ETV ติวเต็มพิกัด ม.ต้น วิทยาศาสตร์

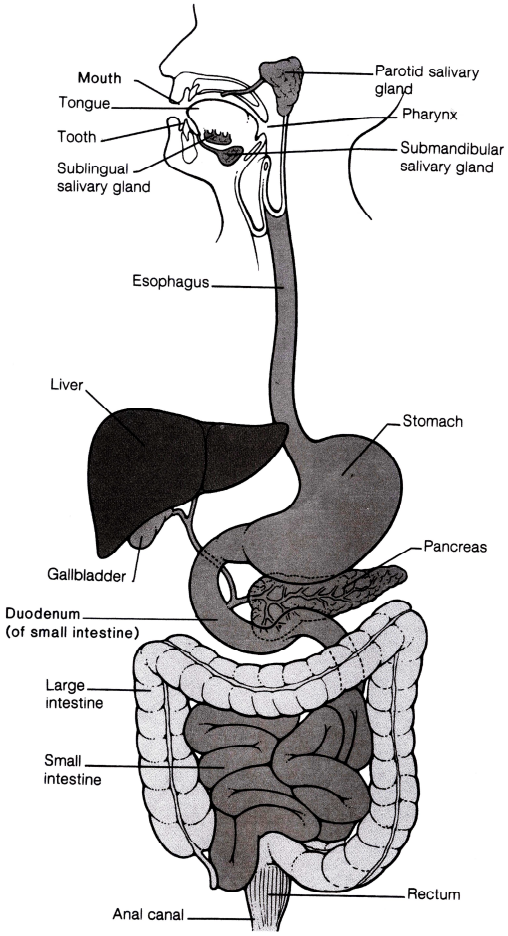
เรื่อง กลไกมนุษย์กับการรักษาดุลยภาพของร่างกาย ตอนที่ 1

โดย อ.รัตน์สุณี สุขพณิชยนันท์ รร.เตรียมอุดมศึกษา

ระบบย่อยอาหาร

การย่อยอาหาร (Degestion) คือ กระบวนการที่ทำให้อาหารโมเลกุลใหญ่แตกสลายเล็กลงจนกระทั่งดูดซึมผ่านผนังลำไส้เล็ก เข้าสู่เส้นเลือดไปเลี้ยงร่างกายได้ การย่อยที่สมบูรณ์เกิดขึ้นในลำไส้เล็ก สัตว์ที่มีระบบการย่อยสมบูรณ์จะมีการย่อยภายนอกเซลล์ โดยการปล่อยน้ำย่อยเข้ามาในทางเดินอาหาร

อวัยวะในระบบย่อยอาหารของคน



รูปแสดงระบบย่อยอาหารของคน

จากรูปจะพบว่าอวัยวะในระบบย่อยอาหารของคนแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. อวัยวะที่เป็นทางเดินอาหาร ได้แก่

ปาก (Mouth) → คอหอย (Pharynx) → หลอดอาหาร (Exophagus) → กระเพาะ (Stomach) → ลำไส้เล็ก (Small intestine) → ลำไส้ใหญ่ (Large intestine) → ทวารหนัก (Anus)

2. อวัยวะที่ช่วยย่อยอาหารแต่ไม่ใช่ทางเดินอาหาร ได้แก่

ตับ (Liver) ถุงน้ำดี (Gall bladder) ตับอ่อน (panereas)

ชนิดของการย่อยอาหาร การย่อยอาหาร แบ่งออกได้ 2 กรณี

1. การย่อยเชิงกล (physical digestion) เป็นการเคี้ยว หรือบดให้เล็กลงโดยไม่ต้องอาศัยเอนไซม์
2. การย่อยทางเคมี (chemical digestion) เป็นการย่อยที่ต้องอาศัยเอนไซม์ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมี เอนไซม์ (Enzyme)

ขั้นตอนการย่อยอาหารของคน แบ่งออกได้ 3 ตอน คือ ปาก กระเพาะ ลำไส้เล็ก

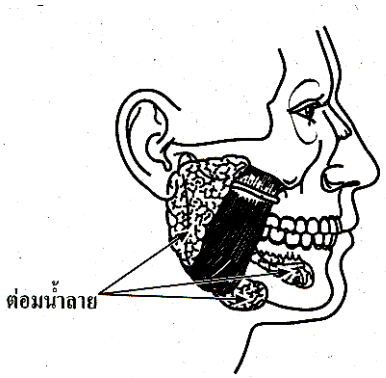
1. การย่อยในปาก

การย่อยในปาก ในปาก ส่วนสำคัญที่ช่วยย่อยอาหาร คือ

ฟัน (Teeth) ทำหน้าที่ตัดฉีก และบดเคี้ยวให้อาหารมีขนาดเล็กลง จัดเป็นการย่อยแบบเชิงกล ฟันคนเรามี 2 ชุด คือ ฟันน้ำนม (Temporary teeth) มี 20 ซี่ เริ่มออกเมื่ออายุ 6 เดือน และหักหมดเมื่ออายุ 6 ขวบ ฟันแท้ (permanent teeth) มี 32 ซี่ แบ่งออกเป็นฟันตัด 8 ซี่ ฟันฉีก 4 ซี่ กรามเล็ก 8 ซี่ กรามใหญ่ 12 ซี่

ลิ้น (Tongue) ทำหน้าที่คลุกเคล้าอาหาร และส่งผ่านไปตามลำคอเพื่อให้เข้าหลอดอาหาร

ต่อมน้ำลาย (Salivary gland) มีอยู่ 3 คู่ ต่อมน้ำลายที่ใหญ่ที่สุดอยู่ใต้กกหู 1 คู่ ถ้าเชื้อไวรัสทำให้อักเสบจะเป็นโรคคางทูม และอยู่ใต้ลิ้นและขากรรไกรล่างอีกอย่างละคู่ ดังรูป



ต่อมน้ำลายทำหน้าที่สร้างน้ำลาย น้ำลาย (Saliva) ประกอบด้วยน้ำ 97-99% น้ำเมือก สารที่เป็นด่าง และน้ำย่อยอะไมเลสหรือไทยาลิน

น้ำเมือกในน้ำลาย ทำหน้าที่ช่วยให้อาหารรวมตัวกันเป็นก้อนเหนียว และลื่นเพื่อสะดวกแก่การกลืน

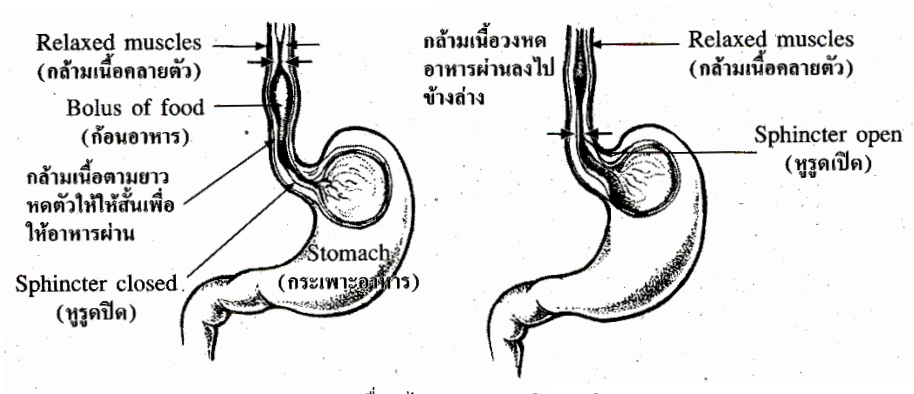
น้ำย่อยอะไมเลส ทำหน้าที่ย่อยแป้งให้โมเลกุลเล็กลง กรณีที่แป้งอยู่ในปากในเวลาอันสั้นจะถูกย่อยเป็นเด็กซ์ตริน แต่ถ้าอยู่นานพอสมควรจะถูกย่อยเป็นมอลโทส

สารที่เป็นด่างในน้ำลาย ทำให้ในปากมีสภาพเป็นด่างเหมาะกับการทำงานของน้ำย่อยอะไมเลส

อาหารที่ถูกย่อยทางเคมีในปาก คือ แป้ง

เอนไซม์อะไมเลส ทำหน้าที่ได้ดีในสภาวะที่เป็นเบส ถ้าอุณหภูมิสูงมากๆ เอนไซม์จะถูกน้ำทำลาย พบว่าเอนไซม์ส่วนใหญ่จะถูกทำลายที่อุณหภูมิประมาณ 100 ^{O}C

2. การย่อยในกระเพาะ



รูปแสดงการเคลื่อนไหวแบบเพอริสทัลซิสของหลอดอาหาร

เมื่ออาหารผ่านจากปากแล้วจะลงสู่หลอดอาหาร อาหารผ่านไปตามหลอดอาหารได้เพราะการหดตัวของกล้ามเนื้อหลอดอาหาร ซึ่งหดตัวเป็นช่วงๆ ติดต่อกัน กระบวนการนี้เรียกว่า เพอริสทัลซิส (peristalsis) ซึ่งจัดเป็นการย่อยแบบเชิงกล ในที่สุดอาหารลงสู่กระเพาะอาหร

ในกระเพาะอาหารจะมีทั้งการย่อยแบบเชิงกล และการย่อยทางเคมี

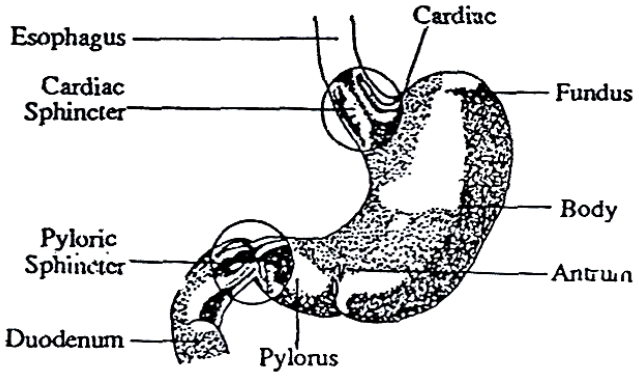
การย่อยทางเชิงกลในกระเพาะเกิดขึ้นเมื่ออาหารตกถึงกระเพาะ กระเพาะจะมีการคลายตัวเป็นระยะสั้นๆ และมีการหดตัวของกล้ามเนื้อเป็นช่วงๆ ติดต่อกัน เรียกว่า กระบวนการเพอริสทัลซิส (peristalsis)

การย่อยทางเคมีในกระเพาะที่ผนังภายในกระเพาะอาหารมีต่อมสร้างน้ำย่อยได้หลายชนิด รวมทั้งกรดไฮโดรคลอริกและน้ำเมือกด้วย น้ำย่อยในกระเพาะอาหาร ได้แก่ เพปซิน (pepsin) เรนนิน (rennin) ซึ่งทำหน้าที่ย่อยอาหารโปรตีน

เพปซิน (pepsin) ย่อยโปรตีนให้กลายเป็นเพปไทด์

เรนนิน (rennin) ย่อยโปรตีนในนม เช่น เคซีน (Casein) และจะรวมกับแคลเซียมในนมทำให้มีลักษณะเป็นลิ่มๆ จากนั้น เพปซิน จะย่อยต่อไป

ลักษณะของกระเพาะอาหาร



1. กระเพาะอาหารมีกล้ามเนื้อหูรูด 2 แห่ง คือ แห่งหนึ่งอยู่ตรงตอนที่ต่อกับหลอดอาหาร อีกส่วนหนึ่งอยู่ตรงตอนที่ต่อกับลำไส้เล็ก ดังรูป

2. ขณะที่อาหารคลุกเคล้าอยู่ในกระเพาะอาหาร กล้ามเนื้อหูรูดทั้งสองนี้จะปิดเพื่อกันมิให้อาหารออกมานอกกระเพาะ

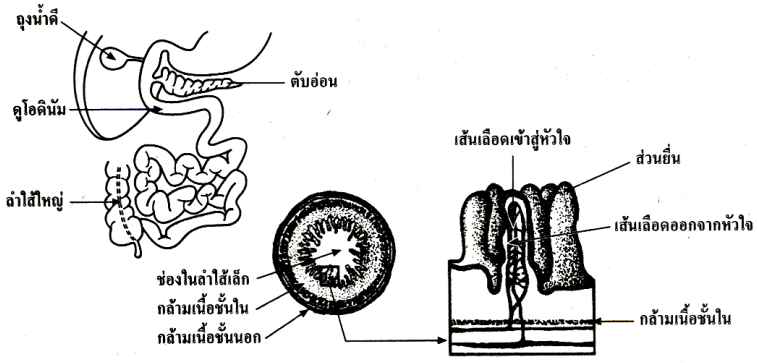
3. กระเพาะอาหารของคนแบ่งออกเป็น 3 ตอน คือ ตอนต้น (Cardius) ตอนกลาง (Fundus)

และตอนปลาย (pylorus) กระเพาะคนยาวประมาณ 10 นิ้ว กว้าง 5 นิ้ว ขณะไม่มีอาหารอยู่จะมีปริมาตรประมาณ 50 ลูกบาศก์เซนติเมตร แต่เมื่อมีอาหารลงสู่กระเพาะจะขยายได้อีก 10-40 เท่า

4. การที่กระเพาะไม่ถูกกรดเกลือและน้ำย่อยเพปซินทำลายเพราะมีเยื่อบุผิวด้านในสามารถสร้างน้ำเมือกมีฤทธิ์เป็นด่างคอยป้องกันไว้และผนังกระเพาะมีการแบ่งเซลแบบไมโตซิส (Mitosis) อย่างรวดเร็วมาชดเชยเซลล์ที่ถูกทำลายไป

3. การย่อยในลำไส้เล็ก

อาหารถูกคลุกเคล้ากับน้ำย่อยในกระเพาะประมาณ 1 – 6 ชั่วโมง จึงถูกส่งเข้าไปในลำไส้เล็ก อาหารทุกชนิดจะถูกย่อยอย่างสมบูรณ์ในลำไส้เล็ก แล้วถูกดูดซึมไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายที่ผนังของลำไส้เล็กตรงส่วนที่เรียกว่า วิลลัส (Villus) ที่ลำไส้เล็กมีส่วนที่ยื่นออกมาจากผนังด้านในเป็นจำนวนมาก เรียกว่า วิลลัส ภายในวิลลัสจะมีเส้นเลือดฝอย อาหารที่ถูกย่อยแล้วจะแพร่เข้าสู่เส้นเลือดฝอยในวิลลัสไปเลี้ยงเซลล์ทั่วร่างกายโดยการไหลเวียนของเลือด



รูปผนังด้านในของลำไส้เล็ก

น้ำย่อยในลำไส้เล็ก มาจาก 2 แหล่งด้วยกัน คือ

1. น้ำย่อยจากตับอ่อน เรียกว่า (Pancreatic Juice) ได้แก่

- อะไมเลส ย่อยแป้งเป็นน้ำตาลมอลโทส
- ไลเพส ย่อยไขมันให้เป็นกรดไขมัน และกลีเซอรอล
- ทริปซิน ไคโมทริปซิน , คาร์บอกซีเพปติเดส ย่อยโปรตีน
- โซเดียมไฮโดรเจนคาร์บอเนต $NaHCO_3$ มีสมบัติเป็นด่าง เป็นสารที่ตับอ่อนสร้างรวมมากับน้ำย่อย

2. น้ำย่อยที่ลำไส้เล็กสร้างขึ้นเอง เรียก (Intestinal Juice) ได้แก่

- อะไมเลส ย่อยแป้งเป็นน้ำตาลมอลโทส
- มอลเทส ย่อยมอลโทสให้เป็นน้ำตาลกลูโคส
- ซูเครส ย่อยน้ำตาลซูโครสให้เป็นน้ำตาลกลูโคส และฟรักโทส
- แลกเทส ย่อยน้ำตาลแลกโทสในนมให้เป็นกลูโคส และกาแลกโทส
- เพปติเดส ย่อยโพลิเพปไทด์ และเพปไทด์ให้เป็นกรดอะมิโน

หน้าที่ของตับ

ตับทำหน้าสร้างน้ำดีสะสมไว้ในถุงน้ำดี เมื่ออาหารผ่านเข้าไปในลำไส้เล็ก ก็จะมีการกระตุ้นให้มีการหลั่งน้ำดีเข้าสู่ลำไส้เล็ก น้ำดีไม่มีน้ำย่อย แต่มีส่วนประกอบที่เรียกว่า เกลือน้ำดี (bile salts) ทำหน้าที่ย่อยก้อนไขมันให้มีขนาดเล็กลง และอนุภาคของไขมันที่เล็กลงนี้จะถูกน้ำย่อยไลเพสย่อยต่อไปจนได้กรดไขมันกับกลีเซอรอล

การย่อยอาหารทางเคมีในทางเดินอาหารของคนสรุปได้ดังนี้

โปรตีนและเพปไทด์ $\xrightarrow{\text{เพปซิน}}$ เพปไทด์ $\xrightarrow{\text{ทริปซิน ไคโมทริปซิน}}$ ไดเพปไทด์ $\xrightarrow{\text{ไดเพปติเดส}}$ กรดอะมิโนขนาดต่างๆ

น้ำตาลโมเลกุลใหญ่ $\xrightarrow{\text{อะไมเลส}}$ มอลโทส $\xrightarrow{\text{มอลเทส}}$ กลูโคส

ซูโครส $\xrightarrow{\text{ซูเครส}}$ กลูโคส + ฟรักโทส

แลกโทส $\xrightarrow{\text{แลกเทส}}$ กลูโคส + กาแลกโทส

ไขมัน $\xrightarrow{\text{เกลือน้ำดี}}$ ไขมันที่แตกตัว $\xrightarrow{\text{ไลเพส}}$ กรดไขมันกับกลีเซอรอล

ระบบหายใจ

การหายใจ หมายถึง การเผาผลาญอาหารเพื่อให้ได้พลังงานออกมาใช้ในการดำรงชีวิต

การหายใจ แบ่งออกได้ 2 แบบ คือ การหายใจแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic respiration) กับการหายใจแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic respiration) การหายใจแบบใช้ออกซิเจนให้พลังงานมากกว่าแบบไม่ใช้ออกซิเจน 19 เท่า

การหายใจของคน (The human respiratory system)

คนเราต้องการพลังงานมากจึงมีการหายใจแบใช้ออกซิเจน ผลิตผลที่ได้จากการหายใจแบบนี้ คือ น้ำ (H_2O) คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และพลังงาน

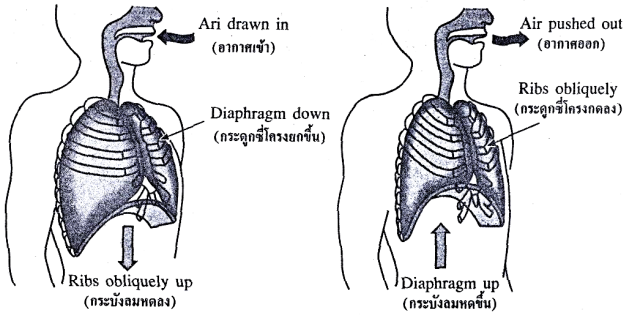
การหายใจของคนและสัตว์ชั้นสูงแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอน

ขั้นที่ 1 ขั้นตอนที่สูดอากาศเข้าปอด

ขั้นที่ 2 ขั้นตอนที่มีการแลกเปลี่ยนแก๊สออกซิเจนกับแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ที่เส้นเลือดฝอยรอบๆถุงลมปอด

ขั้นที่ 3 ขั้นตอนที่ออกซิเจนไปทำปฏิกิริยากับอาหารภายในเซลล์ให้น้ำ + แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ + พลังงาน ซึ่งเขียนสมการได้ว่า อาหาร + O_2 $\longrightarrow$ H_2O + CO_2 + พลังงาน

อากาศเข้าและออกปอดได้อย่างไร



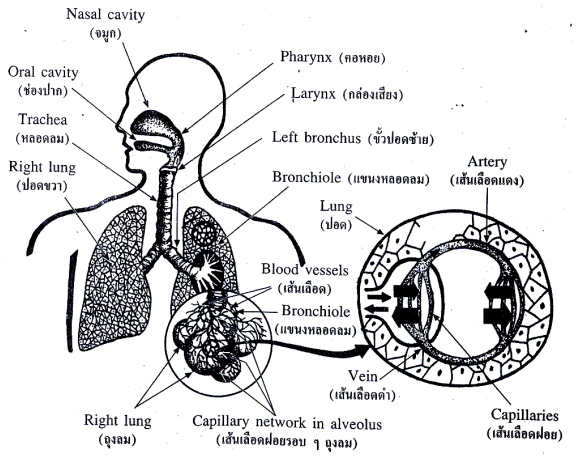
อากาศเข้าและออกจากปอดโดยอาศัยความแตกต่างระหว่างความกดดันของอากาศภายในถุงลมปอด กับความดันของอากาศภายนอกร่างกาย ความกดดันของอากาศในถุงลมปอดเปลี่ยนแปลงได้เพราะการเคลื่อนที่ของกล้ามเนื้อกระบังลม (Diaphragm) กับกล้ามเนื้อซี่โครงแถบในและนอก

หายใจเข้า (Inpiration)	หายใจออก (Expiration)
กล้ามเนื้อซี่โครงแถบนอก	กล้ามเนื้อซี่โครงแถบนอก
หดตัว แต่แถบในคลายตัว	คลายตัว แต่แถบในหดตัว
กระดูกซี่โครงถูกยกขึ้น	กระดูกซี่โครงดึงลง
กระบังลมหดตัว ส่วนโค้ง	กระบังลมคลายตัว ส่วนโค้ง
ของกระบังลมหดตัวลดต่ำลง	ของกระบังลมถูกยกขึ้น
ช่องอกมีปริมาตรเพิ่มขึ้น	ช่องอกมีปริมาตรลดลง
ความกดดันของอากาศในช่องอกลดลง	ความกดดันของอากาศในช่องอกเพิ่มขึ้น
อากาศไหลเข้าสู่ถุงลมปอด	อากาศไหลออกสู่ถุงลมปอด

การสะอึก การสะอึกเกิดจากการที่กล้ามเนื้อยึดซี่โครงและกระบังลมทำงานไม่สัมพันธ์กัน คือ เวลาหายใจออกแทนที่กระบังลมจะคลายตัวแต่กลับหดตัว

ทางเดินของลมหายใจ

เรียงตามลำดับดังนี้ อากาศ ⟶ รูจมูก ⟶ ช่องหลอดลม ⟶ หลอดลม ⟶ ขั้วปอด ⟶ แขนงของหลอดลม ⟶ ถุงลม ⟶ เส้นเลือดฝอย ⟶ เม็ดเลือดแดง ⟶ เซลล์



การแลกเปลี่ยนแก๊สในร่างกาย

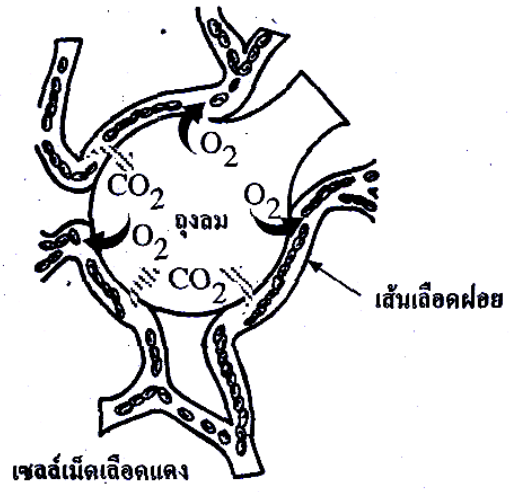
ปริมาณ CO_2 ในเลือดเป็นตัวบังคับให้เราหายใจเข้าออก เพราะ CO_2 ในน้ำเลือดทำให้เลือดมีสภาพเป็นกรด อันเป็นผลให้เกิดอันตรายต่อกระบวนการเมแทบอลิซึม (Metabolism) ในร่างกายอย่างมาก (Metabolism หมายถึง ปฏิกิริยาเคมีทั้งหมายที่เกิดขึ้นในเซลล์ของสิ่งมีชีวิต) ปกติเลือดจะมี pH ประมาณ 7.4 มีสภาพเป็นเบสอ่อนๆ ดังนั้นเมื่อเลือดเป็นกรดมากขึ้น ร่างกายจึงต้องกำจัด CO_2 ในเลือดออกไป เราจะพบว่า CO_2 ในเลือดมาดกเกินไป จะทำให้หายใจหอบและถี่ คนเราสูดลมหายใจเข้าออกครั้งหนึ่งๆ จะมีการแลกเปลี่ยนอากาศประมาณ 500 cm^3 อัตราการหายใจของคนเราขณะพักผ่อนประมาณ 12 – 16 ครั้งต่อนาที

การแลกเปลี่ยนแก๊ส อาศัยหลักการของการแพร่ ซึ่งเกิดขึ้นบริเวณเส้นเลือดฝอยรอบๆ ถุงลมปอด

เมื่อเราหายใจเข้าอากาศจะผ่านเข้าทางรูจมูก $\rightarrow$ ช่องหลอดลม $\rightarrow$ ขั้วปอด $\rightarrow$ ถุงลม ปริมาณ O_2 ในถุงลมมีปริมาณมากกว่าในเลือด ดังนั้น O_2 ในถุงลมปอดจึงแพร่เข้าสู่เส้นเลือดฝอยรอบๆถุงลมปอด แก๊สออกซิเจนจะรวมตัวกับฮีโมโกบิน (Hb) ในเม็ดเลือดแดงได้ออกซีฮีโมโกลบิน (HbO_2) ดังสมการ

$O_2 + Hb \rightleftharpoons HbO_2$ จากนั้นเลือดที่มีออกซีฮีโมโกลบินจะไหลเข้าสู่หัวใจ และถูกหัวใจสูบฉีดไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกาย O_2 จากนั้นเลือดก็แพร่เข้าสู่เซลล์ต่างๆของร่างกาย จากนั้น O_2 ก็จะเผาผลาญอาหารในเซลล์เกิดปฏิกิริยาดังสมการ อาหาร + O_2 $\longrightarrow$ CO_2 + H_2O + พลังงาน นั้นแสดงว่าการหายใจขั้นสมบูรณ์เกิดขึ้นภายในเซลล์ได้น้ำ + คาร์บอนไดออกไซด์ + พลังงาน เป็นผลิตภัณฑ์

เราจะพบว่าการหายใจขั้นสุดท้ายได้ CO_2 ออกมา และ CO_2 จะแพร่เข้าสู่ถุงลมปอด จากนั้นก็จะถูกลำเลียงออกผ่านหลอดลมออกมาภายนอกร่างกายทางลมหายใจออก



ระบบหมุนเวียนเลือดและแก๊ส

ระบบหมุนเวียนของโลหิตแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือ

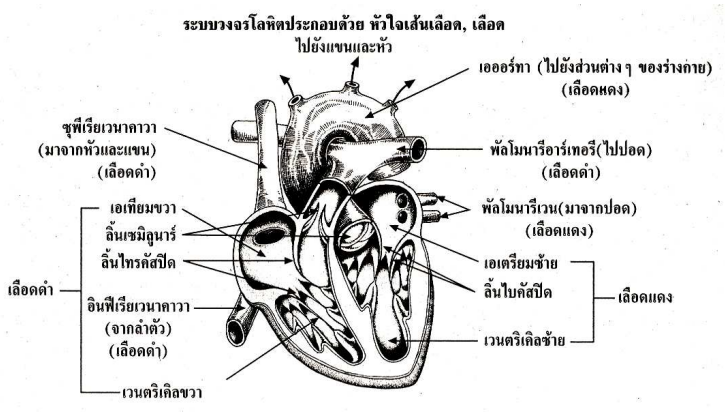
1. ระบบเปิด เป็นระบบที่เลือดไม่ได้ไหลไปตามเส้นเลือดตลอดเวลา แต่จะมีเลือดไหลไปตามช่องว่างในลำตัวที่เรียกว่า เฮโมซีล (Heamocoel) พบในสัตว์ในไฟลัม มอลลัสกา ได้แก่ หอย ปลาหมึก และสัตว์ในไฟลัม อาร์โทรโปดา ได้แก่ ปู กุ้ง ตะขาบ และแมลง

2. ระบบปิด เป็นระบบที่เลือดไหลไปตามเส้นเลือดผ่านหัวใจครบวงจร ระบบนี้มีเส้นเลือดฝอยเชื่อมโยงระหว่างเส้นเลือดที่พาเลือดออกจากหัวใจ กับเส้นเลือดที่พาเลือดเข้าสู่หัวใจ พบในสัตว์ไฟลัม แอนิลิดา เช่น ไส้เดือน และสัตว์ในไฟลัมคอร์ดาตา หรือพวกมีกระดูกสันหลัง เช่น ปลา สัตว์ครึ่งบกครึ่งน้ำ สัตว์ปีก สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม

ระบบหมุนเวียนของเลือดในคน

ระบบวงจรโลหิตประกอบด้วย หัวใจ เส้นเลือด เลือด

ก. หัวใจ



รูปแสดงทางเดินของเลือดผ่านเข้าออกหัวใจ

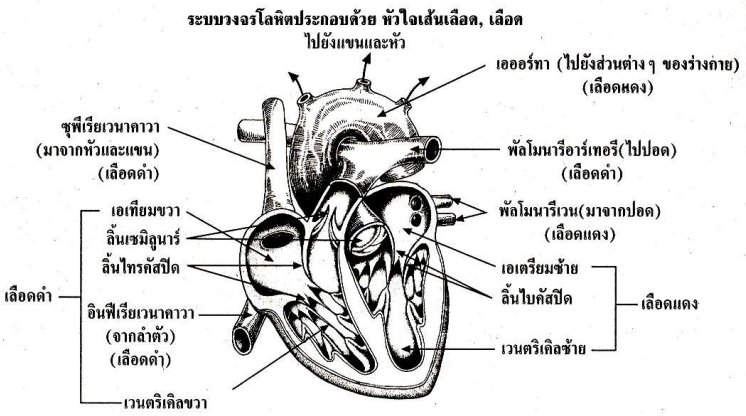
หัวใจทำหน้าที่สูบฉีดโลหิต ให้ไหลเวียนอยู่ในเส้นเลือด การสูบฉีดโลหิตของหัวใจ ทำให้เกิดแรงดันให้เลือดไหลไปตามเส้นเลือดไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกาย และไหลกลับคืนเข้าสู่หัวใจ

หัวใจของคนเราตั้งอยู่ในทรวงอกระหว่างปอดทั้งสองข้าง โดยค่อนมาทางด้านซ้ายชิดผนังทรวงอก

หัวใจของคนเราแบ่งออกเป็น 4 ห้อง ห้องบน 2 ห้องเรียกว่า ออริเคิล ห้องล่าง 2 ห้องเรียกว่า เวนตริเคิล

- ห้องบนขวา รับเลือดเสีย (เลือดดำหรือเลือดที่มีคาร์บอนไดออกไซด์สูง แต่มีออกซิเจนต่ำ)
- ห้องล่างขวา ทำหน้าที่ฉีดเลือดไปฟอกที่ปอด
- ห้องบนซ้าย รับเลือดดี (เลือดแดงหรือเลือดที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ต่ำแต่มีออกซิเจนสูง)
- ห้องล่างซ้าย ทำหน้าที่ฉีดเลือดดีไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกาย หัวใจห้องล่างซ้ายประกอบด้วยกล้ามเนื้อที่แข็งแรงกว่าห้องล่างขวามาก เพราะต้องใช้แรงบีบสูงเพื่อส่งเลือดไปให้ทั่วร่างกาย หัวใจห้องล่างซ้ายจะบีบส่งเลือดประมาณ 72 ครั้ง/นาที

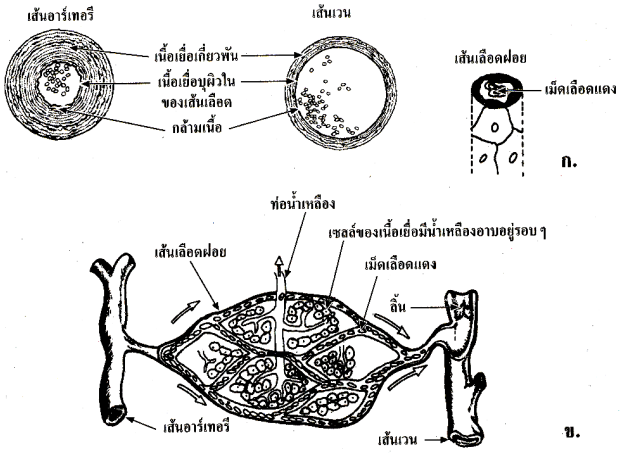
กลไกการไหลเวียนเลือดผ่านเข้าออกในหัวใจคน



เลือดดำ จากส่วนต่างๆ ของร่างกายเหลเขาหวเจทางหองบนขวา เดยเลอดจากส่วนบนของร่างกายเข้าสู่ห้องบนขวา ทางเส้นเลือดซุพีเรียเวนาคาวา และเลือดจากส่วนล่างของร่างกายเข้าสู่หัวใจห้องบนขวาทางเส้นเลือด อินฟีเรียเวนาคาวา จากนั้นหัวใจห้องบนขวาจะหดตัวให้เลือดผ่านลิ้นของหัวใจลงสู่ห้องล่างขวา แล้วหัวใจห้องล่างขวาจะบีบตัวให้เลือดไหลเข้าไปในเส้นเลือด พัลโมนารีอาร์เทอรี จากหัวใจไปยังปอด เลือดดำจะผ่านเข้าไปในเส้นเลือดฝอยรอบๆ ถึงลมปอด แล้วจ่ายคาร์บอนไดออกไซด์ให้กับถุงลมปอดแล้วรับก๊าซออกซิเจนเข้ามาแทนเป็นผลให้เลือดดำกลายเป็นเลือดแดง แล้วไหลออกจากปอดเข้าสู่หัวใจห้องบนซ้ายทางเส้นเลือด พัลโมนารีเวน จากนั้นหัวใจบนซ้ายก็จะบีบเลือดลงไปในห้องล่างซ้ายแล้วหัวใจห้องล่างซ้ายจะบีบตัวให้เลือดออกจากหัวใจไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกายทางเส้นเลือดเออร์ทา

ข. เส้นเลือด (Blood Vessel) เส้นเลือดในร่างกายของคน แบ่งออกได้ 3 ประเภท คือ

1. เส้นเลือดที่นำเลือดเข้าสู่หัวใจ เรียกว่า เส้นเวน (Vein)
2. เส้นเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจ เรียกว่า อาร์เทอรี (Artery)
3. เส้นเลือดฝอย (Capillaries)



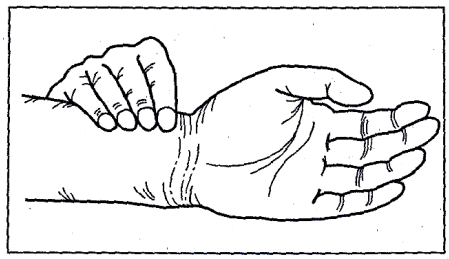
ก. แผนภาพแสดงเส้นเลือดชนิดต่างๆ ด้านตัด

ข. แผนภาพแสดงเส้นเลือดฝอยซึ่งเป็นบริเวณที่มีการแลกเปลี่ยนสารและแก๊สระหว่างเลือดกันเซลล์ของเนื้อเยื่อ

1. เส้นเลือดอาร์เทอรี เป็นเส้นเลือดนำเลือดออกจากหัวใจ มีขนาดต่างๆ กัน ขนาดใหญ่คือ เออร์ตา มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1 นิ้ว และขนาดเล็กมีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.2 มิลลิเมตร ไม่มีลิ้น เส้นเลือดอาร์เทอรี ประกอบด้วยกล้ามเนื้อ และเนื้อเยื่อที่ยืดหยุ่นได้ มีผนังหนาที่สามารถรับแรงดันเลือด (Blood

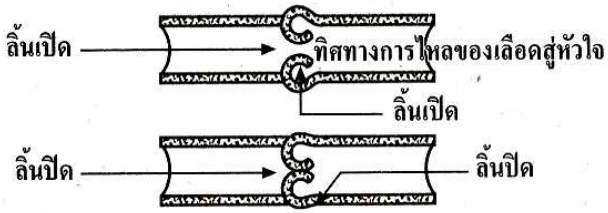
Pressure) ซึ่งเป็นแรงดันที่ค่อนข้างสูง อันเป็นผลเนื่องมาจากการบีบตัวของหัวใจห้องล่างซ้าย (Ventricle) ความดันของเลือดจะสูงมากในเส้นเลือดอาร์เทอรีใกล้หัวใจ คือ เส้นเลือดแดงใหญ่ที่สุดเรียกว่า เออออร์ทา และค่อยๆ ลดลงตามลำดับเมื่ออยู่ห่างจากหัวใจไปเรื่อยๆ จนถึงอวัยวะต่างๆ ดังนั้นการวัดความดันเลือด เส้นเลือดที่เหมาะสมสำหรับวัดความดัน คือ เส้นอาร์เทอรีที่ต้นแขน

ผู้ใหญ่อายุ 20 – 30 ปี มีความดันเลือดปกติ 120/80 มิลลิเมตรของปรอท ตัวเลขข้างหน้า (120) หมายถึง ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว เรียกว่า ความดันซิสโทลิก (Systolic pressure) ตัวเลขข้างหลัง (80) หมายถึง ความดันโลหิตของหัวใจคลายตัว เรียกว่า ความดันไดแอสโทลิก (Diastolic pressure) ความดันโลหิตจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น เพศ อายุ ขนาดร่างกาย อารมณ์ และการออกกำลังกาย (เพศหญิงมีความดันต่ำกว่าเพศชาย คนผอมมีความดันเลือดต่ำกว่าคนอ้วน คนที่มีอารมณ์ตึงเครียดโกรธโมโหง่าย ความดันเลือดจะสูงกว่าคนปกติ)



ชีพจร (Pulse) หมายถึง อัตราการเต้นของหัวใจ จังหวะการยืดหยุ่นของเส้นเลือดอาร์เทอรีเป็นไปตามจังหวะการเต้นของหัวใจ ดังนั้นเราสามารถวัดชีพจรได้จากเส้นอาร์เทอรีที่อยู่ใกล้ๆ บริเวณผิวหนัง เช่น บริเวณข้อมือ บริเวณลำคอ การเต้นของหัวใจปกติเฉลี่ย 72 ครั้งต่อนาที แต่อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามลักษณะต่างๆ เช่น เพศ วัย อิริยาบถ โรคภัยไข้เจ็บ

2. เส้นเลือดเวน (Vein) เป็นเส้นเลือดที่นำเลือดเข้าสู่หัวใจ มีขนาดต่างๆ กัน แต่มีเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่าอาร์เทอรี แต่มีผนังบางกว่าเพราะมีกล้ามเนื้อน้อยกว่า มีความยืดหยุ่นน้อยกว่า และแรงดันเลือดในเวนต่ำกว่าในอาร์เทอรี เส้นเลือดเวนขนาดใหญ่มีลิ้นอยู่ภายในเป็นระยะๆ ลิ้นภายในเวนทำหน้าที่กันไม่ให้เลือดไหลย้อนกลับ



3. เส้นเลือดฝอย (Capillaries) เป็นเส้นเลือดซึ่งสานกันเป็นร่างแห แทรกอยู่ตามเนื้อเยื่อและเชื่อมต่ออยู่ระหว่างอาร์เทอรีและเวนเป็นเส้นเลือดที่มีขนาดเล็กมาก มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 7 ไมโครเมตร ผนังประกอบด้วยเซลล์เพียงเซลล์เดียว ไม่มีกล้ามเนื้อและเส้นใยที่ยืดหยุ่นเลยประมาณกันว่าเส้นเลือดฝอยในร่างกาย เมื่อนำมาวางเรียงต่อกันจะมีความกว้างถึง 30 เซนติเมตร ยาวถึง 12 ไมล์ แต่การที่เส้นเลือดฝอยมีพื้นผิวมาก และมีความหนาน้อยจึงเหมาะสำหรับทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สและสารต่างๆ ระหว่างเลือดกับเซลล์ของร่างกาย โดยวิธีการแพร่

เลือดและส่วนประกอบของเลือดคน

คนเรามีเลือดอยู่ประมาณร้อยละ 7 – 9 ของน้ำหนักตัว ถ้านักเรียนมีน้ำหนัก 40 กิโลกรัม จะมีเลือดอยู่ในร่างกายประมาณ 2.8 – 3.6 กิโลกรัม หรือประมาณ 2.6 – 3.4 ลิตร (เลือดความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.055 – 1.065) เลือดคนประกอบด้วยส่วนที่เป็นของเหลว เรียกว่า น้ำเลือดหรือพลาสมา (plasma) ซึ่งมีประมาณร้อยละ 55 ของเลือดทั้งหมด ส่วนที่เหลืออีกประมาณร้อยละ 45 เป็นเม็ดเลือด (blood corpuscle) ซึ่งประกอบด้วยเม็ดเลือดแดง (erythrocyte) เม็ดเลือดขาว (leucocyte) และเพลตเลต (platelet)

1. น้ำเลือดหรือพลาสมา (plasma) น้ำเลือดเป็นของเหลวเกือบใส มีประมาณ 55-57% ของเลือด ประกอบด้วยสารหลายอย่าง ได้แก่

(ก) น้ำ มีอยู่ประมาณ 90% ของน้ำเลือด ทำหน้าที่ละลายและแขวนลอยสารต่างๆ ทำให้เกิดการมีประจุ และนำความร้อน

(ข) สารอิเล็กโทรไลต์ มีประมาณ 1% ของน้ำเลือด ได้แก่ โซเดียม โพแทสเซียม แคลเซียม แมกนีเซียม คลอไรด์ ไฮโดรเจนคาร์บอเนต ฟอสเฟต และอื่นๆ สารอิเล็กโทรไลต์เหล่านี้เป็นตัวทำให้เกิดความดันออสโมซิส ทำให้เนื้อเยื่อต่างๆ สามารถตอบสนองสิ่งกระตุ้น นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นระบบบัฟเฟอร์ด้วย

(ค) โปรตีนมีประมาณ 6 – 8% ของน้ำเลือดมีความหนืด และมีความดันออสโมซิส ซึ่งจะช่วยปรับปริมาตรของเลือดและยังรักษาสมดุลของน้ำในร่างกาย โปรตีนยังช่วยให้เลือดแข็งตัวเมื่อมีบาดแผล นอกจากนี้ยังทำหน้าที่เป็นแอนติบอดี ตัวอย่างของโปรตีนที่พบในน้ำเลือด

- แอลบิวมิน ทำหน้าที่เป็นตัวทำให้เกิดความดันออสโมซิส
- แอลฟากลอบิวลิน ทำหน้าที่เป็นตัวพาสารพวกบิลิรูบิน ไขมัน และสเตรอยด์ในน้ำเลือด
- บีตากลอบิวลิน ทำหน้าที่เป็นตัวพาสารสเตรอยด์ ไขมัน แคโรทีน และเหล็ก
- แกมมากลอบิวลิน ทำหน้าที่เป็นส่วนประกอบของแอนติบอดี
- ไฟบริโนเจน ทำหน้าที่เกี่ยวกับการแข็งตัวของเลือด

(ง) กลูโคส มีประมาณ 60-100 mg/เลือด 100 cm^3 ทำหน้าที่เป็นแหล่งพลังงานให้แก่เนื้อเยื่อต่างๆ ของร่างกาย

(จ) ไขมันใน เลือด 100 cm^3 จะพบกรดไขมัน 190-420 mg คอเลสเทอรอล 159 – 280 mg และไตรกลีเซอไรด์ 20 mg พลังงานที่ร่างกายได้รับส่วนใหญ่มาจากไขมัน

(ฉ) สารประกอบไนโตรเจนอื่นๆ เช่น ยูเรีย ครีเอทิลีน กรดอะมิโน สารเหล่านี้ได้มาจากกระบวนการเมแทบอลิซึม

(ช) วิตามินได้แก่ วิตามิน B1 (Thiamine) , B2 (Rhiboflavin) , B5 (Nicotinic acid) B6 (pyridoxine), B12 (Cyano cobalamin) วิตามิน A , วิตามิน C (Ascobic acid) วิตามิน E

(ซ) เอนไซม์ มีหน้าที่ช่วยเร่งปฏิกริยาเคมีต่างๆ

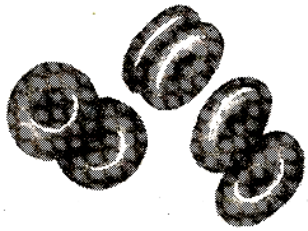
(ญ) แก๊สที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ ที่สำคัญ คือ แก๊สออกซิเจน ใช้ในระบบไซโทโครม มาจากที่สะสมไว้ในอวัยวะต่างๆ

ส่วนประกอบของเลือดมาจากแหล่งต่างกัน เช่น

- น้ำและสารที่มีประจุ ได้มาจากการดูดซึมจากทางเดินอาหาร
- กลูโคส กรดอะมิโน และกรดไขมัน ได้มาจากการดูดซึมจากทางเดินอาหาร หรือปล่อยออกมาจากที่สะสมไว้ในอวัยวะต่างๆ
- แอลบิวมิน และกลอบิวลิน สร้างมาจากตับ
- ของเสียต่างๆ ได้มาจากกระบวนการเมแทบอลิซึมของเซลล์ของสิ่งมีชีวิต

2. เม็ดเลือดแดง (erythrocyte)

เม็ดเลือดแดงเป็นเซลล์ที่มีลักษณะพิเศษ ทำหน้าที่ขนส่งแก๊สออกซิเจนแหล่งสร้างเม็ดเลือดแดงจะเปลี่ยนแปลงไปตามอายุ



- เม็ดเลือดแดงของแอมบริโอ และฟีตัสสร้างจากถุงไข่แดง (yolk sac) ม้าม ตับ และไขกระดูก
- หลังคลอดแล้ว เม็ดเลือดแดงสร้างในไขกระดูก โดยเฉพาะกระดูกยาวทุกชิ้น

หลังจากอายุ 20 ปีแล้ว ไขกระดูกของกระดูกยาวจะหยุดสร้างเม็ดเลือดแดง ยกเว้นกระดูกบริเวณโคนแขนและโคนขา เม็ดเลือดแดงมีลักษณะดังรูป

เม็ดเลือดแดงมีลักษณะกลมแบน ตรงกลางเว้าเข้าหากัน มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 -8 ไมโคเมตร เม็ดเลือดแดงที่สร้างขึ้นใหม่ๆ เป็นเซลล์ที่มีนิวเคลียส เมื่อเซลล์เม็ดเลือดแดงโตเต็มที่แล้วจะสูญเสียนิวเคลียสและออร์แกเนลอื่นๆ เม็ดเลือดแดงแต่ละเซลล์จะมีฮีโมโกลบิน (hemoglobin) อยู่มากถึง 300 ล้านโมเลกุล ฮีโมโกลบิน ประกอบด้วย โปรตีนที่มีธาตุเหล็กเป็นองค์ประกอบ ฮีโมโกลบินรวมตัวกับออกซิเจนได้ดีมาก กลายเป็นออกซิเจน เนื่องจากเม็ดเลือดแดงที่โตเต็มที่แล้วไม่มีนิวเคลียส จึงไม่สามารถซ่อมแซมตัวเองได้ทำให้มีช่วงอายุที่อยู่ในกระแสเลือดได้เพียง 90 – 120 วัน

เม็ดเลือดแดงที่แก่แล้วจะถูกทำลายที่ตับ ม้าม และไขกระดูก ทุกๆ วินาทีเม็ดเลือดแดงจะถูกทำลายสูงถึง 2 ล้านเซลล์ เมื่อเม็ดเลือดแดงถูกทำลายส่วนประกอบของเม็ดเลือดแดง เช่น เหล็ก และฮีโมโกลบิน จะไม่ถูกกำจัดออกนอกร่างกาย แต่จะนำกลับมาสร้างเม็ดเลือดแดงกลับคืนในอัตราเท่าเทียมกับที่ถูกทำลาย ดังนั้นผู้ที่เป็นโรคโลหิตจาง และมะเร็งเม็ดเลือดขาว (leukemia) เนื่องมาจากอัตราการสร้างเม็ดเลือดแดงเกิดขึ้นน้อยไม่สมดุลกับอัตราที่ถูกทำลาย เม็ดเลือดแดงในร่างกายผู้ชายมีประมาณ 4.6 – 6.2 ล้านเซลล์ต่อเลือด 1 ลูกบาศก์มิลลิเมตร ผู้หญิงมีประมาณ 4.2 – 5.4 ล้านเซลล์ต่อเลือด 1 ลูกบาศก์มิลลิเมตร

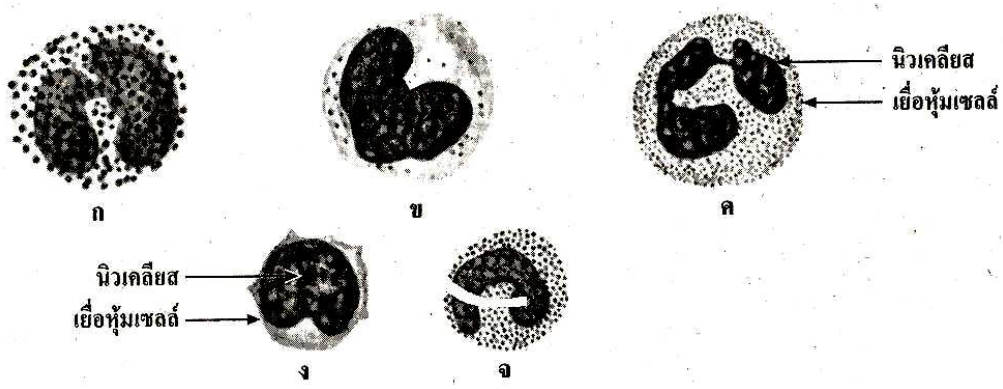
3. เม็ดเลือดขาว (Leucocyte)

เม็ดเลือดขาวเป็นเซลล์ไม่มีสี เพราะไม่มีฮีโมโกลบิน แต่มีนิวเคลียส และมักมีขนาดโตกว่าเม็ดเลือดแดง มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 8 ไมโครเมตร เม็ดเลือดขาวมีจำนวนน้อยกว่าเม็ดเลือดแดงประมาณ 600

เท่า เลือด 1 ลูกบาศก์มิลลิเมตร มีเม็ดเลือดขาวประมาณ 5,000 – 10,000 เซลล์ เม็ดเลือดขาวอาจมีจำนวนมากกว่านี้ เมื่อมีเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกาย เม็ดเลือดขาวสร้างมาจากต่อมไทมัส ต่อมน้ำเหลือง ไขกระดูก

- เม็ดเลือดขาวที่มีแกรนูล (granule) จำนวนมากอยู่ในไซโทพลาสซึม มีนิวเคลียส มีรูปร่างต่างๆ กัน เม็ดเลือดขาวพวกนี้สร้างมาจากม้าม และไขกระดูก มีอายุ 2 -3 วัน

- เม็ดเลือดขาวที่ภายในไซโทลพลาสซึมไม่มีแกรนูล นิวเคลียสค่อนข้างกลม เม็ดเลือดขาวพวกนี้สร้างมาจากต่อมไทมัส ต่อมน้ำเหลือง และม้าม



เม็ดเลือดขาวทำหน้าที่ทำลายสิ่งแปลกปลอมที่เข้าไปในร่างกาย วิธีการทำลายเชื้อโรคของเม็ดเลือดขาวมี 2 วิธี คือ

วิธีที่ 1 เม็ดเลือดขาวที่มีแกรนูลบางชนิด ทำลายเชื้อโรคโดยวิธี ฟาโกไซโทซิส

วิธีที่ 2 ทำลายโดยการสร้างแอนติบอดี (antibody) เมื่อสิ่งแปลกปลอมต่างๆ ซึ่งหมายรวมถึงเชื้อโรค ที่เข้าไปในร่างกายเราเรียกว่า แอนติเจน(antigen) เม็ดเลือดขาวที่มีแกรนูลบางชนิดจะสร้างสารพวกโปรตีนที่มีสมบัติต่อต้านสิ่งแปลกปลอมที่เข้าไปในกระแสเลือด สารที่สร้างขึ้นนี้เรียกว่า แอนติบอดี (antibody) แอนติบอดีที่เม็ดเลือดขาวที่สร้างขึ้นมาต่อต้านสิ่งแปลกปลอมที่เป็นเชื้อโรคนั้น จะยังคงอยู่ในร่างกายของผู้ได้รับเชื้อต่อไปอีกระยะหนึ่ง ทำให้ร่างกายมีความต้านทานต่อเชื้อโรคชนิดนั้น เราเรียกความต้านทานนี้ว่า “ภูมิคุ้มกันโรค” (immunity) แอนติบอดีที่สร้างขึ้นครั้งหนึ่งมีสมบัติในการคุ้มกันโรคได้เป็นเวลานานแตกต่างกัน จากหลักการนี้นำมาใช้ในการให้วัคซีน (Vaccine) (วัคซีน คือ เชื้อโรคที่ถูกทำให้อ่อนฤทธิ์ หรือตายลงจนไม่สามารถทำให้เกิดโรคได้ เราฉีดวัคซีนเข้าสู่ร่างกายเพื่อให้ทำหน้าที่เป็นแอนติเจนกระตุ้นให้ร่างกายสร้างแอนติบอดีขึ้นมาต่อต้าน ผลคือ ร่างกายมีภูมิคุ้มกันต่อเชื้อโรคชนิดนั้นๆ)

4. เพลตเลต (platelet) บางคนเรียกว่า เกล็ดเลือดหรือแผ่นเลือด เป็นชิ้นส่วนของไซโทพลาสซึมของเซลล์ที่มีขนาดใหญ่ที่เรียกว่า เมกะคาริโอไซต์ (megakarycyte) ซึ่งสร้างมาจากไขกระดูก มีลักษณะเป็นแผ่นเล็กๆ รูปกลม หรือเว้า บรรจุสารเคมีที่ใช้เป็นส่วนเริ่มให้เกิดปฏิกิริยาการแข็งตัวของเลือด เมื่อคนเรามีบาดแผลจะมีการฉีกขาดของเส้นเลือด เลือดจะไหลออกมาจากเส้นเลือด และเลือดจะหยุดไหลได้เอง เพราะมีกระบวนการที่เรียกว่า การแข็งตัวของเลือด (blood clotting)

ข้อควรทราบ

1. เมื่อมีบาดแผลเส้นเลือดจะฉีกขาด เลือดจะไหลออกมาจากเส้นเลือด แล้วจะเกิดกระบวนการแข็งตัวของเลือด (blood clotting)

ขั้นตอนที่ 1 เซลล์ที่ได้รับอันตรายและเพลตเลตจะปล่อยเอนไซม์ชนิดหนึ่ง ชื่อทรอมโบพลาสติน (Thromboplastin) เอนไซม์ทรอมโบพลาสตินจะถูกแคลเซียมไอออน (Ca^{2+}) เร่งปฏิกิริยาให้กลายเป็นทรอมบิน (Trombin) ดังสมการ Thrombplasin Ca^{2+} Thrombin

ขั้นตอนที่ 2 Trombin จะเร่งปฏิกิริยาให้ไฟบริโนเจน (Fibrinogen) ซึ่งเป็นโปรตีนชนิดหนึ่งในเลือดให้เป็นไฟบริน (Fibrin) ดังสมการ fibrinogen Thrombin fibrin ไฟบรินมีลักษณะเป็นเส้นใยเหนียวประสานกันอุดตรงรอยฉีกขาดของเส้นเลือด ทำให้เลือดหยุดไหลได้

หมู่เลือดและการให้เลือด

- เลือดคนแต่ละคนมีความแตกต่างกันตามชนิดของสาร ได้แก่ โปรตีน และคาร์โบไฮเดรต ซึ่งเป็นองค์ประกอบด้านนอกของเยื่อหุ้มเซลล์ สารเหล่านี้มีสมบัติเป็นแอนติเจน
- น้ำเลือดมีแอนติบอดีบางชนิดอยู่ และเป็นแอนติบอดีที่ไม่ต่อต้านแอนติเจนที่เม็ดเลือดของตนเอง
- การจำแนกกลุ่มเลือดของคนโดยใช้สารแอนติเจนที่เยื่อหุ้มเซลล์ของเม็ดเลือดแดง และแอนติบอดีในน้ำเลือดเป็นเกณฑ์ เรียกว่าระบบ ABO แบ่งกลุ่มเลือดออกได้ 4 กลุ่ม คือ A , B ,AB และO
- โดยปกติแล้วแอนติเจนจะทำปฏิกิริยากับแอนติบอดีชนิดเดียวกัน ทำให้เกิดการตกตะกอนของเม็ดเลือด ซึ่งเป็นอันตรายต่อร่างกาย ดังนั้นในการให้เลือดแพทย์ต้องการทราบหมู่เลือดของผู้ให้และผู้รับก่อนเพื่อมิให้เกิดอันตรายแก่ผู้รับ เพราะโดยปกติแล้วแอนติบอดีในเลือดของผู้รับจะต่อต้านแอนติเจนที่เม็ดเลือดแดงของผู้ให้ เป็นผลงานการค้นพบของนายแพทย์ชื่อ ลันด์ซไตเนอร์ (Karl Lansteiner) เขาได้ทดลองนำเลือดคนผสมกันบนสไลด์ พบว่าบางกรณีไม่มีปฏิกิริยาอันใดเกิดขึ้น แต่บางกรณีจะเกิดปฏิกิริยาการจับตัวของเลือดจนเป็นลักษณะคล้ายตกตะกอน เพราะแอนติบอดีในเลือดของผู้รับจะต่อต้านแอนติเจนที่เม็ดเลือดแดงของผู้ให้

ตัวอย่างจากข้อมูลที่กำหนดให้

กรุ๊ปเลือด	แอนติเจนที่เม็ดเลือดแดง	แอนติบอดีในน้ำตาล
A	A	b
B	B	a
AB	A , B	ไม่มี a,b
O	ไม่มี A , B	a,b

ระบบ Rh

☞ หมู่เลือดระบบนี้มีแอนติเจนชนิดเดียว คือ แอนติเจน Rh ไม่มีแอนติบอดีซึ่งเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ ยกเว้นที่ได้รับการกระตุ้น

☞ คนที่มีแอนติเจน Rh ที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดง ถือว่ามีหมู่เลือด Rh^+ ส่วนคนที่ไม่มีแอนติเจน Rh ถือว่ามีหมู่เลือด Rh^-

☞ หากคนที่มีหมู่เลือด Rh ได้รับเลือดหมู่ Rh^+ พบว่าแอนติเจน Rh จะกระตุ้นให้คนที่มีหมู่เลือด Rh^- สร้างแอนติบอดี Rh ขึ้นมาได้ ดังนั้นการให้เลือดในครั้งต่อๆ ไป อาจเกิดปัญหาเลือดตกตะกอนจนถึงแก่ชีวิตได้

☞ คนไทยไม่ค่อยมีปัญหาเกี่ยวกับหมู่เลือดระบบ Rh เพราะมีหมู่เลือด Rh^+ มากกว่า 90% ผู้ที่มีหมู่เลือด Rh^- น้อยมากประมาณ 1 ใน 500 คนเท่านั้น

☞ หากแม่มีหมู่เลือด Rh^- และลูกในครรภ์มีหมู่เลือด Rh^+ อาจมีโอกาสที่เลือดของลูกไปกระตุ้นให้แม่สร้างแอนติบอดี Rh ดังนั้นลูกคนต่อไปที่มีหมู่เลือด Rh^+ อาจได้รับอันตรายจากแอนติบอดีของแม่ที่สร้างขึ้นจนเสียชีวิตได้เรียกว่า erythroblastosis fetalis

☞ หากแม่มีหมู่เลือด Rh^+ และลูกในครรภ์มีหมู่เลือด Rh^- จะไม่เกิดอันตรายเพราะทารกในครรภ์จะไม่สร้างแอนติบอดี Rh จนกว่าจะคลอดออกมาแล้วระยะหนึ่ง