)
 $Cardiac\ Output = Stroke\ Volume \times Heart\ Rate / min$

กล่าวคือปริมาณเลือดที่ ออกจากหัวใจใน 1 นาที มีค่าเท่ากับปริมาณเลือดที่ออกจากหัวใจ บิบตัว 1 ครั้ง คูณด้วยอัตราการเต้นของหัวใจใน 1 นาที

Cardiac Output ในขณะพักปกติของผู้ใหญ่มีค่าประมาณ 4 – 6 ลิตรต่อนาที ในขณะที่ ออกกำลังกายอาจเพิ่มเป็น 20 ลิตรต่อนาที และในนักกีฬาที่ฝึกซ้อมมาอย่างดีอาจมีค่าประมาณ 40 ลิตรต่อนาที ขณะออกกำลังกาย ค่า Cardiac Output มีการเปลี่ยนแปลงตามสภาวะต่างๆ ของร่างกายคล้าย ๆ กับการเปลี่ยนแปลงของอัตราการเต้นของหัวใจ นอกจากนี้ Cardiac Output ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่น ๆ ด้วย เช่น การเผาผลาญพลังงาน (Metabolism) น้ำหนักตัว หรือพื้นผิวกาย ในการเปรียบเทียบค่า Cardiac Output นิยมนำเอาพื้นผิวกายมาคิดด้วยเป็นปริมาณ Cardiac Output ต่อหนึ่งหน่วยพื้นผิวกายเรียกว่า ค่าดัชนีของหัวใจ (Cardiac Index) ในคนปกติขณะพัก จะมีค่าดัชนีของหัวใจ ประมาณ 2 – 5 ลิตร / นาที / ตารางเมตร

ความดันเลือด (Blood Pressure)

ความดันเลือดหมายถึง แรงดันที่เกิดจากหัวใจบีบตัวเพื่อสูบฉีดเลือดออกจากหัวใจแล้วไป กระแทกกับผนังของเส้นเลือด ความดันเลือดมีอยู่ 2 ระยะ คือระยะที่หัวใจห้องล่าง (Ventricles) บีบตัวเพื่อส่งเลือดออกไปเรียกว่า ระยะบีบตัวหรือ ซิสโตลี (Systole) กับระยะที่หัวใจห้องล่าง คลายตัวเรียกว่าระยะคลายตัวหรือไดแอสโตลี (Diastole)

เครื่องมือที่ใช้วัดความดันเลือดเรียกว่า Sphygmomanometer ซึ่งประกอบด้วยผ้าหุ้ม ฤงยาง (Cuff) ติดต่อกับเครื่องวัดความดันที่มีปรอทบรรจุอยู่ และลูกสูบลยางที่หมุนบิบและปล่อย

ลมได้ การวัดจะเริ่มต้นโดยใช้ผ้าหุ้มถุงยางรัดแขนเหนือข้อศอก แล้วบีบลมที่ลูกยางเพื่อให้ผ้าหุ้มถุงยางรัดแขนให้แน่นพอที่จะกดรัดเส้นเลือดที่ไปเลี้ยงบริเวณด้านหน้าข้อศอก (Branchial Artery) ต่อจากนั้นก็ให้เริ่มคลายที่หุ้มของลูกสูบยางเพื่อให้ลมที่อยู่ในผ้าหุ้มถุงยางคลายออกมา ในขณะที่เดียวกันต้องเตรียมใช้หูฟังหรือ Stethoscope วางบน Branchial Artery เพื่อฟังเสียงการไหลของโลหิต เสียงดังเสียงแรกคือเสียงที่หัวใจบีบตัว (Systole) และเสียงสุดท้ายคือเสียงที่หัวใจคลายตัว (Diastole) แต่ในปัจจุบันมีเครื่องวัดความดันเลือดแบบไม่ต้องใช้หูฟังสามารถอ่านค่าความดันเลือดออกมาเป็นตัวเลขได้เลย

ค่าความดันเลือดจะเปรียบเทียบกับค่าความกดดันบรรยากาศ (Atmospheric Pressure) โดยค่าความดันเลือดจะสูงกว่าค่าความกดดันบรรยากาศ (ค่าความกดดันบรรยากาศที่ระดับน้ำทะเลเท่ากับ 760 มิลลิเมตร ปรอท หรือ มม.ปรอท หรือ mm.Hg) กล่าวคือถ้าวัดความดันเลือดได้ 120 มม. ปรอท ก็แสดงว่ามีความดัน 880 มม.ปรอท

เนื่องจากร่างกายมีเส้นเลือดอยู่ 3 ชนิด แรงดันเลือดจึงมี 3 ชนิดด้วยกัน คือ

1. ความดันเลือดแดง (Arterial Blood Pressure) ในผู้ใหญ่ขณะพักปกติความดันสูงสุดที่หัวใจห้องล่างซ้ายบีบตัวเพื่อส่งเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (Systolic Pressure) มีค่าประมาณ 115 – 120 มม.ปรอท ขณะที่คลายตัวเต็มที่ (Diastolic Pressure) มีค่าประมาณ 75 – 80 มม.ปรอท โดยทั่วไปถือว่าค่า Systolic Pressure ระหว่าง 90 – 140 มม.ปรอท และค่า Diastolic Pressure ระหว่าง 60 – 99 มม. ปรอท เป็นค่าความดันเลือดปกติ ถ้าค่าความดันเลือด Systolic Pressure เกิน 150 / 100 มม.ปรอท แสดงว่ามีอาการความดันเลือดสูง (Hypertension) สำหรับความดันสูงสุดที่หัวใจห้องล่างขวาบีบตัวเพื่อส่งเลือดไปฟอกที่ปอดมีค่าประมาณ 25 มม. ปรอท

2. ความดันเลือดดำ (Venous Blood Pressure) มีค่าความดันเลือดประมาณ 12 มม. ปรอท เส้นเลือดที่นำเลือดกลับสู่หัวใจขนาดเล็กจะมีความดันเลือดต่ำลดลงเรื่อยๆ เมื่อเข้าใกล้หัวใจ และจะมีค่าเท่ากับศูนย์ในเส้นเลือดที่นำเลือดกลับสู่หัวใจขนาดใหญ่ที่เชื่อมต่อกับหัวใจ

3. ความดันเลือดในหลอดเลือดฝอย (Capillary Blood Pressure) ที่บริเวณหลอดเลือดด้านที่ติดต่อกับหลอดเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจมีค่าความดันเลือดประมาณ 32 มม.ปรอท และด้านที่ติดต่อกับหลอดเลือดที่นำเลือดกลับสู่หัวใจมีค่าความดันเลือดประมาณ 12 มม.ปรอท แรงดันเหล่านี้มีผลต่อการกรอง (Filtration) ของเหลวผ่านผนังเส้นเลือดฝอยได้

การเปลี่ยนแปลงความดันเลือดขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้ คือ

1. อายุ ถ้าอายุมากขึ้นความดันเลือดจะสูงขึ้น
2. ความยืดหยุ่นของเส้นเลือด เส้นเลือดที่มีความยืดหยุ่นน้อยลง เช่น ในกลุ่มผู้สูงอายุ ความดันเลือดก็จะสูงขึ้น
3. เพศ ผู้หญิงจะมีความดันเลือดสูงกว่าผู้ชายในอายุที่เท่ากัน
4. รูปร่าง คนที่มีรูปร่างใหญ่จะมีความดันเลือดสูงกว่าคนที่มีรูปร่างเล็กกว่า
5. การออกกำลังกาย ขณะออกกำลังกายความดันเลือดจะสูงขึ้น
6. อารมณ์ คนที่มีความเครียด อารมณ์ตื่นเต้น จะมีความดันเลือดสูงขึ้น
7. ลักษณะท่าทางของร่างกาย ท่านอนมีความดันเลือดต่ำกว่าท่านั่ง และท่านยืน
8. ปัจจัยอื่น ๆ เช่น ยาบางชนิด เช่น Epinephrine ทำให้ความดันเลือดสูงขึ้น

หลอดเลือดที่มาเลี้ยงหัวใจ

หลอดเลือดที่มาเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจ (Myocardium) คือ โคโรนารี อาร์เทอรี (Coronary Arteries) มี 2 เส้น คือ เส้นด้านซ้ายกับด้านขวาซึ่งแตกแขนงออกมาจากหลอดเลือดเอออร์ตา (Aorta) โดยกระจายออกเป็นเส้นเลือดฝอยเพื่อนำอาหารและออกซิเจนไปหล่อเลี้ยงหัวใจ โดยปกติหัวใจจะมีเลือดมาหล่อเลี้ยงมากกว่ากล้ามเนื้อหลายประมาณ 2 เท่า เมื่อเลือดมาหล่อเลี้ยงหัวใจแล้วก็จะรวมกันเป็น Coronary Sinus นำเลือดกลับสู่หัวใจห้องบนขวา

หลอดเลือด (Blood Vessels)

หลอดเลือดเป็นท่อนำเลือดที่หัวใจสูบฉีดเลือดไปให้เซลล์และเนื้อเยื่อทั่วร่างกายใช้ และเป็นท่อนำเลือดที่เซลล์และเนื้อเยื่อทั่วร่างกายใช้แล้วกลับคืนสู่หัวใจ

หลอดเลือดในร่างกายแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. หลอดเลือดแดงหรืออาร์เทอรี (Artery) เป็นหลอดเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจ ซึ่งเป็นเลือดที่มีปริมาณออกซิเจนสูง ยกเว้นหลอดเลือด Pulmonary Artery เพียงหลอดเลือดเดียวที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ เพราะเป็นหลอดเลือดที่หัวใจสูบฉีดเลือดไปฟอกที่ปอด หลอดเลือดแดงมีผนังที่หนาเพราะต้องรับความดันเลือดที่ผ่านเข้ามาจากการที่หัวใจบีบตัวและมีผนังที่แตกต่างกัน

3 ชั้น เรียกว่า ทุนิก (Tunic) ชั้นในสุดเรียกว่า ทุนิก้า อินทิมา (Tunica Intima) ชั้นกลางเรียกว่า ทุนิก้า มีเดีย (Tunica Media) และชั้นในสุดเรียกว่า ทุนิก้า แอ็ดแวนทีเทีย (Tunica Adventitia)

หลอดเลือดแดงที่ใหญ่ที่สุดคือ เอออร์ต้า (Aorta) เป็นหลอดเลือดที่นำเลือดออกจาก หัวใจห้องล่างซ้ายไปเลี้ยงเซลล์และเนื้อเยื่อต่าง ๆ ทั่วร่างกาย โดยมีหลอดเลือดแดงหลายแขนง แยกไปเลี้ยงอวัยวะต่าง ๆ มีชื่อตามอวัยวะหรือบริเวณที่หลอดเลือดเหล่านี้ไปหล่อเลี้ยง หลอดเลือดแดงจะมีการแตกแขนงเป็นหลอดเลือดแดงเล็กเรียกว่า อาร์ทีอริโอเลส (Arterioles) จำนวนมากมาย เพื่อกระจายเลือดไปทั่วร่างกาย โดยจะมีขนาดเล็กลง ๆ และขนาดผนังบางลง ๆ ตามลำดับ จนกระทั่งไปสิ้นสุดโดยการเชื่อมต่อกับหลอดเลือดฝอย (Capillary)

2. หลอดเลือดฝอย (Capillary) เป็นหลอดเลือดที่มีขนาดเล็กมาก มีผนังบางเพียง ชั้นเดียว คือ Endothelial Cells จึงทำให้มีการซึมผ่านของสารอาหารต่างๆ โดยการกรองและการแพร่เป็นไปโดยง่าย มีการเรียงตัวเป็นร่างแหอยู่ในเนื้อเยื่อ มีหน้าที่นำเลือดหรือเชื่อมจาก หลอดเลือดแดงเล็ก (Arterioles) ไปสู่หลอดเลือดดำเล็ก (Venule) จึงมีบทบาทในการแลกเปลี่ยน อาหาร ออกซิเจน และของเสียระหว่างเลือดกับเซลล์และเนื้อเยื่อต่างๆ หลอดเลือดฝอยมีจำนวนมากมายกระจายอยู่ตามเซลล์และเนื้อเยื่อที่ต้องการแลกเปลี่ยนดังกล่าว ความหนาแน่นของ หลอดเลือดฝอยในเนื้อเยื่อต่างๆ มีความแตกต่างกันตามอัตราของขบวนการเมตาบอลิซึม (Metabolism) ในเนื้อเยื่อนั้นๆ เช่นเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อประสาทมีความต้องการอาหาร และออกซิเจนมากก็จะมีจำนวนหลอดเลือดฝอยมาก

3. หลอดเลือดดำหรือเวน (Vein) เป็นหลอดเลือดที่นำเลือดกลับคืนสู่หัวใจ เป็นเลือดที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ ยกเว้นหลอดเลือด Pulmonary Vein เพียงหลอดเลือดเดียวที่มีปริมาณออกซิเจนสูง เพราะเป็นหลอดเลือดที่นำเลือดที่ฟอกแล้วจากปอดกลับคืนสู่หัวใจ หลอดเลือดดำมีโครงสร้างของผนังคล้ายหลอดเลือดแดง แต่ผนังชั้นกลางไม่เจริญ และไม่ยึดหยุ่นเท่าหลอดเลือดแดง มีผนังที่บางกว่า และหลอดเลือดดำส่วนใหญ่ยกเว้นหลอดเลือดดำที่เล็กมากและใหญ่มากจะมีลิ้น (Valves) ช่วยให้เลือดไหลกลับสู่หัวใจได้ทางเดียว คือไม่มีการไหลย้อนกลับ นอกจากนี้แล้ว หลอดเลือดดำยังมีหน้าที่เป็นแหล่งเก็บเลือดที่สามารถนำมาใช้ในเวลาที่ต้องการได้อีกด้วย โดย หลอดเลือดดำสามารถจุเลือดได้ร้อยละ 50 ของปริมาณเลือดของร่างกายทั้งหมด

หลอดเลือดดำที่นำเลือดกลับสู่หัวใจที่ห้องบนขวามี 3 เส้น คือ

3.1 โคโรนารี ซินัส (Coronary Sinus) เป็นหลอดเลือดดำที่นำเลือดเกือบทั้งหมดจากหัวใจกลับสู่หัวใจ

3.2 ซุปไฟเรีย เวนา คาวา (Superior Vena Cava) เป็นหลอดเลือดดำที่นำเลือดจากส่วนบนของร่างกายกลับสู่หัวใจ มีแขนงต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้ คือ

3.2.1 Internal Jugular Vein เป็นหลอดเลือดดำจากสมอง หน้า และคอส่วนลึก

3.2.2 External Jugular Vein เป็นหลอดเลือดดำจากศีรษะและหน้าส่วนตื้น

3.2.3 Axillary Vein เป็นหลอดเลือดดำจากแขนซึ่งจะมารวมกันเป็น

Subclavian Vein

Subclavian Vein กับ Internal Jugular Vein รวมกันเป็น Innominate (Brachiocephalic) Vein ซึ่งมี 2 ข้าง และเมื่อทั้ง 2 ข้างรวมกันจึงเป็น Superior Vena Cava เข้าสู่หัวใจห้องบนขวา

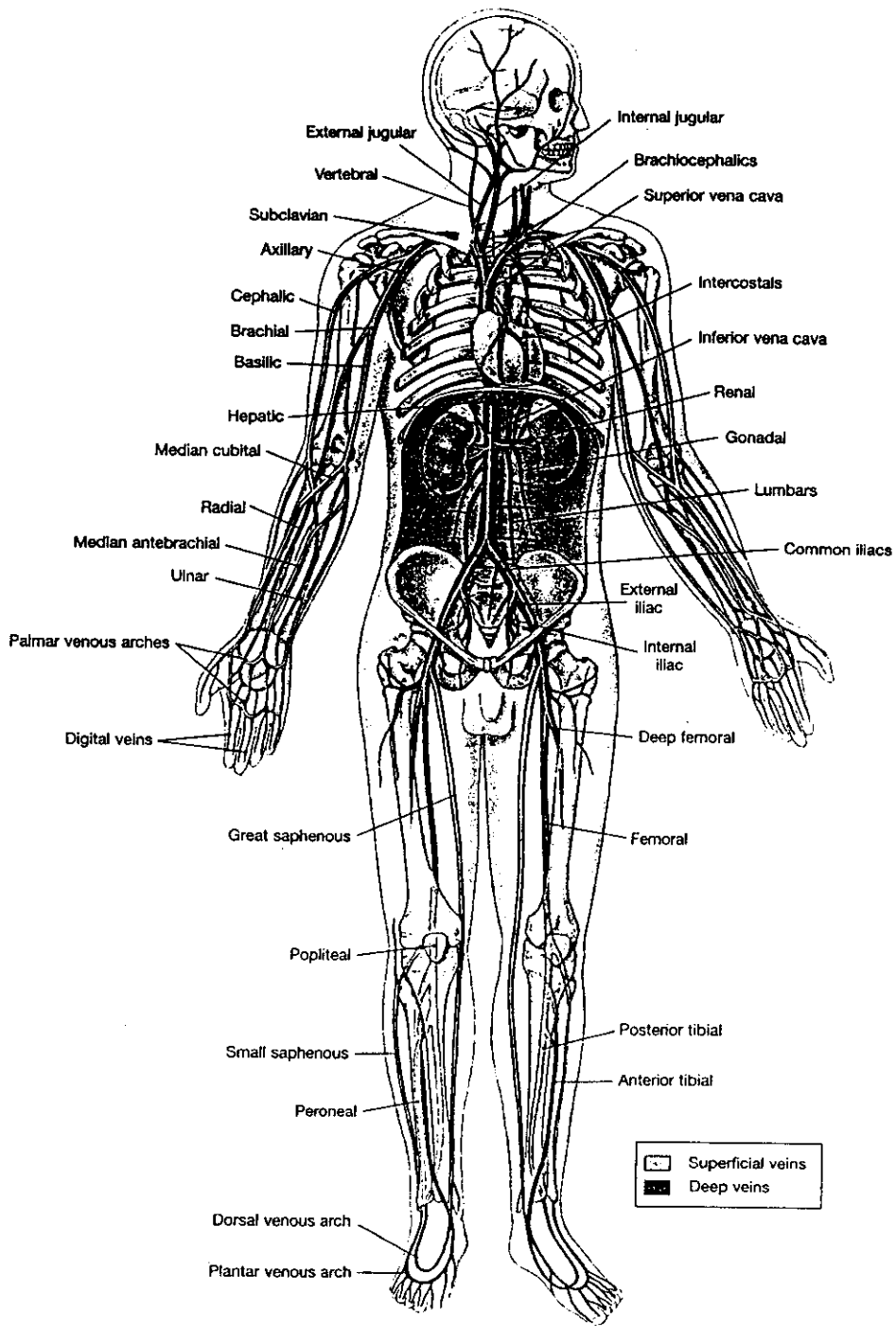
3.3 อินฟีเรีย เวนา คาวา (Inferior Vena Cava) เป็นหลอดเลือดดำที่นำเลือดจากส่วนล่างของร่างกายกลับสู่หัวใจ มีแขนงต่าง ๆ ที่สำคัญดังนี้ คือ

3.3.1 Femoral Vein เป็นหลอดเลือดดำจากขาทั้งหมดซึ่งจะเข้าสู่ External Iliac Vein ต่อไป

3.3.2 Internal Iliac Vein เป็นหลอดเลือดดำจากอวัยวะภายในเชิงกรานทั้งหมด

External Iliac Vein กับ Internal Iliac Vein รวมกันเป็น Common Iliac Vein ซึ่งมี 2 ข้าง และเมื่อทั้ง 2 ข้างรวมกันจึงเป็น Inferior Vena Cava เข้าสู่หัวใจห้องบนขวาต่อไป

หลอดเลือดดำใหญ่จะขนานกับหลอดเลือดแดงใหญ่ หลอดเลือดดำใหญ่ (Vein) จะแตกแขนงเป็นหลอดเลือดดำเล็ก (Venule) โดยจะมีขนาดเล็กลงๆ ตามลำดับ จนกระทั่งไปถึงสิ้นสุดโดยการเชื่อมต่อกับหลอดเลือดฝอย



ภาพที่ 56 แสดงหลอดเลือดดำที่สำคัญ

ที่มา : Martini 2001 : 735

การไหลเวียนเลือด (Blood Vessels)

การไหลเวียนเลือดในร่างกายเป็นวงจรปิด (Closed Circuit) โดยมีหัวใจทำหน้าที่ในการสูบฉีดเลือดออกจากหัวใจไปทางหลอดเลือดแดง (Artery) แล้วแตกแขนงออกเป็นหลอดเลือดแดงเล็ก (Arterioles) จนถึงหลอดเลือดฝอย (Capillary) ซึ่งมีหน้าที่แลกเปลี่ยนสารระหว่างเลือดกับเซลล์ต่าง ๆ ภายในร่างกาย เลือดที่เซลล์ต่าง ๆ ใช้นี้แล้วจะผ่านหลอดเลือดฝอยกลับมาสู่หลอดเลือดดำเล็ก (Venule) และรวมมาสู่หลอดเลือดดำใหญ่ (Vein) กลับสู่หัวใจ หัวใจสูบฉีดเลือด เพื่อไปฟอกที่ปอด ปอดส่งเลือดที่ฟอกแล้วกลับสู่หัวใจ หัวใจก็สูบฉีดเลือดออกจากหัวใจต่อไปอีกเป็นเช่นนี้เรื่อยไป

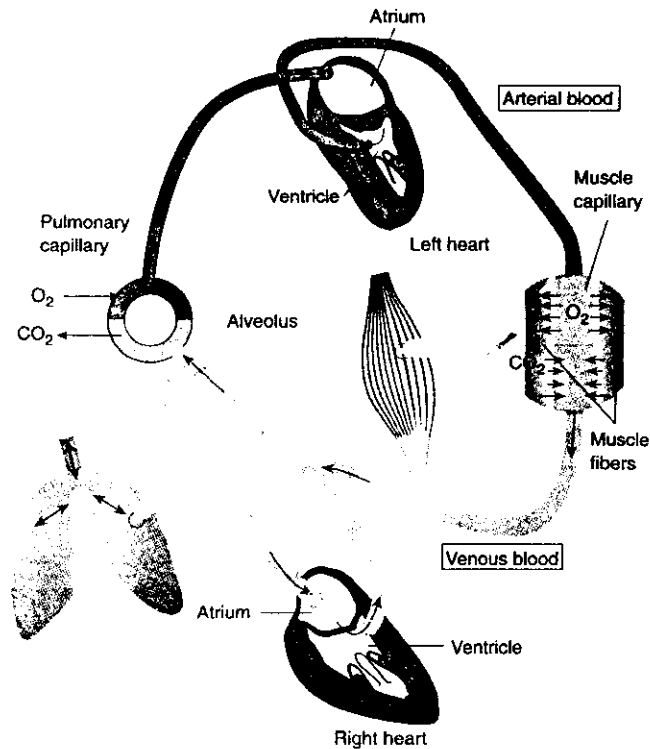
การไหลเวียนเลือดในร่างกายจึงสามารถแบ่งออกเป็น 2 วงจร คือ

1. การไหลเวียนเลือดผ่านปอด (Pulmonary Circulatory)

การไหลเวียนเลือดผ่านปอดเริ่มจากเลือดของร่างกายตามส่วนต่าง ๆ ไหลกลับสู่หัวใจห้องบนขวา ผ่านลิ้นหัวใจไตรคัสปิด (Tricuspid Valve) เข้าสู่หัวใจห้องล่างขวาด้านลิ้นหัวใจเซมิลูนา (Semilunar Valve) เข้าสู่ Pulmonary Artery และ Pulmonary Capillaries ภายในปอดเพื่อรับออกซิเจนจากปอดแล้วถ่ายคาร์บอนไดออกไซด์ให้ โดย Pulmonary Artery ที่ออกจากหัวใจห้องล่างขวาไปที่ปอดนี้จะมี 2 เส้น เนื่องจากปอดมี 2 ซ้ำง เมื่อปอดฟอกเลือดแล้วก็จะนำกลับสู่หัวใจห้องบนซ้ายทางหลอดเลือด Pulmonary Veins ซึ่งมี 2 เส้นเช่นกัน

2. การไหลเวียนเลือดในร่างกาย (Systemic Circulation)

เลือดจากหัวใจห้องบนซ้ายจะไหลผ่านลิ้นหัวใจไบคัสปิด (Bicuspid Valve) เข้าสู่หัวใจห้องล่างซ้าย และเลือดก็จะถูกสูบฉีดออกจากหัวใจห้องล่างซ้ายผ่านลิ้นหัวใจเซมิลูนาไปสู่หลอดเลือดแดงใหญ่เอออร์ตา (Aorta) เพื่อไปหล่อเลี้ยงเซลล์และเนื้อเยื่อต่าง ๆ ทั่วร่างกาย



ภาพที่ 57 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระบบไหลเวียนกับระบบหายใจ

ที่มา : Foss และ Keteyian 1998 : 250

เอออร์ตา เป็นหลอดเลือดแดงที่ใหญ่ที่สุดที่ออกจากหัวใจห้องล่างซ้าย แบ่งออกเป็น ส่วนต่าง ๆ ได้ดังนี้ คือ

1. แอสเซนดิง เอออร์ตา (Ascending Aorta) เป็นส่วนต้นของเอออร์ตาที่ออกจากหัวใจ มีแขนงแยกไปเลี้ยงหัวใจซีกซ้ายและขวา คือ Left กับ Right Coronary Artery

2. อาร์ท ออฟ เอออร์ตา (Art of Aorta) เป็นส่วนโค้งของเอออร์ตา มีแขนงแยกออกไป 3 แขนง คือ

2.1 อินโนมิเนท อาร์เทอร์รี่ (Innominate Artery) อยู่ทางขวาสุด แยกออกเป็น 2 แขนงคือ

2.1.1 ไรท์ คอมมอน คาร์โทิด อาร์เทอร์รี่ (Right Common Carotid Artery)

เป็นหลอดเลือดที่นำเลือดไปเลี้ยงบริเวณคอและศีรษะด้านขวา

2.1.2 ไรท์ ซับคลเวียน อาร์เทอร์รี่ (Right Subclavian Artery) เป็นหลอดเลือด

ที่นำเลือดไปเลี้ยงบริเวณรักแร้ขวา

2.2 เลฟ คอมมอน คาโรทิด อาร์เทอร์รี่ (Left Common Carotid Artery) เป็นหลอดเลือดที่นำเลือดไปเลี้ยงบริเวณคอและศีรษะด้านซ้าย

2.3 เลฟ ซับคลเวียน อาร์เทอร์รี่ (Left Subclavian Artery) เป็นหลอดเลือดที่นำเลือดไปเลี้ยงบริเวณรักแร้ซ้าย

3. เดสเซนดิ้ง เอออร์ตา (Descending Aorta) เป็นส่วนที่ต่อจากอาร์ท ออฟ เอออร์ตา ลงมาส่วนล่าง แบ่งเป็นส่วนต่าง ๆ ได้ดังนี้

3.1 ทอราซิก เอออร์ตา (Thoracic Aorta) เป็นเอออร์ตาบริเวณช่องอก แยกแขนงออกเป็น

3.1.1 Esophageal Artery ไปเลี้ยงหลอดอาหาร (Esophagus)

3.1.2 Bronchial Artery ไปเลี้ยงหลอดลม (Bronchi) และหลอดลมย่อย (Bronchioles)

3.1.3 Pericardial Artery ไปเลี้ยงถุงหุ้มหัวใจ (Pericardium)

3.1.4 Mediastinal Artery ไปเลี้ยงต่อมน้ำเหลืองและเนื้อเยื่อของ Mediastinum

3.1.5 Posterior Intercostal, Subcostal Artery ไปเลี้ยงผนังของทรวงอก

3.1.6 Superior Phrenic Artery ไปเลี้ยงกะบังลมด้านบน

3.2 แอ็บโดมินัล เอออร์ตา (Abdominal Aorta) เป็นเอออร์ตาบริเวณช่องท้อง แยกแขนงออกเป็น

3.2.1 Phrenic Artery ไปเลี้ยงกะบังลมด้านล่าง

3.2.2 Celiac Trunk ไปเลี้ยงกระเพาะอาหาร ลำไส้เล็กตอนต้น ตับอ่อน ตับ ม้าม และถุงน้ำดี

3.2.3 Middle Suprarenal Artery ไปเลี้ยงต่อมหมวกไต

3.2.4 Lumbar Artery ไปเลี้ยงผนังท้องด้านหลัง

3.2.5 Superior Mesenteric Artery ไปเลี้ยงลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ส่วน Ascending Colon และส่วนครึ่งด้านขวาของ Transverse Colon

3.2.6 Renal Artery ไปเลี้ยงไต

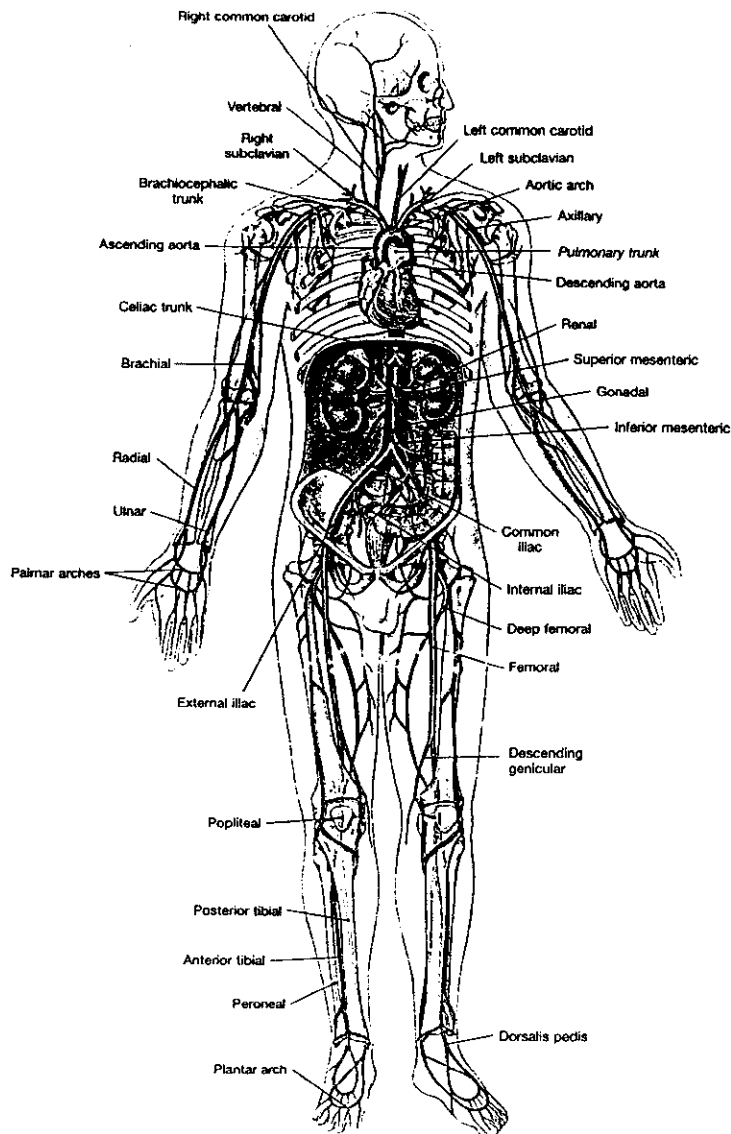
3.2.7 Testicular Artery ไปเลี้ยงอัณฑะ

3.2.8 Ovarian Artery ไปเลี้ยงรังไข่

3.2.9 Inferior Mesenteric Artery ไปเลี้ยงลำไส้ใหญ่ส่วนครึ่งด้านซ้ายของ Transverse Colon, Descending Colon, Sigmoid Colon และส่วนต้นของ Rectum

3.2.10 Middle Sacral Artery ไปเลี้ยง Sacrum และกล้ามเนื้อบริเวณนั้น

3.2.11 Common Iliac Artery ไปเลี้ยงอวัยวะภายในคั่งเชิงกรานและขาทั้งหมด



ภาพที่ 58 แสดงหลอดเลือดแดงที่สำคัญ

ที่มา : Martini 2001 : 725

เลือด (Blood)

เลือดมีคุณสมบัติเป็นเนื้อเยื่อชนิดหนึ่ง ทำหน้าที่เป็นตัวกลางติดต่อกับเซลล์ทั่วร่างกาย ในระบบไหลเวียน มีสีแดงในหลอดเลือดแดง และมีสีคล้ำในหลอดเลือดดำ มีความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.05 – 1.06 มีความเป็นด่างเล็กน้อยคือมีค่า PH ระหว่าง 7.35 – 7.45 มีอุณหภูมิประมาณ 38 องศาเซลเซียส หรือ 100.4 องศาฟาเรนไฮต์ มีความหนืด (Viscosity) มากกว่าน้ำประมาณ 5 เท่า ปริมาณเลือดในร่างกายประมาณ 7 – 8 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักร่างกาย โดยคิดปริมาณเลือดเป็นลิตร และน้ำหนักตัวเป็นกิโลกรัม โดยปกติผู้ใหญ่จะมีเลือดประมาณ 5 – 6 ลิตร

เลือดประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

1. เม็ดเลือด (Blood Cells หรือ Corpuscles) มีประมาณ 45 เปอร์เซ็นต์ของเลือดทั้งหมด ประกอบด้วย

- 1.1 เม็ดเลือดแดง (Red Blood Cell หรือ Erythrocyte)
- 1.2 เม็ดเลือดขาว (White Blood Cell หรือ Leucocyte)
- 1.3 เกล็ดเลือด (Blood Platelet หรือ Thrombocyte)

2. ส่วนที่เป็นของเหลวเรียกว่าพลาสมา (Plasma) มีประมาณ 55 เปอร์เซ็นต์ของเลือดทั้งหมด

เม็ดเลือดแดง

เม็ดเลือดแดงมีลักษณะรูปร่างกลมแบน ตรงกลางเว้าเข้าหากัน มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 7 – 8 ไมครอน และหนาประมาณ 1 – 2 ไมครอน มีลักษณะยึดหยุ่นและเปลี่ยนแปลงรูปร่างได้ จึงสามารถผ่านหลอดเลือดฝอยไปได้ เม็ดเลือดแดงที่โตเต็มที่แล้วจะไม่มีนิวเคลียสจึงไม่สามารถแบ่งเซลล์ต่อไปได้อีก เมื่ออยู่เดี่ยวๆ มีสีเหลืองแกมเขียว ถ้าอยู่เป็นกลุ่มจะมีสีแดงเนื่องจากมีสารประกอบของโปรตีนเรียกว่า ฮีโมโกลบิน (Hemoglobin) ซึ่งมีธาตุเหล็กเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ ฮีโมโกลบินทำหน้าที่จับออกซิเจนแล้วกลายเป็นออกซีฮีโมโกลบิน (Oxyhemoglobin) ช่วยขนส่งออกซิเจนไปยังเซลล์และเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และนำคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากเซลล์และเนื้อเยื่อไปสู่ปอด (การรวมตัวระหว่างฮีโมโกลบินกับคาร์บอนไดออกไซด์กลายเป็น Carboxyhemoglobin) โดยปกติผู้ชายจะมีฮีโมโกลบินประมาณ 16 กรัม ต่อเลือด 100 มิลลิลิตร

ผู้หญิงจะมีประมาณ 14 กรัม ต่อเลือด 100 มิลลิลิตร ฮีโมโกลบิน 1 กรัมสามารถจับออกซิเจนได้ประมาณ 1.34 มิลลิลิตร

เม็ดเลือดแดงส่วนใหญ่สร้างมาจากไขกระดูกแดง (Red Bone Marrow) มีอายุประมาณ 120 วัน และจะถูกทำลายที่ตับ (Liver) และม้าม (Spleen) ผู้ชายจะมีเม็ดเลือดแดงประมาณ 5.5 – 6 ล้านเซลล์ต่อเลือด 1 ลบ.มม. และผู้หญิงมีประมาณ 4.5 – 5 ล้านเซลล์ต่อเลือด 1 ลบ.มม. อัตราส่วนของปริมาณเม็ดเลือดแดงต่อปริมาณเลือดทั้งหมดเรียกว่า ฮีโมโทคิต (Hematocrit)

หน้าที่ของเม็ดเลือดแดง มีดังนี้ คือ

1. ช่วยลำเลียงออกซิเจนไปให้เซลล์และเนื้อเยื่อทั่วร่างกาย
2. ช่วยลำเลียงคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากเซลล์และเนื้อเยื่อไปสู่ถุงลมในปอด
3. ช่วยรักษาสมดุลย์ของความเป็นกรดต่างในร่างกาย (Acid – Base Balance)

เม็ดเลือดขาว

เม็ดเลือดขาวมีขนาดใหญ่กว่าเม็ดเลือดแดง มีนิวเคลียสแต่ไม่มีฮีโมโกลบิน มีจำนวนน้อยกว่าเม็ดเลือดแดงมากคือในคนปกติจะมีประมาณ 5 – 9 พันเซลล์ ต่อเลือด 1 ลบ.มม. แต่จำนวนอาจเปลี่ยนแปลงตามอายุ เพศ หรือสภาวะของร่างกาย เช่นมีการติดเชื้อโรค ถ้ามีปริมาณสูงกว่าปกติเรียกว่า ลิวโคไซโตซิส (Leukocytosis) ถ้ามีปริมาณน้อยกว่าปกติเรียกว่า ลิวโคพีเนีย (Leukopenia) และเรียกโรคเลือดที่มีจำนวนเม็ดเลือดขาวผิดปกติว่า ลิวคีเมีย (Leukemia)

เม็ดเลือดขาวถูกสร้างขึ้นมาตลอดเวลาจากไขกระดูก ต่อมน้ำเหลือง ม้าม และต่อมไทมัส มีอายุไม่แน่นอนขึ้นอยู่กับชนิดของเม็ดเลือดขาว บางชนิดมีอายุไม่เกิน 24 ชั่วโมง บางชนิดมีอายุ 3 – 12 วัน และจะถูกทำลายที่ตับโดยขับถ่ายออกมากับอุจจาระ

เม็ดเลือดขาวมีหน้าที่ทำลายเชื้อโรคและสิ่งแปลกปลอมที่เข้าสู่ร่างกาย ดังนั้นเมื่อมีการติดเชื้อเกิดขึ้นก็จะทำให้เม็ดเลือดขาวเพิ่มจำนวนมากกว่าปกติ เม็ดเลือดขาวแบ่งเป็น 2 ชนิดคือ

1. เม็ดเลือดขาวชนิดที่มีแกรนูล (Granule) เรียกว่า แกรนูโลไซต์ (Granulocyte) แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1.1 นิวโตรฟิล (Neutrophil) เป็นเม็ดเลือดขาวที่มีจำนวนมากที่สุด คือ ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ย้อมติดสีม่วงแดง มีหน้าที่หลักคือการทำลายเชื้อแบคทีเรียที่เข้าสู่ร่างกาย

1.2 อีโอซิโนฟิล (Eosinophile) มีประมาณ 2 – 5 เปอร์เซ็นต์ ย้อมติดสีแดง มีหน้าที่ทำลายเชื้อโรคที่ผ่านทางหลอดเลือดและท่อทางเดินอาหาร

1.3 เบโซฟิล (Basophile) เป็นเม็ดเลือดขาวที่มีจำนวนน้อยที่สุด คือ ประมาณ 0.5 – 1 เปอร์เซ็นต์ ย้อมติดสีน้ำเงินเข้ม มีหน้าที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาตอบสนองต่อการอักเสบ

2. เม็ดเลือดขาวชนิดที่ไม่มีแกรนูล (Granule) เรียกว่าอะแกรนูโลไซต์ (Agranulocyte) แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

2.1 ลิมโฟไซต์ (Lymphocyte) มีประมาณ 20 – 30 เปอร์เซ็นต์ มีหน้าที่เกี่ยวกับการตอบสนองในระบบภูมิคุ้มกัน

2.2 โมโนไซต์ (Monocyte) เป็นเม็ดเลือดขาวที่มีขนาดใหญ่ที่สุด มีประมาณ 4 – 7 เปอร์เซ็นต์

เกล็ดเลือด

เกล็ดเลือดมีขนาดเล็ก ไม่มีสี ไม่มีนิวเคลียส โดยปกติมีประมาณ 250,000 – 300,000 เกล็ดต่อ 1 ลบ.มม. มีอายุประมาณ 2 – 3 วัน เกล็ดเลือดถูกสร้างขึ้นในไขกระดูกแดงจากเซลล์ที่เรียกว่า เมกาคอริโอไซต์ (Megakaryocyte) และถูกทำลายที่ม้าม

เกล็ดเลือดมีหน้าที่สำคัญในกระบวนการแข็งตัวของเลือด โดยเมื่อมีหลอดเลือดถูกทำลาย เกล็ดเลือดบริเวณนั้นจะรวมตัวกันเป็นก้อน และอุดตรงบริเวณหลอดเลือดที่ถูกทำลาย เพื่อป้องกันไม่ให้เลือดไหลออกมาภายนอก

พลาสมา

พลาสมาเป็นส่วนประกอบของเลือดที่นอกเหนือจากเม็ดเลือด มีลักษณะเป็นน้ำหรือของเหลว มีสีเหลืองใส มีฤทธิ์เป็นด่างเล็กน้อย คือมีค่า PH ประมาณ 7.35 – 7.45 มีประมาณ 55 เปอร์เซ็นต์ของเลือด มีส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่

1. น้ำ มีประมาณ 90 – 93 เปอร์เซ็นต์
2. โปรตีน มีประมาณ 6 – 8 เปอร์เซ็นต์ ประกอบด้วยอัลบูมิน (Albumin) โกลบูลิน (Globulin) และไฟบริโนเจน (Fibrinogen)
3. สารอาหารต่าง ๆ เช่น กรดอะมิโน กลูโคส กรดไขมัน และกลีเซอรอล

4. ก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์
5. กลีโกลิเซอไรด์ที่สำคัญ เช่น แคลเซียม ไซโตเดียมคลอไรด์ และโพแทสเซียม
6. ฮอริโมนจากต่อมไร้ท่อ
7. ของเสียที่เกิดจากกระบวนการเผาผลาญอาหาร เช่น กรดแลคติก กรดยูริก ยูเรีย และแอมโมเนีย
8. ภูมิคุ้มกันโรค เช่น Gamma Globulin

พลาสมามีหน้าที่สำคัญดังนี้ คือ

1. ช่วยในการแข็งตัวของเลือดเพราะมี Fibrinogen
2. ทำให้เลือดมีความหนืด
3. ช่วยทำให้เกิดแรงดันออสโมติก (Osmotic Pressure) ซึ่งมีบทบาทสำคัญต่อการดูดน้ำไว้ในเส้นเลือด
4. ช่วยสร้างภูมิคุ้มกันโรค ฮอริโมน และเอนไซม์ต่าง ๆ

หมู่เลือด (Blood Group)

ระบบหมู่เลือดที่สำคัญคือ ระบบเอบีโอ (ABO) ซึ่งพิจารณาจากสารที่ทำให้ตกตะกอนที่เรียกว่า แอ็กกลูทีโนเจน (Agglutinogen) ของเม็ดเลือดแดง แอ็กกลูทีโนเจนในร่างกายมี 2 ชนิด คือ เอ กับ บี บุคคลที่มีแอ็กกลูทีโนเจน เอ จะมีเลือดเป็นหมู่เอ บุคคลที่มีแอ็กกลูทีโนเจน บี จะมีเลือดเป็นหมู่บี บุคคลที่มีแอ็กกลูทีโนเจนเอและบี จะมีเลือดเป็นหมู่ เอบี แต่ถ้าไม่มีแอ็กกลูทีโนเจนเอและบี จะมีเลือดเป็นหมู่ โอ หมู่เลือดของคนเราจึงแบ่งเป็น 4 หมู่ คือ เอ บี เอบี และโอ ตามระบบเอ บี โอ ระบบหมู่เลือดสามารถถ่ายทอดทางกรรมพันธุ์ได้ สามารถใช้ในการตรวจสอบการเป็นบิดา มารดา และบุตรได้ และระบบหมู่เลือดยังมีความสำคัญมากต่อการให้และรับเลือดจากบุคคลอื่นด้วย

การให้และรับเลือดต้องระวังไม่ให้เกิดการตกตะกอนของเลือด หรือแอ็กกลูทีเนชัน (Agglutination) เพราะการตกตะกอนของเลือดจะทำให้เม็ดเลือดมาเกาะเป็นก้อนหรือตะกอนไปอุดตันตามหลอดเลือดฝอยได้ และต่อมาเม็ดเลือดนั้นจะแตกและปล่อยฮีโมโกลบินออกมาสู่พลาสมาทำให้ไปอุดตันตามหลอดเลือด ทำให้เกิดภาวะไตวายเฉียบพลัน ทำให้เสียชีวิตได้

ในพลาสมามีแอกกลูตินิน (Agglutinin) 2 ชนิด คือ แอนติเอ (Anti – A) กับแอนติบี (Anti – B) แอกกลูตินินชนิดแอนติเอจะพบในหมู่เลือดโอ กับ บี แอกกลูตินินชนิดแอนติบีจะพบในหมู่เลือด โอ กับ เอ ส่วนหมู่เลือดเอบีไม่มีแอกกลูตินินในพลาสมา

หมู่เลือด	Agglutigen	Agglutinin
O	None	Anti – A, Anti – B
A	A	Anti – B
B	B	Anti – A
AB	AB	None

การตกตะกอนของเลือดจะไม่มี การตกตะกอนของเลือดถ้าแอกกลูตินิโนเจนเอ รวมกับแอกกลูตินิโนเจนบี ดังนั้นบุคคลที่มีหมู่เลือดโอ จึงรับเลือดได้เพียงเฉพาะหมู่เลือดโอด้วยกันเท่านั้น ไม่สามารถรับจากหมู่เลือดอื่นได้เลย เพราะหมู่เลือดโอจะมีแอกกลูตินินชนิดแอนติเอและแอนติบี ในขณะที่หมู่เลือดอื่นมีแอกกลูตินิโนเจนอยู่ ในทางตรงกันข้ามหมู่เลือดโอสามารถที่จะให้เลือดกับบุคคลในหมู่เลือดอื่นได้หมด เพราะหมู่เลือดโอไม่มีแอกกลูตินิโนเจน ส่วนหมู่เลือดอื่นมีแอกกลูตินิน เราเรียกบุคคลที่มีเลือดหมู่โอว่ายูนิเวอร์ซัล ดอร์เนอร์ (Universal Donor) ด้วยเหตุผลเดียวกันนี้ บุคคลที่มีหมู่เลือด เอบี จึงสามารถรับเลือดจากหมู่เลือดอื่นได้หมด แต่ไม่สามารถให้เลือดกับบุคคลในหมู่เลือดอื่นได้เลย ซึ่งเราเรียกว่ายูนิเวอร์ซัล รีซิเพนต์ (Universal Recipient) บุคคลที่มีหมู่เลือด เอ สามารถรับเลือดจากหมู่เลือด เอ กับ โอ ได้ และสามารถให้เลือดกับบุคคลที่มีหมู่เลือด เอ กับ เอบี ได้ บุคคลที่มีหมู่เลือด บี สามารถรับเลือดจากหมู่เลือด บี กับ โอ ได้ และสามารถให้เลือดกับบุคคลที่มีหมู่เลือด บี กับ เอบี ได้

หมู่เลือดที่ให้	หมู่เลือดที่รับ			
	O	A	B	AB
O	+	+	+	+
A	-	+	-	+
B	-	-	+	+
AB	-	-	-	+

หมายเหตุ + เป็นหมู่เลือดที่เข้ากันได้
- เป็นหมู่เลือดที่เข้ากันไม่ได้

ระบบน้ำเหลือง (Lymphatic System)

ระบบน้ำเหลืองเป็นส่วนหนึ่งของระบบไหลเวียน มีบทบาทในการรวบรวมพลาสมา โปรตีน และของเหลวจากเนื้อเยื่อต่างๆ (Tissue Fluid) กลับเข้าสู่ระบบหัวใจและหลอดเลือด ระบบน้ำเหลืองประกอบด้วยส่วนสำคัญ ๆ ดังนี้คือ

1. น้ำเหลือง (Lymph)
2. หลอดน้ำเหลือง (Lymphatic Vessel)
3. อวัยวะในระบบน้ำเหลือง (Organs of the Lymphatic system) ประกอบด้วย
 - 3.1 ต่อม้ำน้ำเหลือง (Lymph Node)
 - 3.2 ต่อมทอลซิล (Tonsil Gland)
 - 3.3 ม้าม (Spleen)
 - 3.4 ต่อมไทมัส (Thymus Gland)

น้ำเหลือง (Lymph)

น้ำเหลือง คือส่วนหนึ่งของของเหลวในร่างกายที่เกิดจากพลาสมา และของเหลวจากเนื้อเยื่อต่าง ๆ ที่เคลื่อนที่ออกจากหลอดเลือดฝอยกลับเข้าสู่หลอดน้ำเหลืองฝอย แล้วไหลเวียนอยู่ในหลอดน้ำเหลือง น้ำเหลืองมีลักษณะใส มีส่วนประกอบคล้ายพลาสมา แต่มีจำนวนโปรตีนน้อยกว่า ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพวกอัลบูมิน (Albumin) สาเหตุที่มีจำนวนโปรตีนน้อยกว่าพลาสมา เพราะโปรตีนที่ลอดผ่านผนังของหลอดเลือดฝอยมาอยู่ในน้ำเหลืองได้ เป็นโปรตีนที่มีโมเลกุลเล็กกว่าเท่านั้น น้ำเหลืองในแต่ละอวัยวะจะมีโปรตีนแตกต่างกันไป

หลอดน้ำเหลือง (Lymphatic Vessel)

หลอดน้ำเหลืองมีบทบาทในการนำน้ำเหลืองกลับเข้าสู่ระบบหัวใจและหลอดเลือด โดยเริ่มต้นตั้งแต่หลอดน้ำเหลืองฝอย (Lymphatic Capillary) ซึ่งมีขนาดเล็ก ผนังบาง อยู่ใกล้กับหลอดเลือดฝอย มีลักษณะเป็นท่อปลายปิด ยื่นเข้าไปในช่องว่างระหว่างเนื้อเยื่อของเนื้อเยื่อต่างๆ ภายในร่างกาย มีลักษณะเป็นข่ายงาน (Network) รวบรวมน้ำเหลืองจากเนื้อเยื่อต่างๆ เข้าเป็นหลอดน้ำเหลืองที่ใหญ่ขึ้นๆ ไปยังหลอดน้ำเหลืองใหญ่ทางด้านขวา (Right Lymphatic Duct) ซึ่งนำ

น้ำเหลืองจากด้านขวาของศีรษะและคอ แขนขวา และส่วนด้านขวา กับหลอดน้ำเหลืองใหญ่ด้านซ้าย (Thoracic Duct) ซึ่งนำน้ำเหลืองจากบริเวณส่วนล่างของร่างกาย แขนซ้ายและด้านซ้ายของศีรษะและคอเข้าสู่ระบบหัวใจและหลอดเลือด โดยในระหว่างทางเดินของหลอดน้ำเหลืองจะต้องผ่านต่อมน้ำเหลือง การไหลเวียนของน้ำเหลืองในหลอดน้ำเหลืองไม่มีอวัยวะสูบฉีดเหมือนในระบบหัวใจและหลอดเลือด แต่น้ำเหลืองจะไหลเวียนได้โดยการหดตัวของกล้ามเนื้อเรียบที่ผนังหลอดน้ำเหลืองเอง จากการหดตัวของกล้ามเนื้อใกล้เคียง และการเปลี่ยนแปลงความดันภายในทรวงอก อันเนื่องมาจากกล้ามเนื้อที่ช่วยในการหายใจ หลอดน้ำเหลืองจะมีลิ้น (Valve) คล้ายลิ้นในหลอดเลือดดำเป็นจำนวนมากเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำเหลืองไหลย้อนกลับได้

หลอดน้ำเหลืองมีอยู่เกือบทั่วร่างกาย ยกเว้นบางส่วน เช่น สมอง ไช้หลัง ลูกตา หูชั้นใน ไช้กระดูก และกระดูกอ่อน

ต่อมน้ำเหลือง (Lymph Node)

ต่อมน้ำเหลืองประกอบด้วยเซลล์น้ำเหลือง หรือลิมโฟไซต์ (Lymphocytes) จำนวนมาก มีรูปร่างคล้ายเม็ดแก้วโดยมีส่วนเว้าเพื่อเป็นทางเข้าออกของหลอดเลือดที่มาหล่อเลี้ยง และเป็นทางออกของน้ำเหลืองที่กรองแล้ว มีขนาดแตกต่างกัน เป็นอวัยวะที่มีเปลือกหุ้มชัดเจน ต่อมน้ำเหลืองจะอยู่บริเวณระหว่างทางเดินของน้ำเหลือง ต่อมน้ำเหลืองที่สำคัญ เช่น ต่อมน้ำเหลืองบริเวณคอ รักแร้ ขาหนีบ ช่องอก และช่องท้อง ถ้ามีการอักเสบติดเชื้อจะมีอาการบวมโต

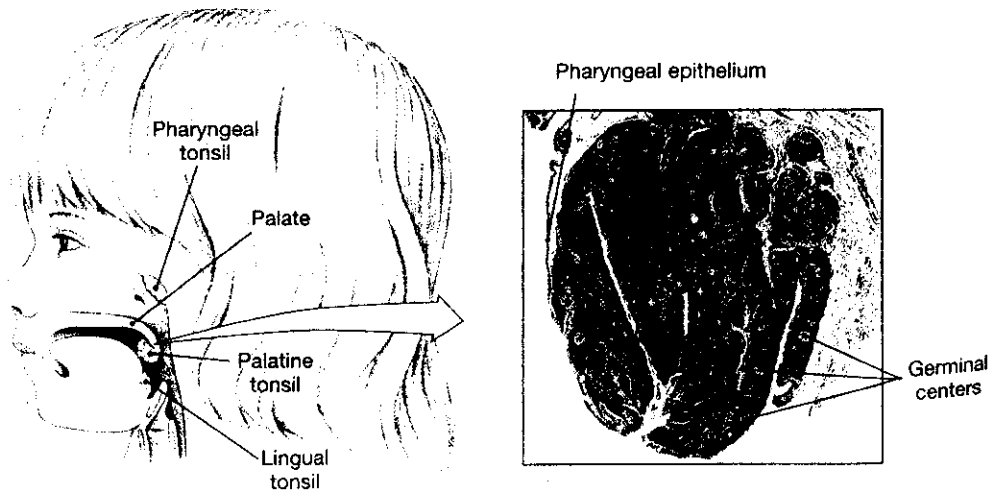
ต่อมน้ำเหลืองมีหน้าที่ที่สำคัญ คือ

1. ผลิตเซลล์น้ำเหลือง
2. ทำหน้าที่กรองน้ำเหลืองจากหลอดน้ำเหลือง เพื่อกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่ปนมากับน้ำเหลือง
3. สร้างภูมิคุ้มกันของร่างกาย (Antibody)

ต่อมทอลซิล (Tonsil Gland)

ต่อมทอลซิลอยู่บริเวณทางเข้าของระบบทางเดินอาหารและระบบทางเดินหายใจ มีหน้าที่ป้องกันและกำจัดสิ่งแปลกปลอมที่ผ่านมาจากระบบทางเดินอาหารและระบบทางเดินหายใจ ต่อมทอลซิลประกอบด้วย

1. พาลาติน ทอลซิล (Palatine Tonsil) อยู่บริเวณเพดานปากใกล้กับลิ้นไก่
2. ลิงกวล ทอลซิล (Lingual Tonsil) อยู่บริเวณโคนลิ้น
3. ฟาริงเจียล ทอลซิล (Pharyngeal Tonsil) อยู่บริเวณด้านหลังของ Nasopharynx



ภาพที่ 59 แสดงต่อมทอลซิลในร่างกาย

ที่มา : Martini 2001 : 758

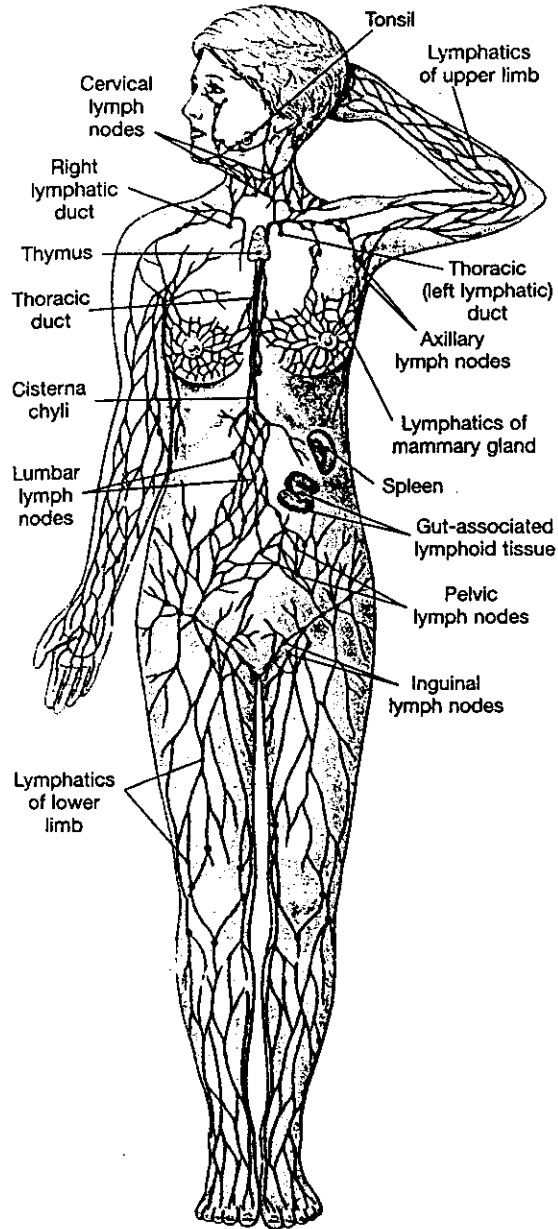
ม้าม (Spleen)

ม้ามเป็นต่อมน้ำเหลืองขนาดใหญ่ที่สุด อยู่บริเวณชายโครงด้านซ้ายใต้กะบังลม มีหน้าที่ที่สำคัญดังนี้ คือ

1. ผลิตเม็ดเลือดขาวและสร้างเซลล์เม็ดเลือดแดง
2. ทำลายเม็ดเลือดแดงที่หมดอายุแล้ว
3. สร้างภูมิคุ้มกันร่างกาย และทำลายเชื้อโรค
4. เป็นแหล่งสำรองเลือด เมื่อร่างกายมีความจำเป็นต้องการเลือดเพิ่มขึ้น เลือดจากม้ามสามารถนำมาสู่ระบบไหลเวียนได้

ต่อมไทมัส (Thymus Gland)

ต่อมไทมัสอยู่ใกล้หลอดเลือดใหญ่ของหัวใจ มี 2 กลีบติดกัน เจริญเติบโตในช่วงทารกและเด็ก แต่พอโตขึ้นจะมีขนาดเล็กลง ต่อมไทมัสมีบทบาทในการสร้างภูมิคุ้มกันร่างกายโดยการสร้างเม็ดเลือดขาว



ภาพที่ 60 แสดงองค์ประกอบของระบบน้ำเหลือง

ที่มา : Martini 2001 : 753

