สุขศึกษา









หนังสืออุเทศ

DCID LIBRARY
0000007310

ก ๒๓ ม
ส. ๕๑๖ส
๒๓

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

สำนักงานปลัดกระทรวงศึกษาธิการ

หนังสืออุเทศ

สุขศึกษา

ประโยคมัธยมศึกษาตอนต้น

ของ

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

สำนักวิทยบริการ

229



ประกาศกระทรวงศึกษาธิการ

เรื่อง อนุญาตให้ใช้หนังสือในโรงเรียน

ด้วยกรมวิชาการได้จัดทำหนังสือสุขศึกษาขึ้น เพื่อใช้เป็นหนังสืออุเทศสำหรับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (ม.ศ.๑ – ๓) กระทรวงศึกษาธิการได้พิจารณาแล้ว อนุญาตให้ใช้หนังสือนี้ในโรงเรียนได้

ประกาศ ณ วันที่ ๑ ตุลาคม ๒๕๐๕

เชื้อ ปิยะศิลปิน

รองปลัดกระทรวงรักษาราชการแทน
ปลัดกระทรวงศึกษาธิการ

วันที่ 30 ตค 2541
เลขทะเบียน สง 0627 ฉ1
เลขเรียกหนังสือ สง 613 ม
ก. 516 ช

คำนำ

ด้วยกรมวิชาการได้พิจารณาเห็นว่าหนังสือ Health Science and Physiology for Tropical Schools ของ F. Daniel เป็นหนังสือที่กล่าวถึงสุขศึกษาและสรีรวิทยาโดยทั่วไป สมควรที่จะจัดแปลขึ้นเป็นภาษาไทย เพื่อให้ผู้ที่สนใจได้ใช้เป็นหนังสืออุเทศวิชาสุขศึกษา ชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น กรมวิชาการจึงได้มอบให้ นายวิรุฬห์ สุวรรณกิตติ เป็นผู้แปล นางสุนีต ประภาสะวัต เป็นผู้ตรวจ และหวังว่าหนังสือเล่มนี้จะช่วยเพิ่มพูนความสนใจของนักเรียน เป็นแนวทางให้ได้ค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเองต่อไป.

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

อยู่อย่างมีสุขภาพดี

หนังสือเล่มนี้มุ่งหมายที่จะช่วยให้ความรู้แก่ท่านในเรื่องอันสำคัญยิ่งเกี่ยวกับ ชีวิต ของท่านเอง (มิใช่เพียงแต่จะช่วยให้ท่านสอบไล่ได้เท่านั้น) เพราะคนที่มีสุขภาพไม่สมบูรณ์นั้น ย่อมไม่อาจใช้ชีวิตของตนเองให้เกิดประโยชน์ได้เต็มที่ ไม่ว่าจะเป็นในด้านส่วนตัวหรือส่วนรวมก็ตาม จากหนังสือเล่มนี้ท่านจะได้เรียนรู้ว่า ในร่างกายของท่านนั้นมีการทำงานแตกต่างกันหลายอย่าง และในเวลาเดียวกันก็ประสานงานกันอย่างใกล้ชิด ถ้าหากกระบวนการเหล่านี้ดำเนินไปโดยราบรื่นถูกต้องเป็นขั้น ๆ ประสานกันดี และเหมาะกับสภาพความเป็นอยู่ภายนอกกาย เช่นนั้นแล้วก็จะเรียกได้ว่าท่านเป็นผู้มีร่างกายสมบูรณ์ แต่ถ้าลักษณะตามธรรมชาติดังกล่าวแล้วนั้น ถูกรบกวน เป็นต้นว่ามีบางสิ่งบางอย่างผิดปกติไป ท่านก็จะเกิดเจ็บป่วย ความเจ็บป่วยนี้อาจเกิดขึ้นได้โดย (ก) สภาพแวดล้อมผิดสุขลักษณะ (ข) นิสัยผิดสุขลักษณะ (ค) อาหารไม่เพียงพอหรือไม่เหมาะสม หรือ (ง) เชื้อโรคเข้าสู่ร่างกาย

ในหนังสือสุขวิทยาเล่มนี้ เราจะได้พิจารณาถึงสภาพต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับสุขภาพของเรา เพื่อเราจะได้เรียนรู้วิธีที่จะควบคุมสภาพต่าง ๆ เหล่านั้นให้ถูกสุขลักษณะ เป็นการป้องกันมิให้สุขภาพอ่อนแอ และป้องกันโรคภัยไข้เจ็บมิให้บังเกิดขึ้น เพราะการป้องกันย่อมดีกว่าการรักษา และเรื่องสุขวิทยาในบางครั้งก็หมายถึงวิชาที่ว่าด้วยการป้องกันนั่นเอง จุดมุ่งหมายของวิชานี้ก็เพื่อป้องกันโรคภัยไข้เจ็บ และหลีกเลี่ยงการรักษา

ในประเทศที่เจริญแล้วจะมีสถานพยาบาลและอนามัย ซึ่งโดยมากรัฐบาลเป็นผู้ดำเนินการ ในบางประเทศมีบริการแยกเป็นสองสาขา คือ (ก) บริการทางอนามัย ส่วนมากทำงานเกี่ยวกับการป้องกันสุขภาพและโรคภัยไข้เจ็บ และ (ข) บริการทางการแพทย์ ส่วนมากทำงานเกี่ยวกับการรักษาโรคภัยไข้เจ็บ ในประเทศที่เจริญมากแล้วมักมีบริการสังคมสงเคราะห์เพิ่มขึ้นอีกสาขาหนึ่ง มีโครงการต่าง ๆ ที่จะช่วยให้ราษฎรมีมาตรฐานสุขภาพและความเป็นอยู่ดีขึ้น ประเทศต่าง ๆ ส่วนมากมักจะมีแผนกที่เกี่ยวกับการรักษาพยาบาลเกิดขึ้นก่อน เหตุที่หมอมีไม่พอทำให้ต้องเอาใจใส่แต่เฉพาะคนไข้เท่านั้น นั่นคือ เอาใจใส่กันแต่เฉพาะคนไข้รายที่ไม่อาจไปทำงานประจำวันตามปกติได้ ต่อมาจึงได้คิดว่าโรคที่ร้ายแรงนั้นส่วนมากป้องกันได้ ถ้าบุคคลหรือชุมนุมชน

นั้น ๆ รู้จักระมัดระวังให้ถูกทาง ในอดีต บางประเทศทุ่มเทเงินทองไปเป็นจำนวนมาก เพื่อขยายกิจการของโรงพยาบาลให้กว้างขวางขึ้นอย่างมากมาย แต่รายจ่ายที่ทุ่มเทไปเพื่อใช้ในการรักษาพยาบาลนั้น ก็มิได้ช่วยให้ปริมาณการป่วยและการตายลดลงเลย จนกระทั่งได้จัดตั้งหน่วยอนามัยขึ้น ปริมาณคนไข้จึงลดลง ดังนั้น ต่อมาจึงได้มีการจัดตั้งองค์การอนามัยขึ้น มีการฝึกฝนเจ้าหน้าที่ในด้านอนามัยโดยเฉพาะ ให้เจ้าหน้าที่เหล่านี้ได้รับการฝึกฝนอบรมในเรื่องการป้องกันเป็นอย่างดี พอ ๆ กับที่เจ้าหน้าที่ในด้านการแพทย์ได้รับการฝึกฝนอบรมในเรื่องการรักษาพยาบาล

ข้อสำคัญก็คือ แผนกรักษาพยาบาล และแผนกอนามัยนั้น ต่อสู้โรคภัยไข้เจ็บไปคนละแนว ถ้าท่านปล่อยให้สุขภาพของท่านทรุดโทรมลง ท่านจะต้องไปหาแพทย์ (หรืออาจเข้าโรงพยาบาลเลยก็เป็นได้) เพื่อรับการรักษา ในด้านการรักษานี้ตัวท่านเองแทบจะไม่ต้องทำอะไรเลย นายแพทย์และพยาบาลทำงานหนักแทนท่าน แต่ในด้านการป้องกันโรคภัยไข้เจ็บนั้น ตัวท่านหรือชุมนุมชนจะต้องร่วมกันทำงานอยู่เสมอ เจ้าหน้าที่ฝ่ายสาธารณสุข และผู้เชี่ยวชาญทางอนามัยไม่อาจทำอะไรตามลำพังได้ จะทำได้ก็แต่เพียงแนะนำและส่งเสริมความพยายามของท่านและชุมนุมชน ความจริงบริการสาธารณสุขจะสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีก็โดยอาศัยความร่วมมือของพลเมืองที่มีการศึกษาดี คนเหล่านี้ต้องทราบข้อเท็จจริงต่าง ๆ อย่างกว้างขวางและเข้าใจเหตุผลในเรื่องการป้องกันนั้น ๆ หนังสือเล่มนี้จึงมุ่งหมายที่จะช่วยให้ท่านมีความรู้และความเต็มใจที่จะร่วมมือในด้านสุขศึกษา ทั้งในด้านส่วนตัวและส่วนรวม ตลอดจนรับผิดชอบในเรื่องต่าง ๆ อันจะทำให้ตัวของท่าน ครอบครัวของท่านและชุมนุมชนของท่านมีสุขภาพอนามัยดี ให้ได้เรียนรู้เรื่องสุขนิสัยที่ถูกต้อง เช่น รู้จักเลือกอาหารที่ควรรับประทาน แทนการกินยา การที่จะปฏิบัติดังนี้ได้ท่านจะต้องทราบ (ก) สาเหตุของการมีสุขภาพอ่อนแอและโรคภัยไข้เจ็บ (ข) เราจะป้องกันโรคเหล่านี้ทั้งส่วนตัวและส่วนรวมได้อย่างไร (ค) สภาพความเป็นอยู่ที่จะช่วยให้มีสุขภาพสมบูรณ์

การมีอนามัยสมบูรณ์จะต้องเป็นไปตามธรรมชาติ ทั้งทางจิตและทางร่างกาย John Lock (1632 — 1704) นักปรัชญาผู้ยิ่งใหญ่ของอังกฤษ กล่าวไว้ในหนังสือ ความคิดเห็นบางประการเกี่ยวกับการศึกษา ว่า "สุขกาย สบายใจ นั้น เป็นมติที่สั้น แต่มีความหมาย ชี้ให้เห็นสภาพแห่งความสุขอันจะพึงมีได้ในโลกเรานี้ คนเราถ้ามีสองสิ่งนี้แล้ว ย่อมจะพอใจ ไม่ต้องการอะไรอีก แต่คนที่ขาดอย่างใดอย่างหนึ่งนี้เสียแล้ว ถึงจะได้อะไรอย่างอื่น ๆ มาก็ไม่ทำให้คนเองมีความสุขขึ้นได้เท่าใดนัก"

สารบาญ

หน้า

คำนำ อยู่อย่างมีสุขภาพดี (๑)

บทที่ ๑ ร่างกายและการทำงานของร่างกาย ๑

คนเป็นสัตว์ชนิดหนึ่ง : ส่วนต่าง ๆ ของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนม ความเป็นอยู่ของสัตว์ชั้นสูง โดยสังเขป. การย่อยอาหาร : ระบบการย่อยอาหาร การรับออกซิเจน — การหายใจ : ปอด การตรวจปอด การลำเลียงอาหาร และออกซิเจนในร่างกาย ระบบโลหิต การหมุนเวียนในปอด การหมุนเวียนของโลหิตในร่างกาย โลหิต : เม็ดโลหิตแดง เม็ดโลหิตขาว น้ำของเซลและน้ำเหลือง การขับถ่ายของเสีย เซลและเนื้อเยื่อ (Tissues) เนื้อเยื่อ อวัยวะ ระบบของอวัยวะ โครงกระดูก กะโหลกศีรษะ กระดูกสันหลัง กระดูกซี่โครง แขนขา กล้ามเนื้อและการทำงานของกล้ามเนื้อ ผิวหนัง ระบบประสาท เส้นประสาท กริยาสะท้อน ความรู้สึกที่อยู่ในอำนาจจิตใจ ระบบประสาทส่วนกลาง

บทที่ ๒ อาหารและการกินอาหาร ๔๓

การจำแนกประเภทอาหาร : คาร์โบไฮเดรต น้ำตาลเชิงซ้อน น้ำตาลเชิงเดี่ยว คาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน ไขมัน โปรตีน เกลือแร่ น้ำ ไวตามิน อาหาร และพลังงาน พลังงานที่เกิดขึ้นและอาหารที่จำเป็นแก่ร่างกาย น้ำหนักตัวและอาหารที่จำเป็น ค่าและพลังงานของอาหาร อาหารประจำวัน ความต้องการเกลือแร่ ไวตามิน ไวตามิน เอ. — แหล่งกำเนิดและประโยชน์ ไวตามิน บี ๑ กรดนิโคตินิค—ไวตามินป้องกันโรคเพลากราไรโบฟลาวิน –ไวตามิน บี ๒ ไวตามิน ซี — กรดแอสคอบิค ไวตามิน ดี — แคลซิเฟอโรล อาหารที่ใช้ในการป้องกัน อาหารที่สำคัญบางชนิด นม ไข่ ปลา พืชจำพวกถั่ว พืชสีเขียวและผลไม้ น้ำตาล การหุงต้ม สุขวิทยาของอาหาร เมตาโบลิซัม การกินอาหาร การย่อยอาหาร การย่อยในกระเพาะ การย่อยในลำไส้เล็ก ผลิตผลครั้งสุดท้าย

หน้า

ของการย่อยอาหาร การดูดอาหาร การแพร่และไดอาไลซิส การนำอาหารไปใช้ และหน้าที่ของตับ

บทที่ ๓ สุขวิทยาของระบบการย่อยอาหาร ๘๗

ความผิดปกติของระบบการย่อยอาหาร พยาธิลำไส้ พยาธิตัวกลม พยาธิเส้นด้ายและพยาธิแส้ม้า พยาธิปากขอ พยาธิตัวตืด พยาธิกินน้ำ โรคเกี่ยวกับลำไส้: โรคบิด โรคไข้ไทฟอยด์ โรคอหิวาต์ โรคไส้ติ่งอักเสบ

บทที่ ๔ พลังงานที่เกิดขึ้นจากการหายใจ ๕๘

การหายใจภายใน อุณหภูมิของร่างกาย การควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย

บทที่ ๕ ระบบประสาท ๑๐๔

อวัยวะแห่งการรู้สึก: นัยน์ตา การตรวจดูนัยน์ตา หู การทดลองการได้ยิน ความรู้สึกทรงตัวและท่าทาง อวัยวะแห่งการรู้สึกภายใน ความรู้สึกรสและกลิ่น ความรู้สึกกายสัมผัส อุณหภูมิและความเจ็บป่วย การควบคุมทางเคมี: ฮอร์โมน การควบคุมทางเคมีอย่างอื่น สัญชาตญาณ และสติปัญญา

บทที่ ๖ โครงกระดูกและการเคลื่อนไหว ๑๑๕

การทำงานของกล้ามเนื้อ พัน: โรคพัน การป้องกันโรคพัน การตรวจพัน

บทที่ ๗ สุขวิทยาของระบบโครงกระดูก กล้ามเนื้อและประสาท ๑๓๐

อันตรายของกระดูก — กระดูกหัก คุณค่าของการออกกำลัง ความเหนื่อย การพักผ่อน การนอนหลับ สุขวิทยาของระบบประสาท สุขวิทยาของอวัยวะการรู้สึก สุขวิทยาของนัยน์ตา สุขวิทยาของหู สุขวิทยาของอวัยวะรับรสกลิ่น และสัมผัส

บทที่ ๘ สุขวิทยาของระบบการหายใจ ๑๓๘

ความสำคัญของอากาศที่สะอาดและบริสุทธิ์ การระบายอากาศ การถ่ายอากาศทำให้เย็นลง โรคที่เข้าสู่ร่างกายทางการหายใจ การติดโรคจากหยดของเหลวเล็ก ๆ โรคคอตีบ โรคหัด โรคไอกรน โรคไข้ทรพิษ โรคอีสุกอีใส วัณโรคปอด โรคเจ็บคอ หวัดธรรมดา ไข้หวัดใหญ่

หน้า

บทที่ ๙ สุขวิทยาของระบบโลหิต ๑๕๓

หัวใจ: การตรวจดูหัวใจ เส้นโลหิตแดง เส้นโลหิตดำ การแข็งของโลหิต สุขวิทยาของระบบโลหิต: ความสำคัญของการออกกำลังกล้ามเนื้อ การเบิ้นลมหน้ามืดและการงัน บาดแผลและการไหลของโลหิต บักเตรีที่ทำให้เกิดหนอง — โลหิตเบิ้นพิษ บาดทะยัก งูกัด โรคพิษสุนัขบ้า หรือโรคกลัวน้ำ โรคที่นำโดยแมลงที่ดูดโลหิต ยุง: ลักษณะภายนอก ความเบิ้นมาของยุง เรื่องเชื้อมาเลเรีย วิธีบ้องกันโรคมาเลเรีย การกำจัดยุง: วิธีบ้องกันยุงกัด วิธีทำลายเชื้อมาเลเรีย ไข้เหลือง หนอนพีลาเรีย (โรคเท้าช้าง) ไข้ส่าและไข้แซนด์ฟลาย คาลาอะซา กาฬโรค โรคไทฟัส เล็บโตส์ไปโรซิส โรคบิลฮาเซีย โรคนอนหลับ — ทริปปาโนโซไมอาซิส โรคไข้กลับซ้ำ

บทที่ ๑๐ สุขวิทยาของผิวหนัง ๑๕๑

โรคผิวหนัง หิด คุดทะราด โรคเรื้อน เหา เรื้อด ชิคเกอร์ แผล

บทที่ ๑๑ การสืบพันธุ์ ๑๕๕

บทที่ ๑๒ คนเอาชนะโรคได้ ๒๐๑

บักเตรี: ความสำคัญของบักเตรีประจำวัน การถนอมอาหาร วิธีบ้องกันโรคที่เกิดจากบักเตรี การทำลายเชื้อ สิ่งทำลายเชื้อ สิ่งทำลายเชื้อตามธรรมชาติ สิ่งทำลายเชื้อทางฟิสิกส์ สิ่งทำลายเชื้อทางเคมี

บทที่ ๑๓ การสาธารณสุข ๒๑๑

การประปา วิธีทำน้ำให้สะอาดเบิ้นจำนวนมาก ๆ การกำจัดสิ่งปฏิกูล: การกำจัดอุจจาระของมนุษย์ ส้วมบ่อ ส้วมหลุมลึก ส้วมถัง ถังเซปติค ระบบการใช้ท่อระบายสิ่งโสโครก การกำจัดขยะมูลฝอย การจัดบ้าน ความสะอาดของอาหาร การควบคุมโรคติดต่อ การลงทะเบียนคนเกิดและคนตาย สถิติชีพ การรายงานและการตรวจโรคตามโรงเรียน การศึกษาเกี่ยวกับการสาธารณสุข

หน้า

ภาคผนวก

ก. ตารางอาหาร ๒๓๑

ข. งานภาคปฏิบัติ ๒๔๓
เกี่ยวกับการผ่าตัด อาหารและการย่อยอาหาร อวัยวะแห่งการรู้สึก การหายใจ

ค. วิชาเคมีและฟิสิกส์เบื้องต้นที่ประยุกต์กับสุขวิทยา ๒๖๔
การเผาไหม้และการหายใจ องค์ประกอบของบรรยากาศ ความดันของอากาศ วิธีวัดอุณหภูมิและพลังงาน ความร้อน ไอน้ำในอากาศ ๒๘๒

ง. ผลของแอลกอฮอล์

บทที่ ๑

ร่างกายและการทำงานของร่างกาย

การที่ท่านจะเข้าใจหลักความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับอนามัยและโรคภัยไข้เจ็บต่าง ๆ นั้น ท่านจะต้องมีความเข้าใจในเรื่องร่างกายและความเป็นไปของร่างกายตามปกติเสียก่อน

มนุษย์เป็นสัตว์ชนิดหนึ่ง

ในทางวิทยาศาสตร์ถือว่า มนุษย์เป็นสัตว์ชนิดหนึ่ง มีร่างกายแบบเดียวกันกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทั่วไป การเรียนรู้เรื่องอวัยวะภายในของคนเราจึงช่วยให้เข้าใจเรื่องอวัยวะของสัตว์อื่นๆ ที่เลี้ยงลูกด้วยนม (mammals) เช่นเดียวกัน

สัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมมีอยู่มากและรวมกันได้เป็นกลุ่มใหญ่ สัตว์ที่เท้าที่เราเห็น ๆ กันอยู่ทุกวันนั้น โดยมากก็รวมอยู่ในประเภทสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทั้งนั้น เช่น สุนัขและแมว ม้าและวัว แพะและแกะ ลิงและคน บางชนิดอาศัยอยู่ในน้ำ เช่น ปลาวาฬ ปลาโลมา แมวน้ำ และค้างคาว (ซึ่งบินได้) สัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมเหล่านี้เหมือนกันอยู่อย่างหนึ่งคือ ลูกอ่อนต้องกินนมแม่ซึ่งมีต่อมน้ำนม นอกจากนี้สัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมส่วนมากจะมีลักษณะดังต่อไปนี้อีกด้วย คือ (ก) มีขนที่ผิวหนัง (ข) มีใบหู (ค) มีฟันแท้หรือฟันถาวรฝังอยู่ในร่องกระดูกขากรรไกร (มีฟันชนิดต่าง ๆ สำหรับตัดฉีกและบดอาหาร) (ง) มีเลือดอุ่น คือสามารถทำให้อุณหภูมิของร่างกายคงที่อยู่ได้เสมอ ถึงแม้อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมจะเปลี่ยนแปลง (จ) มีกระบังลมแบ่งช่องว่างภายในลำตัวออกเป็นสองส่วน ส่วนหนึ่งมีหัวใจและปอด อีกส่วนหนึ่งมีอวัยวะที่ทำงานเกี่ยวกับการย่อยอาหาร การสืบพันธุ์ และการขับถ่าย

สำหรับสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมเกือบทุกชนิดนั้น ลูกอ่อนเติบโตจากไข่และเติบโตขึ้นภายในร่างกายของแม่ เมื่อคลอดออกมาก็จะโตพอสมควร บางชนิดเมื่อเกิดมาครั้งแรกยังไม่ลืมตาและช่วยตัวเองไม่ได้ เช่น ลูกแมว บางชนิดพอเกิดมาก็ช่วยตัวเองได้เลย ลูกคนเป็นสัตว์ที่ช่วยตัวเองไม่ได้เลย ต้องมีพ่อแม่คอยระวังเลี้ยงดู เราอาจจำแนกสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมได้อีกวิธีหนึ่ง

ตามลักษณะอาหารที่มันกิน คือ สัตว์กินพืช (herbivorous) ประเภทนี้มีมาก สัตว์พวกนี้มักอยู่รวมกันเป็นฝูงภายในบ่า วิ่งเร็ว เพื่อหนีศัตรูได้ สัตว์กินเนื้อ (carnivorous) พวกนี้อาศัยเนื้อของสัตว์อื่นเป็นอาหาร นอกจากนี้ยังมีสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมบางพวกที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร (omnivorous) เช่น คน พวกนี้มีน้อยชนิด

คนเป็นสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมประเภทหนึ่ง เขาจัดไว้เป็นพวกไพรเมทส์ รวมอยู่กับลิงค่างๆ คือมีมันสมองใหญ่ มีมือไว้ใช้จับและใช้ประโยชน์อย่างอื่น มีนัยน์ตาอันแจ่มใสมองเห็นได้ชัดเจน คนต่างกับสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมชนิดอื่น ๆ ตรงที่มีร่างกายตั้งตรงขณะที่เดิน และมีมันสมองใหญ่มาก แต่มีความต้องการต่าง ๆ ตลอดจนการทำงานของร่างกาย เช่นเดียวกับสัตว์ชั้นสูงอื่น ๆ เหมือนกัน เช่น ในการชำแหละกระต่าย หรือ หนู (ดังกล่าวไว้ในเล่มนี้) จะทำให้เราเข้าใจได้ว่าภายในร่างกายของเรามีอะไรบ้าง

ส่วนต่าง ๆ ของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนม

ร่างกายของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมแบ่งเป็นสี่ส่วน คือ (๑) หัว (๒) คอ (๓) ลำตัว (๔) หาง ส่วนสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนม จำพวกที่อยู่ในน้ำ เช่น ปลาวาฬ และแมวน้ำ นั้น ส่วนคออาจไม่ปรากฏชัด และในสัตว์บางชนิดส่วนหางก็อาจจะสั้นมาก เช่น กระต่าย และหมี ส่วนหนูตะเภา และคน ไม่มีหางเลย

หัว เป็นส่วนที่มีอวัยวะสำคัญ ๆ ที่รับความรู้สึกต่าง ๆ (ตา หู และจมูก) ความจริงหัวเป็นส่วนของร่างกายที่สามารถรับความรู้สึกจากสิ่งแวดล้อมและสำรวจสิ่งที่ยังไม่รู้จัก หัวเป็นส่วนที่เหมาะสมที่สุดที่จะเป็นที่ตั้งของอวัยวะต่าง ๆ ดังกล่าวแล้ว (คือ หู ตา จมูก) เพราะหัวตั้งอยู่บนร่างกาย และตามปกติหัวมักอยู่ข้างหน้า และเวลาเดิน สัตว์มักจะเอาหัวไปก่อน

คอ เป็นส่วนต่อระหว่างหัวกับตัว ช่วยให้สัตว์หันหัวไปมาได้ โดยไม่ต้องหมุนตัว (สัตว์ที่ไม่มีคอ เช่น กบ ถ้าต้องการหันหัวจะต้องหันหมดทั้งตัว)

ลำตัว เป็นส่วนใหญ่ที่สุดของร่างกาย ในสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมลำตัวแบ่งออกได้เป็นสองส่วน คือ (ก) ทรวงอก มีกระดูกซี่โครงล้อมรอบ มีกระบังลมปิดกั้น หัวใจและปอดอยู่ในทรวงอก (ข) ส่วนท้อง ภายในมีอวัยวะต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการย่อยอาหาร การดูดซึมและการถ่ายของเสีย

หาง ในสัตว์บางชนิด เช่น จิงโจ้ หนู และลิงบางจำพวกมีหางไว้ใช้สำหรับทรงตัว หรือช่วยในการปีนป่าย แต่ในสัตว์บางชนิด เช่นคน หางจะสั้นมากและไม่ยื่นออกนอกร่างกาย

แขนขา แขนขามีสองคู่ติดกับลำตัว คือ (ก) คู่หน้า และ (ข) คู่หลัง แขนขานี้เปรียบเหมือนคานงัดหรือคานดีดเพื่อช่วยให้สัตว์เคลื่อนตัวไปมาได้

สัตว์ชั้นสูงมีชีวิตอยู่อย่างไร โดยสังเขป

ความต้องการอย่างแรกของสัตว์ คืออาหารที่เหมาะสมและพอเพียง อาหารส่วนหนึ่งจะช่วยซ่อมและสร้างร่างกาย อีกส่วนหนึ่งให้พลังงาน เพราะในการเจริญเติบโตของสัตว์ก็ดี ในการสร้างสารเคมีเชิงซ้อนเพื่อสร้างเป็นเนื้อหนังของร่างกายก็ดี ในการเคลื่อนไหวและในการทำร่างกายให้อบอุ่นก็ดี เหล่านี้ต้องใช้พลังงานทั้งสิ้น สิ่งที่มีชีวิตไม่อาจสร้างพลังงานขึ้นเองได้ แต่อาจเปลี่ยนพลังงานจากรูปหนึ่งเป็นพลังงานอีกรูปหนึ่งได้ สิ่งที่มีชีวิตจึงมีลักษณะคล้ายเครื่องจักรที่สามารถเปลี่ยนพลังงานได้ พืชสีเขียวได้พลังงานในขั้นแรกจากดวงอาทิตย์ โคลโรฟิล หรือใบไม้สีเขียวได้พลังงานจากแสงแดด และพืชใช้พลังงานนี้ในการทำแสงสังเคราะห์ (photo synthesis) ระหว่างการทำแสงสังเคราะห์นี้ พืชจะเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานเคมีและเก็บไว้ในรูปอาหาร สัตว์ทำอาหารไม่ได้เองอย่างนี้ (คือทำแสงสังเคราะห์ไม่ได้) แต่สัตว์ได้อาหารจากพืช หรือจากสัตว์กินพืช ดังนั้น "พลังงานทั้งหมดที่สิ่งที่มีชีวิตใช้กันอยู่ จึงสืบมาจากพลังงานที่ได้จากดวงอาทิตย์นั่นเอง และความแตกต่างที่สำคัญที่สุดระหว่างพืชกับสัตว์อยู่ที่ว่า สัตว์ไม่สามารถเปลี่ยนพลังงานจากแสงแดดเป็นพลังงานทางเคมีได้"

สิ่งที่สำคัญที่สุดของพืชและสัตว์อีกอย่างหนึ่งก็คือ มันสามารถปรับตัวของมันให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมได้เสมอ เช่น พืชสีเขียวได้อาหาร (รวมทั้งน้ำ) จากพื้นดินและอากาศ เราจะเห็นว่ามันมีรากหยั่งลึกลงในดินและมีใบที่กางแผ่ออกรับแสงแดดและอากาศ ส่วนสัตว์กินอาหารแข็งต่าง ๆ และดื่มของเหลว สัตว์จึงมีร่างกายที่ประกอบกันแน่น ในการหาอาหาร สัตว์ใช้อวัยวะส่วนที่มีประสาทสัมผัส (หู ตา จมูก ปาก) ส่วนมากจะเคลื่อนตัวเข้าหาอาหาร โดยใช้แรงดึงของกล้ามเนื้อที่โยงติดกับกระดูกของแขนขา ซึ่งเปรียบเหมือนคานงัดหรือคานดีด (โครงกระดูกยังช่วยในการป้องกันอวัยวะภายในบางส่วนด้วย)

สัตว์อย่างหนึ่ง ๆ ยังปรับตัวของมันให้เหมาะกับอาหารที่มันกินรวมทั้งทางรูปร่างและสรีรวิทยาด้วย อาหารนั้นตามปกติกินทางปากผ่านลงหลอดอาหารและลำไส้ อาหารส่วนมากไม่ละลายในน้ำ แต่เมื่อผ่านลงสู่ลำไส้ อาหารจะถูกแยกหรือย่อยเป็นสารง่าย ๆ ที่ละลายน้ำได้ และผ่านผนังลำไส้เข้าสู่โลหิตได้ โลหิตก็จะนำอาหารที่ย่อยแล้วนั้นไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย อาหารที่ย่อยแล้วนั้นบางส่วนจะถูกนำไปสร้างและซ่อมอวัยวะส่วนต่าง ๆ ส่วนมากเมื่อผสมกับออกซิเจนในเลือดจะเกิดเป็นพลังงาน และสัตว์ก็ได้ใช้พลังงานนั้นในการเคลื่อนไหว และการเจริญเติบโต หรือเปลี่ยนพลังงานนั้นเป็นความร้อน

สัตว์ชั้นสูงต้องการอากาศ และใช้ออกซิเจนในการหายใจ สัตว์น้ำหลายชนิด เช่น ปลา ใช้ออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำสำหรับหายใจ สัตว์ชั้นสูงโดยมากอาศัยอยู่บนบก ร่างกายมีหนังห่อหุ้มและมักมีขน ออกซิเจนผ่านเข้าออกได้ยาก ฉะนั้นสัตว์บกจึงปรับตัวให้เหมาะโดยมีปอดไว้หายใจ สัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมหายใจโดยสูดอากาศเข้าไปในปอด (ซึ่งอยู่ภายในทรวงอก) และเลือดก็จะนำออกซิเจนจากปอดไปยังอวัยวะส่วนที่ต้องการออกซิไดส์ นอกจากนั้นโลหิตยังมีหน้าที่เป็นพาหนะนำของเสียต่าง ๆ ในร่างกายไปยังอวัยวะอื่น ๆ เพื่อขับถ่าย เช่นนำคาร์บอนไดออกไซด์ไปยังปอด แล้วขับถ่ายออกมาทางลมหายใจ ส่วนของเสียอื่น ๆ ที่เป็นของเหลวจะถูกขับถ่ายออกจากร่างกายทางไต และบางส่วนก็ถูกขับเป็นเหงื่อออกมาทางผิวหนัง

ดังกล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่า ภายในร่างกายของสัตว์ชั้นสูง สิ่งที่ต่างกันหลายอย่างเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน ถ้าจะให้ร่างกายอันเปรียบเหมือนเครื่องจักรนั้นทำงานโดยราบรื่น งานทุก ๆ อย่าง เช่นการเคลื่อนไหวกล้ามเนื้อ การย่อยอาหาร การขนส่งอาหาร ตลอดจนการถ่ายเทออกซิเจนและของเสียเหล่านี้จะต้องทำเป็นขั้น ๆ และประสานกันเป็นอย่างดี กระบวนการเหล่านี้อยู่ในความควบคุมของสมอง เส้นประสาทและฮอร์โมน อวัยวะที่รับความรู้สึกต่าง ๆ เช่น ตา และหู จะช่วยให้สัตว์ทราบอยู่ตลอดเวลาว่ามีอะไรเกิดขึ้นรอบ ๆ ตัว

ที่กล่าวมานี้จึงสรุปให้เราเห็นได้ว่าร่างกายของสัตว์ชั้นสูงทำงานอย่างไร และยังมีอีกข้อหนึ่งที่เป็นกฎทั่วไปสำหรับสิ่งที่มีชีวิตทุกอย่าง คือร่างกายของสัตว์จะทำงานตลอดไปนั้นมิได้ ไม่ช้าไม่นานมันจะต้องทรุดโทรมลงจนในที่สุดก็ตายไป อย่างไรก็ดี สัตว์และพืชก็มีความสามารถในอันที่จะสืบพันธุ์ได้ และก่อนที่มันจะตายก็มักจะได้สืบพันธุ์ไว้มิให้สูญหายอยู่ต่อไป

การย่อยอาหาร

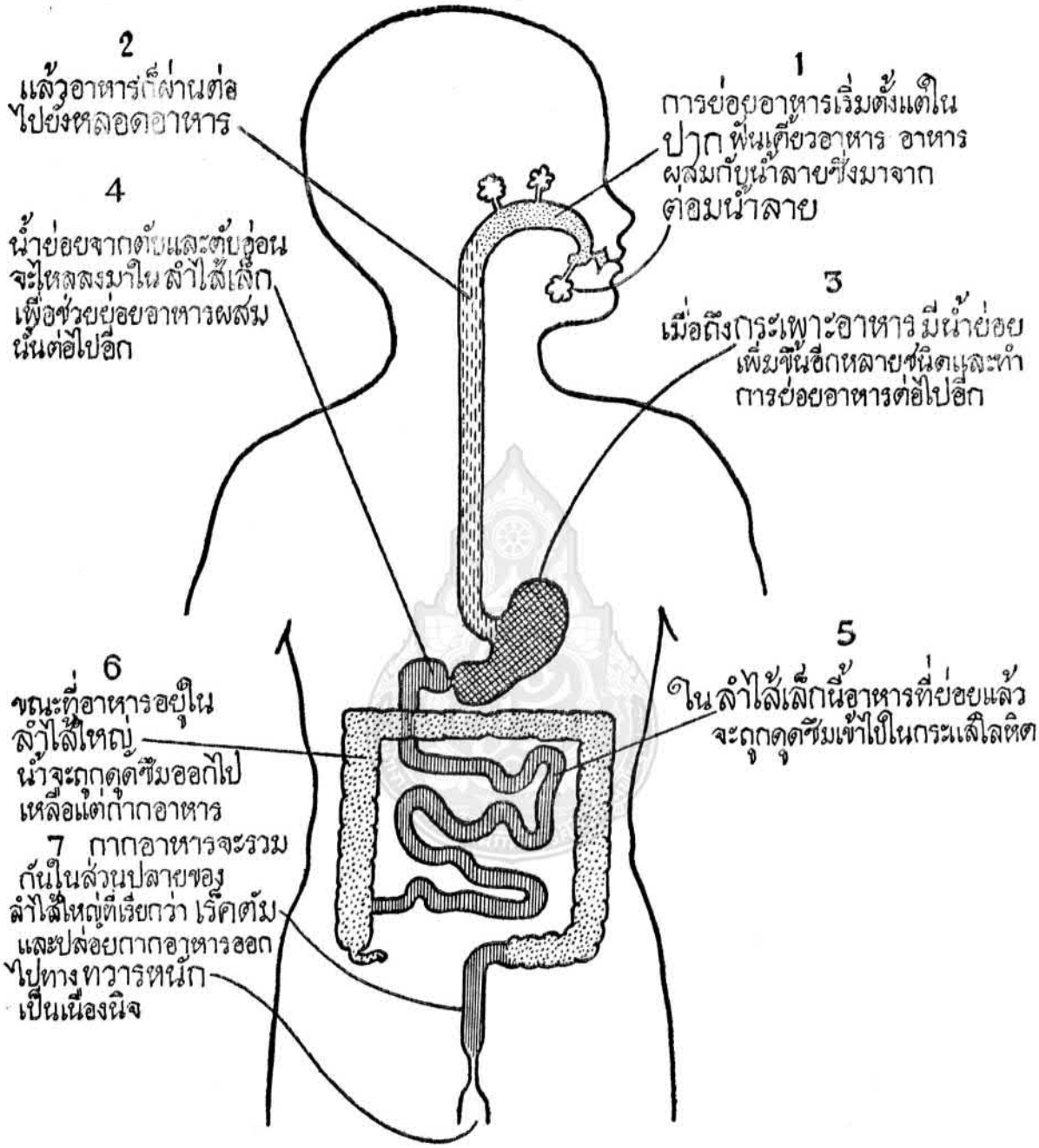
เนื่องจากพืชและสัตว์มีอวัยวะและรูปร่างต่างกัน การกินอาหารจึงต่างกันด้วย อาหารของพืชมีอยู่ทั่วไปทุกหนแห่ง คาร์บอนไดออกไซด์มีอยู่ในอากาศ น้ำและเกลือแร่มีอยู่ในพื้นดิน พืชจึงไม่จำเป็นต้องเคลื่อนที่ไปเพื่อหากิน (แต่ยังคงต้องหาแสงสว่างให้เพียงพอ) พืชทั่วไปจึงมักอยู่กับที่ และพยายามแผ่ใบและกิ่งก้านสาขาออกไป ให้ใบถูกอากาศและแสงแดดให้มากขึ้น เพื่อจะได้ทำอาหารได้มากขึ้น รากก็ไชชอนไปในดินทุกทิศทุกทาง ส่วนสัตว์มีรูปร่างแตกต่างจากพืชเป็นคนละอย่างเลยทีเดียว เพราะสัตว์ต้องหาอาหารที่สำเร็จรูปแล้ว และเพราะสิ่งแวดล้อมที่มันอาศัยอยู่ไม่มีอาหารเหมาะแก่มันเช่นพืช

เมื่อหาอาหารได้ สัตว์ก็จะกินอาหาร แล้วอาหารก็จะผ่านจากปากเข้าไปสู่ทางเดินของอาหาร อาหารที่เป็นของแข็งก็จะถูกย่อย คือถูกแยกออกเป็นสารง่าย ๆ ที่สามารถซึมหรือผ่านผนัง หรือเยื่อบาง ๆ เข้าสู่โลหิตได้

อาหารของสัตว์ประกอบด้วย คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน น้ำ เกลือแร่ และ ไวตามิน เราจะได้เรียนเรื่องเหล่านี้ต่อไปในบทที่ ๒ ในบทนี้เราจะเรียนเรื่องตัวอย่างของสารเหล่านี้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

คาร์โบไฮเดรต ที่รู้จักกันทั่วไปคือแป้งและน้ำตาล ข้าว มันฝรั่ง และข้าวสาลี เป็นอาหารจำพวกแป้ง อาหารพวกไขมันได้แก่ไขจากเนื้อสัตว์ เนย นม ไข่แดง ถั่ว และน้ำมันพืชต่าง ๆ โปรตีนได้แก่เนื้อต่าง ๆ ไข่ขาว นม และเมล็ดพืช (เช่นถั่วเป็นต้น) ท่านควรจำไว้ด้วยว่า คาร์โบไฮเดรต ไขมันและโปรตีนเป็นอาหารที่ใช้พลังงานได้ทั้งนั้น แต่โปรตีนเท่านั้นที่นำไปใช้ในการสร้างร่างกายเช่น การเจริญเติบโต การซ่อมแซมส่วนที่หรอและการสืบพันธุ์

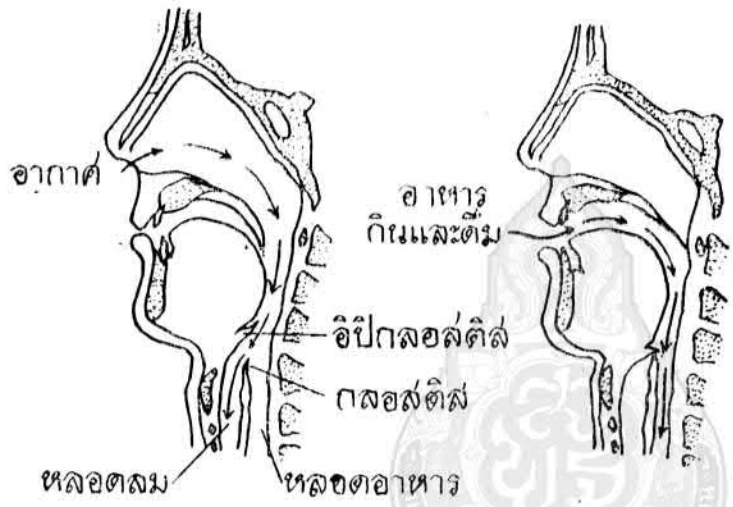
คนมีลักษณะเช่นเดียวกับสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมอื่น ๆ คือ กินอาหารทางปากโดยใช้ริมฝีปากและฟันช่วย ถ้าหากอาหารนั้นก้อนโตเกินไปที่จะใส่เข้าปากได้ก็จะใช้ฟันหน้ากัดออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ เสียก่อน แล้วจึงเคี้ยว คือถูกบดด้วยฟันที่อยู่ตอนในให้แหลกละเอียดแล้วคลุกกันไปเป็นก้อนกลมสำหรับกลืนต่อไป ระหว่างที่ฟันกำลังฉีกและบดอาหารอยู่นั้น น้ำลายก็จะออกมาคลุกเคล้าให้เปียก น้ำลายเป็นน้ำย่อยอาหารชนิดหนึ่ง ซึ่งไหลเข้าสู่ปากจากต่อมน้ำลาย ในคน ต่อมสองคู่แรกอยู่ระหว่างลิ้นและขากรรไกรล่าง คู่ที่ ๓ อยู่นอกขากรรไกรล่างใต้หูพอดี (เมื่อต่อมน้ำลายนี้อักเสบจะบวมเรียกว่าคางทูม) น้ำลายมีน้ำย่อย (enzyme) ซึ่งช่วยย่อยแป้งในอาหารให้กลายเป็นน้ำตาล การย่อยอาหารจึงนับว่าเริ่มตั้งแต่ในปาก เมื่อกลืนอาหาร อาหารมันจะผ่านคอหอยและหลอดอาหารที่อยู่ตรงคอแล้วลงสู่กระเพาะ (ดูรูปที่ ๓)



แผนผังอย่างง่ายๆแสดงระบบการย่อยอาหาร

รูปที่ 1 ระบบการย่อยอาหาร

หลอดลมที่นำไปสู่ปอดก็มีช่องเปิดอยู่ตรงคอหอยใกล้กับหลอดอาหารตอนบน ถ้าหากอาหารตกเข้าไปในหลอดลม โดยผ่านปากหลอดลม (glottis) ก็จะทำให้สำลัก อุบัติเหตุดังกล่าวไม่ใคร่เกิดขึ้น เพราะขณะที่กลืนอาหาร กล้ามเนื้อตอนบนของหลอดลมจะปิดช่องลมนั่นเอง และแผ่นกระดูกอ่อนแบน ๆ ที่เรียกว่า เอบีกลอตติส (epiglottis) ก็จะกันมิให้อาหารเข้าสู่ช่องลมนี้ได้ (ดูรูปที่ ๒)



รูปที่ 2 การหายใจและการกลืน

เมื่ออาหารผ่านมาถึงหลอดอาหารมันจะเคลื่อนต่อไป โดยการควบคุมของกล้ามเนื้อที่อยู่นอกอำนาจจิตใจ มันมิได้ตกลงสู่หลอดอาหารเฉย ๆ แต่ถูกดันลงไป โดยการขยับของกล้ามเนื้อของหลอดอาหาร สัตว์เช่นวัวควายจึงสามารถกลืนอาหารในขณะที่ก้มหัวลงต่ำกว่าตัวกล้ามเนื้อของหลอดอาหารจะหดตัวเมื่ออาหารผ่านเข้าไปแล้ว และกล้ามเนื้อที่อยู่หน้าอาหารจะขยายจึงช่วยดันให้อาหารผ่านลงสู่กระเพาะ การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อของระบบย่อยอาหารที่อยู่นอกเหนืออำนาจจิตใจนี้เรียกว่า เพอริสตาลซิส (peristalsis) (ดูรูปที่ ๓๒)

กระเพาะอาหารเป็นถุงที่เป็นกล้ามเนื้ออันใหญ่ (อยู่ใต้กระบังลมพอดี) อาหารจะมาพักในนี้เวลาหนึ่งเพื่อให้น้ำย่อยจากกระเพาะ (แกสตริก จุยส์) ได้ทำการย่อย ขณะนี้ผนังของกระเพาะจะขยับเข้าและออกเพื่อช่วยให้อาหารและน้ำย่อยเข้าคลุกเคล้ากันจนทั่ว ต่อจากนี้อาหารที่ถูกย่อยไปบ้างแล้วนั้นจะถูกดันลงสู่ลำไส้เล็กทีละน้อย ลำไส้เล็กนี้ยาวแคบและพับไปมาหลายขด (ในคนลำไส้เล็กยาวประมาณ ๒๐ ฟุต ฉะนั้นจึงมีขนาดเล็กมาก) ภายในลำไส้เล็กนี้จะมีน้ำย่อยอาหารออกมาช่วยย่อยอีกสองชนิด คือ น้ำดี (จากตับ) และแพนเครียติกจุยส์ (pancreatic juice) น้ำย่อยจากตับอ่อน (pancreas) ซึ่งจะช่วยย่อยอาหารต่อไป การย่อยนี้สิ้นสุดลงโดยน้ำย่อยจากลำไส้เล็ก

อาหารที่เป็นของแข็งที่ผ่านเข้ามาแต่แรกนั้น กว่าจะมาถึงระยะนี้ก็เปลี่ยนเป็นสารประกอบง่าย ๆ ที่ละลายและดูดซึมผ่านผนังลำไส้ได้โดยง่าย อาหารที่ย่อยแล้วเหล่านี้จะซึมผ่านผนังลำไส้เข้าสู่โลหิตที่เดินอยู่ในเส้นโลหิตฝอยเป็นจำนวนมากบนผนังลำไส้เล็ก

จากลำไส้เล็ก อาหารที่ไม่ถูกดูดซึมออกไปก็จะผ่านต่อไปยังลำไส้ใหญ่ในสภาพที่เป็นของเหลวมาก จากลำไส้ใหญ่นี้น้ำก็จะถูกดูดซึมออกไปอีกมาก ดังนั้นกากอาหารจึงมีปริมาตรลดลงอีกจนเหลือ ประมาณ ๑ ใน ๑๐ ของปริมาตรเดิมแล้วจึงผ่านออกทางทวารหนักเป็นอุจจาระไป ทางเดินอาหารจึงเป็นหลอดกลวงนับตั้งแต่ปากจนถึงทวารหนัก ลำไส้นี้นบางทีก็เรียกว่า "gut"

ที่กล่าวมานี้เป็นกระบวนการย่อยอาหารอย่างกว้าง ๆ ต่อไปจะได้กล่าวถึงการย่อยและการดูดอาหารไปทำประโยชน์โดยละเอียด

หมายเหตุ เมื่อท่านตรวจดูร่างกายของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่เชาชำแหละไว้แล้ว ท่านจะเห็นว่าทางเดินอาหารมิได้ลอยอยู่ภายในช่องท้องเฉย ๆ แต่มีเยื่อเหนียว ๆ บาง ๆ เรียกว่าเพอริโตเนียม ยึดอยู่กับกระดูกสันหลัง และเยื่อนี้ยังแผ่กระจายคลุมอยู่ตามลำไส้เพื่อช่วยให้ลำไส้ขดไปมาและยึดเหนี่ยวกันอยู่ได้ เยื่อนี้เรียกว่า "มีเซนเตอรี" mesentery ในมีเซนเตอรีมีเส้นเลือดที่เดินไปยังลำไส้เป็นจำนวนมาก

การรับออกซิเจน (การหายใจ)

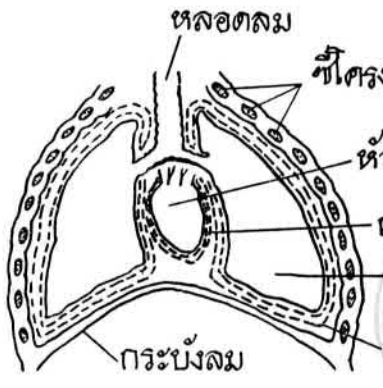
ตามที่กล่าวมาแล้วว่าสิ่งที่มีชีวิตทั้งหลายต้องการพลังงาน และพลังงานที่จำเป็นนั้น สัตว์ได้มาจากอาหาร อาหารผสมกับออกซิเจนทำให้พลังงานเคมีเปลี่ยนเป็นพลังงานที่สัตว์นำไปใช้ประโยชน์ได้ กระบวนการนี้เรียกว่า **การหายใจ** (respiration) คือการดูดเอาออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายและคายคาร์บอนไดออกไซด์ออกมานั่นเอง สิ่งที่มีชีวิตทุกอย่างหายใจอย่างนี้เหมือนกันหมด แต่ในสัตว์กระบวนการนี้จะเป็นไปโดยรวดเร็วกว่าในพืช ตามหลักวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ "การหายใจ หมายถึงกระบวนการการเปลี่ยนพลังงานโดยทำลายสารประกอบเชิงซ้อนให้กลายเป็นสารประกอบเชิงเดี่ยว ที่มีพลังงานเคมีน้อย" ในสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมพลังงานบางส่วนจะกลายเป็นความร้อนพลังงานบางส่วนใช้ช่วยให้ร่างกายเคลื่อนไหว

การหายใจต้องใช้ออกซิเจน พืชรับอากาศได้มาก การแลกเปลี่ยนออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นไปเกือบทั่วทุกส่วน ก๊าซจะผ่านเข้าและออกทางช่องเปิดเล็ก ๆ (ปากใบและ เลนติเซล) โดยการดูดซึม ก๊าซเหล่านี้ซึมเข้าและออกผ่านเซลของพืชโดยดูดซึมเช่นเดียวกัน ในสัตว์ชั้นสูงมีร่างกายที่คุมรูปกันอยู่แน่นมาก (คือมีผิวกายรับอากาศได้น้อย เมื่อเปรียบ

เทียบกับปริมาตรของร่างกายของสัตว์) และไม่มีช่องเปิดตามผิวหนังที่ทำหน้าที่คล้ายปากใบ ในคนและสัตว์ชั้นสูงอื่น ๆ การแลกเปลี่ยนออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ เกิดขึ้นภายในปอด ไม่ใช่ทั่วทั้งร่างกาย อากาศภายในปอดต้องเปลี่ยนใหม่อยู่เสมอ กระบวนการนี้ เรียกว่าการหายใจ (breathing) ในสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนม การหายใจ หมายถึงการดูดอากาศจำนวนหนึ่งเข้าไปในปอดแล้วขับอากาศที่มีออกซิเจนน้อยแต่มีคาร์บอนไดออกไซด์มากออกไป สลับกันเช่นนี้เรื่อยไป

ปอด

ในคนและในสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนม ปอดทั้งสองมีลักษณะอ่อนนิ่มคล้ายฟองน้ำ (ดูรูปที่ ๓) อยู่สองข้างของทรวงอก มีเยื่อบาง ๆ ห่อหุ้มอยู่ระหว่างปอดกับเยื่อหุ้ม มีของเหลวชั้นบาง ๆ หล่อเลี้ยงอยู่ ของเหลวนี้ช่วยป้องกันอันตรายให้แก่ปอดซึ่งเกิดจากการเสียดสี กระดูกซี่โครงและกล้ามเนื้อจะช่วยห่อหุ้มทรวงอกไว้อีกชั้นหนึ่ง ตอนล่างเป็นกระบังลม ซึ่งเป็นกล้ามเนื้อและเส้นใยที่เหนียว และโค้งขึ้นแบ่งส่วนอกกับส่วนท้องออกจากกัน โดยวิธีนี้ปอดจึงบรรจุอยู่ในห้องที่มีดชิดทอากาศเข้าไม่ได้ นอกจากทางหลอดลมเท่านั้น (ความจริงนี้จะเห็นได้ชัดขึ้นเมื่อทำการผ่าตัดสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ถ้าหากเอาเหล็กแทงเยื่อหุ้มปอดให้เป็นรู ทำให้อากาศเข้าออกได้ ความดันภายในและภายนอกปอดจะเท่ากัน เพราะผนังของปอดยืดและหดได้ ดังนั้นปอดก็จะแฟบแบนลงไป)



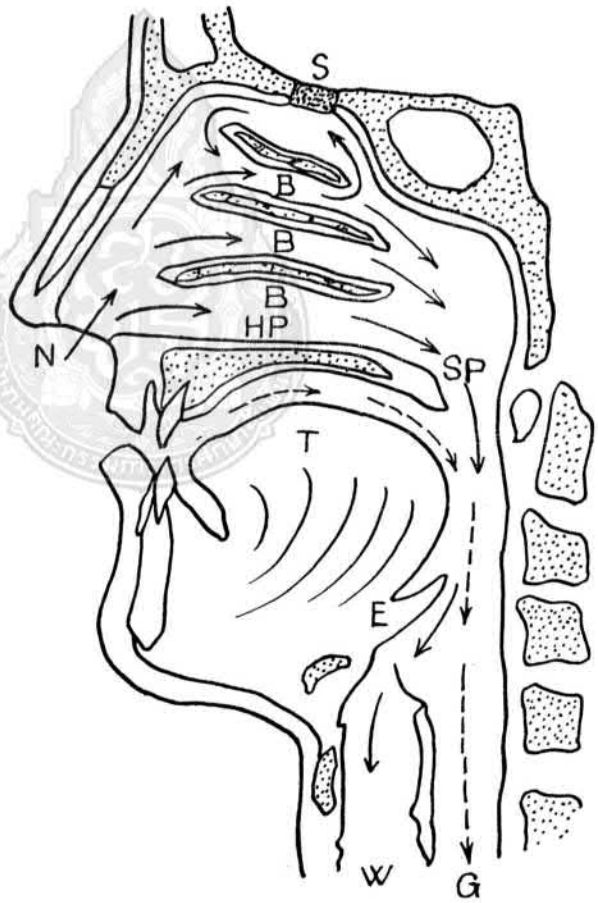
รูปที่ 3 แผนผังแสดงช่องในทรวงอก

การสังเกตนี้จะช่วยให้ท่านเข้าใจเรื่องการหายใจเข้าและออกได้ดีขึ้น เมื่อหายใจเราดูดอากาศเข้าสู่ปอดซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการสูบลมเข้าสู่ยางรถจักรยานเราเรียกว่าหายใจเข้า ในการนี้ต้องขยายส่วนอกให้ใหญ่ขึ้นทำให้ความดันของอากาศในปอดลดลง (ตามกฎของบอยล์) การขยายนี้ทำได้โดยการขยับกระดูกซี่โครงและกระบังลม กล้ามเนื้อที่ยึดเหนี่ยวซี่โครงจะหดตัวดึงกระดูกซี่โครงยกขึ้นและขยายออกทำให้ขนาดของทรวงอกเพิ่มมากขึ้น ขณะเดียวกันตอนกลางของกระบังลมจะถูกดึงลงโดยกล้ามเนื้อที่อยู่ตามขอบหดตัว ซึ่งช่วยให้เพิ่มขนาดของทรวงอกมากขึ้นอีก เมื่อขนาดใหญ่ขึ้นเช่นนี้ความดันก็ลดลง **อากาศจากภายนอกจึงถูกดันเข้าสู่ปอดทางหลอดลม** จนกระทั่งความดันข้างนอกและข้างในเท่ากัน (ดูรูปที่ ๔)

การหายใจออกเริ่มขึ้นเมื่อกล้ามเนื้อที่ยึดกระดูกซี่โครงและกระบังลมหย่อนคล้ายตัว ปล่อยให้ซี่โครงและกระบังลมกลับคืนเข้าที่เดิม จึงดันอากาศภายในปอดออกสู่ภายนอก

อากาศที่ผ่านเข้าสู่ปอดในตอนแรกจะต้องผ่านเข้าทางจมูก (ดูรูปที่ ๔) มันจะผ่านเข้าวกวนตามช่องจมูกซึ่งที่ผนังมีน้ำเมือกเหนียว ๆ ทั่วไป ตามปกติฝุ่นละอองหรือของสกปรกจะถูกน้ำเหนียวๆ นี้ช่วยกันเอาไว้ และในจมูกก็จะช่วยกรองไว้ด้วย ในขณะเดียวกันถ้าหากอากาศภายนอกแห้ง เมื่อผ่านจมูกแล้วก็จะชื้นเข้าจึงไม่ทำอันตรายแก่ถุงลมบาง ๆ ภายในปอด เพราะถ้าอากาศแห้งเข้าไปในปอด ก็จะเป็นอันตรายได้ นอกจากนี้ถ้าอากาศภายนอกเย็น จมูกก็จะช่วยทำให้อุ่นเข้า

B. กระดูกโค้ง
S. ปลายประสาทที่ทำหน้าที่รับกลิ่น
HP. เพดานแข็ง
N. รูจมูก
SP. เพดานอ่อน
T. ลิ้น
W. หลอดลม
G. หลอดอาหาร
E. ฝาปิดหลอดลม

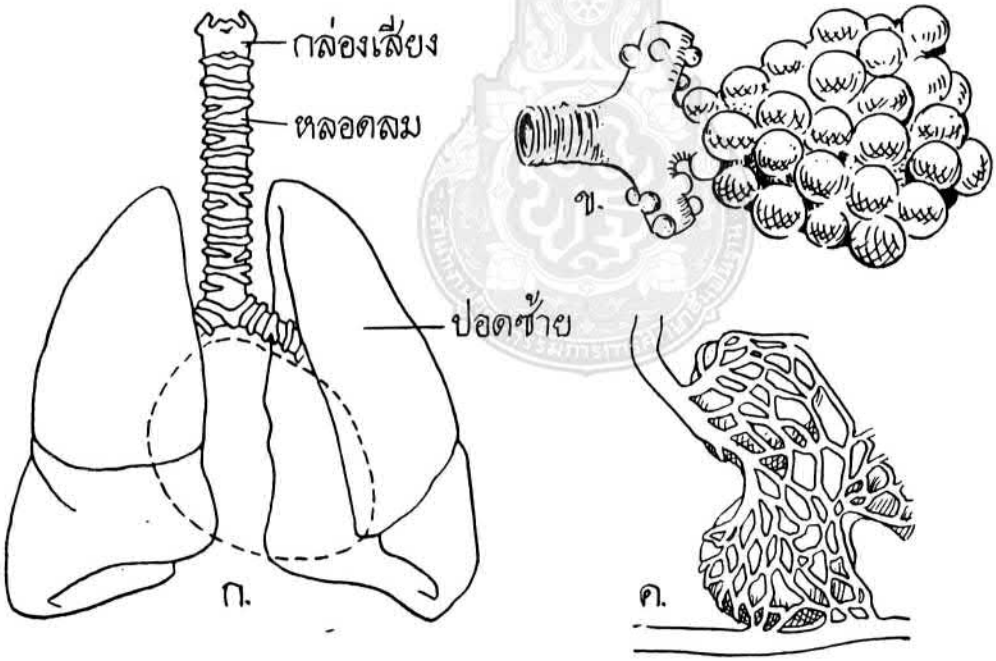


รูปที่ 4 รูปตัดในแนวตั้งผ่านศีรษะ

คืออุ่นพอ ๆ กับอุณหภูมิของโลหิตที่มาหล่อเลี้ยงอยู่ตามทางที่อากาศผ่านเข้ามา ดังนั้นอากาศเย็นจึงไม่เข้าสู่ปอดได้ทันที ปอดจึงไม่เป็นอันตรายเพราะไม่กระทบความเย็นจัด สรุปแล้วอากาศที่ผ่านจมูกจะถูกกรองให้สะอาด ทำให้ชื้น ทำให้อุ่น (**หมายเหตุ** ปากไม่มีวิธีการอย่างที่กล่าวมานี้ การหายใจทางปากจึงไม่ดี)

จากจมูก อากาศจะผ่านเข้าด้านหลังของช่องปากเข้าสู่หลอดลมแล้วลงสู่ปอด ผนังของหลอดลมก็มีเมือกเหนียว ๆ ฉาบอยู่ทั่วไป ของเหลวนี้จะไหลลงสู่ลำคอเรื่อย ๆ ฝุ่นละอองหรือผงที่จมูกกรองออกไม่หมดก็จะถูกกรองที่นี่

ภายในทรวงอก หลอดลมจะแยกออกเป็นสองทาง ทางหนึ่ง ๆ เข้าสู่ปอดหนึ่ง หลอดลมนี้จะแตกแขนงเป็นหลอดเล็กหลอดน้อยเป็นจำนวนมากภายในปอดจนถึงถุงลมเล็ก ๆ มากมาย



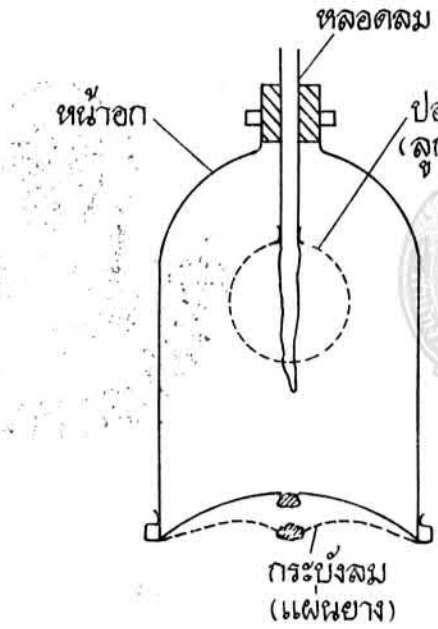
รูปที่ 5

ก: ปอด (จุดไข่ปลาแสดงที่ตั้งของหัวใจ)
ข: ปลายหลอดลม แสดงถุงลมที่ติดอยู่กับปลายหลอดลม (ขยายใหญ่มาก)
ค: ถุงลมที่มีเส้นเลือดฝอยล้อมรอบอยู่ (ขยายใหญ่มาก)

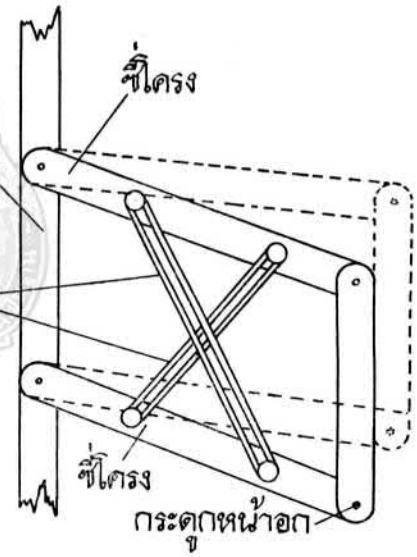
(ดูรูป ที่ ๕) ที่ถุงลมนั่นเองจะมีการแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างเลือดและอากาศ ทำให้โลหิตดำกลายเป็นโลหิตแดง

เนื้อที่ของถุงลมนี้ถ้ารวมกันแล้วนับว่ามาก ในคนประมาณว่าถ้าเอาเนื้อที่ของถุงลมเหล่านี้มาแผ่ให้เป็นแผ่นแบน ๆ คิดกันจะมีเนื้อที่ถึง ๑๐๐ ตารางหลา คือ มากกว่าเนื้อที่ของผิวหนังประมาณ ๑๐๐ เท่า ด้วยเหตุนี้จะเห็นว่าถึงแม้สัตว์เลี้ยงถูกด้วยนมจะมีร่างกายที่รวมกันแน่นมาก และมีเนื้อที่ผิวที่กระทบอากาศน้อย ปอดก็จะช่วยให้สามารถรับออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายได้คราวละมาก ๆ

รูปที่ ๖ และที่ ๗ เป็นแบบแสดงการหายใจของคน (๓) ครอบแก้วตามรูปที่ ๖ สมมุติเป็นผนังของทรวงอก แผ่นยางที่หุ้มอยู่ทางปากใหญ่ของครอบแก้วสมมุติว่าเป็นกระบังลม ดูกโป่งที่



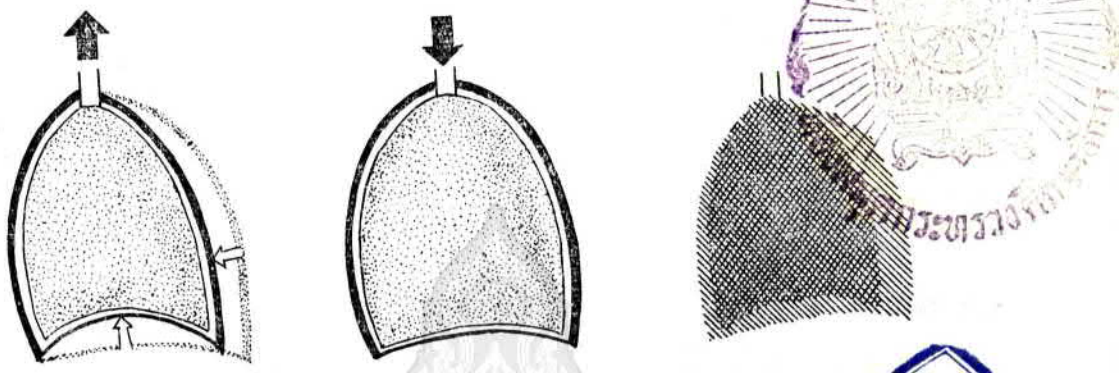
รูปที่6 แสดงการทำงานของกระบังลม ในการหายใจ



รูปที่ 7 แสดงการทำงานของซี่โครง ในการหายใจ

บรรจุภายในสมมุติเป็นปอด หลอดแก้วยาวเป็นหลอดลม เมื่อดึงกระบังลมลง ปอดจะพองโตออกเนื่องจากดูดอากาศเข้า เมื่อดันกระบังลมขึ้น ปอดจะแฟบลง แบบที่แสดงนี้ แสดงให้เห็นได้เฉพาะการขยับของกระบังลมเท่านั้น ไม่ได้แสดงการขยับของกระดูกซี่โครงด้วย (๒) แบบแสดงรูปที่ ๗ ประกอบด้วยกรอบไม้สองอันแทนกระดูกซี่โครงสองซี่ซึ่งติดอยู่กับกระดูกสันหลังทางด้านหลัง

และทางด้านหน้าของกระดูกซี่โครงนี้ติดกับกระดูกหน้าอก สายยางที่โยงตมมุติว่าเป็นกล้ามเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครง เมื่อกล้ามเนื้อชุดหนึ่งหดตัว อีกชุดหนึ่งจะคลายตัว กระดูกซี่โครงก็จะถูกยกขึ้นและขยายออก ทำให้ช่องในทรวงอกใหญ่ขึ้น เมื่อกล้ามเนื้อสองชุดทำงานกลับกัน กระดูกซี่โครงและกระดูกหน้าอกก็จะยุบกลับคืนสู่รูปเดิม (ดูรูปที่ ๘ ด้วย)



หายใจออก
ซี่โครงแฟบและกระบังลมยกขึ้น

หายใจเข้า
กระดูกซี่โครงโป่งออก
และกระบังลมต่ำลง

ปอดขยายและหดตัว
เมื่อหายใจเข้าและออก

รูปที่ ๘ การหายใจ

การตรวจปอด

ตรวจดูปอดและหลอดลมของสัตว์ขนาดใหญ่ที่เลี้ยงดูกด้วยนม และวาดรูปแสดงลักษณะภายนอกทางด้านหน้า ชี้ให้เห็น (ก) กล่องเสียง (ข) เอปิกลอตติส ซึ่งมีรูปร่างคล้ายฝาสำหรับครอบปากหลอดลมขณะกลืนอาหาร มองลงไปในกล่องเสียงจะเห็นกลอตติสซึ่งเป็นช่องแคบ ๆ และมีสายที่ทำให้เกิดเสียงข้างละอัน เมื่อถ่างกล่องเสียงให้ใหญ่ขึ้นจะเห็นสายที่ทำให้เกิดเสียง

ตรวจดูหลอดลม ให้สังเกตดูว่าหลอดนี้แข็งตัวอยู่ได้ก็เพราะกระดูกอ่อนรูปตัว C เกาะกันอยู่หลาย ๆ อัน ซึ่งทำให้หลอดถ่างอยู่เสมอ ผ่าหลอดลมตรงที่แยกกันเป็นสองแขนงนั้นดู แล้วผ่าหลอดลมแขนงหนึ่งดูและผ่าตรงลงไปเรื่อย ๆ จะเห็นว่ามันแยกแขนงมากเข้า และเล็กลงไปทุกที่ ขณะเดียวกันก็จะมองเห็นเส้นโลหิตแดงและดำที่มาเลี้ยงปอดด้วย

การลำเลียงอาหารและออกซิเจนในร่างกาย

เราได้กล่าวมาแล้วว่าอาหารที่ย่อยแล้วในลำไส้จะละลายและซึมผ่านผนังลำไส้ได้ และได้กล่าวแล้วว่า อากาศในปอดได้สร้างขึ้นใหม่อยู่เสมอระหว่างการหายใจ การออกซิไดส์ของอาหารและการสร้างเนื้อหนังนั้นจะดำเนินไปภายในเซลของร่างกายแต่ละเซล ในสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนม การส่งอาหารจากลำไส้ไปยังเซลต่าง ๆ และการส่งออกซิเจนไปจากปอดดำเนินไปด้วยกระบวนการที่สลับซับซ้อนมาก การขับถ่ายของเสียออกจากเซลและการรักษาให้อุณหภูมิของร่างกายคงที่ก็เป็นเรื่องสลับซับซ้อน งานเหล่านี้ดำเนินไปโดยระบบโลหิต ของเหลวที่มีหน้าที่ในการลำเลียงนี้ก็คือโลหิต

ระบบโลหิต

โลหิตจะถูกนำไปยังที่ต่าง ๆ โดยเส้นโลหิตที่มีอยู่เป็นจำนวนมากที่สานกันเป็นตาข่าย รวมกันเรียกว่าระบบโลหิต ระบบนี้ผิดกับระบบของพืช (ซึ่งนำน้ำและอาหารเช่นเดียวกัน) ตรงที่ว่าระบบของพืชนั้น ที่ท่อหรือหลอดของเส้นโลหิตปิดสนิท ถึงแม้จะมีแขนงติดต่อกันมากมาย ก็คงเป็นหลอดที่ปิดสนิททั่วไป แต่อย่างไรก็ดี น้ำ ก๊าซ และสารประกอบ ก็ผ่านเข้าออกในเส้นโลหิตเหล่านี้ได้โดยง่ายตรงบริเวณผนังบาง ๆ ของเส้นเลือดเล็ก ๆ ที่เรียกว่าเส้นโลหิตฝอย

ในสัตว์ชั้นสูงทั้งหมด ระบบโลหิตประกอบด้วย (ก) หัวใจ (ข) เส้นโลหิต (ค) เส้นโลหิตดำ (ง) เส้นโลหิตฝอย หัวใจเป็นสูบสำหรับผลักดันให้โลหิตไหลวนเวียนอยู่ในร่างกาย โดยไหลออกจากหัวใจผ่านไปตามเส้นโลหิตแดง เส้นโลหิตดำจะนำโลหิตกลับเข้าสู่หัวใจ เส้นโลหิตฝอยเป็นเส้นที่เล็กละเอียดที่โยงเส้นโลหิตแดงและดำให้ติดต่อถึงกัน และนำโลหิตเข้าใกล้เซลของร่างกายมากที่สุด

หัวใจของคนมีขนาดเท่ากำปั้น อยู่ในทรวงอกระหว่างปอดทั้งสองข้าง หัวใจอยู่ภายในถุงสองชั้นเรียกว่าถุงหุ้มหัวใจ (ดูรูปที่ ๓) เราอาจกล่าวได้ว่าหัวใจเป็นสูบ (pump) ที่ประกอบด้วยกล้ามเนื้อ แบ่งเป็นสองสูบอยู่ติดกัน สูบหนึ่ง ๆ แบ่งออกเป็นสองห้อง สูบทางซ้ายมือ (ดูรูปที่ ๔) รับโลหิตดี (คือโลหิตที่มีออกซิเจน) จากปอดแล้วสูบส่งไปเลี้ยงส่วนต่างของ ๆ ร่างกาย โลหิตที่ไหลกลับจากร่างกายเป็นโลหิตที่มีออกซิเจนน้อย แต่มีคาร์บอนไดออกไซด์มาก แล้วไหลผ่านเข้า



รูปที่ 9 แผนผังแสดงระบบโลหิตของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
(โลหิตที่มีออกซิเจนมากสีขาว โลหิตที่มีออกซิเจนน้อยสีดำ)

สู่สูบทางขวามือซึ่งจะส่งมันไปยังปอด โลหิตเหล่านี้จะคายคาร์บอนไดออกไซด์ทิ้งแล้วรับออกซิเจนใหม่ ระหว่างที่โลหิตดีไหลไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย มันจะคายออกซิเจน (ซึ่งเอาไปใช้ในการออกซิไดส์) ออก และรับอาหารที่ละลายมากับของเสีย เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ สูบทางขวามือของหัวมีหน้าที่สูบโลหิตส่งไปฟอกที่ปอดอย่างเดียว ส่วนสูบทางซ้ายมือของหัวใจมีหน้าที่สูบโลหิตส่งไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

หมายเหตุ ในการอธิบายถึงทางขวาและทางซ้ายมือของสัตว์ ต้องสมมุติว่าตัวท่านยืนอยู่ข้างหลังสัตว์นั้นและหันหน้าไปทางเดียวกับสัตว์ (หรือนึกว่าตัวท่านเป็นสัตว์เอง) เพราะว่าคนเราเป็นสัตว์ที่ยืนตัวตรง ขาและกระดูกสันหลังตั้งตรง ส่วนสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่น ๆ จะยืน

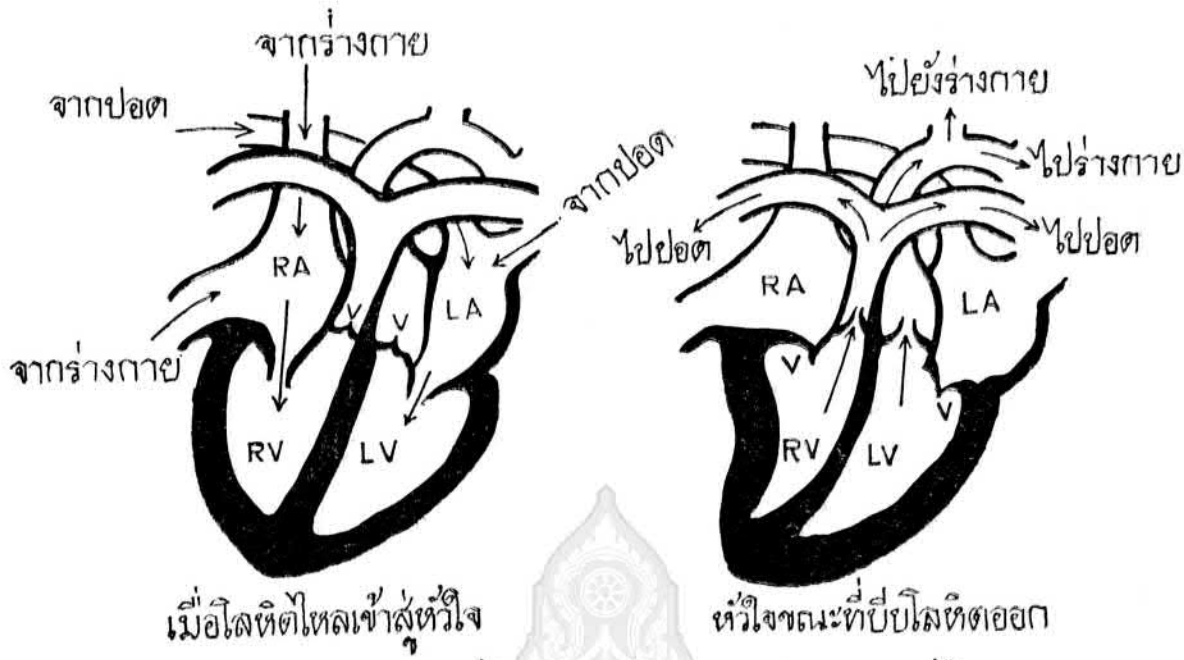
สี่ขา กระดูกสันหลังจะอยู่ตามแนวนอน คำว่าด้านหลังและด้านหน้าจึงมักไม่แน่นอน ฉะนั้นในการอธิบายเรื่องสัตว์ชนิดใดชนิดหนึ่ง คำว่าด้านหัวจะหมายถึงส่วนหัว ด้านหางจะหมายถึง (ส่วนที่วัดจากหัวลงไปสู่ทางล่างหรือส่วนหาง) ด้านหลัง (คือทางส่วนหลัง) และด้านท้อง (คือทางส่วนท้องซึ่งตรงข้ามกับด้านหลัง) ถ้าท่านสังเกตดูจากรูปที่เขียน รูปที่ ๑, ๓ และ ๑๑ จะเห็นว่ารูปเขียนจากอวัยวะที่ผ่าตัดจากสัตว์ และดูจากทางด้านท้องอวัยวะที่อยู่ทางขวามือจึงปรากฏอยู่ทางซ้าย

หัวใจของคนที่เป็นหนุ่มสาวจะเต้นประมาณนาทีละ ๗๐—๘๐ ครั้ง การเต้นครั้งหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยการบีบโลหิตออกจากห้องทั้งสี่ของหัวใจ และขณะที่หัวใจหยุดพักอยู่ครู่หนึ่งโลหิตก็จะไหลเข้าสู่หัวใจอีก เราอาจคลำดูการเต้นของตัวใจที่ทรวงอกทางซ้ายมือใต้กระดูกซี่โครงคู่ที่ ๕ พอดี เพราะขณะที่ห้องซ้ายของหัวใจบีบ หัวใจจะอยู่ติดกับทรวงอกตรงนั้นพอดี การเต้นของหัวใจอาจนับดูได้จากชีพจร ซึ่งเป็นคลื่นของความกระเทือนที่ส่งไปตามเส้นโลหิตแดงทุก ๆ คราวที่หัวใจบีบชีพจรนี้อาจตรวจดูได้จากเส้นโลหิตแดงที่เดินใกล้ผิวหนัง หรือที่เส้นเลือดที่พาดอยู่บนกระดูก เช่น ที่ข้อมือ ที่ขมับ ที่ข้อพับข้อศอก และใกล้ตาตุ่ม

(๑) ตรวจดูชีพจรที่ข้อมือซ้าย วิธีจับชีพจรนั้นให้เอาหลังข้อมือซ้ายวางลงบนฝ่ามือขวาแล้วโอบนิ้วกลางและนิ้วชี้ของมือขวามาวางลงบนข้อมือซ้ายเหนือฐานของหัวแม่มือซ้าย ชีพจรนี้อาจหยุดเต้นได้ในชั่วขณะหนึ่งโดยไม่เป็นอันตรายซึ่งจะทดลองได้โดยให้ใครคนหนึ่งกดเส้นเลือดซึ่งวิ่งมาทางด้านข้างของแขนซ้ายเหนือข้อศอก

(๒) หลังจากนับชีพจรแล้ว ลองออกกำลังกายสัก ๓๐ วินาที แล้วนับชีพจรใหม่ จะเห็นว่าการออกกำลังทำให้หัวใจเต้นเร็วขึ้น ซึ่งนับดูได้จากชีพจรที่มากขึ้นเช่นกัน

เมื่อหัวใจซีกซ้ายบีบโลหิตออกสู่เส้นโลหิตแดงใหญ่ (เรียกว่าเอออตาร์) แล้วเข้าสู่เส้นโลหิตแดงเล็ก ๆ ลงไปอีก หลอดของเส้นโลหิตยืดออก เพราะมันยืดหยุ่นได้ แล้วกลับหดตัวเข้าสู่สถานะเดิม ดันให้โลหิตเดินออกจากหัวใจทางเดียวและยังมีแรง (ดูรูปที่ ๑๐) กันมิให้โลหิตไหลกลับหัวใจอีก ด้วยเหตุนี้ความดันที่คงที่จะเกิดขึ้นภายในเส้นโลหิตแดง และจะเพิ่มขึ้นชั่วขณะ



รูปที่ 10 แผนผังแสดงการทำงานของหัวใจ
RA: ออริเคิลขวา LA: ออริเคิลซ้าย
RV: เวนตริเคิลขวา LV: เวนตริเคิลซ้าย
V: ลิ้น

หนึ่งหลังจากที่หัวใจหดตัวใหม่ ๆ คนปกติขณะที่อยู่ในลักษณะพักผ่อนหัวใจห้องซ้ายจะสูบโลหิตออกจากหัวใจนาทีละประมาณ ๒½ ไพนท์ โลหิตในร่างกายคนมีประมาณ ๑๐ ไพนท์

เส้นโลหิตแดงโดยมากอยู่ลึกจากผิวหนังมาก มันจะถูกทำลายก็ต่อเมื่อร่างกายได้รับอันตรายอย่างแรง ถ้าหากเส้นโลหิตแดงถูกตัดขาด จะทราบได้ดังนี้ (ก) โลหิตจะพุ่งออกมาเป็นจังหวะ (ข) มีสีแดงสด และ (ค) อาจทำให้หยุดได้โดยบีบเส้นเลือดแดงหรือเนื้อข้างบาดแผลด้านใกล้หัวใจ ถ้าหากเส้นโลหิตแดงใหญ่ถูกตัดขาด สัตว์นั้นอาจตายเนื่องจากโลหิตออกไม่หยุด นอกจากจะรีบห้ามโลหิตดังกล่าวมาแล้ว โลหิตที่ถูกดันให้ไหลไปตามเส้นโลหิตแดงนั้นมีความเร็วประมาณ ๕๐ เซนติเมตรต่อวินาที การเสียโลหิตจึงเป็นไปโดยรวดเร็วและขนาดที่โลหิตรั่วใหญ่มากจนความดันของเส้นโลหิตที่ไปเลี้ยงสมองตกลงทำให้สมองขาดโลหิต คนไข้นั้นก็จะหมดความรู้สึก

เมื่อโลหิตไหลมาถึงเส้นโลหิตฝอย ซึ่งเป็นปลายของเส้นโลหิตแดงที่แตกแขนงออกไป โลหิตจะไหลช้าเข้า คือประมาณ ๐.๕ มิลลิเมตรต่อวินาที เส้นโลหิตฝอยนี้เล็กมากไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และชีพจรก็ไม่มี เส้นโลหิตนี้มีอยู่ทั่วไปทุกแห่งของร่างกาย และมีมากที่สุดที่ใกล้ผิวหนัง เมื่อผิวหนังมีบาดแผล โลหิตจะซึมออกมาช้า ๆ และแข็งตัวโดยเร็ว

จากเส้นโลหิตฝอย โลหิตจะผ่านเข้าสู่เส้นโลหิตดำช้า ๆ ซึ่งโดยมากมักอยู่ใกล้ผิวหนัง (สังเกตดูได้ง่ายที่หลังมือ) ถ้าหากถูกตัดขาด โลหิตจะไม่พุ่งออก (ไม่มีชีพจรในเส้นโลหิตดำ) และมีสีแดงเข้มเพราะเป็นโลหิตที่ไม่มีออกซิเจน และอาจห้ามให้หยุดได้โดยกดใกล้แผลด้านที่ไกลไปจากหัวใจ เส้นโลหิตดำต่างกับเส้นโลหิตแดง โดยมีลิ้นสำหรับกันมิให้โลหิตไหลกลับ และความดันภายในเส้นก็ไม่สูง การไหลของโลหิตกลับไปยังหัวใจต้องอาศัยกล้ามเนื้อของร่างกายใกล้กับเส้นโลหิตเมื่อกล้ามเนื้อเหล่านี้หดตัว เมื่อเกิดการเคลื่อนไหวของร่างกาย ถ้าหากเรายืนนิ่ง ๆ เป็นเวลานาน ๆ โลหิตจะไหลกลับสู่หัวใจได้ช้ามาก ทำให้โลหิตคั่งอยู่ในเส้นโลหิตของเท้ามาก โลหิตในหัวจะลดน้อยลงทำให้เป็นลมได้

การหมุนเวียนภายในปอด

การหมุนเวียนของโลหิตจะเห็นได้จาก รูปที่ ๙ ซึ่งเขียนให้เข้าใจง่าย ห้องบนสองห้องของหัวใจเรียกว่า ห้องบน (ออริเกิล) และห้องล่างอีกสองห้อง เรียกว่า ห้องล่าง (เวนตริเกิล) ห้องล่างซ้ายเป็นกล้ามเนื้อหนาและแข็งแรง โลหิตดำหรือโลหิตที่ไม่มีออกซิเจนมีสีแดงเข้ม แต่มีคาร์บอนไดออกไซด์มากจะไหลเข้าสู่ห้องบนขวา ซึ่งบีบเป็นจังหวะและส่งโลหิตลงห้องล่างขวา (ดูรูปที่ ๑๐) เมื่อเต็มแล้วห้องนี้จะบีบส่งโลหิตไปยังปอด ในระหว่างห้องบนและห้องล่างและที่เข้าสู่เส้นโลหิตจะป้องกันมิให้โลหิตไหลกลับจากห้องล่างขึ้นสู่ห้องบน หรือจากเส้นเลือดกลับสู่ห้องล่างอีก ภายในปอดเส้นโลหิตจะแยกเป็นกิ่งเล็ก ๆ เป็นจำนวนมาก แล้วแบ่งย่อยลงไปจนเป็นเส้นโลหิตฝอย ซึ่งมีกระจายอยู่ทั่วไปบนถุงลมเล็ก ๆ ภายในปอด (ดูรูปที่ ๕) เมื่อโลหิตผ่านเข้ามาในเส้นโลหิตฝอยเหล่านี้ ผิวสัมผัสของมันก็มากขึ้นและความเร็วก็ลดลง (คล้ายกับตอนที่แม่น้ำไหลเข้าสู่หนองน้ำที่เป็นที่ลุ่ม) จึงทำให้มีการแลกเปลี่ยนก๊าซกันได้เต็มที่ ความจริงโลหิตในปอดมิได้กระทบกับอากาศโดยตรง แต่มีผนังบาง ๆ ของเส้นโลหิตฝอยและผนังของถุงลมกั้นไว้ ผนังนี้จะเปียกชื้นอยู่เสมอ ทำให้คาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนที่ละลายในน้ำซึมผ่านผนัง

บางนิ้วได้ ปอดจะคายน้ำออกเป็นจำนวนมาก โดยระเหยออกจากผนังบางเหล่านี้ แล้วเป็นไออออกไปพร้อมกับลมหายใจ แต่ถ้าหายใจทางจมูกจะช่วยให้การระเหยของน้ำนี้ลดลงได้มาก

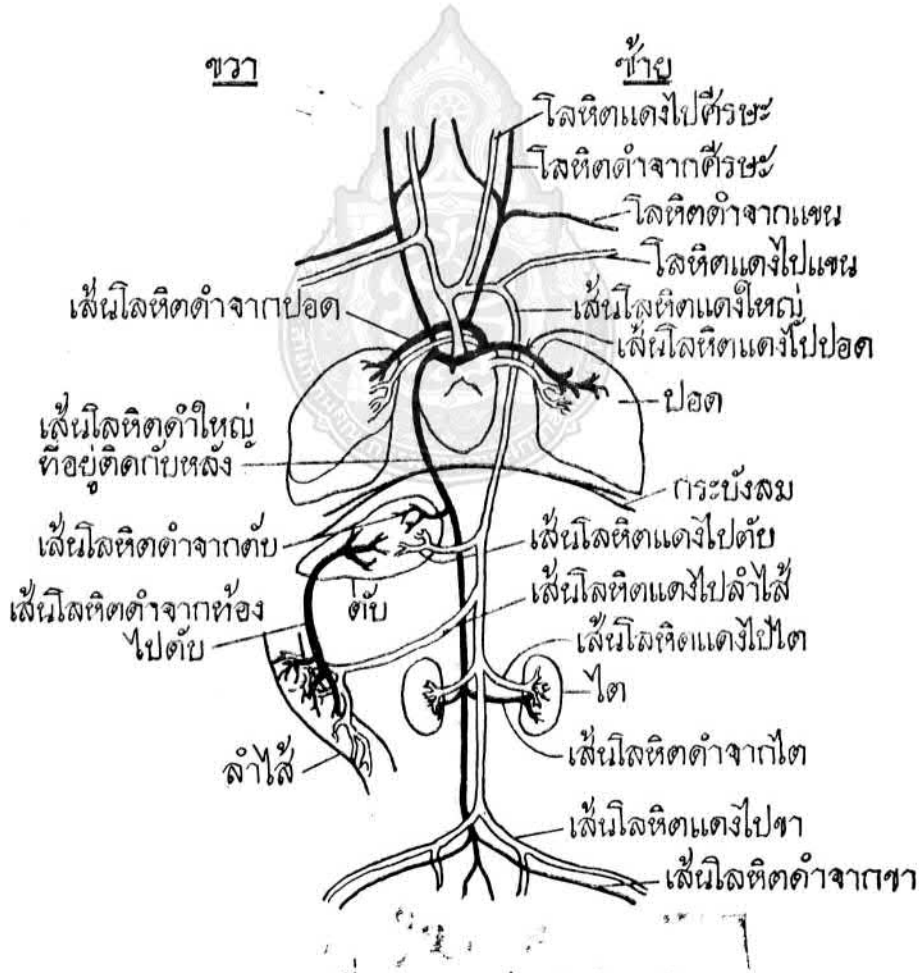
การแลกเปลี่ยนก๊าซระหว่างโลหิตและอากาศภายในปอดเป็นไปโดยการแพร่ (diffusion) คาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนจะซึมจากที่ที่มีความเข้มข้นของก๊าซนั้นมาก เข้าสู่ที่ที่มีก๊าซนั้นน้อย ภายในเส้นโลหิตฝอยในปอด ออกซิเจนจึงซึมจากถุงลมเข้าสู่โลหิตและคาร์บอนไดออกไซด์ซึมออกจากโลหิตเข้าสู่ถุงลม เส้นโลหิตฝอยภายในปอดนี้จะมารวมกันอีกกลายเป็นเส้นโลหิตใหญ่ แล้วนำโลหิตที่มีออกซิเจนมาก แต่คาร์บอนไดออกไซด์น้อย (มีสีแดงสด) กลับสู่ห้องบนซ้ายของหัวใจ

โลหิตประกอบด้วยน้ำโลหิต หรือ พลาสมา เป็นของเหลวใสคล้ายน้ำมีอาหารและเม็ดโลหิตแดงเล็ก ๆ ลอยอยู่เป็นจำนวนมาก ภายในเม็ดโลหิตแดงมีสิ่งที่เรียกว่า ฮีโมโกลบิน สารนี้มีความสำคัญในการลำเลียงออกซิเจน ตามปกติมีสีแดงเข้ม ดังที่เราเห็นในเส้นโลหิตดำ เมื่อผสมกับออกซิเจน (ดังในเส้นโลหิตแดง หรือเมื่อโลหิตกระทบกับอากาศ) จะมีสีแดงสด ฮีโมโกลบินนี้สามารถผสมกับออกซิเจนเป็นสารประกอบที่ไม่ใคร่อยู่ตัวได้มากกว่าน้ำโลหิตประมาณสี่สิบเท่า นั่นคือ ถ้าไม่มีฮีโมโกลบิน หัวใจจะต้องเต้นเร็วกว่าปกติอีก ๔๐ เท่า เพื่อจะให้ร่างกายได้รับออกซิเจนพอเพียง สารประกอบ ออกซี—ฮีโมโกลบิน จะเกิดขึ้นภายในเส้นโลหิตฝอยในปอด แล้วไปแยกสลายภายในเส้นโลหิตฝอยของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยออกซิเจนจะถูกดูดไปใช้ในการหายใจ คาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากเซลของร่างกายจะถูกโลหิตรับไปอีกโดยเข้าผสมกับฮีโมโกลบินแล้วนำไปปล่อยออกในปอดอีกครั้งหนึ่ง

การหมุนเวียนของโลหิตในร่างกาย

โลหิตแดงที่มีออกซิเจนจากปอด ไหลเข้าสู่หัวใจทางห้องบนซ้าย (ดูรูปที่ ๑๐) แล้วถูกสูบลงห้องล่างซ้ายผ่านลิ้นที่ให้โลหิตไหลได้ทางเดียว เมื่อห้องล่างซ้ายบีบโลหิตก็จะไหลออกทางเส้นโลหิตแดงใหญ่ เรียกว่า เออออาร์ เส้นโลหิตนี้จะแยกแขนงเล็ก ๆ ลงไปทุกที่ ไปจนถึงเส้นโลหิตฝอย อาหารและออกซิเจนที่นำไปก็จะจ่ายแจกไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (ยกเว้นปอดซึ่งมีวงจรอีกต่างหาก) จากเส้นโลหิตฝอย โลหิตจะไหลเข้าสู่เส้นโลหิตดำซึ่งติดต่อกันเป็นเส้นใหญ่ ๆ และสุดท้ายก็นำโลหิตที่ไม่มีออกซิเจน แต่มีคาร์บอนไดออกไซด์มาก และมีอาหารละลายอยู่ด้วย กลับสู่หัวใจทางห้องบนขวา วงจรก็จะหมุนเวียนดังกล่าวมาแล้วต่อไป คือหัวใจทางซีก

ขวาก็จะส่งโลหิตไปฟอกที่ปอดอีก " เส้นโลหิตดำจากเส้นโลหิตฝอยที่มาจากลำไส้มิได้นำโลหิตส่งไปยังหัวใจ มันจะรวมกันเป็นเส้นโลหิตดำใหญ่เรียกว่าเส้นโลหิตดำปอร์ตอล (portal) ผ่านเข้าสู่ตับแล้วแยกเป็นเส้นโลหิตฝอยอีก ตับมีหน้าที่คล้ายกับเป็นห้องปฏิบัติการของร่างกาย น้ำตาลจากลำไส้ที่ถูกนำมาจะถูกแยกเก็บไว้เป็นสารคล้ายแป้งเรียกว่า ไกลโคเจน ส่วนที่เหลือจะส่งไปยังหัวใจแล้วไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ตับยังมีหน้าที่แยกเอาโปรตีนที่ร่างกายไม่ต้องการออก แล้วแยกออกเป็นน้ำตาล (เก็บไว้ใช้ในการหายใจ) กับของเสียที่เรียกว่า ยูเรีย (urea) ซึ่งต่อไปจะถูกแยกออกทางไต เซลของตับได้รับออกซิเจนจากโลหิตที่เดินมาตามเส้นเลือดแดง (hepatic artery) (ดูรูปที่ ๑๑)



รูปที่ 11 แผนผังแสดงระบบโลหิต

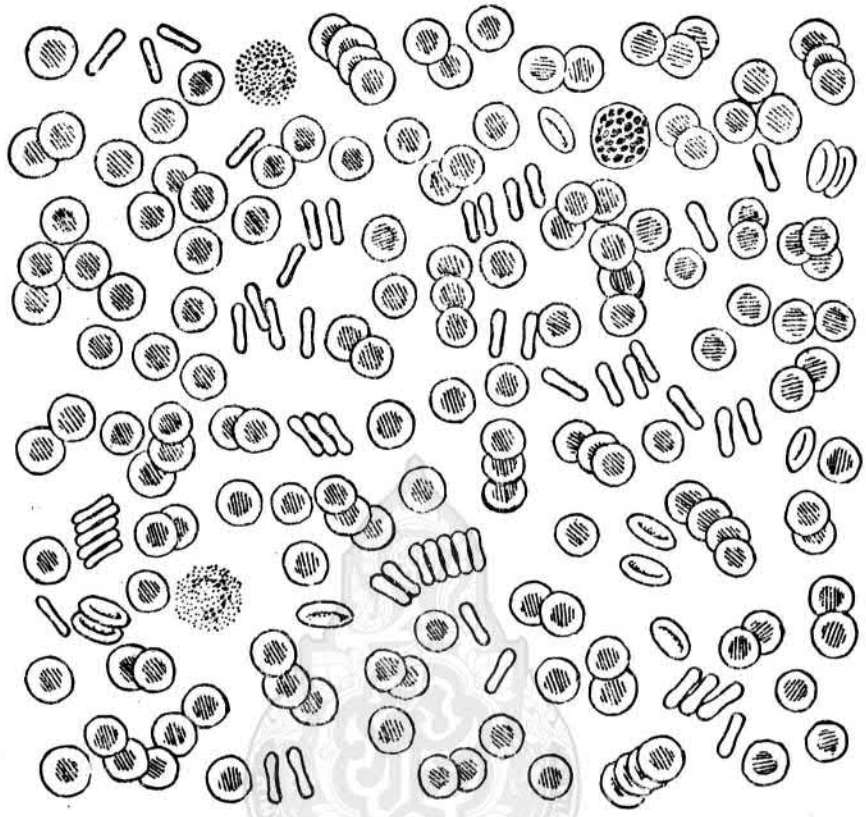
นักวิทยาศาสตร์ทราบถึงโครงสร้างของระบบเส้นเลือดของสัตว์มาประมาณ ๒,๐๐๐ ปีแล้ว แต่การหมุนเวียนของโลหิตพึ่งมาทราบกันโดยแจ่มแจ้งเมื่อราวศตวรรษที่ ๑๗ นี่เอง โดย ฮาร์วี่ เมื่อท่านได้ตรวจดูจากสัตว์ที่ทำการผ่าตัด จะเห็นว่าระบบเส้นโลหิตเป็นเรื่องยุ่งยากสลับซับซ้อนมาก นักวิทยาศาสตร์รุ่นก่อน ๆ เชื่อว่าหัวใจซีกขวาและซ้ายติดต่อกันโดยตรงและเขาเหล่านั้นเคยงงไปว่า หลอดเลือดแดงที่ไปปอดนั้น นำเอาเลือดดำไป และเออออตาร์และแขนงของมันนำเอาเลือดแดงไป แต่จากการสังเกตและทดลองด้วยความระมัดระวังประกอบกับความรู้ทางการหายใจ ทำให้เราเข้าใจวงจรโลหิตได้ดีดังที่สรุปไว้ในรูปที่ ๙, ๑๐ และ ๑๑

โลหิต

เราทราบแล้วว่าโลหิตมีหน้าที่เกี่ยวกับการดำเนินในร่างกายสัตว์ โลหิตนำ (ก) อาหารจากลำไส้ไปยังเซลต่าง ๆ ของร่างกาย (ข) ออกซิเจนจากปอดไปยังเซลต่าง ๆ ของร่างกาย (ค) ของเสียจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกายไปสู่ปอดและไต (ง) ความร้อนซึ่งเกิดขึ้นเมื่อกล้ามเนื้อทำงาน (จ) ฮอร์โมนต่าง ๆ

คนตามปกติมีโลหิตประมาณ ๑๐ ไพนท์ในร่างกาย ขณะอยู่นิ่ง ๆ โลหิตเพียงบางส่วนเท่านั้นที่ไหลวนเวียน ที่เหลือเก็บไว้เป็นของสำรอง โดยมากเก็บไว้ในตับและม้าม โลหิตมีน้ำหนักเป็น 1/11 ของน้ำหนักทั้งหมดของร่างกาย

เมื่อเอาโลหิตสักหนึ่งหยดเล็ก ๆ เกลี่ยเป็นผิวบาง ๆ บนแผ่นกระจกแล้วส่องดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ จะเห็นน้ำโลหิต "พลาสมา" เป็นของเหลวไม่มีสี มีเม็ดโลหิตลอยอยู่เต็ม เม็ดโลหิตนี้มีสองชนิด คือ เม็ดโลหิตแดงและเม็ดโลหิตขาว (ดูรูปที่ ๑๒)



รูปที่ 12 เลือดหยดหนึ่งส่องกล้องขยายดู เห็นเม็ดโลหิตแดงจำนวนมาก และเม็ดโลหิตขาว 3 เม็ด

เม็ดโลหิตแดง

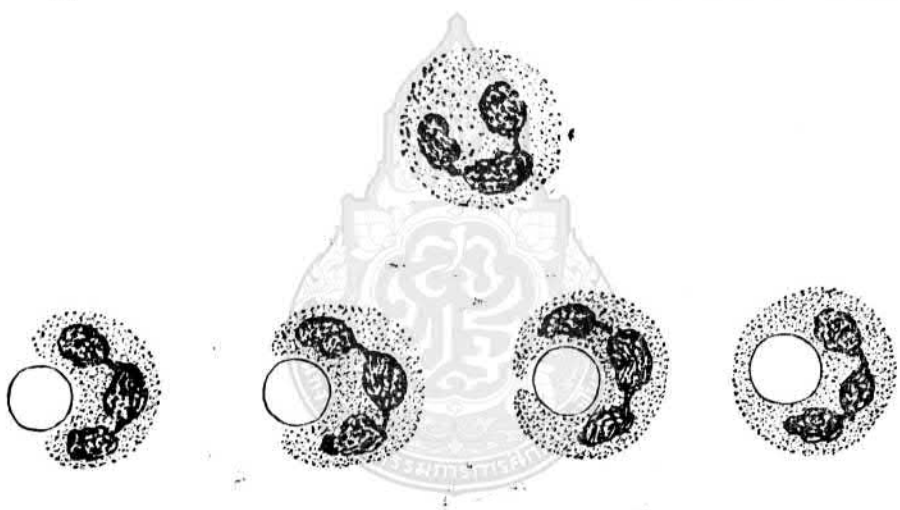
เม็ดโลหิตแดงมีมากกว่าเม็ดโลหิตขาว ๕๐๐ ถึง ๑๐๐๐ เท่า มีรูปร่างคล้ายเลนซ์เว้า คือมีรูปเป็นวงกลมตรงขอบหนากว่าตรงกลาง เมื่อดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จะเห็นเป็นสีเหลือง แต่ถ้ารวมกันมาก ๆ เช่นหยดเลือดจึงจะเห็นเป็นสีแดง สีแดงนี้เกิดจากฮีโมโกลบิน ซึ่งเป็นสารประกอบของโปรตีนที่มีเหล็กเป็นองค์ประกอบอยู่ด้วย และผสมกับออกซิเจนได้โดยง่าย

เม็ดโลหิตแดงเกิดจากส่วนสีแดงของกระดูกที่เรียกว่า มาโร (marrow) เมื่อสร้างแล้วก็ส่งเข้าสู่เส้นโลหิต เม็ดเลือดแดงเม็ดหนึ่ง ๆ มีชีวิตอยู่เพียง ๑๒๐ วัน หลังจากนั้นมันจะถูกทำลายในตับและม้าม ของเสียบางอย่างที่เกิดขึ้นจะถูกถ่ายออกทางน้ำดี โดยวิธีนี้เม็ดโลหิตแดงจะถูกทำลายและสร้างขึ้นวินาทีละหลายล้านเม็ด

เม็ดโลหิตขาว

มีน้อยกว่าเม็ดโลหิตแดงมาก ตามปกติเม็ดโลหิตแดง ๕๐๐ ถึง ๑๐๐๐ เม็ดจะมีเม็ดโลหิตขาวหนึ่งเม็ด เม็ดโลหิตขาวบางชนิดก็สร้างจากกระดูกมาโร บางชนิดก็สร้างจากต่อมน้ำเหลือง มีอายุได้เพียง ๒–๓ วันเท่านั้น ผิดกับเม็ดโลหิตแดงที่มีรูปร่างไม่แน่นอนและสามารถบีบตัวเองลอดเส้นโลหิตฝอยไปได้ และสามารถไปสู่เซลต่าง ๆ ของร่างกายได้แทบทุกส่วน

เม็ดโลหิตขาวมีหลายชนิด ชนิดหนึ่งมีหน้าที่ทำลายบักเตรีที่เข้าสู่ร่างกาย จำนับว่ามีหน้าที่ป้องกันร่างกายให้ปราศจากโรคภัยต่าง ๆ เม็ดโลหิตขาวเหล่านี้เม็ดหนึ่ง ๆ อาจทำลายบักเตรีได้ถึง ๒๐ ตัว (ดูรูปที่ ๑๓) เม็ดโลหิตขาวบางชนิดมีหน้าที่สร้างสารประกอบซึ่งเป็นพิษต่อบักเตรี ใน



รูปที่ 13 เม็ดโลหิตขาวเข้าห่อหุ้มเชื้อโรค
(ขยายใหญ่มาก)

ร่างกายที่มีสุขภาพเป็นปกติ เม็ดโลหิตขาวจะมีชัยชนะต่อบักเตรีที่เข้าสู่ร่างกาย ถ้าหากผิวหนังฉีกขาดเป็นบาดแผล เม็ดโลหิตขาวจะมารวมกันอยู่ที่นั่นมากเพื่อทำลายบักเตรีที่เข้ามาทำลายเซลของร่างกาย หนองที่เกิดขึ้นในแผลส่วนมากประกอบด้วยเม็ดโลหิตขาวที่ตายแล้ว บักเตรีที่ตายแล้ว รวมทั้งเซลของร่างกายที่แยกสลายแล้ว

น้ำของเนื้อเยื่อและน้ำเหลือง (Tissue fluid and lymph)

เมื่อโลหิตไหลผ่านเส้นโลหิตฝอยช้า ๆ น้ำโลหิตหรือพลาสมา (และเม็ดโลหิตขาวเล็กน้อย) จะซึมผ่านผนังเส้นโลหิตและไปล้อมเซลต่าง ๆ ของร่างกาย ของเหลวนี้เปรียบเหมือนโลหิตที่

ไม่มีเม็ดโลหิตแดงนั่นเอง มันจะแซกซึมอยู่ตามที่ว่างระหว่างเซลของร่างกายและเส้นโลหิตฝอย และทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างอวัยวะทั้งสองนั้น มันจะรับออกซิเจนและอาหารจากโลหิตแล้วส่งให้แก่เซลของร่างกาย ในขณะเดียวกันก็รับคาร์บอนไดออกไซด์ และของเสียอื่น ๆ จากเซลของร่างกายส่งให้แก่โลหิต ของเหลวนี้เรียกว่าน้ำเหลือง

น้ำเหลืองจะซึมออกจากเส้นโลหิตฝอยทั่วร่างกาย แล้วไหลไปรวมกันและวกกลับเข้าสู่เส้นโลหิตใหม่ บางส่วนไหลกลับเข้าทางเส้นโลหิตฝอยแล้วก็ผ่านเข้าเส้นโลหิตดำ ส่วนที่เหลือจะไหลเข้าสู่ท่อน้ำเหลืองเส้นเล็ก ๆ แล้วรวมกันเข้าสู่เส้นน้ำเหลืองใหญ่ และในที่สุดก็เปิดเข้าสู่เส้นโลหิตใหญ่ใกล้หัวใจ ปริมาณของน้ำเหลืองที่ไหลผ่านท่อน้ำเหลืองประมาณ ๑๐ ไพนท์ (๕—๕ ลิตร) ต่อหนึ่งวัน ผนังของท่อน้ำเหลืองบางกว่าของเส้นโลหิตดำ และน้ำเหลืองนั้นนับว่าไม่มีสี ฉะนั้นในการผ่าตัดจึงสังเกตท่อน้ำเหลืองได้ยากมาก ในบทที่ ๒ ท่านจะเห็นว่าไขมันที่ย่อยแล้วจะถูกดูดผ่านท่อน้ำเหลืองไป

การขับถ่ายของเสีย

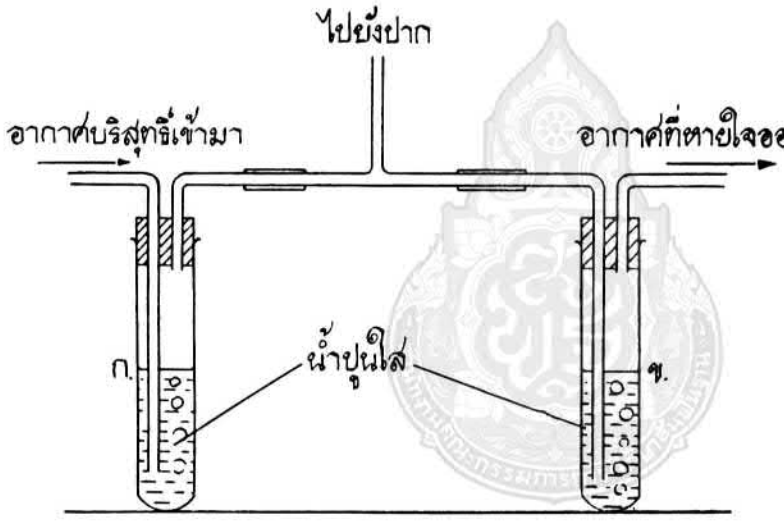
ตามความหมายอย่างกว้าง ๆ ของเสียหมายถึงสิ่งที่ไม่ต้องการทุกชนิดที่ร่างกายถ่ายทิ้งออกไป ในพืชสีเขียวของเสียประกอบด้วย (ก) คาร์บอนไดออกไซด์ ที่เกิดขึ้นระหว่างการหายใจ (ข) ออกซิเจน ที่เกิดขึ้นระหว่างการสังเคราะห์แสง ซึ่งจะถ่ายออกสู่อากาศที่มีอยู่โดยรอบ ส่วนต่าง ๆ ของพืชที่ยังมีชีวิตอยู่มักอยู่ใกล้ ๆ กับผิวหรือใกล้กับช่องว่างที่อากาศซึมเข้าถึง พืชยังคายน้ำออกอีกเป็นจำนวนมาก แต่เราไม่คิดว่าน้ำที่คายออกเป็นของเสีย นอกจากนี้น้ำมิใช่ว่าจะถูกขับออกจากจากพืชเฉย ๆ แต่มันระเหยจากผิวที่ชุ่มชื้นภายในใบไม้

ร่างกายของสัตว์มีที่รวมกันอยู่กระชับแน่นกว่าพืช จึงไม่สามารถกำจัดคาร์บอนไดออกไซด์ออกได้ง่าย ๆ อย่างพืช ยิ่งกว่านั้นสัตว์มักสร้างของเสียที่มีไนโตรเจนผสมอยู่มาก ในสัตว์ชั้นสูงทั่ว ๆ ไปมักมีอวัยวะสำหรับขับถ่ายของเสียเหล่านี้

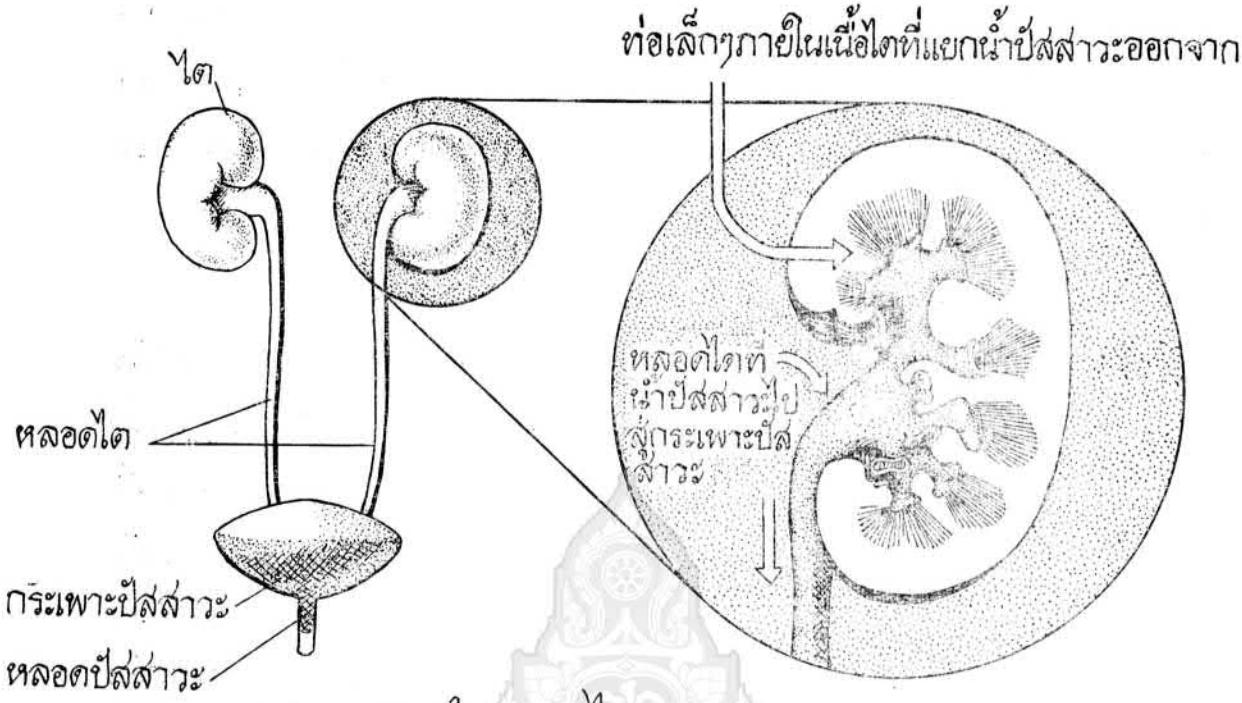
อาหารที่สัตว์กินเข้าไปมีบางส่วนที่ไม่ถูกย่อยและร่างกายไม่ดูดไว้ อาหารเหล่านี้มีลักษณะค่อนข้างแข็งจะผ่านออกทางทวารหนักเป็นอุจจาระ ว่าที่จริงแล้วกล่าวได้ว่า อาหารที่ไม่ย่อยเหล่านี้ไม่เคยผ่านเข้าไปในเซลของร่างกายเลย ระบบย่อยอาหารจะเปิดออกสู่โลกภายนอกทั้งสองทาง คือ ทางปากและทางทวารหนัก อาหารที่ย่อยและซึมผ่านผนังลำไส้ไปเท่านั้นถือว่าผ่านเข้าสู่ภายในของร่างกาย

อาหารที่ย่อยแล้วจึงซึมเข้าสู่โลหิตแล้วผ่านไปยังเซลต่าง ๆ ของร่างกาย และเนื่องจากปฏิกริยาเคมีที่เกิดขึ้นอย่างซับซ้อน เซลเหล่านี้จะสร้างของเสียขึ้น ของเสียที่สำคัญคือ (๑) คาร์บอนไดออกไซด์ (เกิดขึ้นเมื่ออาหารถูกออกซิไดส์) (๒) สารประกอบที่มีไนโทรเจน เช่น ยูเรีย (เกิดขึ้นเมื่อโปรตีนแยกสลาย) และ (๓) น้ำ

คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำ ส่วนมากจะถูกขับออกจากโลหิตทางปอดแล้วออกสู่อากาศอีกทีหนึ่งเมื่อสัตว์หายใจออก การทดลองดังแสดงในรูปที่ ๑๔ แสดงให้เห็นว่าอากาศที่เราหายใจออกมีคาร์บอนไดออกไซด์ มากกว่าอากาศที่หายใจเข้า (มากกว่ากันประมาณ๑๐๐เท่า) ไอน้ำที่ออกมาขณะหายใจออกนั้นมีเป็นจำนวนมาก อาจแสดงให้เห็นได้ โดยหายใจรดแผ่นแก้วที่ขัดเป็นมัน จะมีหยดน้ำเล็ก ๆ ไปจับเห็นเป็นฝ้า ร่างกายของสัตว์มีโปรตีนมากกว่าพืช จึงมีของเสียที่มีไนโทรเจนมาก ซึ่งจะถูกขับถ่ายออกโดยอวัยวะพิเศษในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะมีไตซึ่งมีหน้าที่ขับยูเรียออกจากโลหิต ไตประกอบด้วยท่อเล็ก ๆ ขดไปมาเป็นจำนวนมาก ท่อนี้สัมผัสอยู่กับเส้นโลหิตฝอย น้ำ ยูเรียและเกลือบางชนิดจะผ่านออกจากโลหิตเข้าสู่ท่อเหล่านี้ซึ่งในที่สุดก็ต่อกันเป็นท่อใหญ่เรียกว่าท่อไต นำไปสู่กระเพาะปัสสาวะ ของเสียที่ไหลเข้าสู่กระเพาะปัสสาวะนี้เรียกว่าปัสสาวะ มันจะถูกถ่ายออกจากร่างกายเป็นคราว ๆ (ดูรูปที่๑๕)



รูปที่ 14 ความเปลี่ยนแปลงในอากาศโดยการหายใจ



การทำงานของไต

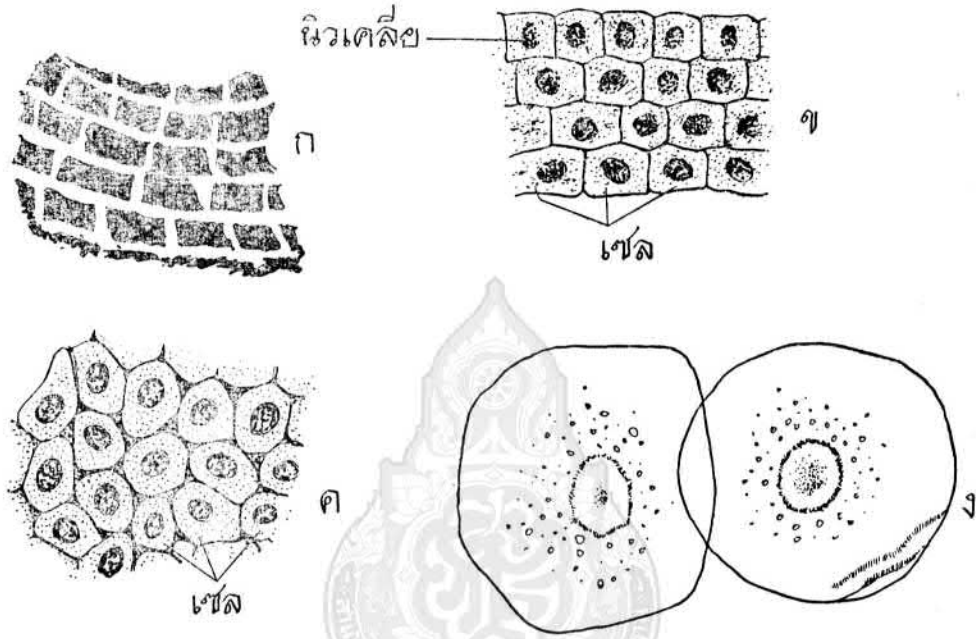
รูปที่ 15 โครงสร้างของไต

ของเสียส่วนมากจะถูกขับถ่ายออกทางปอดและทางไต ในสัตว์เลี้ยงถูกด้วยนมบางชนิดน้ำและเกลือเป็นจำนวนมากจะถูกขับออกทางผิวหนังเป็นเหงื่อไป มักจะเกิดขึ้นเมื่ออุณหภูมิภายนอกสูง แต่การกำจัดเกลือและน้ำโดยกลายเป็นเหงื่อนี้ไม่ถือเป็นการขับถ่ายของเสีย คล้ายกับการคายน้ำของพืชซึ่งบางทีอาจเกิดอันตรายได้ อย่างไรก็ดีถ้าไม่ถือว่าเป็นการขับถ่ายของเสีย การระเหยของเหงื่อจากผิวหนังก็เป็นประโยชน์ช่วยให้ร่างกายเย็นลงด้วย การที่เหงื่อออกจึงเป็นเรื่องสำคัญเกี่ยวกับการรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่มากกว่าจะถือว่าเป็นของเสีย

เซลและเนื้อเยื่อ

สิ่งที่มีชีวิตทั้งหลายย่อมประกอบด้วยหน่วยเล็ก ๆ เป็นจำนวนมาก หน่วยเล็ก ๆ เหล่านี้เรียกว่าเซล โรเบิตฮุคเป็นคนแรกที่อธิบายเรื่องเซลเมื่อราวศตวรรษที่ ๑๗ เขาสังเกตเห็นห้องเล็กๆ

คล้ายรังผึ้งบนไม้คอร์กที่เฉือนเป็นชิ้นบาง ๆ และมองดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ เขาให้ชื่อห้องเล็ก ๆ คล้ายรังผึ้งที่เขามองเห็นนั้นว่าเซล (ดูรูปที่ ๑๖) คำว่าเซลนี้มีความหมายถึงหีบที่กลวงและว่างเปล่า แต่ความจริงเซลของสิ่งที่มีชีวิตไม่กลวงและว่างเปล่า ไม้คอร์กที่ฮุคมองเห็นนั้นเป็นเซลที่ตายแล้ว



รูปที่ 16 (ขยายใหญ่มาก)

ก. เซลไม้ก๊อกที่ฮูกเขียน ง. เซลของพืชจากรากอ่อน
ข. เซลของผิวหนังกบ ค. เซลในกระพุ้งแก้ม

สารประกอบที่มีชีวิตที่บรรจุอยู่ภายในเซลได้หายไปหมดแล้ว ที่ฮุคมองเห็นจึงเป็นผนังของเซลที่ตายแล้วเท่านั้นเอง ต่อมาอีกประมาณ ๒๐๐ ปีจึงพบว่าส่วนต่าง ๆ ของสิ่งที่มีชีวิตย่อมประกอบด้วยเซลและภายในเซลมีของเหลวค่อนข้างเหนียวคล้ายวุ้นเรียกว่าโปรโตพลาสม protoplasm และทุกวันนี้คำว่าเซลหมายถึงสิ่งที่มีชีวิต (โปรโตพลาสม) มากกว่าที่จะหมายถึงห้องว่างที่ตายแล้ว (ผนังเซล)

เซลของพืช (รูปที่ ๑๖) มักล้อมรอบด้วยผนังเซลที่ตายแล้ว เป็นสารประกอบที่เรียกว่าเซลลูโลส (เป็นคาร์โบไฮเดรตชนิดหนึ่ง) ผนังเซลของสัตว์ไม่เป็นเช่นนี้ และการตรวจดูเซลของสัตว์ใต้กล้องจุลทรรศน์ก็ยากกว่าเซลของพืช วิธีตรวจดูเซลของสัตว์อย่างง่าย ๆ ก็คือใช้เล็บที่สะอาดของท่านขูดเยื่อบุแก้มด้านในเบา ๆ แล้วเกลี่ยลงบนสไลด์ใส่น้ำสักหนึ่งหยดแล้วเอาไปส่อง

ด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะเห็นเป็นเซลแบน ๆ ผนังเซลเหลื่อมกันบ้าง เป็นเซลที่บุข้างแก้มภายในปาก ส่วนมากของโปรโตพลาสมที่บรรจุภายในเซลเป็นของเหลวเหนียว ๆ และไม่มีสี ตอนนอกแข็งกว่าตอนในจึงทำให้ผนังนี้ยืดหยุ่น ตอนกลางของเซลมีนิวเคลียสเม็ดกลม ๆ มีหน้าที่ควบคุมความเป็นไปของเซล เซลเหล่านี้เป็นตัวอย่างของเซลซึ่งมีลักษณะรูปร่างและขนาดต่าง ๆ กัน และประกอบกันขึ้นเป็นร่างกายของสัตว์

เซลแต่ละเซลเป็นสิ่งที่มีชีวิตในตัวมัน และถ้าสถานะเหมาะสม มันอาจแยกออกจากเซลเดิม และยังคงมีชีวิตอยู่ได้ (เช่นในการเพาะเนื้อเยื่อ) เซลแต่ละเซลมีกระบวนการของชีวิตครบถ้วน เช่น กินอาหาร หายใจ และเติบโตเป็นต้น นอกจากนี้เมื่อเซลเติบโตถึงขนาดหนึ่งแล้ว มันอาจแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนหนึ่ง ๆ มีนิวเคลียสเดิมติดไปครึ่งหนึ่ง นั่นคือ เซลหนึ่ง ๆ สามารถแบ่งตัวเองได้ จึงเห็นได้ว่าเซลหนึ่ง ๆ ซึ่งมีนิวเคลียสเป็นโปรโตพลาสมควบคุมเป็นหน่วยหนึ่งของชีวิตอย่างง่าย ๆ ภายในเซลมีของเล็ก ๆ ที่จำเป็นสำหรับชีวิต พืชและสัตว์อย่างง่ายจึงเล็กมากต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์และมีเซลเพียงเซลเดียวเท่านั้น ชีวิตทั้งมวลย่อมเกิดจากเซลแต่ละเซล

เนื้อเยื่อ

ร่างกายของสัตว์ชั้นสูงและพืชประกอบด้วยเซลชนิดต่าง ๆ เซลหนึ่ง ๆ ก็มักมีหน้าที่อย่างหนึ่ง หรือจะพูดว่าสัตว์ชั้นสูงมีการแบ่งแยกหน้าที่การงานกัน เช่น เซลบางชนิดเป็นเซลประสาท บางชนิดเป็นเซลกล้ามเนื้อ บางชนิดเป็นเซลลิบพันธุ์ เป็นต้น

เซลกลุ่มหนึ่ง ๆ ซึ่งมีหน้าที่อย่างหนึ่ง ๆ นี้เรียกว่า **เนื้อเยื่อ** (tissues) เช่นกลุ่มของเซลประสาทเรียกว่าเนื้อเยื่อประสาท กลุ่มเซลกล้ามเนื้อเรียกว่า เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อชนิดอื่น ๆ เช่นเนื้อเยื่อบุผิว เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เนื้อเยื่อเสริมความแข็งแรง เป็นต้น

อวัยวะ หัวใจ กระเพาะ ตับ นัยน์ตา สมอง และหู เหล่านี้เป็นอวัยวะ อวัยวะอย่างหนึ่ง ๆ มักเกิดจากเนื้อเยื่อหลาย ๆ ชนิดรวมกัน เช่นนัยน์ตาประกอบด้วยเนื้อเยื่อบุผิว เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อประสาท และโลหิต เนื้อเยื่ออย่างหนึ่ง ๆ ก็ทำหน้าที่อย่างหนึ่งที่มันจะต้องทำ ทั้งหมดทำงานร่วมกันเป็นอวัยวะส่วนหนึ่งของร่างกาย

ระบบของอวัยวะ

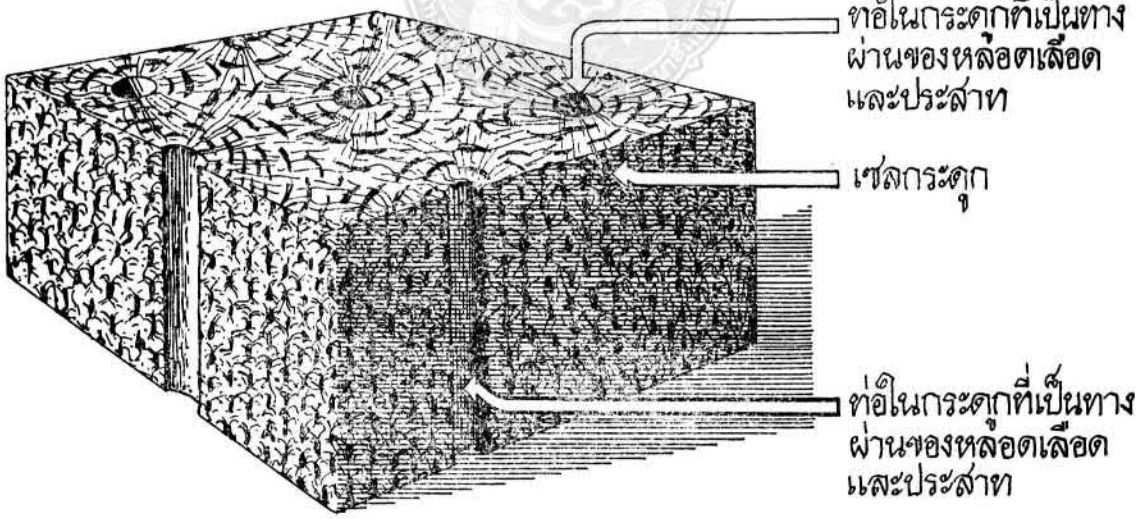
ในร่างกายของสัตว์ชั้นสูง อวัยวะต่าง ๆ จะรวมกันเป็นระบบต่าง ๆ ระบบหนึ่ง ๆ ก็ทำหน้าที่ร่วมกันระหว่างอวัยวะเหล่านั้น เช่น ระบบย่อยอาหาร ประกอบด้วย ปาก ลิ้น คอ หลอด

อาหาร กระเพาะ ลำไส้ ต่อมน้ำดาย ตับ ถุงน้ำดี และตับอ่อน ในการเรียนเรื่องสัตว์ชั้นสูงเราจะกล่าวถึงระบบโครงกระดูก ระบบกล้ามเนื้อ ระบบการหายใจ ระบบการย่อยอาหาร ระบบโลหิต ระบบการถ่ายของเสีย ระบบประสาท และระบบสืบพันธุ์ ฉะนั้นร่างกายของสัตว์จึงประกอบด้วยระบบต่าง ๆ ระบบเหล่านี้ประกอบด้วยอวัยวะต่าง ๆ อวัยวะประกอบด้วยเนื้อเยื่อต่าง ๆ กัน เนื้อเยื่อประกอบด้วยเซลเหมือน ๆ กัน เซลเป็นหน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งที่มีชีวิต

โครงกระดูก

สัตว์ที่สูงถูกด้วยนมมีโครงสร้างที่เป็นกระดูก รวมทั้งหมดเรียกว่าโครงกระดูก กระดูกนี้มิใช่แต่ทำให้ร่างกายคงรูปอยู่ได้เท่านั้น แต่ช่วยให้สัตว์มีรูปร่างคงที่แน่นอน กระดูกยังช่วยในการเคลื่อนไหวอีกด้วย เพราะกล้ามเนื้อส่วนมากจะยึดกับกระดูก โครงกระดูกบางส่วนเช่น กะโหลกศีรษะและกระดูกสันหลังยังช่วยป้องกันสมองและไขสันหลังอันละเอียดอ่อนไว้ภายในด้วย

กระดูกของสิ่งที่มีชีวิตเป็นสิ่งที่มีชีวิตด้วย เพราะมีเส้นโลหิตและประสาทมาเลี้ยง (ดูรูปที่ ๑๗) และเติบโตได้เช่นเดียวกับอวัยวะที่อ่อนนิ่มอื่น ๆ ในสัตว์ที่ยังอ่อนอยู่กระดูกจะอ่อนและ



กระดูกชิ้นหนึ่ง (ขยายใหญ่มาก)

รูปที่ 17 โครงสร้างของกระดูก

ยืดหยุ่น เมื่อแก่เข้าจะแข็งและเปราะ เมื่อกระดูกหักออกจากกันมันอาจงอกมาต่อกันดังเดิมได้ คือมีกระดูกเกิดขึ้นใหม่ตรงรอยที่หัก

กระดูกมีสารประกอบของคัลเซียมและฟอสฟอรัสมาก แต่กระดูกเป็นส่งมีชีวิตและกระดูกยังมีอินทรียสารประกอบอยู่ ถ้าเอากระดูกมาเผาให้ร้อนจัดอินทรียสารจะไหม้ไฟไปเหลือไว้แต่อินทรียสารที่แข็ง ถ้าเอากระดูกไปผสมกับกรดเกลืออย่างเจือจาง อินทรียสาร (คัลเซียมคาร์บอเนต และคัลเซียม ฟอสเฟต) จะละลายเหลือทิ้งไว้แต่อินทรียสารที่อ่อนนิ่ม อินทรียสารที่มีอยู่ทำให้กระดูกรวมกันเป็นเนื้อแข็ง กระดูกใหญ่ ๆ โดยมากกลวงจึงมีความแข็งแรงสม่ำเสมอแต่มีน้ำหนักน้อย

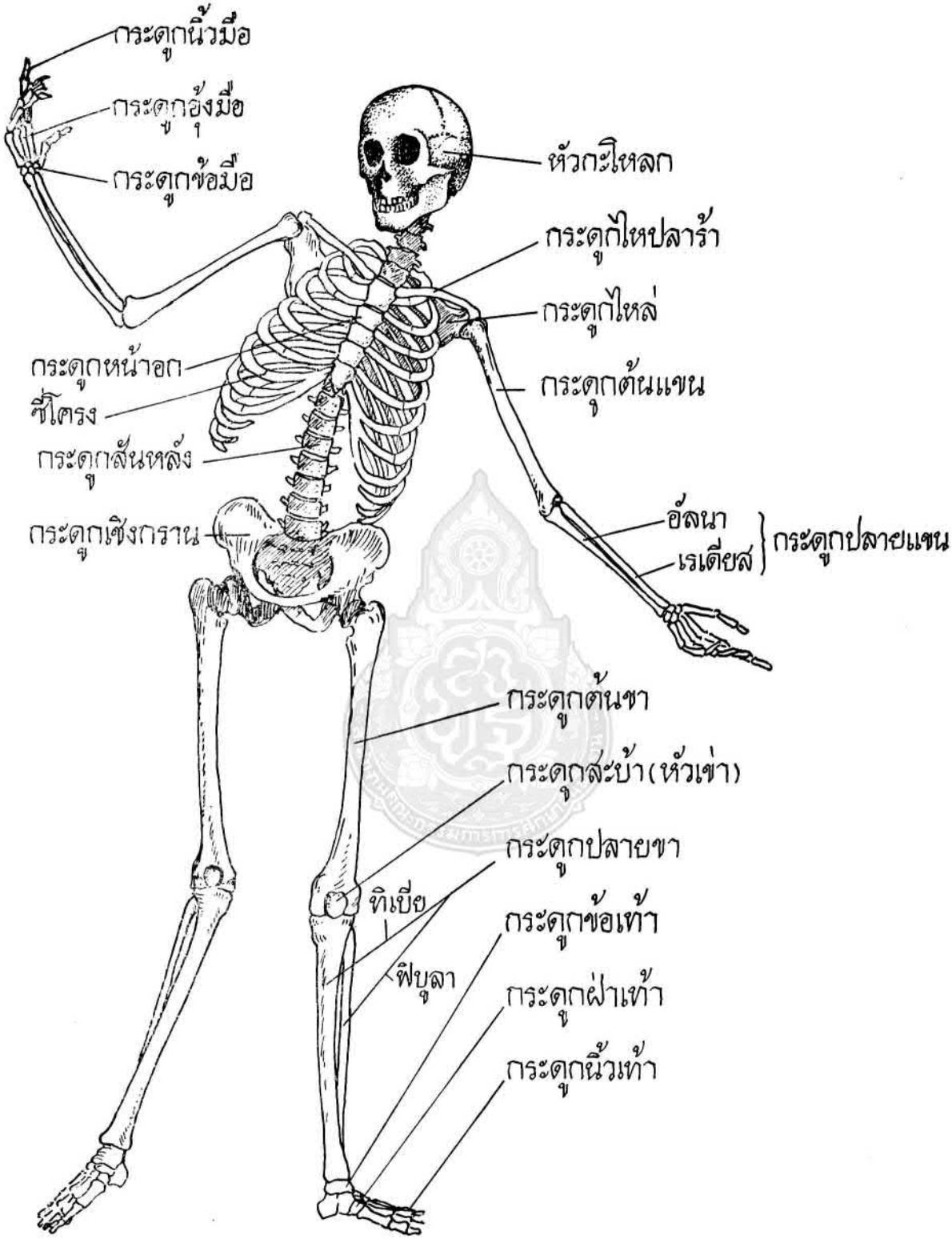
สัตว์ที่มีกระดูกสันหลังโดยมากมักมีโครงกระดูกเป็นแบบเดียวกัน เช่น ปลา กบ นก และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม คือประกอบด้วยแกนกลาง (กะโหลกศีรษะ กระดูกสันหลัง กระดูกซี่โครง และกระดูกอก) และมีแขนขาสองคู่ คือ (มือและเท้า หรือเท้าหน้าและเท้าหลัง หรือครีบหรือปีก) (ดูรูปที่ ๑๘) โครงกระดูกภายในนี้ไม่สามารถป้องกันอวัยวะภายในได้ทั้งหมด ผิดกับโครงแข็งภายนอกของตัวแมลงซึ่งคลุมอวัยวะภายในของมันไว้หมด แต่ในเวลาเดียวกันก็ไม่เป็นอุปสรรคในการที่มันจะเติบโต และร่างกายของมันยังเคลื่อนไหวได้คล่องแคล่วอีกด้วย

กะโหลกศีรษะ

ประกอบด้วยกระดูกแบน ๆ หลายชิ้นต่อกัน (ดูรูปที่ ๑๘) มีหน้าที่ป้องกันสมองอันละเอียดอ่อนไว้ภายใน และป้องกันอวัยวะรับความรู้สึก เช่น ตา หู และจมูก ฯ ล ฯ มีขากรรไกรติดอยู่ด้วย ขากรรไกรบนติดแน่นกับกะโหลกศีรษะ แต่ขากรรไกรล่างมีเอ็นและกล้ามเนื้อโยงติดต่อกันมีบานพับทำให้ขยับขึ้นลงได้ ขากรรไกรล่างนี้ยังขยับไปข้าง ๆ ได้อีกเล็กน้อย และในสัตว์แทะยังเคลื่อนไปข้างหน้าและข้างหลังได้อีกด้วย

กระดูกสันหลัง

กะโหลกศีรษะมีบานพับติดต่อกับกระดูกสันหลัง ซึ่งประกอบด้วยกระดูกหลายชิ้นต่อกันเป็นแถวยาว มีเอ็นยึดเหนี่ยวไว้ทำให้เป็นท่อนยาว มีความแข็งแรงมาก สามารถบิดหรือโค้งได้เล็กน้อย (ดูรูปที่ ๑๘) กระดูกแต่ละชิ้นมีเครื่องป้องกันมิให้ถูและกระทบกันโดยมีกระดูกอ่อนขั้นไว้ กระดูกอ่อนนี้ค่อนข้างแข็งและยืดหยุ่นได้ กระดูกอ่อนกันกระทบนยังทำหน้าที่เป็นเครื่องกันกระเทือนอีกด้วย เพื่อป้องกันมิให้ไขสันหลังได้รับความกระทบกระเทือนจากการเดิน



รูปที่ 18 โครงกระดูกมนุษย์

กระดูกสันหลังนี้เป็นแกนกลางที่สำคัญของโครงกระดูก แต่ละชิ้นมีรูกลางตรงกลาง เมื่อหลายอันมาต่อกันเป็นท่อนยาว รูตรงกลางก็ต่อกันเป็นรูยาวตั้งแต่ศีรษะลงไปตลอดหลัง ไขสันหลังซึ่งเกิดจากสมองตอนล่างจะเดินตลอดรูกลางของกระดูกสันหลังนี้ ดังนั้นกระดูกสันหลังจึงป้องกันไขสันหลังไว้เป็นอย่างดี (ดูรูปที่ ๒๓)

กระดูกซี่โครง

ในสัตว์ที่มีเยื่อหุ้มด้วยนม กระดูกซี่โครงทำหน้าที่คล้ายกรงโอบอุ้มทรวงอกไว้ ในคนมีกระดูกซี่โครง ๑๒ คู่ ทุก ๆ ซี่มีปลายข้างหนึ่งติดกับกระดูกสันหลังโดยเอ็นที่เหนียวและแข็งแรงยึดเหนี่ยวไว้ (ดูรูปที่ ๑๘) เจ็ดคู่แรก (นับจากตอนบนลงมา) มีปลายอีกข้างหนึ่งติดกับกระดูกอก อีก ๓ คู่ถัดไป ไม่ได้ติดต่อกับกระดูกอกโดยตรง แต่ติดต่อกับกระดูกอ่อนซึ่งโยงไปยังกระดูกอกอีกที่หนึ่ง สองคู่หลังติดกับกระดูกสันหลังอย่างเดียว

แขนขา

ขาหน้าของสัตว์หรือแขนของคน ติดต่อกับลำตัวโดยกระดูกหัวไหล่ ซึ่งประกอบด้วยกระดูกสะบักและกระดูกไหปลาร้า กระดูกสะบักเป็นแผ่นแบนใหญ่ เป็นรูปสามเหลี่ยมติดกับกระดูกสันหลังและกระดูกซี่โครงโดยกล้ามเนื้อและเอ็นที่แข็งแรง (ไม่มีส่วนของกระดูกใด ๆ ที่ติดต่อกัน) กระดูกไหปลาร้าเป็นท่อนเล็ก ๆ โค้งเล็กน้อย โยงปลายนอกของกระดูกสะบักกับกระดูกอก เป็นการช่วยพยุงขาหน้า

ส่วนบนของขาหน้า (ของสัตว์) หรือแขน (ของคน) ประกอบด้วยกระดูกท่อนยาว (เรียกว่าฮิวเมอรัส หรือ กระดูกต้นแขน) ติดต่อกับกระดูกสะบักโดยบอลและซ็อกเก็ตจอยต์ (คือปลายกระดูกต้นแขนเป็นรูปกลมส่วมอยู่ในปลายของกระดูกสะบักที่เป็นโพรงรับกระดูกรูปกลมพอดี) ส่วนล่าง (คือกระดูกปลายแขนในคน) ของขาหน้าประกอบด้วยกระดูกสองชิ้น (เรเดียสและอัลนา) ติดต่อกับกระดูกต้นแขนตรงข้อศอก ตรงข้อมือมีกระดูกหลายชิ้น และจากนั้นเป็นกระดูกฝ่ามือและนิ้ว

ขาหลังของสัตว์หรือขาของคน เป็นกระดูกติดต่อกับกระดูกตะโพก ส่วนกระดูกตะโพกนั้นติดต่อกับกระดูกสันหลังอย่างแข็งแรง กระดูกตะโพกจึงแข็งแรงกว่ากระดูกสะบักมาก เพราะกระดูกสะบักไม่ได้ติดต่อกับกระดูกสันหลังโดยตรง ด้วยเหตุนี้ขาหน้า(ของสัตว์)จึงเคลื่อนที่ได้คล่องแคล่ว

กว่าขาหลังมาก ในคนก็เช่นเดียวกันน้ำหนักของลำตัวทั้งหมดจะอยู่บนกระดูกตะโพกที่แข็งแรงมาก มีกล้ามเนื้อที่แข็งแรงหลายอันโยงออกจากกระดูกตะโพกนี้

ขาคู่หลังมีลักษณะคล้ายกับขาหน้า คือประกอบด้วยกระดูกต้นขา (femur) ใหญ่และแข็งแรง มีปลายข้างบนกลมส่วมอยู่ในโพรงของกระดูกตะโพก (ดูรูปที่ ๕๐) ส่วนล่างของกระดูกขาหลังหรือกระดูกแข้งประกอบด้วยกระดูกสองชิ้น (tibia & fibula) ติดต่อกับกระดูกต้นขาตรงหัวเข่า ถัดกระดูกแข้งลงไปเป็นกระดูกข้อเท้า คล้ายกับกระดูกข้อมือ ถัดจากนั้นเป็นกระดูกฝ่าเท้าและกระดูกนิ้วเท้า ในคนความโค้งของฝ่าเท้าทำหน้าที่เป็นสปริงให้แก่กระดูกสันหลังและช่วยป้องกันมิให้สมองได้รับความกระเทือน

กล้ามเนื้อชิ้นหนึ่ง ๆ จะต้องติดต่อกับกระดูกอย่างน้อยที่สุดสองชิ้น และกล้ามเนื้อเกือบทั้งหมดมักเป็นคู่ ๆ มัดหนึ่งสำหรับดึงกระดูกทั้งสองชิ้นเข้าหากันเมื่อหดตัว และอีกมัดหนึ่งดึงให้กระดูกทั้งสองชิ้นแยกออกจากกันและกลับไปอยู่ในสถานะเดิม ดองคลำเอ็นที่ยึดกล้ามเนื้อไปเชพส์ตรงร่องของข้อศอกดู และดองคลำเอ็นร้อยหวายที่โยงกล้ามเนื้อน่องไปยังกระดูกส้นด้วย (หมายเหตุ เอ็นหรือเทนดอน tendon โยงจากกระดูกไปยังกล้ามเนื้อ ลิกาเมนต์ ligament โยงจากกระดูกไปกระดูก)

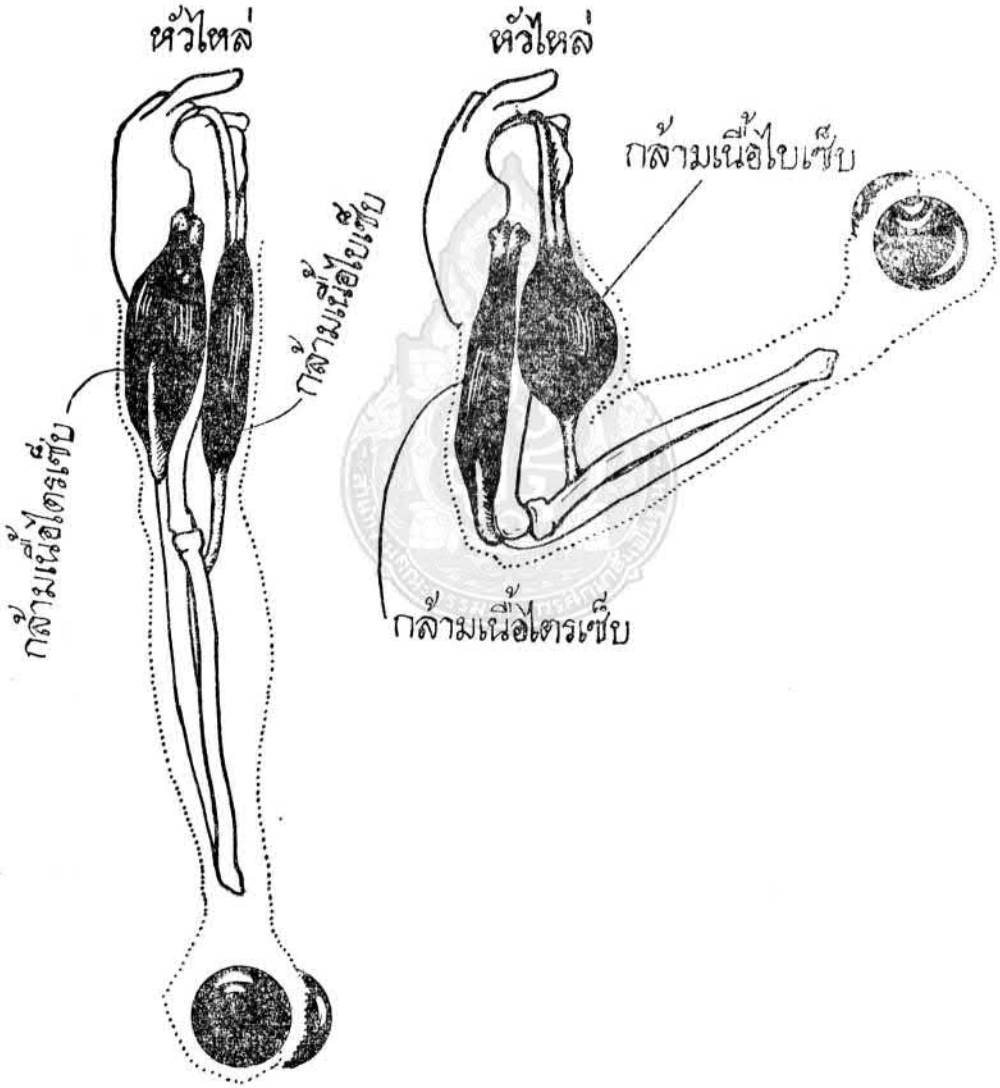
กล้ามเนื้อและการทำงานของกล้ามเนื้อ

กล้ามเนื้อเป็นอวัยวะที่สำคัญที่สุดของสัตว์ เพราะการเคลื่อนไหวของสัตว์ย่อมเกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อเป็นสิ่งที่มีชีวิตอย่างหนึ่งซึ่งสามารถหดตัวได้ มันอาจเปลี่ยนรูปได้ คือเมื่อหดตัวมันจะสั้นและหนาเข้า มันยืดได้และมีความยืดหยุ่นด้วย ในสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนม กล้ามเนื้อเป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ของร่างกาย เช่น ส่วนที่เป็นเนื้อของแขน ขา หลัง ตะโพกและลำตัวซึ่งเป็นกล้ามเนื้อทั้งนั้น ความจริงกล้ามเนื้อเป็นเนื้อเยื่อที่มากที่สุดในร่างกาย เนื้อแดงของสัตว์ชนิดต่าง ๆ คือกล้ามเนื้อนั่นเอง

เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวสั้นเข้าและหนาเข้า หมายความว่ามันทำงาน มันได้พลังงานนี้จากการหายใจ ซึ่งจะผ่านไปยังเซลของกล้ามเนื้อด้วย กล้ามเนื้อเหล่านี้ต้องการโลหิตมาเลี้ยงมากมาย นำอาหารและออกซิเจนมาให้และนำของเสียที่เกิดขึ้นจากการออกซิไดส์อาหารไป พลังงานบางส่วนที่เกิดจากการหายใจในกล้ามเนื้อได้ถูกนำออกใช้ ส่วนมากเปลี่ยนเป็นความร้อน ความจริง

การเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อทำให้เกิดความร้อนขึ้นเป็นจำนวนมาก และความร้อนนี้จะช่วยทำให้ร่างกายของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมอบอุ่นอยู่เสมอ

กล้ามเนื้อมีสองชนิด คือ กล้ามเนื้อที่อยู่ในอำนาจจิตใจ เป็นกล้ามเนื้อที่เคลื่อนที่ช้า ๆ และเป็นไปโดยรวดเร็วและอยู่ภายใต้ความควบคุมของจิตใจของสัตว์นั้น เป็นกล้ามเนื้อที่โยงไปยึดกับโครงกระดูกด้วยเอ็น กล้ามเนื้อชนิดนี้โดยมากมักมีเป็นคู่ ต่างก็ดึงไปในทิศที่ตรงข้าม (ถึงแม้จะไม่ใช่เวลาเดียวกัน) รูปที่ ๑๙ แสดงกล้ามเนื้อที่ยึดเหนี่ยวไปยังกระดูกของแขนและหัวไหล่ของ



รูปที่ 19 การเคลื่อนไหวแขน

มนุษย์ แขนทั้งสองข้างจึงเป็นอิสระจากการหดตัวของกล้ามเนื้อไบเซ็บ ซึ่งในขณะเดียวกันกล้ามเนื้อไตรเซ็บจะยืดตัว กล้ามเนื้อที่อยู่นอกอำนาจจิตใจมักเคลื่อนไหวช้า ๆ และเป็นไปโดยไม่รู้สึกตัว พวกนี้ได้แก่กล้ามเนื้อของลำไส้และกระเพาะอาหาร อวัยวะถ่ายของเสียและเส้นโลหิต

ความเป็นไปของกล้ามเนื้อทั้งสองชนิดอาจแสดงให้เห็นดังต่อไปนี้ กล้ามเนื้อที่อยู่ในอำนาจจิตใจจะดึงขากรรไกรให้ขยับขณะกินอาหาร เมื่อกลืนอาหาร อาหารลงไปแล้ว ก็เป็นหน้าที่ของกล้ามเนื้อที่อยู่นอกอำนาจจิตใจ ระหว่างที่อาหารอยู่ในปากเราอาจคายมันทิ้งเสียก็ได้ แต่เมื่ออาหารผ่านลำคอลงไปแล้วจะคายออกไม่ได้

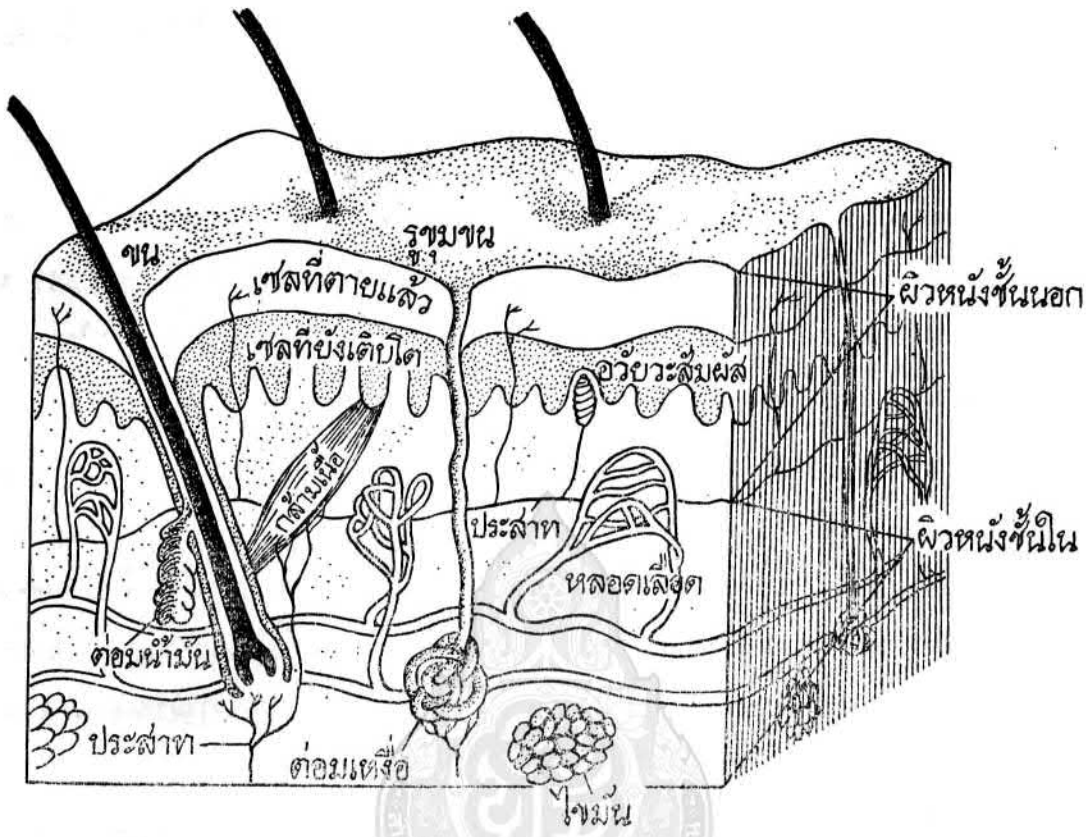
ผิวหนัง

ผิวหนังมีไขมันกรุอยู่ตอนล่างช่วยห่อหุ้มให้ร่างกายแยกออกจากการสัมผัสกับสิ่งแวดล้อมภายนอก ป้องกันความหนาว ร้อน อันตราย และโรคภัยจากบักเตรี คนที่อยู่ในเขตหนาวมักใช้เสื้อผ้าห่อหุ้มคลุมกายเพื่อช่วยผิวหนังให้อบอุ่น ผิวหนังยังช่วยในการรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่อีกด้วย

ผิวหนังชั้นนอกประกอบด้วยเซลล์ที่ตายแล้ว ซึ่งอาจหลุดออกจากร่างกายไปเรื่อย ๆ เมื่อเอามือถู บางส่วนของร่างกายที่ได้รับความดันและความเสียดทานเสมอ ๆ จะหนาและหยาบ เช่น ที่ฝ่าเท้าและฝ่ามือของคน ตามนิ้วต่าง ๆ ผิวหนังชั้นนอกที่เซลล์ตายแล้วนี้ไม่ใคร่มีเส้นโลหิตและประสาทมาเลี้ยง ฉะนั้นเมื่อผิวหนังชั้นนี้ฉีกขาดหรือถูกตัดจึงไม่ใคร่เจ็บและไม่ใคร่มีโลหิตออก เมื่อผิวหนังชั้นนี้หลุดไปแล้ว ก็จะเกิดใหม่จากเซลล์ชั้นล่างที่ยังมีชีวิตอยู่ (ดูรูปที่ ๒๐)

เส้นผมหรือขนเส้นหนึ่ง ๆ จะงอกออกจากร่องหรือบุผิวหนัง มีต่อมน้ำมันที่มีช่องเปิดใกล้กับรากของขน น้ำมันนี้ช่วยให้ขนไม่เปียกน้ำและทำให้ผิวหนังอ่อนนิ่ม การแปรงผมหรือขนจะช่วยให้น้ำมันฉาบบนเส้นผมได้โดยตลอด ตรงโคนรากผมนี้มีกล้ามเนื้อยึดเหนี่ยวไว้ เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวจะดึงให้ขนหรือเส้นผมตั้งขน

ผิวหนังที่อยู่ลึกลงไป (dermis) มีต่อมเหงื่ออันหนึ่ง ๆ ประกอบด้วยท่อขดไปงอมาเป็นปมเล็ก ๆ ปลายอีกข้างหนึ่งเปิดออกนอกผิวหนังเป็นรูเหงื่อ รูเหงื่อนี้ได้มีอยู่ตามผิวหนังอย่างสม่ำเสมอ เช่นที่ฝ่ามือมีประมาณ ๓,๐๐๐ รูต่อหนึ่งตารางนิ้ว แต่ที่หลังมีประมาณ ๕๐๐ รูต่อ



รูปที่ 20 โครงสร้างของผิวหนัง (แผนผัง)
(ผิวหนังชั้นหนึ่ง ขยายใหญ่มาก)

หนึ่งตารางนิ้ว รอบ ๆ ต่อมเหงื่อมีเส้นโลหิตฝอยมาเลี้ยงเป็นจำนวนมาก มันสามารถดูดน้ำที่มีเกลือแกงและยูเรียละลายอยู่ได้บ้าง การระเหยของเหงื่อที่ผิวหนังทำให้อุณหภูมิของร่างกายคงที่ ใต้ผิวหนังที่ลึกลงไปมีเส้นโลหิตฝอยมาก การเปลี่ยนขนาดของเส้นโลหิตฝอยก็เป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยในการรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่

อวัยวะรับความรู้สึกจากการสัมผัส อบอุ่น หนาว และเจ็บ จะอยู่ใต้ผิวหนังชั้นนอกลงไปเพียงเล็กน้อยเท่านั้น อวัยวะรับความรู้สึกเหล่านี้เป็นปลายของประสาทซึ่งนำความรู้สึกไปยังระบบประสาทส่วนกลาง คือสมองและไขสันหลัง

ผิวหนังชั้นล่างสุดประกอบด้วยไขมัน ซึ่งเป็นฉนวนความร้อนที่เลว เป็นเครื่องป้องกันการเสียความร้อนของร่างกาย ชั้นของไขมันนี้จำเป็นมากสำหรับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมที่อาศัยอยู่ในน้ำ

เช่น ปลาวาฬซึ่งมีอุณหภูมิของร่างกายเท่า ๆ กับของคนจะมีชั้นของไขมันใต้ผิวหนังหนามาก สำหรับป้องกันมิให้ความร้อนจากร่างกายเสียไปในน้ำที่หนาวเย็น

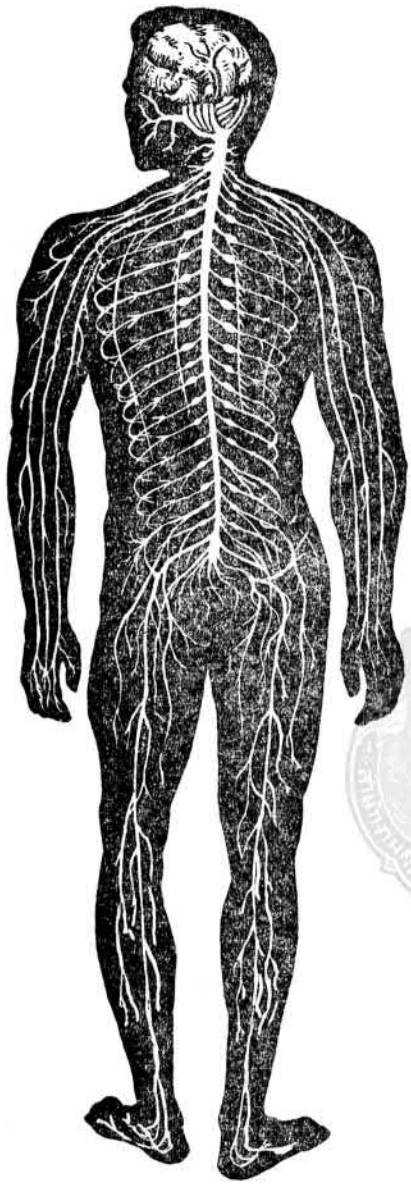
ระบบประสาท

ความแตกต่างอันสำคัญระหว่างสิ่งที่มีชีวิตกับสิ่งที่ไม่มีชีวิตก็คือ สิ่งที่มีชีวิตมีความรู้สึกไวต่อสิ่งแวดล้อม สัตว์ต่าง ๆ มีความรู้สึกต่อสิ่งเร้าภายนอกไวกว่าพืช ความรู้สึกเหล่านี้เกิดจากระบบประสาท

สัตว์ที่เรียงถูกด้วยนมเคลื่อนไหวด้วยกล้ามเนื้อที่ยึดเหนี่ยวโครงกระดูกไว้ กล้ามเนื้อเหล่านี้มีมากและสลับซับซ้อน เช่น ในร่างกายของเรา ขณะที่เดินก้าวขาซ้ายและขาขวาอย่างละครั้ง ภายในเวลาราวครึ่งวินาทีต้องใช้กล้ามเนื้อถึง ๓๐๐ มัด สัตว์ชั้นสูงที่มีกล้ามเนื้อหลายร้อยมัดสำหรับเคลื่อนไหวไปในทิศทางต่าง ๆ นั้น จะต้องมีสิ่งควบคุมให้มันดำเนินไปให้ถูกทาง การควบคุมนี้เป็นงานของระบบประสาท ซึ่งประกอบด้วยเส้นประสาท ไขสันหลังและสมอง (ดูรูปที่ ๒๑) สมองและไขสันหลังรวมกันเรียกว่าระบบประสาทส่วนกลาง งานของเส้นประสาทก็คือนำความรู้สึกจากอวัยวะรับความรู้สึกส่งไปยังระบบประสาทส่วนกลาง และจากระบบประสาทส่วนกลางนี้จะส่งคำสั่งต่อไปยังกล้ามเนื้อและต่อมต่าง ๆ

เส้นประสาท

เส้นประสาทมีหน้าที่นำความรู้สึก เป็นหน้าที่อย่างเดียวของมัน เส้นประสาทในร่างกายของสัตว์เปรียบเหมือนสายโทรศัพท์ที่โยงจากบ้านหนึ่งไปยังบ้านหนึ่ง เส้นประสาทจะนำความรู้สึกจากอวัยวะรับความรู้สึก แล้วส่งไปยังสมองและไขสันหลัง สมองและไขสันหลังก็จะส่งต่อไปยังกล้ามเนื้อ เส้นประสาทที่นำความรู้สึกจากอวัยวะรับความรู้สึกไปยังสมองหรือไขสันหลังซึ่งอยู่ภายใน เรียกว่าเซนซอรีเนิฟไฟเบอร์ (sensory nerve-fibres) ใยประสาทผัสสะ (หรือเซนซอรีเนิฟไฟเบอร์) เหล่านี้ทำให้เกิดความรู้สึกมองเห็น ได้ยินเสียง รู้รสกลิ่น กายสัมผัส ความร้อนหนาว ความเจ็บปวด การเคลื่อนไหวและความทรงตัว ส่วนใยประสาทที่นำความรู้สึกส่งออกมาภายนอก ไปยังกล้ามเนื้อและทำให้กล้ามเนื้อเคลื่อนไหว เรียกว่าใยประสาทยนต์ (motor



รูปที่ 21 แผนผังแสดงภาพของสมอง ไขสันหลังและประสาทในคน)

nerve-fibres) เส้นประสาทที่เราเห็นเป็นเส้นขาวๆ เมื่อทำการผ่าตัดสัตว์นั้น แท้จริงประกอบด้วยใยประสาทเล็กๆ รวมกันเป็นมัด มีทั้ง **ใยประสาทผัสสะ** และ **ใยประสาทยนต์** เรียงอยู่ใกล้ๆกัน ในกรณีเช่นนี้เราจึงเรียกว่า ใยประสาทผสม เพราะมีทั้งใยประสาทที่ทำให้เกิดความรู้สึกและใยประสาทที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อ

เส้นประสาทเปรียบเหมือนสายโทรศัพท์ตามถนน ระบบประสาทส่วนกลาง (สมองและไขสันหลัง) เปรียบเหมือนสถานีโทรศัพท์กลาง ระบบประสาทส่วนกลางจะคอยแยกความรู้สึกที่ส่งมาจากประสาทสัมผัสแล้วส่งความรู้สึกตอบสนองที่เหมาะไปตามใยประสาทยนต์ เพื่อส่งต่อไปยังกล้ามเนื้ออีกทีหนึ่ง ความรู้สึกตอบสนองเหล่านี้ (ซึ่งเกิดขึ้นโดยผ่านประสาทส่วนกลางนั้น) มี ๒ ประสาท (ก) การกระทำที่อยู่ในอำนาจจิตใจ (voluntary action) และ (ข) กริยาสะท้อน (reflex action)

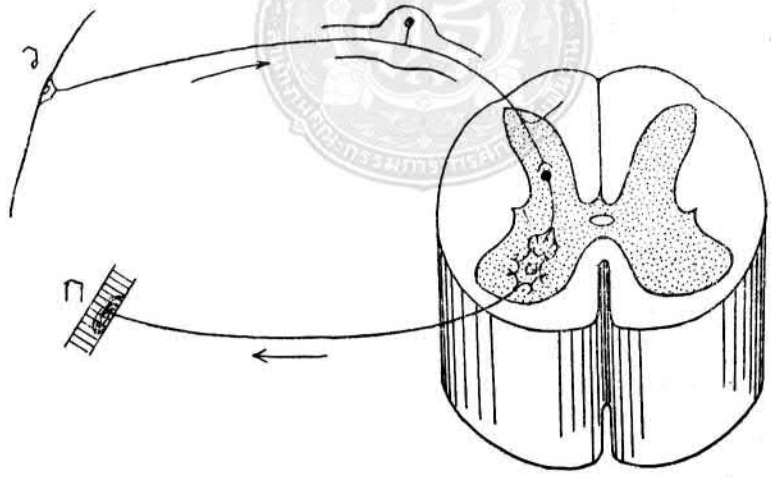
Voluntary Action อยู่ในความควบคุมของจิตใจ กริยาสะท้อน (Reflex action) เป็นกริยาที่ตอบรับต่อสิ่งเร้าโดยไม่รู้สึกตัว

กริยาสะท้อน (Reflex action)

ถ้าอาศัยการฝึกฝนปฏิบัติบ่อย ๆ ความรู้สึกที่อยู่ในอำนาจจิตใจ อาจเปลี่ยนเป็นกริยาสะท้อนได้ หรืออีกนัยหนึ่งเรียกว่าการสร้างนิสัย (habit) เช่น ในการหัดยิงปืน ครั้งแรกต้องหัดหลับตาซ้ายขณะเล็งปืนด้วยตาขวา เมื่อคุ้นเข้า ๆ ขณะที่ยกปืนขึ้นเล็ง ตาซ้ายก็จะหลับไปเองโดยอัตโน-

มัติและไม่ตั้งใจ ในท่านองเดียวกัน ในการหัดว่ายน้ำจะต้องใช้ความพยายามที่จะยกมือขึ้นวาดไปในน้ำ ต่อเมื่อเป็นแล้วก็จะทำไปเองโดยไม่รู้ตัว การหัดขี่จักรยานก็เช่นเดียวกัน ต้องคอยระวังเวลาถีบบันไดรถเพื่อพยุงตัวมิให้ล้ม เมื่อขี่เป็นแล้วก็ไม่ต้องระวังอีก

ส่วนความรู้สึกตอบรับอย่างง่ายที่สุดที่สัตว์แสดงออกไป เมื่อมีอะไรมากระตุ้นนั้นเรียกว่า กริยาสะท้อน (รีเฟลกซ์) ยกตัวอย่างเช่นเมื่อท่านนั่งทับลงบนขอแข็งที่แหลมคม ท่านจะกระโดดขึ้นอย่างรวดเร็วโดยไม่ต้องนึกหรือคิดอะไรทั้งสิ้น อย่างนี้เป็นกริยาสะท้อน และเป็นกริยาที่เกิดขึ้นเองเพื่อป้องกันตัว เพราะถ้านั่งอยู่บนวัตถุแหลมนั้นต่อไป ก็จะเจ็บตัว ดังนี้เรียกว่า protective response และกริยาสะท้อนส่วนมากก็มักเป็นพวก protective response นี้แทบทั้งสิ้น ถึงแม้ความเป็นไปของกริยาสะท้อนจะกินเวลาเพียงพริบตาเดียวก็ต้องอาศัยระบบประสาทถึง ๓ ส่วน คือ (ก) ใยประสาทผัสสะ (ข) ไขสันหลัง และ (ค) ใยประสาทยนต์ เริ่มต้นด้วยปลายประสาทสัมผัสของผิวหนังได้รับการกระตุ้นว่าเจ็บ



รูปที่ 22 ภาพตัดผ่านไขสันหลังตามขวางแสดงเนื้อประสาทสีเทา (เซลประสาท) และเนื้อสีขาว (เส้นประสาท) และทางเดินของประสาทที่ทำงานโดยความเคยชิน
ว. เส้นประสาทไวสิ้นสุดในผิวหนัง ก. กล้ามเนื้อที่ปลายประสาทด้านนอก.

กริยาที่อยู่ในอำนาจจิตใจ (Voluntary action)

ในสัตว์ชั้นสูงกริยาสะท้อนที่เกิดจากไขสันหลังนี้ เป็นความรู้สึกชั้นแรกที่สัตว์มีต่อสิ่งเร้า ความรู้สึกจากอวัยวะรับความสัมผัสในผิวหนังนั้น ในที่สุดก็จะถูกส่งไปยังสมองซึ่งทำให้เกิดความรู้สึกสัมผัสและเจ็บปวด ในบางกรณีสมองส่งความรู้สึกไประงับกริยาสะท้อน เช่น ถ้าท่านจับโดนของร้อน ๆ ในที่มืด ความรู้สึกป้องกันตัวก็คือปล่อยมันเสียเพื่อมิให้เจ็บและสมองก็จะไม่ถูกรบกวน ครานั้นสมมุติว่าท่านกำลังทำการทดลองอยู่มีการชั่งน้ำหนักของเบ้าด้วยความระมัดระวัง และหลังจากเผาเบ้านั้นแล้วท่านลืมไปว่าเบ้ายังร้อนอยู่ท่านเอามือไปหยิบขึ้นมา กริยาสะท้อนก็คือให้ทิ้งมันเสีย แต่ท่านไม่ยอมทิ้ง (นอกจากจะร้อนจนทนไม่ไหว) เพราะเกรงว่าจะเสียเวลาทำการทดลองใหม่ และในชั่วพริบตานั้นเองท่านก็ตัดสินใจตามเหตุผลคือทนร้อนก่อย ๆ วางเบ้านั้นดีกว่าที่จะเสียเวลาทำการทดลองใหม่อีกหนึ่งชั่วโมง ในกรณีเช่นนี้กริยาสะท้อนจะถูกควบคุมและเปลี่ยนแปลงโดยสมอง ประสาทความรู้สึกจากมือที่ส่งไปยังไขสันหลังนั้นได้ถูกส่งต่อไปยังสมองด้วย **กริยาสะท้อนอย่างง่าย ๆ มีศูนย์กลางอยู่ในไขสันหลังหรือในสมองส่วนหลัง แต่ความรู้สึกที่อยู่ในอำนาจจิตใจมีศูนย์กลางอยู่ในสมองด้านหน้า**

กริยาที่อยู่ในอำนาจจิตใจ ก็มีลักษณะคล้ายกริยาสะท้อน คือ รับความรู้สึกจากสิ่งเร้าด้วยอวัยวะรับความรู้สึก แล้วส่งไปยังระบบประสาทส่วนกลาง ซึ่งส่งต่อไปยังกล้ามเนื้อ แต่ระยะทางของความรู้สึกนี้ยาวกว่าในกริยาสะท้อนอย่างธรรมดา และมักมีการล่าช้าหรือเสียเวลาระหว่างการรับความรู้สึกจากสิ่งเร้า และความรู้สึกที่ส่งไปยังกล้ามเนื้อ ตามปกติกริยาสะท้อนอย่างธรรมดาไม่ใคร่จะมีมากนัก ความรู้สึกที่ส่งไปยังไขสันหลังหรือสมองส่วนหลังก็มักจะส่งไปยังสมองส่วนหน้าด้วยเช่นเดียวกัน และสมองส่วนหน้านี้ก็จะควบคุมหรือเปลี่ยนแปลงกริยาสะท้อนนี้เสีย.

ประสาทจาก ตา หู ปาก จมูก หน้า คอ และอวัยวะภายในบางส่วนเดินตรงไปยังสมองโดยไม่ผ่านไขสันหลังเลย

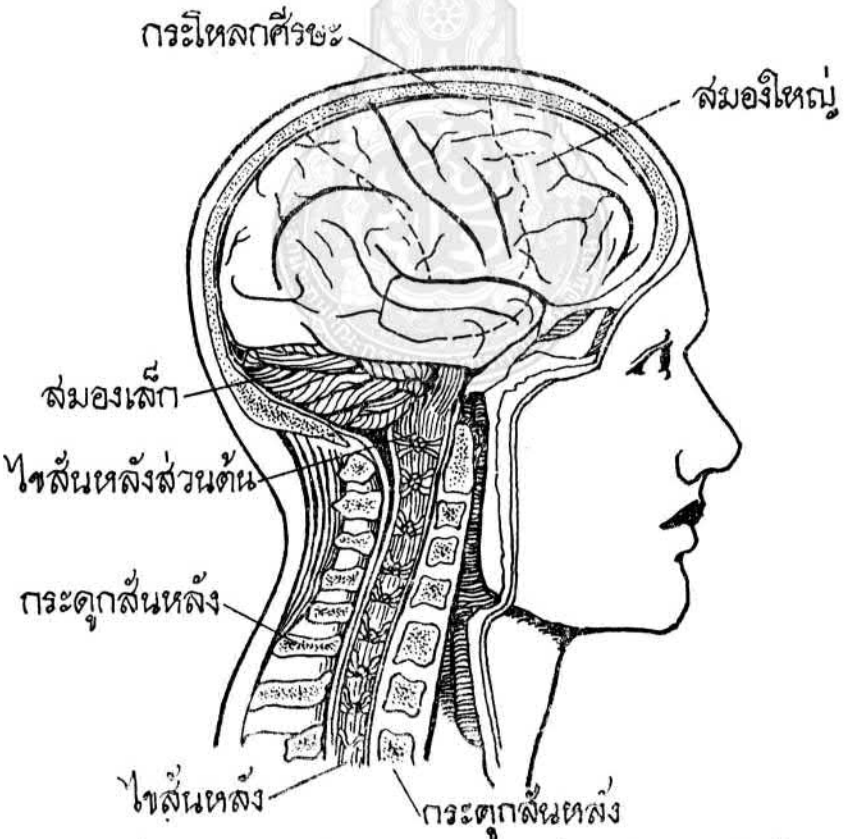
ระบบประสาทส่วนกลาง

ประกอบด้วยไขสันหลังและสมอง สมองก็คือส่วนไขสันหลังตอนบนที่พองโตออกและสลับซับซ้อนยิ่งขึ้น ฉะนั้นเราจึงขอกล่าวถึงเรื่องไขสันหลังก่อน

ไขสันหลัง ซึ่งออกจากสมองและอยู่ภายในโพรงของกระดูกสันหลัง ประกอบด้วยใยประสาท (สีขาว) และเซลประสาท (สีเทา) ใยประสาทสีขาวอยู่ด้านนอกของไขสันหลัง เซล

ประสาทสั่งเทาอยู่ตอนกลาง เมื่อผ่าตัดตามขวาง เซลประสาทสั่งเทามีรูปร่างคล้ายตัว H (ดูรูปที่ ๒๒) ใยประสาทผัสสะรับความรู้สึกจากภายนอกเข้าสู่ภายใน ผ่านไปทางประสาทด้านหลัง (dorsal horn) ของเซลประสาทสั่งเทา H ตอนกลางของไขสันหลังมีรูกลวงเรียกว่าเซลตราลคานาล มีของเหลวบรรจุอยู่ ไขสันหลังนี้แบ่งเป็นสองซีกขวาซ้ายโดยร่องลึกที่มีอยู่ทั้งทางด้านหลังและด้านท้อง (หรือด้านหน้า)

สมอง ส่วนบนของไขสันหลังจะพองโตออกและมีความสลับซับซ้อนมากขึ้น (ดูรูปที่ ๒๓) เมื่อไขสันหลังผ่านเข้าสู่กระโหลกศีรษะ มันจะพองโตออกเรียกว่า เมดัลลา (the spinal bulb or medella) เป็นส่วนของสมองที่ควบคุมการเคลื่อนไหวที่อยู่นอกอำนาจจิตใจ เช่น การหายใจ การ



รูปที่ 23 แผนผังมันสมองมนุษย์และส่วนของไขสันหลัง

เต้นของหัวใจ และการเคลื่อนไหวของลำไส้ระหว่างที่มีการย่อยอาหาร เหนือเมดัลลาขึ้นไปเรียกว่าสมองเล็ก (little brain or cerebellum) มีรอยพับมาก มีหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อของร่างกายให้เป็นไปโดยสอดคล้องต้องกัน และควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายให้เข้าสู่สมดุลย์ด้วย เช่น เมื่อสมองใหญ่ (big brain or cerebrum) สั่งให้ยกแขนข้างหนึ่งสมองเล็กก็จะสั่งอย่างอัตโนมัติให้ร่างกายอีกซีกหนึ่งเคลื่อนไหวเพื่อมิให้เสียสมดุลย์

หน้าต่อสมองเล็กเรียกว่า สมองใหญ่ เป็นส่วนที่ใหญ่ที่สุดของสมอง สัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม เป็นที่ตั้งของความรู้สึกนึกคิด ความรู้สึกที่อยู่ในอำนาจจิตใจและความรู้สึกอื่น ๆ เช่น ความตั้งใจ ความจำ เหตุผล และ ความรู้สึก เป็นต้น

ในสมองส่วนมากของเซลประสาท (nerve-cells) จะอยู่ด้านนอก และใยประสาท (nerve-fibres) สีขาว อยู่ด้านใน ซึ่งกลับกันกับของไขสันหลัง ความรู้สึกนึกคิดที่อยู่ในอำนาจจิตใจ เช่น ความตั้งใจ ความจำ เหตุผล ความรู้สึกผัสสะ และความรู้สึกนึกคิด เหล่านี้ขึ้นอยู่กับเซลประสาทของสมอง ฉะนั้นการที่สมองมีเซลประสาทสีเทาเป็นผิวบาง ๆ (หนาราว ๐.๑ นิ้วในคน) คลุมอยู่ภายนอก จึงเป็นประโยชน์มากเพราะเซลเหล่านี้จะได้เคลื่อนไปได้เต็มที่โดยไม่ถูกจำกัดที่ เพราะไม่มีอะไรอยู่รอบ ๆ ในสัตว์ชั้นสูงที่สุด พื้นที่ของเซลสีเทายังเพิ่มขึ้นอีกโดยการพับไปพับมาของสมองใหญ่

เมื่อเปรียบเทียบกันตามสัดส่วน นับว่าคนมีสมองที่ใหญ่ที่สุดและพับไปพับมามากที่สุด คนจึงเป็นสัตว์ที่มีปัญญาไว ทำให้มีเหตุผลหรือรู้จักคิด อาจตั้งปัญหาถามและรู้จักตัดสินว่าอะไรผิดอะไรถูก ในสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังชั้นต่ำที่มีสมองปัญญาน้อยและไม่มีเหตุผล ประสาทสีเทาของสมองใหญ่เจริญน้อยกว่าของคนมาก

บทที่ ๒

อาหารและการกินอาหาร

สิ่งจำเป็นของมนุษย์ คือ อาหาร เสื้อผ้า และที่อยู่ ในประเทศร้อน เราอาจมีชีวิตอยู่อย่างสบายและมีสุขภาพดีโดยใช้เสื้อผ้าเพียงเล็กน้อย และที่อยู่ก็สร้างขึ้นอย่างง่าย ๆ แต่ลมฟ้าอากาศจะเป็นอย่างไรก็ตาม สิ่งที่คนต้องการอย่างยิ่ง คือ อาหาร ฉะนั้น สิ่งแรกที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ (สัตว์ก็เช่นเดียวกัน) ก็คือต้องกินอาหารให้พอเพียง อาหารมีประโยชน์ดังนี้ คือ

(ก) ให้พลังงานเมื่อถูกออกซิไดส์ (ส่วนหนึ่งของพลังงานนั้นจะเปลี่ยนเป็นความร้อนเพื่อทำให้ร่างกายอบอุ่น อีกส่วนหนึ่งเอาไปใช้เป็นพลังงานทำให้ร่างกายมีกำลังเคลื่อนไหวและทำงานต่าง ๆ ได้)

(ข) สร้างร่างกายให้เติบโต ซ่อมแซมส่วนที่หรอและสึบพันธุ์

(ค) ควบคุมให้ร่างกายทำงานได้โดยราบรื่น มีสุขภาพสมบูรณ์และป้องกันโรคภัยไข้เจ็บต่าง ๆ

การผลิตอาหารจึงเป็นงานที่สำคัญที่สุดของมนุษย์ ประมาณกันว่า มนุษย์ในโลกนี้ทำงานเกี่ยวกับการผลิตอาหารถึง ๗๐ % และอันที่จริงเรื่องดิ้นรนของคนเรานั้น กึ่งหนึ่งเรียกได้ว่า ดิ้นรนเพื่อหาอาหาร

อาหารดีเป็นสิ่งสำคัญที่สุดอย่างเดียวที่จะทำให้ร่างกายมีสุขภาพดี ถึงแม้ว่าอาหารเลวจะทำให้มนุษย์มีชีวิตอยู่ได้ก็จริง แต่ถ้าได้อาหารดีก็จะทำให้มีชีวิตที่มีสุขภาพดี ถ้าหากใครอดอาหารนานพอสมควรก็จะตาย ถ้าหากอาหารที่กินขาดทั้งคุณภาพและปริมาณก็จะทำให้สุขภาพเสื่อมไป ในชุมนุมชนที่ขาดความเจริญมักจะมีโรคภัยไข้เจ็บเบียดเบียนมาก และจะแก้ไขให้คนในชุมนุมชนนั้นมีสุขภาพดีขึ้นได้โดยการให้กินอาหารที่ดี

อาหารเลวย่อมทำให้สุขภาพเลว อาหารเลวมี ๓ ประการ คือ

(๑) ปริมาณไม่พอเพียง

(๒) องค์ประกอบของอาหารไม่ถูกส่วน และ

(๓) มีเชื้อโรคหรือสารที่เป็นพิษเจือปน

ก่อนที่จะศึกษาถึงคุณค่าของอาหารตามหลักวิทยาศาสตร์ ขอกล่าวถึงอาหารชนิดต่าง ๆ เสียก่อน

การจำแนกอาหาร

ถึงแม้สัตว์ต่าง ๆ จะกินอาหารหลายชนิดต่าง ๆ กัน อาหารเหล่านี้ก็อาจจำแนกออกได้สองวิธี คือ

(ก) จำแนกตามองค์ประกอบทางเคมีของมัน

(ข) จำแนกตามหน้าที่ที่มันเข้าไปทำในร่างกาย

ตามองค์ประกอบทางเคมี เราอาจแบ่งอาหารออกเป็น ๖ ชนิด คือ (๑) คาร์โบไฮเดรต (๒) ไขมัน (๓) โปรตีน (๔) เกลือแร่ (๕) น้ำ และ (๖) ไวตามิน ทั้งหมดนี้ คาร์โบไฮเดรตและไขมันเป็นอาหารที่ให้พลังงาน โปรตีนเป็นอาหารที่สร้างร่างกาย ไวตามินและเกลือแร่บางชนิดเป็นอาหารสำหรับช่วยป้องกัน

คาร์โบไฮเดรต

สิ่งสามัญที่สุดที่มนุษย์ใช้เป็นอาหารได้แก่แป้งและน้ำตาล ทั้งสองอย่างนี้พืชสีเขียวสร้างขึ้นมา อาหารที่มีคาร์โบไฮเดรตมาก ได้แก่ ข้าว ข้าวสาลี อ้อย มัน และผักกินหัว

คาร์โบไฮเดรตเป็นสารประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน สองธาตุหลังมีสัดส่วนที่ผสมกันเหมือนของน้ำ คือ ไฮโดรเจนสองอะตอมผสมกับออกซิเจนหนึ่งอะตอม คาร์โบไฮเดรตอาจแบ่งออกเป็น (๑) น้ำตาล (๒) แป้ง และ (๓) เซลลูโลส หรือเพื่อความสะดวกในทางเคมีจะแบ่งเป็น

(ก) น้ำตาลเชิงเดี่ยว (เช่น กลูโคสและฟรักโตส)

(ข) น้ำตาลเชิงซ้อน (เช่น ซูโครส, แลคโตสและมอลโตส)

(ค) คาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน (เช่น แป้ง, เดกซตริน, ไกลโคเจน และเซลลูโลส)

น้ำตาลเชิงซ้อน

น้ำตาลที่ใช้กันตามบ้านโดยมากเป็นน้ำตาลซูโครส (น้ำตาลทราย) และส่วนมากทำมาจากต้นอ้อย ต้นบีท หรือต้นปาล์มต่าง ๆ เขาเอาอ้อยมาหีบด้วยลูกกลิ้ง ๒ อัน ที่ทำด้วยโลหะ

น้ำอ้อยที่ได้จะมีน้ำตาลประมาณ ๒๐ % เขาเอาไปทำให้บริสุทธิ์ กรอง ระเหยให้งวด จนน้ำตาลตกผลึกออกมา ของเหลวที่เหลือเรียกว่า กากน้ำตาล (โมลาสเสส) ส่วนผลึกของน้ำตาลที่ได้นี้ยังมีน้ำตาลอยู่ เขาต้องเอาไปฟอกอีกครั้งหนึ่ง โดยเอาไปละลายน้ำแล้วฟอกด้วยผงถ่านจนใสสะอาด แล้วจึงเอาไประเหยให้งวดด้วยอุณหภูมิต่ำ ๆ ก็จะได้ผลึกของน้ำตาลดังที่ใช้กันอยู่ทั่วไปตามบ้าน ถ้าทำจากบีท เขาเอามาบดให้ละเอียดแล้วสะกัดด้วยน้ำ แล้วเอาสารละลายที่ได้ไปฟอกและระเหยเช่นเดียวกับที่ทำจากอ้อย ดังได้กล่าวมาแล้ว จากต้นปาล์มเขาทำโดยตัดยอดของช่อดอกที่ยังอ่อน แล้วรองน้ำตาลที่ไหลออกมาเอาไประเหยให้แห้ง น้ำตาลที่ได้ในทุกรายเป็นน้ำตาลอย่างเดียวกัน คือ ซูโครส

ซูโครส (หรือน้ำตาลทราย) เป็นน้ำตาลเชิงซ้อน เพราะอาจแยกออกเป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยวได้สองอย่าง โดยใช้เอนซายม์ชนิดหนึ่ง (เอนซายม์เป็นตัวคะตะไลส์ที่เป็นอินทรียสาร เกิดขึ้นภายในเซลของสิ่งที่มีชีวิต) เกิดเป็นน้ำตาลกลูโคส และฟรักโตส เรียกว่าน้ำตาลอินเวิต (invert sugar) น้ำผึ้งเป็นน้ำตาลอินเวิตตามธรรมชาติ แยมก็มีน้ำตาลอินเวิตผสมอยู่ด้วยเป็นจำนวนมาก

แลคโตส (หรือน้ำตาลนม) ที่มีในน้ำนมวัวประมาณ ๕ % ก็เป็นน้ำตาลเชิงซ้อนชนิดหนึ่ง อาจแยกออกเป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยวสองอย่างได้เช่นเดียวกับซูโครส อันหนึ่งจะเป็นกลูโคส

มอลโตส (หรือน้ำตาลมอลท์) เป็นน้ำตาลเชิงซ้อน เมื่อแป้งในปากถูกเอนซายม์ในน้ำลายก็เปลี่ยนเป็นมอลโตส มอลโตสคล้ายกับซูโครสและแลคโตส คือจะแยกตัวออกเป็นกลูโคสได้เมื่อถูกย่อยด้วยเอนซายม์ที่เหมาะ

น้ำตาลเชิงเดี่ยว

กลูโคส (น้ำตาลองุ่นหรือเดกซโตรส) เป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยวที่มีอยู่ทั่ว ๆ ไป และสำคัญที่สุด เป็นคาร์โบไฮเดรตอันแรกที่เกิดขึ้นระหว่างการสังเคราะห์แสงของพืชสีเขียว และจะมีคาร์โบไฮเดรตอยู่ในเซลของพืชเสมอ คาร์โบไฮเดรตนี้เป็นประโยชน์ในการช่วยสร้างโปรตีนและช่วยในการหายใจ คาร์โบไฮเดรตมีอยู่ในผลไม้บางชนิด เช่น องุ่น (ลูกเกด คือ ผลองุ่นแห้งมีผลึกของกลูโคส) โลหิตมีกลูโคสผสมอยู่ด้วยเล็กน้อย โลหิตจะพาไปส่งตามเซลต่าง ๆ เพื่อ

ออกซิไดส์ให้เกิดพลังงาน ในการค้ากลูโคสทำได้จากแป้งโดยต้มกับกรดอย่างเจือจาง กลูโคสใช้สำหรับผสมแยมและของหวานอื่น ๆ

ฟรักโตสเป็นน้ำตาลสามัญที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับกลูโคสมาก มีในผลไม้ทั่วไป และในน้ำหวานจากดอกไม้

น้ำตาลเชิงเดี่ยวเป็นผลึกที่มีรสหวาน ละลายน้ำได้มาก ไม่สามารถแยกเป็นน้ำตาลอย่างอื่นได้อีก แต่จะถูกออกซิไดส์เพื่อให้พลังงานได้โดยง่าย

คาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน

แป้งเป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนที่มีอยู่ทั่วไปและนับว่าสำคัญที่สุด เป็นอาหารสำรองที่สำคัญของพืช คาร์โบไฮเดรตที่ทำขึ้นในใบไม้คือ กลูโคส จะถูกลำเลียงไปเป็นซูโครส และเก็บไว้เป็นแป้ง เม็ดแป้งไม่ละลายในน้ำนอกจากจะต้มให้ร้อนหรือถูกกับเอนซายม์ มันจะกลายเป็นอนุภาคเล็ก ๆ ที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ มีลักษณะคล้ายแป้งเปียก (แต่ไม่เป็นสารละลายที่แท้จริง) ถ้าเอาแป้งเปียกนี้ผสมกับกรดแล้วต้มหรือผสมกับเอนซายม์บางชนิด แป้งจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาล

เดกซตรินเป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนอีกชนิดหนึ่ง และเกิดขึ้นจากการเผาแป้งให้ร้อนประมาณ ๒๐๐°ซ. (เช่นในการทำขนมปัง) นอกจากนี้เดกซ์ตรินยังเกิดขึ้นได้ชั่วขณะ เมื่อแป้งถูกละลายในปากก็จะเปลี่ยนเป็นเดกซตรินก่อนที่จะเปลี่ยนเป็นน้ำตาล

ไกลโคเจน (บางที่เรียกว่าแป้งสัตว์) เป็นคาร์โบไฮเดรตที่เก็บสำรองไว้ในร่างกายของสัตว์ นับว่ามีอยู่ในสัตว์ทั่ว ๆ ไป มีมากที่สุดในตับและกล้ามเนื้อ คนที่กินอาหารอิ่มสมบูรณ์จะมีไกลโคเจนในตับประมาณ ๒๐๐ กรัม และในกล้ามเนื้อประมาณ ๓๕๐ กรัม

เซลลูโลส เป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนอีกชนิดหนึ่ง ประกอบเป็นผนังเซลในพืช ผ้าลินิน และกระดาษกรอง เป็นเซลลูโลสที่เกือบบริสุทธิ์ เซลลูโลสมีรูปต่าง ๆ กันหลายอย่าง เป็นสารที่สำคัญสำหรับมนุษย์ เป็นองค์ประกอบสำคัญของไม้ ซึ่งมนุษย์จำต้องใช้เป็นจำนวนมากมาย กระดาษที่ใช้กันอยู่ก็ประกอบด้วยเซลลูโลสเป็นส่วนมาก

ไขมัน

พืชหลายชนิดเก็บน้ำมันไว้เป็นอาหารสำรองแทนแป้ง เช่น น้ำมันมะพร้าว น้ำมันปาล์ม น้ำมันถั่ว น้ำมันมะกอก เป็นต้น ปลาและสัตว์ทะเลที่มีเลือดเย็นมักมีน้ำมันในร่างกาย เช่น

น้ำมันตับปลาค็อด น้ำมันตับปลาฉลาม เป็นต้น สัตว์เลือดอุ่นก็มีน้ำมันเช่นกัน แต่มีจุดหลอมเหลวสูง ซึ่งเป็นของแข็งในอุณหภูมิธรรมดา น้ำมันที่แข็งนี้เรียกว่าไขมัน (น้ำมันมะพร้าวและน้ำมันปาล์ม เป็นน้ำมันเหลวในประเทศร้อน แต่เป็นไขมันแข็งในประเทศหนาว)

น้ำมันและไขมันไม่ใช่ไฮโดรคาร์บอนอย่างน้ำมันปิโตรเลียม แต่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน น้ำมันและไขมันไม่ใช่คาร์โบไฮเดรต เพราะสัดส่วนของไฮโดรเจนและออกซิเจนที่ผสมกันไม่เหมือนของน้ำ เมื่อเปรียบเทียบไขมันกับคาร์โบไฮเดรต จะปรากฏว่า ในไขมันมีออกซิเจนน้อยกว่าไฮโดรเจนมาก ด้วยเหตุนี้ไขมันและน้ำมันจึงต้องการการเติมออกซิเจนมากกว่าคาร์โบไฮเดรต ดังนั้นจึงให้พลังงานมากกว่าคาร์โบไฮเดรต

ไขจากเนื้อ ไข่แดง ไขจากนม (เนย) เมล็ดถั่ว น้ำมันพืช เป็นอาหารสำคัญที่ให้ไขและมัน

ทั้งคาร์โบไฮเดรต ไขมันและน้ำมัน เมื่อเกิดการเผาไหม้หรือถูกออกซิไดส์จะเกิดคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ และจะก่อให้เกิดเป็นพลังงาน ความจริงอาหารทั้งสองชนิดนี้เป็นอาหารที่ให้พลังงานเป็นส่วนใหญ่ คือทำให้กล้ามเนื้อทำงาน ทำให้เกิดความร้อนในร่างกาย เมื่อเกิดการเผาไหม้ ไขมัน และน้ำมันจะให้พลังงานมากกว่าคาร์โบไฮเดรตที่หนักเท่ากันเกือบสองเท่า จึงเป็นอาหารที่สำคัญสำหรับประเทศหนาวมากกว่าประเทศร้อน อาหารที่ถูกส่วนมีไขมันและน้ำมันน้อยกว่าคาร์โบไฮเดรต โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศร้อน

ไขมันเป็น "เกลือของทรีย์" คือเป็นสารประกอบของกลีเซอรีนและกรดไขมัน (fatty acid) เช่น น้ำมันมะกอก ส่วนมากประกอบด้วย กลีเซอไรด์ของกรดไขมัน "โอลีอิค" (oleic) น้ำมันปาล์มส่วนมากเป็นกลีเซอไรด์ของกรดไขมัน "ปาลมิติค" (palmitic) เนยเหลวส่วนมากเป็นกลีเซอไรด์ของกรด "butyric" เอนซายม์ที่แยกไขมันได้จะแยกมันออกเป็นกลีเซอรีนและกรดไขมัน หรือถ้าเอาไขมันมาต้มกับโซดาไฟก็จะแยกออกเช่นเดียวกัน แต่กรดไขมันที่ถูกแยกออกจะเข้าผสมกับด่างกลายเป็นสบู่ (ไขมัน + ด่าง = สบู่ + กลีเซอรีน) สบู่ของโซเดียมและโปแตสเซียมเท่านั้นที่ละลายน้ำได้ สเตียเรต โอลีเอต และปาลมิเตตของโลหะอย่างอื่นเป็นสบู่ที่ไม่ละลายน้ำ ฉะนั้น เมื่อสบู่ถูกกับน้ำกระด้าง (มีสารประกอบของแคลเซียม แมกนีเซียมหรือเหล็ก) จะไม่มีฟองสบู่เกิดขึ้น แต่จะมีฝ้าสีขาว ๆ ของสบู่แคลเซียมแมกนีเซียม

หรือเหล็ก ลอยเป็นฝ้าเพราะไม่ละลายในน้ำ ปริมาณของสบู่จำนวนหนึ่งที่ใช้ไปในการทำให้เกิดฟองถาวรเป็นจำนวนที่ใช้วัดความกระด้างของน้ำนั้น

โปรตีน

เป็นอาหารสำคัญชนิดที่สาม มีอยู่ในพืชและสัตว์ปนอยู่กับไขมันและคาร์โบไฮเดรต เมล็ดพืชมักมีโปรตีนมากในราก ลำต้น และใบมีน้อย ร่างกายของสัตว์มีโปรตีนมากกว่าในพืชมาก โปรตีนในสัตว์นั้นตอนแรกต้องได้มาจากพืช พืชสังเคราะห์โปรตีนขึ้นจากสารที่มีองค์ประกอบง่าย ๆ เช่นน้ำตาล เกลือ ไนเตรต และเกลือแอมโมเนียม

โปรตีนประกอบด้วยคาร์บอน ไฮโดรเจน ออกซิเจน และ "ไนโตรเจน" โปรตีนเกือบทุกชนิดมักมีกำมะถันผสมอยู่ด้วย อีกหลายชนิดมีฟอสฟอรัสเพิ่มขึ้นอีก โปรตีนเป็นสารประกอบที่มีองค์ประกอบยุ่งยากสลับซับซ้อนอย่างที่สุด

ถ้าเอาโปรตีนมาต้มกับกรดเป็นเวลานาน ๆ มันจะถูกแยกออกเป็นสารที่มีองค์ประกอบง่ายเข้าเรียกว่า "กรดอมิโน" (Amino-acid) ความจริงโมเลกุลของโปรตีนประกอบด้วย "กรดอมิโน" หลาย ๆ โมเลกุลเกาะเรียงกันเป็นแถว โมเลกุลของโปรตีน อาจมีกรดนี้ ๕๐ ถึง ๕๐๐ โมเลกุลที่เกาะกันเป็นแถว เราอาจปลดการเกาะกันของมันออกโดยการต้มกับกรดหรือผสมกับเอนซายม์ที่แยกโปรตีนได้ (เช่นเดียวกับที่น้ำตาลเชิงซ้อนถูกแยกออกเป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยว) หรือจะพูดอีกอย่างหนึ่งว่า กรดอมิโนเปรียบเหมือนอิฐซึ่งนำไปสร้างเป็นโปรตีน ตามปกติโปรตีนตามธรรมชาติมีกรดอมิโนประมาณ ๒๕ โมเลกุลที่เกาะกัน โปรตีนแตกต่างกันเป็นหลายชนิดแล้วแต่จำนวนและวิธีจัดตัวของกรดอมิโน

เมื่อสัตว์กินโปรตีนเข้าไปในร่างกาย มันจะถูกย่อยจนเป็นกรดอมิโน แล้วจึงซึมผ่านเข้าสู่โลหิต จากนั้นเซลของร่างกายก็รวบรวมและคัดเลือกเอาไปรวมกันเป็นโปรตีนของร่างกายใหม่เพื่อเอาไว้ใช้ในการสร้างและซ่อมแซมร่างกาย โปรตีนที่สร้างใหม่นี้ไม่จำเป็นจะต้องมีลักษณะเหมือนโปรตีนที่กินเข้าไปในตอนแรก

เกลือแร่

อาหารของสัตว์จำเป็นต้องมีเกลือของโซเดียม โปแตสเซียม แคลเซียม เหล็ก คลอรีน ฟอสฟอรัส และไอโอดีน เช่นในโลหิตมีเกลือแดง (โซเดียม คลอไรด์) และสารประกอบ

ของเหล็ก ในกระดูกและฟันมีแคลเซียมฟอสเฟตและแคลเซียมคาร์บอเนต เกลืออย่าง ๆ เหล่านี้ร่างกายต้องการคราวละเล็กน้อยเท่านั้น อาหารประเภทเนื้อหรือพืชจะมีเกลือเหล่านี้พอเพียงแก่ร่างกายเสมอ ธาตุที่มีไม่เพียงพอในอาหารของมนุษย์ คือ แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก และไอโอดีน เราจะกล่าวถึงการขาดธาตุเหล่านี้อีกในตอนหลัง ในสภาวะปกติ เกลือแกงเป็นเกลือแร่ที่มีความจำเป็นที่ร่างกายต้องได้รับอยู่อย่างสม่ำเสมอ

น้ำ

น้ำเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับสิ่งที่มีชีวิตทุกอย่าง ร่างกายส่วนมากประกอบด้วยน้ำ เช่นคนมีน้ำเป็นองค์ประกอบประมาณ ๗๐ % คนที่อดอาหารอาจมีชีวิตอยู่ได้ ๒๐ ถึง ๓๐ วัน แต่ทั้งนี้ต้องให้ดื่มน้ำอยู่เสมอ น้ำเป็นสิ่งที่สำคัญมากเพราะการเปลี่ยนแปลงทางเคมีที่เกิดขึ้นในร่างกายต้องใช้สารละลายที่เจือจาง น้ำยังมีส่วนสำคัญในการขับถ่ายของเสีย และ (ในสัตว์เลือดอุ่น) ช่วยในการรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่

ไวตามิน

มีอยู่เพียงเล็กน้อยในอาหารสด เป็นอาหารที่จำเป็นแก่สุขภาพของร่างกาย พืชสีเขียว ผลไม้สด นม เนย ไข่ และปลอกนอกของข้าว มีไวตามินหลายชนิด ถ้าหากไม่ได้กินอาหารสดหรือกินไม่พอกับความต้องการ ก็จำเป็นต้องกินไวตามินที่ทำสำเร็จรูปแล้ว ความสำคัญของสารนี้จะได้กล่าวถึงในตอนท้ายของบทนี้

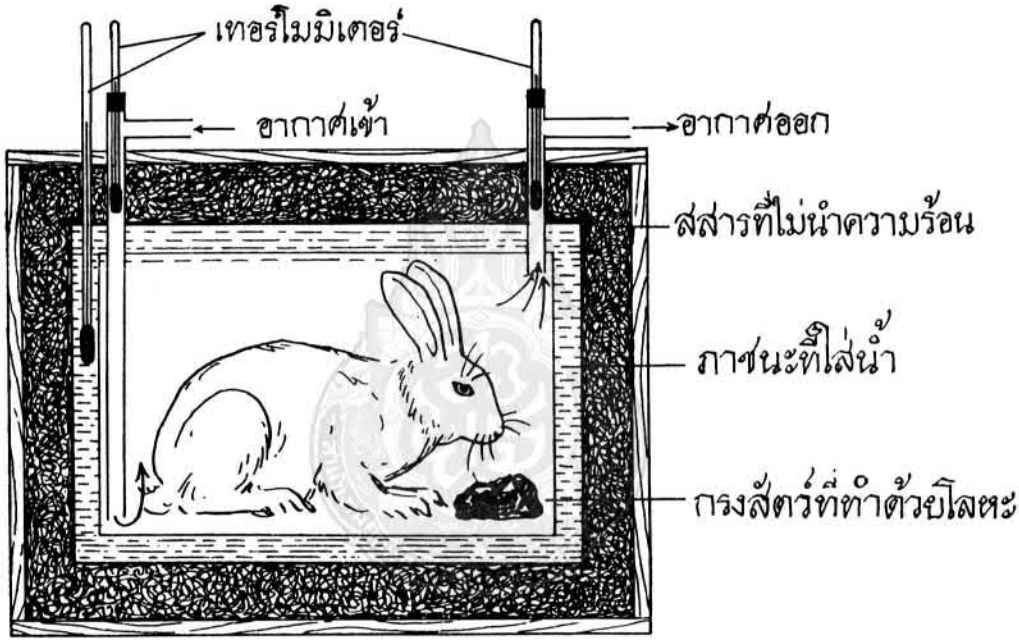
อาหารและพลังงาน

อาหารที่เรากินส่วนมากจะถูกออกซิไดส์เพื่อให้พลังงาน คาร์โบไฮเดรต เช่นน้ำตาล และแป้งเป็นอาหารที่มีราคาถูกและออกซิไดส์ได้ง่าย ไขมันก็เป็นอาหารที่ให้พลังงานที่ดีมาก (ให้พลังงานมากกว่าคาร์โบไฮเดรตเกือบสองเท่าจากอาหารหนักเท่า ๆ กัน) แต่พลังงานถูกปล่อยออกยากกว่าคาร์โบไฮเดรต คาร์โบไฮเดรตและไขมันจึงเป็นอาหารที่ให้พลังงาน

โปรตีนและเกลือแร่เป็นอาหารที่ใช้ในการสร้างซ่อมและสืบพันธุ์ คือ เป็นอาหารที่สร้างร่างกาย (โปรตีนที่ร่างกายได้รับมากเกินไปอาจถูกออกซิไดส์เป็นพลังงานได้)

กฎสำคัญของวิทยาศาสตร์กฎหนึ่ง กล่าวว่า "พลังงานเป็นสิ่งที่สร้างขึ้นหรือทำลายไม่ได้" นั่นคือ พลังงานอาจเปลี่ยนจากรูปหนึ่งเป็นอีกรูปหนึ่ง แต่พลังงานทั้งหมดที่เปลี่ยนไปมาจะไม่สูญ

หายไปไหน นี่เป็น "กฎความถาวรของพลังงาน" เป็นหลักมูลฐานของวิชาฟิสิกส์ แต่ก็นำมาใช้ในสิ่งที่มีชีวิตได้เช่นเดียวกัน ในสัตว์เราอาจตรวจสอบดูได้จากการทดลองโดยเปรียบเทียบพลังงานที่เกิดจากสัตว์ในเวลาจำนวนหนึ่ง กับพลังงานที่ได้จากอาหารสัตว์ในเวลาเท่ากัน เริ่มต้นด้วยการให้อาหารที่ชั่งไว้แล้วแก่สัตว์ แล้วใส่ลงในแคลอริมิเตอร์ แบบพิเศษ เป็นเวลาหลายชั่วโมง วัดปริมาณความร้อนที่เกิดขึ้น (ดูรูปที่ ๒๔) เอาอาหารอย่างเดียวกันและมีจำนวน



รูปที่ 24 แคลอริมิเตอร์สำหรับสัตว์ (เครื่องวัดพลังงานและความร้อน)

เท่ากันไปเผาในออกซิเจนในแคลอริมิเตอร์อีกแบบหนึ่ง วัดความร้อนที่เกิดขึ้นไว้จากการทดลองนี้ (ถ้าสัตว์ไม่มีน้ำหนักลดลงหรือเพิ่มขึ้นขณะที่อยู่ในแคลอริมิเตอร์) จะเห็นว่า "อาหารจำนวนเท่ากันจะให้พลังงานความร้อนเท่ากัน โดยจะให้เผาไหม้โดยเร็วในออกซิเจน หรือช้า ๆ ในร่างกายของสัตว์ก็ตาม" ร่างกายของสัตว์จึงมีลักษณะคล้ายเครื่องจักรความร้อนที่เดินด้วยน้ำมัน เครื่องจักรได้รับพลังงานจากน้ำมันที่ถูกออกซิไดส์โดยเร็ว ร่างกายของสัตว์ได้รับพลังงานจากอาหารที่ถูกออกซิไดส์ช้า ๆ โดยการช่วยเหลือของเอนซายม์

พลังงานที่เกิดขึ้นกับอาหารที่ต้องการ

เนื่องจากกฎความถาวรของพลังงานอาจนำมาใช้กับสัตว์ได้ ก็จะเห็นว่าถ้าเราทราบว่าวันหนึ่ง ๆ สัตว์ปล่อยพลังงาน (เป็นความร้อนและงานที่ทำ) ออกมาเท่าใดก็ให้กินอาหารเป็นจำนวนที่พอเพียงที่จะให้เกิดพลังงานนั้น พลังงานในคนนั้นย่อมแล้วแต่งานที่เขาทำ ขนาดของร่างกาย และลมฟ้าอากาศที่อยู่รอบตัวเขา ความจริงที่ควรทราบก็คือกล้ามเนื้อจะทำงานอยู่เสมอถึงแม้จะอยู่นิ่ง ๆ เช่นการเต้นของหัวใจ และการหายใจซึ่งถึงแม้จะนอนหลับอยู่ก็ตาม

เมื่อนอนเหยียดยาวนิ่ง ๆ และปล่อยให้ร่างกายอยู่ตามสบาย (แต่ยังตื่นอยู่) "คน ๆ หนึ่งจะปล่อยความร้อนออกมาประมาณชั่วโมงละ ๑ แคลอรี่ ต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัม" (จำง่าย ๆ ว่า ๑ แคลอรี่ต่อ ๑ กิโลกรัมใน ๑ ชั่วโมง) ฉะนั้น ถ้าท่านมีน้ำหนักตัว ๕๐ กิโลกรัม (= ๑๑๐ ปอนด์ หรือประมาณ ๗ สโตน) ท่านจะปล่อยความร้อนออกมา ๑๒๐๐ แคลอรี่ใน ๒๔ ชั่วโมง ถ้าหากท่านนอนนิ่ง ๆ นี่เป็น "พลังงานรากฐานที่ต้องการ" ถ้าหากมีงานที่ทำเพิ่มขึ้นก็ต้องได้รับพลังงานจากอาหารเพิ่มเติมมาอีก เช่น การนั่งตัวตรงนิ่ง ๆ เท่านั้น ต้องเพิ่มพลังงานอีก ๔๐ % ถ้ายืนขึ้นจะต้องเพิ่มอีก ๖๐ % ดังแสดงในตารางข้างล่างนี้

งานที่ทำ	เฉลี่ยพลังงานที่ต้องการใน ๑ ช.ม. ต่อน้ำหนักตัว ๑ กิโลกรัม (แคลอรี่/ก.ก./ช.ม.)		เฉลี่ยพลังงานที่ต้องการใน ๑ ช.ม. ต่อน้ำหนัก	
			๕๐ ก.ก. (=๑๑๐ ปอนด์) แคลอรี่	๗๐ ก.ก. (=๑๕๔ ปอนด์) แคลอรี่
นอนนิ่ง ๆ		๑.๐	๕๐	๗๐
นั่งตัวตรง	+ ๐.๔	๑.๔	๗๐	๙๘
ยืนตรง	+ ๐.๖	๑.๖	๘๐	๑๑๒
เดินช้า ๆ	+ ๑.๐	๒.๐	๑๐๐	๑๔๐
ออกกำลังพอประมาณ	+ ๓.๐	๔.๐	๒๐๐	๒๘๐
ออกกำลังมาก	+ ๕.๕	๖.๕	๓๒๕	๔๕๕
นอนหลับ	− ๐.๑	๐.๙	๔๕	๖๓

ถ้าหากท่านทราบว่าวันหนึ่ง ๆ ร่างกายท่านทำงานสักเท่าใด ก็พอจะคำนวณได้ว่าต้องการพลังงานสักเท่าใดจากอาหารที่กินประจำวัน ตารางทั้งสองนี้เป็นตัวอย่าง

งานที่ทำ	เวลาเป็นชั่วโมง	แคลอรีที่ต้องการต่อน้ำหนัก ๕๐ ก.ก. (= ๑๑๐ ปอนด์)
นอนหลับ	๙	๙ × ๐.๙ × ๕๐ = ๔๐๕
นั่ง	๗	๗ × ๑.๔ × ๕๐ = ๕๖๐
ยืน	๒	๒ × ๑.๖ × ๕๐ = ๑๖๐
เดิน	๒	๒ × ๒.๐ × ๕๐ = ๒๐๐
ออกกำลังพอประมาณ	๒	๒ × ๔.๐ × ๕๐ = ๔๐๐
ออกกำลังมาก	๑	๑ × ๖.๕ × ๕๐ = ๓๒๕
	๒๔	๒๐๕๐

งานที่ทำ	เวลาเป็นชั่วโมง	แคลอรีที่ต้องการต่อน้ำหนัก ๗๐ ก.ก. (= ๑๕๔ ปอนด์)
นอนหลับ	๘	๘ × ๐.๙ × ๗๐ = ๕๐๔
นั่ง	๔	๔ × ๑.๔ × ๗๐ = ๓๙๒
ยืน	๔	๔ × ๑.๖ × ๗๐ = ๔๔๘
เดิน	๒	๒ × ๒.๐ × ๗๐ = ๒๘๐
ออกกำลังพอประมาณ	๒	๒ × ๔.๐ × ๗๐ = ๕๖๐
ออกกำลังมาก	๔	๔ × ๖.๕ × ๗๐ = ๑๘๒๐
	๒๔	๔๐๐๔

ตัวอย่างทั้งสองนี้จะทำให้ท่านเข้าใจพลังงานที่เกิดขึ้น (และความต้องการของอาหารด้วย) และจะเห็นว่าพลังงานนั้นต่างกันเป็นคนๆ ไป แล้วแต่น้ำหนักของร่างกายและงานที่ทำ ระบบการย่อยอาหารของคนเราแต่ละคนยังทำงานได้ดีมากหรือน้อยต่างกันด้วย เช่นในคนบางคนอาหารจากลำไส้อาจดูดซึมได้ดีกว่าอีกคนหนึ่ง (ตัวเลขเฉลี่ยที่ให้ไว้ข้างต้นนี้จึงรวมอาหารส่วนที่ไม่ถูกย่อย หรือส่วนที่ร่างกายไม่ดูดไปเข้าไว้ด้วยอีก ๑๐ %) ลมฟ้าอากาศเป็นแฟคเตอร์สำคัญอีกอันหนึ่ง ถ้าอากาศ

ร้อนก็ต้องการพลังงานน้อยลง (ประมาณอย่างหยาบ ๆ ราว ๑๐ % ของความต้องการทั้งหมด) ที่จะรักษาให้อุณหภูมิคงที่ ผู้หญิงต้องใช้พลังงานมากกว่าผู้ชายเมื่อต้องการจะทำงานให้ได้เท่าผู้ชาย แต่ตามปกติการทำงานของหญิงน้อยกว่าชาย คือ คิดเฉลี่ยแล้วหญิงที่มีน้ำหนักตัวเท่ากับชายต้องการพลังงานเพียง ๗๓ % ของผู้ชาย นั่นคือ น้อยกว่าผู้ชายประมาณ $\frac{1}{6}$ เนื่องจากความต้องการพลังงานและอาหารของคนหนึ่ง ๆ แตกต่างกันมากเช่นนี้ ตารางที่เขียนให้จึงเป็นข้อแนะนำเพียงหยาบ ๆ เท่านั้น ถ้าหากท่านพอเข้าใจหลักเหล่านี้เมื่อปรึกษาผู้เชี่ยวชาญทางอาหารก็อาจจะจัดจำนวนที่พอเหมาะให้เป็นคน ๆ ไปได้

น้ำหนักตัวและอาหารที่ต้องการ

ถ้าอยากทราบว่าอาหารที่คนเรากินเข้าไปนั้นจะพอเพียงหรือไม่ วิธีตรวจก็ทำได้ง่ายๆ โดยชั่งน้ำหนักตัวดูว่าคงที่หรือเปล่า ถ้าหากได้รับอาหารที่ให้พลังงานน้อยไปจะทำให้น้ำหนักตัวลดลงและไม่สามารถทำงานหนักได้ ถ้าหากกินมากเกินไปน้ำหนักตัวจะเพิ่มขึ้น อาหารที่ให้พลังงานที่กินมากเกินไปนั้นจะถูกนำไปเก็บไว้เป็นไขมัน ร่างกายของคนสามารถจัดตัวให้พอเหมาะกับอาหารที่เปลี่ยนแปลงได้เสมอ เช่นอาหารที่กินเข้าไป ถ้าให้พลังงานน้อยกว่าที่ต้องการเป็นเวลานาน ๆ น้ำหนักตัวจะลดลงจนทั้งสองอย่างเข้าสู่สมดุลย์ ในกรณีเช่นนี้ไขมันที่เก็บไว้ตามกล้ามเนื้อจะถูกใช้ไป โดยมากไขมันตามกล้ามเนื้อที่ไม่สำคัญจะถูกใช้ไปก่อน เช่นกล้ามเนื้อแขนและขาเป็นต้น ส่วนกล้ามเนื้อหัวใจไม่ลด ฉะนั้นการขาดอาหารเป็นเวลานาน ๆ จะทำให้ร่างกายปรับตัวเองให้เหมาะได้โดยมิทำให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บอย่างใด ตรงกันข้ามถ้าหากคนที่กินอาหารดีอยู่ตลอดเวลาแต่น้ำหนักตัวกลับลดลงเรื่อย ๆ จะต้องรีบไปปรึกษาแพทย์ ความอ้วนผิดปกติโดยมิได้มีนิสัยกินอาหารมากก็จะต้องไปปรึกษาแพทย์เช่นเดียวกัน

ค่าพลังงานของอาหาร

จากนี้เราจะกล่าวถึง "ค่าพลังงาน" ของอาหารต่าง ๆ ในอาหารทั้ง ๖ อย่าง คือ คาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน น้ำ เกลือแร่ และไวตามิน สามอย่างแรกเท่านั้นที่ให้พลังงาน เมื่อถูกออกซิไดส์ "ค่าพลังงาน" เฉลี่ยของคาร์โบไฮเดรต ไขมันและโปรตีนเป็นดังนี้

คาร์โบไฮเดรต	๑ กรัม	ให้ความร้อนประมาณ	๔ แคลอรี่	เมื่อถูกออกซิไดส์	
ไขมัน	๑ ,,	,,	๙ ,,	,,	
โปรตีน	๑ ,,	,,	๔ ,,	,,	บางส่วน

อาหารที่ต้องการในวันหนึ่ง ๆ เพื่อให้พลังงานนั้นจะต้องได้จากสัดส่วนต่าง ๆ กันของคาร์โบไฮเดรต ไขมันและโปรตีน ดังตัวอย่างเช่น อาหารที่เหมาะสำหรับคนในประเทศหนาว คือ

คาร์โบไฮเดรต	๕๐๐ กรัม	ให้ความร้อน	๒,๐๐๐ แคลอรี่
ไขมัน	๑๐๐ ,,	,,	๙๐๐ ,,
โปรตีน	๑๐๐ ,,	,,	๔๐๐ ,,

รวมทั้งหมดเป็น ๓,๓๐๐ แคลอรี่ (เท่ากับความต้องการในวันหนึ่ง ๆ ของคนที่มีน้ำหนักตัว ๗๐ กิโลกรัม และทำงานหนักพอประมาณเป็นเวลา ๖ ชั่วโมงในประเทศหนาว)

บัญชีอาหาร (ท้ายเล่ม) แสดงให้เห็นองค์ประกอบต่าง ๆ ในอาหารที่กินกันเป็นประจำจากการวิเคราะห์ทางเคมี และได้ให้ "ค่าความร้อน" ไว้ด้วย จากบัญชีอาหารเหล่านี้อาจช่วยให้เราคำนวณค่าของอาหารที่ใช้กินได้ ตัวอย่างข้างล่างนี้คำนวณได้จากวิธีที่กล่าวข้างบน

ข้าว	๑๐ ออนซ์	(๒๘๔ กรัม)	๓,๐๑๒ แคลอรี่
ข้าวฟ่าง	๕ ,,	(๑๔๒ ,,)	๔๔๕ ,,
นม	๘ ,,	(๒๒๗ ,,)	๑๓๖ ,,
ถั่วต่าง ๆ	๓ ,,	(๘๕ ,,)	๒๒๔ ,,
ผัก (ไม่ใช่ใบ)	๖ ,,	(๑๗๐ ,,)	๒๓๖ ,,
ผักสีเขียว (ผักกินใบ)	๔ ,,	(๑๑๓ ,,)	๓๖ ,,
ไขมันและน้ำมัน	๒ ,,	(๕๗ ,,)	๔๗๕ ,,
ผลไม้	๒ ,,	(๕๗ ,,)	๒๖ ,,
			๒,๖๐๐ แคลอรี่

เป็นบัญชีอาหารที่เหมาะสำหรับร่างกายที่จะให้พลังงานแก่คนที่มีน้ำหนักตัว ๖๐ กิโลกรัม ทำงานปานกลางราว ๆ ๖ ชั่วโมง ในประเทศร้อน

ผู้เชี่ยวชาญทางอาหารได้แนะนำว่า "ประมาณ $\frac{2}{3}$ ของพลังงานที่ต้องการควรได้จากคาร์โบไฮเดรต $\frac{1}{6}$ จากไขและมัน และ $\frac{1}{6}$ จากโปรตีน (อย่างน้อยที่สุด $\frac{1}{5}$ ของโปรตีนนี้ควรเป็นโปรตีนจากสัตว์และที่เหลือเป็นโปรตีนจากพืช)" แต่สัดส่วนเหล่านี้อาจเปลี่ยนแปลงให้เหมาะแก่สถานะและความแตกต่างของคนหนึ่ง ๆ โดยถือหลักดังต่อไปนี้ไว้ คือ

(ก) ต้องมีโปรตีนพอเพียงเพื่อใช้ในการเติบโตและซ่อมแซม (ผู้ใหญ่ต้องการโปรตีนแห้งประมาณ ๑ กรัมต่อน้ำหนักตัว ๑ กิโลกรัม ซึ่งเป็นจำนวนที่ค่อนข้างหยาบ แต่ก็เป็นการปลอดภัยที่จะกินตามนี้ ส่วนเด็กควรกินมากกว่านี้ คือ ประมาณ ๒ กรัมต่อน้ำหนัก ๑ กิโลกรัม)

(ข) การทำงานของกล้ามเนื้อหนักขึ้นต้องเพิ่มคาร์โบไฮเดรตตามส่วน

(ค) ในอากาศหนาว การเพิ่มไขมันขึ้นจะช่วยให้ได้ความร้อนมากขึ้น

อาหารประจำวัน

ความทรุดโทรมของสุขภาพมักเกิดจากกินอาหารไม่ถูกส่วน อาหารต่าง ๆ ย่อมมีองค์ประกอบของคาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน เกลือแร่ และไวตามินต่างกัน ฉะนั้น อาหารประจำวันจะต้องประกอบด้วยอาหารหลายอย่าง คือ มีคาร์โบไฮเดรตหลายชนิด ไขมันหลายชนิด โปรตีนหลายชนิด และอื่น ๆ อีก

อาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรตมักจะมีราคาถูกเสมอ เช่น ข้าว ข้าวสาลี มันฝรั่ง มันเทศ มันสำปะหลัง กลอย ข้าวโพด และน้ำตาล (น้ำตาลอ้อย น้ำตาลบีท และน้ำตาลปาล์ม) ไขมันอาจได้ทั้งจากพืชและสัตว์ แต่ไขมันจากสัตว์ย่อมได้ง่ายกว่า เนื้อสัตว์เกือบทุกชนิดมีไขมันปนอยู่ด้วย นอกจากนี้ไขมันมีในนม (เนย คือไขมันของนม) ซึ่งเป็นไขมันที่ย่อยได้ง่ายที่สุด ถั่วลิสง ถั่วเหลือง น้ำมันมะพร้าว เป็นน้ำมันที่ใช้เป็นอาหารได้อย่างดีทั้งนั้น

โปรตีนต่าง ๆ กันมีค่าของอาหารไม่เหมือนกัน เพราะมันไม่ได้มีกรดอมิโนที่จำเป็นแก่ร่างกายตามสัดส่วนที่เหมาะเสมอไป โปรตีนที่มีกรดอมิโนถูกส่วนที่ร่างกายต้องการทั้งหมดเรียกว่าโปรตีนสมบูรณ์ (หรือโปรตีนชั้นหนึ่ง) เป็นโปรตีนที่มีค่าทางชีววิทยาสูง โปรตีนที่มีกรดอมิโนไม่ถูกส่วนตามที่ร่างกายต้องการเรียกว่า โปรตีนไม่สมบูรณ์ (หรือโปรตีนชั้นสอง) เป็นโปรตีนที่มีค่าทางชีววิทยาต่ำ โปรตีนจากสัตว์ทุกชนิด (ยกเว้นเยลาติน) เป็นโปรตีนสมบูรณ์ แต่โปรตีนจากพืชเป็นโปรตีนที่ไม่สมบูรณ์ ตัวอย่างของโปรตีนจากสัตว์ คือ เนื้อ (วัว แกะ ปลา นก) ไข่ นม และ เนย ของเหล่านี้เป็นอาหารที่มีราคาแพง ตัวอย่างของโปรตีนจากพืช คือ ถั่ว หรือผักของพืชตระกูลถั่วต่าง ๆ โปรตีนของพืชมีราคาถูกกว่าของสัตว์ ในบัญชีท้ายบทแสดงค่าของอาหารที่มีโปรตีน

อาหารที่ช่วยให้สุขภาพสมบูรณ์นั้นมีมากมายหลายชนิด ดังนั้นเพื่อให้ได้ครบตามที่ร่างกายต้องการ เราจึงควรกินอาหารต่าง ๆ ชนิดในวันหนึ่ง ๆ แล้วเปลี่ยนชนิดของอาหารไปทุก ๆ วัน

ด้วย การกินโปรตีนต่าง ๆ ชนิด จึงเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะการกินอาหารที่มีทั้งโปรตีนสมบูรณ์ (ซึ่งได้จากเนื้อสัตว์) และไม่สมบูรณ์ (ซึ่งได้จากพืช) ทั้งสองอย่างนั้น จะให้คุณค่าได้มากกว่าการกินอย่างใดอย่างหนึ่งแต่อย่างเดียวในปริมาณที่เท่ากัน ฉะนั้นเราจึงควรกินอาหารหลายชนิดที่มีโปรตีนต่าง ๆ กันนี้ให้มาก

ความต้องการเกลือแร่

เขาคำนวณได้อย่างใกล้เคียงว่า ร่างกายของคน (มีน้ำหนักประมาณ ๗๐ กิโลกรัม = ๑๕๔ ปอนด์) มีแคลเซียมประมาณ ๑,๐๐๐ กรัม ฟอสฟอรัส ๗๐๐ กรัม โปแตสเซียม ๒๕๐ กรัม กำมะถัน ๑๗๕ กรัม โซเดียม ๑๐๐ กรัม คลอรีน ๑๐๐ กรัม แมกนีเซียม ๓๕ กรัม เหล็ก ๓ กรัม และยังมีแมงกานีสและไอโอดีนอีกอย่างละเล็กน้อย คนที่มีสุขภาพสมบูรณ์และเข้มแข็งในการงานจะขับถ่ายของเสียที่เป็นเกลือแร่ออกทางปัสสาวะและอุจจาระ วันละประมาณ ๒๐ ถึง ๓๐ กรัม ซึ่งจะต้องหาใหม่จากอาหารทุกวัน เกลือแร่ที่ร่างกายต้องการจริง ๆ นั้น คือ สารประกอบของแคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็กและไอโอดีน

ส่วนมากของแคลเซียมและฟอสฟอรัสภายในร่างกายจะผสมกันเป็นแคลเซียม ฟอสเฟตในกระดูกและฟัน แต่ร่างกายจะขับทิ้งไปกับของเสียบ้าง ฉะนั้น จึงต้องมีเพิ่มเติมใหม่อยู่เสมอ เด็กที่กำลังเติบโต (กำลังสร้างกระดูกและฟัน) ต้องการแคลเซียมประมาณวันละ ๑ กรัม ผู้ใหญ่ต้องการน้อยเข้า อาหารที่มีแคลเซียมมากคือ นม เนย ไข่แดง ผักสีเขียว ถั่วต่าง ๆ ในที่บางแห่งน้ำดื่มกระด้าง ร่างกายจะได้รับแคลเซียมจากน้ำเหล่านี้

ร่างกายต้องการฟอสฟอรัสประมาณวันละ ๑ กรัม อาหารที่มีฟอสฟอรัสมาก คือ นม เนย ไข่แดง เนื้อสัตว์ (โดยเฉพาะตับและไต) ปลา ถั่ว และเมล็ดพืชต่าง ๆ

ร่างกายต้องการเหล็กประมาณวันละ ๐.๐๑ ถึง ๐.๐๒ กรัม เหล็กเป็นธาตุที่จำเป็นในการสร้างฮีโมโกลบินให้แก่เม็ดโลหิตแดง อาหารที่มีเหล็กคือ ปลาทะเล ไข่แดง ผักสีเขียว ข้าวกล้อง เมล็ดพืชทั้งเมล็ด ถั่วต่าง ๆ (nuts, peas, beans) เหล็กที่มีในอาหารนั้นมิใช่ว่าร่างกายจะดูดไปใช้ได้ทั้งหมด โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีฟอสฟอรัสมากซึ่งมันจะเข้าผสมกับเหล็กทำให้เป็นสารประกอบที่ละลายไม่ได้ ร่างกายก็ไม่สามารถดูดได้ ฉะนั้นอาหารที่ดีจึงควรมีแคลเซียมมากกว่าฟอสฟอรัส บางทีเขาเอาแคลเซียมคาร์บอเนตปนลงในแป้งสาลี เพื่อให้ฟอสฟอรัสและแคลเซียมมีอัตส่วนที่พอดีกันเพื่อช่วยให้ร่างกายสามารถดูดเหล็กได้

ร่างกายขับถ่ายเกลือโซเดียมคลอไรด์ออกไปประมาณวันละ ๑๒ กรัม โดยปนออกมากับปัสสาวะ เหงื่อ และอุจจาระ และในวันหนึ่งเราได้เกลือกินมาวันละ ๒ กรัม โดยกินอาหารจำพวกเนื้อสัตว์ ดังนั้นเราจึงควรเติมเกลือธรรมดาลงไปในอาหารอีกวันละประมาณ ๑๐ กรัม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเมื่อกินอาหารพวกผักมาก ๆ

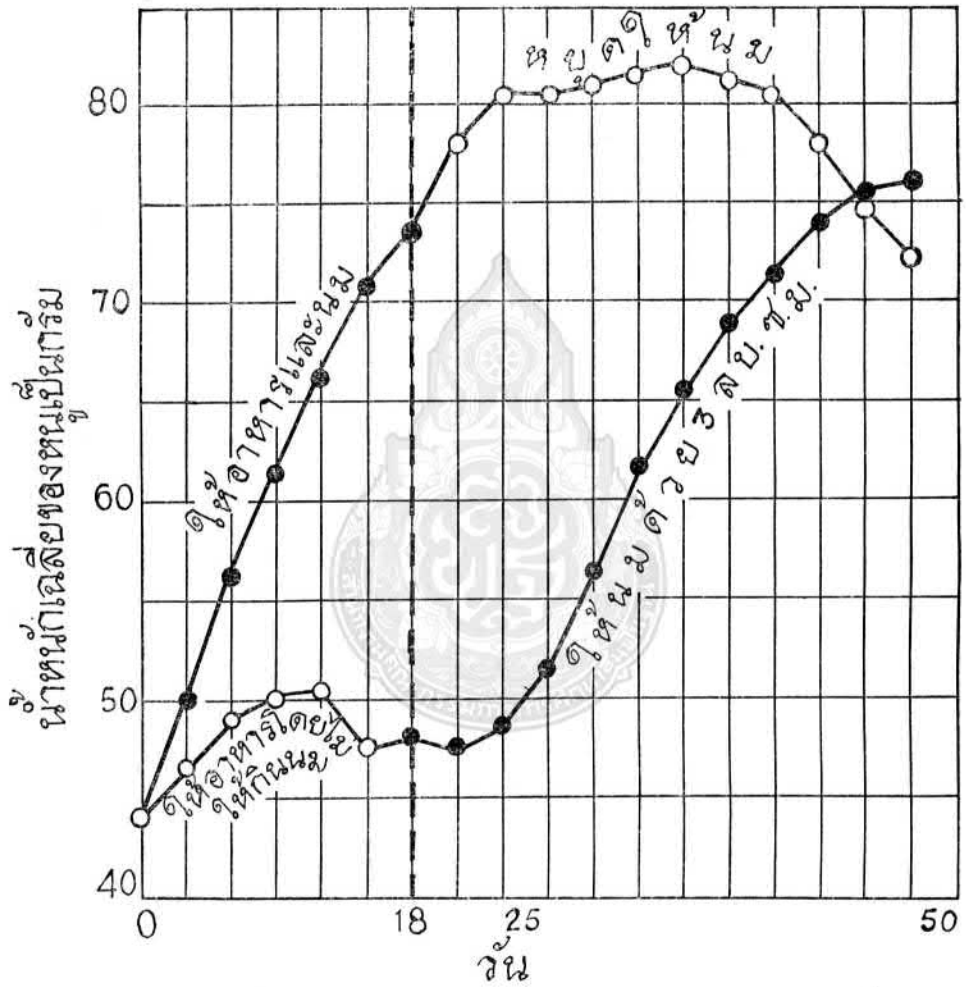
ร่างกายต้องการไอโอดีนน้อยมาก (ประมาณปีละ ๐.๐๐๕ กรัม) แต่ชาตินี้ก็มีความจำเป็นต่อการเติบโตของร่างกายและสมองมาก ไอโอดีนมีในน้ำทะเล กระแสลมที่พัดผ่านทะเลอาจหอบเอาน้ำทะเลขึ้นมาบนบกบ้าง พืชจะดูดเข้าสู่ลำต้นจากพื้นดินแล้วผสมเป็นสารประกอบ ฉะนั้นจึงไม่ใคร่มีการขาดไอโอดีน นอกจากถิ่นนั้นอยู่ห่างไกลจากทะเลมาก บางทีจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเติมโซเดียม ไอโอไดด์ลงในเกลือแกงที่ใช้เป็นอาหารบ้างเล็กน้อย เกลือและปลาทะเลเป็นอาหารที่ให้ไอโอดีนเป็นอย่างดี

ถ้าร่างกายขาดไอโอดีนจะเป็นโรคคอพอกซึ่งเป็นโรคของต่อมไทรอยด์ ต่อมนี้อยู่ตรงคอด้านหน้า (ดูรูปที่ ๔๗) เมื่อต่อมนี้บวมโตออกมาซึ่งเป็นอาการของโรคควรรีบไปปรึกษาแพทย์ เพราะว่าถึงแม้เกลือที่มีไอโอดีนจะป้องกันโรคคอพอกได้ แต่ใช้แก้โรคนี้ไม่ได้ ถ้าให้ไอโอดีนมากไปก็จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ การเติมไอโอดีนเป็นพิเศษลงในอาหารจะต้องปรึกษาแพทย์ก่อน ในสมัยก่อนตำบลใดที่มีโรคคอพอกกันมากเขาก็เอาโซเดียมไอโอไดด์เติมลงในเกลือแกงเสียก่อนแล้วจึงส่งไปยังร้านค้าก่อนที่จะส่งออกจำหน่าย

ไวตามิน

ได้มีการทดลองต่าง ๆ (โดยมากทดลองกับหนู บางทีก็กับคน) เพื่อพิสูจน์ความสำคัญของคาร์โบไฮเดรต ไขมัน โปรตีน น้ำ และเกลือแร่ ที่มีต่อสุขภาพของชีวิตมาแล้วมากมาย ในปี ค.ศ. ๑๙๑๐ ในประเทศอังกฤษ โปรเฟสเซอร์ โกแลนด์ ฮอปกินส์ได้ทำการทดลองเกี่ยวแก่เรื่องเหล่านี้ คือให้หนูกินอาหารที่เป็นคาร์โบไฮเดรต ไขมัน และโปรตีนที่บริสุทธิ์ รวมทั้งน้ำและเกลือแร่ด้วย ซึ่งในครั้งนั้นเข้าใจว่าทั้ง ๕ อย่างนี้เป็นอาหารที่จำเป็นแก่ร่างกาย กลับปรากฏว่าหนูนั้นผอมลงทุกที ในที่สุดก็ตายถึงแม้จะมีอาหารกินอย่างสมบูรณ์ จากการทดลองนี้ ฮอปกินส์สรุปว่าจะต้องมีอาหารอย่างอื่นอีกที่จำเป็นแก่ชีวิตของหนู ถึงแม้จะมีเพียงเล็กน้อยก็ตาม แต่เมื่อเขา

เลี้ยงหนูตัวอื่นด้วยอาหารอย่างเดียวกัน แต่เพิ่มนมสดหรือน้ำผลไม้สดให้อีกเล็กน้อย ก็ปรากฏว่าหนูมีสุขภาพสมบูรณ์ดี ฉะนั้นในนมสดและผลไม้สดนั้นคงจะต้องมีอะไรสักอย่างหนึ่งที่จำเป็นแก่ชีวิต ถึงแม้จะมีเพียงเล็กน้อยสักเท่าใดก็ตาม (ดูรูปที่ ๒๕) ทุกวันนี้เราพบอาหารที่จำเป็นเหล่านี้แล้วประมาณ ๑๒ อย่าง และเราเรียกว่าไวตามิน



รูปที่ 25 ผลการทดลองอย่างหนึ่งของฮอบคินส์

ในสมัยก่อนการเดินเรือในทะเลต้องใช้เวลานานมาก ลูกเรือมักได้รับความทรมานจากโรคลักกะบีดลักกะเบิด (โรค scurvy) ระหว่างเดินทางจากท่าเรือแห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่ง ซึ่งใช้เวลาหลายอาทิตย์ เช่น วาสโก ดากามา ระหว่างที่ทำการแล่นเรือข้ามแหลมกูดโฮปในปี ค.ศ. ๑๔๙๗

ได้เสียชีวิตลูกเรือไปกว่า ๑๐๐ คน ทุกคนตายด้วยโรคสเคอวี ในปี ค.ศ. ๑๗๗๒ กัปตันคุกเดินทางเป็นระยะไกลไปยังทวีปออสเตรเลีย ลูกเรือไม่เป็นโรคสเคอวีเลย เดี๋ยวนี้เราทราบแล้วว่าผลไม้และผักสดที่เขาแจกจ่ายให้ลูกเรือกินนั้นมีไวตามินป้องกันโรคสเคอวีได้ ในเวลาใกล้ ๆ กันนั้น ลินด์พบว่าส้มและมะนาวแก้โรคสเคอวีได้ (นอกจากป้องกัน) และในขณะนั้นอังกฤษได้ออกกฎหมายบังคับให้เจ้าของเรือจ่ายน้ำมะนาวให้แก่ลูกเรือระหว่างเดินทางไกล ๆ

โรคขาดไวตามินอีกอย่างหนึ่งเรียกว่าโรคเหน็บชา (หรือโรค beri—beri) โรคนี้เป็นแก่ลูกเรือแห่งราชนาวีญี่ปุ่น ประมาณ ๓ จนกระทั่งถึงปี ค.ศ. ๑๘๘๔ ราชนาวีได้เปลี่ยนข้าวบาร์เลย์ทั้งเม็ดแทนข้าวขาวบางส่วน ส่วนกองทัพบกไม่เปลี่ยน ขณะสงครามระหว่างรัสเซียและญี่ปุ่นปรากฏว่าทหารในกองทัพบกป่วยเป็นโรคเหน็บชาประมาณ ๒๐๐,๐๐๐ คน แต่ทหารเรือไม่ป่วยเลย จึงแน่ใจว่าจะมีอะไรบางสิ่งบางอย่างในข้าวบาร์เลย์ทั้งเม็ดซึ่งช่วยป้องกันโรคเหน็บชาได้ ในเวลาใกล้ ๆ กันนี้ ในชวาการเปลี่ยนวิธีสีข้าวด้วยมือเป็นสีด้วยเครื่องจักรทำให้ข้าวขาวมากขึ้น และก็ทำให้โรคเหน็บชาระบาดมากขึ้นด้วย ในปี ค.ศ. ๑๘๙๗ (ดร.) ไอค์แมน แพทย์ประจำเรือนจำ ได้สังเกตว่าโรคเหน็บชามิใช่เป็นแต่กับนักโทษอย่างเดียว แต่เป็นกับไก่ที่เลี้ยงด้วยเศษอาหารจากเรือนจำด้วย เขาจึงเริ่มทดลองกับไก่ พวกหนึ่งเลี้ยงด้วยข้าวทั้งเม็ด พวกหนึ่งเลี้ยงด้วยข้าวสีไม่หมดเปลือก อีกพวกหนึ่งเลี้ยงด้วยข้าวที่สีจนขาวสะอาด ไก่ที่เลี้ยงด้วยข้าวขาวเท่านั้นที่เป็นโรคเหน็บชา แต่ถ้าให้ข้าวทั้งเม็ดหรือข้าวสีไม่หมดเปลือกก็จะหายได้ ดร. ไอค์แมนจึงทดลองกับนักโทษเป็นจำนวนมาก และพบว่าพวกที่ให้กินข้าวขาว ๓๙ % เป็นโรคเหน็บชา พวกที่กินข้าวสีไม่หมดเปลือกเป็นโรคน้อยมาก คือ ใน ๑๐,๐๐๐ คนเป็นเพียงคนเดียว การทดลองนี้ย่อมแสดงให้เห็นโดยแจ่มชัดแล้วว่าจะต้องมีสารอะไรสักอย่างหนึ่งที่อยู่ถัดเมล็ดข้าวออกมาที่สามารถป้องกันโรคเหน็บชาได้ สารนี้ต่อมาเรียกว่าไวตามิน B

ไวตามินที่จะกล่าวถึงมีไวตามิน A, B และ C ไวตามิน A ของเดิมนั้นต่อมาได้พบว่าประกอบด้วยสารถึงสามชนิดซึ่งต่างก็มีชื่อใหม่ดังนี้ ไวตามิน A ไวตามิน D (ป้องกันโรคกระดูกอ่อน) และไวตามิน E (ควบคุมการสืบพันธุ์) ฉะนั้น อาหารใดที่มีไวตามิน A ก็มักจะมีไวตามิน D และ E ด้วยเสมอ ไวตามิน B ของเดิมนั้นต่อมาก็พบว่าประกอบด้วยไวตามินอย่างน้อยสองชนิด ชนิดแรกถ้าต้มให้เดือดจะถูกทำลายไป (ไวตามิน B ป้องกันโรคเหน็บชา) อีกชนิดหนึ่ง

ไม่ถูกทำลายด้วยความร้อน (ไวตามิน B_2 หรือในอเมริกาเรียกว่าไวตามิน G) บ้องกันโรคผิวหนังของหนู ต่อมาทราบเพิ่มเติมอีกว่าไวตามิน B_2 ประกอบด้วยสารอย่างอื่นอีก คือ กรดนิโคตินิค หรือไวตามิน P—P บ้องกันโรคผิวหนังที่เรียกว่าเพลลากรา มักเป็นกับคนที่ใช้ข้าวโพดเป็นอาหารส่วนใหญ่ ไม่มีนมหรือเนื้อสัตว์รับประทาน ไวตามิน K ช่วยให้โลหิตแข็งเมื่อเป็นบาดแผล ถ้าหากขาดไวตามินนี้เมื่อโลหิตไหลเนื่องจากบาดแผลจะไหลไม่ใคร่หยุดเพราะมันไม่แข็ง ไวตามิน K มีในผักสีเขียวและผลไม้สด

ไวตามิน A,D,E และ K เรียกว่า "ไวตามินที่ละลายได้ในไขมัน" คือ ละลายได้ในไขและมันแต่ไม่ละลายในน้ำ ส่วนไวตามิน C และ B เป็น "ไวตามินที่ละลายได้ในน้ำ" แต่ไม่ละลายในไขมัน ท่านจะเข้าใจความหมายของพวกนี้ดีขึ้นเมื่อกล่าวถึงการหุงหาอาหาร

ก่อนที่จะกล่าวถึงหน้าที่และแหล่งของไวตามินที่สำคัญเหล่านี้ ท่านควรทราบเสียก่อนว่าไวตามินมิได้เป็นของเร้นลับมหัศจรรย์แต่ประการใด ไวตามินเป็นสารที่ร่างกายต้องการ (เพียงเล็กน้อย) แต่ร่างกายไม่สามารถสร้างขึ้นได้ ถ้าหากท่านจัดอาหารที่รับประทานประจำวันได้ถูกต้องดีท่านก็จะได้รับไวตามินเหล่านั้นอย่างเพียงพอ และไม่จำเป็นต้องไปซื้อไวตามินขวดจากร้านขายยาเลย (แต่ไวตามินขวดเหล่านี้มีความจำเป็นสำหรับนายแพทย์ผู้เชี่ยวชาญทางโรคขาดไวตามินของคนไข้มาก) ควรจำไว้ว่าบรรพบุรุษของเราที่ล่วงลับไปนานมาแล้วนั้นมักมีอายุยืนและมีสุขภาพสมบูรณ์โดยมิได้กินไวตามินขวดแต่ประการใด นอกจากอาหารประจำวันเท่านั้น ถ้าหากท่านกินอาหารสด อาหารตามธรรมชาติ—ผักสีเขียว ผลไม้สด นมและไข่ ท่านจะได้ไวตามินทุกชนิดที่ร่างกายต้องการ วิทยาศาสตร์สมัยใหม่เป็นเพียงศึกษาถึงกริยาของมัน แยกมันออกมาเป็นสารบริสุทธิ์ ตรวจวิเคราะห์ทางเคมี วัดและตรวจดูผลของมันตามหลักมาตรฐาน บางชนิดอาจสังเคราะห์ขึ้นได้จากห้องทดลอง คือสร้างขึ้นจากองค์ประกอบอย่างง่าย ๆ แทนที่จะต้องสกัดออกจากอาหาร

ไวตามิน A ได้จากอะไรบ้าง และมีคุณค่าอย่างไรบ้าง

ไวตามิน A ช่วยให้ร่างกายเจริญเติบโตมีสุขภาพสมบูรณ์และแข็งแรง ผิดกับไวตามิน B,C และ D คือถ้าขาดไวตามิน A ในอาหารจะไม่ทำให้เกิดโรคอย่างใด สัตว์ที่ขาดไวตามินนี้จะหยุดเติบโตและตาย ไวตามินนี้ช่วยให้เยื่อบุผิวต่าง ๆ เปียกชื้นอยู่เสมอ เช่น เยื่อบุผิวในลำไส้

ปอด หลอดลม ท่อของต่อมต่าง ๆ และเยื่อบุผิวด้านในของหนังตาที่คลุมลูกตาอยู่ ไวตามิน A ยังช่วยให้เยื่อบุผิวเหล่านี้มีความต้านทานต่อโรคภัยไข้เจ็บที่จะรุกรานอีกด้วย คนในประเทศร้อนมักเป็นโรคขาดไวตามิน A ทำให้เยื่อบุผิวต่าง ๆ แห้งและหยาบ ที่เกิดอันตรายมากคือที่นัยน์ตา และหลอดลม ผิวหนังก็อาจจะแห้งและหยาบ โรคอีกอย่างหนึ่งเนื่องจากขาดไวตามิน A คือ "ตาบอดกลางคืน" คือคนไข้จะเห็นสิ่งต่าง ๆ ชัดในเวลากลางวันเท่านั้น พอตกกลางคืนมองอะไรไม่เห็น เป็นโรคที่เป็นกับคนในประเทศร้อนมากกว่าที่อื่น

ไวตามิน A มักพบในไขสัตว์เหลือง (เช่น ไขจากตับและเนย) ไข่แดง นม และเนย ในน้ำมันตับปลามีมากเป็นพิเศษ (เช่น ปลาฮาลิบัท ปลาคอดและปลาฉลาม) ฉะนั้น น้ำมันตับปลาจึงใช้บ้องกันและรักษาโรคขาดไวตามิน A ได้เป็นอย่างดี (และยังได้ไวตามิน D ด้วย)

ในพืชไม่มีไวตามิน A แต่สีเขียวของพืชหลายชนิดสามารถสร้างแคโรตีน (carotene) ซึ่งเมื่อเข้าสู่ร่างกายเราแล้วอาจเปลี่ยนเป็นไวตามิน A ได้ แคโรตีนเป็นสารสีแดงแกมเหลืองมีมากในข้าวแครอต carrots จึงได้ชื่อเป็นแคโรตีน สีเขียวของพืช และแคโรตีนจะเกิดขึ้นเมื่อถูกแสงแดด สีเขียวยิ่งเข้มก็ยิ่งมีแคโรตีนมาก ฉะนั้น อาหารที่ได้จากพืชสีเขียวจึงจำเป็นแก่ร่างกาย เพราะเป็นแหล่งของแคโรตีน ซึ่งร่างกายอาจเปลี่ยนให้เป็นไวตามิน A ได้ ผักกินหัว (นอกจากที่มีสีเหลืองหรือแดงดังในแครอตและมันเทศเปลือกแดง) ไม่มีแคโรตีนหรือมีก็มีน้อยมาก มะเขือเทศ มะละกอ มะม่วง และกล้วยมีแคโรตีนมากกว่าผลไม้ชนิดอื่น น้ำมันปาล์มสีแดงมีแคโรตีนมาก ใช้แทนน้ำมันตับปลาได้เป็นอย่างดี จึงมีคุณค่ามากทั้งทางใช้เป็นอาหารประเภทไขมัน และทอดของโดยใช้น้ำมันมาก ๆ

ไวตามิน A และแคโรตีนไม่ละลายในน้ำ และไม่แยกสลายเมื่อถูกความร้อนนอกจากมีออกซิเจนอยู่ด้วย การต้มในน้ำเดือดจึงไม่ทำให้ไวตามิน A หรือแคโรตีนเสียไป การทอดโดยใช้น้ำมันน้อยหรือการย่างในอากาศจะทำให้ไวตามิน A ในไขมันเสียไปบ้าง เนื้อกระป๋องและนมกระป๋องจะรักษาไวตามินไว้ได้ เพราะเตรียมและเก็บไว้ภายในกระป๋องที่ปิดสนิท ปราศจากอากาศ

ค่าของไวตามิน A ในอาหารเมืองร้อนได้เขียนไว้ให้ดูในท้ายบทแล้ว

ไวตามิน B_1

ไวตามิน B หรือไทอามีน เป็นไวตามินป้องกันโรคเหน็บชา ถ้าหากอาหารขาดไวตามินนี้ ระบบย่อยอาหารจะมีอาการผิดปกติเริ่มขึ้นก่อน ต่อมาก็จะลุกลามไปถึงประสาทกล้ามเนื้อและ

หัวใจตามลำดับ ถ้าหากแก้ไขโดยให้ไวตามิน B ไม่ทันคนไข้จะตาย อาการที่เป็นมากจะเกิดขึ้นต่อเมื่อขาดไวตามิน B_1 อย่างหนัก ถ้าหากอาหารมีไวตามิน B_1 อยู่บ้างแต่ไม่เพียงพอ เช่นนั้นแล้วจะทำให้กระทบกระเทือนต่อระบบประสาท ระบบการย่อยอาหารและวงจรโลหิต แต่ไม่มีอาการของโรคใด ๆ ให้เห็นเด่นออกมา

โรคเหน็บชามักเป็นกับคนที่อาศัยข้าวเป็นอาหารหลัก ไวตามิน B_1 ส่วนมากจะอยู่ในปลอกข้าวชั้นนอก ฉะนั้น ถ้าหากข้าวถูกสีจนขาวสะอาด ไวตามินนี้จะหลุดไป ฉะนั้น คนที่ใช้ข้าวขาวเป็นอาหารโดยมิได้รับไวตามิน B_1 จากอาหารอย่างอื่นก็จะเป็นโรคเหน็บชา คนที่กินข้าวสาลีที่สีจนขาว หรือมันสำปะหลัง ก็เป็นโรคเหน็บชาได้เช่นเดียวกัน ปริมาณของไวตามิน B_1 ที่ร่างกายต้องการจะขึ้นอยู่กับปริมาณของคาร์โบไฮเดรต และไขมันที่กินเข้าไปด้วย ถ้ากินคาร์โบไฮเดรตมากก็ต้องการไวตามิน B_1 มากด้วย ถ้าหากอาหารมีไวตามิน B_1 มากร่างกายก็จะดำเนินไปตามปกติ แต่ถ้าอาหารส่วนมากเป็นข้าวขาวที่ขาดไวตามิน B_1 ถ้ากินมากก็จะทำให้ร่างกายขาดไวตามิน B_1 เร็วเข้า ฉะนั้นโรคเหน็บชาจึงมักเป็นกับคนกินจุ (กินข้าวขาวมาก) มากกว่าคนกินน้อยเกินไป (กินข้าวขาวน้อย) ถ้าอาหารนอกนั้นเหมือนกัน

ไวตามิน B_1 มักจะมีอยู่ในอาหารแทบทุกอย่างแต่เป็นจำนวนน้อยมาก อาหารที่มีไวตามิน B_1 มากคือ ไข่แดง ตับและไต ถั่วตากแห้ง เมล็ดพืชทั้งเมล็ด (เช่นข้าว ข้าวสาลี ข้าวโพด และข้าวบาร์เลย์) ไวตามิน B_1 มีมากที่สุดใน ยีสต์ ซึ่งมักใช้ผสมลงในอาหาร เพื่อป้องกันและรักษาโรคเหน็บชา อาหารยีสต์ทุกวันนี้สามารถเตรียมได้เป็นจำนวนมากในประเทศร้อน เขาเอายีสต์ (เป็นพืชเซลเดียวซึ่งต้องส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์) มาเพาะลงในกากน้ำตาล (โมลาสเสส) ซึ่งเป็นกากที่เหลือจากอุตสาหกรรมทำน้ำตาลทรายขาว นอกจากยีสต์จะมีไวตามิน B ต่าง ๆ มากแล้วยังมีโปรตีนอีกเป็นจำนวนมาก โปรตีนของยีสต์ถ้าหากกินพร้อม ๆ กับโปรตีนของถั่วจะทำให้โปรตีนของถั่วดีขึ้นมาก จากผลของการทดลองกับสัตว์แสดงให้เห็นว่าอาหารยีสต์ที่ผสมลงในอาหารถั่วจะทำให้อาหารนั้นมีค่าคล้ายกับอาหารถั่วผสมกับนม การเพิ่มอาหารยีสต์ลงในอาหารประจำวัน วันละครึ่งออนซ์จะทำให้คุณค่าของอาหารนั้นสูงขึ้นมาก

ข้าวเป็นอาหารสำคัญของมนุษย์เกือบครึ่งโลก ฉะนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องรักษาไม่ให้คุณค่าเสื่อมโทรมลง เช่นการสี การเก็บ การขนส่ง การหุงหา เป็นต้น เมื่อเปรียบเทียบสมบัติทางเคมีของข้าวกล้องกับข้าวขาว จะเห็นว่าในข้าวขาวเสียอาหารดี ๆ ไปเป็นจำนวนมาก คือ โปรตีน

เสียไป ๓๐ % ไขมัน ๘๐ % สารประกอบของแคลเซียม ๘๕ % สารประกอบของเหล็ก ๖๕ % คนที่กินข้าวกล้องไม่เป็นโรคเหน็บชา เพราะปลอกนอกของเมล็ดข้าวมีไวตามิน B_1 ข้าวที่สีด้วยมือ (ข้าวซ้อมมือ) มีปลอกนอกเหลืออยู่มาก จึงมีไทอามินพอกับความต้องการ ส่วนข้าวที่สีด้วยเครื่องจะไม่มีเหลืออยู่เลย ข้าวกล้องวันละปอนด์ จะช่วยป้องกันมิให้เป็นโรคเหน็บชาได้เป็นอย่างดี ถึงแม้จากข้าวจำนวนนี้จะมีไวตามินเล็กน้อยสักเพียงใดก็ตาม คนที่ไร้การศึกษามักนิยมข้าวขาว โดยเข้าใจว่าข้าวขาวสะอาดกว่า ร้านค้ารู้สึกว่าขายข้าวขาวได้กำไรดีกว่า เพราะเก็บไว้ได้นานกว่าข้าวกล้อง การศึกษาเท่านั้นที่จะช่วยให้มนุษย์เข้าใจเรื่องเกี่ยวกับอาหารดีขึ้น

ในบางประเทศเขากินข้าว**พาบอยลด์** (**ข้าวนึ่ง**) แทนข้าวขาว ซึ่งทำให้โรคเหน็บชาลดลงได้มาก เขาเอาข้าวกล้องมาแช่น้ำ แล้วอบไอน้ำเดือดและทำให้แห้งแล้วจึงเอาไปสี ระหว่างแช่น้ำและอบไอน้ำเดือด ไวตามิน B_1 จะซึมเข้าไปสู่ใจกลางของเมล็ดข้าว เมื่อนำข้าวไปสี ไวตามิน B_1 จึงไม่เสียไป การทำข้าวพาบอยลด์ยังช่วยทำให้เมล็ดข้าวเหนียวเข้า เมื่อนำไปสี เมล็ดข้าวไม่ใคร่หัก ข้าวขาวโดยมากมักมีร่องเล็ก ๆ ตรงปลายข้างหนึ่ง (ดูรูปที่ ๒๖) ตรงนี้เดิมเป็นที่อยู่ของถุกอ่อน เมล็ดข้าวพาบอยลด์ไม่มีร่องนี้ เพราะถุกอ่อนเกือบไม่ถูกขัดสีให้หลุดไปเลย ถึงแม้ถุกอ่อนจะมีอยู่เพียง๑.๕% ของเมล็ดข้าวทั้งหมดก็ตาม แต่มันมีไทอามีนถึง ๖๐ % ของทั้งหมด ถ้าข้าวนั้นสีจนขาวสะอาดถุกอ่อนจะหลุดไปหมด แต่ในข้าวพาบอยลด์มันจะคงอยู่ **ในกระบวนการสมัยใหม่ที่เรียกว่า "ไรซ์–คอนเวอชัน"** ก็เป็นวิธีปรับปรุงการทำข้าวพาบอยลด์ให้ดีขึ้นเท่านั้น คือแทนที่จะอบไอน้ำเดือดที่มีความดันปกติแล้วเอาไปตากให้แห้งด้วยแสงแดด เขาเอาเมล็ดข้าวใส่ลงในภาชนะที่ปิดสนิทแล้วสูบอากาศออกให้มีความดันต่ำก่อนที่จะแช่ลงในน้ำภายใต้ความดันที่เพิ่มขึ้น ข้าวที่ได้เรียกว่าข้าว "คอนเวิตเตด" เอาไปตากให้แห้งในภาชนะสูญญากาศแล้วจึงนำไปสี ข้าวที่ได้จะรักษาไทอามีนไว้ได้ถึง ๙๐ % ของจำนวนเดิม ข้าวพาบอยลด์และข้าวคอนเวิตเตดจึงมีปริมาณของไทอามีนมากกว่าข้าวขาวตามปรกติมาก ผู้บริโภคข้าวชนิดนี้จึงไม่ใคร่เป็นโรคเหน็บชา



ก.ข้าวเปลือก ข.ข้าวสารยังไม่ได้ขัด ค.ขัดแล้ว

รูปที่ 26 การสีข้าวระยะต่างๆ

การสีข้าวที่ขัดจนเมล็ดขาวสะอาดจะทำให้ไทอามีน ไขมัน แคลเซียม และเหล็กซึ่งเป็นสารสำคัญหลุดออกจากข้าวไป ความจริงสารที่สกัดได้จากรำอาจเอาไปใช้ในการแก้โรคเหน็บชาได้ (ในบางประเทศเขาใช้รำเลี้ยงหมู จึงไม่เป็นที่สงสัยว่าเหตุใดเนื้อหมูจึงมีไวตามิน B_1)

ถ้าที่ใดใช้ข้าวเป็นอาหารประจำจะต้องระวังโรคเหน็บชาที่อาจเกิดขึ้นได้โดย

(๑) ต้องเก็บข้าวไว้ในที่ที่เหมาะ ทั้งก่อนและหลังการสี เพื่อป้องกันมิให้ไทอามีนเสื่อมไป คือจะต้องเอาข้าวมาตากให้แห้งสนิทเสียก่อน แล้วจึงเก็บไว้ในที่ที่ไม่ถูกกับอากาศ

(๒) ต้องหุงต้มอย่าล้างข้าว (ซาวข้าว) เพราะไทอามีนละลายในน้ำ เมื่อเทน้ำทิ้งไทอามีนก็เสื่อมไปเปล่า ๆ ถ้าหากใช้ข้าวขาวขัดมันจึงจะต้องล้างน้ำเพื่อล้างฝุ่นที่ใช้ขัดข้าวออก ผู้บริโภคข้าวไม่ใคร่พอใจที่โรงสีใช้ฝุ่นขัดเมล็ดข้าว ถ้าหากข้าวนั้นเก็บไว้ดีและสีเสร็จใหม่ ๆ (โดยไม่ใช้ฝุ่นขัด) ก็ไม่จำเป็นจะต้องล้างข้าวนั้น

(๓) ในการหุงไม่ควรใส่น้ำมาก ถ้าหากหุงแบบเช็ดน้ำไทอามีนและเกลือแร่จะเสื่อมไปในน้ำข้าว แต่ถ้าหุงแบบไม่เช็ดน้ำ ก็จะไม่เสียสารเหล่านี้ไป (ถ้าหุงแบบเช็ดน้ำอย่าเทน้ำข้าวทิ้ง เอาไปผสมกับนมกระป๋องหรือนมผงใช้เป็นอาหารได้อีก)

(๔) จะต้องหาไทอามีนจากอาหารอื่นอีกนอกจากข้าว เช่น จากยีสต์ และถั่วต่าง ๆ ขณะหุงต้มไวตามิน B_1 จะไม่แยกสลายนอกจากมีด่าง คนบางคนชอบใส่โซดาทำขนมบังลงในอาหารผักสีเขียวบ้างเล็กน้อย ขณะหุงต้ม เพื่อทำให้สีเขียวของผักยังคงอยู่ซึ่งเป็นวิธีที่ผิดมาก เพราะไวตามิน B (และ C ด้วย) ถูกทำลายหมดไป ค่าของไวตามิน B_1 ในอาหารต่าง ๆ ได้มีอยู่ในบัญชีท้ายบทแล้ว

กรดนิโคตินิค–ไวตามินป้องกันโรคเพลากรา (pellagra)

เพลากรามักเป็นกับคนที่ใช้ข้าวโพดเป็นอาหารประจำ ผิวหนังจะหยาบและเป็นแผ่น ๆ มีความเจ็บปวด โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อถูกแดด ระบบประสาทและระบบย่อยอาหารก็ผิดปกติ ถ้าหากรักษาไม่ถูกวิธีคนไข้ก็จะค่อย ๆ ทรุดโทรมลง โรคนี้มีระบาดทั่วไปในภาคใต้ของสหรัฐอเมริกา และในประเทศร้อนที่พลเมืองอาศัยข้าวเป็นอาหารประจำแต่ไม่ใคร่มีเนื้อสัตว์กิน คนที่กินเนื้อ ไข่ ปลา นม เนย และพืชผักสีเขียวพอเพียงจะไม่เป็นโรคเพลากราเลย เพราะว่าอาหารเหล่านี้มีกรดนิโคตินิค (หรือไนอาซิน) ซึ่งเป็นไวตามินอีกชนิดหนึ่งในกลุ่มไวตามิน

บางทีก็เรียกว่า ไวตามิน P—P โรคเพลากราเข้าใจว่าจะเกิดจากการขาดไวตามินอย่างอื่นด้วย นอกจากกรดนิโคตินิค

ยีสต์มีกรดนิโคตินิคมากจึงเหมาะที่จะใช้สำหรับรักษาโรคเพลากราได้

ไรโบฟลาวิน Riboflavin — หรือไวตามิน B_2

ไวตามินอีกอย่างหนึ่งในกลุ่มไวตามิน B คือ ไรโบฟลาวินหรือไวตามิน B_2 การขาดไวตามินชนิดนี้ไม่ปรากฏว่าทำให้เกิดโรคขาดไวตามินที่เห็นเด่นชัดอย่างใด ไวตามิน B_2 นี้ช่วยให้ร่างกายเติบโตอย่างถูกสุขภาพ เมื่อรวมกับไทอามีนและกรดนิโคตินิคก็จะช่วยให้ร่างกายใช้คาร์โบไฮเดรตได้เป็นประโยชน์ดี นอกจากนี้ไวตามิน B2 ยังช่วยให้ผิวหนังมีสุขภาพดี โดยเฉพาะอย่างยิ่งตามหนังรอบตาและปาก ไรโบฟลาวินมีมากในเนื้อสัตว์ (โดยเฉพาะในตับและไต) นม ไข่ ถั่วเหลือง พืชผักสีเขียว และยีสต์

ไวตามิน C —กรดแอสคอร์บิค (Ascorbic acid)

ไวตามิน C เป็นไวตามินป้องกันโรคสเคอวี เรียกอีกชื่อหนึ่งว่า กรดแอสคอร์บิค ไวตามิน C มีอยู่ในผลไม้และผักสด ถ้าร่างกายขาดไวตามิน C หลาย ๆ อาทิตย์โดยไม่ได้กินผลไม้และผักสด จะทำให้เป็นโรคฉีกกะบีดฉีกกะเบียดหรือโรคสเคอวี โรคนี้มีอันตรายมาก ในที่สุดจะทำให้ร่างกายเกือบทุกส่วนผิดปกติไปหมดโดยเฉพาะอย่างยิ่งคือระบบโลหิต ผนังเส้นโลหิตฝอยจะเปื่อย โลหิตก็ไหลออกมา ถูกกระทบกระเทือนแต่เพียงเบา ๆ ก็จะฟกช้ำดำเขียวตามข้อและแขนขาบวมแดงปวด เหงือกรอบ ๆ ฟันบวมทำให้ฟันหลอน โรคนี้ทำอันตรายถึงชีวิตนอกจากจะให้ไวตามินทันท่วงที การรักษาก็หายได้อย่างประหลาดเพียงสองสามวันเท่านั้นโดยให้ดื่มน้ำส้มหรือน้ำมะนาวเพียงเล็กน้อย ราชนาวีอังกฤษสามารถป้องกันโรคนี้ได้ ตั้งแต่ปี ค.ศ. ๑๗๙๕ โดยให้กะลาสีดื่มน้ำมะนาววันละ ๑ ออนซ์ทุกวัน (ประมาณ ๓๐ ลบ. ซม.) ร่างกายของเราต้องการไวตามิน C อย่างน้อยที่สุดประมาณวันละ ๐.๐๑ กรัม เพื่อป้องกันโรคฉีกกะบีดฉีกกะเบียด แต่ตามปกติควรกินมากกว่านี้สองหรือสามเท่าเพื่อให้แน่ใจว่าร่างกายจะได้รับไวตามิน C เพียงพอ เพราะการขาดไวตามิน C ยังทำให้เกิดโรคอื่น ๆ ได้อีก อาหารประจำวันของคนในประเทศร้อนมักขาดไวตามิน C บางรายขาดมากจนมีอาการของโรคสเคอวีเกิดขึ้น การขาดไวตามิน C ในอาหารประจำวันทำให้ร่างกายขาดความต่อต้านต่อโรคที่เกิดจากบักเตรี บาดแผลที่เกิดขึ้นมักมี

หนองมากและรักษาให้หายยาก ถึงแม้ในอาหารที่มีไวตามินพอเพียงที่จะป้องกันโรคสเคอวี่แต่ก็ไม่พอเพียงที่จะทำให้การสร้างกระดูกและฟันเป็นไปโดยเหมาะสมได้ ทำให้ฟันคลอนและผุง่าย เหงือกก็จะบวมและโลหิตออกง่าย ความจริงอาการเหล่านี้เป็นจุดเริ่มต้นของการขาดไวตามิน c แล้ว

ไวตามิน c มีในผลไม้สดและพืชผักสีเขียว เช่น ส้ม มะนาว ส้มโอ ฝรั่ง มะละกอ มะม่วง สับปะรด มะเขือเทศ สับปะรด ผักกาดหอม กะหล่ำปลี มันเทศ เป็นต้น มะละกอมีไวตามินซี c มากที่สุด (มีแคโรตีนซึ่งช่วยให้เกิดไวตามิน A ด้วย)

ถึงแม้ผักสีเขียวบางชนิดจะมีไวตามิน c มากกว่าในผลไม้ เราก็คงถือว่าเราได้ไวตามินซีจากผลไม้มากที่เดียว เพราะโดยมากเรากินผลไม้สด ๆ โดยไม่ต้องหุงต้ม ถ้าถูกความร้อนไวตามิน c จะถูกออกซิไดส์สูญหายไปหมด การตากแห้งการตากแดดเหล่านี้ทำให้ไวตามิน c เสียไปทั้งสิ้น อาหารทุกอย่างถ้าเติมโซดาลงไปไวตามิน c จะถูกทำลายหมด การเติมกรดเช่น น้ำส้ม น้ำมะนาว หรือมะขามจะช่วยรักษาไวตามิน c ผักสีเขียวควรจะหุงต้มโดยเร็วและใช้น้ำแต่เพียงเล็กน้อย ต้มให้เดือดราว ๑๐ ถึง ๑๕ นาทีก็พอ ไวตามิน c (และแคโรตีน) จะยังคงเหลืออยู่ (การหุงต้มช้า ๆ ที่อุณหภูมิต่ำจะทำลายไวตามิน c ในผักหมด) ผักสีเขียวที่ไม่ได้กินสด ๆ มักไม่มีไวตามิน c เหลืออยู่เลย (แคโรตีนด้วย) พืชผักที่เก็บจากสวนครัวของตัวเอง และหุงต้มสด ๆ มีไวตามิน c มากกว่าที่ซื้อจากตลาด (และแคโรตีนด้วย) ซึ่งเก็บมานานจนเหี่ยวแล้ว ผลไม้และผักที่บรรจุกระป๋องตามวิธีใหม่ ๆ ไวตามิน c จะยังคงมีอยู่ ทั้งนี้เพราะเขาบรรจุกระป๋องโดยดูดอากาศออกจากเนื้อเยื่อของอาหารจนหมดเกลี้ยงก่อนจะปิดกระป๋อง ฉะนั้น ถ้าหากหาผลไม้สดกินไม่ได้ อาหารกระป๋องก็จะเป็นแหล่งของไวตามิน c ได้เป็นอย่างดี

นอกจากนี้ถั่วและเมล็ดพืชที่กำลังเริ่มงอกก็มีไวตามิน c มาก เมล็ดพืชพวกนี้ขณะที่แห้งจะมีไวตามิน c น้อยหรือไม่มีเลย แต่พอเริ่มงอกจะมีมาก ถ้าเอาเมล็ดพืชเช่น ถั่วเขียว ข้าวโพด ข้าวบาร์เลย์ ถั่ว (รวมทั้งถั่วเหลืองด้วย) แช่น้ำจนเปลือกนิ่ม แล้วปล่อยให้งอก กินเมล็ดพืชที่งอกนั้นสด ๆ หรือต้มให้เดือดโดยใช้เวลาเพียงเล็กน้อย ใช้เป็นอาหารที่ให้ไวตามิน c ได้เป็นอย่างมาก

เนื้อสด นม และเนยมีไวตามิน c น้อยมาก ควรจำไว้ว่าอาหารที่มีไวตามิน c มากคือ

ผลไม้สด เวลากินควรกินสด ๆ (แต่ควรล้างให้สะอาดเสียก่อน) ค่าของไวตามิน C ในอาหารต่าง ๆ ได้เขียนไว้ให้ดูแล้วในท้ายบท

ไวตามิน D – แคลซิเฟอโรล (Calciferol)

ไวตามิน D เป็นไวตามินป้องกันโรคกระดูกอ่อน ถ้าขาดไวตามินนี้มากจะทำให้เป็นโรคกระดูกอ่อน โรคนี้โดยมากเป็นกับเด็กอ่อน ซึ่งกระดูกและฟันยังไม่ใคร่แข็ง ผู้ใหญ่หรือเด็กที่โตแล้วก็อาจเป็นโรคเกี่ยวกับกระดูกอ่อนได้เช่นกันถ้าหากขาดไวตามินนี้อย่างรุนแรง ไวตามิน D มีหน้าที่ควบคุมการดูดซึมสารแคลเซียมและฟอสฟอรัสในอาหารที่ย่อยแล้วจากลำไส้ ถ้าขาดไวตามิน D ถึงแม้อาหารจะมีสารประกอบของแคลเซียมและฟอสฟอรัสมากก็ตาม ลำไส้ก็ไม่อาจดูดซึมเข้าร่างกายได้

ไวตามิน D มีอยู่ในไขมันของสัตว์ (มักมีปนกับไวตามิน A) อาหารที่มีไวตามิน D มากที่สุดคือ ตับปลา (เช่นปลาฉลาม ปลาคอดและปลาฮาลิบัท) น้ำมันตับปลาเหล่านี้ จึงใช้สำหรับป้องกันและรักษาโรคกระดูกอ่อน อาหารปกติที่มีไวตามิน D คือไขมันของปลา ไขมันของเนื้อ ไข่แดง นมและเนย (ถ้าหากวัวที่ให้นมนั้นได้รับแสงแดดพอเพียง) คนในประเทศร้อนไม่ใคร่รับประทานไขมันสัตว์ จึงไม่ใคร่ได้รับไวตามิน D จากอาหาร แต่นับว่าเคราะห์ดีที่พืชมีเชื้อสร้างสารที่คล้ายไวตามิน D เรียกเออกอสเตอโรล ergosterol ได้ ซึ่งอาจเปลี่ยนเป็นไวตามิน D เมื่อได้รับแสงแดด การเปลี่ยนแปลงนี้เกิดขึ้นในร่างกาย เมื่อมีเออกอสเตอโรลอยู่ตรงใต้ผิวหนัง ด้วยเหตุนี้คนในประเทศร้อนจึงไม่ใคร่เป็นโรคกระดูกอ่อน ถึงแม้จะกินไขมันน้อย แต่บางทีโรคนี้ก็อาจเป็นกับเด็กเล็ก ๆ ที่เลี้ยงกันในบ้านที่มืดไม่ได้รับแสงแดด โดยเฉพาะเด็กที่เลี้ยงด้วยนมข้นหวาน แต่โรคกระดูกอ่อนไม่ค่อยพบในเด็กโต เพราะว่าเด็กเหล่านั้นจะตายด้วยโรคกระดูกอ่อนเสียก่อนที่จะโตด้วยอาการทางทรวงอก กระเพาะ และลำไส้ (ซึ่งเป็นอาการในเด็กโรคกระดูกอ่อน และโรคอื่น ๆ) พอเด็กโตหัดคลาน เด็กก็จะรู้จักคลานไปหาแสงแดดซึ่งเพียงพอที่จะป้องกันโรคกระดูกอ่อนได้ ควรจำไว้ด้วยว่าแสงแดดอย่างเดียวไม่สามารถป้องกันโรคกระดูกอ่อนได้ แต่จะต้องมีเออกอสเตอโรลในร่างกายเสียก่อนโดยกินพืชสีเขียว

แม้ว่าเออกอสเตอโรลมีน้อยในพืชสีเขียวก็ดี แต่มีมากในยีสต์ ฉะนั้นทุกวันนี้มีอุตสาหกรรมเกี่ยวกับการสะกัดสารนี้จากยีสต์ เมื่อฉายแสงจากหลอดไฟปรอทซึ่งเป็นแสงแดด

เทียม เออกอสเตอโรลจะเปลี่ยนเป็นแคลซิเฟอโรล เขาเอาแคลซิเฟอโรลที่ได้นี้ผสมลงในอาหารที่ขาดไวตามิน D เช่น นมผง และมาจาริน (เนยเทียมทำจากน้ำมันพืชซึ่งไวตามิน D ได้สูญเสียไปในขณะที่ทำให้น้ำมันแข็ง)

หมายเหตุ ทุกวันนี้มีไวตามิน D ที่เข้มข้นทำเป็นเม็ดขายในท้องตลาด ซึ่งเป็นอันตรายสำหรับผู้ที่ไม่รู้ กินมากจนเกินไป ทำให้แคลเซี่ยมฟอสเฟตไปพอกตามที่ต่าง ๆ ของร่างกายผิดจากปกติไป

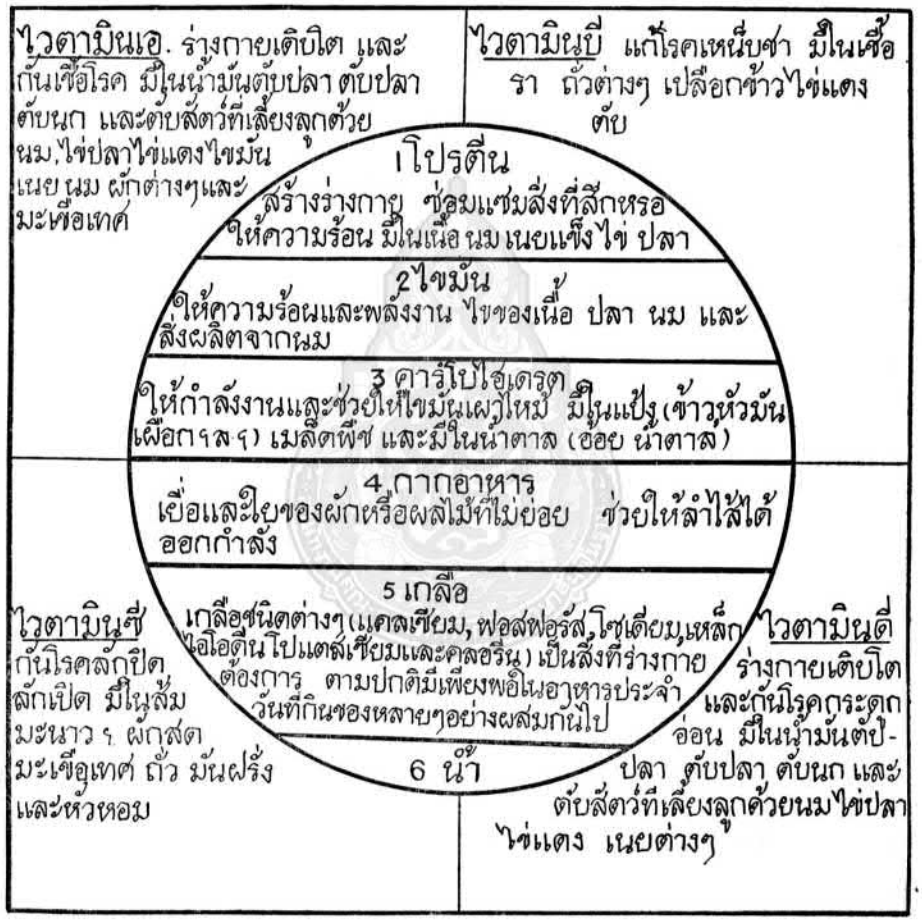
อาหารที่ใช้ในการป้องกัน

ตามที่เราเห็นแล้วว่าความต้องการขั้นแรกของเราคือ **อาหารที่ให้พลังงานและสร้างร่างกาย** นอกจากนี้อาหารยังต้องมีไวตามินและเกลือแร่ซึ่งเรียกว่า **"อาหารที่ใช้ในการป้องกัน"** ตามที่กล่าวถึงความสำคัญของไวตามินมาแล้วอย่างมากมายเช่นนี้ อย่าคิดไปว่าเราจะมีชีวิตอยู่ได้โดยกินแต่ไวตามินเท่านั้น อาหารประจำวันจะต้องมีปริมาณพอเพียงและมีคุณภาพดีด้วยร่างกายจึงจะสมบูรณ์ อาหารประเภทไวตามินและเกลือแร่นั้นถึงจะกินมากสักเท่าใดก็ไม่อาจทำให้ร่างกายมีสุขภาพสมบูรณ์ได้ ถ้าขาดอาหารประเภทที่ให้พลังงานและเสริมส่งร่างกาย

ความหมายของคำว่า "อาหารที่ใช้ในการป้องกัน" (protective food) นั้นแต่เดิมหมายถึงนม และพืชสีเขียว ตอนหลังขยายความไปถึงอาหารอื่น ๆ ที่มีไวตามินและเกลือแร่มาก และหมายถึงอาหารบางชนิด (ได้จากสัตว์) ที่มีคุณค่าที่จะให้กรดอมิโนเป็นพิเศษ บัญชีรายชื่อ "อาหารที่ใช้ในการป้องกัน" ที่องค์การสากลบางแห่งได้พิมพ์ไว้หมายความถึงพืชสีเขียว ผลไม้สด ถั่วทั้งเม็ด เมล็ดพืชต่าง ๆ ทั้งเม็ด น้ำมันตับปลา นม และผลิตผลจากนม เนื้อสัตว์ ปลา และไข่ อาหารเหล่านี้คนในประเทศร้อนไม่ใคร่ได้กิน เหตุผลก็คือมีราคาแพง หรือเป็นเพราะไม่เข้าใจเรื่องคุณค่าของอาหารประเภทนี้ ทั้งรสก็อร่อยสู้อาหารคาร์โบไฮเดรตไม่ใคร่ได้ อีกประการหนึ่งก็คือถ้าขาด "อาหารที่ใช้ในการป้องกัน" จะไม่ทำให้รู้สึกหิวเหมือนเมื่อขาดอาหารที่ให้พลังงาน การขาด "อาหารที่ใช้ในการป้องกัน" ในอาหารประจำวันจึงไม่ทำให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บให้เห็นเด่นชัด แต่คนที่มีชีวิตอยู่ด้วยอาหารที่ขาดความพอดีเช่นนี้นับว่าหมิ่นเหม่ต่ออันตรายมาก ทำให้ร่างกายและสมองไม่แข็งแรงแจ่มใส

เมื่ออาหารประจำวันมีอาหารที่ให้พลังงานไม่พอเพียงจะทำให้รู้สึกหิว เขาจะกินอาหาร

มากให้สมกับความหิวนั้น แต่การขาด "อาหารที่ใช้ในการป้องกัน" จะไม่ทำให้หิวแต่จะทำให้เกิดความอ่อนเพลียทั้งทางสมองและร่างกาย ผลที่เกิดจากการขาดอาหารชนิดนี้เป็นการยากที่จะสังเกตเห็นได้ดังการขาดอาหารที่ให้พลังงาน ฉะนั้น การเลือกอาหารที่สมดุลย์จึงเป็นสิ่งสำคัญ ในรูปที่ ๒๗ แสดงให้เห็นอาหารประจำวันที่มีองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ร่างกายต้องการ บัญชีอาหารในท้ายบทแสดงให้เห็นปริมาณของอาหารประจำวันที่ร่างกายต้องการ



รูปที่ 27 อาหารถูกส่วน

เท่าที่กล่าวมานี้คงจะทำให้ท่านเข้าใจเรื่องอาหารได้ดีขึ้นแล้ว และควรจะตัดสินได้ว่าควรเชื่อถือคำโฆษณาขายยาและอาหารที่มักจะโอ้อวดสรรพคุณต่าง ๆ นานา ได้เพียงใด คนที่รู้เท่าไม่ถึงการณ์มักจะเสียเงินทองไปเปล่า ๆ โดยซื้อยาและอาหารเหล่านั้นมากินตามคำโฆษณา

อาหารที่สำคัญบางชนิด

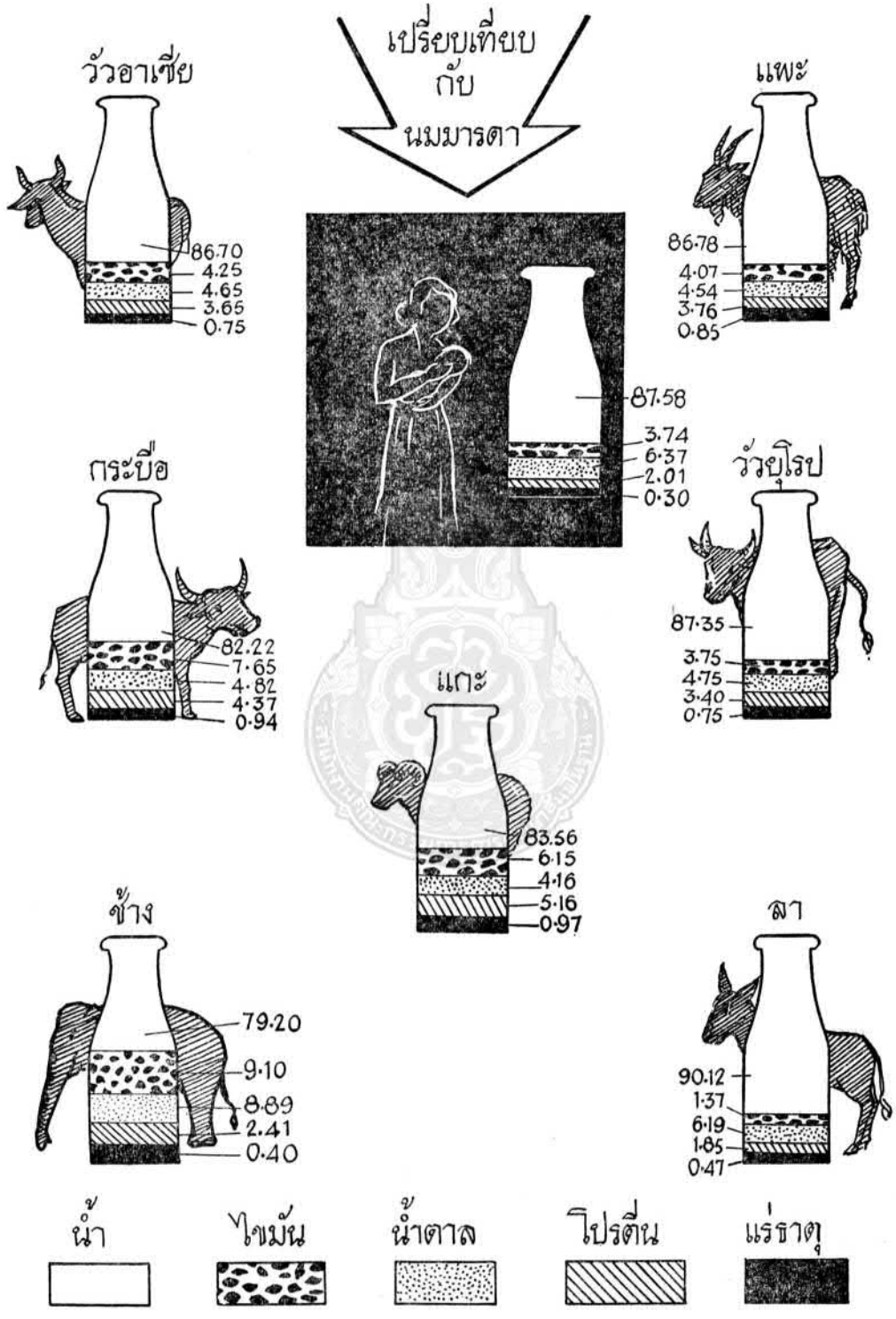
นม อาหารที่ประกอบด้วยสิ่งต่าง ๆ ที่ร่างกายต้องการได้แก่นม มีคาร์โบไฮเดรตที่ละลายได้ (คือน้ำตาลนมหรือแลคโตส) ซึ่งไม่มีในอาหารธรรมชาติชนิดอื่น โปรตีนของนม (เช่น เคซีอิน) มีค่าอาหารสูงที่สุดในบรรดาโปรตีนทั้งหลาย เพราะมีกรดอมิโนซึ่งเด็ก ๆ ต้องการนำไปสร้างร่างกายและผู้ใหญ่ต้องการนำไปซ่อมแซมร่างกาย โปรตีนของนมที่กินกับถั่ว จะช่วยให้โปรตีนในถั่วที่เลวกลับดีขึ้น ไขมันของนมมีลักษณะเป็นสารแขวนลอยมีอยู่หลายชนิด มีจุดหลอมเหลวต่ำและย่อยง่ายที่สุดในบรรดาไขมันทั้งหลาย นมยังมีเกลือแร่ที่อุดมสมบูรณ์อีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือเกลือของแคลเซียมและฟอสเฟตซึ่งจำเป็นในการสร้างกระดูก นมมีไวตามินที่จำเป็นเกือบทุกชนิด และถ้าหากสัตว์ที่ให้นมนั้นได้กินพืชสีเขียวที่สุด และได้รับแสงแดดจะมีไวตามินต่าง ๆ มากขึ้น ไวตามิน c กลับมีปริมาณน้อยที่สุด และถ้าถูกความร้อนก็จะแยกสลาย จึงจำเป็นต้องได้จากอาหารอื่น เช่น ผลไม้สด

นมเป็นอาหารจำเป็นสำหรับลูกอ่อนที่ยังเล็กอยู่ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอย่างหนึ่ง ๆ ก็มีนมต่าง ๆ กัน (คือประกอบด้วยองค์ประกอบที่กล่าวมาแล้วต่าง ๆ กัน ดูรูปที่ ๒๗) ซึ่งต่างก็เหมาะสำหรับเลี้ยงลูกของมัน หลังจากที่ลูกอ่อนเติบโตขึ้นบ้างแล้ว ก็ต้องเพิ่มอาหารแข็งอย่างอื่นขึ้นอีก

คนในประเทศร้อนโดยมากไม่มีนมกินเป็นอาหารประจำวัน มีเพียงบางประเทศเท่านั้นที่เลี้ยงวัว ควาย แพะ แกะ และอูฐไว้รีดนม แต่นมนั้นถึงแม้จะมีคุณค่าสูงสุดก็อาจมีอันตรายสูงสุดเหมือนกัน เพราะเชื้อโรคที่เป็นภัยต่อร่างกายอาจตกลงไประหว่างทำการรีดนมหรือขณะนำมาปรุงอาหารก็ได้ (ถึงแม้สัตว์ที่ใช้รีดนมจะสะอาดและมีสุขภาพเป็นปกติ) นมที่เก็บไว้อย่างปล่อยปละละเลยจะมีบักเตรีมากยิ่งกว่าน้ำโสโครกตามท่อเสียด้วยซ้ำ และอาจมีเชื้อวัณโรค ไข้รากสาดน้อย (ไทฟอยด์) และไข้คอตีบ (ดิพทีเรีย) ปะปนมาด้วย นมที่มีขายทั่วไปในเมืองนั้นจะต้องได้รับการตรวจตราด้วยความระมัดระวังยิ่งกว่าน้ำประปาเสียอีก นมที่ส่งตามบ้านนั้นจะต้องมาจากสัตว์ที่มีสุขภาพสมบูรณ์ รีดโดยคนที่มีสุขภาพสมบูรณ์เช่นเดียวกัน และนมนั้นต้องบรรจุในภาชนะที่สะอาดและปิดสนิท

ความบริสุทธิ์ของนมนั้นส่วนใหญ่อยู่ที่ความระมัดระวังในตอนรีด ในตอนนี้บักเตรีและสิ่งสกปรกจะตกลงไปได้ง่ายที่สุด ต้องระมัดระวังดังต่อไปนี้

ลักษณะน้ำนมของสัตว์ต่างๆ



รูปที่ 28 เปรียบเทียบคุณค่าของนมชนิดต่างๆ

(๑) ต้องทำความสะอาดร่างกายส่วนหลัง เต้านม และหัวนม

(๒) คนรีดนมต้องล้างมือและแขนให้สะอาด และต้องรักษาความสะอาดตลอดเวลาที่ทำการรีดนม

(๓) ภาชนะที่รองรับนมต้องสะอาด

(๔) ต้องรีดในที่ที่มีแสงสว่างดี

นมที่รีดออกจากเต้านมใหม่ ๆ มีอุณหภูมิเหมาะที่บักเตรีจะเติบโต โรงรีดนมสมัยใหม่มีเครื่องมือทำให้นมที่รีดได้เย็นลงโดยรวดเร็ว (แต่ไม่ต่ำกว่า ๕๐° ฟ.) เพื่อป้องกันมิให้บักเตรีเติบโต (แต่ไม่ได้ฆ่าให้ตาย) บักเตรีที่มีอันตราย (เช่นเชื้อวัณโรค) จะถูกฆ่าให้ตายโดยเอานมไปพาสเตอไรส์ คือเผาให้ร้อนราว ๑๔๒° ฟ. เป็นเวลาไม่ต่ำกว่า ๓๐ นาที แล้วทำนมที่พาสเตอร์ไรส์แล้วนี้ให้เย็นลงโดยเร็ว ไม่ให้สูงกว่า ๕๐° ฟ. ถ้าต้มนมให้เดือด (๒๑๒° ฟ.) เชื้อโรคที่เป็นอันตรายจะตายหมด แต่คุณค่าของอาหารในนมที่ต้มนี้จะเลวกว่านมพาสเตอไรส์

ในประเทศร้อนนมสดที่สะอาดเป็นของหายาก จึงต้องใช้นมกระป๋องแทนนมสด นมกระป๋องมีสองชนิดคือ

(๑) นมระเหย (evaporated milk) หรือนมข้น (condensed milk) มีองค์ประกอบเหมือนนมสดทุกอย่าง

(๒) นมผง (dried milk)

นมระเหย (evaporated milk) ก็คือนมสดนั่นเอง แต่เขาระเหยเอาน้ำออกเสียประมาณครึ่งหนึ่ง ฉะนั้น ถ้าเติมน้ำลงไปครึ่งหนึ่งก็จะมีลักษณะเหมือนนมสดทุกประการ ใช้เลี้ยงเด็กก็ได้ แต่หลังจากที่เปิดกระป๋องใช้แล้วเก็บไว้นานไม่ได้ นมข้น (condensed milk) เป็นนมที่แยกเอาน้ำออกเกือบหมดแล้วเติมน้ำตาลลงไปให้หวาน เป็นนมที่ไม่เหมาะสำหรับเลี้ยงเด็ก มักเป็นเหตุให้เป็นผื่นแดงและท้องเสีย นมผง (dried milk) เป็นนมที่ขับน้ำออกจนหมดสิ้น เป็นนมกระป๋องที่ดีที่สุดเพราะสะอาดเก็บไว้ได้นานไม่เสีย ใช้ก็ง่าย เหมาะสำหรับเลี้ยงเด็ก นมผงสกิม (หางนม) เป็นนมที่แยกเอาไขมัน (หรือครีม) ออกโดยวิธีกลไก ฉะนั้น จึงเป็นนมที่ขาดไวตามิน A และ D นมผงสกิม (หางนม) เป็นนมกระป๋องที่ราคาถูกที่สุด มีโปรตีน สารประกอบของแคลเซี่ยมและฟอสฟอรัส และมีไวตามิน B จึงเหมาะที่จะเติมลงในอาหารประจำวันของคนในประเทศร้อน เพราะช่วยเติมเกือบทุกสิ่งที่ขาดไปในคนที่กินข้าวเป็นอาหาร

สำคัญ นมผงสกิมนั้นบางทีเขาผสมกับนมควาย (มีไขมันมาก) และน้ำอย่างละหนึ่งปริมาตร เบื้นนมที่ข้นขึ้นอีกเท่าตัว (หมายเหตุ นมผงสกิมไม่เหมาะสำหรับเลี้ยงเด็ก เพราะไวตามิน A และ D ถูกแยกออกไปกับไขมันแล้ว การเติมไข่แดงลงไปจะได้ไวตามินและไขมันที่เสียไปกลับคืนมาใหม่)

เนย มีโปรตีนและไขมัน มีสมบัติที่ดีของนมหลายประการ ใช้แทนเนื้อได้เบื้นอย่างดี

ไข่

ไข่เบื้นอาหารที่มีคุณค่าสูง มีโปรตีนมาก (ส่วนมากอยู่ในไข่ขาว) และมีไขมัน (ส่วนมากอยู่ในไข่แดง) นอกจากนี้มีเกลือแร่และไวตามินหลายอย่าง (A,B,D และ E แต่ไม่มี C) ฉะนั้นอาหารที่มีไข่กับคาร์โบไฮเดรต เบื้นอาหารที่ถูกต้องทุกประการ ไข่ใช้แทนเนื้อได้เบื้นอย่างดี

ไข่ขาวมีโปรตีนชั้นหนึ่งถึง ๔ ชนิด ซึ่งให้กรดอมิโนที่จำเบื้นทุกอย่าง ไข่แดงมีไวตามิน B มาก (นอกจาก A และ D) มีไขมันประมาณ ๓๐ % และโปรตีนชั้นหนึ่งสองชนิด มีเกลือแร่มากมาย (รวมทั้งเหล็กเบื้นจำนวนมาก และร่างกายก็ดูดได้ง่าย) ไข่และนมเบื้นอาหารผสมที่มีคุณค่าสูง เพราะในนมไม่มีไวตามิน D และเหล็กซึ่งจะได้จากไข่ ไข่ไม่มีแคลเซียมแต่แคลเซียมมีมากในนม

ถ้าหากเลี้ยงไก่ไว้สักสองสามตัวโดยให้เศษอาหารก็จะทำให้ครอบครัวได้อาหารที่มีค่าเพิ่มขึ้นอีกเบื้นประจำ

ปลา

ในประเทศร้อนหลายแห่ง ปลาเบื้นอาหารโปรตีนอย่างเดียวที่มีอยู่และราคาพอสมควร ในทะเลประเทศร้อนโดยมากยังมีอาหารโปรตีนอยู่มาก แต่ยังไม่เจริญพอที่จะนำขึ้นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ แต่ก็มีหลายประเทศที่กำลังปรับปรุงการจับปลา และการหาตลาดให้ทันสมัยยิ่งขึ้น

ปลาเบื้นอาหารที่มีคุณค่าสูงยิ่ง คือ มีโปรตีนชั้นหนึ่ง และตามที่เราทราบนั้นตับปลาและไขมันปลามีไวตามิน A มาก ปลาทะเลยังมีไอโอดีนอีกด้วย ปลาจึงเบื้นอาหารที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับคนที่กินข้าวเบื้นประจำ คุณค่าของปลาจะสูงสุดเมื่อปลานั้นสด เนื้อปลาเสียง่ายโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออุณหภูมิสูง และน่าเสียดายที่ในประเทศร้อนนิยมทำปลาตากแห้ง การเก็บปลาสดในห้องเย็นเบื้นวิธีเก็บปลาได้ดีที่สุด แต่ราคาแพง ในเมืองใหญ่ ๆ มักจะต้องมีห้องเย็นเก็บปลาเสมอ วิธีง่าย ๆ ที่เขาเก็บรักษาปลากันก็คือตากแห้ง โดยแสงแดดหรือโดยอบควันร้อน แต่ไวตามิน A

และ D จะถูกทำลายไป อีกวิธีหนึ่งคือใช้เกลือแกง โดยใช้เกลือเคล้าแล้วตากให้แห้ง หรือแช่ไว้ในน้ำเกลืออย่างเข้มข้น

พืชจำพวกถั่ว

เมล็ดพืชตระกูลถั่วเป็นอาหารที่มีคุณค่ามาก เพราะมีโปรตีนพืช ซึ่งมีค่าสูง ถ้ากินถั่วกับโปรตีนของสัตว์หรือกับอาหารที่ส่วนมากเป็นข้าว ก็จะให้ประโยชน์แก่ร่างกายมาก ถ้ากินถั่วกับข้าวหรือถั่วกับข้าวโพดจะให้ประโยชน์มากกว่ากินอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง และถั่วเหลืองเป็นอาหารผสมที่ดีที่สุด

ถั่วเหลืองเป็นอาหารจำพวกถั่วที่สำคัญที่สุดเพราะมีโปรตีนและไขมันมากที่สุดและยังมีสารประกอบของแคลเซียมมากด้วย ถั่วเหลืองที่กำลังงอกจะมีไวตามิน C มากถ้าหากเอามาต้มทั้งเม็ดจะเป็นอาหารที่ค่อนข้างย่อยยาก เขาจึงมักเอาไปทำให้ย่อยง่ายเสียก่อน เช่น ทำเป็นแป้งถั่วเหลือง นม ถั่วเหลืองและเต้าฮวย นมถั่วเหลืองเป็นอาหารที่ย่อยง่ายและมีค่าอาหารสูงเท่ากับนมวัว ๘๐ % แป้งเปียกที่เหลือจากการทำนมอาจเอาไปทำเป็นอาหารอย่างอื่นได้อีก ถ้าหากเอาแคลเซียมซัลเฟต เกลือแกง ไข่แดง และน้ำตาลอินเวิตผสมลงไปก็จะทำให้นมถั่วเหลืองใช้แทนนมสัตว์ได้เป็นอย่างดี และใช้เลี้ยงเด็กได้

ถั่วชนิดอื่น ๆ ที่มีคุณค่าทางอาหารก็คือ ถั่วลิสง (มีโปรตีน ไขมัน และไวตามิน B_1) ถั่วดำ ถั่วราชมาด ถั่วแปบ ถั่วแขก และถั่วฝักยาว เป็นต้น

พืชสีเขียวและผลไม้

ผลไม้สดและพืชสีเขียวเป็นอาหารสำคัญที่มีไวตามินและเกลือแร่ พืชสีเขียวที่ใช้กินสด ๆ (เช่นในสลัด) เป็นแหล่งใหญ่ของไวตามิน C (กรดแอสคอบิค) ในประเทศร้อนหลายแห่ง ถ้าจะกินพืชผักสด ๆ จะต้องใช้ความระมัดระวังมากเพราะอาจจะเป็นโรคเกี่ยวแก่ลำไส้ได้ ผักต่าง ๆ ที่ซื้อมาจากตลาดหรือจากพ่อค้าแม่ที่ปลูกกันอย่างผิดหลักสุขลักษณะ (เช่นรดด้วยปุ๋ยอุจจาระของคน) และวางไว้ตามที่สกปรก มือที่จับก็สกปรก ผักจากที่เหล่านี้ถ้าเอามาต้มเสียก่อนจึงจะปลอดภัย แต่ถ้ากินสด ๆ ก็มีอันตรายมาก ผักสดที่ใช้ทำสลัดที่ปลอดภัยก็คือผักจากสวนครัวของท่านเอง ถ้าหากท่านไม่มีก็ควรซื้อจากที่ที่เรารู้จักดี เช่น ที่ตลาดของรัฐบาลหรือ

เทศบาล ซึ่งเขาปลูกอย่างถูกต้องตามหลักสุขลักษณะแต่ผักจากที่ใดก็ตามถ้าจะกินสด ๆ ต้องล้างน้ำให้สะอาดเสียก่อน

ถ้าหากท่านไม่แน่ใจว่าผักต่าง ๆ ในถิ่นที่ท่านอยู่สะอาดพอก็ควรกินผลไม้สดดีกว่า ท่านก็จะได้ไวตามิน c เช่นกัน (ส่วนที่กินได้ของผลไม้มักจะไม่มีอันตรายจากเชื้อโรค เพราะมีผิวหุ้มภายนอกแข็งแรง) ผลไม้ที่ผิวแตกหรือฉีกขาดจะต้องตั้งข้อสงสัยไว้ก่อนว่าไม่สะอาด ผลไม้ที่มี "คุณค่าในการป้องกัน" ดี ได้แก่ส้ม มะนาว ฝรั่ง มะเขือเทศ มะละกอ สับปะรด ฝรั่ง มะม่วง และพริก

พืชผักสีเขียวถ้าหากเอาไปหุงต้มไวตามิน c อาจเสียไปได้โดยง่าย และจำไว้ด้วยว่าน้ำที่ใช้ต้มผักมีเกลือแร่และไวตามินอยู่ด้วย จึงไม่ควรเททิ้ง แต่เก็บไว้กินได้อีก หลักที่ควรจำไว้มีดังนี้คือ

(๑) กินผักสีเขียวที่สดที่สุดเท่าที่จะทำได้ ถ้าท่านปลูกได้เอง อย่าเก็บมันจนกว่าจะถึงเวลาหุงต้ม

(๒) ล้างให้สะอาด (แต่อย่าแช่ไว้นาน) ก่อนหุงต้ม

(๓) ใส่น้ำแต่เพียงเล็กน้อยเพื่อป้องกันมิให้ไหม้

(๔) เติมเกลือหนึ่งช้อนชาต่อผักหนึ่งปอนด์ (อย่าใส่โซดา)

(๕) ปิดฝาภาชนะที่หุงต้ม (เพื่อให้ผักอบให้ร้อนด้วยไอน้ำแทนที่จะเดือดหรือต้มจนเปื่อย)

(๖) ต้มผักสีเขียวในน้ำเดือดไม่เกิน ๑๐—๑๕ นาที

(๗) รินน้ำออกเอาไปทำซุบใสหรือซุบข้น

(๘) กินผักที่หุงต้มแล้วโดยเร็ว (ทุก ๆ ข้อมีเหตุผล ท่านทราบเหตุผลแต่ละข้อหรือไม่)

น้ำตาล

น้ำตาลที่ฟอกขาวสะอาดจะให้แต่พลังงานอย่างเดียว ไม่มีคุณค่าในการป้องกัน จึงไม่ควรใช้มากนัก ถ้าจะกินอาหารสำหรับให้พลังงานก็ควรจะกินแป้งดีกว่าน้ำตาลและถูกกว่าด้วย ในลำไส้การเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาลค่อนข้างช้า ฉะนั้น ถ้ากินอาหารที่มีแป้งมาก การดูดซึมเปลี่ยนแป้งเป็นน้ำตาลในลำไส้ก็จะเป็นไปอย่างช้า ๆ ทำให้ตับไม่ต้องทำงานหนักฮวบฮาบ (ตับมี

หน้าที่ควบคุมน้ำตาลที่เข้าสู่โลหิต) ของหวานต่าง ๆ มีน้ำตาล ซึ่งละลายได้ และร่างกายจะดูดไปได้โดยรวดเร็ว น้ำตาลเหล่านี้จะเดินทางไปสู่ตับในระยะเวลาอันสั้น ตามปกติน้ำตาลจากร่างกายควรเดินทางไปสู่ตับเป็นระยะที่ติดต่อกันเรื่อยไปดีกว่าที่จะเป็นไปอย่างฮวบฮาบ ถ้าร่างกายผิดปกติไปเช่นเนื่องจากน้ำตาลในโลหิตมีน้อยเพราะไม่ได้กินอาหารหรืออดอกกำลังมากเกินไป จะแก้ให้หายได้โดยกินน้ำตาล ความจริงวิธีแก้ความอ่อนเพลียต่าง ๆ ก็คือกินน้ำตาล เช่น กาแฟใส่น้ำตาลหรือน้ำผลไม้หวาน ๆ น้ำตาลในเลือดจะได้เพิ่มขึ้นโดยรวดเร็ว น้ำตาลและของหวานจึงใช้สำหรับช่วยให้ร่างกายสดชื่นขึ้น แต่ตามหลักทั่วไปอาหารจำพวกแป้งดีกว่า อาหารแป้งที่หวานเกินไปมักทำให้เกิดการหมักและทำให้เกิดลมในลำไส้มาก

น้ำตาลที่ยังไม่ได้ฟอกเช่นกากน้ำตาล หรือน้ำตาลทรายแดง น้ำตาลมะพร้าว น้ำตาลตะโหนด มีคุณค่าสูงกว่าน้ำตาลทรายขาว เพราะมีคุณภาพเป็นอาหารที่ใช้บ้องกันด้วย กากน้ำตาลและน้ำตาลที่มีส่วนน้ำตาลที่กล่าวมานั้นมีเกลือแร่ (โดยเฉพาะอย่างยิ่ง คือสารประกอบของเหล็ก) และอาจมีไวตามิน B บางอย่างด้วย

การหุงต้ม

อาหารส่วนมากเรากินมิได้สด ๆ หรือดิบ แต่เรามักเอาไปหุงต้มเสียก่อน การหุงต้มทำให้น่ากินเข้า จึงเป็นการช่วยย่อยอาหารทางอ้อม เพราะความน่ากินได้กระตุ้นให้น้ำย่อยออกมา เช่น เมื่อเวลาได้กลิ่นหอมของอาหารหรือเห็นสีสรรของอาหารที่น่ากินน้ำลายก็มักจะสอ ๆ อยู่ในปาก

ถ้าหากเราหุงต้มเนื้อสัตว์ให้ดี มัดของกล้ามเนื้อจะแตกออก ทำให้เคี้ยวง่าย และเมื่อเข้าสู่ลำไส้แล้วก็ย่อยง่ายด้วย

เมื่อหุงต้มพืช เซลจะแตก ทำให้น้ำย่อยในลำไส้ย่อยได้โดยง่าย ในขณะเดียวกันเม็ดแป้งในเซลก็จะหลุดออกมาทำให้ย่อยง่ายเช่นกัน

ขนมปังหรือขนมแป้งต่าง ๆ ถ้าหากทำให้ถูกวิธีจะฟ่ามคล้ายฟองน้ำ เมื่อตกไปถึงลำไส้ก็จะถูกย่อยได้ง่ายกว่าเมื่อขนมนั้นมีเนื้อแน่นหรือเป็นก้อนแข็ง อนุภาคของแป้งสาลีจะแยกออกจากกันเนื่องจากการขยายตัวของคาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำ เมื่อเอาแป้งสาลีขยำกับน้ำให้เป็นแป้ง

เปียก ฟองอากาศจะถูกกักขังไว้ในเนื้อแป้งเปียก เมื่อเอาไปเผาฟองอากาศเหล่านี้จะขยายตัวจึงทำให้เนื้อขนมปังนิ่มและฟ่าม น้ำที่อยู่ในแป้งจะเป็นฟองของไอน้ำเด็ดดันเนื้อแป้งให้ฟูเช่นเดียวกับอากาศ ถ้าหากใช้ยีสต์หรือโซดาปังขนมใส่ลงไปก็จะเกิดคาร์บอนไดออกไซด์ (โซดาปังขนมเป็นของผสมของโซเดียมไบคาร์บอเนต กับกรดอย่างอ่อน) ฟองของอากาศที่เกิดขึ้นหาทางออกจากขนมปังไม่ได้ระหว่างที่ปังมันจึงดันให้เนื้อแป้งแยกออกจากกัน

ความสำคัญของการหุงต้มอีกประการหนึ่งก็คือ อุณหภูมิสูงจะช่วยฆ่าเชื้อโรคที่อาจมีอยู่ในอาหารนั้นให้ตายลง การหุงต้มทำให้เนื้อสัตว์และปลาน่ากินเข้าและย่อยง่ายเข้า และเชื้อโรคที่มีก็ตายหมด เช่น เชื้อบักเตรีและพยาธิลำไส้ เนื้อสุกจะเก็บไว้ได้นานกว่าเนื้อดิบ ปลาสดเน่าเร็วที่สุดในประเทศร้อน จึงควรทำให้สุกเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ หอยกุ้งปูเน่าง่ายมาก และมักมีเชื้อโรคอยู่ในร่างกาย จึงควรฆ่าขณะที่ยังมีชีวิตอยู่ เพื่อให้ได้ของสดจริง ๆ และควรหุงต้มให้สุกจริง ๆ

สุขวิทยาของอาหาร

เรื่องสำคัญของอาหารก็คือจะต้องเก็บรักษา ทำ และกินด้วยความสะอาดและถูกหลักสุขวิทยา ครัวควรจะเป็นที่ที่สะอาดที่สุดในบ้าน มีแสงสว่างดี จะได้จับแมลงและของสกปรกออกง่าย พื้นควรทำให้เรียบและกันน้ำได้ ซึ่งจะได้กวาดและล้างได้โดยง่าย โต๊ะทำครัวต้องมีพื้นสะอาด หมั่นเอาสบู่กับน้ำถูอยู่เสมอ ห้องหรือตู้กับข้าวจะต้องกันมิให้หนูและแมลงเข้าได้ อ่างล้างจะต้องมีท่อระบายน้ำสะดวกและทำความสะอาดได้ง่าย คนทำครัวจะต้องสะอาดและมีนิสัยรักความสะอาด มือที่สกปรก และเล็บที่สกปรก เมื่อแตะต้องอาหารจะมีอันตราย ภาชนะที่ใช้ในการหุงต้มต้องล้างให้สะอาดด้วยสบู่และน้ำ (อย่าใช้ทรายแห้งหรือขี้เถ้าอย่างเดียว) อย่าให้เศษอาหารเหลือติดค้างอยู่บนภาชนะนั้นเลย เพราะมันจะบูดเน่าและเป็นที่เพาะเชื้อบักเตรี ภาชนะที่กระเทาะหรือเป็นรอยร้าวอาจเป็นที่ซ่อนตัวของเชื้อโรคซึ่งล้างก็ไม่หลุดไป เครื่องใช้ต่าง ๆ จะต้องล้างด้วยน้ำสบู่ที่ร้อนแล้วล้างด้วยน้ำที่สะอาด แล้วจึงทิ้งให้แห้งบนที่ผึ่งไม่ควรใช้ผ้าเช็ด เพราะถ้าผ้าสกปรกแล้วแทนที่จะดีกลับเป็นอันตรายมาก ผ้าเช็ดจานหรือผ้าในครัวที่สกปรกเป็นวิมานของบักเตรี พึงระลึกว่าของต่าง ๆ แม้จะมองดูสะอาดก็อาจสกปรกได้ เพราะเราไม่สามารถเห็นบักเตรีได้นอกจากใช้กล้องจุลทรรศน์

จำไว้ว่าสิ่งสำคัญคือความสะอาด — มือสะอาด อาหารสะอาด น้ำสะอาด และสิ่งแวดล้อมที่สะอาด จะช่วยป้องกันมิให้เชื้อโรคเข้าสู่ร่างกายเราทางปาก ในการทำความสะอาดนั้นสบู่และน้ำร้อนเป็นที่นิยมใช้กันอยู่ทั่วไป

เมตาโบลิซึม

เราได้กล่าวถึงเรื่องการกินอาหารที่ดีมาแล้ว บัดนี้เราจึงทราบดีแล้วว่าร่างกายต้องการอะไรบ้างจึงจะทำให้เติบโต อะไรทำให้เกิดพลังงาน และทำอย่างไรเราจึงจะมีสุขภาพสมบูรณ์ จากนี้เราจะได้กล่าวถึง เมตาโบลิซึม คืออาหารที่เรากินเข้าไปแล้วนั้นเปลี่ยนแปลงไปอย่างไรบ้าง นับว่าเป็นเรื่องที่ยุ่งยากและสลับซับซ้อนในร่างกายคนและสัตว์ชนิดอื่น ๆ ที่เลี้ยงลูกด้วยนม เราจะศึกษาถึงขั้นต่าง ๆ รวม ๔ ขั้น คือ

(๑) การกินอาหาร คือการนำอาหารเข้าสู่ร่างกาย

(๒) การย่อยอาหารคือการที่ร่างกายแยกอาหารที่ซับซ้อนออกเป็นอาหารที่ง่าย ๆ ละลาย และซึมผ่านผนังลำไส้ไปสู่เซลต่าง ๆ ของร่างกายได้

(๓) การดูดซึมของอาหาร คือการละลายและการซึมของอาหารภายในร่างกายจริง ๆ เช่น เกิดขึ้นภายในเซลของร่างกายเป็นต้น

(๔) การนำอาหารไปใช้ (แอสสิมิเลชั่น) คือการเปลี่ยนอาหารที่ร่างกายดูดไว้ให้กลับเป็นสารประกอบที่ร่างกายต้องการ

การกินอาหาร

ในคน อาหารเข้าสู่ร่างกายทางปาก โดยใช้ฟันและริมฝีปากช่วย ถ้าหากอาหารที่เป็นของแข็งนั้นเป็นก้อนโต ก็ใช้ฟันคัดข้างหน้าช่วยตัดให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ (ดูรูปที่ ๕๓) อาหารเหล่านี้จะถูกเคี้ยวหรือบดให้แหลกละเอียดด้วยฟันกรามซึ่งอยู่ทางด้านในของขากรรไกร ขณะที่ฟันกำลังเคี้ยวและบดอาหารนี้อยู่น้ำลายก็จะออกมาช่วยทำให้อาหารเปียกและอ่อนนิ่มเข้า และยังช่วยต่อมให้อาหารรวมกันเป็นก้อนกลมเหมาะสำหรับกลืน

ถ้าหากเคี้ยวให้ละเอียดอาหารจะกลายเป็นชิ้นเล็ก ๆ ทำให้มีเนื้อที่ที่จะสัมผัสกับน้ำย่อยในลำไส้ได้มาก (**หมายเหตุ** ของเหลวจะสัมผัสกับของแข็งที่ไม่ละลายได้เฉพาะที่ผิวเท่านั้น ถ้าหากของแข็งนั้นยิ่งเล็กละเอียดก็จะมีเนื้อที่ของผิวที่สัมผัสกับของเหลวมากขึ้น)

การย่อยอาหาร

การย่อยอาหารเป็นการเตรียมอาหารที่จะให้ร่างกายดูดไปได้ ภายหลังจากกินอาหาร อาหารจะผ่านลงไปตามหลอดอาหาร ซึ่งยาวนับตั้งแต่ปากไปจนถึงทวารหนัก คาร์โบไฮเดรต เชิงซ้อน ไขมัน และโปรตีน ก็จะถูกแยกลงเป็นสารง่าย ๆ ที่ละลายได้และขนาดของโมเลกุลก็เล็กพอที่จะผ่านผนังลำไส้เข้าสู่ส่วนชั้นในของร่างกายจริง ๆ การย่อยอาหารจะกระทำโดยเอนซายม์หลายชนิดที่เกิดจากต่อมต่าง ๆ แล้วไหลเข้าสู่กระเพาะและลำไส้ เอนซายม์เหล่านี้เป็นตัวคะตะไลส์ที่เป็นอินทรียสาร เซลของร่างกายเป็นผู้สร้างขึ้น สารต่าง ๆ ถ้าทิ้งไว้ตามลำพังจะมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเกิดขึ้นช้า ๆ แต่ถ้ามีตัวคะตะไลส์อยู่ด้วยจะช่วยให้การเปลี่ยนแปลงนั้นเร็วขึ้น เซลทุกเซลในร่างกายสามารถสร้างตัวคะตะไลส์หรือเอนซายม์ขึ้น ซึ่งจะช่วยให้กระบวนการดำเนินชีวิตเป็นไปโดยรวดเร็วพอสมควร ต่อมย่อยอาหารแต่ละต่อมต่างก็ทำงานสัมพันธ์กับระบบย่อยอาหารเป็นแห่ง ๆ ไปโดยการสร้างน้ำย่อยอาหารออกมาช่วยย่อยอาหารขณะที่ผ่านมา เอนซายม์ที่ช่วยย่อยอาหารอาจแบ่งออกได้ดังนี้

(๑) เอนซายม์ที่ย่อยคาร์โบไฮเดรต (อมิเลส)

(๒) เอนซายม์ที่ย่อยไขมัน (ไลเปส) และ

(๓) เอนซายม์ที่ย่อยโปรตีน (โปรตีเอส)

เอนซายม์เหล่านี้ถ้าต้มให้ร้อนจะถูกทำลายหมด

การย่อยในปาก

ในคน การย่อยอาหารเริ่มต้นตั้งแต่ปาก อาหารจะผสมกับน้ำลาย ซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่างอ่อน ๆ เกิดจากต่อมน้ำลาย วันหนึ่ง ๆ มีน้ำลายเกิดขึ้นประมาณ ๒ หรือ ๓ ไพนท์ (=๑—๑ $\frac{๑}{๒}$ ลิตร) คนมีต่อมน้ำลาย ๓ คู่

(๑) คู่หนึ่งอยู่ตรงเชิงขากรรไกร ใต้หู

(๒) อีกคู่หนึ่งอยู่ระหว่างขากรรไกรล่างทั้งสองข้าง และ

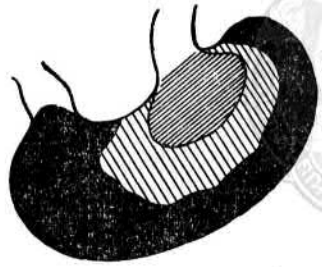
(๓) อีกคู่หนึ่งอยู่ใต้ลิ้น

น้ำลายช่วยทำให้อาหารอ่อนนิ่มเข้า กลืนง่ายเข้า และมีน้ำย่อยอาหารเรียกว่า ไทยาลิน ซึ่งเปลี่ยนแป้งให้เป็นน้ำตาล ตามปกติอาหารจะไม่อยู่ในปากนานจนแป้งเปลี่ยนเป็นน้ำตาลจนหมด การย่อยแป้งในปากพึ่งเริ่มต้นเท่านั้นเราก็กลืนอาหาร การย่อยจะดำเนินต่อไปในกระเพาะและ

ลำไส้เล็กจนเสร็จสิ้น ไทยาลินมีหน้าที่ย่อยแป้ง ไกลโคเจนและแล้วเปลี่ยนเป็นน้ำตาลเชิงซ้อนที่เรียกว่ามอลโตส มันจะย่อยได้ดียิ่งขึ้นถ้ามีเกลือแกง (โซเดียมคลอไรด์) บ้างเล็กน้อย มันไม่ย่อยน้ำตาลเชิงซ้อน (เช่น ซูโครส และมอลโตส) แป้งดิบไขมัน หรือโปรตีน (ดูภาคปฏิบัติแสดงปฏิกริยาของน้ำลายในภาคผนวก)

การย่อยในกระเพาะ

หลังจากเคี้ยวและผสมกับน้ำลายแล้ว อาหารก็จะเคลื่อนผ่านลำคอลงสู่กระเพาะอาหาร อาหารจะอยู่ที่นี่เป็นเวลา ๓—๔ ชั่วโมง ในกระเพาะที่มีน้ำย่อยเรียกว่า แกสตริค จุยส์ ทำหน้าที่ย่อยอาหาร น้ำย่อยนี้เกิดจากต่อมเล็ก ๆ ที่มีอยู่หลายต่อมตามผนังของกระเพาะ ต่อมเหล่านี้สร้างน้ำย่อยวันหนึ่ง ๆ ประมาณ ๕ ถึง ๖ ไพนท์ (๒ ถึง ๓ ลิตร) น้ำย่อยนี้มีฤทธิ์เป็นกรดและมีกรดเกลืออยู่ประมาณ ๐.๒ % น้ำย่อยที่เป็นกรดในกระเพาะนี้จะทำปฏิกริยากับน้ำย่อยที่เป็นด่าง (น้ำลาย) ทั้งนี้จะต้องกินเวลาบ้างพอสมควร เพราะอาหารคำสุดท้ายที่กลืนลงมาจะตกไปอยู่ตอนกลางของกระเพาะ น้ำย่อยที่เป็นด่างของน้ำลายจะไม่ถูกกับน้ำย่อยที่เป็นกรดของกระเพาะ (ดูรูปที่ ๒๙) จนกว่ามันจะค่อย ๆ ซึมไปจนทั่ว ณะนั้นแป้งจะถูกน้ำลายย่อยต่อไปอีก (ประมาณครึ่งชั่วโมง) แล้วน้ำย่อยในกระเพาะจึงทำการย่อยต่อไป นอกจากกรดเกลือในกระเพาะยังทำลายบักเตรีต่าง ๆ อีกด้วย ทำให้อาหารในกระเพาะไม่บูดเน่า



รูปที่ 29 รูปผ่าของกระเพาะหนูที่ทำให้แข็งหลังจากที่กินอาหาร 3 ชนิด ชนิดละสี

น้ำย่อยในกระเพาะมีสองชนิดคือ

(๑) เปปซิน (pepsin) มีฤทธิ์เป็นกรด ช่วยย่อยโปรตีน แยกโปรตีนออกเป็นสารที่ง่ายเข้า ละลายได้ดีขึ้น (แต่ไม่มีปฏิกิริยากับคาร์โบไฮเดรตและไขมัน) และ

(๒) เรนิน (renin) ซึ่งทำให้น้ำนมเป็นตะกอน ซึ่งจะไดอยู่ในกระเพาะต่อไป และเปปซินก็เข้าย่อยโปรตีนของนม

ในกระเพาะ อาหารและน้ำย่อยจากกระเพาะ จะค่อย ๆ ผสมกันจนเป็น ของผสมเหลวและอ่อนนิ่ม กล้ามเนื้อตรงรอยต่อของกระเพาะและลำไส้เล็กจะผ่อนคลายเป็นครั้งคราว อาหารจากกระเพาะก็ค่อย ๆ เคลื่อนลงสู่ลำไส้เล็กทีละน้อย ช่องเปิดจากกระเพาะลงสู่ลำไส้เล็กนี้เรียกว่า

ไพลอรัส (pylorus) และลำไส้เล็กตอนบนนี้เรียกว่า ดิวโอดีนัม (duodenum) อาหารจะได้น้ำย่อยชนิดอื่น ณ ที่นี้อีก (ดูภาคปฏิบัติ แสดงกริยาของเปปซิน และเรนินในภาคผนวก)

การย่อยในลำไส้เล็ก

เมื่ออาหารที่เป็นกรดจากกระเพาะเข้าสู่ลำไส้ มันจะถูกทำให้เป็นกลาง (neutral) ด้วยน้ำดี (จากตับ) และน้ำย่อยจากตับอ่อนซึ่งมีฤทธิ์เป็นด่าง ในตอนแรกของลำไส้เล็กดิวโอดีนัม (duodenum) แป้งโปรตีน และไขมัน จะถูกย่อยโดยเอนซายม์ ๓ ชนิดจากตับอ่อน ซึ่งจะกล่าวถึงในตอนหลัง

น้ำดีมีสีเขียวอ่อน มีฤทธิ์เป็นด่าง เกิดขึ้นภายในตับแล้วถูกนำมาเก็บไว้ในถุงน้ำดี วันหนึ่ง ๆ จะเกิดขึ้นประมาณ ๑ ถึง ๒ ไพนท์ (๕๐๐—๑๒๐๐ ลบ. ซม.) ในคนมีท่อนำน้ำดีมาเปิดสู่ลำไส้เล็กตอนบน duodenum น้ำดีไม่มีเอนซายม์ที่ช่วยย่อยอาหาร แต่ความมีฤทธิ์เป็นด่างมีประโยชน์สำหรับทำลายกรดจากกระเพาะ เพื่อให้เปปซินหยุดทำงานต่อไป ในน้ำดีมีเกลือ (คล้ายสบู่) ซึ่งลดความตึงผิวของน้ำลง ผลก็คือไขมันจะถูกแยกออกเป็นเม็ดเล็ก ๆ ไม่สามารถจะรวมกันเป็นเม็ดโตได้ ทำให้มีเนื้อที่ผิวกระทบกับน้ำย่อยไลเปสได้มากขึ้น ไลเปสเป็นน้ำย่อยไขมัน ตับอ่อนเป็นผู้สร้าง (ดูการทดลองแสดงกริยาของน้ำดีในภาคผนวก)

น้ำย่อยจากตับอ่อน คล้ายกับน้ำดีคือมีฤทธิ์เป็นด่าง เนื่องจากมีโซเดียมคาร์บอเนต ประกอบด้วยน้ำย่อย ๓ ชนิด คือ อมิเลส amylase (น้ำย่อยแป้ง) ทริปซิน trypsin (น้ำย่อยโปรตีน) และไลเปส lipase (น้ำย่อยไขมัน) น้ำย่อยแป้งจะย่อยแป้งที่ไทยาลินย่อยค้างไว้ มันสามารถย่อยแป้งดิบได้ด้วย ผิดกับไทยาลินซึ่งย่อยได้แต่แป้งสุก ทริปซินจะย่อยโปรตีนที่เปปซินย่อยค้างไว้จนกลายเป็นกรดอมิโน ไลเปสจะย่อยไขมันลงเป็นกรดไขมันและกลีเซอรีน

การย่อยจะสิ้นสุดลงโดยการย่อยของเอนซายม์ในลำไส้เล็ก ซึ่งสร้างมาจากเซลที่ผนังลำไส้เอง ซึ่งประกอบด้วยน้ำย่อยอย่างน้อย ๔ ชนิด คือ อีเรปซิน ย่อยโปรตีนที่เหลือจนเป็นกรดอมิโน อีก ๓ ชนิด คือ ซูเครส แลคเตส และมอลเตส ย่อยน้ำตาลเชิงซ้อนซูโครส แลคโตส และมอลโตสลงเป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยว — ส่วนมากคือกลูโคส

อาหารของสัตว์กินพืชมักมีเซลลูโลส สัตว์ชั้นสูงไม่มีเอนซายม์ย่อยเซลลูโลสเลย คนและสัตว์กินเนื้อหลายชนิดไม่สามารถใช้เซลลูโลสให้เป็นประโยชน์ได้ เมื่อกินเข้าไปก็จะผ่านออก

มากับอุจจาระ แต่ในสัตว์กินพืชโดยมากจะย่อยเซลลูโลสได้โดยอาศัยบักเตรีชนิดหนึ่งที่มีอยู่ในลำไส้ทำให้กลายเป็นน้ำตาล ซึ่งลำไส้ของสัตว์จะดูดไว้ได้

จงสังเกตไว้ด้วยว่าน้ำเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดในการย่อยอาหาร น้ำย่อยที่ไหลออกมาจะละลายอยู่ในน้ำซึ่งได้จากน้ำที่ดื่มเข้าไป เอนซายม์ทุกชนิดละลายอยู่ในน้ำ จึงทำให้มันซึมอาบไปทั่วอาหารที่จะย่อย และกระบวนการของการย่อยที่เราเรียกว่าแยกหรือย่อยนั้นนักเคมีเรียกว่า ไฮโดรลิซิส คือน้ำจะเข้าทำปฏิกริยาด้วย ดังนี้

แป้ง + น้ำ $\xrightarrow{\text{อมิเลส}}$ น้ำตาล

โปรตีน + น้ำ $\xrightarrow{\text{โปรตีเอส}}$ กรดอมิโน

ไขมัน + น้ำ $\xrightarrow{\text{ไลเปส}}$ กลีเซอรีน + กรดไขมัน (fatty acid)

อาหารที่เกิดจากการย่อยจะละลายอยู่ในน้ำเป็นจำนวนมาก และภายหลังจากที่อาหารถูกดูดไปแล้ว น้ำก็จะถูกดูดเข้าสู่โลหิตโดยลำไส้ใหญ่

ผลิตผลครั้งสุดท้ายของการย่อยอาหาร

จากผลของการย่อยในปาก กระเพาะและลำไส้เล็ก

(๑) โปรตีนจะถูกแยกเป็นกรดอมิโน

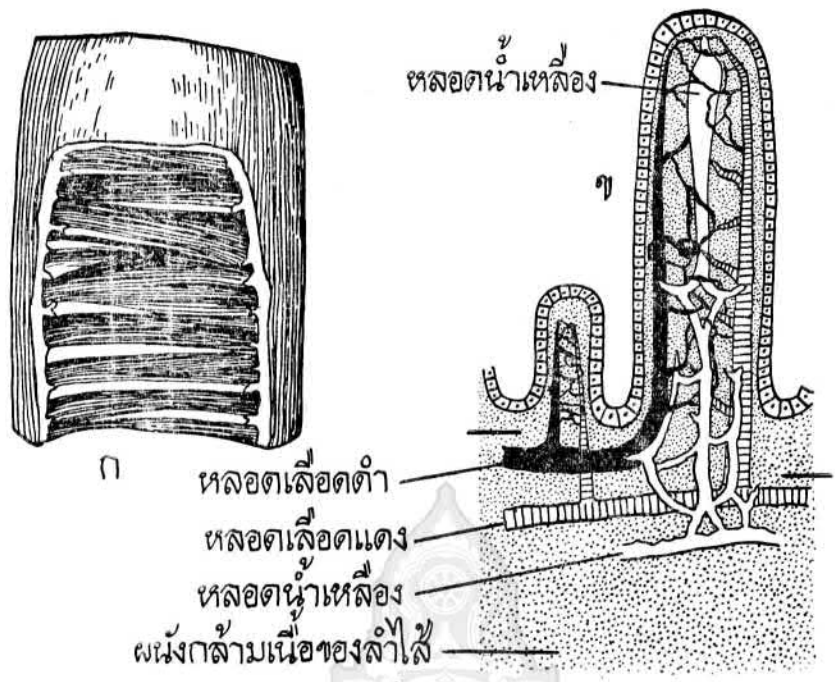
(๒) คาร์โบไฮเดรตจะถูกแยกลงเป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยว

(๓) ไขมันจะถูกแยกลงเป็นกรดแฟตตี้และกลีเซอรีน

กรดแฟตตี้ผสมกับเกลือของน้ำดีในลำไส้กลายเป็นสารที่ละลายได้ สารเหล่านี้ร่างกายจะดูดไปได้

การดูดอาหาร

การดูดอาหารจะเกิดขึ้นภายในลำไส้เล็ก ในลำไส้เล็กของคนจะมีเยื่อเล็ก ๆ นูนขึ้นมาคล้ายนิ้วเป็นจำนวนมากเรียกว่า วิลลาย villi (เอกพจน์เรียกว่า วิลลัส villus) วิลลัสอันหนึ่ง ๆ ยาวประมาณ ๐.๐๕ นิ้ว มีเส้นโลหิตฝอยแตกแขนงเป็นตาข่ายอยู่ข้างใน (ดูรูปที่ ๓๐) ตอน



รูปที่ 30
ก. ส่วนของลำไส้เล็กของคนที่ตัดเปิดให้เห็นเยื่อบุที่ม้วนตัวตามขวาง
ข. ภาพที่ตัดผ่าน villus ของเยื่อบุของลำไส้เล็กแสดงหลอดเลือดและหลอดน้ำเหลือง

กลางของวิลลัสเป็นปลายของท่อคันเรียกว่า แลคทีล lacteal ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของท่อน้ำเหลือง วิลลายเหล่านี้ทำให้เนื้อที่ผิวของลำไส้มากขึ้น อาหารที่ย่อยแล้วจะซึมผ่านเยื่อที่คลุมวิลลายเหล่านี้แล้วเข้าสู่ร่างกายส่วนภายในที่แท้จริง ผิวของเยื่อที่บุลำไส้ยังมีเนื้อที่เพิ่มขึ้นอีกจากการพับเข้าและออกเป็นกลีบ ๆ (ดูรูปที่ ๓๐) น้ำตาลเชิงเดี่ยว (เช่นกลูโคส) และกรดอมิโนจะผ่านผนังเซลเหล่านี้โดยตรงเข้าสู่เส้นโลหิตฝอยที่มีอยู่ทั่วไปในวิลลาย เส้นโลหิตฝอยเหล่านี้ในที่สุดจะรวมกันเป็นเส้นโลหิตใหญ่ (เรียกว่าเส้นโลหิตดำปอร์แตล) ซึ่งวิ่งไปสู่ตับ แล้วแตกแขนงเป็นเส้นโลหิตฝอยใหม่ (หมายเหตุ เส้นเลือดตามปกติไม่แตกแขนงเป็นเส้นโลหิตฝอยทั้งสองข้าง) ไขมันที่ย่อยแล้วบางส่วนจะถูกดูดเข้าสู่เส้นโลหิตของวิลลาย ในรูปของสารประกอบของกรดแฟตตี้และเกลือของน้ำดี แล้วผ่านตามเส้นโลหิตดำปอร์แตลเข้าสู่ตับ ส่วนไขมันที่เหลือจะถูกดูดเข้าลำไส้ในรูปของไขมันที่เป็นกลางซึ่งยังรวมตัวกันเป็นหยดเล็ก ๆ แล้วผ่านเข้าสู่ท่อน้ำเหลืองในวิลลาย

ท่อน้ำเหลืองแลคทีลเหล่านี้จะรวมกันเป็นท่อน้ำเหลืองใหญ่ และในที่สุดก็เปิดเข้าเส้นโลหิตดำที่มาจากแขนซ้ายตรงฐานของคอ ไขมันหยดเล็ก ๆ เหล่านี้จะถูกนำไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายโดยโลหิต

ไขมันที่เหลือใช้จะถูกนำออกจากโลหิตไปเก็บไว้ใต้ผิวหนัง และรอบ ๆ อวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย เมื่อสัตว์ขาดอาหารไขมัน สัตว์ก็จะนำไขมันที่เก็บสำรองไว้นี้ออกมาใช้เป็นพลังงาน

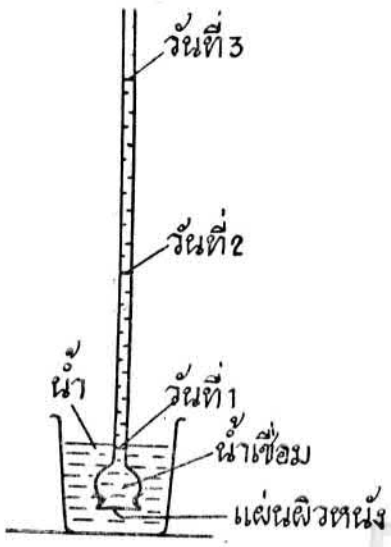
เมื่ออาหารผ่านลงตามลำไส้เล็กนั้น อาหารที่ย่อยแล้วจะถูกลำไส้เล็กดูดไว้หมด ส่วนกากที่ร่างกายไม่ย่อยซึ่งยังมีน้ำผสมอยู่มากจะผ่านลงลำไส้ใหญ่ตอนต้นเรียกว่าโคลอน ซึ่งน้ำส่วนมากจะถูกดูดออกจากกากอาหาร ทำให้ปริมาตรลดลงเหลือประมาณ $\frac{1}{10}$ ของปริมาตรเดิม ลำไส้ใหญ่ยังมีหน้าที่ดูดของเสียออกจากโลหิตด้วย กากอาหารที่เหลือค่อนข้างแข็งหรืออุจจาระจะพักอยู่ในส่วนหนึ่งของลำไส้ใหญ่ที่อยู่ในช่องท้องด้านซ้ายมือ เมื่อมีมากเข้าก็จะเคลื่อนลงสู่เรคตัม ซึ่งเป็นส่วนล่างสุดของลำไส้ใหญ่ ในคนที่มีสุขภาพปกติ ถ้าอุจจาระเคลื่อนมาถึงเรคตัม ก็มีอาการอยากถ่ายออกทางทวารหนักทันที

การแพร่และไดอาไลซิส (Diffusion and dialysis)

ก่อนที่จะเข้าใจว่าอาหารที่ย่อยแล้วซึมผ่านผนังของวิลลายได้อย่างไรนั้น จะต้องเข้าใจคำว่าการแพร่ และกระบวนการที่คล้ายคลึงกันเสียก่อน ถ้าเอากระบอกเก็บก๊าซออกซิเจนและไนโตรเจนมาสองใบ เอาปากชนกัน ในไม่ช้าก๊าซทั้งสองก็จะผสมกันสม่ำเสมอโดยการแพร่ โมเลกุลของก๊าซย่อมเคลื่อนไหวไปทุกทิศทุกทางจนกระทั่งผสมกันจนทั่ว ลองเอาน้ำยาจุนสีใส่ลงในหลอดแก้ว สักครึ่งหลอด แล้วค่อย ๆ เทน้ำลงไปจนเต็มโดยไม่เขย่าหลอด สีน้ำเงินจะค่อยกระจายขึ้นมาตอนบน จนในที่สุดสีน้ำเงินจะเท่ากันหมดทุกแห่ง โมเลกุลของจุนสีแพร่ผ่านน้ำในหลอดแก้ว การแพร่ในของเหลวเป็นไปช้ากว่าในก๊าซ ถ้าเอาสารละลายของไข่ขาวแทนจุนสี การแพร่จะยิ่งช้าเข้า เพราะโมเลกุลของไข่ขาวใหญ่กว่าของจุนสีมาก

ถ้าสารละลายของน้ำตาลและน้ำบรรจุอยู่ในเยื่อบาง ๆ (เช่น เยื่อกระดาษ หรือเซลโลเฟน) มีน้ำล้อมรอบ โมเลกุลของน้ำตาลจะแพร่ผ่านเยื่อบางได้ กระบวนการนี้เรียกว่าไดอาไลซิส ในขณะเดียวกันโมเลกุลของน้ำจะแพร่ผ่านเยื่อบางเข้าหาน้ำตาลบ้าง กระบวนการนี้เรียกว่าออสโมซิส ลองเอาสารละลายของน้ำตาลใส่ลงในกรวยปากเล็ก เอาเยื่อบาง ๆ ผูกให้รอบปาก แล้วตั้งลง

ในน้ำ น้ำจะแพร่ผ่านเยื่อบางเข้าไป (ออสโมซีส) และน้ำตาลแพร่ออก (ไดอาไลซีส) (ดูรูปที่ ๓๑) คำอธิบายเป็นดังนี้



รูปที่ 31 ออสโมซีส

โมเลกุลของน้ำตาลและน้ำต่างก็วิ่งชนผนังบางอยู่ตลอดเวลา ผนังบางมีลักษณะคล้ายตะแกรงมีรูเล็ก ๆ อยู่ทั่วไป โมเลกุลของน้ำเล็กกว่าจะเคลื่อนไหวได้เร็วกว่าน้ำตาล และผ่านรูตะแกรงเข้าไปโดยง่าย ฉะนั้นน้ำจึงผ่านผนังเข้าสู่สารละลายของน้ำตาลมากกว่าที่โมเลกุลของน้ำตาลผ่านออกมาหาน้ำ ด้วยเหตุนี้ระดับน้ำด้านกรวยจะสูงขึ้น โทมัสเกรแฮม (๑๘๐๕—๑๘๖๙) ขณะที่ทำการทดลองการแพร่ของสารที่ละลายผ่านเยื่อบางอยู่ ได้พบว่า สารบางชนิดเช่น เกลือ น้ำตาล ยูเรีย และกลีเซอรีน ไดอาไลส์ (หรือผ่านเยื่อบาง) แต่สารอย่างอื่นเช่น ไข่ขาว แป้ง เยลาติน และกาว ไม่ไดอาไลส์ และเนื่องจากสารจำพวกแรกตกผลึกได้ง่าย เกรแฮมจึงเรียกว่า คริสตาลลอยด์ chrystalloid ส่วนสารพวกหลังมีโมเลกุลใหญ่กว่ารูของเยื่อบางจึงผ่านไม่ได้ เกรแฮมเรียกว่า คอลลอยด์ colloid พืชและสัตว์มีทั้งคริสตาลลอยและคอลลอยด์เช่น โปรตีนและแป้งเป็นคอลลอยด์จึงไม่สามารถผ่านผนังลำไส้เล็กได้จนกว่าโมเลกุลที่ใหญ่ของคอลลอยด์จะถูกแยกลงเป็นสารที่มีโมเลกุลเล็กลง จนเป็นคริสตาลลอยด์จึงผ่านได้ (เช่นกรดอมิโน และน้ำตาลเชิงเดี่ยว) (ดูการทดลองเรื่องไดอาไลซีสในภาคผนวก)

การนำอาหารไปใช้ (Assimilation) และหน้าที่ของตับ

หลังจากที่ลำไส้ดูดอาหารเข้าสู่โลหิตแล้วก็จะถูกนำไปยังเซลของร่างกาย ซึ่งมีการหายใจและการเปลี่ยนอาหารเป็นโปรโตพลาซึม หมายความว่าอาหารได้ถูกนำไปใช้แล้ว ในตอนแรกอาหารจะผ่านเข้าสู่ตับก่อน เส้นโลหิตจากลำไส้จะรวมกันกลายเป็นเส้นโลหิตใหญ่ (เส้นโลหิตดำปอร์แตล) วิ่งเข้าสู่ตับ แล้วก็กระจายออกเป็นเส้นโลหิตฝอย ตับเป็นต่อมที่ใหญ่ที่สุดในร่างกาย ตั้งอยู่ในช่องว่างของลำตัวใกล้กระบังลม คลุมลงมาที่กระเพาะบางส่วน หน้าที่สำคัญของมันก็คือ

ควบคุมองค์ประกอบของโลหิต เป็นโรงโกดังที่ใหญ่โตและเป็นห้องทดลองของร่างกาย ดังตัวอย่างเช่น

(๑) น้ำตาลทุกชนิดที่ได้จากการย่อยคาร์โบไฮเดรตจะถูกเส้นโลหิตดำปอร์แตลนำมาสู่ตับ น้ำตาลนี้มักจะมีมากเกินความต้องการในขณะนั้น ตับจะทำการเก็บไว้เป็นไกลโคเจน (หรือแป้งสัตว์) เมื่อโลหิตมีน้ำตาลน้อยเข้า (เช่นหลังจากการออกกำลังกาย) ไกลโคเจนจากตับจะเปลี่ยนเป็นน้ำตาล ผ่านลงสู่โลหิต ฉะนั้น ตับจึงมีหน้าที่ควบคุมปริมาณของน้ำตาลในโลหิต

(๒) ตับมิได้สะสมน้ำตาลไว้มากพอที่จะจ่ายให้แก่คนขาดน้ำตาลได้นาน แต่ตับอาจสร้างน้ำตาลขึ้นได้จากวิธีอื่น คือการแยกสลายกรดอมิโนที่เส้นโลหิตดำปอร์แตลนำมา กรดอมิโนที่มีมากเกินความต้องการ ในตอนแรกนี้ตับจะไม่เก็บไว้แต่จะถูกแยกสลายเป็นน้ำตาลและแอมโมเนีย แอมโมเนียจะถูกเปลี่ยนเป็นยูเรียโดยผสมกับคาร์บอนไดออกไซด์ ยูเรียเป็นสารที่ไม่เป็นพิษจะผ่านลงสู่โลหิตแล้วถูกกรองออกจากไตเป็นปัสสาวะไป ตามธรรมชาติกรดอมิโนมิได้ถูกทำลายเช่นนี้ทั้งหมด บางส่วนที่ผ่านตับแล้วจะถูกนำไปสร้างเป็นเนื้อหนังของร่างกาย แต่สิ่งสำคัญที่ควรทราบก็คือ โปรตีนอาจใช้เป็นสารให้น้ำตาลสำหรับหายใจได้เช่นเดียวกับคาร์โบไฮเดรตเหมือนกัน

(๓) ตับสร้างน้ำดี ซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องในการย่อยอาหารดังได้กล่าวมาแล้ว

(๔) เมตาโบลิซัมในตับทำงานอย่างแข็งแรง และความจริงยังเป็นอวัยวะที่สร้างความร้อนให้แก่สัตว์เลือดอุ่นด้วย

บทที่ ๓

สุขวิทยาของระบบการย่อยอาหาร

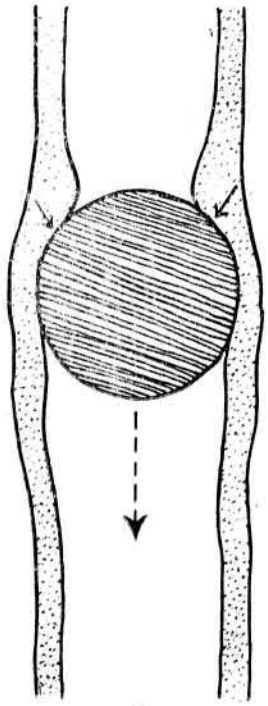
ความผิดปกติของระบบการย่อยอาหาร

เราได้ทราบถึงหน้าที่ของระบบการย่อยอาหารที่เป็นปกติดีแล้ว ฉะนั้นในบทนี้จะกล่าวถึงความผิดปกติที่อาจเกิดกับการย่อยอาหารขณะที่กำลังย่อยอาหารอยู่

สิ่งแรก ที่นับว่าสำคัญมากคืออาหารที่เป็นของแข็งนั้นต้องเคี้ยวให้ละเอียดเสียก่อน โดยเฉพาะอย่างยิ่งคืออาหารจำพวกแป้ง เราทราบแล้วว่าเอนซายม์ไทยาลีนจากน้ำลายจะเริ่มย่อยแป้งตั้งแต่อยู่ในปาก และเมื่ออาหารตกลงสู่กระเพาะแล้วก็ยังย่อยต่อไปอีกเวลาหนึ่ง แต่ถ้าหากกลืนอาหารแป้งนั้นลงไปทั้งก้อน การย่อยของไทยาลีนจะหมดไปก่อนที่แป้งก้อนนั้นจะกลายเป็นก้อนเล็กพอที่จะผ่านไพลอรัส ลงสู่ลำไส้เล็กได้ จึงทำให้อาหารแป้งนั้นต้องอยู่ในกระเพาะนานเกินไป เราจะรู้สึกไม่สบายและเรอเหม็นเปรี้ยว

อาหารธรรมดา จะถูกย่อยและผ่านจากกระเพาะไปในราว ๔ ชั่วโมง ฉะนั้นระยะเวลาระหว่างอาหาร ๕ — ๖ ชั่วโมง จึงพอที่จะให้กระเพาะทำงานเสร็จและได้พักเล็กน้อยเพื่อรอรับอาหารมื้อต่อไป ฉะนั้นการกินอาหารมากเกินไปหรือกินบ่อยหรือกินไม่เป็นเวลา จะทำให้กระเพาะทำงานหนักเกินไปซึ่งเป็นเหตุให้เกิดโรคกระเพาะขึ้น วิธีแก้อย่างง่าย ๆ คือ ให้กระเพาะได้หยุดพักโดยไม่กินอาหารแข็งเป็นเวลาหลาย ๆ ชั่วโมง และล้างกระเพาะโดยดื่มน้ำอุ่นมาก ๆ

โรคเกี่ยวกับระบบอาหารที่เป็นกันทั่วไป คือโรคท้องผูก คืออุจจาระค้างอยู่ในลำไส้ใหญ่นานเกินไป ท้องผูกอาจเกิดจากการขาดการออกกำลังกาย (เช่นพวกพนักงานที่นั่งทำงานในออฟฟิศ) โรคอีกอย่างหนึ่งคือโรคผิดอาหาร เช่น กินไม่เป็นเวลา อาหารไม่มีกาก ดื่มน้ำไม่พอ เคี้ยวอาหารไม่พอ อาหารขาดพืชผักเขียวและผลไม้สดและขาดไวตามิน เหล่านี้เป็นเหตุให้ท้องผูก อาหารที่เคลื่อนไปตามลำไส้นั้นเป็นไปโดย เพอริสตาลซิส (peristalsis) คือ กล้ามเนื้อจะขยับเป็นลูกคลื่นบีบให้อาหารเคลื่อนไปข้างหน้า (ดูรูปที่ ๓๒) การขยับของกล้ามเนื้อจะเป็นไปเต็มที่เมื่อลำไส้มีอาหารอยู่เต็ม ฉะนั้นควรกินอาหารดี ๆ ห่างกันมื้อละหลาย ๆ ชั่วโมงดีกว่ากินทีละน้อย



รูปที่ 32
อาหารถูกบีบลงมาตามทางเดินของอาหาร

และกินบ่อย ๆ อาหารที่มีเส้นใย (เช่น เซลลูโลส ใยของผลไม้ ผักสีเขียว และถั่วทั้งเม็ด) ดูดน้ำได้ดี ขณะผ่านไปตามลำไส้ ทำให้พองโตออกเป็นวิธีแก้โรคท้องผูก ซึ่งเนื่องมาจากกล้ามเนื้อลำไส้ไม่ใคร่ขยับตัว อาหารที่เหมาะสมควรมีอาหารที่ย่อยไม่ได้ (กาก) ประมาณ ๒ กรัม ที่ได้จากผลไม้ ผักและถั่ว ตามสัดส่วนที่เท่ากัน การดื่มน้ำมาก ๆ (น้ำธรรมดาหรือใส่ของชูรส) ระหว่างอาหารช่วยป้องกันโรคท้องผูกได้ดี

การถ่ายอุจจาระ วันละครั้งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับคนที่มีสุขภาพปกติ การถ่ายไม่เป็นเวลาเป็นเหตุที่ทำให้ท้องผูก เพราะถ้าไม่เอาใจใส่ต่อการถ่าย กล้ามเนื้อของลำไส้ใหญ่ก็ผ่อนคลาย ความอยากถ่ายก็หายไป ถ้ากล้ามเนื้อผ่อนคลายอยู่เช่นนี้เสมอ ๆ มันก็เสียกำลังที่จะหดไป ทำให้ถ่ายไม่ออก หรือออกบ้างเล็กน้อย การหัดถ่วงให้เป็นเวลาทุกวัน (ดีที่สุดคือในตอนเช้า) ช่วยให้ถ่ายอุจจาระได้โดยปราศจากความเกร็ง การออกกำลังกล้ามเนื้อช่วยให้ถ่ายอุจจาระเป็นเวลาและสะดวกสบาย และการขยับของกล้ามเนื้อท้องทำให้อวัยวะในการย่อยอาหาร อยู่ตามที่ของมันอย่างเหมาะสมภายในช่องท้อง

สรุปแล้วโรคท้องผูกอาจป้องกันได้โดย (๑) กินอาหารเป็นเวลา มีผลไม้ ผัก และถั่ว ซึ่งมีกากมาก ๆ (๒) ออกกำลังให้สม่ำเสมอ (๓) ดื่มน้ำมาก ๆ ระหว่างกินอาหาร (๔) อาหารที่กินนั้นมีไวตามิน B และ (๕) หัดถ่ายให้เป็นเวลาทุกวัน

การใช้ยาถ่าย (หรือยาระบาย) บ่อย ๆ มักเป็นเหตุให้เป็นโรคท้องผูก ควรใช้เฉพาะเมื่อแพทย์สั่งเท่านั้น ถ้าหากมีอาการปวดท้องห้ามใช้ยาถ่ายอย่างแรงเป็นอันขาด เพราะอาจทำให้ลำไส้ทะลุ เยื่อบุช่องท้องก็จะอักเสบ เป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้

ถึงแม้ระบบการย่อยอาหารจะทำงานเป็นปกติและมีสุขภาพสมบูรณ์ สิ่งแวดล้อมภายนอกอาจทำให้มันผิดปกติไปได้ เช่น เหนื่อยเกินไป ตกใจ หรือโกรธ ทำให้น้ำย่อยอาหารไม่ไหลออกมา อาหารที่กินเข้าไปก็ไม่ถูกย่อย ตรงกันข้าม การมีคนที่ชอบพอกันมากินร่วมกัน มีสิ่งแวดล้อมอันเป็นสุข กลิ่นและสีของอาหารน่ากิน เหล่านี้จะช่วยให้น้ำลายและน้ำย่อยอื่น ๆ ไหลออกมา

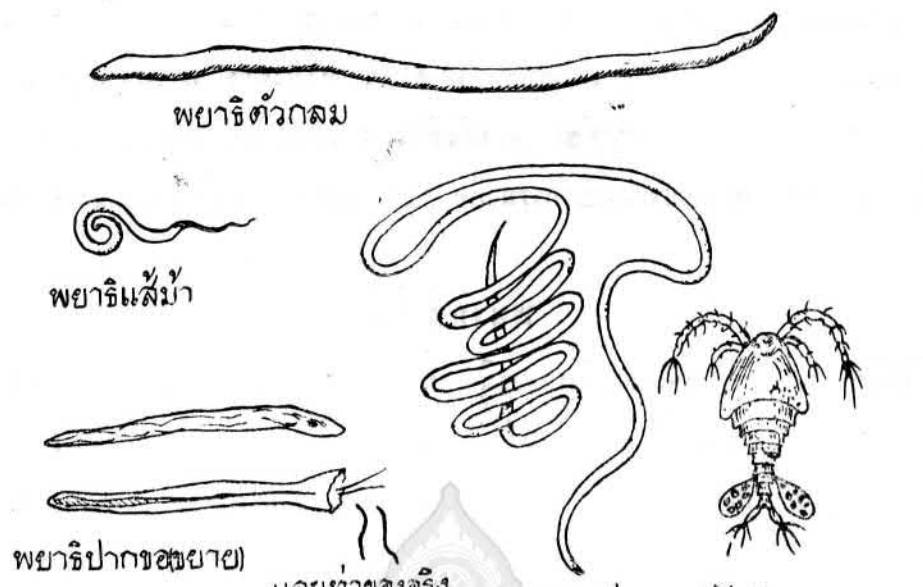
พยาธิลำไส้

พยาธิลำไส้ ในประเทศร้อนมีพยาธิหลายชนิด ซึ่งอาจเข้าไปอาศัยอยู่ในไส้เล็กของคน ตามที่เป็นอยู่ปรากฏว่ามีน้อยคนนักที่ไม่มีพยาธิเหล่านี้ พวกพยาธิจะใช้อาหารที่ย่อยแล้วหรือย่อยไปบ้างแล้ว เป็นอาหารของมัน พยาธิเหล่านี้เป็นอุปสรรคต่อการดูดอาหารของลำไส้โดยฉะเพาะอย่างยิ่งในทารกและเด็กเล็ก ๆ เป็นต้นเหตุของโรคต่าง ๆ ซึ่งในประเทศร้อนอาจถึงตายได้ คนในประเทศร้อนราว ๙๐ % มีพยาธิในลำไส้ พยาธิเหล่านี้เป็นต้นเหตุอันใหญ่ยิ่งของความล้าหลังถ่วงความเจริญของแต่ละคนและประเทศชาติ

พยาธิเหล่านี้ติดมากับอาหาร มือ และภาชนะที่สกปรก เราอาจป้องกันได้ดังต่อไปนี้ (๑) น้ำดื่มที่สงสัยว่าจะสกปรก ต้องต้มให้เดือดเสียก่อน (๒) อย่าเดินเท้าเปล่าในโคลนหรือน้ำครำ (๓) อย่าอาบน้ำสกปรก (๔) หุงต้มเนื้อและผักให้สุก (๕) ล้างผลไม้ที่จะกินให้สะอาดเสียก่อน อย่ากินผลไม้ที่แตกและที่สำคัญที่สุดคือ (๖) หัดให้เป็นคนสะอาดและถูกสุขลักษณะ (เช่นไปส้วมเป็นเวลา)

พยาธิตัวกลม (หรือไส้เดือนลำไส้)

พยาธิตัวกลมตัวเมีย (ดูรูปที่ ๓๓) ออกไข่คราวละหลายพันฟองและอาจมีชีวิตอยู่ในดินที่ชื้นแฉะได้ตลอดเวลา ผลไม้และผักสดที่เปื้อนดินมักมีไข่ของพยาธิตัวกลม ถ้าหากกินผลไม้เหล่านี้สด ๆ โดยมิได้ล้างให้สะอาดเสียก่อนไข่พยาธิก็จะตกลงสู่ลำไส้ และฟักออกมาเป็นตัวอ่อนเรียกว่าดาวา ดาวานี้จะเจาะผนังลำไส้เข้าสู่เส้นโลหิตดำปอร์แตลแล้วไปตามโลหิตจนถึงตับ และต่อไปจนถึงปอด ตัวอ่อนนี้จะเจาะถุงลมของปอดไต่ขึ้นตามหลอดลม เจาะหลอดลมเข้าสู่หลอดอาหารแล้วกกลับลงสู่ลำไส้ใหม่ ดาวานี้จะใช้ชีวิตอยู่ในลำไส้เล็กเรื่อยไป พยาธิที่เติบโตเต็มที่แล้วตัวโตขนาดไส้เดือนดิน กินอาหารที่ลำไส้ย่อยแล้ว พยาธิตัวกลมเป็นพยาธิที่กำจัดออกจากร่างกายได้โดยง่ายโดยการใช้ยา



รูปที่ 33 พยาธิที่อยู่ในมนุษย์

ลาวาของพยาธิตัวกลมมักก่อความระคายเคืองแก่กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็กและปอด ทำให้เป็นโรคอาหารไม่ใคร่ย่อย ท้องผูก และการดูดอาหารของลำไส้ผิดปกติ ผนังลำไส้อ่อนแอ และท้องมักป่อง คนไข้จะไม่เติบโต และน้ำหนักตัวไม่ขึ้น เด็กที่มีพยาธินี้มักมีน้ำมูกไหลอยู่เสมอ ความระคายเคืองของกระเพาะบางที่ทำให้เด็กอยากกินของสกปรก เลยกลับได้รับพยาธิมากขึ้นอีก พยาธินี้ทำให้เด็กที่ตามธรรมชาติเป็นคนเฉลียวฉลาดและเชาวน์ไวกลับกลายเป็นคนโง่และเกียจคร้านไปได้ ผู้ปกครองเด็กและครูจึงควรระมัดระวังสอดส่องดูอยู่เสมอว่าเด็กมีพยาธินี้หรือเปล่า ถ้าหากสงสัยควรส่งอุจจาระของเด็กไปให้แพทย์ตรวจ ถ้าหากพบไข่ของมัน จะได้ให้ยารักษาได้ถูกต้อง

ยาใช้ขับพยาธิออกจากร่างกายได้ แต่ป้องกันไม่ได้ การป้องกันที่ดีที่สุดก็คือปรับปรุงบ้านให้สะอาดและถูกสุขลักษณะ เช่น ส้วมสะอาด สุขศึกษาก็เป็นสิ่งจำเป็นที่จะช่วยให้มีนิสัยรักความสะอาด เช่นล้างมือ หลังจากถ่ายอุจจาระแล้วและก่อนกินอาหาร การกินอาหารให้ดีขึ้นไม่ได้ช่วยแก้ปัญหาเรื่องพยาธิเหล่านี้ เพราะพยาธิกินอาหารที่เรากินเข้าไป และทำให้ลำไส้ระคายเคืองดูดอาหารได้ไม่ดี

พยาธิเส้นด้ายและพยาธิแส้ม้า

พยาธิเส้นด้ายไม่สืบพันธุ์ในลำไส้ แต่ตัวเมียจะคลานออกจากทวารหนักแล้วไข่คราวละหลายพันฟองบนผิวหนังรอบ ๆ ทวารหนัก ทำให้คันทวารหนักอย่างรุนแรง ซึ่งอาจเกาจนเป็นแผล ไข่พยาธิก็จะติดตามเล็บ และอาจกลับเข้าสู่ปากได้อีก โดยวิธีนี้พยาธิก็จะเพิ่มจำนวนขึ้นในลำไส้

พยาธิแส้ม้า ผ่านออกไปกับอุจจาระ ถ้าหากอุจจาระนี้ตกลงตามพื้นดินแล้วถูกปล่อยไว้จนแห้ง ไข่ใบเล็ก ๆ ของพยาธิก็จะปลิวไปตามลม และตกลงในอาหารได้อีก

พยาธิเส้นด้ายและแส้ม้านี้อาจรักษาให้หายได้โดยการรักษาที่ถูกต้องของแพทย์

พยาธิปากขอ

เป็นพยาธิที่มีอันตรายมากที่สุด มีชุกชุมในประเทศร้อน (ดูรูปที่ ๓๓) พยาธิปากขอจะเกาะติดกับผนังของลำไส้แล้วดูดโลหิตกินเป็นอาหาร ทำให้ร่างกายอ่อนเพลียลงเรื่อย ๆ

ถ้าหากในลำไส้มีพยาธิปากขอมาก และปล่อยทิ้งไว้โดยไม่รักษา ร่างกายจะอ่อนเพลียลงทุกที และอาจตายได้ มันออกไข่และตามอุจจาระออกมา ถ้าไข่นี้ตกไปอยู่ตามที่ชื้นแฉะและอากาศอบอุ่นก็จะฟักออกมาเป็นตัวอ่อน



รูปที่34 หัวของพยาธิปากขอที่เกาะอยู่กับลำไส้คน (ขยายใหญ่มาก)

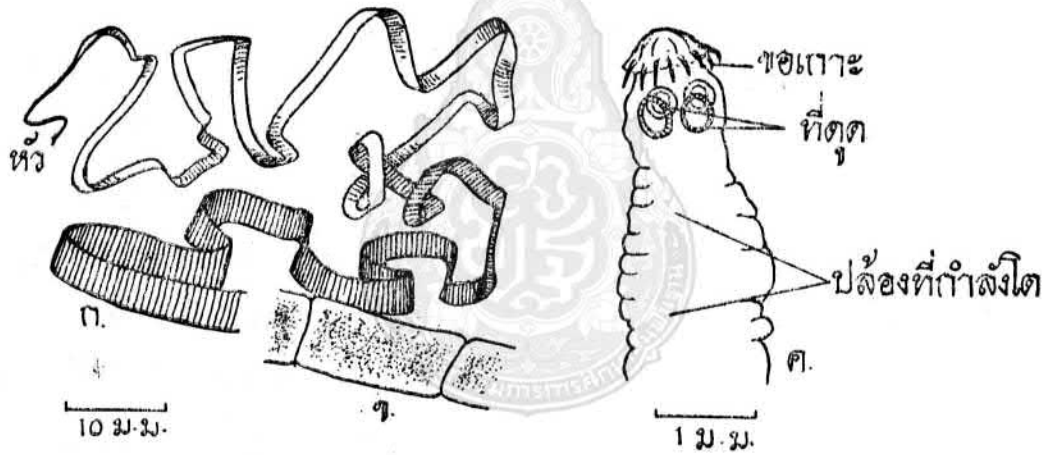
ตัวอ่อนนี้เข้าสู่ลำไส้ได้จากพื้นดินทั่วไป ๆ ถ้าคนที่เดินเท้าเปล่าตามพื้นดินที่มีตัวอ่อนของพยาธิเหล่านี้ มันก็จะเกาะติดไปแล้วไชเข้าสู่เส้นน้ำเหลือง น้ำเหลืองก็จะพาไปสู่เส้นโลหิตใหญ่ แล้วผ่านเข้าไปในเส้นโลหิตฝอยของปอด พยาธิจะเจาะถุงลมเข้าสู่หลอดลม แล้วเจาะหลอดอาหารกลับลงสู่ลำไส้เล็ก มันจะเกาะลำไส้เล็กไว้แน่นและดูดโลหิตกินเป็นอาหารต่อไป (ดูรูปที่ ๓๔)

พยาธิปากขอตัวหนึ่ง ๆ ดูดโลหิตกินวันละ ๐.๕ ซี.ซี. ถ้าหากในลำไส้มีพยาธิ ๑,๐๐๐ ตัว ก็จะเสียโลหิตวันละหลายไพนท์

คนที่มีพยาธินี้มาก ๆ มักอ่อนเพลีย และเกียจคร้าน ความจริงเขาไม่สบาย และควรจะได้รับการรักษา พยาธินี้อาจกำจัดออกจากลำไส้ได้โดยง่าย โดยใช้ยาเพียงสองสามขนานเท่านั้น และจะป้องกันพยาธินี้ได้โดย (๑) อย่าเดินเท้าเปล่า (๒) ถ่ายอุจจาระในที่ที่จัดไว้มิดชิด (เพื่อมิให้พื้นดินและน้ำมีพยาธินี้) และ (๓) ล้างมือและเท้าให้สะอาดเสมอหลังจากเหยียบดินมาแล้ว

พยาธิตัวตืด

มีลักษณะคล้ายริบบิ้นสีขาวต่อกันเป็นเส้น อาจยาวหลายฟุต (ดูรูปที่ ๓๕) มันใช้หัวของมันเกาะผนังลำไส้ไว้ ใช้ผนังลำตัวของมันดูดอาหารที่ย่อยแล้วจากลำไส้ ปล้องที่อยู่ตอนปลายมีไข่



รูปที่ 35 พยาธิตัวแบน

ก. ระยะ นิ้วแรกของพยาธิตัวแบนซึ่งยาวหลายฟุต
ข. ปล้องที่แก่แล้วเต็มไปด้วยไข่, อยู่ที่ปลายตัวมัน
ค. หัวของพยาธิตัวแบน

อยู่เต็ม และจะขาดออกจากตัวไปกับอุจจาระเป็นคราว ๆ ถ้าหมูกินเข้าไปลูกอ่อนในเปลือกไข่จะเจาะผนังลำไส้ของหมูเข้าสู่กล้ามเนื้อ แล้วเจริญเติบโตเป็นหนอนถุง (แบลดเดอร์เวิม ที่ให้ชื่อเช่นนี้หมายถึงรูปร่างมันคล้ายถุงไม่ได้หมายความว่าอยู่ในถุงของร่างกายคน) ถ้าหากคนกินเนื้อหมูดิบหรือที่ทำไม่สุกที่มีพยาธินี้ หนอนถุงก็จะโผล่หัวออกมาเกาะลำไส้ไว้แน่น แล้วเติบโตเป็นพยาธิตัวตืดต่อไป วัฏจักรก็จะวนเวียนอยู่เช่นนี้เรื่อยไป ในประเทศที่เจริญแล้วเขามีเจ้าหน้าที่ตรวจดู

เนื้อสัตว์และปลาก่อนที่จะอนุญาตให้นำออกขายในตลาด ถ้าหากเนื้อเหล่านั้นมีพยาธิ เจ้าหน้าที่ก็จะทำลายเสีย แต่ถ้าเนื้อที่มีพยาธินั้น ถูกหุงต้มให้สุก พยาธิก็จะตายหมด

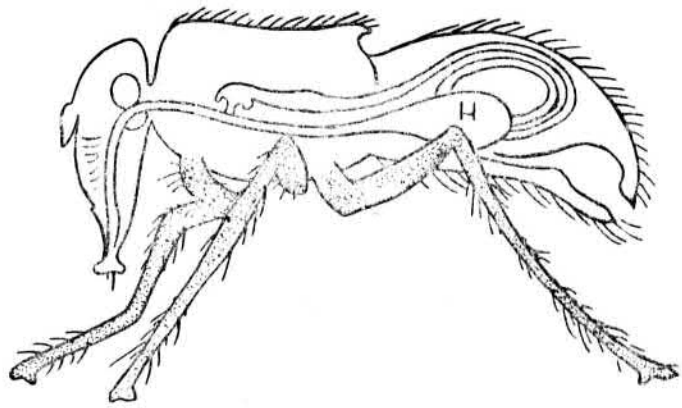
พยาธิกินนี

พยาธินี้มีชุกชุมในอินเดียและอัฟริกาบางแถบ ตัวเมียที่เติบโตเต็มที่แล้ว (อาจยาวหลายฟุต) จะอาศัยอยู่ใต้ผิวหนัง โดยมากอยู่ในขาและเท้า อาจมองเห็นหรือสัมผัสให้รู้สึกได้ด้วยมือ (ดูรูปที่ ๓๓) ตัวเมียจะปล่อยของเหลวขุ่นข้นคล้ายน้ำนมออกมา ทำให้เป็นแผลขาว ๆ บนผิวหนัง ในของเหลวนี้มีลูกอ่อนเป็นจำนวนมาก เมื่ออาบน้ำลูกอ่อนก็จะหนีออกตามน้ำไป ถ้ามันพบสัตว์ตัวกลางที่เรียกว่าไซคลอป (รูปร่างคล้ายไรอยู่ในน้ำจืด) มันจะไชเข้าสู่ร่างกายทันที แล้วเติบโตอยู่ภายใน ราว ๔ ถึง ๖ อาทิตย์ ตัวก็จะยาวประมาณ ๑ มิลลิเมตร ถ้าหากดื่มน้ำที่มีตัวไซคลอปเข้าไป พยาธิกินนี้จะเจาะผนังลำไส้ และไปเจริญเติบโตอยู่ในเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกายเรา เฉพาะตัวเมียเท่านั้นที่จะออกมาอยู่ที่เยื่อใต้ผิวหนังเพื่อจะไข่ออกทางผิวหนัง ถ้าปรากฏเป็นพยาธิกินนี้ขึ้นตามผิวหนังจะต้องไปรักษาที่โรงพยาบาล ไม่ใช่รักษาเอง พยาธินี้จะป้องกันได้โดยต้มหรือกรองน้ำที่ใช้ดื่มเสียก่อนเพื่อทำลายสัตว์ตัวกลาง คือ ไซคลอป และต้องป้องกันคนที่มีพยาธินี้ออกจากกิจการประปาสำหรับสาธารณะ

โรคเกี่ยวกับลำไส้

บิด ไทฟอยด์ (ไข้รากสาดน้อย) และอหิวาต์ เป็นโรคติดต่อทางลำไส้อันเนื่องจากความสกปรก โรคเหล่านี้เข้าสู่ร่างกายเราได้ทางปากโดยติดมากับอาหารและน้ำดื่มที่มีอุจจาระของคนปะปนมา เป็นโรคที่ติดต่อจากทวารหนักตรงไปยังปากเลยทีเดียว เพราะเชื้อโรคเหล่านี้ไม่อยู่นอกร่างกายนอกจากในของบางอย่างที่มีอุจจาระของคนที่เป็นโรคนี้ปะปนอยู่ จึงควรจำไว้ว่าโรคเหล่านี้จะเกิดขึ้นต่อเมื่อเรากินอุจจาระที่มีโรคนี้เข้าไป โรคนี้แต่เดิมเข้าใจว่าเกิดจากน้ำ เพราะก่อนที่การประปาจะเจริญขึ้น โรคนี้มักระบาดเนื่องจากน้ำดื่ม

แมลงวันตามบ้านเป็นพาหะนำเชื้อบิดและไทฟอยด์ได้ดี มันชอบตอมอุจจาระของคนแล้วนำเชื้อโรคไปสู่อาหาร เชื้อโรคเหล่านี้มักติดไปตามขาที่มีขนขึ้นทั่วไป (ดูรูปที่ ๓๖) และอาจอยู่ใน



รูปที่ 36 ภาพตัดผ่านตามแนวยาวของแมลงวัน
แสดงหลอดอาหารและท่อลม ให้สังเกตขามีขน

ลำไส้ของมัน ซึ่งเชื้อโรคจะมีชีวิตอยู่ได้หลายวัน และมันจะถ่ายออกทางอุจจาระหรือทางปากก็ได้ เมื่อแมลงวันจะกินอาหาร มันจะต้องทำให้อาหารนิ่ม โดยบ้วนของเหลวออกมาจากกระเพาะพักอาหาร แมลงวันตัวหนึ่ง ๆ อาจนำเชื้อโรคได้กว่าล้านตัว (บางชนิดอาจไม่เป็นโรค) ฉะนั้น การป้องกันมิให้แมลงวันลงตอมอาหารและการกำจัดสิ่งโสโครกตามหลักสุขาภิบาล เพื่อกันมิให้แมลงวันลงไปไข่ จึงเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างที่สุด

บิด

บิดเป็นโรคของลำไส้ใหญ่เกิดจากบักเตรีชนิดหนึ่ง (บิดจากบักเตรี) หรือเกิดจากสัตว์เซลเดียวที่ตัวโตกว่าบักเตรี เรียกว่าตัวอมีบา (บิดจากอมีบา) คนไข้จะถ่ายอุจจาระบ่อย อุจจาระจะเหลวเป็นน้ำมีโลหิตและเมือกปะปนออกมา มักมีอาการปวดท้องอย่างแรง เมื่อตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ก็จะบอกได้ว่าเป็นบิดชนิดใด จะได้ให้ยาถูก ระหว่างนี้ต้องงดกินอาหารแข็ง แต่ให้กินน้ำมาก ๆ (เพื่อแทนที่น้ำที่เสียไปในอุจจาระ) น้ำชาอ่อน ๆ (ร้อนหรือเย็น) น้ำข้าว น้ำข้าวบาร์เลย์ น้ำซุปเนื้อหรือไก่ใส ๆ ก็ใช้ได้ดี

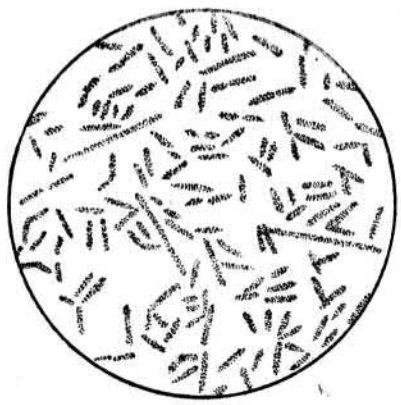
เชื้อโรคบิดจะปะปนออกมากับอุจจาระของคนไข้ ฉะนั้นวิธีที่ดีที่สุดที่จะป้องกันมิให้โรคระบาดได้ต่อไปก็คือ ต้องนำอุจจาระที่มีเชื้อนี้ไปทิ้งในที่ที่มิดชิดที่สุด เพื่อป้องกันมิให้มีโอกาสปะปนไปกับอาหารหรือน้ำดื่มได้ (และแมลงวันก็ตอมอุจจาระไม่ได้)

โรคบิดมักติดกันเองในบ้าน หรือระหว่างชุมนุมชนที่อยู่ใกล้ชิดสนิทสนมกัน ฉะนั้นเมื่อทราบว่าบ้านใกล้เคียงเป็นโรคนี้ ก็ควรจะเพิ่มความระมัดระวังทันที โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำและนมที่จะดื่มต้องต้มให้เดือดเสียก่อน ผักต่าง ๆ ต้องหุงต้มให้สุก ผลไม้สดก็ต้องล้างให้สะอาด อาหารทุกชนิดต้องระวังอย่าให้แมลงวันและแมลงสาบลงไปตอมได้ (หมายเหตุ สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งคือ คนที่มีอาการท้องร่วงแม้แต่เพียงเล็กน้อยหรือพึ่งหายจากโรคนี้อย่าอนุญาตให้จับต้องอาหารหรือภาชนะใส่อาหารเป็นอันขาด) คนบางคนมีเชื้อบิดอยู่ในลำไส้โดยไม่แสดงอาการเลย ถ้าคนพวกนี้มีนิสัยสกปรก และมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับเรื่องอาหาร ก็จะเป็นอันตรายต่อคนอื่นอย่างใหญ่หลวง โรคบิดจากอมีบา เป็นโรคที่เป็นอันตรายมาก เพราะคนไข้อาจมีเชื้อบิดอมีบาอยู่ในร่างกายเป็นเวลานานโดยมิได้แสดงอาการเลย

โรคไข้ไทฟอยด์

ไข้ไทฟอยด์ และพาราไทฟอยด์ (ร้ายแรงน้อยกว่าไทฟอยด์) ทั้งสองอย่างนี้เป็นโรคของลำไส้เล็ก โรคไทฟอยด์จะทำให้เป็นแผลในลำไส้ และที่เป็นอันตรายมากก็คือ แผลนี้อาจลึกจนผนังลำไส้ทะลุ ทำให้ถึงตายได้ ในการรักษา ห้ามมิให้คนไข้กินอาหารแข็งจนกว่าจะทุเลาแล้ว ขณะนี้ยาดีสำหรับรักษาแล้ว ถ้าหากคนไข้ไปพบหมอได้เร็วที่สุดเท่าใดก็ยิ่งดีขึ้น

โรคไทฟอยด์ที่เป็นจากบักเตรี อาจมีอยู่ในอุจจาระ บางทีก็มีในปัสสาวะ น้ำลาย หรือเหงื่อของคนไข้ ฉะนั้นจะต้องระมัดระวังอุจจาระคนไข้ ระวังเสื้อผ้าที่คนไข้สวม และผ้าปูที่นอนต้องซักด้วยความระมัดระวังอย่าให้โรคมีโอกาสตกลงสู่อาหารและน้ำดื่มได้ วิธีป้องกันโรคไทฟอยด์คือต้องดื่มน้ำที่สะอาดหรือต้มให้เดือดเสียก่อน และต้องกินอาหาร (โดยเฉพาะอย่างยิ่งก็อนม) ที่ป้องกันสิ่งสกปรกและแมลงวันตอม เชื้อบักเตรีที่ทำให้เกิดโรคไทฟอยด์อาจมีชีวิตและติดอยู่ที่ขาแมลงวันได้ถึง ๓ อาทิตย์ หลังจากที่มันไปไต่ตอมอุจจาระของคนที่เป็นโรคนี้มาแล้ว (ดูรูปที่ ๓๗)



รูปที่ 37 เชื้อบักเตรี โรคไข้รากสาด

บักเตรีที่ทำให้เกิดโรคไทฟอยด์ และพาราไทฟอยด์ อาจมีชีวิตอยู่ได้ในน้ำแข็ง ฉะนั้นจึงไม่ควรดื่มน้ำแข็งจนกว่าจะทราบแน่นอนว่าทำจากน้ำที่สะอาด

วิธีระบาดของโรคอีกอย่างหนึ่ง คือจากคนที่มีสุขภาพปกติ แต่เป็นพาหะนำโรค คนพวกนี้ดูเป็นปกติดี แต่ในลำไส้ของเขามีเชื้อไทฟอยด์ อุจจาระจึงมีเชื้อ ถ้าพาหะนี้ไม่ทราบว่ามีเชื้อ และประกอบกิจการอาหาร เป็นพ่อค้าหาบเร่ หรือทำไอสกรีมขาย และถ้าเขาเป็นคนมีนิสัยสกปรกและเลินเล่อ ก็จะทำให้อาหารเหล่านั้นมีเชื้อโรคได้ การระบาดของโรคนี้อย่างรุนแรงมักเกิดขึ้นเสมอ จากคนที่เป็นพาหะดังที่กล่าวมานี้ เป็นหน้าที่ของกระทรวงสาธารณสุขที่จะค้นหาตัวพาหะเหล่านี้ให้ได้เมื่อมีโรคระบาดเกิดขึ้น และถ้ามีคน ๆ หนึ่ง ซึ่งทำงานเกี่ยวข้องอยู่กับอาหารของคนไข้โดยไม่มีอาการของโรคแต่ประการใด และเมื่อตรวจอุจจาระดู ปรากฏว่ามีเชื้อโรคนี้เช่นนี้ ต้องไม่ใช้คน ๆ นั้น ทำงานเกี่ยวกับอาหารเป็นอันขาด

วิธีป้องกันโรคไทฟอยด์คือฉีดวัคซีนไทฟอยด์ให้ผิวหนังรวม ๓ ครั้ง ครั้งหนึ่ง ๆ ห่างกันประมาณ ๗ วัน วัคซีนนี้ไม่มีอันตรายอย่างใด แต่จะช่วยคุ้มกันโรคได้ประมาณ ๑ ปี แฟคเตอร์ที่สำคัญที่สุดในการป้องกันการระบาดของไทฟอยด์ ก็คือ การสุขาภิบาลที่ดีและความมีนิสัยสะอาดของบุคคลแต่ละคน

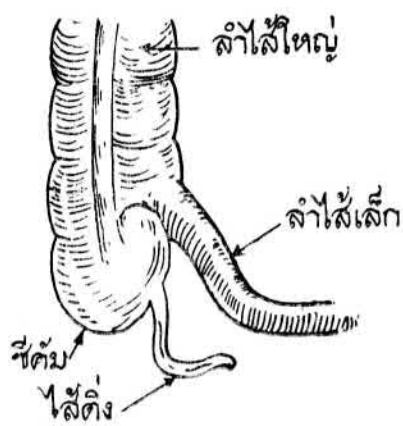
โรคอหิวาต์

โรคอหิวาต์ (คอเลอรา Cholera) เป็นโรคติดต่อ และเป็นโรคที่ร้ายแรงที่สุดในบรรดาโรคเมืองร้อนทั้งหลาย เพราะคนที่เป็นโรคนี้ ถ้าไม่รักษาก็จะถึงตายประมาณ ๕๐% หลังจากได้รับเชื้อแล้วประมาณสองวัน คนไข้ก็จะมีอาการท้องเดินอยู่ ๒—๓ ชั่วโมง แล้วก็สิ้นสติ ส่วนมากจะตาย โรคนี้อาจทำลายชีวิตคนเป็นร้อย ๆ ในเวลาเพียง ๒—๓ ชั่วโมง เท่านั้น

เนื่องจากเป็นโรคที่ร้ายแรง จึงควรป้องกันไว้ดีกว่า โรคนี้ติดต่อได้เช่นเดียวกับโรคลำไส้อื่น ๆ คือกลืนเชื้อโรคเข้าไป ประเทศที่มีอหิวาต์ชุกชุม โรคมักระบาดจากน้ำดื่ม ฉะนั้นขั้นแรกในการป้องกันอหิวาต์ก็คือต้องจัดทำน้ำประปาที่สะอาด ถ้ามีโรคเกิดขึ้น จะต้องนำคนไข้ไปไว้โรงพยาบาลที่แยกอยู่ต่างหาก จะต้องระวังอุจจาระของคนไข้ ของใช้ทุกอย่างของคนไข้ต้องทำลายเชื้อให้หมด ขณะเดียวกัน ชาวบ้านที่ไม่ได้เป็นโรคนี้จะต้องดื่มน้ำหรือนมที่ต้มแล้ว เนื้อและผักที่ใช้บริโภคต้องหุงต้มให้สุก ระวังอย่าให้แมลงไต่ตอมอาหาร ทุกคราวที่จะทำหรือจับต้องอาหารต้องล้างมือด้วยน้ำต้ม โรคอหิวาต์อาจควบคุมได้เด็ดขาดโดยการสุขาภิบาลที่ถูกต้อง

โรคไส้ติ่งอักเสบ*

ไส้ติ่ง หรือไส้ตัน เป็นไส้เล็ก ๆ (ขนาดเท่านิ้วมือ) ปลายข้างหนึ่งตัน ปลายอีกข้างหนึ่งเปิดเข้าสู่ซีคัม หรือลำไส้ใหญ่ตอนต้น (ดูรูปที่ ๓๗) ในสัตว์เคี้ยวเอื้องถูกด้วยนมที่กินพืชเป็นอาหาร ไส้ติ่งจะใหญ่และช่วยในการย่อยเซลลูโลส ในคนไส้ติ่งใช้ทำอะไรไม่ได้เลย แต่กลับเป็นอันตรายแก่คนที่ชอบกินเนื้อ อาการขั้นแรกคือรู้สึกปวดท้องทางซีกขวา เมื่อมีอาการดังนี้อย่ากินยาถ่ายเป็นอันขาด เช่นน้ำมันละหุ่ง หรือดีเกลือ เพราะยาถ่ายจะทำให้ลำไส้มีการเคลื่อนไหวมากขึ้น และอาจทำให้ไส้ติ่งที่กำลังอักเสบอยู่ แตกออกได้ ซึ่งจะมีอันตรายมากขึ้นอีก ถ้าหากมีการปวดท้องถี่ขึ้น และปวดครั้งหนึ่งกินเวลานาน ควรรีบไปปรึกษาแพทย์โดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ อย่ากินอาหารหรือยาใด ๆ การรักษาเองมักทำให้ตายได้ง่าย ๆ การรักษาแต่เนิ่น ๆ (บางทีแพทย์ผ่าตัดอาจตัดเอาไส้ติ่งออก) จะช่วยป้องกันการเสียชีวิตได้ โรคไส้ติ่งอักเสบมิได้เกิดจากการกินเมล็ดของผลไม้ มันเกิดจากบักเตรีที่ทำให้เกิดหนองรุกรานไส้ติ่ง (ดูบทที่ ๙ ด้วย)



รูปที่ 38 ไส้ติ่งของคนเรา

---

* คำว่าอักเสบ เป็นคำกว้าง ถ้าส่วนใดของร่างกายบวม ปวด มีสีแดงและร้อน ก็มักพูดว่าอักเสบ การอักเสบเป็นเครื่องแสดงว่าบักเตรีกำลังรุกราน ร่างกายก็ต่อต้านเพื่อทำลายบักเตรีนั้น เพื่อป้องกันมิให้โรคระบาดต่อไป และต้องการซ่อมแซมส่วนที่เสียไป ดังเช่นเมื่อผิวหนังเป็นแผล บักเตรีที่ทำให้เกิดหนองก็จะแตกลงบนแผล ร่างกายก็จะส่งโลหิตมาเลี้ยงที่บาดแผลนี้มากขึ้น เม็ดโลหิตขาวก็จะพากันมาต่อต้านบักเตรี การที่โลหิตมาเลี้ยงมากขึ้นทำให้อุณหภูมิบริเวณนั้นสูงขึ้น มีสีแดงและบวมขึ้น ปลายประสาทบริเวณนั้นจะถูกผลักดันทำให้ปวด การอักเสบหรือบวม ไม่ใช่โรค แต่เป็นเครื่องหมายที่แสดงว่าร่างกายกำลังต่อต้านกับโรค การต่อต้านตามธรรมชาตินี้มักชนะบักเตรีที่รุกราน รวมทั้งพิษที่มันสร้างขึ้นด้วย และอาจไม่ต้องใช้ยารักษาแต่ประการใด

บทที่ ๔
พลังงานที่เกิดขึ้นจากการหายใจ

การหายใจภายใน

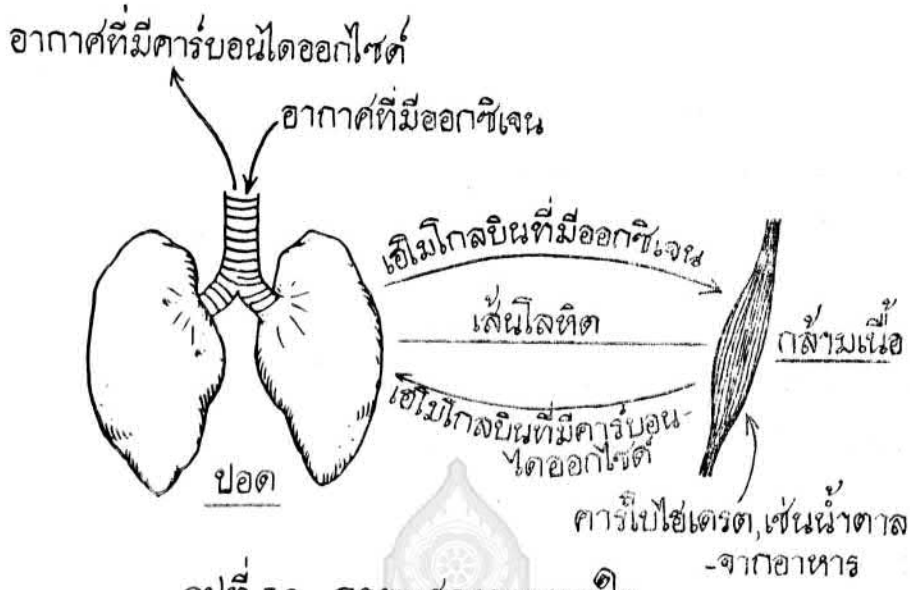
ในบทที่หนึ่งเราได้กล่าวถึงกลไกของการหายใจ (หรือการหายใจภายนอก) การหายใจแบบนี้เป็นลักษณะของสัตว์ที่มีเลี้ยงลูกด้วยนม ซึ่งเป็นสัตว์ชนิดเดียวที่มีกระดูกซี่โครงและกล้ามเนื้อกระบังลม เหมาะสำหรับหายใจแบบนี้

ออกซิเจนจะซึมเข้าสู่เส้นโลหิตฝอยโดยผ่านผนังบาง ๆ ของถุงลม และเข้าผสมกับฮีโมโกลบินของเม็ดโลหิตแดง

โลหิตที่มีออกซิเจนนี้ ในที่สุดจะก็ไปถึงเส้นโลหิตฝอยของร่างกาย ออกซีฮีโมโกลบิน ก็จะคลายออกซิเจนผ่านผนังเส้นโลหิตฝอยเข้าสู่เซลของร่างกาย "การหายใจอันแท้จริง – การปล่อยพลังงานออกมา – จะเกิดขึ้นภายในเซลแต่ละเซลของร่างกาย" (เรียกว่า การหายใจภายในหรือการหายใจของเนื้อเยื่อ) ในเซลต่าง ๆ อาหารที่ถูกออกซิไดส์ เพื่อให้พลังงานได้แก่ น้ำตาลเชิงเดี่ยว (โดยมากเป็นกลูโคส) และการเติมออกซิเจนนี้ ดำเนินไปได้โดยเอนซายม์ที่มีอยู่ภายในเซล นอกจากให้พลังงานแล้วยังมีคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำเกิดขึ้นด้วย ซึ่งจะซึมผ่านผนังเซลออกไปสู่เนื้อเยื่อที่เป็นของเหลว ในที่สุดก็เข้าสู่เส้นโลหิตฝอย และเส้นโลหิตดำไปเมื่อมาถึงปอด คาร์บอนไดออกไซด์ และน้ำก็จะซึมสู่ถุงลม และถูกขับออกเมื่อหายใจออก (ดูรูปที่ ๓๙)

อุณหภูมิของร่างกาย

บางทีเขาจำแนกสัตว์ออกเป็นสัตว์เลือดเย็นและสัตว์เลือดอุ่น อุณหภูมิของโลหิตของปลา กบ และงู จะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิของสิ่งแวดล้อม และเมื่อแตะต้องสัตว์เหล่านี้ดูจะรู้สึกเย็น เราเรียกมันว่าสัตว์เลือดเย็น ความจริงคำนี้ใช้ผิด เพราะโลหิตของงูที่นอนตากแดดอยู่จะร้อน น่าจะเรียกว่า "สัตว์ที่มีเลือดที่อุณหภูมิเปลี่ยนแปลงได้" ตรงกันข้าม สัตว์ที่มีเลือด



รูปที่ 39 ภาพแสดงการหายใจ

อุ่น เช่น นกและสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนม น่าจะเรียกว่า "สัตว์ที่มีอุณหภูมิคงที่" เพราะมันสามารถรักษาให้โลหิตของมัน (และร่างกายด้วย) ให้มีอุณหภูมิคงที่ ถึงแม้อุณหภูมิของสิ่งแวดล้อมจะเปลี่ยนแปลงอย่างใดก็ตาม เช่นโลหิตของคนจะมีอุณหภูมิระหว่าง ๙๗ และ ๙๙° ฟ (ตามปกติ ๙๘.๔° ฟ = ๓๗° ซ) เมื่อเขามีร่างกายปกติ ถึงแม้จะอาศัยอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตรของโลกหรืออยู่ใกล้ขั้วโลก อุณหภูมิของนก ๑๐๖° ฟ (= ๔๑° ซ)

การที่มีอุณหภูมิสูงนั้นนับว่าเป็นประโยชน์แก่นกและสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมเพราะมันสามารถออกหากินได้ ถึงแม้สิ่งแวดล้อมภายนอกจะเป็นอย่างไรก็ตาม เราทราบแล้วว่าสัตว์ได้พลังงานจากการออกซิไดส์น้ำตาล การเปลี่ยนแปลงนี้จะดำเนินไปในเซลของร่างกาย ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นการเปลี่ยนแปลงทางเคมีนี้ก็จะเร็วขึ้นด้วย ฉะนั้นกล้ามเนื้อจะว่องไว และทำงานได้ดีเมื่ออุณหภูมิของร่างกายสูง ในฤดูหนาว สัตว์บกหลายชนิดต้องหนีหนาว คือหลบซ่อนไปนอนนิ่ง ๆ เป็นเวลานานเกือบตลอดฤดูหนาว ระหว่างเวลาอยู่นิ่ง ๆ นี้ มันอาจมีชีวิตอยู่ได้โดยไม่ต้องกินอาหารหรือดื่มน้ำเป็นเวลาหลายเดือน มันจะว่องไวขึ้นอีกเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมส่วนมากและนกจะเคลื่อนไหวได้คล่องแคล่ว แม้จะเป็นฤดูหนาว เพราะอุณหภูมิของร่างกายคงที่อยู่เสมอ

การควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย

ความร้อนที่รักษาร่างกายของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมให้อบอุ่นอยู่เสมอนั้นเกิดขึ้นในระหว่างการหายใจ โลหิตจะเป็นผู้นำความร้อนนี้แจกจ่ายไปจนทั่วร่างกาย ปริมาณของความร้อนนี้อาจเพิ่มขึ้นได้สองวิธี คือโดยการออกกำลังกล้ามเนื้อหรือกินอาหารมากขึ้นอีก ทั้งสองกรณีจะทำให้การหายใจเพิ่มขึ้น เราอาจทำให้ร่างกายอบอุ่นอยู่ได้โดยการออกกำลัง การเคลื่อนไหวในวันที่อากาศร้อน มักทำให้เรารู้สึกร้อนมาก (บางทีท่านอาจไม่เชื่อว่าการสั่นนั้นเป็นการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อเพื่อช่วยให้ร่างกายอบอุ่นขึ้น ในฤดูหนาวเราสั่นเป็นผลให้ร่างกายอบอุ่นขึ้น นี่เป็นตัวอย่างอันดีของการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อที่อยู่นอกอำนาจจิตใจ)

ความร้อนที่จ่ายให้แก่ร่างกายโดยการหายใจนั้น ร่างกายจะเสียไปได้หลายวิธีเช่นกัน ร่างกายสามารถควบคุมความร้อนที่ได้รับและที่เสียไปให้พอดีอยู่เสมอ จึงมีอุณหภูมิที่คงที่อยู่เสมอ

ในคนความร้อนส่วนมากเสียไปทางผิวหนัง บางส่วนเสียไปทางลมหายใจออก ร่างกายเสียความร้อนโดยวิธีทางฟิสิกส์ ๓ วิธี คือ

(๑) โดยการระเหยของน้ำ (๒) โดยการแผ่รังสี (radiation) และ (๓) โดยการนำ (conduction)

(๑) การเสียความร้อนโดยการระเหยของน้ำ

ความร้อนที่เสียไปเมื่ออุณหภูมิสูง หรือเมื่อกล้ามเนื้อกำลังทำงาน คือ จากการระเหยของน้ำจากผิวหนัง ถึงแม้เมื่ออากาศเย็นผิวหนังก็จะคายน้ำออกเป็นไอบ้างเล็กน้อยเสมอ แต่ถ้าอากาศร้อนหรือเมื่อกล้ามเนื้อทำงานหนัก น้ำเป็นจำนวนมากจะถูกคายออกเป็นเหงื่อ บางทีอาจออกมากถึง ๑ ลิตรภายใน ๑ ชั่วโมง เหงื่อจะออกมาตามรูเหงื่อบนผิวหนัง ต่อมเหงื่อประกอบด้วยท่อขดไปขดมาอยู่ลึกลงไปในผิวหนัง เหงื่อที่เกิดขึ้นจะผ่านออกมาตามท่อเหงื่อแล้วออกทางรูเหงื่อ (ดูรูปที่ ๒๐)

ส่วนมากของเหงื่อเป็นน้ำ ต่อมเหงื่อกรองน้ำออกจากโลหิตที่ไหลอยู่ใต้ผิวหนัง น้ำหนึ่งกรัมที่ระเหยจากผิวหนัง ณ อุณหภูมิ ๙๗° ซ. ต้องการความร้อนประมาณ ๗๕๖ แคลอรี ความร้อนแฝงส่วนมากก็ได้ไปจากผิวหนังนั่นเอง จึงทำให้มันเย็นลง ฉะนั้นถ้าเหงื่อระเหยมากร่างกายก็จะเสียความร้อนมาก ถ้ามีกระแสลมพัดผ่าน น้ำก็จะระเหยเร็วเข้า เราจึงรู้สึกเย็นตามร่างกาย

ถ้าลมไม่พัดก็ไม่เย็นทั้ง ๆ ที่อุณหภูมิและความชื้นเท่ากัน เราควรจะทราบความจริงไว้ด้วยว่าเหงื่อนั้นมิได้ทำให้ร่างกายเย็นลง นอกจากเมื่อมันระเหยเป็นไอ ถ้าหากมิหยดเหงื่อติดตามร่างกายแล้วไม่ระเหยเราจะรู้สึกไม่ใคร่สบายเพราะไม่มีอะไรทำให้เย็น นี่เป็นเหตุผลว่าเหตุใดวันที่มีอากาศร้อนและความชื้นมากจนเกือบอิ่มตัวจึงทำให้เรามีความอึดอัดกว่าวันที่มีอากาศแห้ง ถึงแม้จะมีอุณหภูมิเท่ากัน

ถ้าหากอากาศร้อนกว่าร่างกายเรา หรือเมื่ออากาศมีไอน้ำอิ่มตัวเหงื่อที่ไหลออกมาตามร่างกายจะระเหยไม่ได้ ได้แต่เป็นหยดน้ำไหลเป็นทาง เราจะรู้สึกร้อนเป็นอย่างยิ่ง เป็นที่ประหลาดว่าถ้าอากาศร้อนจัดแต่แห้ง เราจะทนได้ดี แบล็กเดน เลขานุการสมาคมราชบัณฑิตเป็นคนแรกที่ทำการทดลองว่าร่างกายคนเราจะทนอุณหภูมิได้สูงสุดเท่าใด เขาทำการทดลองนี้ในปลายศตวรรษที่ ๑๗ โดยเขาเข้าไปในห้องที่ร้อนถึง ๒๖๐° ฟ. ซึ่งสูงกว่าจุดเดือดของน้ำถึง ๔๗° เขาอยู่ในห้องนั้นกว่า ๔๕ นาที ระยะเวลานี้พอเพียงที่จะอบเนื้อสะเต็กให้สุกจนแข็งที่เดียว เขาเอาสุนัขใส่ตะกร้าเข้าไปด้วย การใส่ตะกร้าก็เพื่อกันมิให้ความร้อนของพื้นห้องลวกเท้าสุนัข สุนัขก็อยู่กับเขาได้ เพื่อแสดงว่าการระเหยทำให้เย็นลง เขาเอาหม้อน้ำสองใบใส่น้ำเต็มเข้าไปไว้ในห้องด้วย หม้อใบหนึ่งเขาเอาขผึ้งหยดลงไป ขผึ้งจะละลายแล้วแผ่คลุมผิวน้ำไว้หมด อีกหม้อหนึ่งไม่มีฝาปิด ปรากฏว่าหม้อที่มีขผึ้งปิดมีอุณหภูมิสูงกว่าหม้อที่ไม่มีขผึ้งปิดมาก เพราะน้ำระเหยไม่ได้

"การทดลองนี้ได้กระทำเมื่อในห้องมีอากาศแห้ง แต่ถ้าอากาศนั้นชื้นคงทำไม่ได้ ในอากาศที่มีอุณหภูมิเท่ากับร่างกาย แต่มีความชื้นอิ่มตัว จะทำให้เหงื่อออกมากแต่ไม่ช่วยให้ร่างกายเย็นลง ไม่มีน้ำระเหย อุณหภูมิของร่างกายจะค่อย ๆ สูงขึ้น ๒ หรือ ๓ องศาต่อชั่วโมง ครั้งหนึ่งข้าพเจ้า (ฮอลเดน) เคยเข้าไปอยู่ในอากาศที่อิ่มตัว และมีอุณหภูมิ ๑๒๐° ฟ. อันตรายมาก ทุก ๆ ขณะที่หายใจเข้าและออกรู้สึกคล้ายกับมันเผาคอหอยและปอด เรามีปรอทสำหรับวัดคนไข้เข้าไปด้วย ทุก ๆ นาทีก็เอาออกจากปาก และรีบอ่านปรอทโดยเร็วและอ่านในขณะที่เทอร์โมมิเตอร์จมอยู่ในน้ำเย็น ทั้งนี้เพราะว่า ถ้าอ่านในอากาศแล้วปรอทจะขึ้นผิดความจริงไปปรากฏว่าอุณหภูมิของร่างกายเพิ่มขึ้นนาทีละประมาณ ๑° ฟ. เราอยู่ในห้องได้เพียงประเดี๋ยวเดียวเท่านั้น" (นี่เป็นข้อความจากหนังสือ "คัปปิงคูด" ของ ฮอลเดน)

ความร้อนอาจจะระเหยออกจากร่างกายในระหว่างการหายใจ โดยความร้อนผ่านผิวของปอดที่เปียกชื้น จำนวนความร้อนที่เสียไปโดยวิธีนี้จะไม่ถูกกระทบกระเทือนจากอุณหภูมิภายนอกที่เปลี่ยนแปลงจนกว่าจะหายใจแบบหอบเกิดขึ้น คืออ้าปากกว้างเพื่อเบิดพื้นที่ในปากและคันให้มากขึ้น เปลี่ยนอากาศเร็วโดยการหายใจคันและถี่ การหอบเป็นวิธีระบายความร้อนที่นับว่าสำคัญมาก สำหรับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่มีขนปกคลุมอยู่หนาแน่นและมีต่อมเหงื่อน้อย เช่น สุนัข สุนัขจะหอบเร็วเมื่ออากาศร้อน หรือเมื่อออกกำลังจนเหนื่อย ความร้อนจะเสียไปโดยการระเหยของน้ำจากลิ้นและตามผิวในปากด้วย

(๒) การเสียความร้อนโดยการแผ่รังสี

การแผ่รังสี หมายถึงการเคลื่อนที่ของความร้อนจากแห่งหนึ่งไปอีกแห่งหนึ่งโดยไม่มีอะไรติดต่อถึงกัน (เช่น ดวงอาทิตย์แผ่รังสีมายังโลกผ่านที่ว่างเปล่าที่อยู่นอกบรรยากาศของโลก คลื่นความร้อนและคลื่นแสงสว่างของดวงอาทิตย์เดินทางคล้ายกันและมีความเร็วเท่ากัน) เมื่อวัตถุสองชนิดมีอุณหภูมิต่างกันอยู่ใกล้กัน ความร้อนจะแผ่รังสีออกจากผิวของวัตถุที่ร้อนกว่า และจะถูกดูดไว้โดยวัตถุที่เย็นกว่า ถ้าวัตถุทั้งสองมีอุณหภูมิต่างกันมาก ความร้อนที่แผ่รังสีออกและที่ถูกดูดไว้ก็มากตามไปด้วย ร่างกายของคนเราจะแผ่รังสีความร้อนออกสู่วัตถุที่เย็นกว่าที่อยู่รอบ ๆ เช่น เครื่องเรือน ผนังตึก พื้น และเพดานของห้อง ซึ่งนับว่าเป็นส่วนใหญ่ของความร้อนที่ร่างกายเสียไปที่อุณหภูมิต่ำ เมื่ออุณหภูมิของอากาศอยู่ระหว่าง ๗๐° ฟ. และ ๘๐° ฟ. (= ๒๑° ซ. และ ๒๗° ซ.) ความร้อนประมาณ $\frac{๒}{๓}$ ของความร้อนทั้งหมดจะเสียไปโดยการแผ่รังสี ถ้าอุณหภูมิของอากาศเกือบเท่าของร่างกาย (๙๓ — ๙๕° ฟ = ๓๔ — ๓๕° ซ) การเสียความร้อนโดยการแผ่รังสีจะหมดไป แต่จะเสียทางผิวหนัง

(๓) การเสียความร้อนโดยการนำ

การนำความร้อนเป็นการเคลื่อนที่ของความร้อนจากร่างกายสู่วัตถุที่เย็นกว่าที่มาสัมผัส เช่น อากาศที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา และอากาศที่เข้าสู่ปอดระหว่างการหายใจจะรับความร้อนจากร่างกายโดยการนำ ถ้าหากอากาศนั้นมีอุณหภูมิต่ำกว่าร่างกาย การเสียความร้อนโดยการนำจะน้อยกว่าโดยการระเหยหรือแผ่รังสีมาก ผิวหนังของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนม โดยมากมีขนปกคลุมอยู่ทั่วร่างกายนกก็มีขนประเภทของมันที่เรียกว่า ขนนก คลุมอยู่ทั่วไป ขนเหล่านี้คลุมและกักอากาศ

ไว้ภายในด้วย จึงกลายเป็นฉนวนห่อหุ้มร่างกายไว้ คนมีขนคลุมตามตัวน้อย ในฤดูหนาวจึงต้องป้องกันการเสียความร้อนจากร่างกายโดยการสวมเสื้อผ้าซึ่งมีอากาศถูกกักอยู่ ถัดจากผิวหนังออกมา (อากาศเป็นสื่อความร้อนที่เลว) ไขมันที่มีอยู่ใต้ผิวหนังทำหน้าที่ป้องกันความร้อนมิให้เสียไปจากร่างกายด้วย เพราะมันเป็นสื่อที่เลวเช่นเดียวกัน

เราทราบแล้วว่า ความร้อนส่วนมากจะเสียไปทางผิวหนัง แต่ความจริงความร้อนเหล่านี้เกิดภายในเนื้อเยื่อที่อยู่ลึกเข้าไปข้างในเมื่อมันหายใจ แล้วความร้อนเหล่านี้จะถูกนำมาสู่ผิวหนังโดยโลหิต ฉะนั้น จำนวนความร้อนที่ถูกนำมายังผิวหนังจึงขึ้นอยู่กับปริมาณของโลหิตที่ไหลผ่านผิวหนัง ถ้าผนังกล้ามเนื้อของเส้นโลหิตแดงที่มีแขนงไปสู่เส้นโลหิตฝอยทั่ว ๆ ไปหดตัวลง โลหิตก็จะไปสู่ผิวหนังน้อยเข้า ความร้อนก็ออกมาน้อย แต่ถ้าเส้นโลหิตแดงขยายใหญ่ขึ้น โลหิตก็ไหลสู่ผิวหนังมาก ความร้อนก็ออกมามาก การเปลี่ยนแปลงของขนาดของเส้นโลหิต ที่มาสู่ผิวหนังนี้เป็นไปภายใต้การควบคุมของสมอง ซึ่งมีความรู้สึกไวต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของโลหิตมากจึงทำหน้าที่เป็นเครื่องรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่อยู่เสมอ

บทที่ ๕

ระบบประสาท

สิ่งที่มีชีวิตทุกชนิดย่อมรับรู้ต่ออิทธิพลภายนอก นั่นคือ มีความรู้สึกต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม (เรียกว่าสิ่งเร้าภายนอก) และมันจะจัดตัวมันให้เหมาะกับสิ่งแวดล้อมนั้น คือ ต้องทำการตอบสนองด้วยความเหมาะสม ในการที่จะทำให้สิ่งเร้าเกิดการตอบสนองอันจะเป็นประโยชน์แก่สัตว์นั้นจะต้องมีการประสานงานกัน ฉะนั้น จึงมีพฤติกรรม ๓ อย่างที่เกี่ยวข้อง คือ

(๑) การรับสิ่งเร้าจากภายนอก

(๒) การตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้น และ

(๓) การจัดการตอบโต้ให้เหมาะกับสิ่งเร้านั้น

ในสัตว์ชั้นสูงมีการจัดระบบประสาทที่สลับซับซ้อนและไวต่อความรู้สึกสำหรับรับสิ่งเร้าจากภายนอกและตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้นอย่างรวดเร็ว ในบทที่หนึ่งเราได้กล่าวถึงระบบประสาทส่วนกลางอย่างกว้าง ๆ และเราก็ทราบแล้วว่ามันประกอบด้วยสิ่งสำคัญคือ สมองและไขสันหลัง ระบบประสาทส่วนกลางนี้ มีกะโหลกศีรษะและกระดูกสันหลังป้องกันไว้อย่างแข็งแรง

ช่องหรือรูตรงกลางของไขสันหลัง (เซนตราล คะแนล) ยาวตลอดไขสันหลังและเปิดติดต่อกับช่องในสมองซึ่งมีอยู่แล้วหลายช่อง เมื่อเข้าสู่สมองจะแยกแขนงเป็นช่องหลายช่อง ช่องเหล่านี้มีของเหลวบรรจุอยู่เต็ม เมื่อสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังเกิดโตจากไขที่ปฏิสนธิแล้ว ไขสันหลังเป็นอวัยวะแรกของระบบประสาทส่วนกลางที่เกิดขึ้นก่อน แล้วปลายทางด้านหัวจะพองโตขึ้นเป็นสมอง สมองของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังนี้แบ่งเป็นสามส่วน คือ สมองส่วนหน้า สมองส่วนกลาง และสมองส่วนหลัง สมองส่วนหน้าจะเกิดโตเป็นกลีบสองกลีบของสมองใหญ่ (เซียบรัม) สัตว์ใดที่มีสมองใหญ่เกิดโตมาก ก็มีสติปัญญามาก สมองส่วนนี้เป็นที่ตั้งของการกระทำต่าง ๆ ที่อยู่ในอำนาจจิตใจ และความรู้สึกสำนึก และเป็นส่วนใหญ่ที่สุดของสมองทั้งหมด สมองส่วนกลางมีหน้าที่ควบคุมกล้ามเนื้อตาและท่าทาง คือ ท่าทางต่าง ๆ ที่ร่างกายกระทำ สมองส่วนหลังเกิดโตไปเป็นเมดัลลาและสมองเล็ก (เซียเบลลัม) เมดัลลาควบคุมการเคลื่อนไหวที่ไร้สำนึกของระบบการหายใจ ระบบการย่อยอาหาร การเต้นของหัวใจ และการงานของต่อมบางชนิด สมองเล็ก

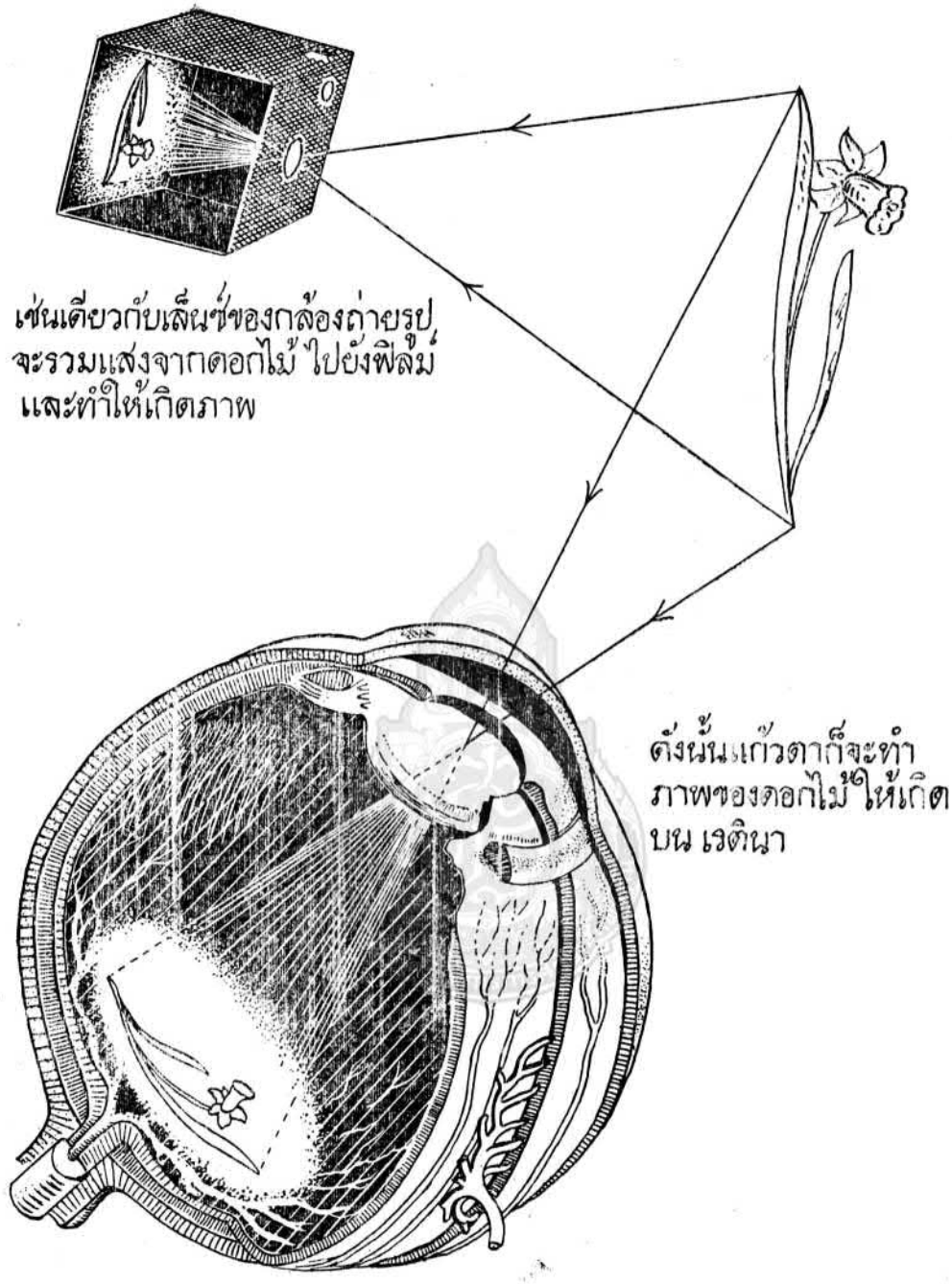
มีหน้าที่ควบคุมให้การเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อต่าง ๆ ประสานกัน รับความรู้สึกจากอวัยวะทรงตัว และจากอวัยวะสัมผัสซึ่งอยู่ในกล้ามเนื้อและข้อต่อ สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่สมองเล็กได้รับอันตรายจะไม่สามารถทรงตัว และไม่สามารถยืนได้

อวัยวะแห่งผัสสะหรือการรู้สึกต่าง ๆ (sense-organ)

พฤติกรรมของสัตว์ย่อมขึ้นอยู่กับสิ่งที่เกิดขึ้นรอบ ๆ ตัวเขาเป็นส่วนมาก เช่น เมื่อสัตว์มองเห็นอาหาร มันก็จะเคลื่อนที่เข้าจับอาหารนั้น หรือเมื่อได้ยินเสียงที่น่ากลัวมาจากทางใดทางหนึ่ง มันก็จะวิ่งหนีไปอีกทางหนึ่ง สัตว์ที่มีกระดูกสันหลังรับรู้เรื่องราวต่าง ๆ จากภายนอกโดย ตา หู จมูก และทางผิวหนัง ประสาทการรู้สึกนำความรู้สึกจากอวัยวะรับการรู้สึกและเซลที่ไวต่อความรู้สึกแล้วส่งความรู้สึกไปยังระบบประสาทส่วนกลาง

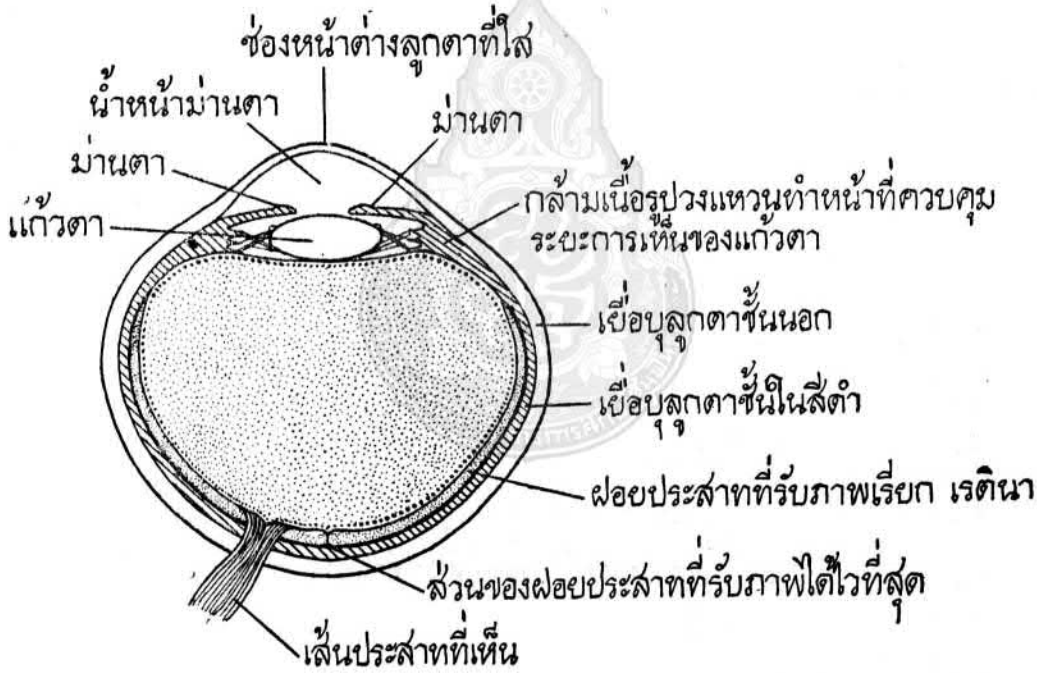
นัยน์ตา

รังสีของแสงผ่านเข้าสู่ตาทางรูม่านตา แล้วแก้วตาทำให้เกิดภาพบนเรตินาซึ่งเป็นอวัยวะที่ไวต่อแสงและอยู่ทางด้านหลังของลูกตา (ดูรูปที่ ๔๐ และ ๔๑) ประสาทที่รับความรู้สึกเห็นจะแตกแขนงอยู่ทั่วไปบนเรตินา ปลายของประสาทเหล่านี้เป็นเซลประสาทที่ไวต่อความรู้สึกมาก เมื่อแสงตกลงบนเซลประสาทของเรตินา ความรู้สึกจะเดินไปตามเส้นประสาทจนถึงสมอง ทำให้สัตว์เกิดความรู้สึกว่ามองเห็นสิ่งของ ลูกนัยน์ตาอยู่ในเบ้าตาโดยมีไขมันเป็นเบาะรองรับไว้ มีกล้ามเนื้อ ๖ อัน ยึดเหนี่ยวลูกนัยน์ตาไว้ทำให้สามารถกลอกลูกนัยน์ตาขึ้นและลง และเอียงไปข้าง ๆ ก็ได้ ด้านหน้าของลูกตาใสและเปียกชื้นอยู่เสมอ ของเหลว (น้ำตา) นี้สร้างจากต่อมน้ำตาซึ่งอยู่ตรงมุมด้านนอกของเบ้าตา เมื่อกระพริบตาน้ำตาจะช่วยล้างด้านหน้าของลูกตาให้สะอาดอยู่เสมอ น้ำตาที่เกิดมากเกินไปจะไหลลงสู่จมูกทางท่อเล็ก ๆ ที่มีปลายเปิดอยู่ตรงมุมในของหนังตาแต่ละข้าง (ในการร้องไห้ หัวเราะมาก ๆ ไออย่างแรง ต่อมน้ำตาจะสร้างน้ำตามากขึ้น ซึ่งไหลสู่จมูกทางท่อเล็กไม่ทันจึงล้นออกจากนัยน์ตาไหลลงตามแก้ม)



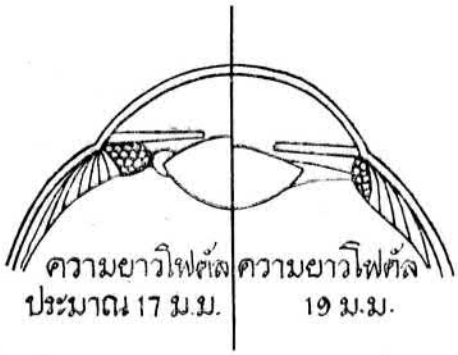
รูปที่ 40 เราเห็นได้อย่างไร

ม่านตาเป็นแผ่นของกล้ามเนื้อที่มีสี เปรียบได้กับที่เปิดและหรี่ให้แสงผ่านของกล้องถ่ายรูป ม่านตานี้อาจขยายและหดตัวได้ ทำให้ขนาดของรูม่านตา (ช่องตรงกลางของม่านตา) เปลี่ยนแปลงไป โดยวิธีนี้นัยน์ตาจึงสามารถควบคุมปริมาณของแสงสว่างให้เข้าสู่นัยน์ตาพอดีกับความต้องการ ถ้าหากท่านยืนในร่ม หันหลังให้แสง แล้วจ้องดูตาข้างหนึ่งข้างใดของท่านในกระจกแผ่นเล็ก ๆ ที่ถืออยู่ในมือ สังเกตดูว่ารูม่านตาจะใหญ่ เพราะต้องการให้แสงเข้าตามาก ถอยหักกลับมาทางด้านแสงสว่าง จะเห็นว่า ม่านตาหรี่ลงทันที ปฏิกิริยานี้ช่วยป้องกันเรตินาที่ละเอียดอ่อนและเซลประสาทที่ไวมิให้ได้รับอันตรายจากแสงที่จะผ่านเข้าสู่ตามากเกินไป



รูปที่ 41 ตาขวาผ่าตามแนวนอน(แผนผัง)

ส่วนของลูกตาที่อยู่หน้าแก้วตาจะมีของเหลวคล้ายน้ำบรรจุอยู่เต็ม หลังม่านตานิดเดียวนักเป็นแก้วตาซึ่งเป็นเลนซ์นูนทั้งสองด้าน แก้วตาเป็นวัตถุใสและยืดหยุ่นได้ ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมแก้วตานี้อาจเปลี่ยนความโค้งได้โดยกล้ามเนื้อรูปวงแหวนที่ยึดอยู่ตามขอบ ๆ ของแก้วตา แก้วตา



รูปที่ 42 แสดงวิธีที่แก้วตาเปลี่ยนความยาวโฟคัล

สามารถปรับภาพจากวัตถุใกล้หรือไกลให้ชัดที่เรตินาได้เสมอ (ดูรูปที่ ๔๒) ในคนที่มีการปรับภาพผิดปกติไป จำเป็นต้องสวมแว่นตา ที่ว่างส่วนใหญ่ระหว่างแก้วตากับ เรตินามีของเหลวใสและเหนียวคล้ายวุ้นบรรจุอยู่

ถูกนัยน์ตาด้านนอกเป็นใยเหนียวถัดเข้าไปมีชั้นสีดำซึ่งไม่สะท้อนแสงนอกจากทางด้านหน้าซึ่งยังคงบางและใส

การตรวจนัยน์ตา

ตรวจดูนัยน์ตาของวัว แพะ หรือแกะ จากโรงฆ่าสัตว์ จงสังเกตดูว่าลูกตามีไขมันหุ้มอยู่โดยรอบ นอกจากทางด้านหน้าเท่านั้น ไขมันนี้เป็นเบาะรองลูกตาที่อยู่ภายในเบ้าตาที่เป็นกระดูก ค่อย ๆ แกะไขมันเหล่านี้ออกและตรวจดู

(๑) กล้ามเนื้อตาทั้ง ๖ อัน

(๒) ประสาทแห่งการมองเห็น (ประสาทออปติค optic)

ผ่าลูกตาออกเป็นสองซีกหน้าและหลัง ด้วยกรรไกรหรือมีดคม ๆ แล้วตรวจดู

(๑) ช่องว่างด้านหน้าซึ่งมีของเหลวคล้ายน้ำอยู่เต็ม

(๒) ช่องว่างด้านหลังมีของเหลวคล้ายวุ้นอยู่เต็ม (ท่านอาจแกะออกพร้อมกับแก้วตาได้)

(๓) แก้วตา (eye-lens)

(๔) ม่านตา (iris)

(๕) รูม่านตา (pupil)

(๖) เปลือกลูกตาชั้นนอกเหนียวสีขาว (เรียกว่า สเคลอโรติค sclerotic)

(๗) ชั้นสีดำบาง ๆ (คอรอยด์ choroid) และ

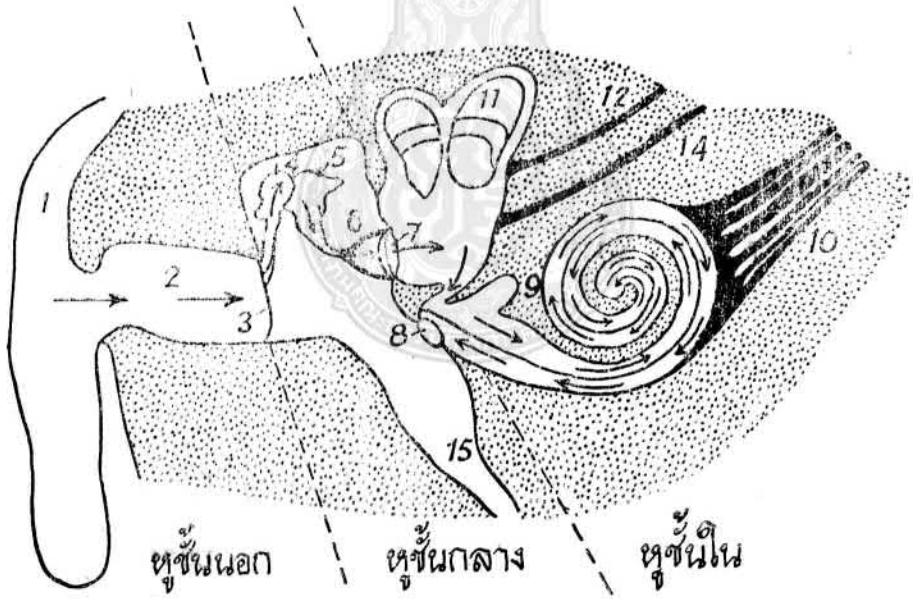
(๘) เรตินา (retina) บางและมีสีเทา (อาจลอกออกได้ถ้าทำด้วยความระมัดระวัง)

ตรวจดูนัยน์ตาที่ดองฟอร์มาลิน ๔๐ % ไว้หนึ่งคืน แล้วผ่าเป็นสองซีกจากด้านหน้าไปสู่ด้านหลังตามแนวตั้ง เขียนรูปตามที่ท่านมองเห็น และจงสังเกตดูแก้วตาที่แกะออกมาโดยมิได้ถูกทำลาย

หู

ในคนและสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมจะมีหูชั้นนอกเป็นแผ่นกระดูกอ่อน สำหรับรับคลื่นเสียงแล้วส่งเข้าไปตามรูหูจนถึงแก้วหู สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมบางจำพวก เช่น ม้า กระต่าย สามารถที่จะหันใบหูได้ เพื่อเก็บเสียงที่มาจากทุกทิศทุกทาง (ม้าสามารถเคลื่อนไหวใบหูได้มาก มีกล้ามเนื้อสำหรับเคลื่อนไหวใบหูถึง ๑๗ มัด ในคนมีเพียง ๙ มัดเท่านั้น แต่ทุกมัดก็ไม่ได้ใช้ประโยชน์สำหรับเคลื่อนไหวใบหูเลย นอกจากบางคนเท่านั้น)

รูหูเป็นหลอดโค้งเล็กน้อย (ในคนยาวประมาณ ๑ นิ้ว) เข้าไปข้างในจากใบหูจนถึงแก้วหู (ดูรูปที่ ๔๓) ผิวรอบ ๆ รูหูนี้มีขนขึ้นอยู่ทั่วไปและมีต่อมสร้างขี้หูใช้สำหรับป้องกันแก้วหูจากแมลงและของแข็งที่จะเข้าไปเป็นอันตราย แก้วหูเป็นเยื่อบางมากจึงฉีกขาดง่าย



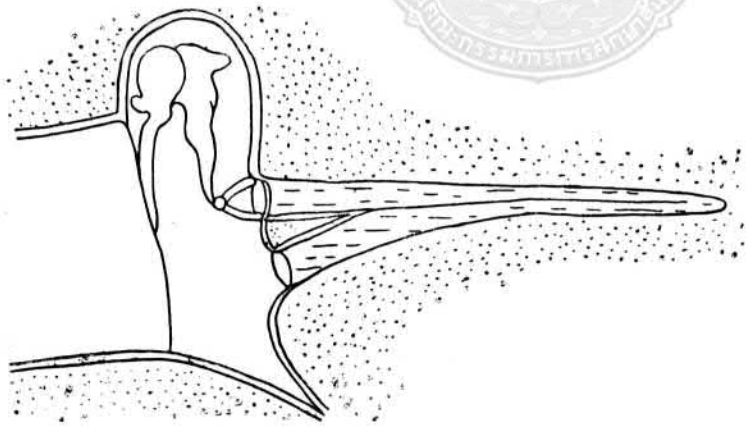
รูปที่ 43 ภาพหน้าตัดตามแนวตั้ง (แผนผัง)
1 ใบหู 2 หลอดที่ไปสู่แก้วหู 3 แก้วหู 4,5,6 กระดูกที่ต่อกันเป็นลูกโซ่ 7 ช่องหน้าต่างรูปไข่ 8 ช่องหน้าต่างรูปกลม 9 อวัยวะรับเสียง 10 ประสาทรับเสียง 11 หลอดครึ่งวงกลม 12 ประสาทควบคุมการเคลื่อนไหว 13 อวัยวะของการทรงตัว 14 ประสาทของการทรงตัว 15 หลอดที่ต่อกับหลอดคอ

ถัดจากนั้นเข้าไปเป็นส่วนของหูที่มีกระดูกหุ้มอยู่โดยรอบ และเป็นส่วนหนึ่งของกะโหลกศีรษะ หูตอนนี้แบ่งเป็นสองชั้น คือ

(๑) หูชั้นกลาง และ (๒) หูชั้นใน (ดูรูปที่ ๔๓)

หูชั้นกลางเป็นโพรงในกะโหลกศีรษะ มีอากาศอยู่เต็ม มีท่อเล็ก ๆ จากที่นี่ไปเปิดออกตรงโพรงหลังจมูก ท่อนี้เรียกว่าท่อยูสเตเชี่ยน ช่วยให้ความดันของอากาศภายนอกและภายในของแก้วหูเท่ากันอยู่เสมอ (ตอนนี้ท่านคงพอจะเข้าใจได้ดีแล้วว่าระหว่างสงครามเหตุใดราษฎรจึงได้รับคำแนะนำให้อ้าปากเมื่อมีลูกระเบิดตกลงมาใกล้ ๆ ทั้งนี้เพื่อให้ความดันของอากาศที่เกิดขึ้นอย่างกระทันหันเท่ากันทั้งสองข้าง มิฉะนั้นแก้วหูอาจถูกดันเข้าสู่ภายในจนขาดได้)

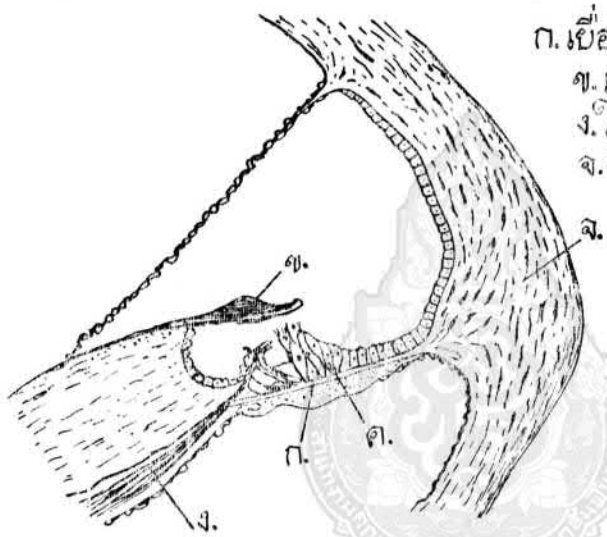
ในหูชั้นกลางนี้มีกระดูก ๓ ชิ้นต่อกัน มีหน้าที่รับความสั่นสะเทือนจากแก้วหูเข้าสู่หูชั้นใน ซึ่งเป็นอวัยวะรับเสียงอันแท้จริง หูชั้นนอกและชั้นกลางมีหน้าที่เพียงรับคลื่นเสียงและส่งต่อไปยังหูชั้นใน (หูชั้นในมิใช่มีแต่อวัยวะรับเสียงเท่านั้น ยังมีอวัยวะสำหรับการทรงตัวอีกด้วย ซึ่งจะกล่าวถึงอีกในตอนหลัง ระหว่างหูชั้นกลางและชั้นในมีช่องเปิดเล็ก ๆ สองช่อง ซึ่งปิดอยู่ด้วยเยื่อบาง ๆ เรียกว่า หน้าต่างรูปไข่ และหน้าต่างรูปกลม) (ดูรูปที่ ๔๓ และ ๔๔)



รูปที่ 44 ภาพหูที่ตัดผ่านหูกับหลอดม้วน (แผนผัง)

อวัยวะรับเสียงจริง ๆ ประกอบด้วยท่อที่ขดเป็นวงคล้ายเปลือกหอยโข่ง ภายในมีของเหลวบรรจุอยู่เต็ม ท่อขดนี้มีรูปเหมือนหอยทากตัวเล็กๆ คล้ายก้นหอย เรียกว่าค็อกเคลีย cochlea เมื่อเสียงกระทบแก้วหูมันจะสั่นทะเทือน กระดูก ๓ ชิ้นในหูชั้นกลางจะขยายความสั่นทะเทือนนี้ และส่งไปยัง

เยื่อที่อยู่ที่หน้าต่างรูปไข่ ความสั่นทะเทือนอย่างเดียวกันนี้จะเกิดขึ้นในของเหลวที่อยู่ในคอกเคลีย ความสั่นทะเทือนนี้จะวิ่งไปจนสุดก้นหอย แล้ววิ่งกลับมาจนถึงเยื่อที่หน้าต่างรูปกลม (เนื่องจากของเหลวเป็นสิ่งที่บีบอัดไม่ได้ ฉะนั้น เมื่อเยื่อที่หน้าต่างรูปไข่สะเทือนเข้า เยื่อที่หน้าต่างรูปกลมจะสะเทือนออก) ตอนกลางของห้องมีเยื่อยืดหยุ่นได้กั้นอยู่และแบ่งของเหลวในก้นหอยเป็นสองห้อง (ดูรูป ๔๕) มีใยเล็ก ๆ ยาวบ้างสั้นบ้าง และมีความตึงต่างๆ กันประมาณ ๒๔,๐๐๐ เส้นฝังอยู่



รูปที่ 45 ภาพตัดผ่านอวัยวะรับเสียง

บนเยื่อกั้นห้องนี้ ใยที่ใหญ่ที่สุดจะยาวเพียง $\frac{๑}{๓๕}$ นิ้ว ส่วนของหูตอนนี้เปรียบเหมือนสายเปียโนเล็กๆ ที่ยุ่งยากสลับซับซ้อน (แต่ไม่มีคีย์) เราคิดเอาว่าเมื่อของเหลวในก้นหอยนั้นสั่นสะเทือน ใยเล็ก ๆ เหล่านี้จะสั่นทะเทือนตามไปด้วย และเปลี่ยนเป็นคลื่นไฟฟ้าน้อย ๆ ส่งไปยังสมอง สมองจะแปลคลื่นที่มีระดับเสียงต่าง ๆ กันเหล่านี้ตามที่ใยประสาทบอกมา ภายในก้นหอยเล็ก ๆ นี้มีเครื่องทำไฟฟ้าเล็ก ๆ ถึง ๒๔,๐๐๐ เครื่อง และจากที่นี้มีสายไฟฟ้า ๒๔,๐๐๐ สายโยงออกมา สายนี้คือใยประสาทรับเสียง เครื่องจักรกลนี้ยุ่งยากสลับซับซ้อนมาก ยังไม่มีใครค้นพบได้แน่นอนลงไปว่าเครื่องจักรนี้ทำงานได้อย่างไร

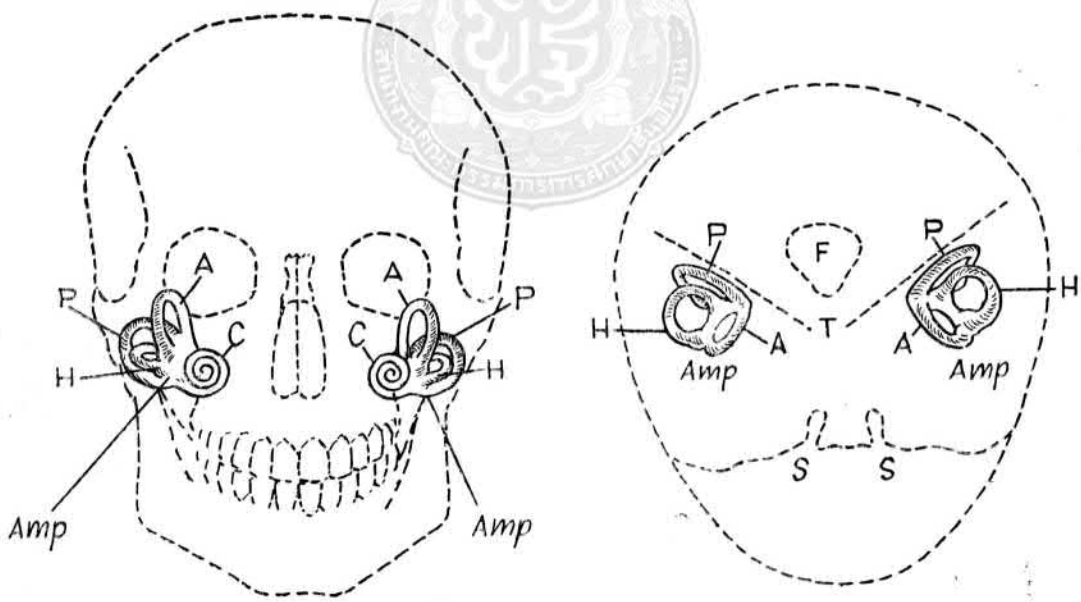
ทดลองเรื่องการฟัง

(๑) ฟังเสียงนกหวีดที่มีระดับเสียงต่อย ๆ สูงขึ้น จงสังเกตว่าเมื่อระดับเสียงสูงมากขึ้นจะฟังไม่ใคร่ได้ยิน และในที่สุดก็ไม่ได้ยินเลย คนบางคนสามารถได้ยินเสียงสูงกว่าอีกคนหนึ่ง (คนบางคนไม่ได้ยินเสียงร้องของค้างคาวซึ่งมีระดับเสียงสูงมาก)

(๒) เอามือบังหูข้างหนึ่ง แต่ให้กลับเอาฝ่ามือไปทางด้านหลัง และมือนี้อยู่ทางด้านหน้าของหูเด็กน้อย ยืนอยู่หน้านาฬิกาที่เดินเสียงดัง แล้วหลับตา ท่านรู้สึกว่าเสียงมาจากทางไหน? มือของท่านไปกั้นทางเดินเข้าสู่หูเสีย เสียงที่มาจากด้านหน้าจึงเข้าสู่หูไม่ได้ เสียงที่ได้ยินจึงเบา เสียงที่ต้องอ้อมมาจากทางหลังและด้านข้าง ลองเอามือบังใบหูคล้ายกับทำให้ใบหูแผ่กว้างเข้าจะได้ยินเสียงที่มาจากด้านหน้าดังขึ้น

ความรู้สึกเกี่ยวกับการทรงตัวและท่าทาง

หูชั้นในมีท่อครึ่งวงกลม (เซมิเซอคูลาคะแนล) ๓ อัน ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมความทรงตัวและบอกให้รู้ว่าขณะนั้นเราอยู่ในท่าทางอย่างใด ท่อครึ่งวงกลมนี้แต่ละอันจะอยู่ในแนวที่ตั้งฉากกับอีกสองอัน และที่ปลายข้างหนึ่งของท่อหนึ่ง ๆ จะพองโตออก ภายในมีเซลประสาท (ดูรูปที่๔๖)



รูปที่ 46 แสดงตำแหน่งของหลอดครึ่งวงกลมในศีรษะ 1. มองจากด้านหน้า 2. มองจากด้านหลัง. A,H,P = หลอดครึ่งวงกลม C = อวัยวะรับเสียง Amp = ส่วนโป่งของหลอดครึ่งวงกลม

ภายในท่อมีของเหลว เมื่อเอียงศีรษะไปทางใดก็ตาม ของเหลวในท่อจะไหลทำให้เซลประสาทรู้สึกแล้วส่งความรู้สึกนั้นไปยังสมอง ในสมองจะเกิดความรู้สึกว่าร่างกายได้เคลื่อนที่ไปทางใด ความรู้สึกของการเคลื่อนที่นี้อยู่กับการเคลื่อนที่ของของเหลวภายในท่อครึ่งวงกลมนี้ แต่เราก็สามารถบอกถึงท่าทางของศีรษะได้ถึงแม้จะไม่มีการเคลื่อนไหว ความรู้สึกนี้เกิดจากแอมพูลล่าคือโคนของท่อที่พองโตออก ช่องว่างภายในแอมพูลล่ามีเซลประสาท และวัตถุสีขาว ๆ คล้ายดินสอพองเป็นเม็ดเล็ก ๆ กดอยู่บนปลายเซลประสาทส่วนล่าง ความรู้สึกนี้จะถูกส่งไปยังสมองซึ่งทำให้ทราบท่าทางในขณะนั้น อวัยวะที่รักษาความทรงตัวและท่าทางนี้ยังมีอวัยวะสัมผัสอื่น ๆ คอยช่วยเหลือด้วย เช่น นัยน์ตาจะบอกให้เราทราบถึงการเคลื่อนไหว หรือท่าทางซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว

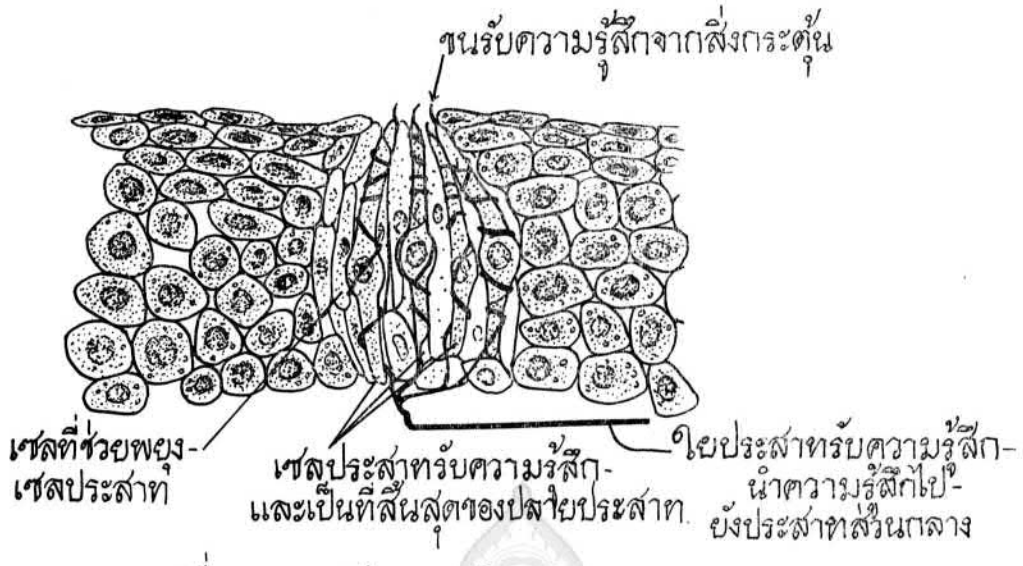
อวัยวะผัสสะภายใน (Internal sense - organs)

ยังมีอวัยวะการรู้สึกอื่น ๆ อีกที่กระจัดกระจายอยู่ทั่วไปตามร่างกาย ซึ่งคอยส่งความรู้สึกไปยังสมองให้ทราบถึงความเป็นไปของกล้ามเนื้อที่อยู่ในอำนาจจิตใจ เอ็นข้อต่อและส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ตัวอย่างเช่นอวัยวะผัสสะภายในบอกให้ทราบเมื่อท่านเหนื่อย หิว กระหายน้ำ หรือมีอาหารในกระเพาะมากเกินไป ทำนองเดียวกัน ท่านอาจทราบการเคลื่อนไหวและท่าของแขนขาโดยมิต้องลืมตา เพราะมีอวัยวะรับความรู้สึกอยู่ภายในคอยรายงานให้ทราบ

ความรู้สึกในรส และกลิ่น

อวัยวะรับรสคือ ลิ้น และอวัยวะรับกลิ่น คือ ส่วนบนของจมูก อวัยวะทั้งสองนี้มักทำงานร่วมกัน และอาจจะเป็นการยากที่จะบอกได้ว่าความรู้สึกอันใดเป็นรส อันใดเป็นกลิ่น คนที่เป็นหวัดคัดจมูก ไม่สามารถรู้สึกกลิ่นได้ และขณะเดียวกันอาหารจะไม่ใคร่มีรส ทั้งนี้ตามความคิดของเรา ส่วนมาก "รส" ของอาหารนั้นรวมกลิ่นของมันด้วย

เรารับความรู้สึกรสโดยกลุ่มเซลประสาทที่เรียกว่า "เทสบัด" ซึ่งฝังอยู่บนตุ่มเล็ก ๆ ของผิวตอนบนของลิ้นและตามส่วนอื่น ๆ ของฟันในปาก เทสบัดนี้ติดต่อกับสมองโดยใยประสาท (ดูรูปที่ ๔๗)



รูปที่ 47 เทสบัด (ขยายใหญ่มาก)

เทสบัดมีความรู้สึกไวต่อสารที่ละลายได้ในน้ำลายและมีอยู่ ๔ ชนิด คือ หวาน เปรี้ยว ขม และเค็ม รสที่ได้รับอยู่ประจำวัน ประกอบด้วยส่วนผสมของรสรากฐานทั้งสี่ เทสบัดเหล่านี้ไม่ได้กระจัดกระจายอยู่เท่ากันบนลิ้น เทสบัดที่รับรสหวานมีอยู่ตรงปลายลิ้นมากที่สุด ที่รับรสขมโดยมากอยู่ตรงโคนลิ้น ที่รับรสเปรี้ยวและเค็มโดยมากอยู่ทางด้านข้างของลิ้น เทสบัดรับรสเปรี้ยวมีมากที่ด้านข้างตอนกลาง ส่วนเทสบัดรับรสเค็มอยู่ด้านข้าง ใกล้มาทางปลายลิ้น การที่รู้รสแต่ละอย่างได้นั้น ก็เนื่องจากเทสบัดแต่ละชนิดรายงานไปยังสมอง

เราได้กลิ่นโดยเซลที่มีขน ซึ่งตั้งอยู่ตอนบนของช่องจมูก เป็นแผ่นสี่เหลี่ยมจตุรัส (ดูรูปที่ ๔) เซลเหล่านี้มีใยประสาทติดต่อกับสมอง เมื่ออากาศผ่านเข้าสู่จมูกและถ้ามีอะไรปนไปกับอากาศมันจะกระทบกับเซลรับกลิ่นนั้นแล้วส่งความรู้สึกไปตามใยประสาทสู่สมอง ทำให้เกิดความรู้สึกในกลิ่นนั้น (ดูการทดลองเรื่องรสและกลิ่นท้ายเล่ม)

ความรู้สึกเกี่ยวกับกายสัมผัส อุณหภูมิ และความเจ็บปวด

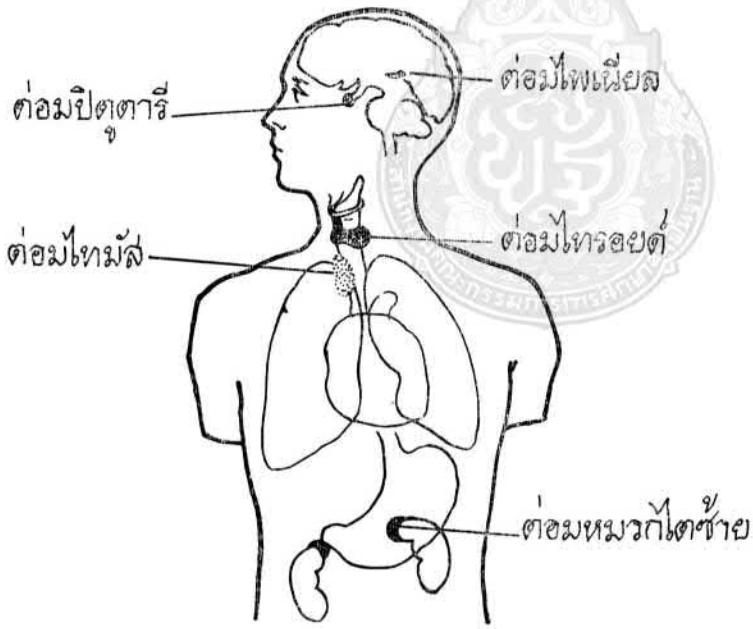
เรามีความรู้สึกต่อสิ่งแวดล้อมโดยอวัยวะสัมผัสที่มีอยู่ตามผิวหนัง เกือบทั่วร่างกาย (ดูรูปที่ ๒๐) เมื่อเราสัมผัสสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ถึงแม้จะหลับตา เราก็จะบอกได้ว่ามันร้อนหรือเย็น แข็งหรือเหลว และมันเป็นอันตรายหรือไม่

ทั้งนี้เพราะผิวหนังมีอวัยวะรับความรู้สึก ๔ ชนิด ชนิดหนึ่ง ๆ จะมีความรู้สึกต่อชนิดของของที่ทำให้เกิดความรู้สึกนั้น คือ (๑) ความร้อน (๒) ความเย็น (๓) ความเจ็บปวด และ (๔) กายสัมผัส ใยประสาทจะนำความรู้สึกจากอวัยวะเหล่านี้ส่งไปยังสมอง และไขสันหลัง (ดูการทดลองอวัยวะรับความรู้สึกบนผิวหนังในท้ายเล่ม)

การควบคุมทางเคมี

ฮอร์โมน

การประสานงานของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายนั้นมิได้กระทำโดยระบบประสาทเสมอไป มันอาจประสานงานกันโดยสารทางเคมีที่ไหลไปมาในโลหิต ที่เรียกว่าฮอร์โมน ซึ่งจะสร้างขึ้นและส่งลงสู่โลหิตโดยต่อมไม่มีท่อ (ดูรูปที่ ๔๘) ตัวอย่างเช่น ตับอ่อนมิได้ปล่อยน้ำย่อยออกมาคิดต่อกันเรื่อย ๆ แต่จะปล่อยออกมาเมื่อในลำไส้เล็กมีอาหารที่จะย่อยเท่านั้น เมื่ออาหาร จากกระเพาะ เคลื่อนลงสู่ลำไส้เล็ก เซลบนผนังลำไส้เล็กจะสร้างฮอร์โมนขึ้น ฮอร์โมนนี้จะไหลไปตามโลหิต เมื่อไปถึงตับอ่อน มันก็จะ กระตุ้นต่อมของ ตับอ่อนให้ปล่อยน้ำย่อยออก ฮอร์โมนอันเดียวกันนี้จะช่วยกระตุ้นตับให้ปล่อยน้ำดีด้วย



รูปที่ 48 ตำแหน่งของต่อมไม่มีท่อ

ในสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมตัวเมีย เมื่อไข่ในมดลูกปฏิสนธิแล้ว จะมีฮอร์โมนชนิดหนึ่งเกิดขึ้นไปกระตุ้นต่อมน้ำนมให้เติบโต และเตรียมสร้างน้ำนมสำหรับเลี้ยงลูกอ่อนที่จะเกิดต่อไป

ฮอร์โมนที่สำคัญอีกชนิดหนึ่ง คือ แอดรีนาลิน (adrenalin) เกิดจากต่อมแอดรีนาล ซึ่งเป็นต่อมไม่มีท่อ มีอยู่คู่หนึ่งอยู่เหนือไตพอดี ถ้าหากมีความตื่นเต้นมาก เช่น โกรธ หรือกลัว ต่อมแอดรีนาลจะปล่อยแอดเรนนาลินลงสู่โลหิต เมื่อมันกระจายไปทั่วร่างกายก็จะทำให้ร่างกายเตรียมพร้อมเพื่อเผชิญกับสิ่งที่จะเกิดขึ้น เช่นหัวใจจะเต้นเร็วขึ้น ผนังเส้นโลหิตฝอยขยายตัว ปริมาณของกลูโคสในโลหิตก็เพิ่มขึ้น ต่อมเหงื่อทำงานเร็วขึ้น แต่การทำงานของระบบการย่อยอาหารกลับช้าลง

ต่อมไทรอยด์ซึ่งอยู่ตรงคอ สร้างฮอร์โมน ควบคุมการเติบโตของร่างกาย เช่น ลูกกบที่ยังเป็นตัวอ่อนคล้ายลูกปลา ถ้าแกะต่อมไทรอยด์ออก มันจะไม่เติบโตเป็นตัวกบ แต่ตรงข้าม ถ้าเอาต่อมไทรอยด์ให้ตัวอ่อนของลูกกบกิน มันจะเปลี่ยนเป็นกบโดยรวดเร็ว แต่กบที่หนุ่มสาวแล้วนั้นตัวเล็กมาก บางทีอาจโตขนาดแมลงวันเท่านั้นเอง

ต่อมพิจูอิตารี่ (pituitary gland) อยู่ใต้สมอง สร้างฮอร์โมนที่ควบคุมการเติบโตของร่างกายเหมือนกัน คนที่มีร่างกายเติบโตใหญ่ผิดปกติเป็นเพราะต่อมนี้ทำงานมากเกินไป แต่ถ้าหากต่อมนี้ไม่สร้างฮอร์โมน ร่างกายจะไม่เติบโตทำให้เป็นคนแคระแกรน

ท่านจะเห็นว่าการกระทำที่ต้องการความรวดเร็วมักควบคุมโดยประสาท แต่ถ้าการกระทำนั้นช้าและเป็นไปนานมักควบคุมโดยฮอร์โมน

ฮอร์โมนมีลักษณะคล้ายไวตามิน คือ เพียงเล็กน้อยก็พอที่จะแสดงฤทธิ์ให้เห็นได้ ความจริงไวตามิน น่าจะจัดเป็นฮอร์โมนชนิดหนึ่งซึ่งร่างกายไม่สามารถสร้างขึ้นได้

การควบคุมทางเคมีอย่างอื่น

ของเสียที่ร่างกายสร้างขึ้นเช่นคาร์บอนไดออกไซด์ และยูเรีย อาจควบคุมร่างกายได้ แต่เราไม่เรียกของเสียเหล่านี้ว่า ฮอร์โมน ขนาดของเส้นโลหิตฝอยจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ในโลหิต เมื่อกล้ามเนื้อของร่างกายอยู่นิ่ง ๆ จะมีคาร์บอนไดออกไซด์ในโลหิตน้อย ขนาดของเส้นโลหิตฝอยจึงเล็ก เมื่อกล้ามเนื้อทำงานโลหิตจะมีคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น ขนาดของเส้นโลหิตฝอยก็ใหญ่ขึ้น ทำให้มีโลหิตเดินมากขึ้น ขณะเดียวกันเมื่อโลหิตที่มีคาร์บอนออกไซด์มากนี้ไปถึงสมอง สมองก็จะส่งความรู้สึกไปยังกล้ามเนื้อระหว่างกระดูกซี่โครงและกระบังลม ทำให้หายใจเร็วเข้าและลึกเข้า

ในทำนองเดียวกันถ้ามียูเรียในโลหิตมากมันจะกระตุ้นไตให้ทำงานมากขึ้น เพื่อกรองเอายูเรียที่มากเกินไปออกจากโลหิต

สัญชาตญาณและสติปัญญา (instinct and intelligence)

พฤติกรรมของสัตว์ชั้นต่ำส่วนมากจะกระทำไปโดยสัญชาตญาน คือ การกระทำต่าง ๆ นั้น สืบทอดทางพันธุกรรมได้ ไม่จำเป็นต้องเรียนก็รู้ได้เอง แมลงมุมไม่ได้เรียนวิธีชักใยมาก่อนเลย หรือนกก็ไม่เคยเรียนวิธีสร้างรังมาก่อน ด้วยเหตุนี้พฤติกรรมทางสัญชาตญานจึงคล้ายกับกริยาสะท้อน มีต่างกันบ้าง เช่น เมื่อสุนัขได้ยินเสียงดังมันจะกระโดด เป็นกริยาสะท้อนที่เนื่องจากการเร้าของเสียง แต่ถ้าสุนัขได้ยินเสียงร้องของหนู กริยาสะท้อนมิใช่เป็นแต่เพียงว่าเสียงนั้นไปเร้า แต่เสียงนั้นสุนัขเข้าใจความหมายด้วย แสดงว่าต้องมีหนูอยู่ที่นั่น ความรู้สึกนึกจึงมิใช่เพียงแต่ทำให้กล้ามเนื้อหดตัวเท่านั้น แต่จะทำให้มันค้นหาหนูนั้นด้วย แต่ในสัตว์ชั้นสูง พฤติกรรมเกี่ยวกับสัญชาตญานจะมีความรู้สึกนึกคิดหรือจิตสำนึก (consciousness) เกิดขึ้นด้วย ซึ่งเป็นเรื่องที่สลับซับซ้อนที่เกิดขึ้นภายในสมอง ความสำคัญก็คือ สัตว์ชั้นต่ำรู้ว่าจะทำอะไรโดยไม่ต้องเรียน

พฤติกรรมของสัตว์ชั้นต่ำโดยมากเป็นสัญชาตญาน ถ้าหากสัตว์สามารถเรียนรู้จากความชำนาญ เราบอกว่ามันมีสติปัญญา จากผลของการทดลองแสดงว่าถึงแม้สัตว์ชั้นต่ำ เช่นแมลงก็พอจะมีสติปัญญาอยู่บ้าง เช่นผึ้งเรียนรู้ว่าน้ำผึ้งจะต้องเก็บจากดอกไม้ส่วนสีเหลืองไม่ใช่ตรงสีอื่น การกระทำงานต่าง ๆ ของสัตว์ที่ต่ำกว่าสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมนั้น ใช้สติปัญญาแต่เพียงส่วนน้อย แมวและสุนัขสามารถเรียนรู้สิ่งง่าย ๆ ได้อย่างรวดเร็ว เช่นจะวิ่งมาเวลาเรียกให้กินอาหาร จากความชำนาญแสดงให้เห็นว่า หมาและแมวนั้นสามารถออกจากกรงขังได้โดยการดึงเชือกซึ่งคล้องรอบลูกรอกแล้วโยงไปยึดติดกับกลอนของกรง

คนผิดกับสัตว์ชั้นต่ำมาก มิใช่แต่เพียงสติปัญญาที่มีอยู่อย่างมากมายเท่านั้น แต่ผิดกันที่รู้จักใช้เหตุผลด้วย ความแตกต่างระหว่างสติปัญญาและเหตุผลอาจแสดงให้เห็นได้ดังต่อไปนี้ สิ่งเรียนรู้ถึงวิธีเปิดกรงโดยการดึงเชือก มันค้นพบในตอนแรกโดยความบังเอิญว่า ถ้าดึงเชือกประตูก็จะเปิด ต่อจากนั้นมันจะใช้สติปัญญาโดยจำไว้ในคราวต่อไปแทนที่จะดันประตูกรง ก็จะมองหาเชือกแล้วดึง ถ้าหากสิ่งสามารถนึกถึงเหตุผลได้ มันก็จะไม่เพียงแต่ดึงเชือกให้ประตูเปิด

เท่านั้น แต่มันจะทราบด้วยว่า "ทำไม" ดังแล้วประกอบเป็น หรืออาจกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่า มันเกิดความเข้าใจเรื่องกลไกนั้นว่ามันทำงานได้อย่างไร หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ มันสามารถที่จะสร้างความคิดอย่างกว้างเกี่ยวกับส่วนประกอบและการทำงานของเครื่องกลไกนั้น เป็นที่รู้กันว่าสัตว์รู้จักใช้เหตุผลนั้นสามารถปรับตัวเอง ให้เหมาะกับสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคยได้ดีกว่าสัตว์ที่มีแต่สติปัญญาอย่างเดียว เช่นแทนที่จะเดาสุ่มเพื่อแก้ปัญหาอย่างใดอย่างหนึ่ง ก็ใช้ความคิดถึงปัญหาอื่น ๆ ที่แก้ได้แล้วและมีลักษณะคล้ายคลึงกันเอามาเทียบเคียงกันดูเพื่อแก้ปัญหานั้น จากการทดลองปรากฏว่าลิงบางชนิดรู้จักใช้เหตุผลบ้าง ส่วนในแมวและสุนัขมีน้อยมาก

คนมีความเป็นอยู่ห่างไกลจากสัตว์ทุกชนิด เพราะรู้จักใช้เหตุผลนี่เอง และเมื่อสามารถพูดได้ก็ช่วยได้มากขึ้นอีก เพราะคำพูดสามารถแก้ไขความยุ่งยากของความคิดเห็นต่าง ๆ ได้ง่ายเข้า เช่น ตัวเลขหลาย ๆ ตัวที่คูณกันมาก ๆ ก็อาจใช้สัญญลักษณ์แทนได้ ภาษาที่ใช้พูดยังช่วยให้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและความชำนาญกันได้ และอาจบอกต่อ ๆ กันไปถึงลูกถึงหลานอีก เหล่านี้เป็นแฟคเตอร์สำคัญของ "การศึกษา"

บทที่ ๖

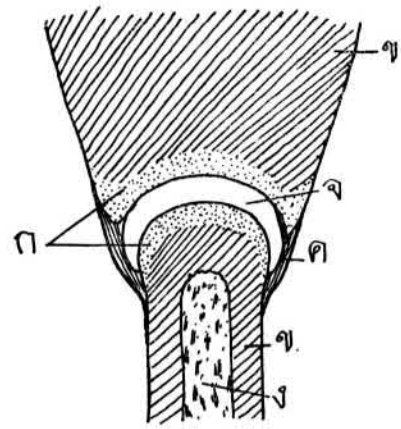
โครงกระดูกและการเคลื่อนไหว

สิ่งที่มีชีวิตทุกชนิดย่อมเคลื่อนไหวได้ แต่ในสัตว์มีการเคลื่อนไหวมากและเห็นได้ชัดเจนกว่าในพืช ตามหลักทั่ว ๆ ไป การเคลื่อนไหว (นอกจากการเต้นของหัวใจและการหายใจ) เป็นการกระทำตอบสนองต่อสิ่งเร้า สิ่งที่มีชีวิตย่อมมีความรู้สึกไวต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม การเคลื่อนไหวที่ทำเพื่อตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมนี้เป็นการกระทำที่เป็นประโยชน์ต่อสิ่งที่มีชีวิตนั้นเพื่อจะได้มีชีวิตต่อไป สัตว์แทบทุกชนิดสามารถเคลื่อนที่จากแห่งหนึ่งไปยังอีกแห่งหนึ่งเพื่อหาอาหารหรือหนีศัตรู การเคลื่อนไหวนี้อาจทำได้ด้วยวิธีต่าง ๆ ในสัตว์ต่าง ๆ กัน แต่ในสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังมีกระดูกเป็นโครงสร้างเรียกว่า โครงกระดูก ประกอบด้วยแกนกลาง (กะโหลกศีรษะ กระดูกสันหลัง กระดูกซี่โครงและกระดูกอก) และขาหน้า ขาหลัง หรือแขนและขา หรือครีบ หรือปีก เราได้เคยกล่าวมาแล้วในบทที่ ๑ ถึงโครงกระดูก แต่ในที่นี้เราจะกล่าวถึงการเคลื่อนไหวของกระดูกเนื่องจากกล้ามเนื้อ

กระดูกที่อยู่ติด ๆ กัน เช่น กระดูกของกะโหลกศีรษะ และกระดูกตะโพกไม่สามารถเคลื่อนไหวตัวเองแต่ละชิ้นได้ แต่ต้องเคลื่อนไหวไปด้วยกัน แต่ก็มีกระดูกอีกหลายอันที่มีข้อต่อกันและต่างก็เคลื่อนไหวตัวเองได้ การเคลื่อนไหวนี้เกิดจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ ในร่างกายของมนุษย์มีข้อต่อถึง ๒๐๐ แห่ง ทั้งใหญ่และเล็ก ในขาข้างหนึ่ง ๆ มีรอยต่อประมาณ ๒๕ แห่ง

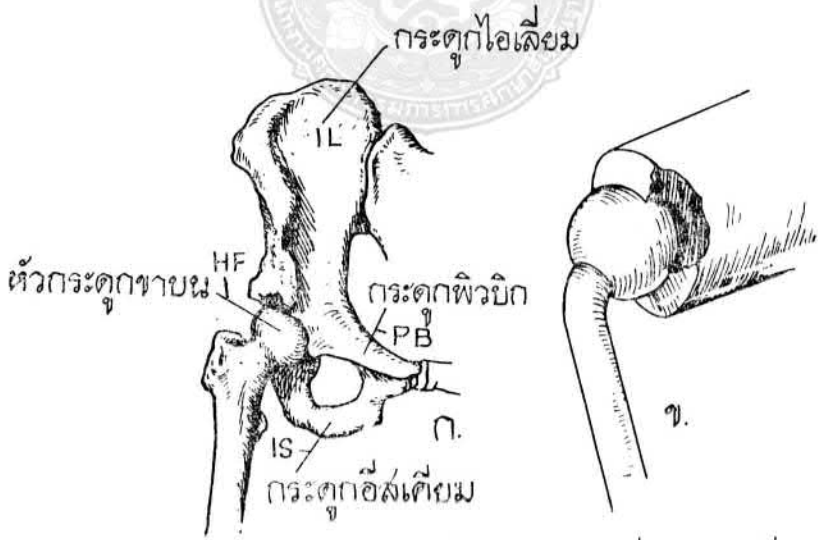
ส่วนที่เคลื่อนไหวได้ของร่างกายจะต้องมีการหล่อลื่นอย่างดี รูปที่ ๔๙ แสดงถึงลักษณะของข้อต่อ กระดูกทั้งสองชิ้นมิได้สัมผัสกัน แต่ติดต่อกันด้วยเนื้อเยื่อที่เป็นใยเหนียวและแข็งแรง

ยึดเหนี่ยวไว้คล้ายปลอก จึงเป็นการยากที่จะดึงกระดูกให้หลุดออกจากข้อต่อ ตรงข้อต่อเช่นที่ตะโพกและหัวไหล่ รอยของกระดูกที่ขัดสีกันมีผิวเกลี้ยงและกลม และปลายของกระดูกทั้งสองมีกระดูกอ่อนสีขาวบาง ๆ หุ้มอยู่ กระดูกอ่อนนี้ใช่แต่จะยึดหยุ่นคล้ายเบาะเท่านั้น ยังมีของเหลวเหนียว ๆ เป็นชั้นบาง ๆ กันอยู่ด้วย ของเหลวนี้เปรียบเสมือนน้ำมันหล่อลื่นของข้อต่อ ของเหลวนี้อยู่ในถุงบาง ๆ แยกกระดูกอ่อนทั้งสองข้างออกจากกันตรงข้อต่อ ของเหลวนี้เกิดจากเยื่อบาง ๆ ที่ห่อหุ้มถุงอยู่ เมื่อใช้ไป ๆ ก็จะหมดไป เยื่อบางก็จะสร้างขึ้นมาใหม่



รูปที่ 49 แผนผังโครงสร้างของข้อต่อ
ก. ชั้นกระดูกอ่อน ข. กระดูก ค. เอ็น
ง. ไขกระดูก จ. ถุงหุ้มกระดูกอ่อนมีน้ำเป็นเมือกๆ ใส่ๆ อยู่ภายใน

ข้อต่อที่ทำให้เคลื่อนไหวได้ทุกทางคือ "บอลและซ็อคเก็ต" ซึ่งต่อแขนหรือขากับกระดูกหัวไหล่หรือตะโพก (ดูรูปที่ ๕๐) ข้อต่อบานพับ (hinge-joint) (เช่นที่ข้อศอก หัวเข่า ขากรรไกร และนิ้ว) ช่วยให้เคลื่อนที่ได้แต่เพียงแนวเดียว



ก. ข้อต่อตะโพกตน ข. ตัวอย่างข้อต่อบอลล์และซ็อกเก็ต
HF หัวกลมของกระดูกต้นขา IL, PB, IS, กระดูกที่ติดเป็น-
กระดูกเชิงกราน

รูปที่ 50

กล้ามเนื้อทำให้กระดูกเคลื่อนไหวได้นั้นเป็นสิ่งที่มีชีวิต ประกอบด้วยเซลซึ่งมีคุณสมบัติที่หดตัวได้ มันสามารถออกแรงดึงได้แต่ออกแรงดันไม่ได้ กล้ามเนื้อที่อยู่ในอำนาจจิตใจทุกชิ้นจะต้องยึดเหนี่ยวกระดูกอย่างน้อยสองชิ้นเสมอ และกล้ามเนื้อเหล่านี้มักมีเป็นคู่ อันหนึ่งเมื่อหดตัวจะดึงให้กระดูกทั้งสองเข้าหากัน และอีกอันหนึ่งจะดึงให้กลับสู่สภาพเดิม ประสาทที่ควบคุมการหดตัวของกล้ามเนื้อนั้นขณะที่คุมให้กล้ามเนื้ออันหนึ่งหดตัว ก็จะปล่อยให้อีกอันหนึ่งผ่อนคลาย

การทำงานของกล้ามเนื้อ

ในสัตว์ทุกชนิดนอกจากสัตว์ชั้นต่ำที่สุด เคลื่อนไหวด้วยเซลกล้ามเนื้อ ซึ่งหน้าที่ของมันก็คือการหดตัว เซลกล้ามเนื้อเหล่านี้มักรวมกันเป็นมัด ๆ เป็นเนื้อเยื่อที่เรียกว่ากล้ามเนื้อ

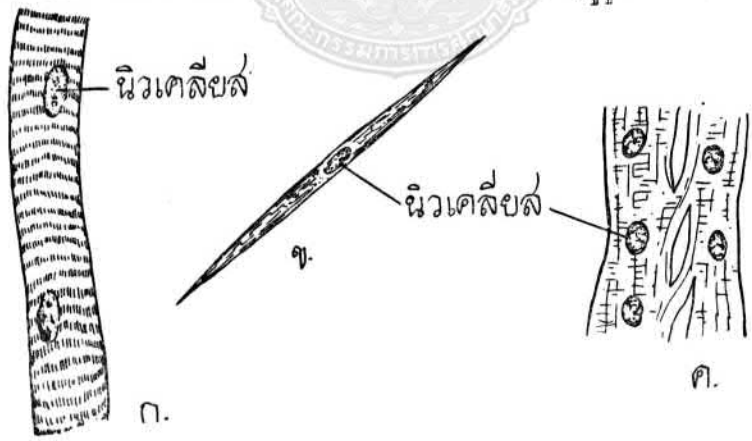
กล้ามเนื้อมี ๓ ชนิด คือ

(๑) กล้ามเนื้อที่อยู่ในอำนาจจิตใจ

(๒) กล้ามเนื้อที่อยู่นอกอำนาจจิตใจ และ

(๓) กล้ามเนื้อหัวใจ

กล้ามเนื้อที่อยู่ในอำนาจจิตใจบางทีเรียกว่ากล้ามเนื้อโครงกระดูก เพราะมันยึดเหนี่ยวกระดูกไว้และทำให้โครงกระดูกเคลื่อนไหวได้ กล้ามเนื้อเหล่านี้อยู่ในความควบคุมของจิตใจของเรา เมื่อตรวจดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กล้ามเนื้อเหล่านี้ประกอบด้วยใยยาว ๆ มีลายขวาง กล้ามเนื้อพวกนี้จึงมีชื่อเรียกอย่างหนึ่งว่า "กล้ามเนื้อลาย" (ดูรูปที่ ๕๑) กล้ามเนื้อที่อยู่ใน



รูปที่51 ใยกล้ามเนื้อ
ก. ส่วนของกล้ามเนื้อที่อยู่ในจิตใจ ข. กล้ามเนื้อนอกจิตใจ
ค. กล้ามเนื้อหัวใจ

อำนาจจิตใจทุกมัดตรงกลางจะอ่อนนิ่มและหนา (รูปร่างคล้ายบุหรี่ซิการ์) ปลายทั้งสองข้างมีเอ็นยึดเหนี่ยวอยู่กับกระดูกสองชิ้น เมื่อได้รับสิ่งเร้าที่ได้รับจากระบบประสาทส่วนกลางโดยผ่านมาตามประสาทยนต์ เซลของกล้ามเนื้อก็จะหดตัว ความยาวก็จะน้อยลงแต่ความหนาจะมากขึ้น ฉะนั้นปริมาตรของมันจะคงเดิม

ลักษณะของการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อเหล่านี้ คือหดตัวในระยะสั้นและรวดเร็ว กล้ามเนื้อลายจึงมีอยู่ในที่ต่าง ๆ ของร่างกายที่มีการเคลื่อนที่เร็ว ๆ เสมอ

กล้ามเนื้อที่อยู่นอกอำนาจจิตใจ กล้ามเนื้อชนิดนี้บางทีก็เรียกว่ากล้ามเนื้อเกลี้ยงหรือกล้ามเนื้อที่ไม่ลาย เพราะมันไม่มีลายขวางเมื่อดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (ดูรูปที่ ๕๑) กล้ามเนื้อเกลี้ยงมิได้ยึดเหนี่ยวกระดูกไว้ แต่มันเป็นแผ่นกรุอวัยวะภายใน เช่นกระเพาะอาหาร และลำไส้ และเส้นโลหิต คืออยู่ตามที่ต่าง ๆ ที่อยู่นอกการควบคุมของจิตใจ ลักษณะการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อชนิดนี้คือค่อย ๆ หดตัวช้า ๆ และยืดเยื้อ จึงไม่อาจทำให้เกิดการเคลื่อนที่เร็ว ๆ ได้ เช่น กล้ามเนื้อเกลี้ยงของกระเพาะกบหดตัวในเวลา ๑๐ วินาที แต่กล้ามเนื้อลายที่ขาของมันหดตัวในเวลา ๐.๐๕ วินาที

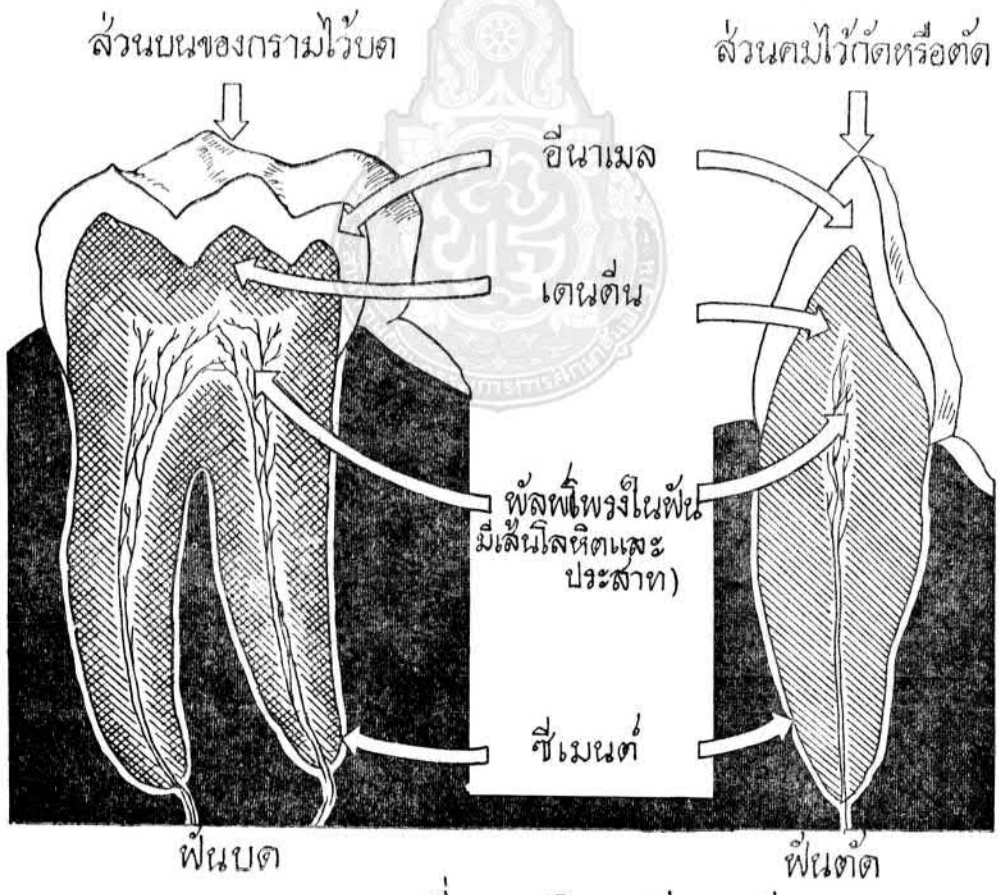
กล้ามเนื้อหัวใจของสัตว์ที่มีกระดูกสันหลังมีลักษณะผิดกับกล้ามเนื้อทั้งสองชนิดที่กล่าวมาแล้ว เมื่อตรวจดูภายใต้กล้องจุลทรรศน์ กล้ามเนื้อหัวใจสามารถเคลื่อนไหวได้เร็วพอประมาณโดยไม่ต้องมีการกระตุ้นจากประสาท (ดูรูปที่ ๕๑) หัวใจของกบที่แกะออกจากร่างกายแล้วอาจเต้นต่อไปได้อีกครู่หนึ่ง

เซลกล้ามเนื้อเป็นสิ่งที่มีชีวิต เมื่อมันหดตัวมันจะทำงาน ฉะนั้นจึงต้องการพลังงาน เซลกล้ามเนื้อจึงเป็นตัวเปลี่ยนพลังงานจากพลังงานเคมี เป็นพลังงานกลไก พลังงานเหล่านี้เกิดขึ้นได้จากอาหาร ที่ถูกแยกสลายภายในเซลกล้ามเนื้อเนื่องจากการหายใจ ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นนี้ยุ่งยากสลับซับซ้อนมาก เราไม่จำเป็นต้องกล่าวถึง

ฟัน

ลักษณะสำคัญอย่างหนึ่งของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมก็คือฟันถาวร ฟันของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมมีแบบคล้ายคลึงกันทั้งสิ้น ถึงแม้จะมีขนาดและรูปร่างต่างกันมาก เนื่องจากกินอาหารต่างกันก็ตาม เช่น สัตว์กินเนื้อ (สุนัข แมว เสือ และสิงโต) มีฟันเหมาะสำหรับฉีกและตัด สัตว์กินพืช (แพะ แกะ วัว ควาย) มีฟันเหมาะสำหรับเคี้ยวและบด

ในฟันแบบต่าง ๆ ส่วนที่โผล่พ้นขากรรไกรขึ้นมาเรียกว่าคราวน์ของฟัน และส่วนที่ฝังอยู่ในขากรรไกรเรียกว่า รากฟัน (ดูรูปที่ ๕๒) ตรงระดับเหงือกที่คราวน์และรากฟันต่อกันเรียกว่าคอของฟัน ส่วนใหญ่ของฟันประกอบด้วยเดนตินหรือตัวฟัน เดนตินนี้แข็งแรงมาก ยืดหยุ่นได้



รูปที่ 52 โครงสร้างของฟัน

บ้างเล็กน้อย สามารถรองรับน้ำหนักที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วได้โดยมิแตกหัก แต่เคลือบนี้ไม่แข็งพอที่จะทนทานต่อการสึกหรอได้ เคลือบคอนที่เป็นคราวนี้จึงมีสารที่เรียกว่าเคลือบฟัน (enamel) เคลือบอยู่อีกชั้นหนึ่งบาง ๆ แต่ทว่า เคลือบฟันนี้เป็นอวัยวะที่แข็งที่สุด ฟันที่เคี้ยวโตเต็มที่แล้วจะมีเคลือบฟันเป็นเกลือแร่ (อนินทรียสาร) เกือบทั้งหมด ถึงแม้เคลือบฟันจะเปราะ แต่มันก็ไม่แตกง่ายเพราะมันคลุมอยู่บนเคลือบซึ่งยืดหยุ่นได้บ้าง เคลือบฟันจะคลุมไปจนถึงคอของฟัน เคลือบของรากฟันมีเยื่อบาง ๆ ของซีเมนต์ทคล้ายกระดูกหุ้มอยู่ ซึ่งช่วยให้รากฟันยึดแน่นติดอยู่ในร่องรองรับฟันที่ขากรรไกร ตอนกลางของเคลือบเป็นช่องกลวงเรียกว่าพัลพ์ มีเส้นโลหิตและประสาทผ่านรูเล็ก ๆ ตรงปลายของรากฟันเข้ามา (ดูรูปที่ ๕๒)

สัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมมีฟันหลายชนิด ชนิดหนึ่ง ๆ ก็เหมาะสำหรับงานอย่างหนึ่ง ในคนมีฟัน ๔ ชนิด คือ

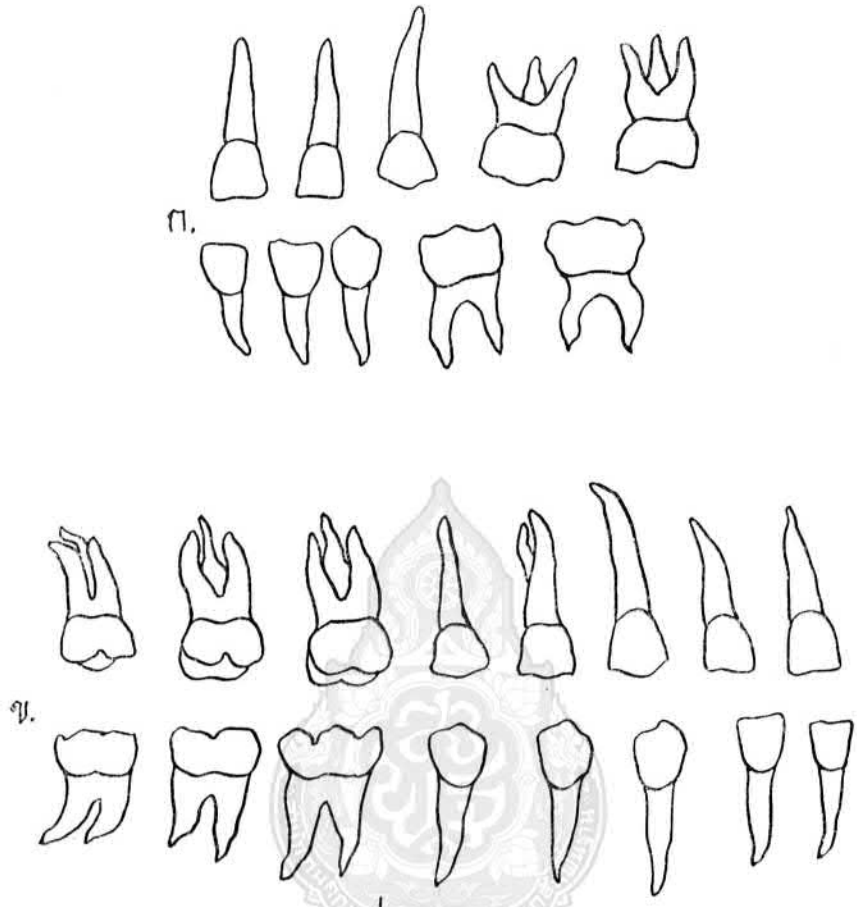
(๑) ฟันตัด (incisor teeth) มีรูปแบนใช้สำหรับตัด อยู่ตรงด้านหน้าของขากรรไกรบนและล่าง มีอยู่แห่งละ ๔ ซี่

(๒) ฟันเขี้ยว (canine teeth) ปลายแหลมกว่าและแข็งแรงกว่าฟันตัด มีอยู่ขากรรไกรละ ๒ ซี่ ขนาบฟันตัดไว้ทั้งสองข้าง ฟันเขี้ยวนี้เจริญเด็มโตดีในสัตว์กินเนื้อ เช่น แมว สุนัข และเสือ ใช้สำหรับฉีกอาหาร

(๓) ฟันปรีโมลาร์ (pre-molar teeth) มีอยู่ขากรรไกรละ ๔ ซี่ ขนาบฟันเขี้ยวข้างละสองซี่ ใช้สำหรับกัดให้แตกหรือบดอาหาร

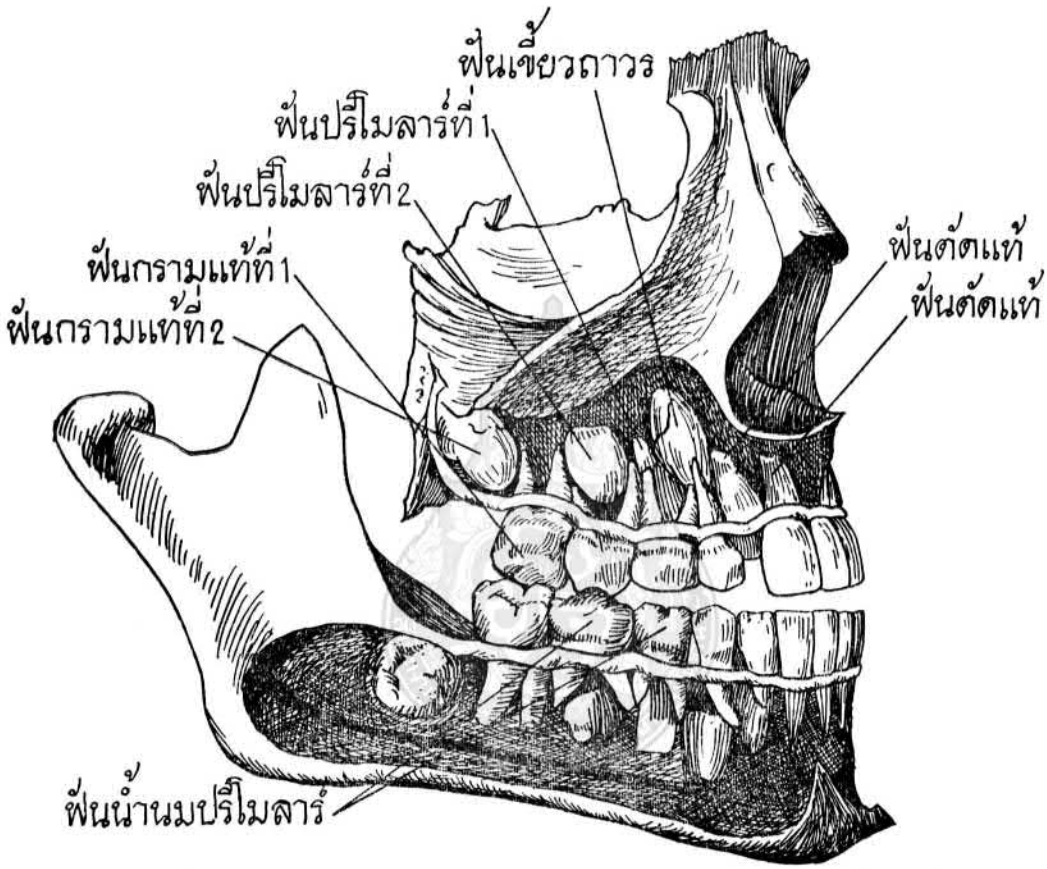
(๔) ฟันกราม (molar teeth) มี ๖ ซี่ ขนาบฟันปรีโมลาร์ข้างละ ๓ ซี่ เป็นฟันที่ใช้สำหรับบดอาหารและคลุกเคล้าให้เข้ากับน้ำลาย ในฟันน้ำนมไม่มีฟันกรามที่แท้จริง ที่เรียกว่า "ฟันกรามน้ำนม" นั้น แท้จริงเป็นฟันปรีโมลาร์ (ดูรูปที่ ๕๓)

คนมีฟันสองชุด ชุดแรกเรียกว่าฟันน้ำนมเป็นฟันที่ใช้ขณะเด็ก และชุดหลังเรียกว่าฟันถาวร มีใช้เมื่อเติบโตมากแล้ว เมื่อทารกมีอายุประมาณ ๗ เดือน ฟันหน้าจะงอกออกมาก่อน แล้วฟันอื่น ๆ ก็จะเกิดทะยอยตามมาจนกระทั่งมีอายุประมาณสองขวบก็มีครบชุด ประกอบด้วย ฟันตัด ๔ ซี่ ฟันเขี้ยว ๒ ซี่ ฟันปรีโมลาร์ ๔ ซี่ มีเท่ากันทั้งขากรรไกรบนและล่าง ฟันน้ำนมทั้ง



รูปที่ 53
ก. ฟันน้ำนม ข. ฟันถาวร (ของคน)

๒๐ ซี่นี้จะใช้อยู่จนกระทั่งเด็กมีอายุประมาณ ๖ ขวบ ระหว่างนี้ขากรรไกรจะค่อย ๆ ยาวขึ้น ทำให้มีที่มากขึ้นสำหรับฟันถาวร ซึ่งค่อยเกิดขึ้นภายในขากรรไกร (ดูรูปที่ ๕๔) เมื่ออายุประมาณ ๖ ขวบ ฟันกรามถาวรซี่แรกก็จะงอกออกมาตรงหลังฟันกราม ในระหว่าง ๓–๕ ปีต่อไปฟันน้ำนม



รูปที่ ๕๔ ขากรรไกรบนและล่างของเด็กอายุ ๖ ขวบ มีฟันน้ำนมครบแล้ว และฟันแท้บางซี่กำลังจะขึ้น ในภาพ จะเห็นว่ามีฟันแท้โผล่ขึ้นมาข้างหลังฟันน้ำนมแล้ว

ก็จะค่อย ๆ หลุดไปโดยมีฟันถาวรงอกมาแทนที่ เมื่ออายุประมาณ ๑๕ ปี ฟันกรามซี่ที่สามก็งอกฟันถาวรที่ครบชุดประกอบด้วยฟันตัดสี่ซี่ ฟันเขี้ยวสองซี่ ฟันปรีโมลาร์ ๔ ซี่ และฟันกราม ๖ ซี่ ทั้งสองขากรรไกรรวมเป็น ๓๒ ซี่

เมื่อรู้เรื่องฟันแล้วเช่นนี้ก็จะได้กล่าวถึงโรคของฟันและวิธีป้องกันโรคเหล่านั้น ต่อไป

โรคของฟัน

สาเหตุของโรคฟันอาจแบ่งได้เป็นสองหัวข้อใหญ่ ๆ คือ

(๑) สาเหตุบนฟันโดยตรง

(๒) สาเหตุทั่วไปซึ่งเป็นกับร่างกายโดยทั่วไปและเกี่ยวกับฟันโดยเฉพาะ

(๑) เหตุที่ทำให้ฟันผุโดยตรง การผุโดยตรงของฟันเกิดจากบักเตรีชนิดหนึ่งซึ่งมีอยู่หลายชนิด บักเตรีพวกนี้โดยมากไม่ทำอันตรายอย่างใด แต่บางชนิดกินอาหารที่ติดอยู่ตามฟัน ในการกินมันจะทำให้เกิดกรดอินทรีย์ซึ่งกัดเคลือบฟันให้กร่อนได้ ทำให้เกิดรูเล็ก ๆ รูนี้จะค่อย ๆ ใหญ่ขึ้นและลึกเข้าทุกที ในที่สุดก็ทะลุถึงเดนตีน เดนตีนอ่อนกว่าเคลือบฟันจึงผุเร็วยิ่งขึ้น เมื่อผุถึงพัลพ์ก็จะรู้สึกปวดฟันอย่างแรง เพราะประสาทที่ซ่อนอยู่ในนี้จะถูกกระทบกระเทือนจากสิ่งภายนอก เมื่อบักเตรีสามารถเข้าสู่พัลพ์ได้ มันก็จะลงไปตามช่องว่างของพัลพ์ทำให้เป็นฝีขึ้นรอบรากฟัน (ดูรูปที่ ๕๕) ภายในฝีมีบักเตรีรวมกันเป็นกลุ่มใหญ่ พิษที่เกิดขึ้นอาจไหลไปตามโลหิตสู่ส่วนต่าง ๆ



รูปที่ 55 ฟันผุ4ระยะ
1.เคลือบฟันเริ่มผุ 2.เดนตีนเริ่มผุ(หมอฟันยังรักษาฟันซี่นี้ได้)
3.โพรงฟันเริ่มผุ 4.โพรงฟันผุหมดแล้ว จะเกิดเป็นฝีขึ้น

ของร่างกาย ทำให้เกิดความระคายเคืองอื่น ๆ อีก ฝีนี้อาจทำให้เหงือกบวมหรือหน้าบวม คนไข้จะต้องไปหาแพทย์ บางทีฝีที่เป็นนั้นมิได้ทำให้รู้สึกเจ็บปวดแต่ประการใด แต่พิษที่เกิดขึ้นจะถูกโลหิตนำไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย ทำให้เกิดโรคภัยไข้เจ็บอื่น ๆ ซึ่งรู้สึกคล้ายกับไม่ได้เป็นเพราะฟัน ต่อเมื่อฉายเอกซ์เรย์ดูจึงทราบสาเหตุอันแท้จริง

เหตุที่ทำให้ฟันผุโดยตรงอีกประการหนึ่งก็คือ ฟันที่งอกไม่เป็นระเบียบมีรูปร่างบิดเบี้ยว และที่ระยะระหว่างฟันไม่ดี ทำให้ทำความสะอาดยาก เศษอาหารที่ติดตามซอกฟันก็เขี่ยออกได้โดยยาก

(๒) เหตุทั่วไปที่ทำให้ฟันผุ ถ้าหากฟันผุเนื่องจากเหตุเกิดบนฟันโดยตรง จะแก้ไขได้โดยการดูแลฟันให้สะอาดอยู่เสมอ ฟันที่รูปร่างดีและเรียงเป็นระเบียบเรียบร้อยจะไม่ผุง่าย (ความจริงเดิมที่เชื่อกันว่าฟันสะอาดจะไม่ผุ แต่มันอาจผุได้ ฉะนั้นจึงน่าจะมีเหตุอย่างอื่นอีกที่ทำให้มันผุนอกจากเหตุโดยตรงที่กล่าวมาแล้ว)

ฟันหลายซี่ที่มองดูจากผิวภายนอกปกติดี แต่ภายในไม่ดี ฟันชนิดนี้ผุง่าย ในบางรายการป่วยหนัก หรือป่วยเป็นเวลานาน ๆ หรือมีสุขภาพไม่สมบูรณ์เป็นเวลานานตั้งแต่เป็นเด็ก ทำให้เคลือบฟันบางแห่งไม่แข็งแรง ละลายในกรดได้โดยง่าย

อาหารที่ถูกส่วนมีส่วนสำคัญที่จะทำให้ฟันดี และตามที่เราทราบแล้วว่าถึงแม้อาหารประจำวันจะมีแคลเซี่ยมและฟอสฟอรัสพอเพียง ก็ไม่สามารถจะเอาไปทำฟันให้แข็งแรงได้นอกจากจะมีไวตามิน D อยู่ในอาหารด้วย

การป้องกันโรคฟัน

ในการป้องกันโรคฟันนี้ จะต้องประกอบด้วยสถานะ ๔ ประการดังต่อไปนี้คือ

(๑) ฟันจะต้องมีรูปดีและแข็งแรง

(๒) ฟันจะต้องเรียงเป็นระเบียบ

(๓) จะต้องใช้มันให้ถูกต้อง

(๔) จะต้องรักษาให้สะอาดอยู่เสมอ

(๑) เราทราบแล้วว่าฟันที่ดีและแข็งแรงจะต้องได้จากอาหารที่มีสารประกอบของแคลเซี่ยมและฟอสฟอรัส และไวตามิน D อาหารที่มีสิ่งเหล่านี้ คือ นม ไข่ เนย ไขสัตว์ ผลไม้สดและพืชสีเขียว

(๒) ถ้าหากฟันในปากมีรูปร่างดีและเป็นระเบียบจะไม่ใคร่ผุและเคี้ยวอาหารได้ดี เด็กเด็ก ๆ ไม่ควรปล่อยให้ดูดหัวนมปลอมหรือนิ้วมือ เพราะมักจะทำให้ฟันที่งอกขึ้นมาผิดที่ไป เด็กบางคนฟันน้ำนมหลุดช้าทำให้ฟันถาวรงอกช้าหรือผิดที่ ควรถอนทิ้งเพื่อให้ฟันถาวรงอกถูกที่ (ดูรูปที่ ๕๔)

(๓) เหตุสำคัญที่ทำให้ฟันผุในหมู่คนที่เจริญแล้วคือ ขาดอาหารเหนี่ยวที่ต้องใช้กำลังฟันในการขบเคี้ยว ฟันในปากมีไว้สำหรับกัดฉีกและบดอาหาร มนุษย์ที่ยังไม่เจริญมักกินอาหารที่หยาบ เหนี่ยว และมิได้หุงต้ม มีฟันที่แข็งแรงและไม่ผุ ผิดกับคนที่เจริญแล้วซึ่งฟันผุกันมาก ถ้าหากอาหารไม่ได้ถูกใช้ให้เหมาะสมตั้งแต่เด็กแล้ว มันอาจเล็กและแคบจนเป็นผู้ใหญ่ จึงไม่มี

ที่เพียงพอสำหรับฟัน การใช้ซากรรไกรระหว่างเคี้ยวอาหารจะเร้าให้โลหิตมาเลี้ยงฟัน และทำให้น้ำลายออกมาก น้ำลายนอกจากช่วยย่อยอาหารมันยังช่วยทำให้ฟันสะอาดโดยล้างเศษอาหารที่จะติดฟันให้หลุดไป น้ำลายที่มีฤทธิ์เป็นด่างยังช่วยทำกรดที่บักเตรีสร้างขึ้นให้เป็นกลางไป ฟันจะได้ไม่ผุ การเคี้ยวอาหารที่เหนียวและมีใยมาก ช่วยทำให้ฟันสะอาดโดยขัดสีเอาคราบที่เกิดจากอาหารจำพวกแป้งและน้ำตาลออกไป

แต่เป็นที่น่าเสียดายว่า ในสมัยปัจจุบันอาหารประจำวันมักอ่อนนิ่มและหุงต้มแล้วเป็นส่วนมาก เกือบไม่ต้องเคี้ยวเลย จึงควรหาอาหารที่แข็งและมีเส้นใยเหนียว ๆ กินบ้างเพื่อช่วยให้เกิดนิสัยชอบเคี้ยวอาหาร จะได้ทำให้ฟันดีขึ้น ขนมปังแข็ง ผลไม้สดและผักสดสีเขียว มีประโยชน์แก่การเคี้ยวมาก การกินอ้อยเป็นวิธีรักษาฟันเป็นอย่างดี

(๔) เราเห็นแล้วว่าถ้ามีอาหารที่ถูกส่วนและเคี้ยวมาก ๆ ก็ไม่จำเป็นจะต้องทำความสะอาดฟันเลย แต่ในโลกที่เจริญนี้ เราจำเป็นต้องทำความสะอาดฟัน แปรงสีฟันหรือท่อนไม้ที่มีใยมาก ๆ ขัดสีฟันได้ดี ในการสีฟันควรสีมีของฟันจนทั่วหมดทุกซี่ และสีขึ้น ๆ ลง ๆ ตามความยาวของฟันดีกว่าถูตามแนวนอนที่ขวางซี่ฟัน และควรสีจากเหงือกขึ้นมา เพื่อช่วยให้เหงือกกระชับแน่นกับคอของฟัน ยาสีฟันอย่างแป้งเปียกหรืออย่างผงช่วยในการทำความสะอาดได้มาก เราอาจใช้สารละลายที่เข้มข้นของเกลือแกงหรือโซเดียมไบคาร์บอเนต หรือทั้งสองอย่างปนกันแทนยาสีฟันได้เป็นอย่างดี ราคาก็ถูกกว่ามาก ควรสีฟันก่อนเข้านอนหลังจากอาหารมื้อสุดท้ายแล้ว เพื่อป้องกันบักเตรีมิให้เติบโตระหว่างที่นอนหลับ ถ้าหากทำได้ควรทำความสะอาดหลังอาหารทุกมื้อ หรืออย่างน้อยที่สุดก็ล้างปากด้วยน้ำสะอาด

หินปูนเป็นคราบแข็ง ๆ ที่จับอยู่ตามฟัน (โดยเฉพาะตรงโคนของฟันเขี้ยวด้านหลัง) หินปูนนี้ประกอบด้วยแคลเซียมฟอสเฟตและแคลเซียมคาร์บอเนตปนกันและมีสารอินทรีย์บางชนิดอยู่ด้วย หินปูนควรเอาออก (โดยทันตแพทย์) เป็นครั้งคราว เพราะเมื่อมีมากเข้ามันจะดันเหงือกให้ห่างจากเดนตินของฟัน

การตรวจฟัน

ฟันถาวรโดยมากจะงอกเมื่ออายุครบพอไปโรงเรียนได้ เจ้าหน้าที่ตรวจฟันตามโรงเรียนจะตรวจดูว่าเด็กเหล่านั้นมีฟันถาวรที่แข็งแรงหรือไม่ เพราะเขาจะต้องใช้ฟันชุดนี้เรื่อยไป ควรให้ทันตแพทย์ที่ชำนาญตรวจดูฟันเสมอ ๆ ถ้าหากเริ่มผุจะได้อุดช่องเล็ก ๆ เหล่านั้นเสีย เพื่อถนอมฟันอันมีค่าอย่างยิ่งของร่างกายไว้ ฟันมักจะผุในวัยเด็ก และผุได้รวดเร็วกว่าเมื่อโตเป็นผู้ใหญ่แล้ว

บทที่ ๗

สุขวิทยาของระบบโครงกระดูก กล้ามเนื้อและประสาท

โครงกระดูกเป็นโครงสร้างของร่างกายและทำให้ร่างกายคงรูปอยู่ได้ นอกจากนี้ยังช่วยป้องกันอวัยวะภายในที่ละเอียดอ่อนบางอย่าง เมื่ออายุได้ประมาณ ๒๕ ปี กระดูกจะหยุดเติบโต และรูปร่างก็จะคงที่

โครงกระดูกของทารกโดยมากเป็นกระดูกอ่อน เมื่อค่อย ๆ เติบโตก็จะค่อย ๆ เปลี่ยนเป็นกระดูกแข็ง ด้วยเหตุนี้กระดูกของเด็กจึงอ่อนนิ่มพอสมควร และดัดให้โค้งได้ และรูปร่างอาจเปลี่ยนแปลงได้ระหว่างเป็นทารกนี้ สิ่งสำคัญคือจะต้องคอยตรวจดูโครงกระดูกอยู่เสมอว่ามีรูปร่างถูกต้องหรือไม่ ก่อนที่การเติบโตจะหยุดและกระดูกจะแข็ง ถ้าหากเด็กยืนและนั่งตัวตรงเสมอๆ โครงกระดูกจะมีรูปร่างถูกต้องดี เด็กเล็ก ๆ ไม่ควรให้แบกหรือหามของหนัก ถ้าเอากระดูกไก่ที่ยังไม่ได้ต้มแช่ลงในน้ำส้มหรือกรดอย่างอ่อนสักสองสามวัน มันจะอ่อนนิ่มจนขมวดให้เป็นปมได้ แต่ถ้ามองดูจากภายนอกอาจเห็นว่าไม่มีอะไรผิดปกติ ทั้งนี้เป็นเพราะกรดไปละลายเกลือแร่ (ส่วนมากเป็นแคลเซียมฟอสเฟตและคาร์บอเนต) คงเหลือไว้แต่อินทรียสารเป็นโครงอยู่ แต่ถ้าเอากระดูกอย่างเดียวกันนี้ไปเผาไฟ มันจะเปราะ เพราะอินทรียสารถูกเผาไหม้หมดไป กระดูกของเด็กมีอินทรียสารมากกว่าจึงไม่ใคร่เปราะเท่ากระดูกผู้ใหญ่ (ซึ่งกระดูกมีเกลือแร่มากกว่า) กระดูกของเด็กจึงหักยากกว่ากระดูกผู้ใหญ่ และถ้าหักก็จะรักษาให้หายได้ง่ายกว่า ความจริงเมื่อกระดูกเด็กหักปลายอีกด้านหนึ่งของรอยหักก็จะยังคงติดกันอยู่ เหมือนกับเราหักกิ่งไม้อ่อน ๆ ที่มีเปลือกกิ่งไม้จะไม่ขาดออกจากกัน (ถ้าเป็นไม้แห้งจะหักขาดจากกันเลย) ดังนั้นกระดูกหักในเด็กมักใช้คำว่า **green-stick fracture**

การมีท่าทางดีตั้งแต่เด็ก ๆ ช่วยให้มีโครงกระดูกที่ดี และมีประสิทธิภาพสูงเมื่อเติบโตเป็นผู้ใหญ่ นอกจากนี้การเติบโตที่ถูกต้องของโครงกระดูกช่วยให้หัวใจ ปอด และอวัยวะภายในอื่น ๆ เติบโตได้เต็มที่ การออกกำลังกายและการกีฬาที่ดี จะช่วยให้โครงกระดูกเติบโตถูกส่วน และช่วยแก้หลังมิให้โกง ไหล่ไม่ห่อหรือยกดังแสดงในรูปที่ ๕๖ และ ๕๗



(ก.)



(ข)

รูปที่ 56

ก ท่านั่งเขียนที่ถูกต้อง ข. ท่านั่งเขียนที่ผิด



(ก.)



(ข)



(ค.)



(ง.)

รูปที่ 57 ท่านั่ง (ก.)ดี (ข.)(ค.)(ง.)ไม่ดี

ส่วนแข็งของกระดูกโดยมากเป็นแคลเซี่ยม ฟอสเฟต ฉะนั้นอาหารของเด็กที่กำลังเติบโตจำเป็นต้องมีสารประกอบของแคลเซี่ยมและฟอสฟอรัส ให้มากพอและถูกส่วน แต่ร่างกายจะดูดสารประกอบของแคลเซี่ยมและฟอสฟอรัสได้ก็ต่อเมื่อร่างกายมีไวตามิน D พอเพียง เราทราบแล้วว่าไวตามิน D กับไวตามิน A มักมีอยู่ด้วยกันเสมอ เช่น ในนม เนย ไข่และผักสดสีเขียว และอาจสร้างจากออกอสเตอโรล ภายใต้ผิวหนังที่ถูกแสงแดด (คนในประเทศร้อนจึงไม่ใคร่ขาดไวตามิน D) เด็กคนใดที่กินอาหารเหล่านี้ และได้รับแสงแดดเพียงพอ เล่นก็พากตางแจ้ง ประกอบกับได้พักผ่อนและนอนหลับเต็มที่จะช่วยให้โครงกระดูกเติบโตได้เต็มที่ ในเด็กบางรายต้องให้ไวตามิน D โดยกินน้ำมันตับปลา

อันตรายของกระดูก – กระดูกหัก

ทุก ๆ คนควรจะทราบคำแนะนำเกี่ยวกับเรื่องกระดูกหักบ้าง หลักสำคัญคือ "อย่าให้คนไข้เคลื่อนไหวโดยไม่จำเป็น" ถ้าหากทำได้ควรปล่อยเขาอยู่ ณ ที่นั้นจนกระทั่งแพทย์หรือรถพยาบาลมาถึง ถ้าหากคนไข้จำเป็นจะต้องเคลื่อนไหวก่อนที่แพทย์หรือรถพยาบาลมาถึง "จะต้องป้องกันกระดูกที่หักมิให้ได้รับอันตรายเพิ่มขึ้นอีก" โดยพันผ้าส่วนที่หักไว้กับไม้แข็งหรือของแข็งอื่นที่คล้ายไม้ ถ้าหากกระดูกที่หักแทงทะลุเนื้อออกมา อย่าพยายามดันให้กระดูกนั้นกลับเข้าไปในเนื้อ แพทย์เท่านั้นที่จะทำได้ (เพราะว่าจะต้องทำความสะอาดแผลและกระดูกเสียก่อน แล้วจึงเอากระดูกเข้าที่เดิม)

ท่านควรมีความรู้เกี่ยวกับการทำผ้าแขวนมือที่หัก ผ้าพันแผลและการเข้าเฝือกพอสมควร โดยเรียนจากแพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญ

คุณค่าของการออกกำลังกล้ามเนื้อ

เราทราบแล้วว่ากล้ามเนื้อช่วยให้ร่างกายของเราเคลื่อนไหวได้ ถ้าหากกล้ามเนื้อนั้นทำงานได้อย่างเต็มที่ ก็หมายความว่ามีความแข็งแรงและสุขภาพสมบูรณ์ วิธีบำรุงกล้ามเนื้อของเด็กที่กำลังเจริญเติบโตจะทำได้โดยการให้กินอาหารที่เหมาะสม อาหารที่กินได้ดูดไว้นั้นโลหิตจะเป็นผู้นำส่งไปยังกล้ามเนื้อ การออกกำลังช่วยให้โลหิตไหลไปสู่กล้ามเนื้อมากเข้า ฉะนั้นถ้าหากขาดการออกกำลัง กล้ามเนื้อจะเติบโตได้ไม่เต็มที่ กล้ามเนื้อจะนิ่มและอ่อนแอ คนที่ทำงานหนักทางกล้ามเนื้อวันละหลาย ๆ ชั่วโมง นับว่าได้ออกกำลังเป็นอย่างดี คนที่ทำงานในร่มมักจะนั่งวันละหลาย ๆ ชั่วโมง ไม่ได้ใช้กล้ามเนื้อเพียงพอ คนเราปกติทั่วไปควรจะออกกำลังกล้ามเนื้อบ้างเพื่อทำให้เกิด (๑) เหงื่อ (๒) การทำงานของปอด (๓) เพิ่มการทำงานของหัวใจ และ (๔) โลหิตหมุนเวียนมากขึ้น

การออกกำลังมิใช่แต่ช่วยให้กล้ามเนื้อแข็งแรงและสมบูรณ์เท่านั้น ยังทำให้อวัยวะทุก ๆ ส่วนดีขึ้นด้วย เราอาจสรุปผลที่มีต่อระบบของร่างกายได้ดังต่อไปนี้

(๑) ระบบโลหิต—การออกกำลังช่วยให้หัวใจเต้นเร็วเข้า และการหมุนเวียนของโลหิตก็เร็วขึ้นด้วย ทำให้โลหิตไหลไปยังเนื้อเยื่อต่าง ๆ ได้มากขึ้น เนื้อเยื่อเหล่านั้นก็ได้รับอาหารและออกซิเจนมากขึ้น และถ่ายของเสียให้กับโลหิตมากขึ้น

(๒) ผิวหนัง – การออกกำลังช่วยให้ต่อมเหงื่อทำงานมากเข้า ของเสียและน้ำก็ถูกขับถ่ายออกมากเข้า

(๓) ปอด – ระหว่างออกกำลัง ปอดจะทำงานมากขึ้น หายใจถี่กเข้า ออกซิเจนก็จะถูกดูดไว้มากขึ้น คาร์บอนไดออกไซด์และไอน้ำจะถูกขับถ่ายออกมากขึ้น

(๔) ระบบย่อยอาหาร — การออกกำลังช่วยให้ลำไส้มีการเคลื่อนไหวดีขึ้น ป้องกันมิให้ท้องผูก

(๕) ระบบประสาท — การออกกำลังจะเร้าระบบประสาท ทำให้สมองสดชื่นเนื่องจากโลหิตหมุนเวียนมากเข้า

การก็พากลางแจ้งที่ต้องใช้ไหวพริบเช่น คริกเก็ต ฟุตบอล ฮอกกี้ เทนนิส เหล่านี้เป็นการออกกำลังทั้งกล้ามเนื้อและสมอง เพราะเมื่อระบบประสาททำงานได้ถูกต้องก็ทำให้กล้ามเนื้อถูกควบคุมโดยถูกต้องด้วย การออกกำลังกล้ามเนื้อสำคัญมาก โดยเฉพาะสำหรับคนที่ต้องทำงานเกี่ยวกับสมองวันละหลาย ๆ ชั่วโมง การดูกีฬาไม่มีประโยชน์เท่าการเล่นเอง คนที่กินอาหารเหมาะสมและออกกำลังกายมักจะมีท่าทางที่สง่างาม

ความเหนื่อย – การพักผ่อน – การนอนหลับ

ออกกำลังกายมากจะทำให้เหนื่อย ทั้งกล้ามเนื้อและประสาท เรารู้สึกเหนื่อยมิใช่เพราะคาร์โบไฮเดรตในกล้ามเนื้อถูกออกซิไดส์ แต่เป็นเพราะผลของสารเคมีที่เกิดขึ้นจากการออกซิไดส์ (หรือเผาไหม้) นั้นมิได้ถูกขับออกไปเร็วพอ ฉะนั้นความเหนื่อยจึงไม่เหมือนกับการบีบท่อน้ำมันที่ไปสู่เครื่องยนต์ แต่คล้ายกับการหมดกำลังของเครื่องยนต์เพราะส่วนที่เคลื่อนไหวมีความฝืดมากขึ้นเนื่องจากฝุ่นละออง ยาแก้ความเหนื่อยคือการพักผ่อน

ระหว่างการพักผ่อนสิ่งที่เป็นอันตรายต่อกล้ามเนื้อและประสาทจะถูกโลหิตนำออกไป และเนื้อเยื่อต่าง ๆ ก็จะได้รับการซ่อมแซมไว้เพื่อทำงานในคราวต่อไป ถ้าหากทำได้ ในการพักผ่อนควรนอนตะ เพื่อช่วยปลดเปลื้องภาระหนักของหัวใจที่จะต้องสูบเลือดขึ้นข้างบน ซึ่งเป็นการต่อต้านกับแรงความโน้มถ่วงของโลก การพักผ่อนที่ดีที่สุดคือการนอนหลับสนิท ระหว่างหลับเราหมดความรู้สึกต่อสิ่งภายนอก ร่างกายและสมองได้รับการพักผ่อนอย่างสมบูรณ์ กล้ามเนื้อก็

ผ่อนคลาย หัวใจเต้นช้าเข้า การหายใจก็ลึก คนในประเทศร้อนโดยมากต้องการการหลับติดต่อกันประมาณ ๘ ชั่วโมงทุกคน เด็กที่กำลังเติบโตต้องหลับไม่น้อยกว่านี้

สุขวิทยาของระบบประสาท

ระบบประสาทและระบบกล้ามเนื้อมีความสัมพันธ์ใกล้ชิดกันมาก ถ้าพูดถึงสุขวิทยาของระบบกล้ามเนื้อก็ใช้กับระบบประสาทได้ด้วย ความเหนื่อยนั้นความจริงเป็นกับประสาทมากกว่าเป็นกับกล้ามเนื้อ งานที่เหนื่อยที่สุดจะไม่ทำให้กล้ามเนื้อเหนื่อยอย่างสิ้นเชิงเลย เพราะว่าก่อนที่กล้ามเนื้อจะเหนื่อยจนถึงที่สุดนั้น ระบบประสาทจะเหนื่อยเสียก่อนจนหมดความสามารถจะส่งคำสั่งให้กล้ามเนื้อเคลื่อนไหวได้ต่อไป ฉะนั้นการพักผ่อนและนอนหลับจึงมีความสำคัญต่อระบบประสาทมากกว่าต่อกล้ามเนื้อ

สมองก็ต้องการการออกกำลังเช่นเดียวกัน คนที่ทำงานอย่างเดียวอยู่ทุกวัน ๆ ต้องการเปลี่ยนงานนั้นในยามว่าง นี่เป็นเรื่องสำคัญที่แสดงให้เห็นคุณค่าของงานอดิเรกในยามว่าง ซึ่งเป็นการออกกำลังให้แก่สมองไปในทางอื่น ฉะนั้นคนที่ทำงานด้วยสมอง ควรทำงานอดิเรกที่ต้องการการออกกำลังทางกล้ามเนื้อ ส่วนคนที่ทำงานด้วยมือก็ควรมีงานอดิเรกที่ต้องมีการออกกำลังทางสมอง

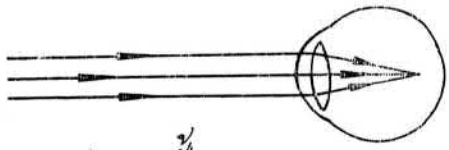
สุขวิทยาของสัมผัสทั้งห้า

เรารับความรู้สึกจากสิ่งภายนอกได้ ๕ ทาง คือสัมผัส ๕ ได้แก่ จักษุสัมผัส (ทางตา) โสตรสัมผัส (ทางหู) ชิวหาสัมผัส (ทางลิ้น) ฆานสัมผัส (ทางจมูก) และกายสัมผัส (ทางกาย) ถ้าต้องการให้ร่างกายตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นภายนอกอย่างเหมาะสม จะต้องรักษาอวัยวะเหล่านี้ให้ทำงานด้วยดี

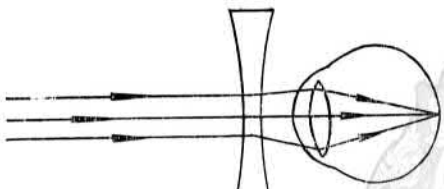
สุขวิทยาเกี่ยวกับนัยน์ตา

นัยน์ตาเป็นอวัยวะที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งของคนเรา คนที่สายตาไม่ดีเป็นคนที่เสียเปรียบมาก ความบกพร่องธรรมดาของสายตาได้แก่สายตาสั้น และสายตายาว คนสายตาสั้นสามารถมองเห็นของได้ชัดเมื่ออยู่ใกล้ตาเท่านั้น แต่ไม่สามารถเห็นของที่อยู่ห่างออกไปได้ชัด ทั้งนี้เป็น

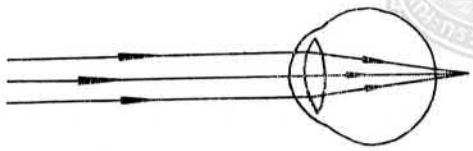
เพราะส่วนใสของนัยน์ตาตอนหน้าโค้งมากเกินไป หรือเป็นเพราะกระบอกตายาวเกินไป ทำให้แสงที่ขนานมาจากวัตถุที่อยู่ไกลออกไปรวมกันไม่ถึงเรตินา หรือพูดอีกอย่างหนึ่งว่า กำลังรวมแสงของมันมากเกินไป (ดังแสดงในรูปที่ ๕๘ ก) จะแก้ได้โดยใช้เลนซ์เว้าที่เหมาะสม วางไว้ข้างหน้าของนัยน์ตา ทำให้ภาพของวัตถุที่อยู่ไกลตกลงบนเรตินาพอดี (ดูรูปที่ ๕๘ ข) "คนสายตาสั้นต้องสวมแว่นตาที่เป็นเลนซ์เว้า" เด็กสายตาสั้นสามารถอ่านและเขียนในชั้นได้แต่นอกชั้นเขาเห็นไม่ใคร่ชัดและเล่นกีฬาไม่ใคร่ได้ดี เด็กพวกนี้มักเลี่ยงการเล่นกีฬา อ่านแต่หนังสือจนเป็นพวก "หนอนหนังสือ" ถ้าสวมแว่นตาที่เหมาะสมความเสียเปรียบเหล่านี้ก็หมด



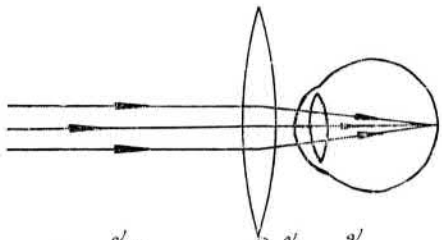
ก สายตาสั้น



ข แก้สายตาสั้นให้ถูกต้อง



ค สายตายาว



ง แก้สายตายาวให้ถูกต้อง

รูปที่ 58 สายตาสั้นยาวและการแก้ไข

คนสายตายาวสามารถมองเห็นวัตถุที่อยู่ไกล ๆ ได้ดี แต่มองของใกล้ไม่ชัด ทั้งนี้เพราะส่วนใสด้านหน้าของนยน์ตาแบนเกินไป หรือเป็นเพราะกระบอกตาสั้นเกินไป ฉะนั้นแสงจากวัตถุที่อยู่ใกล้จึงไปรวมกันหลังเรตินา หรือพูดอีกอย่างหนึ่งคือ กำลังรวมของแสงของมันน้อยเกินไป (ดูรูปที่ ๕๘ ค) จะแก้ไขได้โดยใช้เลนซ์นูนที่เหมาะสมวางไว้ข้างหน้าของนัยน์ตา เพื่อทำให้ภาพของวัตถุที่อยู่ใกล้ตกลงบนเรตินาพอดี (ดูรูปที่ ๕๘ ง) "คนสายตายาวต้องสวมแว่นตาที่เป็นเลนซ์นูน"

ความบกพร่องของสายตาอีกอย่างหนึ่งมักเป็นกับคนแก่หรือคนสูงอายุ แก้วตาจะแข็งเข้า และยืดหยุ่นได้น้อยเข้า กล้ามเนื้อแก้วตาไม่สามารถจะดึงให้มันเป็นเลนซ์นูนมากขึ้นอีกได้ เมื่อมองดูของใกล้ ๆ คนแก่จึงมักต้องสวมแว่นนูน

ในการอ่านหนังสือ ความจริงเขาต้องใช้แว่นตาถึงสองอัน อันหนึ่งสำหรับอ่านหนังสือ อีกอันหนึ่งสำหรับดูของไกล เขามักเอาแว่นทั้งสองชนิดนี้รวมไว้ในแว่นเดียวกัน ถ้าจะดูของไกลก็มองผ่านเลนซ์อันบน ถ้าอ่านหนังสือก็มองผ่านเลนซ์อันล่าง วิธีนี้ช่วยไม่ให้เสียเวลาเปลี่ยนแว่นตาถึงสองอัน

ข้อบกพร่องของนัยน์ตาอีกอย่างหนึ่งซึ่งมักมองข้ามไปเสีย คือ โรคแก้วตาเอียง ทั้งนี้เป็นเพราะส่วนโค้งของแก้วตาหรือส่วนใสด้านหน้าของนัยน์ตาโค้งไม่สม่ำเสมอ โดยมากมักโค้งเป็นรูปข้อนแต่ไม่เป็นทรงกลม ข้อบกพร่องนี้แก้ไขได้โดยสวมแว่นตาที่เหมาะสม ความบกพร่องของนัยน์ตาควรแก้ไขเสียแต่เนิ่น ๆ ก่อนที่จะเสียจนแก้ไม่ได้ เช่นสวมแว่น การปวดศีรษะและความยุ่งยากเนื่องจากประสาทมักเนื่องมาจากความบกพร่องของสายตา นัยน์ตาจะพยายามแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านี้อยู่ตลอดเวลาโดยปราศจากจิตสำนึก การสวมแว่นที่เหมาะแก่สายตาควรมอบให้เป็นหน้าที่ของแพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญทางตา ข้อบกพร่องของนัยน์ตาบางที่เกิดจากความบกพร่องของร่างกายส่วนอื่น เช่นนี้แก้โดยสวมแว่นไม่ได้ แพทย์จะทราบเหตุและรักษาโรคนี้ได้ ถ้าหากผู้เชี่ยวชาญแนะนำให้สวมแว่นแล้วไม่ควรถอดออก การสวมแว่นที่เหมาะสมจะช่วยป้องกันมิให้สายตาเลวลงไปอีก และจะช่วยให้ท่านมีประสิทธิภาพดีขึ้น การอ่านและเขียนหนังสือควรทำในที่มีแสงสว่างมากพอ ไม่มีเงาฉายลงบนกระดาษและไม่มีแสงสะท้อนจากกระดาษเข้าตา และไม่ควรให้กระดาษหรือหนังสืออยู่ใกล้สายตาเกินไปคือไม่ควรให้น้อยกว่า ๑๒ นิ้ว

โรคที่เป็นกับหนังตาและด้านหน้าของลูกตา มักเนื่องมาจากฝุ่นและของสกปรกที่มีเชื้อโรคเข้าตา อย่าเอามือหรือผ้าเช็ดตัวที่สกปรกขยี้ตา ถ้ามีอาการตาแดงหรือตาเจ็บเกิดขึ้น ต้องล้างด้วยยาฆ่าเชื้อ เช่น สารละลายของกรดบอริค ถ้าไม่หายต้องไปหาแพทย์

โรคตาเป็นกันชุกชุมในประเทศร้อน (โดยเฉพาะอย่างยิ่งในคนที่อาหารประจำวันขาดไวตามิน A) โรคสามัญที่สุดคือ ริดสีดวงตา ซึ่งอาจทำให้ตาบอดหรือจวนบอดเป็นโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัส เชื้อนี้จะออกมากับน้ำตาหรือสิ่งอื่นจากตาคนไข้ และติดต่อถึงคนอื่นโดยนวมือ แมลง ผ้าเช็ดตัว ผ้าเช็ดหน้า และอื่น ๆ อีก โรคริดสีดวงตาเป็นโรคที่รักษาให้หายยาก การป้องกันจึงดีกว่าการรักษา ใครที่เป็นโรคตาเจ็บจะต้องแยกออกจากคนอื่น และต้องไม่ใช้ผ้าเช็ดตัว สบู่ อ่างน้ำ หรือของอื่น ๆ ร่วมกับคนอื่น

ถึงแม้การเคลื่อนไหวของหนังตาจะช่วยป้องกันมิให้ผงเข้าตา แต่ผงก็ยังคงเข้าตาได้ และบางทีทำความเจ็บปวดให้เป็นอันมาก ถ้าผงแข็งเข้าตา อย่าขยี้ตา ให้เพื่อนช่วยเอามุมผ้าเช็ดหน้าเช่ยออก หรือเอาออกเองโดยใช้กระจกเงาช่วย ถ้าผงนั้นเล็กมาก มันจะค่อย ๆ เลื่อนมาที่มุมในของตาเอง และจากนั้นจะเช่ยออกได้โดยง่าย ถ้าหากเอาออกไม่ได้ควรไปหาแพทย์

ผิวหน้าของลูกตาจะเปียกชื้นเพราะน้ำตาอยู่ตลอดเวลา ถ้าหากผงเข้าตา น้ำตาจะออกมากเข้าเพื่อล้างผงออก น้ำตาเป็นยาฆ่าเชื้อตามธรรมชาติอย่างแรง เป็นเครื่องมือที่ดีที่สุดสำหรับป้องกันโรคตา

สุขวิทยาเกี่ยวกับหู

หูชั้นกลางและหูชั้นในมีกระดูกหุ้มอยู่อย่างแข็งแรง แต่ถ้าหากมีโรคเกิดขึ้นก็รักษาได้ยากมาก หูชั้นนอกเป็นรูไปจนถึงแก้วหู ขี้หูจะเกิดขึ้นในรูหู ขี้หูมีหน้าที่ดักฝุ่นละอองและป้องกันแมลงมิให้เข้าหู ความเดือดร้อนที่เกิดขึ้นในหูตอนนี้มักเนื่องมาจากขี้หูเกิดขึ้นมากจนเกินไป คนบางคนมีขี้หูมากจนบีดรูหมดทำให้หูหนวก ขี้หูมีมากเกินไปอาจเอาออกเสียได้โดยใช้มุมผ้าเช็ดหน้าหมุนให้เป็นเกลียวแล้วแหย่เข้าไปในรูหูและหมุนช้า ๆ ไม่ควรใช้ของแข็งแคะหู ขี้หูมีมากเกินไปหรือถ้ามีของแข็งอะไรตกเข้าไปในหูต้องไปหาแพทย์มิฉะนั้นจะเป็นอันตรายแก่แก้วหูได้ง่าย

ควรจะป้องกันมิให้น้ำเข้าหู แต่ถ้ามันเข้าต้องเช็ดรูหูให้แห้งในภายหลัง น้ำเข้าหูนับว่าเป็นเรื่องสำคัญสำหรับประเทศร้อนมาก เนื่องจากสปอร์ของเห็ดราที่เป็นโรคบางชนิดอาจตามน้ำเข้าสู่หูและไปงอกในนั้นได้ อย่าเช็ดหูของท่านด้วยผ้าเช็ดตัวที่สกปรกเป็นอันขาด

หูชั้นกลางมีท่อติดต่อกับส่วนต้นของคอหอย ยาวประมาณ ๒½ นิ้ว ท่อนี้ช่วยทำให้ความดันในหูชั้นกลางและอากาศภายนอกเท่ากัน ท่อนี้บางทีก็เป็นอันตราย เชื้อโรคจากคอหอยอาจขึ้นไปตามท่อนี้และเข้าสู่หูชั้นกลาง ทำให้มีอาการโรคปวดหูเริ่มขึ้น ต้องรีบไปหาแพทย์โดยเร็ว หนองที่เกิดในหูชั้นกลางไม่สามารถกำจัดออกได้ตามวิธีธรรมชาติถ้าหากทิ้งไว้จะมีอันตรายร้ายแรง แก้วหูอาจขาด กระดูก ๓ ชิ้นที่ต่อกันก็ได้รับความกระทบกระเทือน ทำให้หูหนวกและที่ร้ายหนักขึ้นไปอีกก็คือกระดูกฟ่าม ๆ ที่หุ้มหูชั้นกลางนี้อาจยักเยื้อง ทำให้โรคระบาดไปสู่สมองได้ อาการร้ายแรงก็จะเกิดขึ้น (ศัลยแพทย์ทมชอเสี่ยงคนหนึ่ง กล่าวว่า พกดินระเบิดไว้ในกระเป๋าของท่านดีกว่าพกหนองไว้ในหูชั้นกลาง) จำไว้ว่าการปวดหู (โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเด็ก) เป็นเครื่องหมายแห่งอันตราย จงรีบไปหาแพทย์โดยเร็ว

บทที่ ๘

สุขวิทยาของระบบการหายใจ

ในบทที่หนึ่งเราทราบแล้วว่า การหายใจทำให้โลหิตในปอดเข้าใกล้ชิดกับอากาศอย่างที่สุด มันจะคายคาร์บอนไดออกไซด์ (และน้ำ) ที่นำมาจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และรับออกซิเจน แล้วนำไปให้เซลต่าง ๆ ทั่วร่างกาย และเราทราบด้วยว่า โดยการยกกระดูกซี่โครงและยืดกระบังลมออก ปริมาตรของทรวงอกจะเพิ่มขึ้นและความดันของอากาศในปอดจะลดลง อากาศภายนอกที่มีความดันมากกว่าก็จะวิ่งเข้าสู่ปอด

การหายใจเป็นสิ่งที่เราทำได้เองโดยไม่ต้องมีใครสอน แต่บางครั้งเราก็จำเป็นต้องเรียนวิธีที่จะช่วยให้ปอดทำงานได้ดี ทั้งนี้เพราะสถานะของโลกเจริญขึ้น ทำให้มนุษย์ไม่ต้องทำงานเกี่ยวกับกล้ามเนื้อเท่าใดนัก จึงใช้ปอดได้ไม่เต็มที่ ถ้าหากเราใช้ปอดไม่เต็มที่เช่นนี้อยู่เรื่อย ๆ ปอดก็จะอ่อนแอลง และไม่สามารถทำให้กลับดีได้อย่างเดิม ฉะนั้นจึงเป็นเรื่องสำคัญยิ่งที่เราควรสละเวลาวันละ ๒—๓ นาที ออกกำลังปอด โดยสูดอากาศเข้าปอดให้เต็มที่ ขยายปอดและกระบังลมออกให้มากที่สุด หรือให้ดีขึ้นไปอีกก็คือ ออกกำลังกาย เช่น วิ่ง ซึ่งจะทำให้เหนื่อยหายใจลึกและเร็ว โดยการออกกำลังอย่างสม่ำเสมอเช่นนี้ทุกวัน จะทำให้ปอดขยายตัวและสามารถทนทานต่องานหนักได้ การใส่เสื้อผ้าและเข็มขัดที่คับเกินไปทำให้หายใจไม่สะดวก การนั่งหรือยืนตัวงอ ทำให้การเคลื่อนของกระดูกซี่โครงและกระบังลมแคบเข้า การหายใจก็ไม่สะดวก การวัดการขยายตัวของทรวงอก แสดงให้เห็นว่าปอดทำงานได้เป็นปกติดีหรือไม่ ขนาดที่ขยายนี้ควรจะเป็น ๓ นิ้ว

ในบทที่ ๓ ได้กล่าวว่า จมูกมีหน้าที่ทำให้อากาศที่เราหายใจเข้าไปนั้น สะอาด ชื้น และอบอุ่นขึ้น ปากจะไม่ช่วยดังกล่าวมานี้ ฉะนั้นการหายใจตามปกติควรหายใจทางจมูก

การที่จมูกกรองฝุ่นละอองออกจากอากาศในขณะหายใจนั้น เป็นเรื่องสำคัญมาก อากาศมีฝุ่นละอองเสมอไม่มากก็น้อย อาจเป็นฝุ่นที่ประกอบด้วยสิ่งที่มีชีวิต หรือไม่มีชีวิต ฝุ่นที่ไม่มีชีวิตมักเป็นฝุ่นของดิน หิน เศษขนสัตว์ หรือหนัง หรือใยที่หลุดออกจากเสื้อผ้า และอาจมีเขม่าของ

ควันไฟ ถ้าหากจมูกไม่กรองฝุ่นละอองเหล่านี้ออก ภายในหลอดลมและถุงลมก็จะเต็มไปด้วยฝุ่น สกปรกเหล่านี้ทำให้การแลกเปลี่ยนอากาศเป็นไปด้วยความลำบาก ส่วนละอองที่มีชีวิตมักมีเชื้อโรคที่เป็นอันตรายแก่ร่างกาย การหายใจโดยถูกต้องจะป้องกันมิให้เชื้อโรคเข้าสู่ปอดได้

โรคที่อากาศเป็นพาหะและอาจเข้าสู่ร่างกายได้ทางการหายใจนี้ มีโรคเจ็บคอ โรคหวัดธรรมดา โรคคอตีบ โรคไข้หวัดใหญ่ โรคไอกรน โรคหัด โรคผีดาษ โรคอีสุกอีใส และวัณโรคปอด

ความสำคัญของอากาศที่สะอาดและบริสุทธิ์

เราทราบแล้วว่าอาหารที่กินจะต้องดีและมีคุณค่าสูง อากาศที่สะอาดและบริสุทธิ์ก็เป็นสิ่งอันพึงปรารถนาของเราเช่นเดียวกัน ปัญหานี้ไม่ใคร่เป็นเรื่องเดือดร้อนสำหรับคนที่มีชีวิตอยู่ในที่กลางแจ้งนัก แต่คนที่มีชีวิตอยู่ในเมืองอย่างคนที่เจริญแล้ว มักจะไม่ใคร่มีอากาศบริสุทธิ์หายใจ จึงจำเป็นจะต้องสนใจเรื่องอากาศบริสุทธิ์ให้มาก เราทราบแล้วว่าสิ่งสกปรกที่ปะปนอยู่ในอากาศโดยมากมีอันตราย ที่ร้ายที่สุดคือเชื้อโรคตัวเล็ก ๆ ที่อาจติดต่อจากคนหนึ่งไปสู่อีกคนหนึ่งได้ โรคชนิดนี้ระบาดได้ก็โดยการหายใจเอาอากาศที่คนเป็นโรคนี้หายใจออกเข้าไป

การระบายอากาศ

ในการป้องกันโรคระบาดทางอากาศ ขั้นแรกก็คืออย่าปล่อยให้อากาศที่คนหนึ่งหายใจออกเข้าไปสู่ปอดของอีกคนหนึ่งโดยหายใจเข้าไป เราจะป้องกันได้โดยการระบายหรือถ่ายเทอากาศ คือการเปลี่ยนอากาศบ่อย ๆ ทำให้อันตรายจากโรคติดต่อลดน้อยลง

ในประเทศร้อน การหายใจอากาศบริสุทธิ์ไม่ใช่เรื่องยากลำบาก อาคารบ้านช่องที่เปิดฝาข้าง ๆ หรือที่มีประตูและหน้าต่างมาก ๆ ทั้ง ๒ หรือ ๓ ด้านจะทำให้อากาศบริสุทธิ์ผ่านเข้าออกได้โดยสะดวก การถ่ายเทตามธรรมชาติในบ้านที่ปลูกไว้เหมาะสมนี้นับว่าเพียงพอกับความต้องการแล้ว การถ่ายเทของอากาศภายในห้องนอนในเวลากลางคืนนับว่าสำคัญไม่แพ้ห้องที่อาศัยอยู่ในเวลากลางวัน คนบางคนคิดว่าอากาศกลางคืนเป็นอากาศที่ทำให้ไม่สบาย เขาจะปิดหน้าต่างในเวลากลางคืน บางทีก็เอาผ้าคลุมหัวเวลานอน นี่เป็นความคิดที่ผิด จะเป็นกลางคืนหรือกลางวันเราก็ต้องการอากาศบริสุทธิ์สำหรับหายใจ หน้าต่างห้องนอนจึงต้องเปิดกว้างเสมอ (ถ้ามีเหล็กหรือลวดขึงไว้จะช่วยป้องกันขโมยได้ด้วย)

ในประเทศร้อน การถ่ายเทอากาศโดยการประดิษฐ์อาจมีบ้างเฉพาะในห้องโถงใหญ่ ๆ เช่นโรงภาพยนตร์ที่มีคนอัดแอ เช่นนี้ต้องใช้พัดลมไฟฟ้าให้เป่าอากาศบริสุทธิ์เข้าและดูดอากาศเสียออก ถ้ามีการถ่ายเทอากาศแบบประดิษฐ์นี้จะต้องให้อากาศบริสุทธิ์อย่างน้อยที่สุด ๑,๐๐๐ ลูกบาศก์ฟุตต่อชั่วโมง ต่อคนหนึ่งคนที่อยู่ในห้อง แต่ถ้าให้มากกว่านี้ ๒ หรือ ๓ เท่า ก็จะดีขึ้น

การถ่ายเทอากาศทำให้เย็นลง

เราทราบแล้วว่าเหตุผลสำคัญอันหนึ่งของการถ่ายเทอากาศก็คือเพื่อป้องกันมิให้โรคติดต่อทางการหายใจระบาดขึ้นได้

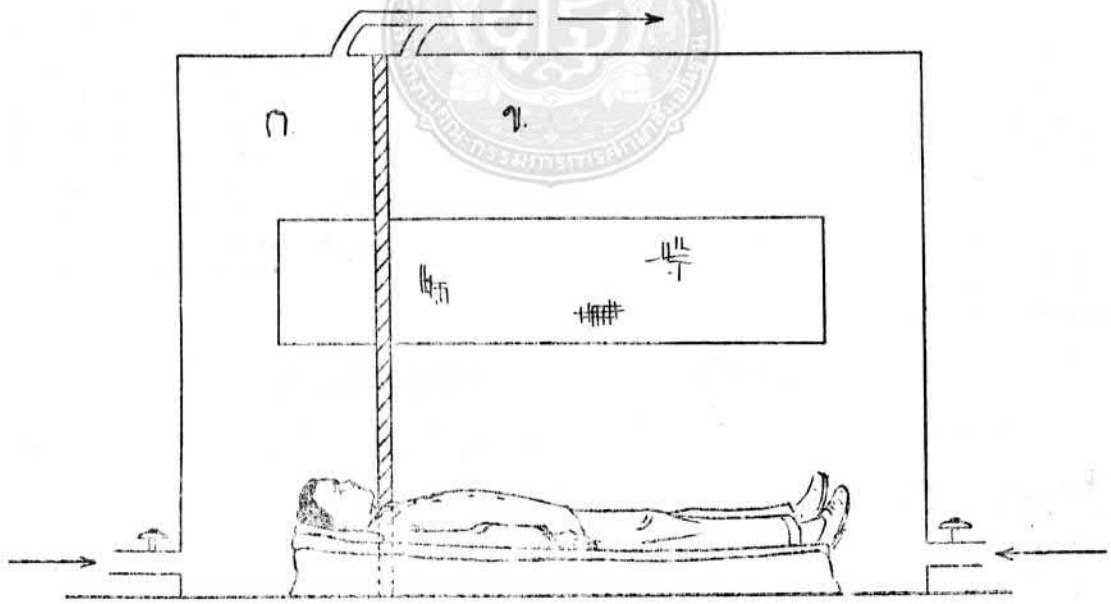
ความสำคัญของการถ่ายเทอากาศเกี่ยวกับสถานะทางฟิสิกส์ของอากาศก็คือ ความชื้น อุณหภูมิ และการเคลื่อนไหว แต่เดิมเข้าใจกันว่าอากาศที่ถ่ายเทไม่ค่อยได้ทำให้อึดอัดไม่สบาย เพราะจะต้องหายใจเอาอากาศที่มีออกซิเจนน้อยและมีคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าในอากาศบริสุทธิ์ การทดลองได้ทำให้ทราบว่าคำอธิบายนี้ผิด ถึงแม้ห้องที่มีการระบายอากาศที่เลวที่สุดก็ไม่มีคาร์บอนไดออกไซด์มากถึงขนาดทำอันตรายแก่ร่างกายได้ ถ้าหากท่านเข้าไปในห้องที่มีออกซิเจนเพียง ๑๓% (ในอากาศมี ๒๑%) ท่านจะไม่รู้สึกว่ามีอะไรผิดปรกติเลย ตราบใดที่อากาศภายในห้องมีออกซิเจนไม่ต่ำกว่า ๑๐% ท่านจะรู้สึกเหมือนอยู่ในอากาศที่บริสุทธิ์ข้างนอก ฉะนั้น การที่ออกซิเจนน้อยไม่ได้เป็นเหตุให้ร่างกายเกิดความไม่สบาย ห้องที่ถ่ายเทอากาศไม่ใคร่ได้และมีคนแน่น ทำให้ไม่สบายเพราะ (๑) อุณหภูมิของอากาศสูงมาก (๒) มีไอน้ำในอากาศมากเกินไป (๓) อากาศไม่เคลื่อนไหว ในประเทศร้อนมากการถ่ายเทอากาศที่สำคัญคือ ต้องทำให้อากาศเคลื่อนไหวอยู่เสมอ การที่ร่างกายรู้สึกไม่สบายเนื่องจากอากาศไม่ได้ถ่ายเทนั้น เป็นเพราะความร้อนอบอ้าว ขาดความเย็นสบายมากกว่าอย่างอื่น

ในบทที่ ๔ เราทราบแล้วว่า คนเป็นสัตว์เลือดอุ่น หรือสัตว์ที่มีอุณหภูมิคงที่ อุณหภูมิของร่างกายส่วนมากจะรักษาให้คงที่ได้โดยระบายออกทางผิวหนัง (คิดอย่างหยาบ ๆ ความร้อนที่เกิดขึ้นในร่างกาย ๗๕% ได้ระบายออกทางผิวหนัง) ความร้อนที่มากเกินไปบางส่วนระบายโดยการนำและการแผ่รังสี ถ้าหากอุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้นด้วยเพราะอากาศภายนอกสูงขึ้น เส้นโลหิตฝอยตามผิวหนังจะมีโลหิตมากขึ้น (ดูรูปที่ ๑๐๓) วิธีสำคัญที่สุดที่ร่างกายจะระบายความร้อนออกได้ดี ก็คือการระเหยของเหงื่อ อันจะทำให้ความร้อนจากผิวหนังลดลงไปด้วย

แต่ถ้าร่างกายจะเย็นลงได้ก็เมื่อเหงื่อระเหยได้ ห้องที่มีการถ่ายเทอากาศไม่ได้ดีจะเป็นห้องที่มีอากาศชื้น เหงื่อจึงระเหยไม่ใคร่ได้ ทำให้ร่างกายยังคงร้อนอบอ้าวอยู่เช่นนั้น

ปัญหาสำคัญของการถ่ายเทอากาศก็คือทำให้อากาศเย็นลง และในเวลาเดียวกันมีการถ่ายเทอากาศเอาอากาศบริสุทธิ์สดชื่นเข้าไปในห้องให้ได้มาก ๆ และเป็นสิ่งจำเป็นว่า อากาศจะต้องเคลื่อนไหวอยู่ตลอดเวลา

รูปที่ ๕๙ เป็นการทดลองเพื่อแสดงให้เห็นความจริงในข้อนี้ ให้คน ๆ หนึ่งนอนอยู่ในห้องที่แบ่งเป็นสองส่วน ก. และ ข. โดยมีม่านหนาทึบกั้นกลาง ในการทดลองวิธีแรก ให้อากาศที่แห้งและเย็น (อากาศบริสุทธิ์) ผ่านเข้าในห้อง ข. (คือผ่านไปบนร่างกายนอกจากหัว) และให้อากาศที่ชื้นและร้อนมีคาร์บอนไดออกไซด์เกือบ ๓ % (อากาศเสีย) ผ่านเข้าทาง ก. คน ๆ นั้นจะไม่รู้สึกไม่สบายแต่ประการใดถึงแม้เขาจะหายใจอากาศไม่บริสุทธิ์เข้าไปในการทดลองที่สอง ให้อากาศบริสุทธิ์ผ่านเข้าทาง ก. อากาศเสียเข้าทาง ข. คนคนนั้นจะรู้สึกไม่สบายถึงแม้จะมีอากาศบริสุทธิ์หายใจ การทดลองทั้งสองนี้แสดงให้เห็นอย่างแจ้งชัดว่า ผลของการถ่ายเทอากาศนั้นจะรู้สึกได้มากที่ผิวหนังไม่ใช่ปอด



รูปที่ 59 คนในห้องสองห้อง

คนที่ทำงานหนักทางกายในวันที่มีอากาศร้อนจัดและความชื้นมาก จะรู้สึกไม่สบายอย่างมาก ที่เป็นกันทั่ว ๆ ไปคือ "ฮีทสโตรก" จะมีอาการไข้ขึ้นสูงเนื่องจากระบบเส้นโลหิตหมุนเวียนได้ไม่ดี ถ้าอุ้มไปไว้ในที่เย็น หรือเอาน้ำเย็นพรมตามตัวแล้วพัดให้เย็น อาการจะกลับเป็นปกติโดยรวดเร็ว

ตะคริวเนื่องจากความร้อนมักเกิดกับคนทำงานหนักและอากาศร้อนจัด เช่นช่างเครื่องในเรือ กรรมกรบ่อแร่ กรรมกรถลุงเหล็ก อาการของโรคมักเกิดขึ้นเมื่อดื่มน้ำมาก ๆ เพื่อแก้กระหายเนื่องจากเหงื่อออกมาก เหงื่อมีเกลือผสมอยู่ด้วย ถ้าเหงื่อออกมาก น้ำและเกลือก็เสียไปมาก ถ้าดื่มน้ำที่ไม่มีเกลือเข้าไป ความเข้มข้นของเกลือในโลหิตก็ลดลง เป็นเหตุทำให้เป็นตะคริว ซึ่งอาจแก้ให้หายได้โดยดื่มน้ำที่มีเกลือปนอยู่บ้างแทนที่จะดื่มน้ำเปล่า ๆ (ใช้เกลือหนึ่งส่วนต่อน้ำ ๕๐๐ ส่วน หรือประมาณหนึ่งช้อนชาต่อน้ำหนึ่งไพนท์)

โรคที่เข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจ

ระบบการหายใจ (เช่นเดียวกับระบบการย่อยอาหาร) อาศัยอวัยวะที่ติดต่อกับสิ่งแวดล้อมภายนอกโดยตรง คือมีจมูกและปอดกับอากาศภายนอก ด้วยเหตุนี้เชื้อโรคต่าง ๆ จึงอาจเข้าสู่ร่างกายได้ทางการหายใจ แต่ถ้าหากอากาศที่หายใจบริสุทธิ์และสะอาดก็ไม่ใคร่เป็นอันตราย อากาศบริสุทธิ์กลางแจ้งจะมีบักเตรีอยู่บ้างก็เพียงไม่กี่ชนิด บักเตรีที่เป็นเชื้อโรคส่วนมากมีชีวิตอยู่ไม่ได้ในอากาศบริสุทธิ์ และแสงแดด (ถูกแสงแดดเข้าไม่ช้าก็ตาย) แต่ในอากาศไม่บริสุทธิ์และมีคนอยู่มากจะมีบักเตรีมาก โดยเกาะฝุ่นละอองหรือหยดน้ำเล็ก ๆ ลอยไปมา โรคติดต่อเช่นโรคหวัดธรรมดา ไข้หวัดใหญ่ โรคหัด โรคไอกรน โรคคอตีบ วัณโรค และโรคผีดาษมักระบาดได้โดยวิธีนี้

การติดโรคจากหยดของเหลวเล็ก ๆ

ในการหายใจตามปกติ อากาศที่หายใจออกจะมีบักเตรีปนมาบ้าง เพราะผิวของถุงลมที่เปียกชื้นและเป็นยางเหนียว (โดยเฉพาะอย่างยิ่งในจมูก) จะยึดเอาอนุภาคเล็ก ๆ ที่เป็นของแข็งออกหมด แต่ถ้าหายใจออกโดยแรง เช่น การจาม ไอ หรือเวลาพูด ของเหลวที่ฉาบอยู่บนถุงลมจะกระเด็นออกมาเป็นหยดเล็ก ๆ ของเมือกและน้ำลาย โดยวิธีนี้คนที่มีโรคถ้าไอหรือจามจะมีเชื้อโรคติดตามหยดของเหลวเล็ก ๆ เหล่านี้ออกมาด้วย อาจมีบักเตรีนับล้าน จึงควรใช้ผ้าเช็ดหน้าปิดปากและจมูกเมื่อไอหรือจาม ของเหลวหยดเล็ก ๆ จะถูกผ้าจับยึดไว้ มิฉะนั้น

มันจะฟุ้งกระจายไปในอากาศ คนที่อยู่ห่าง ๕ หรือ ๖ ฟุต อาจหายใจเอาหยดของเหลวที่มีเชื้อโรคเหล่านั้นเข้าไป วิธีนี้เป็นวิธีระบาดโรคติดต่อไปยังคนอื่น ๆ ซึ่งนับว่าเป็นโรคที่ติดกันทางอากาศที่แพร่หลายที่สุด

เราอาจป้องกันการแพร่ของโรคจากหยดของเหลวเล็ก ๆ นี้ได้หลายวิธี คือ

(๑) คนที่ไอและจามอย่างรุนแรงควรจะแยกให้ห่างจากคนอื่น เช่นอยู่แต่ในบ้าน หรือนอนเฉย ๆ บนเตียง

(๒) ใช้ผ้าเช็ดหน้าปิดปากกันหยดของเหลวปลิวไป

(๓) ในห้องต้องมีอากาศถ่ายเทได้สะดวก

(๔) อย่าอยู่รวมกันอัดแอ และระวังอย่าเข้าใกล้คนเจ็บซึ่งอาจจามหรือไอ (การเจ็บป่วยในกองทัพบกอังกฤษได้ลดลงมากเมื่อเขาจัดระยะที่นอนของทหารให้ห่างกันกว่า ๓ ฟุต)

(๕) บริเวณที่อยู่อย่าให้มีฝุ่นละอองและของสกปรก อากาศที่บริสุทธิ์ปราศจากฝุ่นละออง จะช่วยให้หยดของเหลวเล็ก ๆ ตกลงสู่พื้นดินหมด แต่ถ้าในห้องมีฝุ่นละออง เมื่อฝุ่นฟุ้งกระจาย เชื้อโรคที่ติดตามฝุ่นก็จะปลิวไปในที่ต่าง ๆ ทำให้โรคแพร่ออกไป

โรคคอตีบ

โรคติดต่อที่มีอยู่ทั่วไปในประเทศหนาวเกิดจากบักเตรีโรคคอตีบ ซึ่งมักเจริญเติบโตในจมูก คอ และหลอดลม (ดูรูปที่ ๖๐) โรคคอตีบเป็นโรคที่ชุกชุมและเป็นอันตรายแก่เด็กที่มีอายุระหว่าง ๓ ถึง ๕ ขวบ โรคแพร่ได้โดยหยดของเหลวเล็ก ๆ จากคนเจ็บไปสู่คนดี และเด็กเล็ก ๆ อาจติดโรคนี้จากการดื่มน้ำ หรือเครื่องดื่มจากถ้วยใบเดียวกันหรือจากการดูดดินสอ บักเตรีโรคคอตีบนี้อาจตกอยู่บนหนังสือ และเครื่องแต่งบ้าน และยังคงมีชีวิตอยู่ (เช่นตามลูกบิดประตู) ที่ร้ายก็คือคนบางคนเป็นพาหนะนำเชื้อโรคนี้ คือมีเชื้อโรคนี้อยู่ในร่างกายโดยไม่แสดงอาการเจ็บป่วย พาหนะพวกนี้อาจแพร่โรคได้จากการไอหรือจาม



รูปที่ ๖๐ เชื้อโรคคอตีบ (ขยายใหญ่มาก)

หลังจากได้รับเชื้อแล้วสองสามชั่วโมง หรือสองสามวันจะมีอาการเจ็บคอและมีไข้ เมื่อบักเตรีเจริญมากขึ้น จะทำให้เกิดเยื่อสีขาวแกมเทาขวางลำคอ ในรายที่เป็นร้ายแรงจะอุดหลอดลมจนตัน จากการตรวจน้ำลายและน้ำเมือกจากคอหอย แพทย์ก็จะบอกได้ว่าโรคนั้นเกิดจากบักเตรีโรคคอตีบใช่หรือไม่

ถ้ามีเชื้อโรคคอตีบจะต้องฉีดยาคุ้มกันเชื้อโรคนั้นเรียกว่าแอนตีท็อกซินโรคคอตีบ แอนตีท็อกซินนี้ทำได้โดยเลี้ยงเชื้อโรคคอตีบให้เจริญ แล้วกรองเพื่อแยกบักเตรีและพิษ (ท็อกซิน) ที่มันสร้างขึ้นออกจากกัน เมื่อเอาพิษนี้ฉีดเข้าไปในม้าที่ปกติครั้งละน้อยจะทำให้โลหิตสร้างสิ่งคุ้มกันพิษ (แอนตี—ท็อกซิน) ขึ้นมาเพื่อทำลายพิษ (ท็อกซิน) จากนั้นสูบเอาโลหิตออกจากม้ากรองเอาแต่ของเหลวออกจากเม็ดโลหิตและบักเตรีที่อาจติดไป เอาของเหลวที่ได้บรรจุขวดที่ปิดสนิทแล้วส่งไปให้แพทย์และโรงพยาบาล

เนื่องจากเชื้อโรคคอตีบเจริญเติบโตได้เร็วมาก การรักษาจึงต้องรีบฉีดแอนตี–ท็อกซินเข้าสู่โลหิตของคนไข้ให้เร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้ ช้าไปเพียงวันเดียวคนไข้อาจถึงตายได้ เด็กทุกคนที่มีอาการเจ็บคอ ควรส่งไปหาแพทย์โดยเร็ว แอนตี—ท็อกซินที่ฉีดเข้าสู่ร่างกายไม่มีอันตราย และยังช่วยคุ้มกันคนที่มีสุขภาพสมบูรณ์มิให้เป็นโรคคอตีบได้สองสามอาทิตย์ เขาใช้ฉีดให้แก่คนที่ต้องทำงานใกล้ชิดกับคนที่เป็นโรคคอตีบ ยาที่ฉีดจะช่วยคุ้มกันโรคได้เพียง ๒–๓ อาทิตย์เท่านั้น เมื่อคอหายเจ็บแล้ว ต้องให้คนไข้พักผ่อนเฉย ๆ ประมาณ ๑ เดือน มิฉะนั้น กล้ามเนื้อหัวใจอาจอ่อนลงจนแก้ไม่ได้ก็เป็นได้

เด็กที่มีอายุระหว่าง ๙ ถึง ๑๒ เดือน อาจทำให้ร่างกายมีความคุ้มกันโรคคอตีบได้ดีโดยวิธีง่าย ๆ และปลอดภัยอีกวิธีหนึ่ง โดยการฉีดพิษและสิ่งต่อต้านพิษ (ท็อกซินและแอนตี—ท็อกซิน) ของโรคคอตีบ ๒ หรือ ๓ ครั้ง ร่างกายจะสร้างความคุ้มกันได้ในเวลา ๒—๓ เดือน แต่เมื่อเกิดขึ้นแล้วก็คงอยู่ในร่างกายได้เป็นเวลาหลายปี "ชิคเทสท์" เป็นวิธีตรวจที่บอกให้ทราบว่าเด็กคนนั้นมีความคุ้มกันต่อโรคคอตีบหรือไม่ และถ้าคอยตรวจไว้บ่อยครั้งก็จะป้องกันเด็กให้ปลอดภัยจากโรคนี้ได้แน่นอน จงสังเกตว่า การฉีดท็อกซิน—แอนตี–ท็อกซิน ทำให้ร่างกายสร้างแอนตี–ท็อกซิน สำหรับทำลายเชื้อโรคได้ เมื่อร่างกายมีการคุ้มกันโดยสร้างสิ่งต่อต้านขึ้นเองเช่นนี้เรียกว่า การคุ้มกันชนิดแอคทีฟ (Active immunity)

โรคหัด

เชื้อโรคที่ทำให้เกิดโรคหัดยังแยกออกมาไม่ได้ มันเป็นสิ่งที่เล็กมาก ลอดเครื่องกรองที่ดีที่สุดได้ เล็กกว่าเชื้อบักเตรีที่เล็กที่สุด เราเรียกว่า ไวรัส (Virus) หัดมักเป็นกับเด็กมากกว่าผู้ใหญ่ และแพร่ได้โดยหยดเล็ก ๆ ที่มีเชื้ออยู่ หรือโดยการสัมผัสคนไข้โดยตรง หลังจากได้รับเชื้อแล้วประมาณ ๑๔ วัน คนไข้จะมีอาการคล้ายเป็นหวัดอย่างแรง มีน้ำมูกไหล ตาแดง และเบื่อน้ำขัง มีอาการไอและมีไข้เล็กน้อย อาการที่เริ่มแสดงนี้เป็นระยะที่แพร่โรคได้ดีที่สุด หลังจากอาการหวัดสัก ๓—๔ วัน จะเริ่มมีจุดแดง ๆ ขึ้นตามผิวหนัง ครั้งแรกจะเกิดบริเวณใบหน้า และด้านหลังของใบหูก่อน แล้วตามไปเกิดที่คอและส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย จุดสีแดงนี้จะค่อย ๆ จางหายไปในสองสามวัน คนไข้ก็จะทุเลาขึ้น แต่เขาจะแพร่โรคได้ต่อไปอีกประมาณ ๑๐ วัน

โรคหัดไม่ใช่โรคอันตรายร้ายแรง แต่จะต้องระวังรักษาคนไข้ให้ดีเพราะอาจมีโรคแซกกลายเป็นหลอดลมอักเสบหรือปอดบวมได้ ถ้าหากมีน้ำเหลืองหรือหนองไหลออกจากหูก็จะทำให้เกิดโรคหูหรือหูหนวก เนื่องจากเป็นโรคที่กินเวลาหลายวันกว่าโรคจะแสดงอาการหลังจากได้รับเชื้อแล้ว และแพร่ได้ดีก่อนจะเกิดตุ่มแดง ๆ จึงเป็นการยากที่จะป้องกันและควบคุม

คนที่เป็นโรคหัดแล้วร่างกายจะสร้างสารที่สามารถทำลายเชื้อโรคนี้ได้ สารนี้จะอยู่ในร่างกายตลอดชีวิต ทำให้มีความคุ้มกันต่อโรคนี้ สิ่งคุ้มกันนี้ร่างกายเป็นผู้สร้างขึ้นเอง จึงเรียกว่าความคุ้มกันชนิดแอคตีฟ

โรคไอกรน

เป็นโรคติดต่อชนิดหนึ่งที่เป็นกันชุกชุมในเด็กเล็ก ติดต่อได้โดยการหายใจ คือสูดเอาหยดเชื้อเล็ก ๆ เข้าไป โรคนี้อาจแพร่ได้ดีจากคนที่เป็นพาหะ เช่นเดียวกับโรคคอตีบ หลังจากได้รับเชื้อแล้วหนึ่งหรือสองอาทิตย์ คนไข้จะมีอาการคล้ายเป็นหวัด และมีอาการไอเล็กน้อย ในระยะเริ่มต้นนี้จะติดต่อได้ง่ายที่สุด ต่อจากนั้นอีกประมาณ ๑๐ วัน จึงจะไออย่างรุนแรง ตอนปลายของการไอ เด็กจะดูดลมเข้าปอดที่กำลังว่างเปล่า มีเสียงดัง "วู้บ" (whoop) ซึ่งเป็นเสียงเฉพาะของโรคนี้ โรคนี้อันตรายไม่มาก แต่ก็เช่นเดียวกับโรคหัด คือต้องระวังคนไข้อย่าให้มีโรคแซก ซึ่งจะทำให้เกิดอันตรายร้ายแรงได้ ถ้าคนไข้มีอาการไอรุนแรงและนาน อาจเป็นอันตรายต่อปอด ทำให้เป็นโรคปอดบวมและวัณโรคได้ง่าย ซึ่งจะทำให้คนไข้ตาย

คนที่เป็นโรคไอกรนอาจแพร่เชื้อโรคได้ราว ๖ อาทิตย์ เนื่องจากโรคนี้ติดต่อง่ายตั้งแต่โรคเพิ่งเริ่มแสดงอาการ จึงเป็นโรคที่ป้องกันและควบคุมได้ยากมาก คนที่เคยเป็นโรคนี้จะไม่เป็นอีก

ไข้ทรพิษ

ในประเทศร้อนบางประเทศ ไข้ทรพิษเป็นโรคที่ร้ายแรงที่สุด อาจทำลายชีวิตมนุษย์มากยิ่งกว่าอหิวาตกโรค กาฬโรค และบิดรวมกันเสียอีก แต่ในประเทศที่มีการปลูกผี โรคนี้มีน้อย เชื้อที่ทำให้เกิดไข้ทรพิษยังแยกออกไม่ได้ เชื่อว่าเป็นเพราะไวรัส ไข้ทรพิษเป็นโรคที่ติดต่อง่ายที่สุดในบรรดาโรคทั้งหลาย เชื้อโรคจะมีอยู่ในเยื่อบุปาก คอ และจมูกของคนไข้ เมื่อไอหรือจาม หยดเชื้อเล็ก ๆ จะกระจายไปในอากาศ นอกจากนี้เชื้อยังมีอยู่ตามผิวหนัง เมื่อผิวหนังที่เป็นแผลแห้งและปลิวไปตามลม เชื้อโรคก็จะแพร่ไปได้ไกล ๆ ไข้ทรพิษเป็นโรคอย่างหนึ่งในบรรดาโรคไม่กี่โรคที่ติดต่อแพร่ถึงผู้อื่นทางอากาศอย่างแท้จริง (โรคส่วนมากที่ติดต่อกันได้ทางอากาศนั้น ความจริงติดจากหยดของเหลวเม็ดเล็ก ๆ ที่ไอหรือจามออกมา) ด้วยเหตุนี้ไข้ทรพิษจึงเป็นโรคที่ติดต่อกันได้ง่ายที่สุด คนที่ไม่ได้ปลูกผี เพียงเดินเข้าไปในห้องของคนไข้ที่เป็นโรคนี้ก็อาจจะติดโรคได้ เชื้อโรคนี้อาจอยู่ในที่แห้งได้นาน ๆ โดยไม่ตาย ฉะนั้น เสื้อผ้า หนังสือ กระดาษ อาจแพร่เชื้อได้อีกเป็นเวลานาน

ภายหลังจากได้รับเชื้อราวสองอาทิตย์ คนไข้จะมีอาการปวดศีรษะปวดหลัง ไข้ขึ้นสูงอย่างรวดเร็ว ต่อมาอีกสองสามวันเริ่มมีตุ่มของโรคนี้เกิดตามใบหน้า แขนและขาเป็นตุ่มเล็ก ๆ แข็ง คล้ำดูคล้ายถูกปื้นเล็ก ๆ ที่ฝังอยู่ใต้ผิวหนัง ต่อมาไม่ช้าก็มีหนองเต็ม เนื้อรอบ ๆ จะบวมแดง คนไข้มีไข้สูงอยู่หลายวัน และมักตายในระยะนี้ ถ้าหากคนไข้ไม่ตาย ผิวหนังจะเป็นรอยบุ๋มลงไปตลอดชาติ

ภายหลังจากทุเลาโรคแล้วต้องแยกคนไข้ไว้ต่างหาก จนสะเก็ดของแผลหายหมดแล้ว ซึ่งอาจกินเวลา ๓ ถึง ๔ อาทิตย์ คนไข้จะมีความคุ้มกันโรคนี้เรื่อยไป

โรคนี้อาจป้องกันได้อย่างเด็ดขาดโดยการปลูกผี ซึ่งจะช่วยป้องกันมิให้เป็นโรคนี้ได้ ถ้าบังเอิญเป็นก็เป็นอย่างอ่อน ๆ ไม่รุนแรง การปลูกผีนั้นเขาใช้เชื้อของโรคที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่มีความรุนแรงน้อยกว่า คือ เชื้อไข้ทรพิษของวัว — ปลูกลงในคน การปลูกผีนี้ค้นพบ

โดยแพทย์ชาวอังกฤษ ชื่อ เจนเนอร์ ในปี ค.ศ. ๑๗๙๗ เขาสังเกตเห็นว่าพวกคนเลี้ยงวัวมักติดโรคไข้ทรพิษอย่างอ่อนจากวัว เขาสังเกตเห็นต่อไปอีกว่า คนที่เป็นโรคไข้ทรพิษของวัวแล้วไม่เป็นไข้ทรพิษของคนอีก ในครั้งกระโน้นโรคทั้งสองนี้มีชุกชุมในอังกฤษ เขาจึงลงมือทดลองการปลูกผีขึ้น โดยเอาของเหลวที่แกะออกจากแผลของไข้ทรพิษวัว ปลูกลงไปบนคน ปรากฏว่าคนที่ได้รับเชื้อนี้แล้วไม่เป็นไข้ทรพิษคน ทุกวันนี้ "ผี" ที่ใช้ปลูกทำจากลูกวัวที่สมบูรณ์หรือจากลูกอ่อนของไก่ที่ยังอยู่ในไข่ "ผี" ที่ได้จะต้องเอามาตรวจดูอีกว่าปราศจากบักเตรีที่เป็นอันตราย

ในประเทศที่คนทุกคนต้องปลูกผี เกือบจะบอกได้ว่าไม่มีโรคในประเทศนั้นเลย ถ้าหากอยู่หมั่นปลูกใหม่ทุก ๆ ๓ – ๕ ปี ก็จะป้องกันโรคนี้ได้เต็มที่เลยทีเดียว

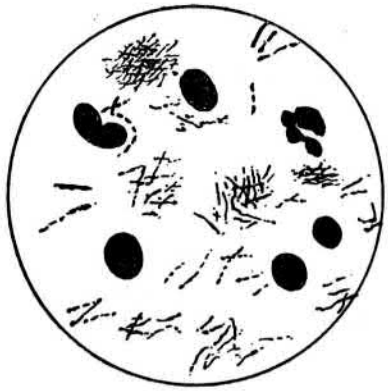
อีสุกอีใส

เป็นโรคที่เกิดจากไวรัสอีกชนิดหนึ่ง ไม่ใคร่ร้ายแรง มักเป็นกับเด็กเล็ก ๆ แพร่ได้โดยหยดเชื้อเล็ก ๆ หรือโดยสัมผัสร่างกายคนที่เป็นโรค หลังจากได้รับเชื้อแล้วประมาณสองอาทิตย์ก็จะเกิดตุ่ม โดยมากเกิดตามตัว ตุ่มเหล่านี้ต่อไปจะพองโตขึ้นมีน้ำเหลือง ๆ ภายใน ในที่สุดมีสะเก็ดแข็งมาคลุม แล้วแห้งลงภายในสองสามวัน โรคนี้จะติดต่อได้ต่อไปจนสะเก็ดหลุดและแผลหายสนิทแล้ว ถึงแม้จะเป็นโรคที่ไม่ใคร่มีอันตราย แต่ต้องแจ้งให้แพทย์ทราบ เพราะคนที่เป็นไข้ทรพิษอย่างอ่อนบางรายเข้าใจว่าเป็นอีสุกอีใส ซึ่งทำให้โรคระบาดไปติดคนอื่นและกลับเป็นอย่างรุนแรงขึ้นได้ อีสุกอีใสไม่ใคร่เป็นกับเด็กโต เด็กโตที่เป็นโรคมีลักษณะคล้ายอีสุกอีใสต้องรักษาเหมือนกับไข้ทรพิษ คือ ต้องเรียกแพทย์ทันที การปลูกผีป้องกันอีสุกอีใสไม่ได้

วัณโรคปอด

จอน บันยัน (John Bunyan ๑๖๒๘—๘๘) ผู้เขียนหนังสือ The Pilgrim's Progress เรียกวัณโรคปอดว่า กัปตันแห่งมรณะ (Captain of the Men of Death) แม้เดี๋ยวนี้โรคนี้ยังเป็นศัตรูตัวร้ายของคนอยู่ เป็นโรคที่ร้ายแรงและเป็นกันชุกชุมในคนที่มีอายุระหว่างสิบห้าและสี่สิบห้าปี ซึ่งกำลังเป็นอายุที่ทำประโยชน์ได้มากที่สุด วัณโรคอาจเป็นอวัยวะและเนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกาย แต่ที่เป็นกันมากที่สุดคือวัณโรคแห่งปอด สัตว์เลี้ยงบางชนิดก็เป็นวัณโรค ในแพะและแกะไม่ใคร่เป็น

โรคนี้เกิดจากบักเตรีที่ชื่อว่า "ทิวเบอเคิล บักเตรี" ค็อคเป็นผู้พบโดยการย้อมสีพิเศษในปี ค.ศ. ๑๘๘๒ เชื้อโรคนี้อาจมองเห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์ (ดูรูปที่ ๖๑) ก่อนที่จะเป็น



รูปที่ 61 เชื้อวัณโรค (ขยายใหญ่มาก)

โรคนับกเตรีจะต้องเข้าสู่ร่างกายเสียก่อน เชื้อโรคนี้อาจถูกนำไปยังที่ต่าง ๆ ได้สองวิธีคือ

(๑) ไปตามอากาศขณะหายใจ

(๒) ไปกับอาหารและเครื่องดื่ม เมื่อคนเป็นวัณโรคปอดไอหรือจาม ถ้าไม่ระมัดระวังคนที่อยู่ใกล้อาจหายใจเอาเชื้อจากหยดเชื้อเล็กๆที่มีบักเตรีวัณโรคนับล้าน ๆ เข้าไปก็ได้ อาจติดโรคนี้ได้ อีกวิธีหนึ่งคือหายใจเอาฝุ่นละอองที่มีเชื้อวัณโรคติดอยู่เข้าสู่ปอด เมื่อคนป่วยเป็นโรคนี้บ้วนเสมหะ เสมหะมีบักเตรีของโรคนี้นับล้าน (ห้องทดลองของประเทศร้อนแห่งหนึ่งได้เคยตรวจเสมหะที่ได้ตามถนนดู ปรากฏว่ามีเชื้อวัณโรคราว ๔ %) ถ้าทิ้งให้เสมหะนี้แห้ง มันจะปลิวเป็นฝุ่นละอองออกไป เสมหะแห้งของคนเป็นโรคนี้อาจแพร่โรคได้นานถึง ๒๐ อาทิตย์ ถึงแม้จะคลุกเคล้าไปกับฝุ่นละอองและถูกแดดเผาก็ตาม ในที่ชื้นและมืดเชื้อวัณโรคอาจมีชีวิตอยู่ถึงหนึ่งปี ฝุ่นที่มีเชื้อนอาจเข้าสู่ร่างกายทางลมหายใจหรือทางอาหาร แมลงอาจนำเชื้อนี้ได้ เชื้อวัณโรคที่มีชีวิตพบในหรือบนตัวแมลงวันอาจมีชีวิตอยู่ได้ถึง ๑๕ วันหลังจากที่ไปเกาะเสมหะคนไข้มา ด้วยเหตุนี้บางประเทศจึงมีกฎหมายห้ามบ้วนถ่มตามที่สาธารณะ

เชื้อวัณโรคอาจเข้าสู่ร่างกายทางอาหารก็ได้ โดยติดอาหารและน้ำดื่มเข้าไป วัวมักเป็นวัณโรคชนิดหนึ่ง และเชื้อโรคอาจออกมาตามน้ำนม น้ำนมที่มีเชื้อวัณโรคจึงมีอันตรายมาก เนื้อของมันก็จะมีเชื้อโรคนี้ด้วย ด้วยเหตุนี้จึงต้องมีเจ้าหน้าที่ตรวจนมและเนื้อสัตว์ เพื่อควบคุมวัณโรค

วิธีป้องกันวัณโรคตามหลักสำคัญ ๆ ก็คือ

(๑) สร้างความต้านทานต่อเชื้อโรคขึ้น โดยกินอาหารที่เหมาะสม หายใจแต่อากาศที่บริสุทธิ์และให้ร่างกายได้รับแสงแดดมาก ๆ จัดบ้านและความเป็นอยู่ให้สะอาดเรียบร้อย คนที่มีสุขภาพดี มีสภาพอ่อน ๆ ดี ไม่จำเป็นต้องกลัวเป็นวัณโรคเลย

(๒) ป้องกันการแพร่ของโรค เชื้อโรคของคนไข้มักอยู่ในปอด ถ้าหากเขาคอยบ้วนไอหรือจามโดยไม่ระมัดระวังก็จะช่วยแพร่เชื้อโรค ต้องช่วยกันห้ามปรามมิให้ถ่มน้ำลาย ให้คนเจ็บบ้วนลงในที่รองรับพิเศษที่มียาฆ่าเชื้ออยู่ด้วย หรือบ้วนใส่ผ้าเช็ดหน้ากระดาษซึ่งอาจเผาเสียได้ และควรมีถ้วยชามและเครื่องอุปกรณ์กินอาหารแยกออกจากคนอื่น และต้องแยกล้างต่างหากด้วยความระมัดระวัง

อันตรายร้ายแรงของวัณโรคอีกประการหนึ่ง คือ คนไข้อาจเป็นโดยไม่แสดงอาการเป็นเวลานาน เป็นแต่เพียงไอเล็กน้อยและรู้สึกเหนื่อย โรคที่เริ่มเป็นในระยะแรกนี้มีโอกาสที่จะรักษาให้หายได้ง่าย โดยมากที่มาหาหมอมักเป็นมากเกินไปเสียแล้ว คนไข้จะมีอาการไออย่างหนัก และชอบถ่มเพื่อให้ปอดโล่ง หายใจสะดวก ตอนเย็นจะมีไข้และมีเหงื่อเวลากลางคืน ค่อย ๆ เบื่ออาหาร มักเป็นโรคอาหารไม่ย่อย น้ำหนักตัวลดลงเรื่อย ๆ

เมื่อโรคเป็นถึงขนานแล้ว อาจรักษามิให้โรคลุกลามต่อไปอีกได้ แต่จะรักษาให้หายนั้นเป็นการยาก

การรักษาวัณโรคที่สำคัญที่สุดก็คือ การพักผ่อนอย่างเต็มที่ ในบางรายอาจต้องมีการผ่าตัดเพื่อให้ปอดที่เป็นโรคหยุดทำงาน

เนื่องจากวัณโรคเป็นโรคที่รักษายากจึงควรป้องกันไว้ดีกว่า อาวุธสำคัญที่ใช้ต่อต้านวัณโรคคือสุขศึกษาเพื่อให้มีชีวิตอยู่อย่างมีสุขภาพดี โรคนี้มักเป็นกับคนที่บ้านช่องสกปรก อยู่กันอัดแอหรือกินอาหารไม่เพียงพอ เรื่องสำคัญของวัณโรคอีกประการหนึ่งก็คือ ตามปกติคนจะมีความต้านทานโรคอยู่ในตัวแล้ว โรคที่จะรุกรานร่างกายได้นั้นต้องมีมากกว่าธรรมดาหลายเท่า คนส่วนน้อยเท่านั้นที่ไม่ถูกเชื้อวัณโรครุกราน แต่คนที่ได้รับเชื้อนั้นก็มีเพียงส่วนน้อยที่เป็นวัณโรคทันที เพราะว่าถ้าเชื้อวัณโรคที่รุกรานร่างกายในตอนแรกนั้นยังมีน้อย จึงแพ้การต่อต้านของร่างกายไป การที่เป็นโรคนี้บ้างเล็กน้อยเลยไปกระตุ้นร่างกายให้สร้างสิ่งต่อต้านขึ้นอีก จนกระทั่งสามารถต้านทานโรคได้เป็นจำนวนมาก ๆ ฉะนั้นการเข้าใกล้หรือพบปะกับคนเป็นวัณโรคในที่กลางแจ้งหรือห้องที่มีอากาศถ่ายเทดีจึงไม่ใคร่จะมีอันตรายอย่างใด (อากาศอาจมีเชื้อนอยู่บ้างเล็กน้อย) อันตรายนั้นอยู่ที่การได้รับเชื้อวัณโรคเข้าสู่ร่างกายตรงตะมาก ๆ เกินกว่าความต้านของร่างกายที่เกิดตามธรรมชาติและเกินกว่าความต้านทานซึ่งเกิดขึ้นในตอนหลังจะสู้ไหว

การป้องกันวัณโรคที่ได้ผลแน่นอนคือ ฉีด บี.ซี.จี. (แบซิลัส แคลเมท เกอริน) ซึ่งเป็นบักเตรีวัณโรคที่ปราศจากอันตรายชนิดหนึ่ง บางประเทศเด็กทุกคนที่ไม่เคยมีเชื้อวัณโรคต้องรับการฉีด บี.ซี.จี. ทุกคน เขาตรวจปฏิกิริยาของผิวหนังเด็กดูก่อนด้วยวิธี "ทิวเบอคิวริน" แพทย์ก็จะบอกให้ทราบได้จากผลของการตรวจว่าร่างกายเคยได้รับเชื้อหรือเปล่า ถ้าผลที่ได้รับแสดงว่าเคยได้รับเชื้อ ก็จะต้องนำไปฉายเอกซเรย์ดูอีกครั้งหนึ่งว่าขณะนี้ยังมีวัณโรคแสดงอาการอยู่หรือเปล่า หรือว่าร่างกายของคนไข้มีความต้านทานโรคที่เกิดตามธรรมชาติและเกิดที่หลังบ้างหรือไม่ ถ้าจากผลของการตรวจปรากฏว่าไม่เคยได้รับเชื้อวัณโรค ก็ฉีด บี.ซี.จี. ได้ ต่อมาอีก ๒—๓ อาทิตย์ ร่างกายก็จะสร้างสิ่งต่อต้านต่อวัณโรคขึ้น การฉีด บี.ซี.จี. จึงเป็นการป้องกันที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อช่วยเหลือคนที่ร่างกายขาดความต้านทานตามธรรมชาติ หรือคนที่ต้องอยู่ใกล้ชิดกับคนที่เป็นวัณโรค เช่น นักเรียน ทารกที่อยู่กับพ่อแม่ที่เป็นวัณโรค เจ้าหน้าที่โรงพยาบาล และนักเรียนแพทย์

วัณโรคมักเป็นกับคนที่อยู่ในเมืองแต่ไม่ใคร่เป็นกับคนที่อาศัยอยู่ตามชนบท ความจริงข้อนี้ให้เห็นถึงอันตรายที่จะเกิดแก่ชาวชนบทผู้อพยพเข้ามาทำงานในเมืองที่มีคนแออัด คนเหล่านี้อาจได้รับเชื้อวัณโรคที่มีอยู่ในเมืองอย่างฮวบฮาบ โดยที่ร่างกายไม่ทันได้สร้างความต้านทานขึ้นผิดกับคนที่ได้รับเชื้อทีละน้อย ซึ่งจะช่วยให้ร่างกายสร้างความต้านทานทีละน้อยจนพอที่จะคุ้มกันโรคได้

โรคเจ็บคอ

คนโดยมากเข้าใจว่าโรคเจ็บคอไม่เป็นโรคที่น่ากลัวอย่างใด แต่โรคเจ็บคอโดยมากเป็นโรคติดต่อและเป็นจุดเริ่มต้นของโรคร้ายแรงอื่น ๆ เช่นโรคคอตีบ ฉะนั้น เด็กที่เป็นโรคเจ็บคอจะต้องรีบพาไปหาแพทย์

หวัดธรรมดา

โรคหวัดธรรมดามิได้เกิดจากความเย็นอย่างเดียว แต่อาจเกิดจากเชื้อโรคหรือไวรัส เมื่อเชื้อโรคในจมูกและคอเจริญเติบโตมากขึ้น มันจะทำให้อักเสบ และเราพูดว่าคนไข้เป็นหวัด หวัดเป็นโรคที่แพร่ได้ โดยหายใจเอาหยดเชื้อเล็ก ๆ และฝุ่นละอองที่มีเชื้อเข้าไป การแพร่ของ

โรคอาจป้องกันได้เช่นเดียวกับโรคอื่น ๆ ที่ติดต่อทางอากาศและควรหลีกเลี่ยงฝุ่นละอองและกระแสลมโกรก ร่างกายเปียกชื้นแล้วกระทบเย็น อุณหภูมิของร่างกายเปลี่ยนแปลงกลับไปกลับมาเร็ว ๆ เช่นหลังจากออกกำลังมาใหม่ ๆ ก็ไปนั่งในที่ลมโกรกอย่างแรง อันตรายของหวัดก็คือทำให้ความต้านทานน้อยลง โรคที่มีอันตรายอื่น ๆ อาจแซกได้ ฉะนั้น หวัดจึงเป็นโรคที่ไม่ควรละเลย

โรคร้ายแรงอื่น ๆ มักเริ่มต้นด้วยมีอาการคล้ายเป็นหวัดก่อน การรักษาให้ทันท่วงทีจะช่วยป้องกันโรคแซกได้ คนไข้ควรได้พักผ่อน (ถ้าทำได้ควรนอนบนเตียง) ดื่มน้ำมาก ๆ นอนห่มผ้าเพื่อให้เหงื่อออก การดื่มน้ำร้อนที่มีน้ำมะนาวก่อนเข้านอนจะช่วยให้เหงื่อออกมากเข้า ไม่ควรกินยาใด ๆ นอกจากแพทย์สั่ง ถ้าท่านเป็นหวัดเสมอควรไปปรึกษาแพทย์

ไข้หวัดใหญ่

เป็นโรคติดต่อร้ายแรงที่เกิดจากไวรัส แพร่จากคนไข้ไปสู่คนปกติด้วยหยดเชื้อเล็ก ๆ ที่เกิดจากการไอและจาม ในปี ค.ศ. ๑๙๑๘ ได้เกิดไข้หวัดใหญ่ระบาดทั่วโลก เฉพาะที่กรุงลอนดอนแห่งเดียวตายถึง ๑๘,๐๐๐ คน อินเดียตาย ๖,๐๐๐,๐๐๐ คน ความจริงคนที่เป็นไข้หวัดใหญ่ตายนั้นมีจำนวนมากกว่าที่ถูกฆ่าตายในสงครามโลกครั้งที่หนึ่งคือในปี ค.ศ. ๑๙๑๔ — ๑๙

หลังจากติดโรคมาแล้วเพียง ๒—๓ ชั่วโมง จะมีอาการปวดศีรษะ หลังและขา มีอาการไข้สูง ควรต้องไปพบแพทย์โดยเร็ว ไข้หวัดใหญ่ชนิดหนึ่งเป็นกับ จมูก คอ และปอด คล้ายหวัดธรรมดา อีกชนิดหนึ่งเป็นกับระบบการย่อยอาหาร และชนิดที่สามเป็นกับระบบประสาท ชนิดที่สองและสามมีอาการภายนอกคล้ายไข้ล่า (เดงกี่ ฟีเวอร์) ต้องให้คนไข้นอนพักผ่อนบนเตียงและป้องกันมิให้โรคติดคนอื่นอีกจากการไอหรือจามหรือบ้วนน้ำตาย เพื่อช่วยให้อันตรายจากการแพร่ลดน้อยลง อย่ารุมล้อมหรือแออัดกันอยู่โดยปราศจากการถ่ายเทของอากาศ คนที่ไม่เชื่อถือในเรื่องโรคหวัด หรือไข้หวัดใหญ่ มักจะปฏิบัติตัวตามสบายปราศจากความระมัดระวัง เป็นคนที่หาอันตรายใส่ตัวเองและให้คนอื่นด้วย วิธีที่จะให้ฟื้นไข้เร็วที่สุดคือการนอนพักผ่อนในเตียง และเป็นวิธีที่จะแยกคนไข้ออกต่างหากจากคนอื่น ๆ เพื่อมิให้ติดโรคได้อีก ผ้าเช็ดหน้าที่ใช้ปิดปากและจมูกขณะที่ไอหรือจาม จะช่วยป้องกันหยดเชื้อมิให้กระจายไปในอากาศ แต่ผ้าเช็ดหน้านั้นกลับเป็นอันตรายขึ้นมาก มันอาจติดไปกับมือของคนไข้ และเมื่อคนไข้ไปจับของอื่น

โรคก็ติดไปด้วย ทุกครั้งที่คนไข้ควักผ้าเช็ดหน้า โรคก็จะปลิวไปในอากาศ วิธีที่ดีที่สุดคือ ใช้ผ้าเช็ดหน้าที่ทำด้วยกระดาษ ซึ่งใช้แล้วก็เผาหรือเก็บไว้ในภาชนะที่ปิดสนิท คนที่เป็นโรคเกี่ยวกับทางเดินของลมหายใจจะต้องล้างมือบ่อยขึ้นกว่าปกติ

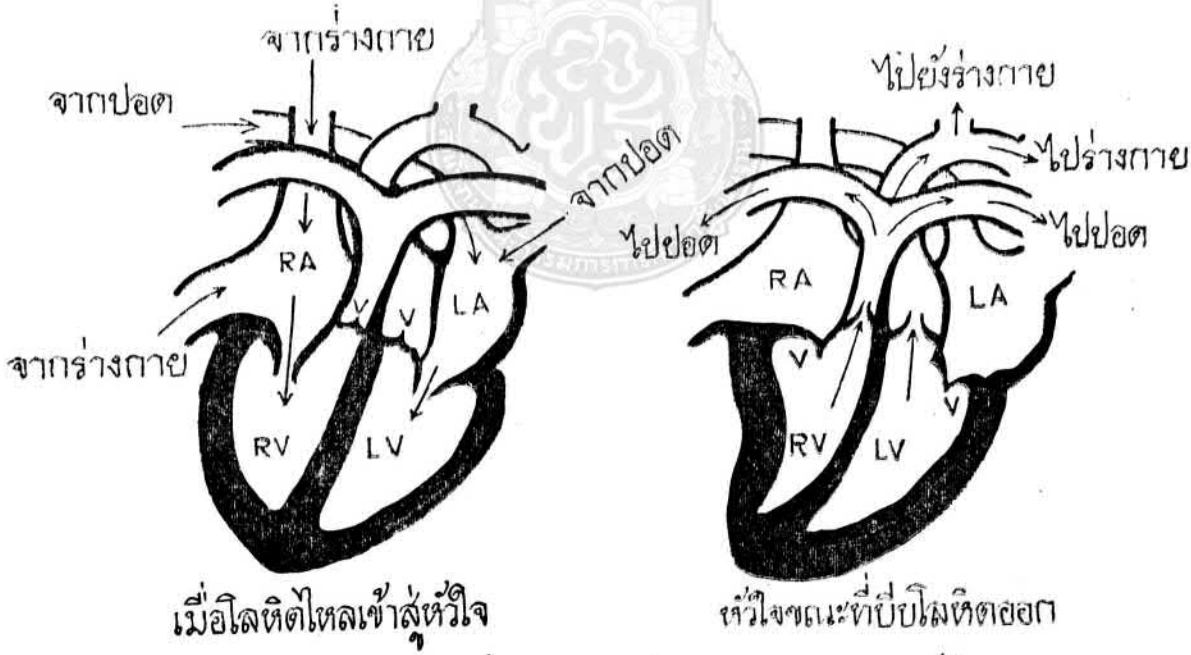
โรคเกี่ยวกับทางเดินของลมหายใจมักแพร่ได้ทางถ้วยน้ำหรือเครื่องดื่ม และจานชามใส่อาหารที่คนเจ็บเคยใช้มาก่อนในร้านอาหารสาธารณะและตามที่ชุมนุมชน ควรล้างภาชนะต่าง ๆ ด้วยน้ำเดือดเสมอ เพื่อป้องกันโรคมิให้แพร่ไป.

บทที่ ๙

สุขวิทยาของระบบโลหิต

หัวใจ

ในบทก่อน ๆ เราได้กล่าวแล้วว่าหัวใจของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมประกอบด้วยสูบกล้ามเนื้อสองสูบวางติดกัน สูบขวาส่งโลหิตไปยังปอด สูบซ้ายส่งโลหิตไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย หัวใจของคนเป็นกล้ามเนื้อกลวง แบ่งเป็นสี่ห้อง ห้องบนสองห้องมีผนังบางเรียกว่า ห้องบน (ออริเกิล) และห้องล่างสองห้องมีผนังหนาเรียกว่าห้องล่าง (เวนตริเกิล) ห้องบนรับโลหิตจากเส้นโลหิตดำ แล้วส่งลงสู่ห้องล่าง แล้วส่งโลหิตไปตามเส้นโลหิตแดง (ดูรูปที่ ๖๒)



รูปที่ 62 แผนผังแสดงการทำงานของหัวใจ

RA: ออริเคิลขวา LA: ออริเคิลซ้าย

RV: เวนตริเคิลขวา LV: เวนตริเคิลซ้าย

V: ลิ้น

ถ้าตรวจดูเส้นโลหิตดำที่นำโลหิตจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (ยกเว้นปอด) กลับสู่หัวใจ จะเห็นว่าเส้นโลหิตดำใหญ่ (จากส่วนหัวสองเส้นจากส่วนล่างหนึ่งเส้น) เข้าสู่หัวใจทางห้องขวาบน เมื่อโลหิตเต็มห้องแล้ว ห้องขวาบนก็จะบีบและดันโลหิตเลื่อยลงสู่ห้องล่างขวา เมื่อเต็มจะเห็นเยื่อบาง ๆ เป็นรูปสามเหลี่ยมลอยขึ้นและปิดช่องเปิดระหว่างห้องบนและห้องล่าง เยื่อบางนี้คือ ลิ้น ซึ่งช่วยป้องกันโลหิตมิให้ไหลกลับสู่ห้องบนอีก เมื่อลิ้นนี้ปิด โลหิตก็จะออกทางเส้นโลหิตแดงไปสู่ปอด ฉะนั้น เมื่อห้องล่างขวาบีบ โลหิตจะถูกบีบเข้าสู่เส้นโลหิตแดงไปสู่ปอด และโลหิตนี้ไหลกลับมาสู่หัวใจทางเส้นโลหิตนี้อีกไม่ได้ เพราะมีลิ้นสามอันรูปร่างคล้ายถ้วย ซึ่งกางออก เมื่อโลหิตมีแรงดันกลับ ลิ้นทั้งสามที่กางออกจะพบกันแล้วกั้นมิให้โลหิตไหลผ่านไป

เมื่อผ่านเข้าสู่เส้นโลหิตฝอยที่มาเลี้ยงรอบ ๆ ถุงลมในปอดแล้ว ก็จะมีการแลกเปลี่ยนออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์กับอากาศที่เข้าสู่ปอด โลหิตที่มีออกซิเจนจะไหลผ่านตามเส้นโลหิตดำแล้วกลับเข้าสู่ห้องบนซ้าย เมื่อโลหิตเต็มแล้ว มันจะบีบ (พร้อมกับห้องขวา) ส่งโลหิตลงห้องล่างซ้าย เมื่อห้องล่างซ้ายมีโลหิตเต็มลิ้นก็จะปิดเพื่อกันมิให้โลหิตไหลกลับสู่ห้องบนซ้ายอีก และเมื่อห้องล่างซ้ายบีบ โลหิตแดงก็จะไหลออกทางเส้นโลหิตแดงใหญ่แล้วแจกจ่ายโลหิตไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย จนกระทั่งถึงเส้นโลหิตฝอย ภายในเส้นโลหิตแดงมีลิ้นเป็นรูปถ้วย ๓ อันเช่นเดียวกับเส้นโลหิตอื่นที่กล่าวมาแล้ว เพื่อกันโลหิตไหลกลับสู่ห้องล่างซ้าย

การตรวจดูหัวใจ

ตรวจดูหัวใจของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมตัวใหญ่ ๆ เช่น แพะ หรือแกะที่ได้มาจากโรงฆ่าสัตว์ ตัดเส้นโลหิตจากหัวใจที่ยาวเกินไปออกเสียบ้าง ตอกเยื่อหุ้มหัวใจออกเพื่อให้เห็น

(๑) หัวใจด้านหน้ามีร่องเป็นทางเอียง ๆ และมีไขมันอยู่เต็ม

(๒) ห้องล่างขวา (ผนังบางและเมื่อแตะดูจะรู้สึกนิ่ม)

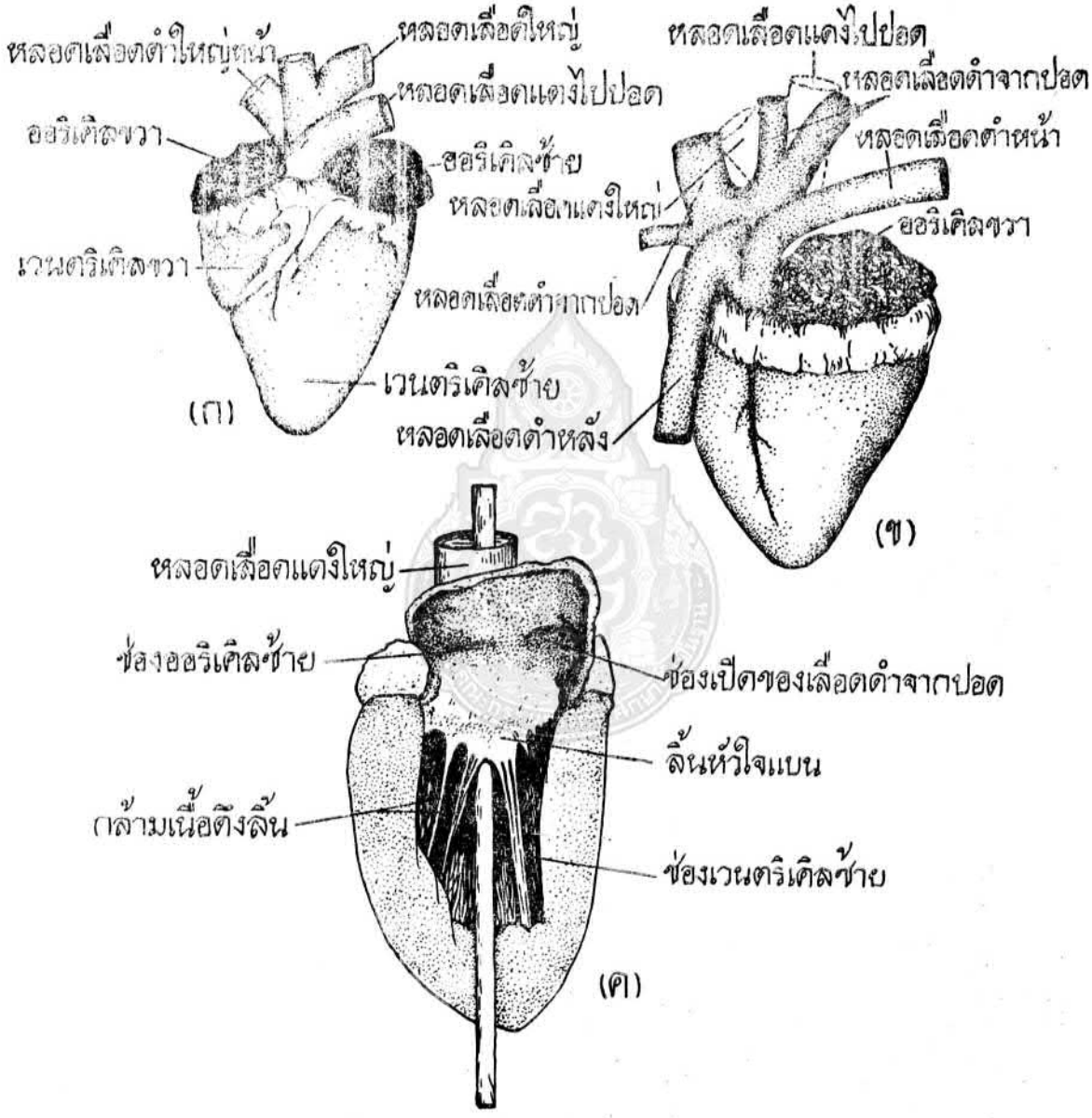
(๓) ห้องล่างซ้าย (ผนังหนาและแข็งแรงมาก)

(๔) ห้องบนขวาและซ้าย (ผนังบางแยกออกจากห้องล่างโดยร่องตามแนวนอนมีไขมันเต็ม) จงเขียนรูปตามที่เห็นจากด้านหน้า

ตัดหัวใจตามแนวนอนผ่านห้องล่างจนเห็นช่องภายในห้องล่างทั้งสอง สังเกตดู

(๑) รูปร่างของห้องที่ประกอบเป็นห้องล่างทั้งสองที่ดูตามขวาง

(๒) ความหนาของห้องทั้งสอง เขียนรูปตามที่เห็น เอาหัวใจล้างน้ำให้สะอาดแล้วเปิดผนังของห้องล่างทั้งสอง จงสังเกต



รูปที่ 63 ภาพหัวใจของแกะ
ก ด้านท้อง ข ด้านหลัง ค หัวใจทางซ้าย-
มีหลอดแก้วใส่ผ่านเส้นโลหิตแดง

(๑) สายโยงกันและแผ่นกั้นที่แยกห้องล่างและบนออกจากกัน (มีแผ่นกั้น ๓ แผ่นทางห้องล่างขวา และสองแผ่นทางห้องล่างซ้าย)

(๒) ช่องเปิดของเส้นโลหิตแดงไปสู่ปอดในห้องล่างขวา

(๓) ช่องเปิดของเส้นโลหิตแดงไปสู่ร่างกายในห้องล่างซ้าย เอาแท่งแก้วปลายมนหรือไม้กันเล็ก ๆ สอดเข้าไปตามช่องเปิดที่นำไปสู่เส้นโลหิตแดงทั้งสอง

เปิดห้องบนทั้งซ้ายและขวาออกแล้วสังเกต

(๑) ช่องเปิดของเส้นโลหิตดำใหญ่ เข้าสู่ห้องบนขวา และ

(๒) ช่องเปิด ๒ ช่องของเส้นโลหิตดำจากปอดเข้าสู่ห้องบนซ้าย ตรวจดูทางของเส้นโลหิตทั้งสองนี้ โดยสอดแท่งแก้วเข้าไป (ดูรูปที่ ๖๓ ค)

ในที่สุดเปิดเส้นโลหิตแดงใหญ่เหนือห้องบนซ้ายขึ้นไปพอดี เพื่อแสดงให้เห็นกันรูปถ้วย ๓ อัน ที่ป้องกันโลหิตไหลกลับลงสู่ห้องล่าง เทน้ำลงในกันนั้น สังเกตดูมันกางออกมาพบกัน และทำให้ช่องภายในปิด (หมายเหตุ ห้องล่างซ้ายมีผนังกล้ามเนื้อหนากว่าของห้องล่างขวาถึง ๓ เท่า จึงมีแรงดันมากกว่า ๓ เท่า และมีความต้านทานของกระแสโลหิตที่ไหลไปเลี้ยงร่างกายถึง ๓ เท่าเช่นกัน)

เส้นโลหิตแดง

ปริมาตรของโลหิตที่หัวใจบีบออกจะมากหรือน้อยย่อมขึ้นอยู่กับจำนวนของออกซิเจนที่กล้ามเนื้อต้องการ ในขณะที่ร่างกายอยู่เฉย ๆ ห้องล่างซ้ายจะฉีดโลหิตเข้าสู่เส้นโลหิตแดงนาทีละประมาณ ๒½ ไพนท์ และเท่ากับที่ห้องล่างขวาส่งไปปอด เมื่อมีการออกกำลังมาก เช่น วิ่งขึ้นบันไดที่มีหลาย ๆ ขั้น ปริมาตรของโลหิตอาจเพิ่มขึ้นเป็นสามหรือสี่เท่าเพื่อจะได้ลำเลียงออกซิเจนให้แก่กล้ามเนื้อที่ต้องการเพิ่มขึ้น ความดันบนผนังของเส้นโลหิตแดงก็จะเพิ่มขึ้นด้วย ฉะนั้นผนังเส้นโลหิตแดงจึงต้องเหนียวแข็งแรงแต่ยืดหยุ่นได้ โลหิตที่ฉีดออกจากหัวใจโดยแรงนั้น จะทำให้เส้นโลหิตแดงใกล้หัวใจได้รับการผลักดันแรงมากที่สุด ผนังของเส้นโลหิตแดงแถวนี้จึงหนาที่สุด ยิ่งห่างออกไปผนังก็บางเข้าทุกที โลหิตก็ฉีดอ่อนลง เมื่อถึงเส้นโลหิตฝอย ชีพจรก็หมดไป

ผนังของเส้นโลหิตฝอยจึงบางมาก คือมีความหนาเท่ากับเซลเซลเดียว การที่ผนังบางมากเช่นนี้ก็เพื่อให้โลหิตและเนื้อเยื่อของร่างกายได้อยู่ใกล้ชิดกันอย่างที่สุด และเนื้อเยื่อที่เป็นของเหลวจะทำหน้าที่คล้ายคนกลางของทั้งสองฝ่ายนั้น เส้นผ่าศูนย์กลางของเส้นโลหิตฝอยมีขนาดใหญ่กว่าเม็ดโลหิตแดงเม็ดหนึ่งเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และมีความยาวประมาณ $\frac{๑}{๕๐}$ นิ้ว ถึงแม้ระยะระหว่างปลายของเส้นโลหิตแดง และเส้นโลหิตดำจะสั้นเพียงแค่นี้ ก็จะมีการแลกเปลี่ยนอาหารและออกซิเจนกับคาร์บอนไดออกไซด์และของเสียได้เป็นอย่างดี

ในคน เส้นโลหิตแดงใหญ่ (อาออร์ตา) มีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๑ นิ้ว และผนังหนาประมาณ $\frac{๑}{๘}$ นิ้ว ต่อออกจากห้องล่างซ้าย เมื่อออกจากหัวใจมาหน่อยหนึ่งก็จะแตกแขนงออกเป็น

(๑) แขนงซ้ายขวานำโลหิตไปสู่ศีรษะ และ

(๒) แขนงซ้ายและขวานำโลหิตไปสู่แขน จากนั้นเส้นโลหิตใหญ่นี้จะโค้งลงทางซ้าย แล้วดิ่งลงส่วนล่างของร่างกาย แล้วผ่านกระบังลมตรงใกล้กับกระดูกสันหลังเข้าสู่ช่องท้อง เมื่อผ่านออกจากกระบังลมก็จะแยกแขนงไปสู่ตับและกระเพาะ และพอถัดลงไปอีกหน่อย ก็จะแยกแขนงไปสู่ลำไส้เล็ก และที่ใกล้ ๆ กันนั้นจะมีแขนงขวาซ้ายแยกไปสู่ไตทั้งสองข้าง ต่ำลงไปอีกมันจะแยกแขนงมากขึ้นอีกและลงไปเลี้ยงขา (ดูรูปที่ ๑๑)

เส้นโลหิตดำ

เส้นโลหิตแดงนำโลหิตออกจากหัวใจ ส่วนเส้นโลหิตฝอยจะต่อเส้นโลหิตแดงและดำเข้าด้วยกัน แล้วกลายเป็นโลหิตเสียกลับคืนสู่หัวใจ โลหิตในเส้นโลหิตฝอยมีความดันต่ำมากจนไม่มีชีพจร เส้นโลหิตดำจึงไม่จำเป็นต้องหนาและแข็งแรงนัก ผนังเส้นโลหิตดำจึงเป็นกล้ามเนื้อบาง ๆ โลหิตที่ไหลกลับสู่หัวใจนั้นอาศัยความดันของกล้ามเนื้อในร่างกายและโดยอีกรูปถ้วย ๓ อัน (มีลักษณะคล้ายคลึงในเส้นโลหิตแดงใหญ่ ๆ ที่นำโลหิตออกจากหัวใจ) (ดูรูปที่ ๖๔) ขณะที่ออกกำลังกาย กล้ามเนื้อจะเคลื่อนไหว มันจึงกดลงบนเส้นโลหิตและบีบเลือดให้ไหลกลับไปทาง



รูปที่ 64 ลิ้นเส้นโลหิตดำ

หัวใจ ลิ้นมีหน้าที่ป้องกันมิให้โลหิตไหลกลับ การเคลื่อนไหวเนื่องจากการหายใจ ก็ช่วยให้โลหิตดำไหลกลับหัวใจด้วย มีเส้นโลหิตดำใหญ่ ๓ เส้นที่กลับเข้าสู่ห้องบนขวาของหัวใจ เส้นใหญ่บนสองเส้น (ซ้ายและขวา) นำโลหิตจากส่วนบนของร่างกาย เส้นล่างนำโลหิตจากส่วนล่างของร่างกาย เส้นบนเส้นหนึ่ง ๆ ยังรับโลหิตจากแขนงต่าง ๆ อีกหลายเส้น คือ

(๑) เส้นโลหิตดำสองเส้นจากศีรษะ

(๒) เส้นโลหิตดำจากแขนและผนังของทรวงอก เส้นล่างอยู่ใกล้กับเส้นโลหิตแดงใหญ่ที่วิ่งลงตามร่างกายรับโลหิตเสียจาก (ก) เส้นโลหิตดำจากตับ (ข) เส้นโลหิตดำสองเส้นจากไต (ค) เส้นโลหิตดำจากหลัง (ง) เส้นโลหิตดำจากขา เส้นโลหิตดำที่สำคัญอีกเส้นหนึ่ง คือ เส้นโลหิตดำปอร์แตลดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ ๒

การแข็งของโลหิต

เมื่อโลหิตเดินอยู่ในเส้นโลหิตมันเป็นของเหลว แต่ถ้าไหลออกจากเส้นโลหิตแล้วมันจะแข็ง ถ้าเอาโลหิตใส่ถ้วยแก้วแล้วตั้งทิ้งไว้ประมาณ ๕ — ๑๐ นาทีก็อาจคว่ำถ้วยแก้วลงได้โดยโลหิตไม่

หกออกมา โลหิตแข็งได้ก็เนื่องจากเกิดใยเล็ก ๆ ไขว้กันไปมาเป็นร่างแหเรียกว่า fibrin (เป็นโปรตีนที่ไม่ละลาย เกิดจากไฟบริโนเจน ซึ่งเป็นโปรตีนที่ละลายน้ำได้ และมีอยู่ในโลหิต) ใยร่างแหของไฟบรินนี้จะไขว้กันไปมารอบ ๆ เม็ดโลหิต เมื่อคั่งทิ้งไว้ต่อไปสักครู่ใยของไฟบรินเหล่านี้จะหดตัวทำให้หยดโลหิตที่แข็งหดตามไปด้วย การหดตัวนี้ก็จะบีบเอาของเหลวใส ๆ มีสีเหลืองอ่อนซึมออกข้างนอก เราเรียกว่าน้ำเหลือง (serum)

การแข็งของโลหิตเป็นการป้องกันขั้นแรกของธรรมชาติที่จะช่วยรักษาบาดแผล เพราะโลหิตที่แข็งจะอุดบาดแผล และร่างแหของไฟบรินจะเป็นรากฐานสำหรับเนื้อเยื่อที่จะสร้างใหม่

สุขวิทยาของระบบโลหิต

เราทราบแล้วว่าระบบโลหิตมีหน้าที่ในการลำเลียง โลหิตเป็นผู้นำสิ่งของที่จำเป็นแก่ชีวิต เช่นอาหาร น้ำ และออกซิเจน ไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย มันนำอาหารจากลำไส้ ออกซิเจนจากปอดไปยังเนื้อเยื่อของร่างกาย และนำของเสียออกไป นำความร้อนออกจากกล้ามเนื้อ และรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ เม็ดโลหิตขาวและสารประกอบเคมีเชิงซ้อนบางชนิดในโลหิตยังช่วยป้องกันเชื้อโรคอีกด้วย

ในการกินอาหารที่เหมาะสม และเพียงพอ ประกอบกับลำไส้ปกติดี โลหิตจะได้รับอาหารที่จำเป็นไปแจกจ่ายให้แก่ร่างกาย ถ้ามีอากาศบริสุทธิ์ และหายใจถูกต้อง โลหิตก็จะได้รับออกซิเจนที่ต้องการเพียงพอ ปัญหาขั้นต่อไปก็คือต้องทำให้โลหิตหมุนเวียนได้ดี หัวใจสูบฉีดโลหิตออกตามเส้นโลหิตแดงใหญ่ไปจนถึงเส้นโลหิตฝอย ณ ที่นี้ความดันของโลหิตจะน้อยกว่าในเส้นโลหิตแดงมาก โลหิตในเส้นโลหิตฝอยจะไหลไปรวมกันในเส้นโลหิตดำแล้วกลับหัวใจ โลหิตนี้มิได้ถูกสูบกลับตามเส้นโลหิตดำโดยการบีบของหัวใจ แต่โดยการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อของร่างกายและกระบังลม เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวหนาเข้ามันจะกดเส้นโลหิตดำ ทำให้โลหิตไหลกลับสู่หัวใจ เพราะมีลิ้นบังคับ (ดูรูปที่ ๖๔) ถ้าเรายืนนิ่ง ๆ เป็นเวลานาน ๆ เรารู้สึกไม่สบายและอาจเป็นลมได้ ทั้งนี้เพราะกล้ามเนื้อไม่ได้เคลื่อนไหว โลหิตดำจึงคั่งอยู่ในเส้นโลหิตตอนล่างของร่างกาย ทำให้การหมุนเวียนของโลหิตอ่อนลง ตามปกติเรามักเปลี่ยนอิริยาบถอยู่เสมอ ๆ

เพื่อช่วยการหมุนเวียนของโลหิต การเคลื่อนไหวเนื่องจากการหายใจก็ช่วยให้โลหิตดำไหลกลับคืนหัวใจด้วย เราจะเห็นว่าในการหายใจ กระดูกซี่โครงจะถูกยกขึ้นข้างบนและยกออกมาข้างหน้า และกระบังลมจะหดตัวแบนเข้า ทำให้ช่องว่างในทรวงอกใหญ่ขึ้น และในขณะเดียวกันช่องท้องจะเล็กลง ความดันที่กดลงบนท้องจะดันให้โลหิตจากเส้นโลหิตดำใหญ่ ๆ วิ่งเข้าสู่หัวใจ เมื่อหายใจออกจากปอด ความดันในทรวงอกจะมากขึ้น ทำให้โลหิตดำหยุดไหลไปครู่หนึ่ง แต่พอหายใจเข้าอีก ความดันจะลดลงทำให้ดูดโลหิตดำจากเส้นโลหิตดำใหญ่ ๓ เส้นเข้าสู่หัวใจ

การเคลื่อนที่เนื่องจากการหายใจยังช่วยให้โลหิตไหลผ่านปอดอีกด้วย เพราะขณะที่หายใจออกจากปอด ความดันที่มากขึ้นในทรวงอกจะขับให้โลหิตจากปอดไหลกลับสู่หัวใจ

ความสำคัญของการออกกำลังกล้ามเนื้อ

ถ้าหากไม่มีการออกกำลังเลย โลหิตจะหมุนเวียนไม่ได้ดี ถ้าคนเรายืนนิ่ง ๆ ให้ตัวตรง (เช่น ผูกติดกับเสา) เขาจะตายในเวลาไม่นานเนื่องจากการหมุนเวียนของโลหิตหยุด ในสมัยโบราณชาวโรมันทำโทษคนให้ตายด้วยความทรมานอย่างช้า ๆ โดยเอาไปมัดติดไว้กับไม้กางเขน การออกกำลังที่สำคัญเช่น เล่นเกมส์ต่าง ๆ เดิน วิ่ง ว่ายน้ำ ขี่จักรยาน จะช่วยให้การหมุนเวียนของโลหิตดีขึ้น ทำให้การลำเลียงดีขึ้นด้วย ร่างกายและสมองก็จะมีสุขภาพสมบูรณ์ขึ้น

การเป็นลมหน้ามืดและการงัน (ช็อค)

แหล่งโลหิตใหญ่ ๆ ที่สำคัญในร่างกายได้แก่เส้นโลหิตในกระเพาะ ตับ ม้าม และลำไส้ เมื่อโลหิตมาเลี้ยงเต็มที่อาจมี $\frac{1}{6}$ ถึง $\frac{1}{3}$ ของโลหิตทั้งหมดของร่างกาย เมื่อเส้นโลหิตเหล่านี้หดตัว โลหิตก็จะถูกบีบและส่งไปยังสมอง ดังเช่น คน ๆ หนึ่งพยายามพยุงตัวอยู่ได้บนกระดานหก แล้วได้รับปัญหาเลขให้ขบคิด ศีรษะของเขาจะหนักขึ้นทำให้เลี้ยงสมดุลย์ ทั้งนี้เพราะโลหิตจะวิ่งมาสู่สมองมากขึ้น การเป็นลม (หรือการงันอย่างอ่อน) เกิดขึ้นเมื่อสมองได้รับโลหิตไม่เพียงพอ วิธีปฐมพยาบาลขั้นแรกคือให้คนไข้นอนลง ยกเท้าสูงกว่าศีรษะ บีบท้องเบา ๆ การลุกขึ้นยืนโดยเร็วหลังจากนอนนิ่ง ๆ ครู่ใหญ่ ๆ จะทำให้เกิดหน้ามืดไปครู่หนึ่ง ทั้งนี้เป็นเพราะเราต้องการเวลาบ้างเล็กน้อยที่จะให้เส้นโลหิตที่ท้องหดตัวเพื่อกันมิให้โลหิตจากสมองไหลกลับ

การงันเป็นผลที่เกิดจากปฏิกริยาของร่างกายที่มีต่ออันตราย หรืออารมณ์เสียใจ emotional upset เมื่อการหมุนเวียนของโลหิตช้าลง เนื้อเยื่อของร่างกายก็ได้รับออกซิเจนน้อยลง หลังจากได้รับบาดแผลอย่างรุนแรง ร่างกายจะเสียโลหิตไปมาก จึงไม่ใคร่มีโลหิตไหลกลับเข้าหัวใจ หัวใจจึงไม่ใคร่มีโลหิตส่งไปยังท้อง และส่วนปลายของร่างกาย (เช่นสมอง) ความดันโลหิตก็ต่ำลง ชีพจรจะอ่อน ผิวหน้าคนไข้จะซีดและเย็น การงันอย่างรุนแรงนี้จะแก้ได้ดีที่สุด โดยการหาโลหิตมาทดแทนที่เสียไป ซึ่งจะกระทำได้โดยการให้เลือด ตามโรงพยาบาลจะมีโลหิตเตรียมไว้เรียบร้อย เพื่อแก้เหตุฉุกเฉินเสมอ โลหิตนี้อาจถ่ายให้เมื่อร่างกายเสียโลหิตมาก ๆ จากอุบัติเหตุบาดแผล คลอดบุตรหรือโรคบางชนิด (เช่นโรคโลหิตจาง ซึ่งเป็นอาการของการมีเม็ดโลหิตแดงน้อยกว่าปกติ) โลหิตสำหรับถ่ายให้คนไข้นี้ได้มาจากคนที่มีสุขภาพสมบูรณ์ แล้วเติมสารบางอย่างลงไปเพื่อกันมิให้แข็ง และต้องเก็บไว้ในห้องเย็น ที่มีอุณหภูมิ ๔° ถึง ๖° ซ. ซึ่งอาจเก็บไว้ได้นานประมาณ ๓ อาทิตย์ เมื่อจะให้โลหิตแก่คนไข้รายใดจะต้องตรวจดูว่าโลหิตของคนไข้กับโลหิตที่จะให้เป็นโลหิตหมู่เดียวกันเสียก่อน เขาแบ่งโลหิตออกเป็น ๔ หมู่ใหญ่ คือ A,B, AB และ O คนไข้ที่มีโลหิตเป็นหมู่ A จะต้องให้โลหิตที่เป็นหมู่ A ด้วยกัน หมู่อื่น ๆ ก็เช่นเดียวกัน นอกจากโลหิตหมู่ O อาจให้กับหมู่ A,B หรือ AB ได้ทั้งสิ้น ถ้าให้ผิดหมู่จากที่กล่าวมานี้จะทำให้เม็ดโลหิตแดงเกาะกันเป็นก้อน ทำให้เกิดอันตรายร้ายแรง ฉะนั้นก่อนที่จะมีการให้โลหิตจะต้องเอาตัวอย่างโลหิตของคนไข้และของคนที่ให้ลองผสมกันดูก่อน แล้วตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ว่ามันเกาะกันหรือไม่

น้ำโลหิต (พลาสมา) (เป็นส่วนของโลหิตที่แยกเอาเม็ดโลหิตออกแล้ว) อาจทำให้แห้งแล้วเก็บไว้ในที่เย็นจนแข็ง เก็บไว้ได้นานกว่าโลหิตล้วน ๆ น้ำโลหิตนี้ใช้แทนโลหิตล้วน ๆ แก่คนไข้ที่เสียโลหิตมาก ๆ เช่น ในรายที่ส่งมาโรงพยาบาลไม่ทัน และสำหรับรักษาคนไข้ที่ช็อคเนื่องจากถูกไฟไหม้ พลาสมาไม่มีเม็ดโลหิตจึงไม่จำเป็นจะต้องเป็นหมู่เดียวกันกับของคนไข้ก็ให้ได้

การให้โลหิตนี้ช่วยชีวิตมนุษย์ไว้ได้มาก การเตรียมโลหิตไว้สำหรับการแพทย์นี้จึงเป็นแขนงสำคัญยิ่ง แต่โลหิตเป็นสิ่งที่ทำขึ้นไม่ได้ จะได้มาจากแห่งเดียวเท่านั้นคือจากคน ฉะนั้น

ราษฎรที่มีสุขภาพสมบูรณ์ทุกคนควรจะยินดีสละโลหิตของตนคนละเล็กน้อยให้แก่ "ธนาคารโลหิต" เพื่อไว้ช่วยชีวิตเพื่อนมนุษย์ด้วยกัน คนส่วนมากอาจให้โลหิตประมาณ ๑ ไพนท์ โดยไม่เจ็บไข้หรือมีอาการไม่สบายแต่ประการใด โลหิตเพียง ๑ ไพนท์นี้หมายถึงความเป็นและความตายของคนไข้ที่เดียว

บาดแผลและการไหลของโลหิต

ในสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมโลหิตจะไหลวนเวียนภายในเส้นโลหิตที่บีดสนิท ถ้าเส้นโลหิตขาด โลหิตจะไหลออกมา ถ้าหากบาดแผลนั้นใหญ่ โลหิตออกมากทำให้เกิดอันตรายได้

ถ้าบาดแผลเล็กหรือเป็นรอยขีดข่วน เส้นโลหิตเล็ก ๆ เท่านั้นที่ฉีกขาด โลหิตที่ไหลออกมาชั่วครู่หนึ่งก็จะหยุดเนื่องจากโลหิตที่ออกมานั้นพอถูกอากาศก็จะแข็ง ถึงแม้จะไม่มีอันตรายอะไรจากบาดแผลเล็ก ๆ น้อย ๆ นี้ แต่ก็อาจเป็นอันตรายเนื่องจากบักเตรีที่เป็นพิษเข้าสู่ร่างกายทางบาดแผลได้ ฉะนั้น ถึงแม้บาดแผลจะเล็กสักเพียงใดก็ตามควรล้างด้วยยาฆ่าเชื้อ (เช่น ทิงเจอร์ไอโอดีน ซึ่งทำลายบักเตรี) แล้วปิดบาดแผลด้วยผ้าสำลี เพื่อกันของสกปรกที่อาจมีเชื้อโรคไม่ให้ตกลงบนแผลอีก โลหิตที่ไหลออกบ้างนั้นเป็นวิธีช่วยมิให้โรคเข้าสู่ร่างกายได้ เพราะมันล้างเชื้อโรคออกข้างนอก บาดแผลที่สกปรกจะต้องล้างด้วยน้ำสะอาด ให้ของสกปรกเหล่านั้นหลุดออก

ถ้าบาดแผลใหญ่ สิ่งสำคัญที่จะต้องกระทำขั้นแรกคือห้ามโลหิตมิให้ออกต่อไป เราอาจทำได้โดยเอาสำลีวางลงบนแผลแล้วเอาผ้าสะอาดพันให้แน่นพอสมควร เมื่อโลหิตหยุดไหลแล้ว คลายผ้าพันแผลให้หลวมเข้า ถ้าพันผ้าพันแผลแล้วโลหิตยังไม่หยุดก็พันให้แน่นขึ้นอีก ถ้าหากโลหิตที่ไหลเป็นโลหิตจากเส้นโลหิตดำ (มีสีแดงเข้ม และไหลเรื่อย ๆ สม่ำเสมอ) ต้องเอาหัวแม่มือกดข้างแผลซึ่งอยู่คนละข้างกับหัวใจ เลือดออกจากเส้นโลหิตดำปฐมพยาบาลได้ง่ายกว่าเส้นโลหิตแดง เพราะเส้นโลหิตดำอยู่ใกล้ผิวหนังกว่าเส้นโลหิตแดง ความดันในเส้นโลหิตดำก็น้อยกว่า และทำให้หยุดไหลง่ายกว่าโลหิตจากเส้นโลหิตแดง

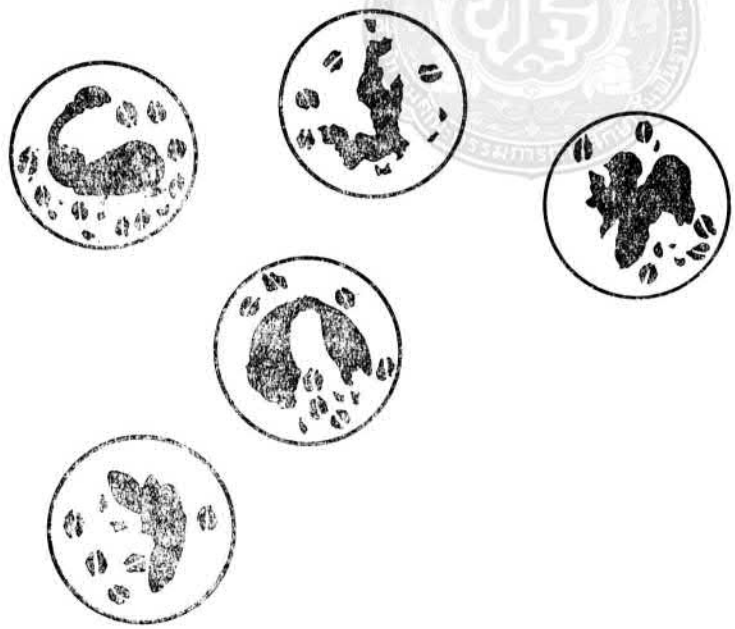
ถ้าโลหิตไหลออกจากเส้นโลหิตแดงจะมีอันตรายมากกว่า แต่เนื่องจากเส้นโลหิตเหล่านี้มีกล้ามเนื้อบ้องกันไว้แข็งแรง จึงไม่ใคร่ปรากฏโลหิตไหลออก ถ้าหากเส้นโลหิตแดงขาด โลหิตที่ไหลออกมาจะมีสีแดงสดและไหลตามจังหวะของชีพจรที่เส้นต้องรีบรักษาให้ทันท่วงที โดยใช้หัวแม่มือกดเหนือแผลข้างเดียวกันกับหัวใจ ถ้าหากบาดแผลนั้นเป็นที่ขาหรือแขน การกดด้วยนิ้วอาจไม่พอต้องใช้วิธีปฐมพยาบาลที่ถูกต้อง คือใช้ผ้าพันแผลพันให้รอบขาหรือแขนตรงบริเวณที่ใช้

หัวแม่มือกด ทำให้แน่นขึ้นโดยสอดไม้เข้าใต้ผ้าพันแล้วหมุน ควรมีผ้าแข็ง ๆ รองอยู่ใต้ผ้าพัน แผลอีกชั้นหนึ่งเพื่อช่วยให้มันกดลงบนเส้นโลหิตแดงที่เดินอยู่เหนือกระดูก การห้ามโลหิตแบบนี้ควรเรียนวิธีจากแพทย์ และควรจำไว้ด้วยว่าจะกระทำกันต่อเมื่อบาดแผลนั้นสำหัสจริง ๆ และควรตามแพทย์มาทันทีด้วย การห้ามโลหิตแบบนี้จะทำให้โลหิตที่แขนขาหยุดหมุนเวียนและต้องไม่พันไว้นานกว่า ๑๕ นาที ในคราวหนึ่ง ๆ

บักเตรีที่ทำให้เกิดหนอง–โลหิตเป็นพิษ

เราทราบแล้วว่า ผิวหนังเป็นอวัยวะที่ห่อหุ้มร่างกายภายในของเราไว้จากสิ่งแวดล้อมภายนอก ถ้าหากผิวหนังฉีกขาด เชื้อโรคอาจเข้าสู่ภายในได้ เชื้อบางชนิดเป็นอันตรายอย่างร้ายแรง

เชื้อบักเตรีที่สามัญที่สุดที่เข้าสู่แผลคือบักเตรีที่ทำให้เกิดหนอง ความจริงเชื้อเหล่าต่าง ๆ มีความสามารถที่จะต่อต้านการรุกรานของบักเตรีโดยมีเม็ดโลหิตขาวมาล้อมรอบและทำลายบักเตรีนั้น แต่ถ้ามีผู้รุกรานมาก เม็ดโลหิตขาวตายปะปนอยู่กับบักเตรีที่ตายลงเช่นเดียวกัน แล้วแยกสลายกลายเป็นหนอง (ดูรูปที่ ๖๕) บางทีบักเตรีที่ทำให้เกิดหนองอาจเข้าสู่ร่างกายทางขุมขนหรือตามรูเหงื่อและถ้ามีมากก็อาจทำให้เป็นพุพองขึ้นตามผิวหนังได้ ถ้าบักเตรีรุกรานลึกลงไปอีก และเติบโตโดยรวดเร็วก็จะทำให้เป็นฝี ถ้าบักเตรีเหล่านี้ซึมเข้าสู่โลหิต มันอาจไปถึงอวัยวะต่าง ๆ ภายในทำให้เป็นโรคโลหิตเป็นพิษ ซึ่งอาจทำให้เสียชีวิตได้ สิ่งสำคัญที่ควรจำไว้ก็คือโรคโลหิตเป็นพิษส่วน



รูปที่ 65 เม็ดโลหิตขาวซึ่งได้ดูดเอาเชื้อโรคเข้าไว้

มากเกิดจากการปล่อยปละละเลยแผลหรือรอยขีดข่วนเล็ก ๆ น้อย ๆ วิธีป้องกันคือต้องตรวจดูรอยแผลนั้นว่าสะอาดหรือไม่ ความเจ็บปวดที่เกิดจากการชำระล้างแผล ถ้าเปรียบเทียบกับความเจ็บปวดที่จะเกิดจากเชื้อโรคที่เจริญในแผลนั้น นับว่าน้อยมาก คนที่จะทำการช่วยเหลือคนที่ได้รับบาดเจ็บครั้งแรกต้องล้างมือให้สะอาดเสียก่อนที่จะล้างแผล ใช้ผ้าและน้ำที่สะอาดเสมอ และถ้าจะให้ดีขึ้นไปอีก ควรใช้สบู่ยาหรือยาฆ่าเชื้ออย่างอ่อน เช่น "เดตโตล" หรือโซเดียม ไฮโปคลอไรด์อย่างเจือจาง (มิตตัน) แล้วเอาผ้าพันแผลไว้หลวม ๆ เพื่อให้อากาศผ่านได้ หนองที่เกิดในแผลนั้นจะต้องระวังมิให้แพร่ไปที่อื่น พุพองหรือฝีที่เป็นหนองนั้นอย่าบีบเอาหนองออก (โดยเฉพาะถ้าอยู่ใกล้ริมฝีปาก จมูก ตา หรือหู เพราะเชื้อโรคอาจระบาดไปสู่อวัยวะใกล้เคียงได้)

บาดทะยัก

นอกจากบักเตรีที่ทำให้เกิดหนองแล้ว บักเตรีบาดทะยักอาจเข้าสู่บาดแผลและทำให้เกิดโรคบาดทะยักซึ่งเป็นอันตรายอย่างร้ายแรงได้ ตามปกติเชื้อบาดทะยักอาศัยและเติบโตอยู่ในลำไส้ของสัตว์กินหญ้า เช่นไม่ทำอันตรายแก่สัตว์นั้น บักเตรีบาดทะยักจะออกไปตามอุจจาระของสัตว์พวกนั้น ฉะนั้น ในบริเวณพื้นดินที่เลี้ยงสัตว์นั้นหรือตามพื้นดินเพาะปลูกที่ใช้กากอาหารของสัตว์พวกนั้นเป็นปุ๋ยมักจะมีสปอร์ของบักเตรีพวกนี้อยู่ด้วย สปอร์พวกนี้มีความทนทานต่อสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะได้เป็นปี ๆ และยังคงสามารถที่จะเติบโตได้ต่อไป เมื่อผิวหนังฉีกขาดหรือถูกของแข็งที่สกปรก (เช่น เศษไม้ หรือตาปูที่เป็นสนิม) ทิ่มแทงเอา สปอร์ของเชื้อบาดทะยักอาจเข้าไปทางบาดแผล เชื้อบาดทะยักเติบโตได้ดีในที่ที่ปราศจากอากาศ ฉะนั้นบาดแผลที่ถูกตำลึก ๆ ที่โลหิตไม่ไหลและปากแผลบีบสนิท จะมีอันตรายมากกว่าปากแผลกว้าง ล้างให้สะอาดและกระทบกับอากาศ เมื่อสิ่งแวดล้อมเหมาะ เชื้อบาดทะยักจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว แล้วสร้างพิษที่เป็นอันตรายอย่างร้ายแรงขึ้น พิษนจะเข้าทำลายระบบประสาท ครั้งแรกทำให้กล้ามเนื้อคอและขากรรไกรแข็ง ต่อไปก็ถึงกล้ามเนื้อคอและหน้า ทำให้อ้าปากไม่ขึ้น ในที่สุดกล้ามเนื้อทุก ๆ ส่วนของร่างกายก็แข็งเกร็งไปหมด คนไข้ก็ตาย

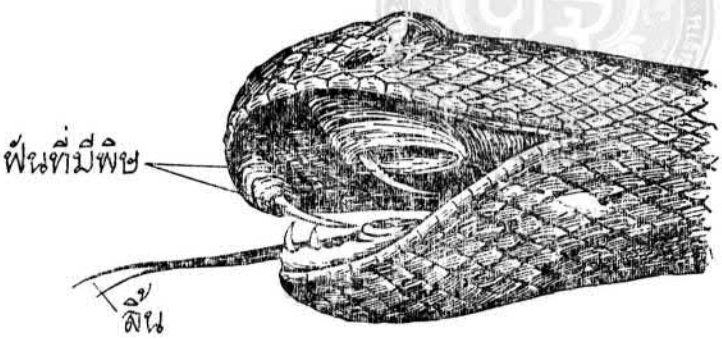
วิธีป้องกันโรคบาดทะยักที่สำคัญอย่างยิ่งคือ ล้างบาดแผลนั้นให้สะอาดปราศจากของสกปรก การเช็ดบาดแผลด้วยยาฆ่าเชื้ออย่างอ่อน ๆ ไม่สามารถทำลายสปอร์ของเชื้อบาดทะยักได้ การล้างให้สะอาดปราศจากเชื้อเป็นสิ่งเดียวที่จะป้องกันได้ แผลที่สกปรกนั้นถ้าเอาผ้าพลาสเตอร์ปิดจะกลับ

ทำอันตรายให้มากกว่าให้คุณ เพราะอาจมีเชื้อบาดทะยักอยู่ในบาดแผลด้วย ผ้าที่ใช้พันแผลนั้นควรพันหลวม ๆ หน่อย เพื่ออากาศจะได้ผ่านเข้าไปได้

บาดแผลที่ถูกตำลึก ๆ ต้องรักษาให้ดีเป็นพิเศษและควรปรึกษาแพทย์ ซึ่งจะฉีดวัคซีนป้องกันบาดทะยักให้เป็นการปลอดภัยไว้ก่อน (ในระหว่างสงคราม ทหารที่ได้รับบาดเจ็บทุกคนต้องได้รับการฉีดวัคซีนไว้ก่อนเสมอ ถึงแม้บาดแผลจะเล็กน้อยลักเพียงใดก็ตาม แผลที่เกิดจากลูกปืน เป็นแผลที่ทำให้เกิดบาดทะยักได้มากที่สุด) มีวิธีทำให้ร่างกายเกิดความคุ้มกันโรคบาดทะยักได้วิธีหนึ่ง โดยการฉีดยาออกซอยด์ แต่การฉีดนี้จะต้องกระทำก่อนได้รับเชื้อหลายอาทิตย์ ถ้าหากมีอาการคอและหัวแข็ง ภายใน ๓ อาทิตย์หลังจากได้รับบาดแผลที่สกปรกมาแล้ว ต้องรีบปรึกษาแพทย์โดยเร็ว ถ้าหากรีบฉีดยาแก้โรคนี้ทันท่วงทีก็จะปลอดภัย

งูกัด

แผลที่ถูกงูพิษกัดจะมีสองแผลอยู่ใกล้กัน เป็นรอยที่เขี้ยวของงูฝังลงไป (งูไม่มีพิษอาจกัดได้เหมือนกัน แต่รอยแผลเรียงเป็นแถวหลายอัน ซึ่งเกิดจากฟัน แต่ไม่มีรอยเขี้ยวดังรอยของงูพิษ)



รูปที่ 66 หัวงูพิษ

พิษของงูมีสองชนิด ชนิดหนึ่งมีในงูจำพวกงูเห่า พิษของมันทำลายประสาท และฤทธิ์ของมันบางทีปรากฏให้เห็นช้า โดยเฉพาะถ้ามันกัดที่ขา อีกจำพวกหนึ่งของงูมีพิษก็คืองูจำพวกแมวเซา มักแสดงฤทธิ์ต่ออวัยวะที่ใกล้แผลที่ถูกกัด ทำให้เกิดการปวดบริเวณนั้นเป็นอย่างมากภายในเวลาเพียง ๒—๓ นาที ถ้าหากจับงูที่กัดไว้ได้และส่งให้แพทย์ที่จะรักษาดูก็จะช่วยในการรักษาได้ดีขึ้น

การรักษาโรคถูกงูกัดจะต้องรีบรักษาโดยด่วน ถ้าสามารถทำได้ควรเรียกนายแพทย์ทันที ให้คนไข้ได้นอนนิ่ง ๆ เท่าที่จะทำได้ สิ่งแรกที่จะต้องรีบกระทำคือเอาพิษออกจากแผลให้มากที่สุด

และป้องกันมิให้พิษแผ่ซ่านเข้าสู่โลหิต ถ้าหากถูกกัดที่แขนหรือขา ต้องเอาสายยางรัดเหนือแผล หรือใช้ผ้าพันแผลรัดตามวิธีปฐมพยาบาลดังกล่าวมาแล้ว (อย่ารัดให้แน่นจนเกินไปจนชีพจรหยุด ควรคลายให้หลวมทุก ๆ สิบห้านาที แล้วรัดใหม่เหนือขึ้นไปอีกเล็กน้อย) ขั้นต่อไปคือพยายามเอาพิษออกให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพราะขณะนี้พิษยังคงอยู่ใกล้บริเวณที่ถูกกัดนั่นเอง จะทำได้โดยเอามีดผ่าแผลให้กว้างเข้า ปล่อยให้โลหิตที่มีพิษไหลออกเรื่อย ๆ ควรผ่าแผลให้เป็นรูปกากะบาดยาวประมาณครึ่งนิ้ว และให้ลึกเท่า ๆ กับเขี้ยวงูที่กัด ให้โลหิตที่มีพิษไหลออกไป เมื่อทำการช่วยเหลือขั้นแรกแล้ว ถ้าไม่มีแพทย์ในบริเวณนั้น ต้องรีบนำคนเจ็บไปยังโรงพยาบาลที่ใกล้ที่สุดให้เร็วที่สุดด้วย

พิษแมลงป่องต่อยทำลายระบบประสาทเช่นเดียวกับงูเห่า แต่มีพิษน้อยกว่ามาก ไม่ทำอันตรายถึงชีวิต วิธีรักษาทำเช่นเดียวกับถูกงูพิษกัด ผ่าตัดแผลให้กว้างขึ้นด้วยมีดคม ๆ หรือใบมีดโกน ให้โลหิตไหลออกเรื่อย ๆ แมลงมุมตัวใหญ่บางชนิดมีพิษมาก รักษาเช่นเดียวกับแมลงป่องต่อย พิษของตะขาบผิดกับที่กล่าวมาแล้ว ต้องล้างบาดแผลด้วยแอมโมเนียอย่างเจือจางก็จะทุเลาความปวด

โรคพิษสุนัขบ้าหรือโรคกลัวน้ำ

โรคนี้เป็นโรคของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนม คนอาจติดโรคนี้จากสัตว์ที่เป็นโรคโดยถูกกัดหรือข่วนโดยสัตว์นั้น โดยมากก็จากสุนัขบ้า (สัตว์ที่เป็นบ้ามักเอาเท้าเขี่ยปาก เพื่อเช็ดน้ำลาย ฉะนั้นตามเล็บของมันจึงมีเชื้อ แผลข่วนจึงนำโรคได้เช่นเดียวกับแผลกัด) อาการภายนอกจะไม่แสดงออกมาเป็นเวลานานประมาณ ๓ ถึง ๘ อาทิตย์ หลังจากถูกกัด และถ้าได้รับการรักษาด้วยวิธีของสถานเสาวภาแล้ว คนไข้นั้นก็จะปลอดภัย ในประเทศที่มีโรคพิษสุนัขบ้าชุกชุม คนที่ถูกสุนัขกัดจะต้องรายงานให้แพทย์ทราบ แพทย์จะทำการล้างแผลจนสะอาด และพยายามทำลายเชื้อโรคที่จะเข้าสู่ร่างกายทางบาดแผล แพทย์จะเป็นผู้ตัดสินว่าควรใช้ยาของสถานเสาวภาหรือไม่ ถ้าหากไม่สามารถทราบได้ว่าสุนัขเป็นบ้าหรือเปล่า ถ้าสุนัขตายจะต้องถือว่าสุนัขนั้นเป็นบ้า ต้องรักษาตามวิธีรักษาโรคพิษสุนัขบ้ากัด ถ้าสามารถทำได้ควรจับสุนัขส่งให้แก่เจ้าหน้าที่ขณะยังมีชีวิตอยู่และอย่าทำให้มันบาดเจ็บ เพื่อจะได้ตรวจสอบดูประมาณ ๑๐ วัน ซึ่งยังพอมีเวลาที่จะรักษาได้ถ้าปรากฏว่าสุนัขนั้นเป็นบ้า

การรักษาแบบสถานเสาวภา (หรือสถานปาสเตอร์) ได้เริ่มใช้ในปี ค.ศ. ๑๘๘๕ เมื่อปาสเตอร์ พบเชื้อไวรัสของโรคกลัวน้ำในไขสันหลังของสุนัขบ้า เขาเอาเชื้อนี้มาเลี้ยงไว้จนอ่อนกำลังลง และไม่มีพิษถึงกับทำให้คนตายได้ เอาเชื้อที่อ่อนกำลังแล้วนี้ฉีดให้แก่คนไข้ทุกวัน ๆ และเพิ่มความแรงของเชื้อขึ้นเรื่อย ๆ หลังจากนั้นสองหรือสามอาทิตย์ คนไข้ก็จะมีความคุ้มกันต่อโรคนี้ และสามารถต่อต้านกับเชื้อที่แรงที่สุดของสุนัขบ้า

วิธีป้องกันโรคนี้ให้ได้ผลดีก็คือควบคุมโรคในสุนัข สุนัขจะเป็นโรคนี้ต่อเมื่อมันถูกกัดโดยสุนัขบ้า ฉะนั้น ถ้าจับสุนัขใส่ปลอกปากเสียให้หมดในระยะหนึ่ง ทุก ๆ ปี ก็จะไม่มีสุนัขเป็นโรคนี้อีก และถ้ามีสุนัขแปลกถิ่นเข้ามาสู่ประเทศจะต้องกักไว้เป็นเวลาหลาย ๆ เดือน ก็จะป้องกันโรคนี้ได้เด็ดขาด ในอังกฤษขณะนี้ไม่มีโรคพิษสุนัขบ้าเหลืออยู่เลย โดยการป้องกันดังวิธีที่กล่าวมานี้

โรคที่นำโดยแมลงที่ดูดโลหิต

มีโรคหลายชนิดเกิดจากเชื้อโรคตัวเล็ก ๆ ไหลลงสู่โลหิต เช่นโรคมาเลเรีย พีลาเรีย (โรคเท้าช้าง) ไข้ป่า ไข้เหลือง กาฬโรค โรคไทฟัส และโรคนอนหลับ วิธีที่โรคนี้แพร่จากคนเป็นโรคไปยังคนปกติได้ก็โดยแมลงที่ดูดเลือดกินเป็นอาหาร เช่น ยุง เป็นพาหะนำเชื้อมาเลเรีย โรคเท้าช้าง ไข่ป่าและไข้เหลือง หมัดเป็นพาหะนำกาฬโรค เหานำโรคไทฟัสชนิดหนึ่ง เห็บนำไข้ชนิดหนึ่งมีในญี่ปุ่นเรียกว่า สครับไทฟัส แมลงวันชนิดหนึ่งที่มีปากกัดนำโรคนอนหลับ

ยุงเป็นศัตรูที่ร้ายกาจที่สุดของคนในประเทศร้อน ฉะนั้นจะขอกล่าวถึงยุงซึ่งเป็นตัวอย่างของแมลงต่าง ๆ

ยุง

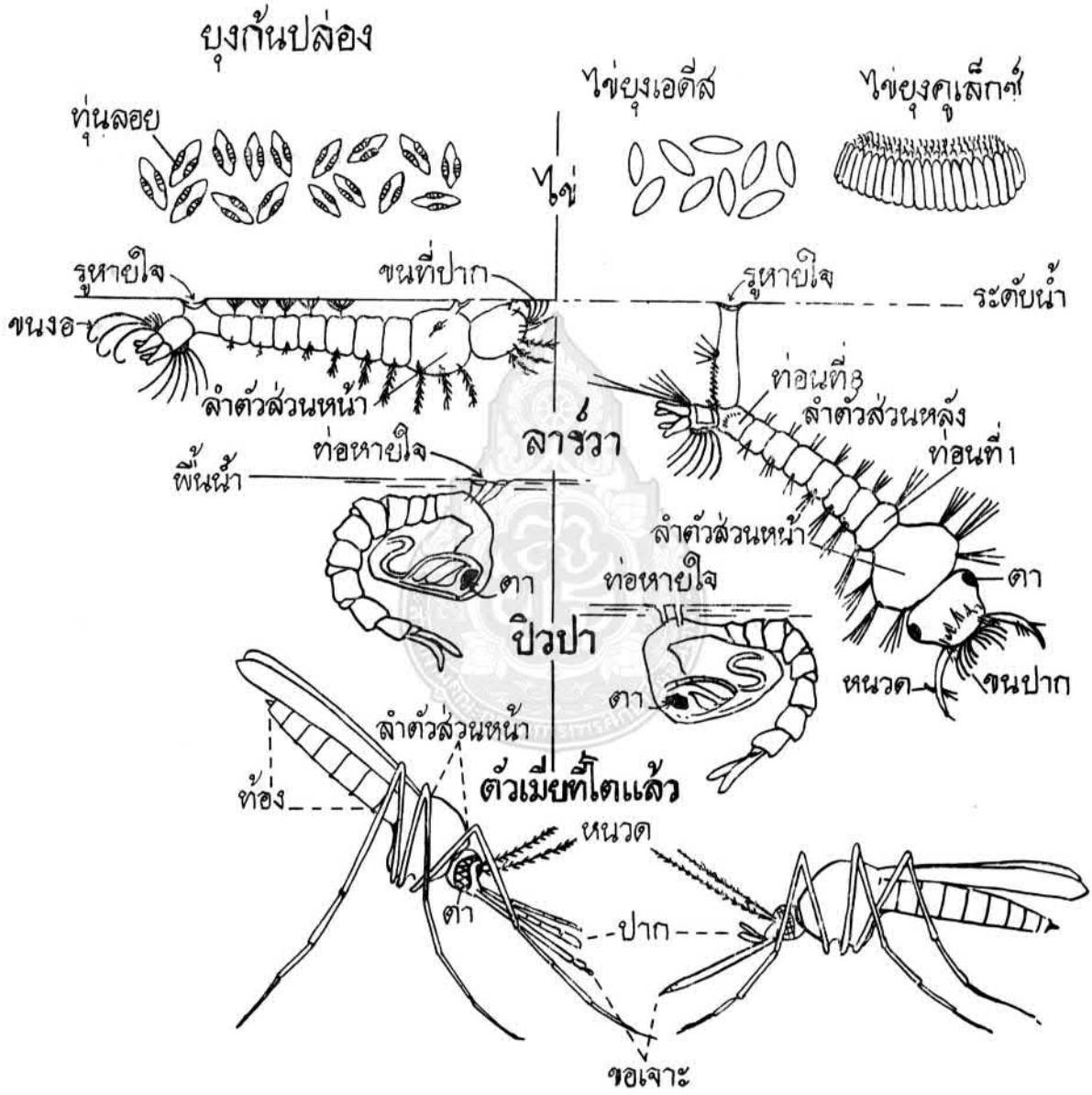
ยุงเป็นแมลงชนิดหนึ่งในบรรดาแมลงที่มีอยู่มากมาย มีปีกสองปีก คือปีกคู่หน้าเท่านั้น ส่วนปีกคู่หลังหดสั้นเหลือนิดเดียวใช้สำหรับพยุงตัว ยุงมีทั่วโลกและมีเป็นจำนวนมาก และมีหลายชนิด เท่าที่นักวิทยาศาสตร์ค้นพบมีเกือบ ๑๕๐๐ ชนิด แต่ยุงต่าง ๆ เหล่านี้ เขาจัดเป็นหมู่ใหญ่ ๆ เพียง ๒ หมู่เท่านั้น คือ

(๑) ยุงคิวลิซีน (ยุงธรรมดา)

(๒) ยุงอนอฟีลีน (ยุงก้นปล่อง) ยุงก้นปล่องเป็นยุงที่สามารถนำเชื้อมาเลเรียได้ เป็นยุงที่เป็นอันตรายในประเทศร้อนมาก ในที่นี้จะกล่าวถึงลักษณะของยุงก้นปล่องโดยละเอียด

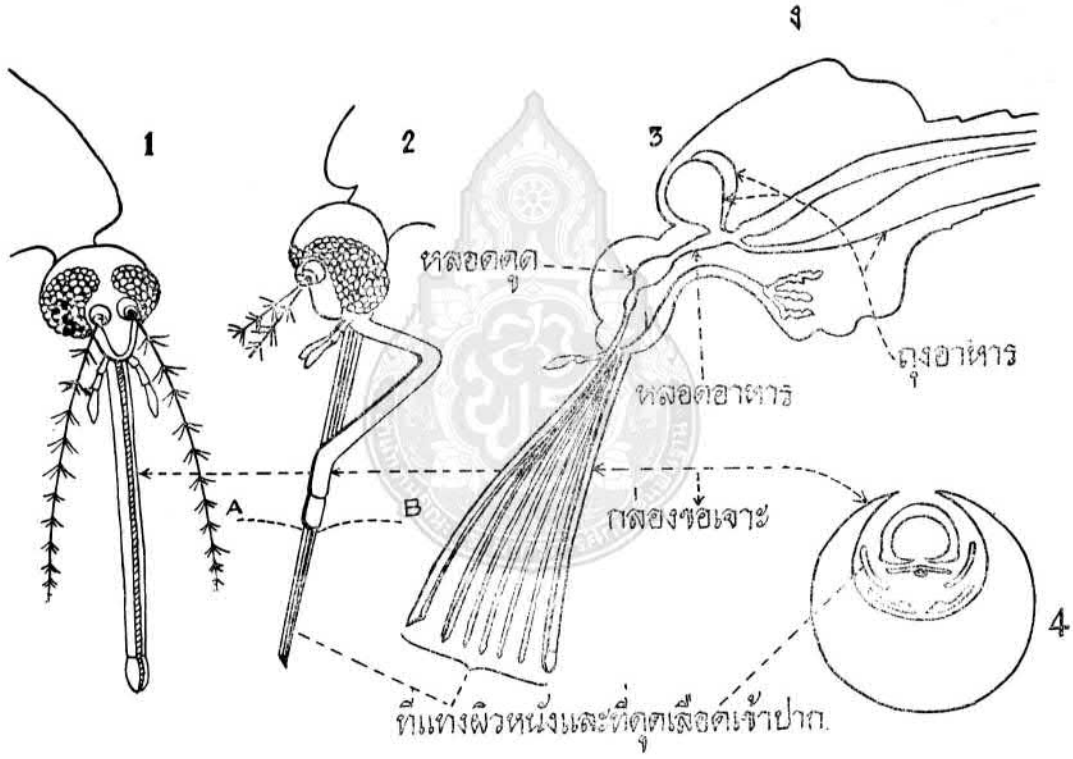
ลักษณะภายนอก

รูปร่างภายนอกของยุงก้นปล่อง (คล้ายกับแมลงทั่ว ๆ ไป) ก็อประกอบด้วยส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้อง (ดูรูปที่ ๖๗)



รูปที่ 67 ความเป็นมาของยุง

ที่หัวมีตาผสมสองตา และหนวดเป็นปล้อง ๆ สองเส้น ตัวผู้มักมีขนมากกว่าตัวเมีย ตัวเมียผอมและมีขนน้อยกว่า มีปากเป็นขอเจาะยื่นยาวออกมาทางด้านหน้าของหัว เป็นอวัยวะสำหรับดูดอาหารของมัน ปากของยุงตัวผู้เป็นท่อเล็ก ๆ ใช้สำหรับดูดน้ำหวานจากพืช (ใช้ดูดโลหิตไม่ได้) ยุงตัวเมียนอกจากมีท่อสำหรับดูดน้ำหวานจากพืชแล้วยังมีอวัยวะคล้ายเข็มแหลม ๆ อีก ๖ อันอยู่ในขอเจาะ ซึ่งใช้สำหรับแทงลงใต้ผิวหนังแล้วดูดโลหิตของสัตว์รวมทั้งของคนด้วย (ดูรูปที่ ๖๗) ยุงตัวเมียเท่านั้นที่ดูดโลหิต



รูปที่ 68 แสดงส่วนปากของยุงตัวเมีย
แสดงขอ 1. ขณะพัก 2. ขณะกัด 3. ส่วนปากที่ขยายออก
4. รูปตัดในรูป 2) เส้นไข่ปลาแสดงผิวหนังที่ถูกดูดเลือด

ส่วนอกประกอบด้วยขาเป็นปล้อง ๆ ๓ คู่ และปีกคู่หนึ่ง และปีกเล็กสำหรับทรงตัวคู่หนึ่ง (ขาส่วนใหญ่ใช้สำหรับเกาะไม่ใช่สำหรับเคลื่อนไหว ยุงมักจะบินจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง)

ส่วนท้องประกอบด้วยปล้องสิบปล้อง แต่จะมองเห็นได้เพียง ๗ ปล้องเท่านั้น

ชีวประวัติความเป็นมาของยุง

ยุงก้นปล่องตัวเมียอาจไข่ถึง ๓๐๐ ฟอง มันออกไข่ที่ละใบ ลงบนผิวน้ำ ไข่ใบหนึ่ง ๆ มีรูปร่างคล้ายเรือบด มีทุ่นลอยตรงกลางทั้งสองข้าง เพื่อช่วยให้ไข่ลอยน้ำอยู่ได้ (ดูรูปที่ ๖๗)

หลังจากไข่ประมาณ ๔๘ ชั่วโมง ก็จะฟักออกเป็นตัวอ่อนเรียกว่าลาวา (ลูกน้ำ—ดูรูปที่ ๖๒) ลูกน้ำมีส่วนหัว ส่วนอก และส่วนท้องเห็นได้ถนัด เมื่อยังอ่อนอยู่มันหายใจจากออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ และกินอาหารที่เป็นอนุภาคเล็ก ๆ ที่ลอยอยู่ในน้ำ แล้วเติบโตอย่างรวดเร็ว หลังจากฟักเป็นตัวราว ๒๔ ชั่วโมง ก็จะลอกคราบ ตัวก็โตขึ้น มันจะกินแล้วก็เติบโต และลอกคราบเช่นนี้ รวม ๔ ครั้ง ครั้งหลัง ๆ นี้มันจะหายใจทางช่องสำหรับหายใจเล็ก ๆ ซึ่งติดอยู่ที่ท้องปล้องที่ ๘ เมื่อนอนใต้ผิวน้ำตัวมันจะขนานไปกับผิวน้ำ กินอาหารโดยปากที่มีขนคล้ายแปรง

หลังจากลอกคราบสี่ครั้งแล้วและกินเวลาระหว่างหนึ่งและสองอาทิตย์ ตั้งแต่เป็นตัวมามันก็จะเปลี่ยนเป็นลูกน้ำตัวกลม ๆ คล้ายเครื่องหมาย , เรียกว่า บีวปา (บีวปาของลูกน้ำ ภาษาไทยเรียกว่าอ้ายโม่ง) มีหัวและตัวโต (ดูรูปที่ ๖๗) ระยะนี้เป็นระยะพัก ขาปีกหนวดและปากจะค่อยๆ เจริญอยู่ภายใน บีวปาไม่กินอาหาร มีท่อหายใจอยู่ที่หัวสองอัน ปากบานออกคล้ายแตร ปลายของท่อจะโผล่พ้นน้ำออกไปดูดอากาศ

หลังจากเป็นบีวปาอยู่สองสามวันก็จะกลายเป็นยุงที่ออกมาใหม่ ๆ จะเกาะนิ่ง ๆ อยู่บนผิวน้ำประมาณหนึ่งหรือสองชั่วโมง ปีกก็จะค่อย ๆ กางออกและแข็งแรงมากเข้า จากนั้นมันก็จะบินไปและผสมพันธุ์กันในเวลาต่อมา

ยุงก้นปล่องที่เกาะอยู่กับที่ ตัวจะเอียงทำมุมกับพื้น ๓๐°—๔๐° (ดูรูปที่ ๖๗) หัวก้มลง ตัวและปากต่อเป็นเส้นตรงอันเดียวกัน (ยุงธรรมดาขณะที่เกาะอยู่กับที่ตัวจะขนานอยู่กับพื้นที่เกาะ)

มาเลเรีย

เราพึงทราบกันเสียก่อนว่ามาเลเรียเป็นโรคที่มีแพร่หลายที่สุดในโลก นอกจากจะทำให้คนเสียชีวิตลงนับด้านทั้งทางตรงและทางอ้อมแล้ว มันยังเป็นอุปสรรคของความเจริญอีกด้วย เพราะผู้คนอีกนับด้านที่มีความอ่อนเพลียเพราะโรคมาเลเรีย เขาไม่สามารถมีชีวิตที่เป็นสุขและทำประโยชน์ได้ การค้นพบเมื่อเร็ว ๆ นี้ช่วยปราบปรามโรคให้ลงบดลงได้เป็นอันมาก ชัยชนะ

ต่อมาเดเร็ยขณะนี้กำลังใกล้เข้ามามากแล้ว มีหลายแห่งที่โรคมาเดเร็ยได้ถูกปราบปรามลงอย่างราบคาบโดยมีทุนและความสามารถของเจ้าหน้าที่อย่างพร้อมมูล

เรื่องราวของมาเดเร็ยเป็นตัวอย่างสำคัญของคนที่พยายามเอาชนะโรคภัยไข้เจ็บให้ได้ ขอเล่าดังนี้

มาเดเร็ยเป็นโรคที่ร้ายแรงที่สุดของมนุษย์มากว่า ๒,๐๐๐ ปีแล้ว แต่ไม่มีใครทราบว่าโรคนี้เกิดจากอะไรหรือจะควบคุมได้อย่างไร มนุษย์ได้เริ่มวางโครงการที่จะปราบปรามมาเดเร็ยขึ้นในศตวรรษที่ ๑๗ เมื่อพบว่าสารที่สกัดจากเปลือกของต้นซิงโคนา (ซึ่งมีควินีน) ใช้รักษาโรคนี้ได้ แต่ไม่ทราบสาเหตุของมันจนกระทั่งปี ค.ศ. ๑๗๘๐ นายแพทย์ชาวฝรั่งเศสชื่อลาฟรองได้พบเชื้อมาเดเร็ยในเม็ดโลหิตแดงของคนไข้ อีกสองสามปีต่อมานายแพทย์ชาวอิตาลีอีกหลายคนได้ตรวจดูระยะต่าง ๆ ที่เชื้อโรคนี้เจริญเติบโตอยู่ในเม็ดโลหิต แต่ไม่มีใครทราบว่าเชื้อเหล่านี้เข้าสู่ร่างกายได้อย่างใด ประมาณปี ค.ศ. ๑๗๙๕ แมนซัน (นายแพทย์ชาวอังกฤษผู้พบว่าเชื้อโรคเท้าช้างที่เป็นกับคนนั้นยุงเป็นผู้พามา) ได้ให้คำแนะนำแก่รอส (นายแพทย์ทหารบกของอังกฤษในอินเดีย) ว่าโรคนี้ยุงอาจเป็นพาหะก็เป็นได้ และต่อมารอสได้พบเชื้อมาเดเร็ยของนกในผนังกระเพาะของยุงตัวเมียที่ได้ดูดโลหิตของนกที่เป็นโรคนี้ ในปี ค.ศ. ๑๗๙๖ รอสได้พบวิธีที่เชื้อมาเดเร็ยของนกผ่านจากกระเพาะของยุงเข้าสู่ต่อมน้ำลายและพร้อมที่จะผ่านเข้าสู่นกตัวต่อไปถ้าถูกกัดโดยยุงที่มีโรคนี้ ชีวประวัติของเชื้อมาเดเร็ยของนกทำให้รอสเข้าใจว่ายุงก็คงจะเป็นพาหะเช่นเดียวกัน งานของรอสได้มีนายแพทย์ชาวอิตาลีสองคนคิดตามทำต่อไป และพิสูจน์ได้ว่ายุงเป็นพาหะและก็เป็นการแน่นแจ้งว่าถ้าไม่มียุงก็ไม่มีโรคมาเดเร็ย

เมื่อพบแล้วว่ายุงเป็นพาหะนำเชื้อมาเดเร็ย จึงใช้วิธีปราบยุง เช่น ในอเมริกากลาง ซึ่ง เดอเลสเซพ (ผู้สร้างคลองสุเอซ) ได้ทิ้งงานสร้างคลองปานามาในปี ๑๘๘๑ เพราะคนงานเป็นโรคกันมาก ต่อมาชาวอเมริกันได้เริ่มขุดใหม่จนเป็นผลสำเร็จ เพราะเขาปราบยุงเสียก่อน

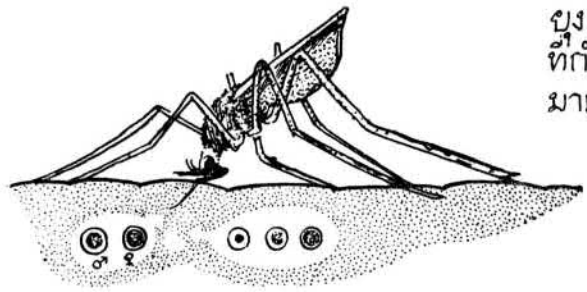
การค้นพบขั้นต่อไปคือยุงก้นปล่องเท่านั้นที่นำเชื้อมาเดเร็ยมาสู่คน ซึ่งช่วยให้ปัญหาปราบยุงง่ายเข้า เพราะยุงแต่ละชนิดต่างก็มีที่แพร่พันธุ์ต่างกัน และที่กินก็ต่างกัน

เรื่องเชื้อมาเลเรีย

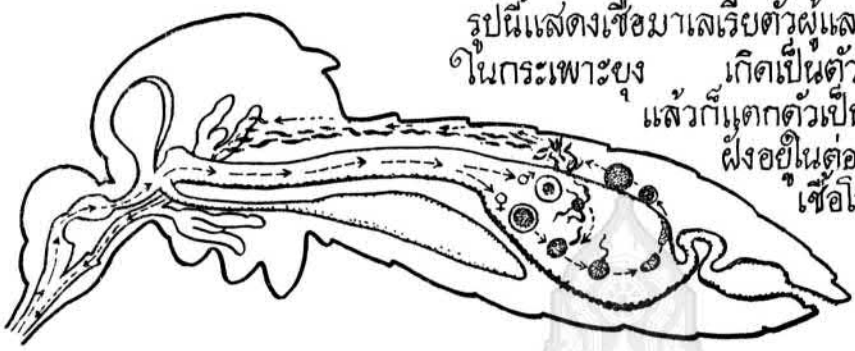
ตามปกติยุงก้นปล่องทั้งตัวผู้และตัวเมียใช้น้ำหวานของต้นไม้เป็นอาหาร แต่ถ้าผสมพันธุ์กันแล้วมันต้องการดูดโลหิตเพื่อช่วยการเติบโตของไข่ ขณะที่มันเอาปากแทงผิวหนังของคนเพื่อ

ดูดโลหิตมันจะบ้วนน้ำลายออกผสมกับโลหิตเพื่อกันโลหิตแข็ง และเพื่อทำให้เม็ดโลหิตแดงที่ใหญ่เกินที่จะเข้าสู่ปากแตกเสียก่อน แล้วจึงจะดูดเข้าสู่กระเพาะ (ดูรูปที่ ๖๙) ซึ่งต้องตรวจด้วยกล้องจุลทรรศน์จึงจะมองเห็น เชื้อนบางตัวจะถูกยุงดูดเข้าสู่กระเพาะของมัน (ดูรูปที่ ๖๙) แล้วมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขนคือกลายเป็นตัวยาว ๆ คล้ายเข็มเจาะกระเพาะ ขึ้นสู่ต่อมน้ำลาย (ดูรูปที่ ๖๙) หลังจากที่ยุงกัดคนป่วยมาแล้ว ๙ ถึง ๑๒ วัน ถ้ายุงตัวนั้นไปกัดคนอื่นอีก เชื้อมาเลเรียก็จะถูกปล่อยเข้าสู่โลหิต (ดูรูปที่ ๖๙) เชื้อที่มันปล่อยเข้าไปใหม่ ๆ นี้จะไหลตามโลหิตไปจนถึงตับ ใช้เวลาประมาณ ๑ อาทิตย์ เพื่อเติบโตและกลับลงสู่กระแสโลหิตใหม่ มันจะเริ่มเจาะเข้าสู่เม็ดโลหิตแดง แล้วเติบโตและแบ่งเซลหลายครั้งจนเป็นหลายเซล ต่อมา ๔๘ ชั่วโมง (ในมาเลเรียชนิดหนึ่ง) เม็ดโลหิตที่มีเชื้อมาเลเรียก็แตก ปล่อยเชื้อมาเลเรียที่อยู่ภายในออกมา พวกนี้จะเข้าเจาะเม็ดโลหิตแดงอื่น ๆ ต่อไปอีก แล้วก็ทำให้เม็ดโลหิตแดงแตกอีกใน ๔๘ ชั่วโมงต่อมา โดยวิธีนี้เชื้อมาเลเรียจะเพิ่มปริมาณมากขึ้นทุกที ประมาณ ๑๐ ถึง ๑๕ วัน จะมีเชื้อนับจำนวนเป็นล้าน ๆ ตัว อาการขั้นแรกก็เริ่มขึ้น ขณะนี้อาการนี้จะมีเชื้อมาเลเรียประมาณ ๓ ล้านตัวต่อโลหิต ๑ ลูกบาศก์เซนติเมตร อาการจะเริ่มเป็น ๓ ระยะ (๑) ระยะหนาว (๒) ระยะร้อน และ (๓) ระยะเหงื่อออก ตอนแรกคนไข้จะรู้สึกหนาว (ถึงแม้อุณหภูมิจะพุ่งขึ้น) ต่อมาอีกหนึ่งหรือสองชั่วโมงจะรู้สึกร้อนและคล้ายถูกไฟลวก อุณหภูมิขึ้นเรื่อย ๆ ต่อมาอีก ๒ — ๓ ชั่วโมง จะรู้สึกไม่สะบายกระสับกระส่ายและปวดศีรษะ เหงื่อเริ่มออก อุณหภูมิกลับลดลงโดยรวดเร็วและอีก ๒ — ๓ ชั่วโมงต่อมา คนไข้ก็สบายขึ้น แต่จะรู้สึกเหนื่อยและอ่อนเพลีย อาการไข้จะเกิดขึ้นเมื่อเม็ดโลหิตแดงแตก ปล่อยเชื้อมาเลเรียและพิษของมันออกมา มาเลเรียชนิดที่กล่าวนี้จะมีอาการไข้ทุก ๆ ๔๘ ชั่วโมง (หมายเหตุในการเป็นโรคมาเลเรียครั้งแรกไข้มักจะมีคิด ๆ กันใน ๒—๓ คราวแรก) เชื้อมาเลเรียที่กล่าวมานี้ไม่ใคร่ทำอันตรายรุนแรงนัก แต่ยังมีชนิดอื่นอีกที่ทำอันตรายร้ายแรงมาก จึงจำเป็นต้องปรึกษาแพทย์ มาเลเรียไม่ใช่โรคเด็กน้อยเลย

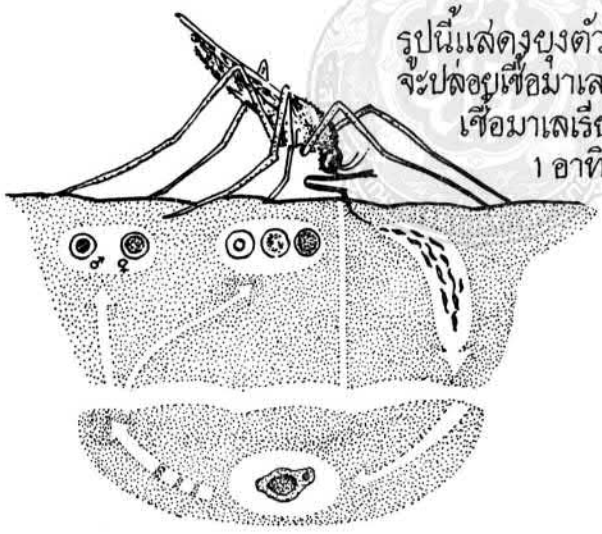
ต่อมาเชื้อมาเลเรียบางตัวจะมีเซลโตขึ้นเป็นอีกแบบหนึ่งและไม่ทำให้เกิดไข้ และถ้าคนไข้ถูกยุงกัดปล่อยตัวเมียกัดในระยะนี้ (ระหว่างเจ็ดถึง ๑๐ วัน หลังจากเริ่มมีอาการ) เชื้อที่กล่าวจะถูกยุงดูดเข้าสู่กระเพาะของมัน (ดูรูปที่ ๖๙)



ยุงก้นปล่องตัวเมียกำลังกินเลือดคน ที่กำลังเป็นไข้จับสั่น ดูดเอาเลือดที่มีเชื้อมาเลเรียเข้าไปซึ่งมีทั้งตัวเมียและตัวผู้



รูปนี้แสดงเชื้อมาเลเรียตัวผู้และตัวเมียผสมพันธุ์กันในกระเพาะยุง เกิดเป็นตัวรูปไข่ฝังในผนังกระเพาะยุง แล้วก็แตกตัวเป็นเชื้อมาเลเรียรูปเข็มไปฝังอยู่ในต่อมน้ำลายของยุง ในระยะนี้เชื้อโรคเจริญอยู่ในยุง กินเวลา 1 อาทิตย์



รูปนี้แสดงยุงตัวนั้นกลับมากัดคนอีกที่หนึ่ง ยุงจะปล่อยเชื้อมาเลเรียลงไปสู่ผิวหนังคน ภายใน $\frac{1}{2}$ ชม. เชื้อมาเลเรียก็จะไปสู่ตับ และเจริญเติบโตขึ้นใน 1 อาทิตย์ แล้วจึงกลับเข้ามาในกระแสโลหิตและเข้าไปในเม็ดโลหิต

รูปที่ 69 วัฏจักรของมาเลเรีย

ภาพนี้เป็นผังเพื่อให้เข้าใจเรื่องราวเท่านั้น ไม่ได้ทำขนาดของเชื้อพาราไซต์และยุงให้ได้สัดส่วนกัน

ชีวประวัติของเชื้อมาเลเรียยุ่งยากสลับซับซ้อนมาก และใช้เวลาทั้งหมดประมาณ ๓๐ วัน แบ่งเป็นสองระยะที่เห็นได้ชัด คือ (๑) ในร่างกายของคน (๒๐ ถึง ๒๔ วัน) และ (๒) ในยุง (๘ ถึง ๑๒ วัน) ท่านจะสังเกตเห็นว่าการที่เชื้อมาเลเรียจะแพร่พันธุ์ก็ต่อเมื่อยุงก้นปล่องตัวเมียออกหาโลหิตกินหลังจากดูดมาแล้วหนแรก ๘ ถึง ๑๒ วัน

เชื้อมาเลเรียมี ๔ ชนิด ทำให้เกิดโรคมาเลเรีย ๔ ชนิด ๓ ชนิดที่จะกล่าวถึงเป็นชนิดที่สำคัญที่สุดคือ

(๑) เชื้อพลาสโมเดียม ไวแวกซ์ ทำให้เกิดไข้ทุก ๆ ๔๘ ชั่วโมง โดยมากไม่ทำให้คนไข้ถึงตาย

(๒) พลาสโมเดียม ฟอลซิปารัม ทำให้เกิดไข้ทุก ๆ ๔๘ ชั่วโมง เช่นชนิดแรก แต่มีอันตรายร้ายแรงกว่า

(๓) พลาสโมเดียม มาเลริอี ทำให้เกิดไข้ทุก ๆ ๗๒ ชั่วโมง เป็นโรคที่ไม่ใคร่รุนแรงนัก และเนื่องจากโรคแต่ละชนิดต้องการการรักษาต่างกัน ฉะนั้น จึงควรปรึกษาแพทย์เสียแต่เนิ่น ๆ

วิธีป้องกันโรคมาเลเรีย

ภาษิตเก่าแก่ที่ว่า "กันไว้ดีกว่าแก้" นั้นเป็นความจริงเสมอ และโดยเฉพาะอย่างยิ่งคือโรคมาเลเรีย เพราะเราป้องกันมันได้ดีมาก แต่ถ้ามีเชื้อโรคอยู่ในร่างกายแล้วยากที่จะทำลายมันให้หมดไปได้ ตามหลักวิธีทำลายเชื้อมาเลเรียให้หมดไปมีอยู่ ๓ วิธี คือ

(๑) ทำลายยุงที่เป็นพาหะนำเชื้อให้หมด หรือ

(๒) ป้องกันทุก ๆ คนอย่าให้ยุงกัด หรือ

(๓) ทำลายเชื้อมาเลเรียในร่างกายคนให้หมด

ที่แล้ว ๆ มาเขาเคยใช้ทั้งสามวิธี ขณะนี้มียาฆ่าแมลงใหม่ ๆ ที่ทำลายยุงได้ผลดีมาก วิธีที่หนึ่งจึงเป็นวิธีที่ดีที่สุด

การกำจัดยุง

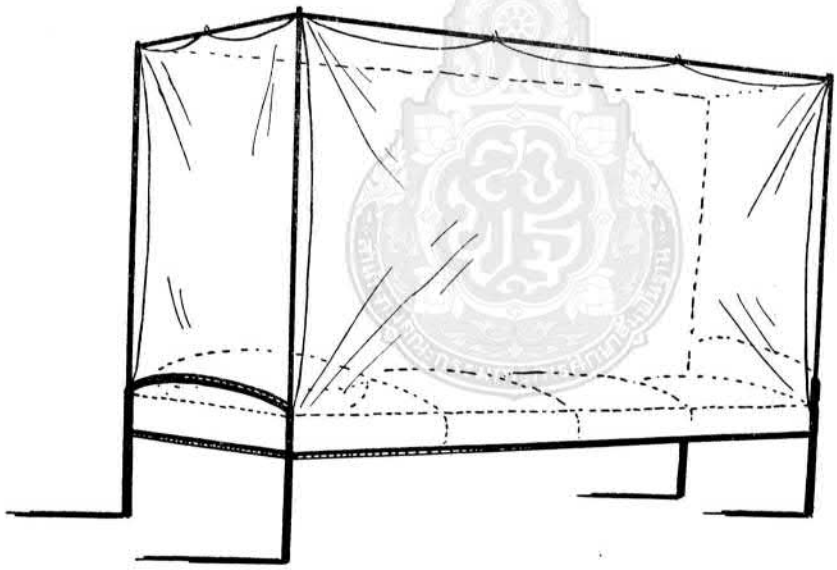
ก่อนที่จะพบยาฆ่าแมลงใหม่ ๆ (เช่น ดี.ดี.ที.) วิธีที่ดีที่สุดก็คือ ไม่ให้มีที่เพาะพันธุ์ยุง เนื่องจากชีวิตตอนแรกมันต้องอยู่ในน้ำ ขั้นแรกในการจำกัดก็คือตรวจดูว่า ที่ใดบ้างที่มีน้ำขังให้

ยุงไข่ได้ก็แก้ไขเสีย บ่อเล็ก ๆ ก็ถมเสีย พวกกระป๋อง เหยื่อกแตกและกะลามะพร้าวที่อาจขังน้ำได้ต้องเก็บให้หมด รางรองรับน้ำฝนต้องไม่ทำให้งอเพราะน้ำอาจขังได้ รูโหว่ในต้นไม้ต้องเอาซีเมนต์อุดให้หมด ทางน้ำไหลที่ไม่มีฝาบีด จะต้องมีขอบหรือตลิ่งเป็นทางค่อนข้างชันและเรียบและต้องทำให้สะอาดอยู่เสมอเพื่อมิให้ลูกน้ำเกาะได้ น้ำจะได้พัดพาไปหมด และถ้าฝนตกลงมาก็ให้ไหลออกไปได้โดยเร็ว วิธีระบายน้ำที่ดีขึ้นไปอีก คือฝังท่อใต้ดินเพื่อให้น้ำที่นองอยู่มีทางระบายไปตามท่อ ยุงก็ลงไม่ได้ (วิธีนี้ใช้สำหรับระบายน้ำตามหุบเขาแคบ ๆ มาก) บ่อน้ำที่ไม่มีทางระบายหรือถมไม่ได้ จะต้องพ่นด้วยน้ำมัน เมื่อพ่นน้ำมันให้เป็นผิวบาง ๆ คลุมอยู่ทั่วผิวน้ำ ลูกน้ำขึ้นมาหายใจไม่ได้ก็จะตายหมด ถ้าหากเติม ด.ด.ท. ลงไปด้วยก็จะทำให้ลูกน้ำถูกยาพิษตายเร็วขึ้นอีก ลูกน้ำกินเวลากว่า ๗ วันจึงจะกลายเป็นยุง ถ้าเราฉีดน้ำมันทุก ๆ ๗ วัน ลูกน้ำก็เติบโตไม่ได้

เมื่อเร็ว ๆ นี้การกำจัดอย่างถาวรได้ทำกันเป็นการใหญ่โดยใช้ ด.ด.ท. และยาฆ่าแมลงที่คล้ายคลึงกัน ยาใหม่ ๆ เหล่านี้ได้ช่วยปฏิวัติการปราบโรคมาเลเรียได้ทั่วประเทศร้อนเลยทีเดียว ด.ด.ท. เป็นยาที่ทำลายยุงและแมลงอื่นได้ชะงัดมาก ถ้าฉีดยาไว้ตามผนังตึกหรือบ้านและตามเพดาน เมื่อของเหลวระเหยไปแล้วจะเหลือผลึกของ ด.ด.ท. ติดอยู่ เมื่อยุงมาเกาะเข้ามันก็จะถูก ด.ด.ท. ซึมเข้าสู่ร่างกายและมันจะตายภายใน ๒—๓ ชั่วโมงต่อมา ด.ด.ท. ยังใช้ผสมกับน้ำมันฉีดตามที่ออกไข่อีกด้วย ที่เกาะไซปรัส เขาทำลายยุงก้นปล่องจนหมดสิ้นไปทั้งเกาะโดยการฉีด ด.ด.ท. ตามที่ออกไข่ของมัน ในบริติช กิอานา ยุงก้นปล่องอย่างร้ายแรงสองชนิดได้ถูกกวาดล้างไปโดยการฉีดอาคารบ้านช่องด้วย ด.ด.ท. และเชื่อมาเลเรียก็เลยหายหมดไป รวมทั้งในนาข้าว ไร่อ้อย ที่ลุ่มและหนองน้ำต่าง ๆ ความสำเร็จนี้ได้นำไปใช้ที่เกาะมอริเชียส ดูก็ได้ผลเช่นกัน ในโรดีเซียใต้เขาใช้คน ๕ คณะ ประกอบด้วยคน ๑๕ คน ในฤดูหนึ่ง ๆ จะบุกไปตามที่ต่าง ๆ เป็นเนื้อที่ประมาณ ๒,๐๐๐ ตารางไมล์เที่ยวฉีด ด.ด.ท. ให้แก่อาคารบ้านช่องทุกหลัง แต่ก่อนมานี้เกือบจะเป็นธรรมเนียมว่า เมื่อถึงฤดูฝนกรรมกรตามไร่นาในบริเวณนี้จะพากันไม่สบายเสีย ๒๐ ถึง ๒๕ % ของประเทศบราซิล แต่หลังจากที่ทุก ๆ กระต๊อบได้ฉีด ด.ด.ท. แล้ว ไม่มีใครเจ็บไข้อีกเลย ที่ในทรานส์วาล บางส่วนของมณฑลบอมเบย์ ในอิตาลี กรีก เวเนซุเอลาและอเมริกา ก็ทำได้ผลทั้งสิ้น ฉะนั้น มาเลเรียซึ่งเป็นศัตรูตัวร้ายของคนมาร่วม ๒,๐๐๐ ปี กำลังจะถูกปราบให้ราบคาบลงแล้ว

วิธีป้องกันยุงกัด

ในบริเวณที่ยังมียุงก้นปล่องอยู่อีก วิธีป้องกันการแพร่ของโรคก็คือ ป้องกันอย่าให้ยุงกัด ถ้าเป็นตำบลที่มีโรคชุกชุมจะต้องใช้ลวดสักรีนกรุประตู หน้าต่าง และช่องเปิดภายในบ้านให้หมด กันมิให้ยุงเข้าสู่ภายในได้ วิธีนี้เป็นวิธีที่ต้องลงทุนมาก (และทำให้ยุ่งยากต่อการถ่ายเทของอากาศด้วย) ฉะนั้นบางทีเขาจึงทำเพียงห้องเดียวที่ให้ยุงเข้าไม่ได้ สำหรับใช้เมื่อพระอาทิตย์ตกดินแล้ว ฉะนั้น คนที่อยู่ในบริเวณที่มีโรคส่วนมากจึงใช้มุ้ง ตลบมุ้งลงเมื่อพระอาทิตย์ตกดิน ปลายตีนมุ้งจะต้องเหน็บเข้าใต้ที่นอน (ดูรูปที่ ๗๐) ตอนเย็นควรนุ่งกางเกงขายาวและเสื้อแขนยาวด้วย



รูปที่ 70 เตียงกับมุ้งกันยุง ผูกด้านในกับมุมเตียงและสอดเข้าไปใต้ที่นอน

สิ่งสำคัญเหนือสิ่งใดทั้งหมด คือ คนไข้ที่กำลังเป็นมาเลเรีย (หรือที่ค่อยทุเลาแล้ว) จะต้องอยู่ในห้องที่กันยุงได้หรืออยู่ในมุ้ง เพื่อจะได้ไม่ให้ยุงนำเชื้อไปเผยแพร่อีกได้ ควรระมัดระวังให้มากระหว่างพระอาทิตย์ขึ้นและพระอาทิตย์ตก ซึ่งเป็นเวลาที่ยุงก้นปล่องกำลังออกหากิน

วิธีทำลายเชื้อมาเลเรีย

ตามทฤษฎี ถ้าหากสามารถรักษาคนทุกคนที่ได้รับเชื้อมาเลเรียเสียแต่เนิ่น ๆ โรคนี้ก็จะถูกกวาดล้างให้หมดสิ้นไปได้ แต่ปฏิบัติจริง ๆ กลับทำไม่ได้ การกำจัดยุงก้นปล่องจึงเป็นวิธีที่ดีกว่า แต่การใช้ยากินก็ยังคงเป็นของจำเป็นอยู่ เช่นในกรณีที่มีโรคมาเลเรียระบาดขึ้น ยาควินินจะช่วยทำลายเชื้อมาเลเรียในโลหิต แต่มันทำลายได้เพียงเชื้อในบางระยะเท่านั้น ควินินไม่สามารถทำลายเชื้อมาเลเรียตอนที่เป็นตัวยาว ๆ คล้ายเข็มที่ยุงปล่อยเข้าสู่ร่างกายคนขณะที่มันกัด และตอนที่เชื้อมาเลเรียเป็นตัวโต ๆ พร้อมที่จะให้ยุงนำไปแพร่ต่อ ควินินทำลายเชื้อมาเลเรียขณะที่มันเข้าไปอยู่ในเม็ดโลหิตแดง หรือขณะที่ออกจากเม็ดโลหิตแดง เมปาครีน (อาเตบริน, ควินาครีน) ทำลายได้เช่นเดียวกับควินิน แต่ไวกว่า ความจริงเมื่อถูกยุงที่มีเชื้อมาเลเรียกัด ก็อาจป้องกันโดยกินยาเมปาควินินได้ พามาควิน (พลาสโมควิน) สามารถฆ่าเชื้อมาเลเรียตอนที่เป็นตัวโต ๆ และแพร่เชื้อได้ จึงเป็นยาที่ช่วยป้องกันมิให้ยุงก้นปล่องที่กัดนำเชื้อมาเลเรียได้ การใช้ยาพามาควินจึงเป็นประโยชน์ต่อสังคมด้วย พาลูดรินเป็นยาที่ใช้ได้ทั้งป้องกันและรักษา ก่อนหน้านี้ยังไม่มียาชนิดใดที่สามารถทำลายเชื้อมาเลเรียระยะที่กำลังเติบโตอยู่ในตับ และก่อนเจาะเม็ดโลหิตแดงได้เลย ยานี้ดีขนมาก ถ้าเรากินพาลูดรินคราวละน้อยตามเวลาก็จะป้องกันมิให้เชื้อตอนก่อนที่จะทำให้เกิดไข้นั้นเติบโตได้ ฉะนั้นการใช้พาลูดรินให้ถูกต้องจะช่วยให้ปราศจากโรคมาเลเรีย ถึงแม้จะได้รับเชื้อมาก็ตาม ยาอีกชนิดหนึ่งที่ใช้กันอยู่ คือ คลอโรควิน

ไข้เหลือง

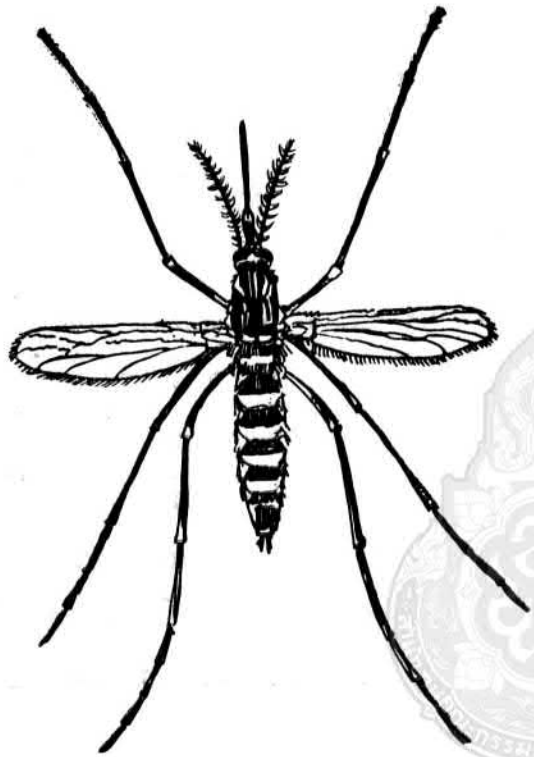
ในศตวรรษที่ ๑๘ และ ๑๙ โรคไข้เหลืองเป็นโรคที่มีทั่วไปในประเทศร้อน และค่อนข้างร้อนที่อยู่ตามขอบมหาสมุทรอตลันติก และเป็นโรคที่ร้ายแรงกว่ามาเลเรีย ทุกวันนี้คงมีเหลืออยู่แต่เฉพาะอเมริกากลาง และอเมริกาใต้ และในอัฟริกาตอนใต้ของสะฮารา เนื่องจากไข้เหลืองเป็นโรคที่ไม่ใคร่ปรากฏ จึงรู้สึกคล้ายกับว่าจะเสียเวลาไปเปล่า ๆ ที่จะกล่าวถึงโรคที่ไม่มีใครรู้จัก แต่เราควรทราบถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ถ้าโรคนี้ระบาดเข้ามา ไข้เหลืองมีลักษณะคล้ายมาเลเรียที่ยุงเป็นพาหะ ไข้เหลืองมีสองชนิด คือ

(๑) ชนิดที่หนึ่งเป็นกับคนเท่านั้น และ

(๒) เป็นกับลิงและบางทีก็ติดต่อถึงคน

ทั้งสองชนิดนี้นำโดยยุงคนละชนิด

พาหะที่นำเชื้อไข้เหลืองในคนมีชื่อสามัญว่า ยุงลายหรือ "ยุงเสือ" (ชื่อละตินว่า เอดีส หรือสเต็กโกไมอา) (ดูรูปที่ ๗๑) ยุงชนิดนี้สังเกตได้ง่ายโดยตามขาและตามตัวมีลายขาว ๆ ชอบวางไข่ในน้ำสะอาดที่ขังอยู่ในกระบ่อง เหยือกน้ำขวด ตามแอ่งบนหลังคา และถังน้ำ ส่วนยุงก้นปล่องนั้นชอบไข่ในน้ำที่ขังอยู่ตามธรรมชาติเป็นส่วนมาก ฉะนั้นยุงเอดีสจึงเป็นยุงที่อาศัยอยู่ในเมืองและตามบ้าน ส่วนยุงก้นปล่องมักอยู่ในชนบท เชื้อโรคที่ทำให้เกิดไข้เหลืองเป็นไวรัส เมื่อยุงนักดคนที่มีอาการของโรคมาแล้วใน ๓ วันแรก มันจะดูดเอาเชื้อไวรัสไปบ้าง และประมาณหนึ่งอาทิตย์ต่อมา ถ้าไปกัดใครเข้าก็จะแพร่โรคไป และจะแพร่ได้เรื่อยไปตลอดชีวิตของมัน เมื่อยุงเสือที่มีเชื้อกัดคน โรคก็จะไหลลงสู่โลหิตตามน้ำลายของยุง ต่อมาอีก ๓ ถึง ๖ วัน คนไข้ก็จะมีอาการไข้ขึ้นอย่างกะทันหัน เป็นอยู่ราว ๓ หรือ ๔ วัน ซึ่งคล้ายกับไข้ป่ามาก ในรายที่ร้ายแรง ผิวหนังและตาขาวจะเป็นสีเหลืองและมีโลหิตตกใน โดยมากคนไข้จะตาย ถ้าหากคนไข้ฟื้น ร่างกายจะมีความคุ้มกันไปตลอดชาติ



รูปที่ 71 ยุงเสือตัวเมีย (ขยาย) ให้สังเกตลักษณะจะเพาะของตัวและขา (ยุงนี้นำเชื้อไข้เหลืองและแดงกิว)

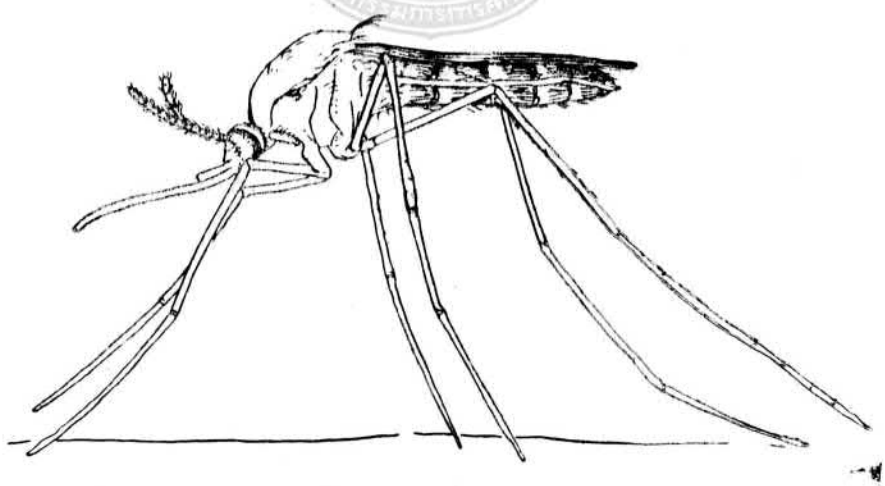
ไข้เหลืองชนิดที่เป็นกับลิงมีในป่าอเมริกาใต้ อัฟริกาตะวันตกและตะวันออก โดยยุงอีกชนิดหนึ่งซึ่งวางไข่ในป่าทึบห่างไกลจากหมู่บ้านมาก และใช้ชีวิตอยู่ตามยอดไม้ (ลิงก็ใช้ชีวิตอยู่บนยอดไม้เหมือนกัน) คนที่เข้าป่าอาจคิดเชื้อมาจนกระทั่งกลับถึงบ้านจึงแสดงอาการ ถ้าในระหว่าง ๒—๓ วันแรกที่มีไข้อยู่เขาถูกยุงเอดีสกัด ก็จะทำให้โรคไข้เหลืองนี้ระบาดทั่วไป

ทุกวันนี้มีวิธีป้องกันไข้เหลือง โดยฉีดวัคซีนของเชื้อไข้เหลืองที่อ่อนกำลังลงแล้ว ครั้งละน้อย เชื้อนี้ได้มาจากโลหิตของชาวอัฟริกาตะวันตกคนหนึ่งซึ่งฟื้นจากการเป็นโรคนี้ในปี ค.ศ. ๑๙๒๗ ไวรัสพิเศษนี้เขาเพาะไว้ในไข่ไก่ ซึ่งใช้สำหรับเตรียมวัคซีน เอาไปทำให้แห้งและเก็บไว้ในที่เย็นจัดจนแข็ง จนกว่าจะต้องการใช้

ถึงแม้ในอาเซียจะไม่มีโรคนี้ แต่ถ้าหากเชื้อระบาดมาถึง มันก็จะแพร่ต่อไปอีกโดยรวดเร็วอย่างไม่มีปัญหา เพราะพาหะนำเชื้อก็คือยุงที่มีอยู่ทั่วไป ในอดีต ระยะทางระหว่างหมู่บ้านหนึ่ง ๆ ห่างไกลกันมากจึงช่วยให้โรคระบาดได้ยากเข้า เพราะคนที่เป็นโรคนี้กว่าจะเดินทางไปถึงอีกตำบลหนึ่ง เชื้อก็หยุดแพร่แล้ว แต่ทุกวันนี้การเดินทางอากาศไปได้รวดเร็วมาก ซึ่งอาจเป็นได้ว่าผู้โดยสารถูกยุงที่มีโรคกัดเอาก่อนเดินทางจากอัฟริกาตะวันตก โรคนี้จะแสดงอาการใน ๗ ถึง ๑๐ วันต่อมา เมื่อเขามาถึงประเทศที่ไม่มีโรคไข้เหลืองแต่มียุงเสือชุกชุม โรคก็จะระบาดได้ วิธีป้องกันการแพร่ของโรค โดยวิธีนี้ทุกประเทศได้ตกลงที่จะพ่นยาฆ่าแมลงในเรือบินก่อนที่จะออกจากประเทศนั้น และเมื่อมาถึงอีกประเทศหนึ่ง เพื่อให้สนามบินปราศจากยุงและต้องตรวจดูอีกว่าผู้โดยสารทุกคนได้รับการฉีดวัคซีนป้องกันโรคไข้เหลืองแล้ว

หนอนพิราเรีย (โรคเท้าช้าง)

พาหะที่นำหนอนนี้คือยุงธรรมดา (คิวเล็กซ์) ตัวเมียที่ดูดโลหิตของคนที่เป็นโรค (ดูรูปที่ ๗๒)



รูปที่ 72 ยุงคิวเล็กซ์ตัวเมียในท่าพัก ลำตัวขนานกับพื้น(ซ้าย) ยุงเสือก็อยู่ในท่าเดียวกัน

หนอนพิลาเรียที่ยังอ่อนอยู่ตัวยาวประมาณ ๑.๕ มิลลิเมตร เมื่อยุงกัดคนหนอนก็จะเข้าสู่ใต้ผิวหนัง แล้วไชไปจนถึงท่อน้ำเหลือง เมื่อเติบโตเต็มที่ (ยาวประมาณ ๑๐ เซนติเมตร) หนอนเหล่านี้อาจอุดท่อน้ำเหลืองทำให้บวมโตขึ้นมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ขาและที่เท้า ทำให้เรียกว่าโรคเท้าช้าง หนอนพิลาเรีย ตัวเมียตัวหนึ่ง ๆ มีลูกเล็ก ๆ คล้ายเส้นด้ายมากมาย (ยาวประมาณ ๐.๓ มิลลิเมตร) เข้าสู่เส้นโลหิต หนอนเล็ก ๆ พวกนี้ในเวลากลางวันจะอาศัยอยู่ในเส้นโลหิตแดงพอตกเย็นจะคลานเข้าไปอยู่ในเส้นโลหิตฝอยใต้ผิวหนังแล้วอยู่ที่นั่นจนเช้า ถ้ายุงธรรมดา (culex) ตัวเมียกัดคนไข้ที่เป็นโรคในเวลากลางคืนก็จะดูดเอาหนอนพิลาเรียตัวเล็ก ๆ ไป หนอนนี้จะเจาะกระเพาะยุงเข้าสู่กล้ามเนื้อตรงส่วนอก แล้วเติบโตจนยาวประมาณ ๑.๕ มิลลิเมตร แล้วจึงเจาะเข้าสู่หัวของยุง ขดตัวนอนอยู่ใกล้ปาก เตรียมพร้อมที่จะเข้าสู่ผิวหนังของคน เมื่อยุงไปกัด

การกำจัดหนอนนี้ออกจากร่างกายคนไข้เป็นของยากอย่างยิ่ง การป้องกันจึงดีกว่า วิธีป้องกันที่สำคัญก็คือปราบยุงและอย่าให้ยุงกัด โดยนอนเสียในมุ้ง และคนที่เป็นโรคเท้าช้างจะต้องนอนในมุ้งเสมอ

หนอนพิลาเรียอีกชนิดหนึ่งเรียกว่า โลโล มีทั่วไปในอัฟริกากลางและตะวันตก และนำโดยแมลงชนิดหนึ่งเรียกว่า แมงโกรฟ ฟลาย หนอนโลโลทำให้เกิดโรค "แคละบา สเวลลิ่ง" มีอาการบวมใต้ผิวหนัง แต่เป็นอยู่ไม่นานและไม่มีอันตรายอย่างใด แต่บางคราวก็ก่อความเดือดร้อนเมื่อหนอนเหล่านี้เจาะเข้าสู่ลูกตา ตรงด้านหน้าและที่หนังตา

หนอนพิลาเรียอีกชนิดหนึ่ง เรียกว่า "ออนคอสเซอร์คา" พบในชาวอัฟริกาแถบเส้นศูนย์สูตร และในอเมริกากลาง นำโดยแมลงชนิดหนึ่ง ทำให้บวมใต้ผิวหนังคล้ายหนอนโลโล และอาจไชไปจนถึงลูกตา รบกวนสายตาและบางทีก็ทำให้ตาบอดได้ การป้องกันโดยกำจัดแมลงเป็นไปได้ยากมาก

หนอนกินนี่ (ดูรูปที่ ๓๓) เป็นหนอนพิลาเรียที่ตัวโตที่สุด แมลงมิได้เป็นพาหะ แต่กลับเป็นตัวไซคลอปในน้ำ ซึ่งอาจเข้าสู่ร่างกายได้โดยดื่มน้ำที่ยังไม่ได้ต้มจากบ่อที่มิได้มีการป้องกัน

ไข้ส่าและไข้แซนด์ฟลาย

ยุงเสือยังสามารถนำโรคไวรัสได้อีกคือไข้ส่า ส่วนไข้ "แซนด์ ฟลาย" นั้นแมลง "แซนด์ฟลาย" เป็นพาหะไม่ใช่ยุง โรคชนิดหลังนี้มีลักษณะคล้ายไข้ส่ามาก บางทีสังเกตความแตก

ต่างไม่ได้ แต่ไม่สู้สำคัญนักเพราะโรคทั้งสองมีวิธีรักษาอย่างเดียวกัน ทั้งสองชนิดนี้ไม่เป็นโรคร้ายแรงอย่างใด คนไข้ไม่ใคร่ตาย อาการตอนแรก ๆ คล้ายไข้เหลือง ถ้ายุงเสือกัดคนที่เป็นโรคไข้ต่ำในระยะ ๓ วันแรกที่เป็นไข้มันจะดูดเอาเชื้อไวรัสออกไปบ้าง ต่อมาอีกประมาณ ๑๐ วันยุงนี้จะแพร่เชื้อโรคได้ และได้เรื่อยไปตลอดชีวิต ถ้ายุงที่มีเชื้อกัดคนปรกติมันจะปล่อยเชื้อไวรัสเข้าสู่โลหิต ต่อมา ๔ ถึง ๗ วัน ก็จะมีอาการไข้ขึ้นอย่างกะทันหัน มีอาการปวดหลังและตามข้อมาก อาการไข้จะมีอยู่ราว ๓ หรือ ๔ วัน แล้วหายไป หนึ่งหรือสองวัน แล้วไข้ก็จะกลับมาอีก แต่เป็นไม่นานก็หายไป มีตุ่มขึ้นตามผิวหนังคล้ายเป็นหัด วิธีรักษาก็คือให้คนไข้นอนบนเตียงตั้งแต่มีอาการเริ่มป่วย เป็นเวลา ๗ ถึง ๑๐ วัน จนกระทั่งหาย

วิธีควบคุมโรคไข้ต่ำก็คือทำลายยุงเสือ และเวลานอนให้กางมุ้งทุกคน ตำบลใดที่มียุงเสือชุมมักมีโรคไข้ต่ำเกิดขึ้นเสมอ

แซนด์ฟลายตัวเล็กมากอาจรอดรูของมุ้งได้ ฉะนั้นในตำบลใดที่มีโรคไข้แซนด์ฟลายให้ใช้มุ้งที่ตาถี่เข้า แต่มุ้งชนิดนี้ทำให้อากาศถ่ายเทได้ยาก ทำให้รู้สึกร้อนมากเมื่ออยู่ในมุ้งนี้ แซนด์ฟลายชอบอยู่ใกล้พื้นดิน ฉะนั้น บนบ้านจึงไม่ใคร่มีแมลงพวกนี้รบกวน โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ามีลมพัดอยู่เสมอ ลมจะพัดพาแมลงไปหมด การฉีด ด.ด.ท. ตามพื้นดินรอบ ๆ บ้านช่วยลดจำนวนแซนด์ฟลายลงได้มาก

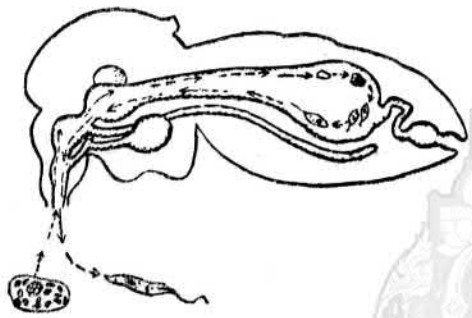
คาลา อะซา

แซนด์ฟลายยังเป็นพาหะนำเชื้อโรคซึ่งเป็นสัตว์เซลเดียว ที่ทำให้เกิดโรค คาลา อะซา โอเรียนตัลซอร์ และเอสปันเดีย ทั้ง ๓ นี้ เป็นโรคที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก (ดูรูป ๗๓) โรคคาลา อะซา มีในอัฟริกา จีน อินเดีย และอเมริกาใต้ เป็นโรคที่ทำให้ร่างกายค่อย ๆ ทรุดโทรมไปเรื่อย ๆ และมีไข้ ถ้าหากไม่รักษาด้วยยาที่ถูกต้องก็มักเป็นอันตรายถึงชีวิต ในบริเวณที่มีโรคมาเลเรียด้วย จะต้องให้แพทย์ผู้วินิจฉัยว่าโรคนั้นเป็นมาเลเรียหรือ คาลา อะซา

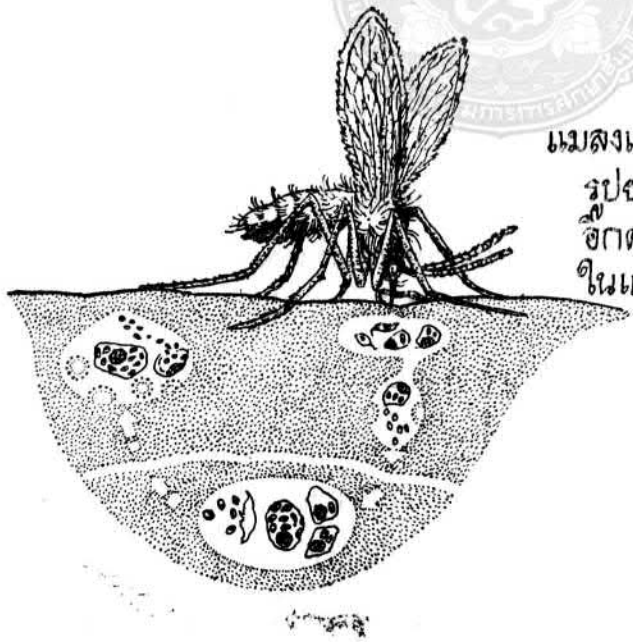
โอเรียนตัลซอร์ มีในอัฟริกา อินเดีย และประเทศตะวันออกกลาง เป็นโรคผิวหนังที่เกิดขึ้นช้า ๆ ตรงที่ได้รับเชื้อ มักเป็นตามหน้า แขนและขา โดยมากหายเอง หลังจากเป็นมาเป็นเวลาหลายเดือนแล้ว จากนั้นคนไข้จะมีความคุ้มกันโรคนี้ไปได้ตลอดชีวิต แต่ถ้ารักษาด้วยยาก็จะหายเร็วเข้า



แมลงแซนด์ฟลายจะดูดเอาลิชมาเนีย (รูปกลม) ในขณะที่กัดผู้ป่วยหรือหมาที่เป็นโรคลิชมาเนีย



ลิชมาเนียเจริญและเพิ่มจำนวนโดยการแบ่งตัวในกระเพาะของแมลงแซนด์ฟลาย ลิชมาเนียจะมีตัวยาวขึ้นและเคลื่อนไปอยู่ที่ ฟาริงซ์ ณ ที่นั้นจะเพิ่มจำนวนและอุดทางอาหาร



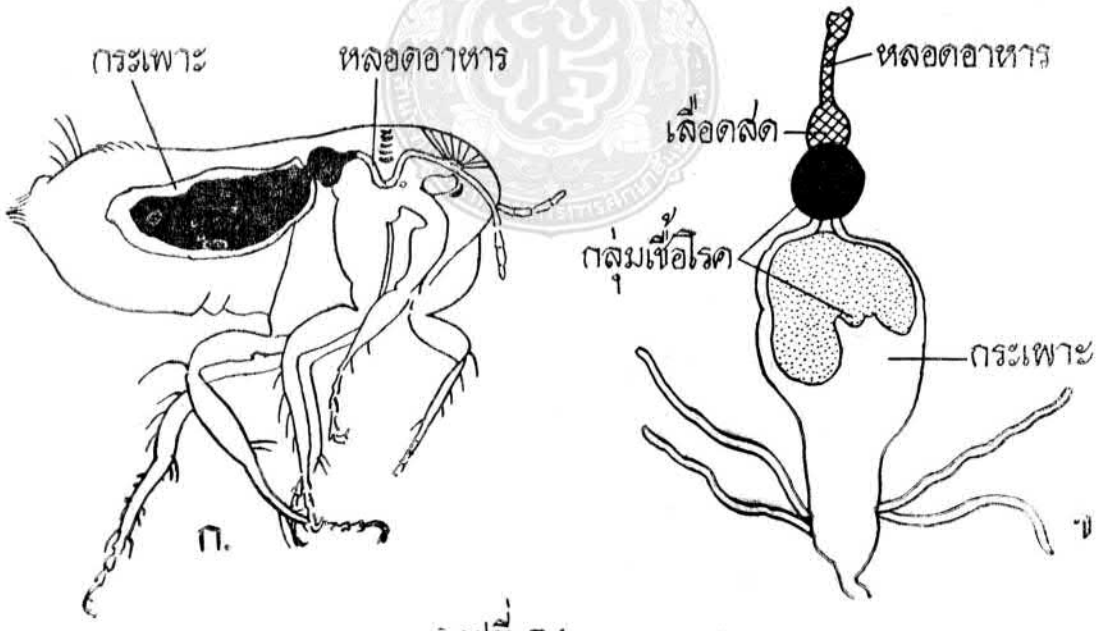
แมลงแซนด์ฟลายจะฉีดลิชมาเนียที่มีรูปยาว ว่ายได้ดีเข้าไปในคนหรือหมาอีกครั้งหนึ่ง วงจรชีวิตของลิชมาเนียในแมลงแซนด์ฟลายกินเวลา 10 วัน

รูปที่ 73 วัฏจักรลิชมาเนีย

โรคเอสบันเดีย มีในอเมริกาใต้เป็นส่วนมาก และมีในซูดานบ้าง มักเป็นที่จมูกและปาก ทำลายเนื้อเยื่อให้หลุดร่วงไป ถ้าหากไม่รักษามักเป็นอันตรายถึงชีวิต วิธีรักษาคงใช้ยาชนิดเดียวกับที่รักษาโรคคาลา อะซา แต่โรคเอสบันเดียรักษายากกว่า

กาฬโรค

กาฬโรคเป็นโรคอีกชนิดหนึ่งที่แมลงเป็นพาหะ แมลงนั้นคือ หมัดหนู เดิมทีโรคนี้เป็นโรคของหนูและสัตว์กัดแทะ เกิดโดยบักเตรีกาฬโรค แต่หมัดเป็นพาหะนำมาสู่คนและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมอื่น ๆ ได้ เมื่อหนูเป็นกาฬโรคอย่างแรง เชื้อกาฬโรคจะแผ่สร้านอยู่ในโลหิตหนู เมื่อหมัดกัดหนูก็จะดูดเอาเลือดที่มีเชื้อกาฬโรคเข้าไป แล้วเชื้อนั้นจะขยายตัวอย่างรวดเร็วภายในกระเพาะของหมัด ในที่สุดก็กลายเป็นก้อนกลม ๆ ก่อนข้างแข็ง อุดกระเพาะและหลอดอาหารของหมัด (ดูรูปที่ ๗๔)



รูปที่ 74

ก หมัดหนูซึ่งกระเพาะถูกอุดด้วยก้อนเลือดและกลุ่มเชื้อโรค
ข กระเพาะหมัดหนูและหลอดอาหารถูกอุดด้วยก้อนเลือดและกลุ่มเชื้อโรค

เมื่อหนูตาย (ราว ๒ — ๓ วัน หลังจากได้รับเชื้อ) หมัดจะกระโดดหนีไป เพื่ออาศัยอยู่บนหนูตัวต่อไป แต่ถ้ามันหาหนูไม่ได้ มันอาจกัดคนเพื่อจะดูดโลหิต แต่เนื่องจากกระเพาะและหลอดอาหารของมันถูกอุดตัน และแทนที่มันจะดูดโลหิตได้มันกลับสำรอกลงที่รอยแผลที่มันกัด เชื้อกาฬโรคก็จะแพร่ไป บักเตรีจะเจริญเติบโตเข้าสู่ท่อน้ำเหลืองที่อยู่ใกล้และอาจเข้าสู่โลหิตด้วย หลังจากได้รับเชื้อประมาณ ๓ วัน ก็มีอาการภายนอกเกิดขึ้น คืออุณหภูมิของร่างกายสูงขึ้นอย่างกะทันหัน มีอาการปวดศีรษะอย่างแรง และปวดหลัง ระบบประสาทกระทบกระเทือน คนไข้มีอาการมึนงง ขณะเดียวกันต่อมน้ำเหลืองตรงโคนขาและที่ใต้รักแร้จะบวมและอ่อนนิ่ม เรียกว่า บิวโบ กาฬโรคชนิดนี้จึงมีชื่อเรียกว่า กาฬโรคบิวโบ (หรือกาฬโรคน้ำเหลือง) คนไข้จะตายในไม่ช้า นอกจากจะรักษาได้ทันด้วยยาที่ค้นพบใหม่ ๆ

ผู้ป่วยบางราย ซึ่งมีน้อยราย ต่อมน้ำเหลืองอาจไม่บวม เชื้อบักเตรีไปเติบโตในโลหิต แทนที่จะเติบโตในต่อมน้ำเหลือง ทำให้ตายง่ายขึ้นอีก (เรียกว่ากาฬโรคโลหิตเป็นพิษ) ในระยะนี้ถ้าหมัดมากัดก็จะดูดเอาเชื้อกาฬโรคไปแพร่ต่อไปอีก

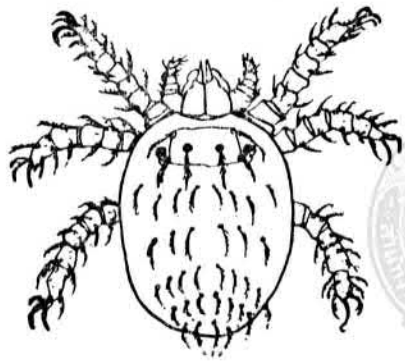
ในบางรายที่มีน้อยลงไปอีก เชื้อกาฬโรคเข้าสู่ปอด (กาฬโรคปอด = นิวโมนิค เปล็ก) ทำให้ติดต่อกันได้ง่ายมากที่เดียว เพราะผู้ป่วยจะติดต่อกันได้โดยหยดเชื้อที่ไอหรือจามออกมา และที่ร้ายแรงคือ คนไข้โดยมากจะตายภายใน ๒ — ๓ วัน

การรักษาไม่หายทุกรายไป ฉะนั้นการป้องกันไว้จึงดีกว่าแก้ ก่อนที่โรคนี้จะระบาดมาถึงคน มักจะระบาดอยู่ในหมู่สัตว์กัดแทะก่อนเสมอ ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องทำลายหนู (และหมัดของหนู) ลงให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยการดักให้ติดกับ พ่นก๊าซ และวางยาเบื่อ (สำหรับหมัดใช้ ดี.ดี.ที.) อาคารและสิ่งก่อสร้างโดยเฉพาะอย่างยิ่งตามท่าเรือจะต้องป้องกันหนูได้ ถ้าหากที่ใดมีหนูตายกันคราวละมาก ๆ ต้องรีบแจ้งให้องค์การสาธารณสุขทราบ เขาจะมาเก็บซากหนูไปตรวจดูภายในห้องทดลอง เรือที่จอดตามท่าจะต้องมีที่ป้องกันมิให้หนูจากเรือขึ้นบกได้ รถไฟ เรือไฟ เรือบิน และผู้โดยสารที่มาจากที่ที่มีกาฬโรคในประเทศนั้นจะต้องถูกกักและตรวจเสียก่อน การฉีดวัคซีนเป็นวิธีป้องกันกาฬโรคได้ผลดียิ่ง

โรคไทฟัส

มีไข้อีกหลายชนิดที่เกิดจากเชื้อที่เรียกว่า ริคเกตเซีย (ตัวเล็กกว่าบักเตรีแต่ใหญ่กว่าไวรัส) เป็นเชื้อที่นำโดยสัตว์ดูดโลหิต เช่น ตัวไร (ไมท์) และตัวเห็บ (ทิค) โรคนี้แบ่งได้เป็น ๔ อย่าง คือ (๑) โรคไทฟัสที่นำโดยตัวไร (๒) โรคไทฟัสที่นำโดยตัวเห็บ (๓) โรคไทฟัสที่นำโดยหมัด (๔) โรคไทฟัสที่นำโดยเหา

โรคไทฟัสที่นำโดยตัวไร บางทีเรียกว่า (scrub typhus Japanese river fever, tsutsugamushi typhus) เชื่อกันว่าเป็นโรคที่แพร่มาจากชายฝั่งของแม่น้ำบนตัวเกาะใหญ่ของญี่ปุ่น แล้วกระจายทั่วไปในตะวันออกไกล เช่น พม่า มลายาและนิวกินี เป็นโรคของหนูซึ่งติดมาถึงคนโดยถูกไรตัวเล็ก ๆ (ดูรูปที่ ๗๕) เป็นพาหะ เชื้อโรคมีอยู่ในร่างกายของหนู และเมื่อถูกไรตัวเล็ก ๆ (ยาวประมาณ ๑ มิลลิเมตร) กัดหนู มันก็จะได้รับเชื้อ และอาจส่งต่อไปสู่คนได้ คนที่เดินตามสนามหญ้าที่มีหนูเป็นโรคนี้อาจถูกไรกัด โรคสครับไทฟัสมักมีในพื้นดินที่มีหนูชุกชุม ซึ่งครั้งหนึ่งพื้นดินนี้เคยใช้เพาะปลูก แต่เดี๋ยวนี้ปล่อยให้ต้นไม้อื่น ๆ ขึ้นรกไปหมด อาการของโรคจะแสดงออกมาหลังจากได้รับเชื้อแล้วห้าถึงสิบสี่วัน เมื่อเริ่มมีไข้ก็จะขึ้นสูงอย่างรวดเร็วภายใน ๒ — ๓ วัน และคงต่อเรื่อยไป ๒ — ๓ อาทิตย์ ถ้าหากคนไข้ไม่ตายเสียก่อน



รูปที่ 75
ชนิดของไร,สารวอลซึ่งนำเชื้อไทฟัส
(ขยายใหญ่มาก)

เมื่อก่อนจะพบยารักษา โรคนี้เป็นโรคที่เป็นอันตรายร้ายแรงมาก ยาที่พบใหม่นี้รักษาได้แน่นอนมาก ฉะนั้นที่ใดที่ใช้ยารักษาแบบใหม่นี้โรคก็จะถูกกวาดล้างหมดไปและไม่เป็นโรคที่น่ากลัวอย่างใด

วิธีป้องกันมิให้ติดโรคก็คือ ขณะที่เดินผ่านพื้นที่ที่มีโรคแพร่อยู่ ร่างกายต้องห่อหุ้มด้วยเสื้อผ้าอย่างมิดชิด และเมื่อกลับถึงบ้านแล้วต้องรีบอาบน้ำให้เร็วที่สุด ถ้าจะระวังให้ดีขึ้นก็ควรเอาเสื้อผ้าแช่เคมีภัณฑ์บางอย่างเพื่อฆ่าลูกอ่อนของไรให้หมด ถ้าพบลูกอ่อนตัวแดง ๆ ของไรตามผิวหนังจะต้องเอาออกทันที และใช้ยาฆ่าเชื้อทาตรงผิวหนังที่มันกัด

โรคไทฟัสที่นำโดยเห็บเป็นโรคของหนู และสุนัข มีในอัฟริกาเกือบทุกภาค นอกจากทิศตะวันออก และมีในยุโรปภาคใต้ อเมริกาเหนือและใต้ เห็บเป็นพาหะเมื่อเห็บกัดสัตว์ที่เป็นโรคแล้วมากัดคน คนก็จะติดโรคนั้น อาการของโรคคล้ายคลึงกับโรคไทฟัสที่นำโดยไร และยาที่พบใหม่ก็ใช้ได้ผลดีมาก

โรคไทฟัสนำโดยหมัด เป็นโรคของหนู แพร่จากหนูตัวหนึ่งไปสู่หนูอีกตัวหนึ่งโดยหมัด และถ้ากัดคนก็ทำให้คนเป็นโรคนี้ ชนิดนี้เป็นโรคที่มีน้อยกว่าชนิดอื่น ๆ และไม่ใคร่ระบาดในหมู่คน

โรคไทฟัสนำโดยเหา แพร่จากคนหนึ่งไปสู่อีกคนหนึ่งโดยเหาที่อาศัยตามตัวจึงชุกชุมในชุมนุมชนที่อยู่กันหนาแน่นและมีเหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูหนาว ซึ่งคนนั้นไม่ใคร่มีการอาบน้ำเปลี่ยนและซักเสื้อผ้า ในประเทศร้อนการเปลื้องและซักเสื้อผ้ากระทำได้ง่าย โรคนี้มีน้อยกว่าชนิดอื่น การค้นพบยาฆ่าแมลงดี ๆ เช่น ดี.ดี.ที. ช่วยฆ่าเหาได้ง่ายมาก เช่น เป่าผง ดี.ดี.ที. ลงในแขนเสื้อหรือขากางเกง และตามคอเสื้อ เหาก็จะถูกฆ่าตายหมด ถึงแม้จะไม่เปลี่ยนเสื้อผ้า วิธีนี้ใช้ได้ผลดีแก่ผู้ลี้ภัยสงครามหรือข้าวยากหมากแพง และเมื่ออากาศหนาวจัด แต่ ดี.ดี.ที. เป็นยาฆ่าเหาได้อย่างเดียวไม่ได้ฆ่าเชื้อริกเกตเซียในอุจจาระที่มันถ่ายออกมา ฉะนั้น เสื้อผ้าของคนเป็นโรคไทฟัสชนิดนี้จะต้องเปลื้องออกด้วยความระมัดระวัง (ต้องมีผ้าปิดปากและจมูก) แล้วเอาไปต้มหรือจะให้ดีก็เผาเลย ทั้งนี้เพราะเชื้อติดตามอุจจาระอาจปลิวไปและติดต่อโดยการหายใจ

เล็บโตสไปโรซีส (โรคดีซ่านติดต่อ)

ถึงแม้โรคนี้จะมิได้มีแมลงเป็นพาหะก็ตาม แต่เพื่อความสะดวกจึงนำมากล่าวไว้ ณ ที่นี้ เพราะมันเป็นโรคของหนูด้วย โรคนี้เกิดจากสัตว์เซลเดียว ตัวเล็กมากเรียกว่าเล็บโตสไปรา เข้าสู่โลหิต (โรคนี้จึงเรียกว่าเล็บโตสไปโรซีส) ทางน้ำ น้ำที่ปนเปื้อนมีปัสสาวะหรืออุจจาระของหนูที่เป็นโรค โรคอาจเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังโดยสัมผัสกับที่ชื้น ๆ ที่มีหนู หรือเข้าทางเท้าที่ไม่ได้ใส่รองเท้า โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีแผลที่เท้า

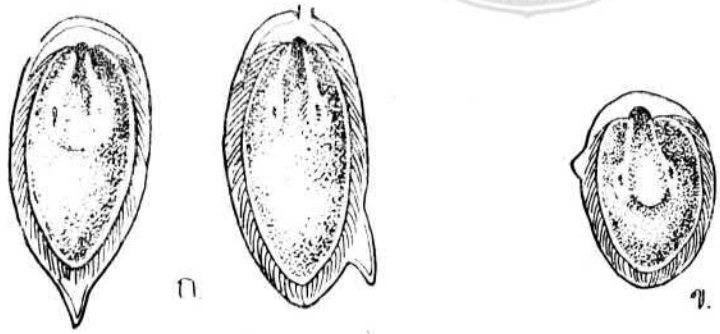
หลังจากได้รับเชื้อแล้ว ๕ ถึง ๑๒ วัน จะมีอาการไข้อย่างกะทันหัน สั่น ปวดศีรษะอาเจียร และถ่ายอุจจาระเหลวเป็นน้ำ ตาจะแดงจัด และต่อมาอีก ๒ — ๓ วัน ผิวหนังจะเหลือง ปัสสาวะมีสีจัด มักเป็นอันตรายถึงชีวิต จึงควรปรึกษาแพทย์ตั้งแต่มีอาการเริ่มแรก

วิธีป้องกันมิให้ติดโรค คือ ระวังการว่ายน้ำในบ่อหรือลำธาร ที่อาบน้ำสาธารณะจะต้องป้องกันมิให้หนูเข้าไปได้ และน้ำนั้นจะต้องกรองและใส่ยาฆ่าเชื้อ อาหารต่าง ๆ ต้องปิดมิดชิดอย่าให้หนูลงไปกินได้ การทำลายหนูเป็นวิธีควบคุมโรคที่ดี

โรคบิลฮาเซีย

ซิสโตโซม (หรือบิลฮาเซีย) เป็นหนอนชนิดหนึ่ง ทำให้เกิดโรคในคน แมลงมิได้เป็นพาหะ แต่ที่นำมากล่าว ณ ที่นี้ เพราะเป็นโรคที่อยู่ในโลหิต ในอัฟริกาบางส่วนคนเป็นโรคนี้กันเกือบ ๕๐ % มันเป็นหนอนตัวแบนตัวเล็ก ๆ ซึ่งอาศัยอยู่ในเส้นโลหิตดำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเส้นโลหิตดำ "ปอร์แตล" ใกล้กับกระเพาะปัสสาวะและลำไส้ใหญ่ใกล้ทวารหนัก

ตัวผู้มีลักษณะคล้ายใบไม้ยาวประมาณ $\frac{1}{2}$ นิ้ว ม้วนเป็นหลอดกลม ซึ่งตัวเมียจะเข้าไปอาศัยอยู่ภายใน ออกไข่ลงสู่เส้นโลหิตดำ "ปอร์แตล" ไข่มีรูปคล้ายไข่ ปลายข้างหนึ่งแหลม ซึ่งมันจะเจาะผนังกระเพาะปัสสาวะและลำไส้ใหญ่ ทำให้เกิดความระคายเคืองและโลหิตไหล (ดูรูปที่ ๗๖) เมื่อไปถึงน้ำไข่จะแตกปล่อยให้ตัวอ่อนว่ายน้ำไปหาตัวตัวกลาง ซึ่งเป็นหอยน้ำจืด (ดูรูปที่ ๗๗) ชนิดหนึ่ง มันจะเจาะเข้าสู่ตับหอย แล้วเปลี่ยนแปลงไปหลายขั้น ในที่สุดจะสร้างตัวตัวเล็ก ๆ ขึ้นเป็นจำนวนมาก รูปร่างคล้ายลูกกบตัวเล็ก ๆ ในน้ำ เจาะออกจากหอยว่ายน้ำไป ครานี้มันคอยที่จะเข้าสู่ร่างกายคนต่อไป ถ้าหากมันเข้าสู่ร่างกายคนไม่ได้ภายใน ๓๖ ชั่วโมง หลังจากออกจากหอยมาแล้ว มันจะตาย ถ้าพบมันจะเจาะทะลุผิวหนัง ทำให้คันอย่าง



รูปที่ 76 ไข่ของหนอนซีสโตโซม (ขยาย 200 เท่า)
ก. เอส. ซีมาโตเบียม เอส. แมนโซนี
ข. เอส. จาโปนิคุม

รุนแรง ไชเข้าสู่เส้นโลหิตดำปอร์แตล และเติบโตเป็นพยาธิตัวแบนภายใน ๒ – ๓ อาทิตย์ ชีพจักรก็วนเวียนกลับไปใหม่ แพทย์รักษาโรคบิวฮาเซียได้โดยการฉีดยา โรคนี้อาจป้องกันได้โดย (๑) อย่าเดินหรือลงอาบน้ำในที่ที่มีหอยประเภทนี้ (ดูรูปที่ ๗๗) (หรือที่มีหอยเมื่อ ๓๖ ชั่วโมงมาแล้ว) และ (๒) อย่าดื่มน้ำธรรมชาติที่ไม่ได้ต้มให้เดือด

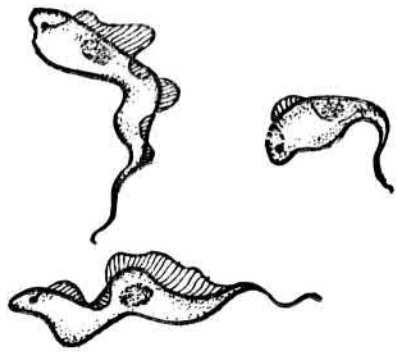


รูปที่ 77 หอยซึ่งเป็นที่อาศัยของหนอนซีสโตโซม
ก หอยบูลินัส ข พลาเนอร์บิส ค หอยอนโคมีลาเนีย

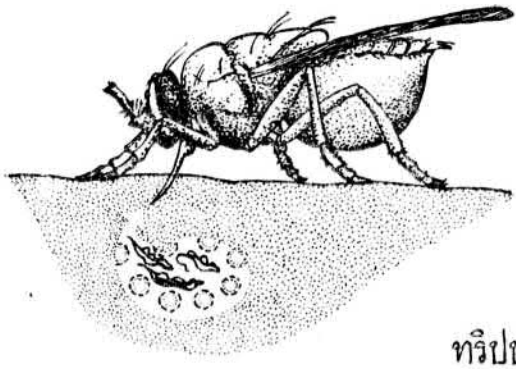
หอยทากต่างถิ่นชอบอาศัยในน้ำนิ่งและเคลื่อนที่ไปช้า ๆ เช่น น้ำเหนือ ทำนบ บ่อ หรือสระ อย่าใช้น้ำพวกนี้ดื่มหรืออาบเป็นอันขาด

โรคนอนหลับ – ทริปปาโนโซไมอาซีส

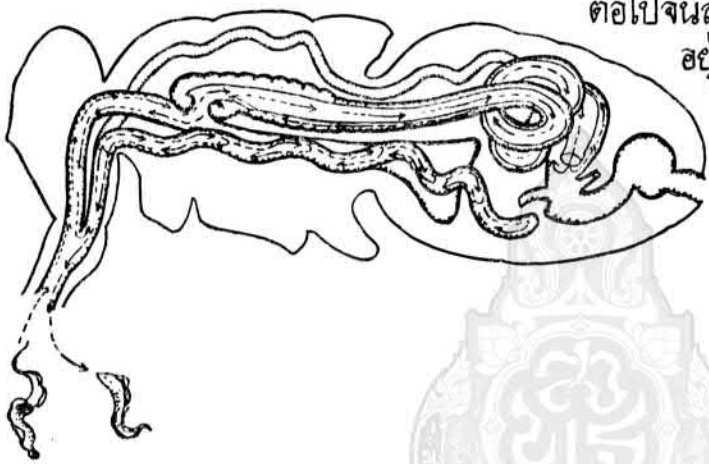
โรคนอนหลับ เป็นโรคที่แมลงเป็นพาหะ มีในแถบร้อนของทวีปอัฟริกา เป็นโรคที่เกิดจากสัตว์เซลเดียว (เรียกว่า ทริปปาโนโซม) ซึ่งอาศัยอยู่ในโลหิตหรือน้ำเหลือง (ดูรูป ๗๘) ของคนไข้ เชื้อโรคนี้ยังสามารถอยู่ในสัตว์เลี้ยงและสัตว์ป่าได้อีกหลายอย่าง จึงมีทางที่โรคจะมาสู่คนได้มาก เมื่อแมลง "เซทซี" กัดคนที่เป็นโรคนี้มันจะดูดเอาเชื้อทริปปาโนโซมมากับโลหิตบ้าง มันจะเปลี่ยนแปลงอยู่ในกระเพาะแมลงหลายขั้น แล้วจึงเจาะเข้าสู่ต่อมน้ำลาย พร้อมที่จะแพร่เชื้อต่อไปเมื่อมันไปกัดคน (ดูรูปที่ ๗๙) ถึงแม้ว่าแมลงเซทซีจะกัดกินเลือดของสัตว์อื่นเป็นอาหารก็ตาม แต่ในเวลากลางวันในที่กลางแจ้งมันก็จะกัดคนเหมือนกัน



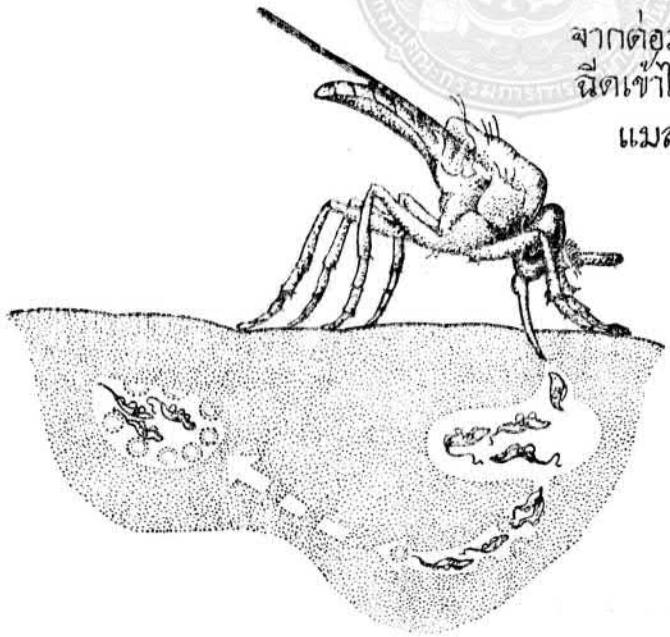
รูปที่ 78 พยาธิทริปปาโนโซมในเลือดคน
(ขยาย 1000 เท่า)



แมลงเซทซี่(ตัวผู้หรือตัวเมีย) จะดูดเลือดจากผู้ป่วยซึ่งมีทริปปาโนโซม



ทริปปาโนโซมเข้าไปในหลอดอาหารของเซทซี่และเจริญเพิ่มตัวที่นั่น แล้วทริปปาโนโซมก็เดินทางต่อไปจนสุดหลอดอาหารซึ่งมีเยื่อบุบางๆ อยู่ แล้วมันก็กลับมาใหม่ระหว่างเยื่อบุกับผนังลำไส้ไปอาศัยในต่อมน้ำลาย



จากต่อมน้ำลายทริปปาโนโซมก็จะถูกฉีดเข้าไปในคนหรือสัตว์ วงชีวิตของแมลงเซทซี่จะกินเวลา 20 วัน

รูปที่ 79 วัฏจักรทริปปาโนโซม

โรคนอนหลับเริ่มต้นด้วยการไข้คล้ายมาเดเรีย ถ้าหากรักษาไม่ดี คนไข้จะผอมลงและอ่อนเพลียลงจนกระทั่งตาย ถ้ารีบรักษาแต่เนิ่น ๆ ด้วยยาใหม่ ๆ จะได้ผลดีมาก ถ้าจะให้ได้ผลยิ่งขึ้นก็ควรไปหาแพทย์ทันทีทันใดที่มีไข้

โรคไข้กลับซ้ำ (Relapsing Fever)

โรคนี้เกิดจากเชื้อโรคเซลเดียวเรียกว่าสไปโรคีต อาศัยอยู่ในโลหิตมีตัวบิดเบี้ยนเกลียว (รูปที่ ๘๐) เหาหรือเห็บอ่อนเบี้ยนพาหะ หลังจากได้รับเชื้อประมาณ ๑ อาทิตย์ ก็จะเป็นไข้อย่างกะทันหันคล้ายมาเดเรียหรือโรคนอนหลับ ต่อจากนั้นอีก ๒—๓ วัน อุณหภูมิก็จะกลับลดลงเป็นปกติ คนไข้อาจคิดว่าเขาหายแล้ว อีกสองสามวันต่อมาโรคกลับมาอีก เขาจะมีไข้ใหม่ โรคนี้เป็นโรคอันตราย ต้องเอาโลหิตไปตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์เมื่อมีอาการไข้เริ่มขึ้น และต้องรักษาด้วยแพทย์ที่ชำนาญโรคไข้กลับซ้ำที่นำโดยเห็บ เมื่อเห็บกัดคนที่เป็นโรคนี้ มันก็จะรับเชื้อสไปโรคีต จะแบ่งตัวอย่างรวดเร็ว แล้วไปอยู่ในต่อมน้ำลายของเห็บหรือต่อมอื่น ๆ เมื่อมันไปกัดใครก็จะปล่อยเชื้อให้ ในประเทศที่มีเห็บชุกชุมจะต้องระวังกำแพงและผนังบ้านอย่าให้มีรอยแตกร้าว ซึ่งเห็บอาจเข้าไปซ่อนได้ ถ้ามีรอยแตกร้าว ควรใช้ยาฆ่าแมลงฉีด เช่น บี. เอช. ซี (เบนซีนเฮกซาคลอไรด์)



ก. รูปที่ 80 ข.

ก. เห็บอ่อน (ขยาย 4 เท่า) ตัวนำโรคไข้กลับซ้ำ
ข. เชื้อโรคไข้กลับซ้ำในหยดเม็ดเลือดแดง (ขยาย 1000 เท่า)

โรคไข้กลับซ้ำที่นำโดยเหา เมื่อเหากัดคนที่เป็นโรคนี้เชื้อสไปโรคีตจะแบ่งตัวเป็นการใหญ่ แต่ผ่านออกจากร่างกายเหาไม่ได้จนกว่าเหานั้นจะถูกบี้ โดยเชื้อสไปโรคีตก็จะกระจายไปตามผิวหนัง ซึ่งจะเจาะเข้าสู่โลหิตได้ วิธีป้องกันก็คือทำลายเหา ดังได้กล่าวมาแล้ว ในเรื่องโรคไทฟัส.

บทที่ ๑๐

สุขวิทยาของผิวหนัง

ในบทที่ ๓ เราทราบแล้วว่าผิวหนังช่วยป้องกันความเย็น ความชื้น อันตรายและการรุกรานของบักเตรี และดังได้กล่าวแล้ว ผิวหนังทำหน้าที่สำคัญในอันที่จะรักษาอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่และยังมีหน้าที่สำคัญรองลงไปคือ ขับถ่ายของเสียออกจากร่างกาย ผิวหนังจะทำงานนี้ได้เป็นปกติเมื่อสะอาดอยู่เสมอ ในประเทศร้อนผิวหนังขับน้ำออกมาก ฉะนั้นจะต้องรักษาขุมขนให้สะอาดอยู่เสมอ เพราะเมื่อน้ำจากเหงื่อระเหยไปแล้วจะมีของแข็งเหลือไว้เล็กน้อย ขณะเดียวกันต่อมน้ำมันให้ผิวหนังปล่อยน้ำมันออกมาเรื่อย ๆ เซลของผิวหนังที่ตายแล้วรวมทั้งฝุ่นละอองจะติดอยู่กับเหงื่อที่แห้ง ถ้าปล่อยของสกปรกเหล่านี้ไว้บนผิวหนัง ก็จะทำให้มีอาการไม่ใคร่สบาย (เพราะเป็นบ่อเกิดของเชื้อโรค) และมีกลิ่นเหม็น (เพราะมันแยกสลาย) วิธีล้างผิวหนังที่ดีที่สุดคือ ใช้สบู่กับน้ำ และการถูด้วยสบู่ให้ถูกวิธีจะล้างให้ผิวหนังสะอาด การอาบน้ำจากถังหรือก๊อกโดยรดตามร่างกายเฉย ๆ เป็นการทำความสะอาดที่ไม่เพียงพอ การอาบน้ำอุ่นทำความสะอาดให้ผิวหนังได้ดีมาก น้ำประปาเมืองร้อนอุ่นพอที่จะใช้อาบได้ดี น้ำอุ่น (อุณหภูมิต่ำกว่าร่างกายเล็กน้อย) ช่วยให้ต่อมเหงื่อทำงานได้ดีขึ้น เส้นโลหิตก็ขยายใหญ่ขึ้น ทำให้โลหิตมาเลี้ยงผิวหนังมาก ถ้าหากเอาน้ำเย็นรดตามจะทำให้ร่างกายเกิดช็อคอย่างอ่อน คือผิวหนังจะต้องปรับตัวให้เหมาะกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างกะทันหันนั้น และเส้นเลือดในผิวหนังจะหดตัว

การทำให้ผิวหนังเกิดช็อคอย่างอ่อน ๆ นี้เป็นการช่วยให้ผิวหนังเกิดความเคยชินกับการจัดตัวให้เหมาะกับอุณหภูมิซึ่งอาจเปลี่ยนอย่างกะทันหัน ถ้าหากเอามือถูผิวหนังแรง ๆ จนแห้ง (ผิวหนังต้องมีสุขภาพดีปราศจากความระคายเคือง) เป็นการออกกำลังผิวหนัง ทำให้การหมุนเวียนของโลหิตดีขึ้น ร่างกายทั้งหมดจะสดชื่นขึ้นและรู้สึกกระปรี้กระเปร่า ระหว่างที่ถูนี้ควรระวังว่าผิวหนังที่ถูกันต้องแห้ง เช่นระหว่างนิ้วเท้า มิฉะนั้นเชื้อโรคอาจรุกรานได้ หลังจากอาบน้ำแล้วแล้วควรเช็ดตัวให้แห้งด้วยผ้าเช็ดตัวผืนเล็ก ๆ (เป็นผืน ๔ เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ ๑ ฟุต) แล้วจึงเช็ดให้แห้งสนิทอีกทีหนึ่งด้วยผ้าเช็ดตัวผืนใหญ่ เอาผ้าเช็ดตัวผืนเล็กซักให้สะอาดแล้วตากให้แห้ง เก็บไว้ใช้ในคราวต่อไป นอกจากจะอาบน้ำทั่วทั้งตัววันละสองครั้งแล้ว ควรล้างมือวันละ

หลาย ๆ ครั้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งตอนก่อนอาหาร เพื่อป้องกันมิให้โรคแพร่ไปสู่อาหาร เล็บที่สกปรกก็เป็นสื่อนำเชื้อโรคได้ ควรตัดให้สั้นและรักษาให้สะอาดโดยถูด้วยแปรงเล็ก ๆ

ถ้าอากาศร้อนและชื้น เหงื่อที่ออกในเสื้อ โดยเฉพาะรอบ ๆ เอว และใต้รักแร้ เป็นเหตุทำให้เป็นผดผื่นคันตามผิวหนัง วิธีป้องกันคือต้องให้อากาศถ่ายเทผ่านเสื้อผ้าได้ การใช้เสื้อสั้น ๆ และหลวม แขนสั้น คอเปิด จะช่วยให้อากาศถ่ายเทได้สะดวก ในประเทศร้อนควรใส่เสื้อผ้าให้น้อยชิ้น และเปลี่ยนใหม่เสมอ ๆ ซักเสื้อผ้าให้สะอาดด้วยสบู่ แล้วล้างด้วยน้ำสะอาดหลาย ๆ หน จนกระทั่งสบู่และของสกปรกหลุดหมด การล้างน้ำครั้งสุดท้ายนี้สำคัญมาก เพราะความระคายเคืองผิวหนังอาจเกิดจากสบู่หรือโซดาที่ยังมีเหลืออยู่ในเสื้อผ้า การรีดผ้าด้วยเตารีดร้อน ๆ ช่วยทำลายเชื้อโรคที่อาจรุกรานผิวหนังได้

ผมจะต้องสะอาดอยู่เสมอ จะต้องแปรงและหวีทุกวัน (ใช้แปรงและหวีประจำตัวอย่าปนกัน) เพื่อกำจัดฝุ่นละอองและช่วยให้การไหลของโลหิตผ่านผิวหนังดีขึ้น การแปรงผมช่วยทำให้น้ำมันจากต่อมน้ำมันของผมกระจายทั่วไปตามเส้นผม แปรงและหวีควรล้างทุก ๆ ๒ — ๓ อาทิตย์ ในน้ำเย็นที่มีโซดาซักผ้า หรือแอมโมเนียเล็กน้อย และตากให้แห้งในแสงแดด แปรงผมควรมีขนแปรงแข็งเรียงกันห่าง ๆ เมื่อจำเป็นจะต้องฆ่าเชื้อควรเอาแปรงแช่ลงในสารละลายฟอร์มาลีนอย่างเจือจาง (เช่น ฟอร์มาลีน ๕๐ % หนึ่งช้อนชาผสมกับน้ำ ๑ ไพนท์) จะต้องสระผมให้สะอาดเสมอโดยใช้สบู่และน้ำอุ่น ถ้าหากผมสั้นการทำความสะอาดก็ง่ายเข้า

โรคผิวหนัง

โรคผิวหนังหลายชนิด เกิดจากการรุกรานของเห็ดรา เป็นโรคที่มีทั่วไปในประเทศร้อน ซึ่งเชื้อโรคเหล่านี้เจริญเติบโตได้ดีในอากาศที่มีอุณหภูมิสูง ชีกลาก เป็นโรคผิวหนังชนิดหนึ่งที่เกิดจากเห็ดรา มันอาศัยอยู่ระหว่างผิวหนังชั้นนอกและชั้นใน ผิวหนังชั้นนอกจะหลุดร่วงเป็นสะเก็ดเล็ก ๆ ออกมา ทำให้เห็นชั้นล่างสีจางหน่อย กลากอีกชนิดหนึ่งเป็นบนหนังศีรษะระหว่างเส้นผม กลากเป็นโรคที่ติดต่อได้ง่ายและแพร่ได้โดยการสัมผัสโดยตรง หรือโดยใช้แปรง หมวก เสื้อผ้าและผ้าเช็ดตัวร่วมกับคนป่วย

โรคโดบีอิทช์ (Dhobie itch) เป็นโรคอย่างเดียวกันกับกลาก เกิดจากเห็ดราที่อยู่ใต้ผิวหนัง

โรคที่เกิดจากเห็ดราอีกชนิดหนึ่งมักเป็นกับผิวหนังระหว่างนิ้วเท้า โรคนี้จะแพร่ได้โดยการเดินเท้าเปล่า เช่น รอบ ๆ สระว่ายน้ำ ในห้องเปลี่ยนเครื่องแต่งกายของนักกีฬา (โรคนี้จึงเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า แอธลีทฟุต Athletes' foot แปลว่า โรคเท้านักกีฬา) โรคเท้าคันนี้รักษายาก เพราะเชื้ออาจมีอยู่ในรองเท้า พอรักษาหายก็เป็นอีก วิธีป้องกันคือ ต้องรักษาให้เท้าสะอาดและแห้งอยู่เสมอ โดยเฉพาะหลังจากอาบน้ำ ควรเอาแป้งผงโรย การใช้รองเท้าโปร่ง ๆ หรือรองเท้าแตะจะช่วยให้เท้าเย็นและแห้ง

เห็ดราที่ทำให้เกิดโรคทุกชนิด รักษาให้หายได้ยากเมื่อเริ่มเป็นแล้ว เพราะถ้าจะทำลายเชื้อโรคให้หาย ผิวหนังก็หายด้วย จึงควรปรึกษาแพทย์เสียแต่เนิ่น ๆ

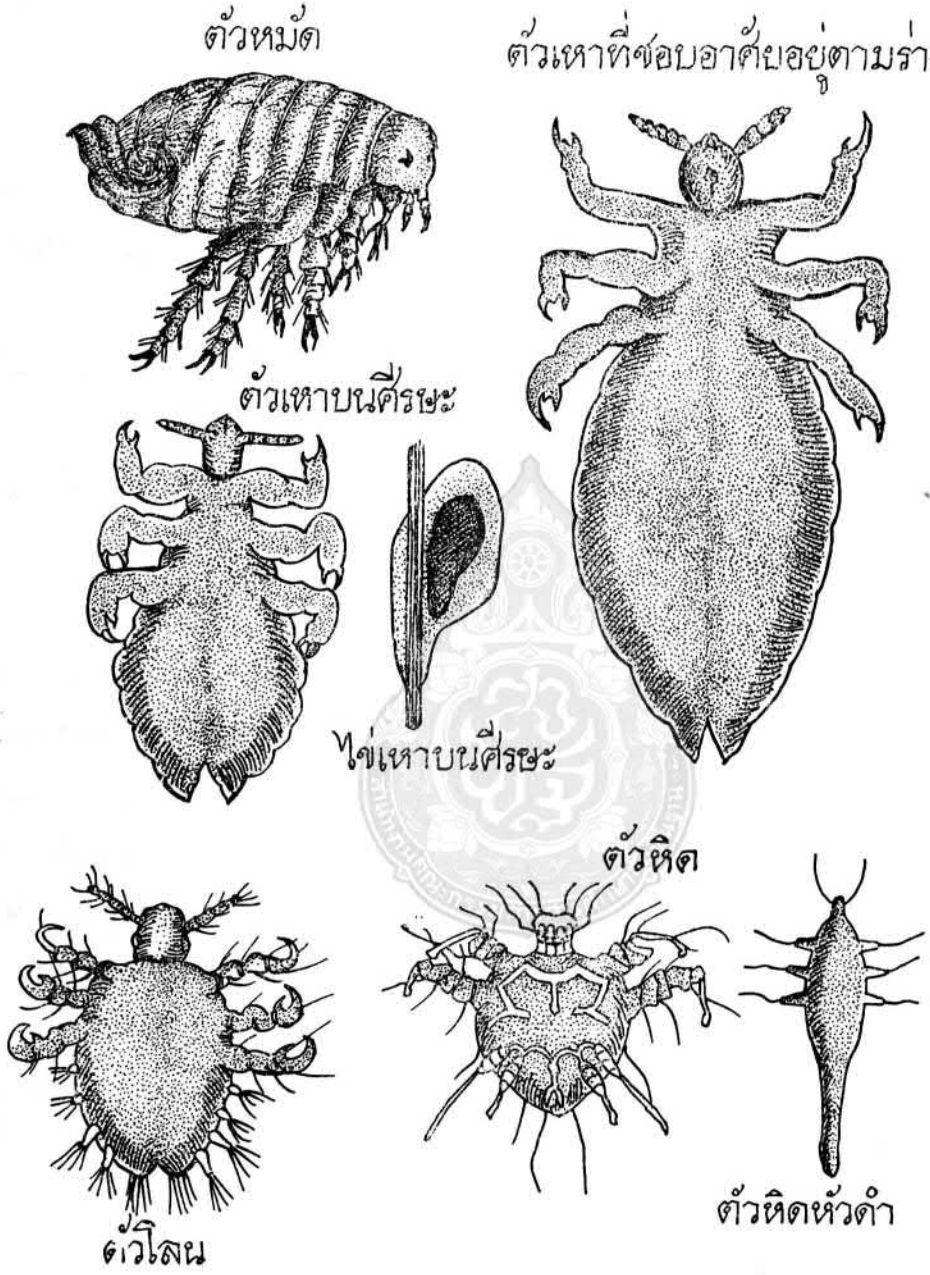
หิด

เป็นโรคผิวหนังที่เกิดจากสัตว์ตัวเล็ก ๆ เรียกว่า ตัวหิด (เป็นพวกไร) ตัวโตประมาณ ๐.๓ มิลลิเมตร ตัวเมีย (ดูรูปที่ ๗๑) จะเจาะผิวหนังชั้นนอก โดยเฉพาะอย่างยิ่งระหว่างนิ้วมือ อาศัยอยู่ใต้ผิวหนัง และออกไข่ที่นั่น ไข่จะฟักเป็นตัวใน ๒–๓ วัน แล้วย้ายไปกัดกินผิวหนังที่อื่น ตรงผิวหนังที่ค่อนข้างหนา เช่นบนมือหรือเท้า จะสังเกตเห็นทางของหิดได้ด้วยตาเปล่าเป็นเส้นนูนเป็นทางบนผิวหนัง ถ้าผิวหนังบางจะเห็นเป็นตุ่มรูปไข่เล็ก ๆ และเป็นตุ่มใส ๆ มีน้ำ ผิวหนังบริเวณนี้คันจนต้องเกา ถ้าเกามากเชื้อผิวหนังถลอก เชื้อโรคอย่างอื่นอาจเข้าสู่แผลได้ดี หิดจึงเป็นจุดเริ่มต้นของโรคอื่น ๆ

คนเป็นหิดควรรีบไปหาแพทย์เสียแต่เนิ่น ๆ การรักษาให้หายขาดเป็นของจำเป็นอย่างยิ่ง เสื้อผ้าและเครื่องนอนของคนไข้ ต้องเอาไปต้มหรืออบไอน้ำเดือดให้เชื้อตายให้หมด หิดเป็นโรคที่ติดกันได้โดยการสัมผัสโดยตรง และอาจติดจากการจับเสื้อผ้าคนป่วยก็ได้

คุดทะราด

เป็นโรคของประเทศร้อน เป็นกันมากในเด็ก เกิดจากเชื้อสไปโรคีต ซึ่งจะต้องส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ถึงแม้โรคจะแสดงอยู่ที่ผิวหนัง แต่แท้จริงมันอาจแพร่ไปยังอวัยวะอื่น ๆ ได้ คุดทะราดอาจเป็นกับกระดูกบางที่ทำให้กระดูกของใบหน้าเสียรูปไป แต่เคราะห์ดีที่โรคนี้อาจรักษาให้



รูปที่ 81 โรคผิวหนังบางชนิดของคนเรา

หายขาดได้และรวดเร็ว ถ้าหากรีบรักษาเสียแต่เนิ่น ๆ คุดทะราดติดต่อได้จากการสัมผัส แต่เด็กที่แก้ผ้าอาจไปนั่งตามพื้นที่มีเชื้อคุดทะราดเปรอะเปื้อนอยู่ อาการขั้นแรกคันผิวหนังจะบวมขึ้นมา เด็กน้อยมีสะเก็ดเหลือง ๆ คลุม เครื่องแสดงตอนนี้เรียกว่า "คุดทะราดปฐมภูมิ" หรือ "คุดทะราดแม่" และก่อนที่มันจะแสดงออกมาคนไข้จะมีอาการปวดศีรษะ ปวดตามข้อ และมีไข้บ้างเล็กน้อย ถ้าไม่รักษา "คุดทะราดทุติยภูมิ" จะเกิดขึ้นอีกเป็นจำนวนมากภายใน ๖ เดือน ๑๒ อาทิตย์ถัดมา จะมีอาการไข้ปวดศีรษะและปวดตามข้ออีก อาการครั้งหลังนี้อาจมีอยู่ร่วมหนึ่งเดือนหรืออาจจะเป็นปี ๆ ก็ได้

การรักษาคุดทะราดเป็นเรื่องของแพทย์ เด็กที่เริ่มเป็นควรพาไปหาแพทย์โดยเร็ว ปัจจุบันโรคนี้รักษาให้หายขาดได้

สิ่งที่น่าสังเกตคือคนในประเทศร้อนแถบที่เจริญแล้วจะไม่เป็นคุดทะราด ทั้งนี้เนื่องจากพวกนี้มีร่างกายสะอาด การจัดบ้านดี และความเป็นอยู่ก็อยู่ในขั้นดี

โรคเรื้อน

โรคเรื้อนชนิดหนึ่งมักเป็นกับผิวหนัง ซึ่งเราจะได้กล่าวถึงในที่นี้ โรคเรื้อนเป็นโรคติดต่อซึ่งมีอยู่ทั่วไปในประเทศร้อน เกิดจากบักเตรีที่มีลักษณะคล้ายกับเชื้อวัณโรค แต่อาการภายนอกกว่าจะแสดงออกมากินเวลานานมาก (จากสองถึงห้าปี) และไม่มีใครทราบแน่ว่าเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกายโดยวิธีใด แต่เชื่อว่าคงจะเข้าทางผิวหนังโดยสัมผัสกับร่างกายของคนเป็นโรคเป็นเวลานาน ๆ แต่ปัญหาที่แน่นอนก็คือโรคเรื้อนเป็นโรคติดต่อเช่นเดียวกับวัณโรค (เช่น เจ้าหน้าที่ควบคุมคนที่เป็นโรคเรื้อนนั้นติดโรคได้อย่างไรไม่ทราบแน่ แต่ลูกที่เกิดจากคนเป็นโรคเรื้อน ถ้าแยกออกเสียตั้งแต่เกิด ก็จะไม่เป็นโรคเรื้อน) เชื้อโรคเรื้อนโดยมากอาศัยอยู่ในเนื้อเยื่อของร่างกาย บางคราวก็พบในโลหิตและในน้ำมูก ฉะนั้น ผู้คนที่อาศัยอยู่ใกล้กับคนที่เป็นโรคเรื้อน อาจติดต่อได้โดยการหายใจเอาหยดเชื้อเล็ก ๆ เข้าไป เด็กเล็กติดโรคได้ง่ายกว่าเด็กโตหรือผู้ใหญ่

แม้ว่าโรคเรื้อนที่เป็นมากจะรักษาไม่หาย แต่ก็จะสังเกตเห็นอาการได้ง่ายมาก แต่อาการในระยะแรกยากที่จะสังเกตได้ ซึ่งโรคในระยะแรกเท่านี้ที่รักษาให้หายได้ โรคที่เป็นมากแล้วถึงสมัยใหม่ก็ยังรักษาไม่หาย แต่ช่วยให้หยุดแพร่โรคต่อไปได้และไม่ติดต่ออีก ดัง ๆ กว่าเมื่อมาแล้วที่โรคเรื้อนเป็นโรคที่รักษาไม่หาย แต่การค้นพบเมื่อเร็ว ๆ นี้ช่วยให้รักษาโรคได้ นับว่าเป็นสิ่งประเสริฐยิ่ง

ในรายที่เป็นอย่างร้ายแรงจะพบเชื้อในผิวหนังเป็นส่วนมาก เป็นชนิดที่แพร่ได้ง่ายที่สุด บางที่โรคนี้จะเป็นกับประสาท ทำให้บริเวณนั้นหมดความรู้สึกต่อความร้อนเย็นและความเจ็บปวด กล้ามเนื้อก็เป็นได้ ขาและแขนมักหมดกำลังเคลื่อนไหว (บางที่เป็นอัมพาต)

วิธีต่อสู้กับโรคเรื้อนในปัจจุบันทำได้โดย

(๑) แยกคนที่เป็นโรคมากแล้วไปไว้ที่สถานโรคเรื้อนที่สบายและน่าอยู่ คนไข้ได้รับการรักษาพยาบาลที่ดี และให้อยู่ที่นั่นจนกว่าจะไม่คิดต่อคนอื่น

(๒) รักษาพยาบาลคนไข้ที่เริ่มเป็นก่อนที่เขาจะแพร่เชื้อต่อไป (ถ้าเป็นตอนแรก ๆ อาจรักษาให้หายได้ ฉะนั้น เราอาจปราบปรามโรคเรื้อนได้หมดรากเง่าไปได้)

(๓) เก็บรายงานของทุก ๆ คน ที่ทำงานหรืออยู่ใกล้ชิดกับคนที่เป็นโรคเรื้อน เท่าที่จะทำได้ แล้วคอยสังเกตดูคนพวกนี้ทุก ๖ เดือนเป็นเวลา ๕ ปี โดยวิธีนี้ คนที่เป็นโรคเรื้อนรายใหม่ก็จะตรวจพบได้ในระยะแรกของโรค ซึ่งรักษาให้หายได้

ถ้าหากนำวิธีทั้งสามที่กล่าวมานี้ไปใช้ในบริเวณที่มีโรคเรื้อนชุกชุม ก็สามารถจะปราบปรามโรคนี้ให้สงบลงได้ภายใน ๒๐ ปีข้างหน้า

เหา

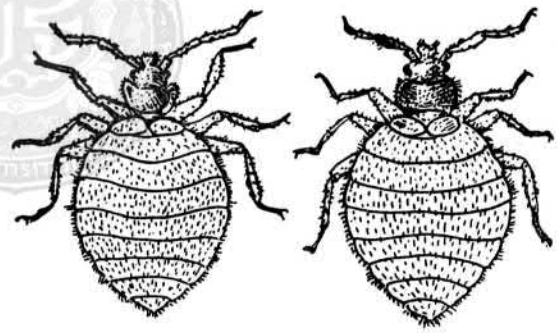
ความจริงการมีเหาอยู่ตามตัวไม่ใช่เป็นโรคอันแท้จริง มันทำให้เกิดความรำคาญและอาจนำเชื้อโรคได้ เหามี ๓ ชนิด ที่เกาะกินคน คือ (๑) เหาตามตัว (๒) เหาบนศีรษะ (๓) ตัวโลน (ดูรูปที่ ๘๓) ในประเทศร้อนเหาตามตัวจะพบแต่ในคนที่ใส่เสื้อผ้าหลาย ๆ ชั้น คนที่ใส่เสื้อผ้าบาง ๆ ไม่เป็นเหานั้น ทั้งสามชนิดที่ปลายขามีเล็บเป็นขอเกี่ยว ซึ่งมันใช้สำหรับเกาะขนและเสื้อผ้า เหาตามตัวและเหาบนหัวมีรูปร่างและขนาดเหมือนกัน มีขนาดตั้งแต่ ๑ ถึง ๔ มิลลิเมตร ตัวโลนเล็กกว่ามาก รูปร่างค่อนไปทาง ๔ เหลี่ยมจัตุรัส และเกาะนิ่ง ๆ อยู่แห่งหนึ่ง ๆ เป็นเวลานาน ปากของพวกเหาใช้สำหรับแทงและดูดโลหิต

หลังจากเอาปากแทงแล้วมันจะดูดโลหิต การกัดของเหาทำให้คัน คนที่เป็นจึงเกาผิวหนังอยู่เสมอ ทำให้เป็นแผลเชื้อโรคผิวหนังอื่น ๆ เข้าสู่ได้ นอกจากนี้เหาอาจนำโรคไทฟัสและโรคไข้กลับ (relapsing fever)

เหาติดต่อได้โดยสัมผัสกับคนที่เป็นเหา เสื้อผ้า เครื่องนอน แปรงผม และอื่น ๆ อีก จึงต้องระมัดระวังการสัมผัสมาก ความสะอาดและการเปลี่ยนเสื้อผ้าบ่อย ๆ ป้องกันมิให้เป็นเหาได้ดี และถ้าตัดผมให้สั้นก็จะไม่ใคร่เป็นเหา คนที่เป็นเหาจะต้องอาบน้ำร้อน และเปลี่ยนเสื้อผ้าใหม่หมด ถ้าหากทำไม่ได้ ให้ใช้ผงยา ดี.ดี.ที. พ่นเข้าภายในเสื้อผ้าที่สวมอยู่ เหาจะตายหมด (แต่ไข่ไม่ตาย) ตัดผมให้สั้นและหวีด้วยหวีอย่างละเอียดซึ่งแช่ลงในน้ำส้มหรือสบู่อ่อนเพื่อให้ไข่หลุด ทั้งเหาและไข่เหาอาจฆ่าให้ตายได้ด้วยน้ำที่ร้อนพอสมควร เสื้อผ้าและเครื่องนอนที่อบให้ร้อนราว ๗๐° ซ. ประมาณครึ่งชั่วโมงก็จะทำให้เหาตายหมด การรีดผ้าจะฆ่าเหาที่ติดตามเสื้อผ้าได้ ถ้าสงสัยว่าจะเป็นโรคไทฟัส เสื้อผ้าและเครื่องนอนต้องต้มด้วยน้ำเดือดหรืออบไอน้ำเดือดเพื่อฆ่าเชื้อริคเก็ตเซียที่นำโรคนั้น

เรือด

เป็นแมลงตัวเล็ก ๆ แบน ๆ เป็นรูปไข่ และไม่มีปีก ตัวเป็นสีน้ำตาลแกมแดง ยาวประมาณ ๐.๕ เซนติเมตร (ดูรูปที่ ๘๒) มีกลิ่นเหม็น (โดยเฉพาะอย่างยิ่งเวลาบี้) อาศัยอยู่ตามรอยต่อหรือรอยแตกร้าวของเครื่องเรือนและอาคาร เวลากลางคืนจะคลานออกหาอาหาร (ซึ่งตามปกติคือเลือดคน) คนบางคนถูกเรือดกัดทำให้บวมและคัน เวลานอนไม่หลับ เรือดตัวเมียไข่ทั้งหมดประมาณ ๒๐๐ ฟอง ครั้งหนึ่ง ๆ ๒๐ ถึง ๕๐ ฟอง ชอบไข่ตามรอยแตกหรือรอยต่อในไม้ของเครื่องเรือน ไข่นี้จะฟักเป็นตัวอ่อนใน ๑๐ วัน ถูกอ่อนพอเกิดก็สามารถดูดเลือดได้เลยทีเดียว ตัวเมียจะเริ่มวางไข่เมื่ออายุได้ ๖ หรือ ๗ อาทิตย์ และมีอายุอยู่ได้หลายเดือน การกำจัดเรือดให้หมดบ้านเป็นการยากมาก ต้องปรึกษาผู้เชี่ยวชาญทางใช้ยาฆ่าเชื้อที่เป็นก๊าซ เช่นฟอร์แมลดีไฮด์ การรักษาความสะอาดของบ้านและผู้อยู่อาศัยเป็นวิธีสำคัญในการป้องกัน การฉีดยาให้ถูกตัวเรือดโดยตรงนั้นเป็นวิธีที่ค่อนข้างยาก แต่ถ้าแพง เตียงนอนและเครื่องเรือนต่าง ๆ ที่ฉีดด้วย ดี.ดี.ที. หรือ บี.เอช.ซี. จะไม่มีเรือดรบกวนเป็นเวลาหลายเดือน



รูปที่ 82 ตัวเรือดตัวเมีย

เรือดอาจมีชีวิตโดยปราศจากอาหารเป็นเวลาหลายเดือน และอาจเดินจากบ้านหนึ่งไปยังอีกบ้านหนึ่งได้ ต้องคอยหมั่นตรวจตราดูมันอยู่เสมอ ถ้าพบเห็นเข้าเมื่อใดต้องรีบทำลายให้หมดก่อนที่มันจะแพร่พันธุ์ต่อไป ตามมุมบนของมุ้งต้องตรวจดูทุกเช้าเมื่อเวลาตื่นนอน มุมมุ้งเป็นที่ที่เรือดชอบมากที่สุดสำหรับเวลากลางวัน ถ้าหากไม่มีเรือดที่นั่นก็เกือบจะวางใจได้ว่าในห้องนั้นไม่มีเรือด ช่องและรอยแตกตามไม้ต้องเอาสิ่วอุดให้หมด ส่วนก็ใช้ได้ ถ้าเป็นอิฐและหินควรฉาบปูนให้รูและรอยร้าวต่าง ๆ ถูกอุดให้หมดเพื่อป้องกันมิให้เรือดแอบซ่อนได้

เรือดอาจทำให้สุขภาพทรุดโทรม มันก่อความรำคาญให้ทั้งคนไข้และคนดี ซึ่งอาจถึงเจ็บลงได้อีก ในบางประเทศที่มีเรือดชุกชุมสุดที่จะปราบได้ เขาเผาทิ้งเลย

แซนด์ฟลี – ชิคเคอร์ (หมัดทราย)

ชิคเคอร์ (หรือชิกโก หรือจิกเกอร์) เป็นหมัดชนิดหนึ่งซึ่งอาศัยอยู่ในทรายหรือดิน (และตามพื้นบ้านที่เป็นดิน) หลังจากผสมพันธุ์แล้วตัวเมียจะเจาะเข้าสู่ใต้ผิวหนัง (มักจะเป็นใต้เท้า) และอาศัยอยู่ที่นั่นขณะที่ไข่กำลังเติบโต ทำให้บริเวณนั้นโตขึ้นอีกหลายเท่า เลยพองโตออกคล้ายเม็ดถั่วที่ฝังอยู่ใต้ผิวหนัง ทำให้รู้สึกคันและปวดแสบปวดร้อนจนต้องเกา เมื่อแกะเอาออกต้องเอาออกให้หมดไม่ให้มีเหลืออยู่เลย ต้องทำด้วยความระมัดระวัง โดยบ่งด้วยเข็มที่สะอาด (ฆ่าเชื้อเสียก่อนโดยเผาในเปลวไฟ) และยาฆ่าเชื้ออย่างอ่อน (เช่นทิงเจอร์ไอโอดีน) ทาลงไปแล้วเอาผ้าสะอาดพัน คนที่ไม่สวมรองเท้ามักจะเป็นโรคนี้

แผล

คนที่กินอาหารไม่ถูกส่วนและยากจน ถ้ามีแผลบนผิวหนังก็มักจะรักษาให้หายได้ช้า ทำให้เป็นแผลที่เจ็บปวดมากขึ้น แผลในประเทศร้อนมักเริ่มเป็นใกล้ตาตุ่ม แล้วแผ่อาณาเขตกว้างออกไป และอาจกินลึกลงไปในเนื้อ ต้องพักผ่อนและรักษาให้ถูกต้อง ประกอบกับกินอาหารให้ดีขึ้น มีผลไม้สด ผัก นมสด และไวตามินเอ และดี (เช่นน้ำมันตับปลา) วิธีป้องกันการเป็นแผลในประเทศร้อน แม้จะเป็นแผลเล็ก ๆ น้อย ๆ ตามขาและเท้า ต้องรีบรักษา ล้างให้สะอาดและใช้ยาฆ่าเชื้ออย่างอ่อน เอาผ้าสะอาดพันและคิดด้วยพลาสเตอร์กันหลุด.

บทที่ ๑๑

การสืบพันธุ์

ลักษณะอันหนึ่งที่แสดงให้เห็นว่าสิ่งที่มีชีวิตแตกต่างกับสิ่งไม่มีชีวิตก็คือ สิ่งที่มีชีวิตสืบพันธุ์ได้ ส่วนสิ่งไม่มีชีวิตสืบพันธุ์ไม่ได้ สิ่งที่มีชีวิตมักมีอายุจำกัด ซึ่งเมื่อถึงที่สุดแล้วก็จะตายไป ยกเว้นสิ่งที่มีชีวิตที่ร่างกายประกอบด้วยเซลเดียว เช่นตัวอมีบาและบักเตรี พืชและสัตว์หลายชนิดตายเสียก่อนถึงเวลาที่ควรจะตายเนื่องจากอุบัติเหตุ เช่น ถูกสัตว์อื่นจับกิน อดอาหารตาย หรือถูกโรคภัยไข้เจ็บเกาะกิน แต่ถึงแม้สิ่งที่มีชีวิตบางอย่างจะหนีรอดจากอุบัติเหตุไปได้ก็จะตายเมื่อถึงอายุ เช่น เนื้อหนังจะทรุดโทรมลงหรืออวัยวะบางส่วนหยุดทำงาน

ถึงแม้สิ่งมีชีวิตทุกอย่างจะต้องตาย (ยกเว้นพวกเซลเดียว) มันก็จะสามารถมีตัวใหม่สืบเนื่องต่อกันแทนตัวที่ตายแล้ว ทำให้มันสามารถรักษาพันธุ์หรือชนิดของมันไว้ได้ ตัวหรือต้นใหม่จะเกิดจากส่วนย่อยของสิ่งที่มีชีวิตที่แยกออกจากตัวเดิม วิธีการนี้เรียกว่าการสืบพันธุ์

สัตว์หรือพืชเซลเดียว จะแบ่งตัวออกเป็นสองส่วนเท่า ๆ กัน เมื่อเติบโตเต็มที่แล้ว ตัวแต่ละครึ่งที่แบ่งออกไปนั้นต่างก็จะแบ่งต่อไปอีก แต่ในสัตว์ชั้นสูงมีเซลหลายเซล แต่ละเซลต่างก็มีหน้าที่ของตัว เช่น เซลของกล้ามเนื้อ เซลประสาทเม็ดโลหิตเป็นต้น และมีเซลสืบพันธุ์ซึ่งประกอบด้วยไข่และเชื้อตัวผู้ เซลที่เป็นไข่จะเติบโตภายในอวัยวะสืบพันธุ์ของตัวเมีย (รังไข่) เซลเชื้อตัวผู้เติบโตภายในอวัยวะสืบพันธุ์ของตัวผู้

ระยะเวลาที่ลูกอ่อนเติบโตในมดลูกจะต่างกันไปตามชนิดของสัตว์ เช่น หนูกินเวลาประมาณ ๓ อาทิตย์ คน ๙ เดือน ช้าง ๑๓ เดือนถึง ๒๐ เดือน ลูกอ่อนที่กำลังเติบโตได้รับอาหารและออกซิเจนจากโลหิตของแม่ และถ่ายของเสียออกก็เช่นเดียวกัน เส้นโลหิตฝอยของลูกอ่อนและของแม่จะสัมผัสกันโดยใกล้ชิด (ไม่ต่อเป็นเส้นเดียวกัน ลูกอ่อนมีวงจรโลหิตของตัวต่างหาก) เมื่อลูกอ่อนเติบโตเต็มที่แล้ว กล้ามเนื้อมดลูกจะหดตัว บีบให้ลูกอ่อนหลุดออกจากร่างกายของแม่ เรียกว่า *เกิด*

ถึงแม้ลูกอ่อนของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนมที่เกิดใหม่จะได้รับออกซิเจนจากปอดของตนเอง ย่อยอาหารและขับถ่ายของเสียได้เอง แต่ก็ช่วยตัวเองไม่ได้ จำเป็นต้องใช้ความดูแลของพ่อและ

แม่ ลูกอ่อนจะกินนมแม่ ซึ่งเกิดจากต่อมสร้างน้ำนม น้ำนมเป็นอาหารที่มีสิ่งที่ลูกอ่อนต้องการครบถ้วน เป็นอาหารที่ย่อยและดูดไปใช้เลี้ยงร่างกายได้ง่าย ในสัตว์ชั้นสูงสุด เช่น คน ต้องอยู่ภายใต้การดูแลของพ่อแม่เป็นเวลานานมาก ระหว่างเป็นเด็กต้องใช้ความระมัดระวังรักษากันมากที่สุด เมื่อโตขึ้นแล้วจะต้องได้รับการฝึกหัดและการศึกษาจนกระทั่งสามารถเลี้ยงตัวได้ ร่างกายของคนจะยังไม่เติบโตเต็มที่จนกว่าจะมีอายุประมาณ ๒๐ ปี เป็นเกณฑ์อายุสำหรับคนในประเทศที่เจริญแล้วว่าจะสามารถหาเลี้ยงตัวเองได้ และนับวันแต่จะต้องยืดออกไปทุกที ทั้งนี้เพื่อฝึกหัดและศึกษาจนเกิดความเชี่ยวชาญในกิจการที่จะประกอบอาชีพนั้น ๆ สภาวะเช่นนี้ *ครอบครัว* เป็นหน่วยที่สำคัญที่สุดของสังคม

บทที่ ๑๒

คนเอาชนะโรคได้

เราทราบแล้วว่าโรคหลายชนิดติดต่อกันได้จากคนหนึ่งไปสู่อีกคนหนึ่งหรือจากสัตว์ไปสู่คนและคนไปสู่สัตว์ ตัวอย่างของโรคติดต่อมีหลายชนิด เช่น หวัดธรรมดา ไข้หวัดใหญ่ วัณโรค ไทฟอยด์ บิด กลาก มาเลเรีย ไข้เหลือง กาฬโรค ไข้ไทฟัส บาดทะยัก โรคพิษสุนัขบ้า คุดทะราด โรคเรื้อน และโรคนอนหลับเป็นต้น เราทราบแล้วว่าโรคเหล่านี้เกิดจากสิ่งที่มีชีวิตตัวเล็ก ๆ ต่างชนิดกัน และเพื่อความสะดวกจึงขอใช้คำรวม ๆ สำหรับสิ่งที่มีชีวิตเหล่านี้ว่า เชื้อโรค เชื้อโรคเหล่านี้พบและทราบว่าเป็นต้นเหตุของโรค เมื่อประมาณสองสามร้อยปีมานี่เอง ก่อนหน้านี้เหตุของโรคติดต่อเป็นเรื่องที่ลึกลับเป็นอย่างยิ่ง

ปัญหานี้เพิ่งจะกระจ่างขึ้น เมื่อประมาณ ๓๐๐ ปีมานี่เอง เมื่อเกิดปัญหาขึ้นว่าสิ่งที่มีชีวิตเกิดมาได้อย่างไร ถ้าเป็นสัตว์ใหญ่ ๆ ก็เห็นได้ชัดว่าสัตว์ที่เกิดมาคือลูกของพ่อแม่ของมัน และในพืชเมล็ดก็จะเติบโตเป็นต้นคล้ายพ่อแม่ของมัน แต่ไม่มีใครทราบถึงชีวประวัติของสิ่งที่มีชีวิตที่เล็กที่สุด บางคนบอกว่าพวกนี้เกิดจากสิ่งที่ไม่มีชีวิต แต่บางคนก็ค้านว่า ชีวิตจะต้องเติบโตมาจากสิ่งที่มีชีวิต นั่นคือ สิ่งที่มีชีวิตจะต้องเป็นลูกของสิ่งที่มีชีวิตชนิดเดียวกัน การโต้เถียงกันนี้ดำเนินไปนับเป็นศตวรรษแต่ไม่เป็นที่ตกลงกันได้จนกระทั่งประมาณ ๓๐๐ ปีมาแล้วนี้ การทดลองกันตามหลักของวิทยาศาสตร์ หรือที่เราเรียกว่า "การทดลอง" ได้เกิดขึ้น ชาวอิตาลีคนหนึ่งชื่อว่าเรดี (Redi) เป็นคนแรกที่แสดงให้เห็นว่าหนอนที่เห็นตามเนื้อเน่านั้นมิได้เกิดจากเนื้อ (คนสมัยนั้นเชื่อเช่นนั้น) แต่เกิดจากไข่ที่แมลงไข่ลงบนเนื้อนั้น เขาแสดงให้เห็นว่าถ้าหากระวังมิให้แมลงตอมเนื้อได้ ก็จะไม่มีหนอนเกิดขึ้น ถึงแม้จะเก็บเนื้อไว้นานสักเท่าใดก็ตาม แต่การทดลองนี้ใช้ได้สำหรับสิ่งที่มีชีวิตที่ตัวโตพอที่จะเห็นได้ด้วยตาเปล่า และเมื่อมีคนประดิษฐ์กล้องจุลทรรศน์ขึ้นแล้วจึงสามารถมองเห็นสิ่งที่มีชีวิตตัวเล็ก ๆ ซึ่งเรียกว่าจุลินทรีย์

ประมาณ ๒๕๐ ปีมาแล้ว ฟาน เลเวนฮุค (Van Leeuwenhoek) นักวิทยาศาสตร์ชาวฮอลันดา ได้ใช้กล้องจุลทรรศน์ที่เขาประดิษฐ์ขึ้นเองส่องพบจุลินทรีย์ที่เป็นทั้งสัตว์และพฤกษ์ซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ต่อมาอีก ๗๐ ปี สปอลเลนซานี (Spallanzani) นักวิทยาศาสตร์

ชาวอิตาลีได้พบการแบ่งเซลของจุลอินทรีย์ที่ร่างกายประกอบด้วยเซลเดียว และเขายังเห็นมันแบ่งต่อไปเป็น ๔ เซล และต่อไปอีกเรื่อย ๆ จึงเป็นการพบว่าจุลอินทรีย์เหล่านี้มีพันธุ์ตัวมันเองได้เช่นเดียวกับพืชและสัตว์ที่ตัวโต

อีกเกือบ ๑๐๐ ปีต่อมา (น้อยกว่าร้อยปีมาแล้ว) ปาสเตอร์ (Pasteur) นักเคมีชาวฝรั่งเศสและเป็นนักวิทยาศาสตร์ผู้ยิ่งใหญ่ทุกสมัยแสดงให้เห็นว่า แม้แต่สิ่งที่มีชีวิตที่เล็กที่สุดเช่น บักเตรีก็เกิดมาจากบรรพบุรุษชนิดเดียวกัน และเขาพิสูจน์ให้เห็นต่อไป โดยการทดลองอีกว่าโรคบางชนิดเกิดขึ้นเพราะบักเตรี ปาสเตอร์สามารถแยกบักเตรีที่ทำให้เกิดอหิวาต์ในไก่และสามารถเลี้ยงให้มันมีชีวิตอยู่ได้ภายในภาชนะแก้วที่เขาใช้ภายในห้องทดลอง เมื่อเขาเอาอาหารที่มีเชื้ออหิวาต์นั้นให้ไก่ที่มีสุขภาพดีกิน มันจะเป็นอหิวาต์และตายลงโดยเร็ว การค้นพบอันยิ่งใหญ่ของปาสเตอร์ทำให้เกิด "ทฤษฎีบักเตรีของโรคติดต่อ" ขึ้น และเป็นรากฐานของความเจริญทางวิทยาศาสตร์การแพทย์เป็นอย่างยิ่ง

ปาสเตอร์ค้นพบต่อไปอีกว่าถ้าเอาเชื้ออหิวาต์ที่เลี้ยงไว้นานและอ่อนกำลังลงแล้วให้ไก่ที่มีสุขภาพสมบูรณ์กิน ถึงแม้มันจะไม่สบายแต่ก็ไม่ตาย และเมื่อทุเลาแล้วเขาเอาเชื้ออหิวาต์ที่ใหม่และแข็งแรงให้มันกินใหม่ ปรากฏว่ามันไม่เป็นอะไรเลย ปาสเตอร์ทำให้ไก่ตัวนั้นมีความคุ้มกันต่ออหิวาต์ไก่

ปาสเตอร์ได้ทำการทดลองแบบเดียวกันกับโรคแอนแทรกซ์ (โรคที่เป็นกับแพะมาก) และโรคกลัวน้ำ ในทั้งสองรายเขาสามารถเตรียมวัคซีนซึ่งจะช่วยทำให้สัตว์มีสุขภาพสมบูรณ์มีความคุ้มกันต่อโรคนั้น (หมายเหตุ ถึงแม้เจนเนอร์ (Jenner) เป็นผู้พบวิธีปลูกฝีป้องกันโรคไข้ทรพิษในปี ค.ศ. ๑๗๙๗ ก่อนปาสเตอร์เป็นเวลานาน เจนเนอร์และใคร ๆ ก็ไม่ทราบว่า เหตุใดจึงป้องกันได้ จนกระทั่งปาสเตอร์พบทฤษฎีของโรคติดต่อ)

ในประเทศเยอรมัน ค็อก (Koch) ได้เจริญรอยตามการทดลองของปาสเตอร์และทำการแยกพิสูจน์ และเลี้ยงบักเตรีให้ดีขึ้น คือ เอนแทรกซ์ วัณโรค และอหิวาต์ของคน ค็อกเป็นคนพิสูจน์ให้เห็นว่าจุลอินทรีย์หลายชนิดที่ทำให้เกิดโรคติดต่อ การทดลองของปาสเตอร์และค็อกได้รับการต้อนรับจากวงการวิทยาศาสตร์การแพทย์ มีผู้นำเอาไปทำการทดลองและขยายการทดลองออกไปอีกเกือบทั่วโลก แต่ต่อมาก็มีผู้ค้นพบบักเตรีที่ทำให้เกิดโรคไทฟอยด์ บิด คอตีบ และ

จากการค้นพบอันยิ่งใหญ่นี้ทำให้นักวิทยาศาสตร์การแพทย์สามารถวางโครงการปราบปรามโรคติดต่อได้ มีปัญหาสำคัญสามประการที่จะต้องแก้คือ

(๑) ทำอย่างไรจึงจะป้องกันมิให้เชื้อโรคเข้าสู่ร่างกายได้

(๒) ทำอย่างไรจึงจะฆ่าเชื้อโรคที่อยู่ในร่างกายของคนไข้โดยมิให้เป็นอันตรายแก่คนไข้

(๓) ทำอย่างไรจึงจะช่วยให้ร่างกายสามารถฆ่าเชื้อโรคได้เอง

ตอนนี้ท่านคงพอจะนึกหาตัวอย่างวิธีต่อสู้กับโรคติดต่อตามวิธีทั้ง ๓ นี้ได้

โรคติดต่อเป็นโรคที่เกิดจากเชื้อโรคที่รุกรานและเติบโตภายในร่างกายของเรา กินอาหารและอาศัยอย่างพาราไซต์อยู่ในเนื้อหนังของร่างกาย อาการของโรคโดยมากเกิดจากพิษที่เชื้อโรคนั้นสร้างขึ้น ในบางราย เชื้อโรคทำลายรูปร่างและการงานของอวัยวะของร่างกายให้เสียไป

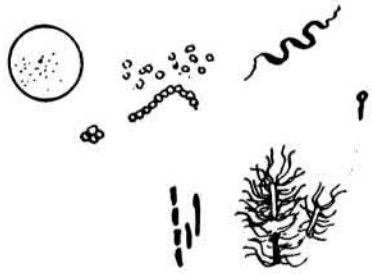
เมื่อครั้งที่มีทฤษฎีเกี่ยวกับบักเตรีใหม่ ๆ คนโดยมากเข้าใจว่าโรคติดต่อเกิดจากบักเตรีทั้งสิ้น แต่ต่อมาเมื่อวิชาการนี้ค่อยเจริญขึ้น นักบักเตรีวิทยาก็สามารถแยกและแสดงเอกลักษณ์ของเชื้อโรคที่ทำให้เกิดโรคไข้หวัดใหญ่ ไข้ทรพิษ ไข้เหลือง หัด และโรคพิษสุนัขบ้า ปรากฏว่าเชื้อเหล่านี้สามารถลอดเครื่องกรองอย่างละเอียดที่สุดไปได้ ซึ่งบักเตรีจะลอดไปไม่ได้ เชื้อโรคที่ลอดเครื่องกรองได้นี้เล็กเกินกว่าที่กล้องจุลทรรศน์ธรรมดาจะส่องได้เห็น เชื้อโรคนี้เรียกว่า "ไวรัส" (แต่เดี๋ยวนี้เห็นได้ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนิคแล้ว) มันผิดกับบักเตรีตรงที่มันไม่สามารถจะเติบโตได้ภายนอกเซลของพืชหรือสัตว์ที่มันเกาะกินอยู่ แต่มันก็สามารถติดต่อจากคนหนึ่งไปสู่อีกคนหนึ่งได้เช่นเดียวกับบักเตรี ดังนั้นคำว่าเชื้อโรค (germ) จึงหมายถึงอินทรียสารที่ทำให้เกิดโรคติดต่อก็ได้ มิได้หมายถึงบักเตรีแต่อย่างเดียวเท่านั้น และทฤษฎีบักเตรีของโรคติดต่อก็ได้ขยายกลายเป็นทฤษฎีเชื้อโรคของโรคติดต่อ (the germ theory of infectious diseases)

บักเตรี

บักเตรีเป็นสิ่งที่มีชีวิตที่เล็กที่สุดและประกอบด้วยเซล ๆ เดียว ไม่มีสีเป็นอินทรียสารที่ต้องใช้กล้องส่องจึงจะมองเห็น และมีชีวิตอยู่ในที่ทุกแห่งที่สิ่งมีชีวิตจะอยู่ได้ นั่นคือ ในพื้นดิน ในน้ำ และในอากาศ บักเตรีไม่มีคลอโรฟิล มันจึงไม่สามารถใช้พลังงานแสงสว่างในการสังเคราะห์อาหารดังที่พืชสีเขียวกระทำ มันได้อาหารโดยวิธีอื่น ด้วยเหตุนี้บักเตรีจึงมีลักษณะ

คล้ายสัตว์ แต่เนื่องจากร่างกายของมันห่อหุ้มด้วยผนังเซล มันกินอาหารได้โดยซึมผ่านผนังเซลเข้าไปจึงมีลักษณะคล้ายพืช แต่ผนังเซลไม่เป็นเซลลูโลสดังของพืชทั่ว ๆ ไป ความคิดสมัยใหม่จึงไม่ยอมจัดว่าบักเตรีเป็นพืชหรือเป็นสัตว์ แต่เป็นสิ่งที่มีชีวิตอีกชนิดหนึ่งต่างหาก

บักเตรีตัวหนึ่ง ๆ โตประมาณ ๐.๐๐๐๑ ถึง ๐.๐๐๐๓ นิ้ว และ จะมองเห็นได้ก็ต่อเมื่อส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ขยายมาก ๆ บักเตรีมีรูปร่างต่าง ๆ กัน คืออาจกลมเป็นท่อนยาวหรือบิดเป็นเกลียว และมักอยู่รวมกันเป็นกลุ่มก้อน หรือต่อรวมกันเป็นลูกโซ่ (ดูรูปที่ ๘๓) บักเตรีหลายชนิดว่ายน้ำได้ ทุกชนิดมีผนังเซลล้อมรอบ (แต่ไม่ใช่เซลลูโลส) กินอาหารแข็งไม่ได้ บักเตรีอยู่ทั่วไปทุกหนทุกแห่งในอากาศในฝุ่นละออง ในน้ำและในพื้นดิน ถึงแม้มันจะไม่มีคลอโรฟิล บักเตรีบางชนิดก็สามารถสร้างอาหารเป็นอินทรียสารบางชนิดได้ แต่ไม่ใช่พลังงานแสงสว่าง บางชนิดได้อาหารจากพืชและสัตว์ที่ตายแล้ว บางชนิดเป็นพาราไซต์ คือเข้าไปอยู่ในร่างกายของสิ่งที่มีชีวิตอย่างอื่นแล้วกินร่างกายนั้นเป็นอาหาร ซึ่งทำให้เกิดเป็นโรคขึ้นและอาจถึงตายได้



รูปที่ 83 บักเตรีชนิดต่างๆ เปรียบเทียบขนาดกับเม็ดเลือดแดง (ขยายใหญ่มาก)

บักเตรีสืบพันธุ์ได้โดยการแบ่งเซลจากหนึ่งเป็นสอง บักเตรีสองตัวที่แบ่งออกไปนั้นจะเจริญเติบโตโดยรวดเร็วแล้วแบ่งตัวต่อไปอีกภายใน ๓๐ นาที ฉะนั้นใน ๑๐ ชั่วโมง บักเตรีตัวหนึ่งอาจเพิ่มเป็นล้านตัว แต่เมื่อภาวะไม่เหมาะสม เช่น เมื่อของเหลวที่มันอาศัยอยู่แห้งลง มันจะสร้างสปอร์ขึ้น และโดยวิธีนี้มันจะกระจัดกระจายไปทั่วทิศ ลอยไปในอากาศ และถ้าตกลงในที่ที่อาหารอุดมสมบูรณ์ก็จะเติบโตได้ต่อไป สปอร์มีผนังแข็งแรง และเป็นสิ่งที่มีชีวิตที่มีความทนทานอย่างที่สุด สปอร์ของบักเตรีบางชนิดถึงแม้แช่ไว้ในอากาศเหลว (-๑๐๙° ซ.) ไว้เป็นเวลาถึง ๖ เดือน ยังสามารถงอกได้ แต่ตามปกติถ้าต้มในน้ำเดือดประมาณ ๒๐ นาที สปอร์จะตาย

ความสำคัญของบักเตรีประจำวัน

บักเตรีมีอิทธิพลอันยิ่งใหญ่ต่อสิ่งที่มีชีวิตอื่น ๆ บักเตรีในพื้นดินมีส่วนรับผิดชอบในเรื่องวัฏจักรของไนโตรเจนและคาร์บอน โดยเฉพาะอย่างยิ่งคือบักเตรี "ไนโตรเจน ฟิกซิง" ซึ่งอาศัยอยู่ตามรากพืชตระกูลถั่ว และทำให้รากถั่วเป็นปุ่มปมทั่วไปและช่วยทำให้พื้นดินมีความอุดมสมบูรณ์ การแยกสลายของอินทรียสารในพื้นดินเป็นประโยชน์ต่อพืชและสัตว์ บักเตรีที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของสัตว์กินหญ้าช่วยย่อยเซลลูโลสแล้วเปลี่ยนเป็นน้ำตาลซึ่งสัตว์จะย่อยได้ต่อไป

คนรู้จักใช้บักเตรีคล้ายกับรู้จักปลูกต้นไม้เช่นเหมือนกัน เช่นการบ่มใบยาสูบ การทำเนย การทำน้ำส้ม เป็นปฏิกริยาที่กระทำโดยบักเตรีทั้งสิ้น สำหรับคน บักเตรีมีทั้งคุณและโทษ บักเตรีรวมทั้งเห็ดราอีกหลายชนิดเป็นต้นเหตุที่ทำให้อาหารบูดเน่า เช่น นม เนย ไข่ และเนื้อ นอกจากนี้โรคที่ร้ายแรงหลายชนิดของคน (เช่น วัณโรค และไทฟอยด์) เกิดจากบักเตรี

การถนอมอาหาร

ในการทำอาหารเป็นจำนวนมากจะต้องมีวิธีป้องกันมิให้อาหารนั้นบูดเน่าโดยบักเตรี ทำให้ไม่เสียของ และที่สำคัญคือ ป้องกันพิษของบักเตรีที่เกิดในอาหาร วิธีป้องกันบักเตรีที่สำคัญคือ

(๑) การฆ่าเชื้อในอาหารและภาชนะที่ใส่โดยใช้ความร้อนฆ่า เช่น เผาผลไม้ และผัดให้ร้อนก่อนที่จะบรรจุขวดหรือกระป๋อง สำหรับนมเรา "พาสเตอไรส์" โดยเผาให้ร้อนไม่ต่ำกว่า ๑๔๒° ฟ. เป็นเวลาประมาณ ๓๐ นาที (หรือ ๑๖๒° ฟ. เป็นเวลา ๑๕ วินาที) ทำให้บักเตรีที่เป็นอันตรายตายหมด การบรรจุกระป๋องหรือขวดมีประโยชน์อีกอย่างหนึ่ง คือไม่มีอากาศอยู่ภายในบักเตรีบางชนิด (ส่วนน้อย) เท่านั้นที่สามารถเติบโตในที่ที่ไม่มีออกซิเจน ส่วนเห็ดรานั้นเติบโตไม่ได้เลย

(๒) เก็บในห้องเย็น ซึ่งทำให้บักเตรีเติบโตได้ช้าเข้า ตู้เย็นกำลังกลายเป็นสิ่งธรรมดาในบ้านและร้านอาหารยิ่งขึ้นทุกวัน เนื้อสัตว์และอาหารอื่น ๆ อาจขนส่งได้ทั่วโลกภายในเรือที่ทำเป็นห้องเย็น

(๓) การทำตู้อาหารหรือครัวที่ป้องกันแมลงได้ แมลงเป็นพาหนะนำบักเตรีจากแห่งหนึ่งไปสู่อีกแห่งหนึ่งโดยเกาะไปตามขาและร่างกายของมัน มันชอบกินของสกปรก จึงมีอันตรายในการนำเชื้อโรคได้

(๔) การทำให้แห้ง คนที่อาศัยอยู่ห่างนา (เช่น ทหารขณะออกปฏิบัติหน้าที่) มักจะต้องใช้อาหารแห้ง ซึ่งมีประโยชน์สองอย่างคือ ทำให้น้ำหนักของอาหารน้อยลง และการมีน้ำน้อยย่อมกันมิให้บักเตรีเติบโต ถ้าหากทำให้แห้งโดยถูกวิธี อาหารส่วนมากอาจรักษาไวตามินอันมีค่าไว้ได้

วิธีป้องกันโรคที่เกิดจากบักเตรี

ไม่ใช่เป็นการง่ายนักที่จะป้องกันบักเตรีมิให้เข้าสู่ร่างกาย ในประเทศที่เจริญแล้วทั้งหลาย กรมอนามัยจะต้องพยายามอย่างที่สุดที่จะป้องกันโรคติดต่อจากบักเตรีโดย

(๑) รักษาน้ำประปาให้ปราศจากบักเตรีที่เป็นอันตราย ตามปกติจะต้องกรองหรือฆ่าเชื้อด้วยคลอรีน

(๒) รักษานมสดให้บริสุทธิ์คือ นมสดจะต้อง "พาสเตอไรส์" เพื่อฆ่าเชื้อวัณโรค

(๓) กำจัดสิ่งโสโครกให้ปลอดภัย เช่นอุจจาระของคนเป็นโรคติดต่อที่มีเชื้อไทฟอยด์และบิด

ในโรงพยาบาลปัจจุบันนี้มีการป้องกันบักเตรีกันเข้มแข็งมาก เช่น เครื่องมือ และเครื่องแต่งกายต้องฆ่าเชื้อโดยความร้อนเสียก่อนที่จะใช้ และถ้าหากหลุดพลั้งไปก็อาจแก้ได้ด้วยยาที่ค้นพบใหม่เช่น "ซัลฟา" และ "เพนนิซิลิน" ซึ่งทำให้บักเตรีบางชนิดหยุดเติบโต โดยไม่เป็นอันตรายต่อคนไข้ บักเตรีทำให้เกิดโรคเนื่องจากพิษที่มันสร้างขึ้นและไหลเข้าสู่โลหิต บางทีร่างกายจะรักษาให้หายเอง โดยสร้างสิ่งต่อต้านพิษขึ้น การศึกษาถึงเรื่องนี้และวิธีที่จะทำให้เกิดสิ่งต่อต้านนี้ นับว่าเป็นอาวุธอีกชนิดหนึ่งที่แพทย์ใช้ต่อสู้กับโรคอันเนื่องมาจากบักเตรี

การทำลายเชื้อ

เนื่องจากโรคต่าง ๆ เกิดขึ้นจากการติดเชื้อที่ทำให้เกิดโรค จึงต้องหาวิธีที่จะฆ่าเชื้อเหล่านี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขณะที่มันอยู่นอกร่างกายด้วย "สิ่งทำลายเชื้อ" ส่วน "แอนติเซปติค" นั้นเป็นแต่เพียงทำให้บักเตรีหยุดเติบโตและหยุดขยายพันธุ์แต่ไม่ได้ฆ่ามัน แต่ก็นับว่าเป็นสิ่งที่มีประโยชน์มาก ในเมื่อเราต้องการมิให้มันแผ่กระจายจากแผลแห่งใดแห่งหนึ่งไปจนทั่ว

ร่างกาย. เพราะในกรณีเช่นนี้การใช้ "สิ่งทำลายเชื้อ" นอกจากจะฆ่าเชื้อโรคให้ตายแล้วยังอาจฆ่าเซลของร่างกายด้วย แอนติเซปติคอย่างอ่อนที่เหมาะสม บางชนิดอาจใช้สำหรับทำให้บักเตรีหยุดเติบโตโดยไม่ทำลายเนื้อเยื่อก็ได้

คนแรกที่รู้จักใช้ "แอนติเซปติค" ที่เหมาะสมคือ ลิสเตอร์ ศัลยแพทย์ชาวอังกฤษ ผู้ซึ่งได้ทราบข่าวการค้นพบของปาสเตอร์และค็อค เข้าใจดีว่ามีความสำคัญเกี่ยวกับการศัลยกรรมมาก ในระยะนั้นการศัลยกรรมเป็นสิ่งที่มีอันตรายอย่างยิ่ง คนไข้มักตายไม่ใช่เนื่องจากการผ่าตัดแต่เนื่องจากโลหิตเป็นพิษซึ่งเกิดขึ้นในภายหลัง ลิสเตอร์ มีความสงสัยว่าหนองที่เกิดจากแผลที่ผ่าตัดเป็นผลที่เกิดจากบักเตรี เขาได้ลองเอาเครื่องมือต่าง ๆ แช่ในกรดคาร์โบลิค (หรือฟีนอล) ซึ่งฆ่าบักเตรีได้ ปรากฏว่าหลังจากการผ่าตัดแล้วไม่มีหนองเกิดขึ้น และอัตราตายของคนไข้ก็ลดลง กรดคาร์โบลิคนี้ถึงแม้จะฆ่าเชื้อโรคได้ดีแต่ก็ทำลายเนื้อเยื่อด้วย (มันเป็นสิ่งทำลายเชื้อมากกว่าเป็นแอนติเซปติค) ฉะนั้นลิสเตอร์จึงทดลองกับสารเคมีอย่างอื่น ๆ ที่มีฤทธิ์พอที่จะทำลายเชื้อโรคได้โดยไม่ทำลายเนื้อเยื่อของคนไข้ วิธีแอนติเซปติคของลิสเตอร์ได้ปฏิวัติการศัลยกรรมใหม่ โดยการป้องกันบาดแผลมิให้เป็นเซปซีส (โรคติดต่อของเนื้อเยื่อเนื่องจากบักเตรีทำให้เกิดหนอง) ความเจริญขั้นต่อไปคือวิธีอเซปติค ซึ่งหมายถึงการกำจัดบักเตรีออกจากบาดแผลจนหมดสิ้น วิธีนี้ใช้กันในโรงพยาบาลที่ทันสมัย ซึ่งภายในห้องผ่าตัด (เช่นอากาศ ผนังห้อง และเครื่องประกอบต่าง ๆ) ต้องปราศจากฝุ่นละอองและเชื้อโรคปะปน เครื่องแต่งกายของนายแพทย์และผู้ช่วยก็ปราศจากเชื้อโรคด้วย ของทุกสิ่งทุกอย่างที่ใช้ในการผ่าตัดเช่นกรรไกร ปากคีบ เครื่องแต่งบาดแผลจะต้องฆ่าเชื้อโดยไอน้ำเดือดก่อนที่จะใช้และต้องจับด้วยมือที่สวมถุงมือที่ฆ่าเชื้อแล้ว วิธีอเซปติคเป็นวิธีศัลยกรรมที่อยู่ในขั้นอุดมคติ เพราะว่าการกำจัดเอาบักเตรีออกดีกว่าพยายามที่จะฆ่ามันเมื่อมันรุกรานเนื้อเยื่อแล้ว

สิ่งทำลายเชื้อ

เพื่อความสะดวกสิ่งทำลายเชื้ออาจแบ่งออกได้เป็นสามชนิด คือ

(๑) สิ่งทำลายเชื้อตามธรรมชาติ

(๒) สิ่งทำลายเชื้อทางฟิสิกซ์

(๓) สิ่งทำลายเชื้อทางเคมี

สิ่งทำลายเชื้อตามธรรมชาติ

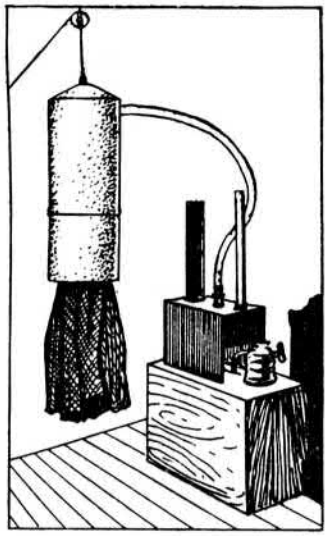
ได้แก่อากาศบริสุทธิ์และแสงแดด ตามที่เราทราบแล้วว่าจุดอินทรีย์ที่ทำให้โรคติดต่อไปนั้น โดยมากเมื่อถูกอากาศและแสงแดดแล้วก็จะตาย ในที่กลางแจ้งที่มีอากาศบริสุทธิ์พัดผ่านอยู่เสมอ แทบจะกล่าวได้ว่าไม่มีโรคติดต่อเลย บ้านที่อาศัยจึงจำเป็นต้องให้มีแสงสว่างและอากาศถ่ายเทได้สะดวก ควรเอาเครื่องนอนออกตากแดดอาทิตย์สะหลาย ๆ ชั่วโมง บักเตรีของโรคไทฟอยด์เมื่อถูกแสงแดดจัดสักหนึ่งหรือสองชั่วโมงก็จะตาย

สิ่งทำลายเชื้อทางฟิสิกส์

ความร้อนเป็นสิ่งทำลายเชื้อที่ดีที่สุด บักเตรีที่เป็นอันตราย เมื่อถูกเผาให้ร้อน ๑๐๐° ซ. จะตายหมดสิ้น (อุณหภูมิซึ่งน้ำเดือดเมื่อต้มในภาชนะที่เปิด) สิ่งของต่าง ๆ ที่คนเจ็บใช้อาจมีเชื้อโรคติดอยู่ จะทำลายเชื้อเหล่านี้เสียได้โดยการต้มในน้ำเดือดประมาณ ๒๐ นาที วิธีที่ถูกที่สุดที่จะใช้ความร้อนเผาเสื้อผ้าเครื่องใช้และเครื่องนอนคือ ไอน้ำเดือด ทั้งนี้เพราะไอน้ำเดือดที่ ๑๐๐° ซ. มีพลังงานความร้อนมากกว่าน้ำเดือด ณ อุณหภูมิเดียวกัน เช่น เมื่อไอน้ำ ๑ กรัม อุณหภูมิ ๑๐๐° ซ. เมื่อกระทบกับสิ่งของที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า ๑๐๐° ซ. มันจะคายพลังงานความร้อนออกมา ๕๓๖ แคลอรี ในการเปลี่ยนเป็นน้ำเดือดที่ ๑๐๐° ซ. หลักนี้นำไปใช้ทำเครื่องมือทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ ซึ่งอาจแบ่งเป็น ๒ แบบใหญ่ ๆ

(๑) เครื่องมือทำลายเชื้อชนิดความดันสูง คือ ไอน้ำมีความดันประมาณ ๒๐ ปอนด์ต่อหนึ่งตารางนิ้ว

(๒) เครื่องมือทำลายเชื้อชนิดความดันต่ำ คือ ไอน้ำมีความดันประมาณ ๕ ปอนด์ต่อ ๑ ตารางนิ้ว เครื่องมือแบบความดันสูงมีประสิทธิภาพสูงกว่า (เพราะไอน้ำเดือดมีอุณหภูมิสูงมาก) แต่ในการใช้เครื่องมือต้องมีความรู้พอสมควรที่จะใช้มันโดยปลอดภัย โดยมากใช้ในโรงพยาบาลใหญ่ ๆ และกรมสาธารณสุขของเมืองใหญ่ ๆ เครื่องมือชนิดความดันต่ำไม่ต้องใช้ความชำนาญนัก และอุณหภูมิก็ไม่สูงพอที่จะทำลายเครื่องใช้ที่เป็นขนสัตว์ในทั้งสองแบบ เขาเอาของที่ต้องการฆ่าเชื้อใส่ลงในถังเหล็ก



รูปที่ 84 เครื่องทำลายเชื้อโรคอีกชนิดหนึ่ง แสดงหม้อต้ม เตาน้ำมันและเสื้อที่ทำเสร็จแล้ว

บีดฝาหรือประตูให้แน่น แล้วพ่นไอน้ำเดือดภายใต้ความดันเข้าไป

ในแบบความดันสูงก่อนที่ไอจะเข้าไป จำเป็นต้องดูดอากาศออกจากถังเสียก่อน โดยทำให้เกิดสูญญากาศ ฉะนั้น เมื่อพ่นไอน้ำเดือด เข้าไป ไอน้ำถูกดันเข้าไปด้วยความดันสูง มันจะแทรกเข้าไปในซอกและมุมจนทั่วทั้งถัง เมื่อเชื้อโรคถูกทำลายหมดแล้ว เขาทำให้เกิดสูญญากาศอีก เพื่อให้ไอน้ำถูกขับออกจากถังให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แล้วจึงผ่านกระแสของอากาศร้อนเข้าไปทำให้ของเหล่านั้นแห้ง

ในแบบความดันต่ำเขาผ่านไอน้ำเดือดเข้าสู่ถัง ไล่อากาศออกจนหมด ไอน้ำก็จะแทรกซึมเข้าไปตามเสื้อผ้าและเครื่องนอนที่ฟ่ามและเบ็นรูพรุน เขาบีดไอหลังจากอบอยู่ ประมาณครึ่งชั่วโมง แล้วผ่าน อากาศร้อนเข้าแทน ไปที่ไอน้ำเดือดและทำให้ของภายในถังแห้งด้วย รูปที่๘๔ แสดงเครื่องทำลายเชื้อด้วยไอน้ำที่ทำขึ้นใช้ในบ้าน ซึ่งพอใช้ไปได้ เมื่อไม่มีเครื่องอย่างใหญ่หรือดีกว่านี้

สิ่งทำลายเชื้อทางเคมี

อาจใช้เบ็นก๊าซหรือสารละลาย ที่ใช้กันทั่วไปคือ (๑) โคลทาร์ (น้ำมันถ่านหิน) (๒) ฟอแมลดีไฮด์ และ (๓) ปูนขาวหรือปูนเดือด

(๑) สิ่งทำลายเชื้อโคลทาร์ สารเหล่านี้คือ ครีโซล (สารละลาย ๑%) ไลโซล (๑%) และกรดคาร์โบลิคหรือฟีนอล (๕ %) เอาสิ่งของที่มีเชื้อแช่ลงในสารละลายเหล่านี้ตามเปอร์เซนต์ที่กำหนดไว้

(๒) ฟอร์มัลดีไฮด์ เบ็นสิ่งทำลายเชื้อที่แรงและให้ประโยชน์มาก ตามปกติมันเบ็นก๊าซแต่ละลายอยู่ในน้ำ "ฟอร์มาลิน ๔๐ % คือสารละลายของฟาร์มัลดีไฮด์ในน้ำ" สารละลายฟอร์มาลิน ๑๐ % ใช้เบ็นยาทำลายเชื้อที่ได้ผลดีมาก ใช้ทำลายเชื้อในบัดสาวะอุจจาระและเสมหะน้ำลายได้ดี มันไม่ทำลายผ้าฝ้าย ขนสัตว์หรือไหม และไม่ฟอกให้สีตก ความจริงฟอร์มัลดีไฮด์ใช้ทำลายเชื้อในของเกือบทุกชนิดยกเว้นพวกหนังสัตว์ (เพราะทำให้แข็ง)

ฟอร์มัลดีไฮด์ใช้ฉีดหรือพ่นให้เป็นฝอย เหมาะสำหรับฉีดภายในห้องตามพื้นและเพดานและเครื่องเรือน โดยใช้สารละลาย ๒ % ดีกว่าใช้สิ่งทำลายเชื้อที่เป็นก๊าซ เช่น กำมะถันไดออกไซด์ การฉีดเป็นฝอยนี้เหมาะสำหรับประเทศร้อนมาก ทั้งนี้เพราะบ้านในประเทศร้อนไม่สามารถปิดให้สนิทที่จะฉีดด้วยก๊าซได้

(๓) ปูนขาว และปูนเดือดมีราคาถูกทั้งสองอย่างและเป็นสิ่งทำลายเชื้อที่มีประสิทธิภาพสูง ฉะนั้น การฉาบผนังบ้านด้วยปูนขาวและเพดานจึงได้ผลดี ปูนสำหรับฉาบนี้ทำได้โดยเอาปูนเดือดหนึ่งส่วน ผสมกับน้ำ ๔ ส่วน

สำหรับการใช้ตามปกติทุก ๆ วัน เขาใช้ฟอร์มัลดีไฮด์ ๒ % สำหรับฉีด ครีโซลหรือไลโซล ๑ % สำหรับล้างเสื้อผ้าและเครื่องนอน และสำหรับปนลงในน้ำปูนที่ใช้ล้างผนังที่ฉาบปูน

ตามปกติทั่ว ๆ ไป สิ่งทำลายเชื้อจะใช้ได้ผลดีก็ต่อเมื่อมันสัมผัสกับจุลอินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคนั้น ถ้าหากมีของสกปรกห่อหุ้มตัวจุลอินทรีย์เหล่านี้ไว้จะทำให้สนเปลืองยามากขึ้น "สิ่งทำลายเชื้อจะใช้แทนความสะอาดไม่ได้ จำไว้ว่าแสงแดด อากาศบริสุทธิ์ สบู่ น้ำ และการฟอก เป็นสิ่งทำลายเชื้อที่ใช้กันมาเก่าแก่ ราคาถูกและได้ผลดีอย่างที่สุด" ไม่ควรใช้สิ่งทำลายเชื้อสำหรับดับกลิ่นเหม็น ควรใช้ราดไปบนตัวของบักเตรีที่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นนั้น กลิ่นเหม็นโดยมากไม่เป็นอันตราย มันเป็นเพียงเครื่องแสดงว่าบักเตรีกำลังเจริญอยู่เท่านั้น

อากาศที่มีเชื้อควรกำจัดออกด้วยการถ่ายเทอากาศ เพราะไม่มีหนทางที่จะฆ่าบักเตรีในอากาศด้วยสิ่งทำลายเชื้อให้หมดสิ้นไปได้

โดยทั่ว ๆ ไป สิ่งทำลายเชื้อใช้แทนความสะอาดไม่ได้ เพราะโรคติดต่อทั้งหลายโดยมากเกิดจากที่สกปรก และถ้วยน้ำหรือภาชนะใส่อาหารสกปรก สิ่งที่จะต้องทำสิ่งแรกคือต้องเอาใจใส่ดูแลคนที่เป็นพาหะนำเชื้อเหล่านี้ไว้ให้ดี

บทที่ ๑๓

การสาธารณสุข

"วิชาสาธารณสุขเป็นวิทยาศาสตร์และศิลปะว่าด้วยการป้องกันเชื้อโรค และการทำให้สุขภาพของชุมนุมชนดีขึ้น"

เมื่อมนุษย์ยังไม่ใคร่เจริญ ครอบครัวแต่ละครอบครัวหรือหมู่ของครอบครัวต่างก็ดูแลสุขภาพและการสุขาภิบาลของตัวเองโดยปราศจากการช่วยเหลือจากภายนอก แต่ทุกวันนี้มนุษย์มีความเจริญรุ่งเรืองมาก คนก็มาอยู่ใกล้ชิดกันเป็นหมู่ใหญ่ ๆ ที่เรียกว่า เมืองหรือหมู่บ้าน ความจริงแต่ละคนต่างก็มีหน้าที่ที่จะรักษาให้ร่างกายของตัวเป็นปกติสุข แต่มีเรื่องเกี่ยวกับสุขภาพอีกหลายประการซึ่งคนคนเดียวไม่สามารถจะควบคุมไว้ได้ทั่ว ยกตัวอย่างเช่น การที่จะป้องกันมิให้หนู แมลง และยุง เข้ามาอยู่ในบ้านเราได้จะไม่เกิดประโยชน์อะไรเลย ถ้าบริเวณใกล้เคียงเป็นที่เพาะพันธุ์ของมัน คนบางคนที่อาศัยในเมืองหรือหมู่บ้าน บางทีไม่ทราบเลยด้วยซ้ำว่าอาหารที่เขากินอยู่นั้นมีกำเนิดจากที่ไหน มาถึงตลาดและสำเร็จเป็นอาหารที่คนกินอยู่ได้อย่างไร วิธีที่ดี (และถูกด้วย) สำหรับเจ้าหน้าที่ฝ่ายสาธารณสุขก็คือ ตรวจดูอาหารเหล่านั้น และป้องกันโรคจากอาหารนั้น ๆ นั่นแหละจะทำให้สุขภาพของหมู่บ้านทั้งหมดปลอดภัย

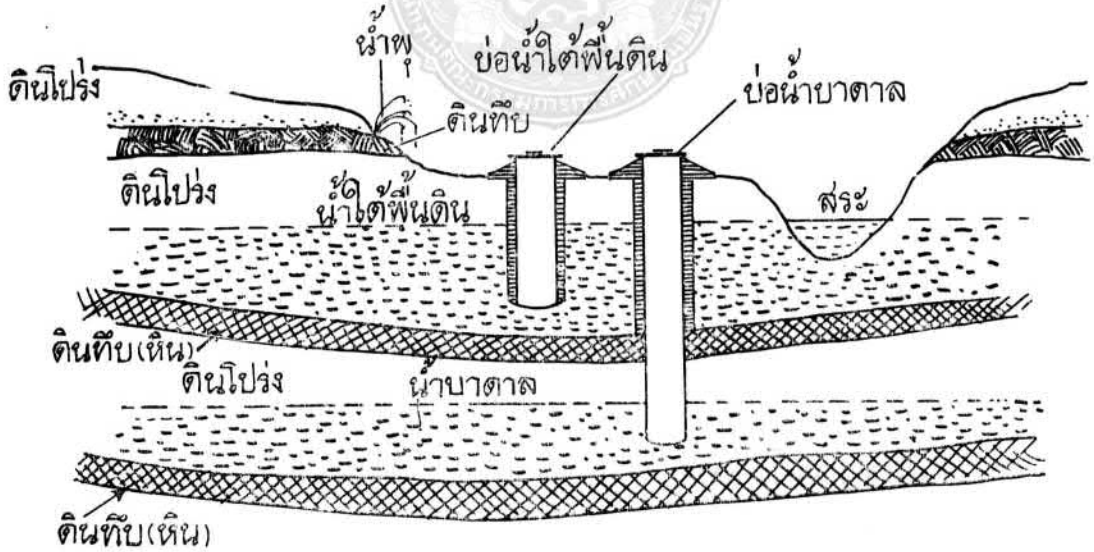
ในชุมนุมชนที่เจริญแล้ว ฝ่ายสาธารณสุขจะมีหน้าที่ดูแลเรื่องเหล่านี้คือ

(๑) น้ำประปา
(๒) กำจัดสิ่งโสโครก
(๓) ดูแลให้คนได้กินอาหารที่สะอาดปราศจากเชื้อโรค
(๔) ควบคุมสภาพบ้านเรือนที่อยู่อาศัย
(๕) ควบคุมโรคติดต่อ
(๖) จดทะเบียนคนเกิดและคนตาย
(๗) ตรวจสุขวัสดิภาพของเด็กนักเรียน และทารกสงเคราะห์
(๘) จัดสุขศึกษา (ร่วมกับโรงเรียน)

การประปา

การมีน้ำสะอาดสำหรับดื่ม ประกอบอาหารและซักฟอก เป็นสิ่งจำเป็นประการแรกที่จะช่วยให้คนเรามีความเป็นอยู่ดีมีสุขภาพสมบูรณ์ ในเมืองใหญ่ ๆ มักไม่ใคร่เดือดร้อนในเรื่องน้ำเท่าใดนัก เพราะมีการประปาที่ทำน้ำให้บริสุทธิ์และกรองก่อนที่จะส่งไปตามบ้าน แต่ตามชนบทน้ำใช้มิได้อยู่ในความควบคุมที่ดีพอจึงมักมีของสกปรกที่เป็นอันตรายปะปนอยู่ เช่น เชื้อโรคต่าง ๆ ในบางประเทศชาวบ้านใช้น้ำฝนที่รองได้จากหลังคาเก็บไว้ในโอ่งหรือถัง แต่ก็ไม่ใช่วิธีที่ดีนัก เพราะนก (หรือบางทีก็หนู) อาจถ่ายอุจจาระลงบนหลังคา และรางน้ำฝนทำให้น้ำนั้นสกปรก น้ำฝนเหล่านี้จึงควรต้มเสียก่อนดื่มเสมอ

ในชนบทของประเทศต่าง ๆ ที่ไม่มีน้ำประปาที่เดินมาตามท่อสำหรับใช้ เขามักใช้น้ำจากทะเลสาบ แม่น้ำลำธาร น้ำเหล่านี้ควรจะต้องตั้งข้อสงสัยไว้ก่อนเสมอว่ามีของสกปรกปนมา การดื่มน้ำจากลำธารเป็นการเสี่ยงอันตรายมาก เพราะอาจมีของสกปรกปนมาตั้งแต่เหนือน้ำ ลักษณะของน้ำที่ปรากฏแก่สายตามิได้บอกให้เราทราบว่าน้ำนั้นเหมาะสำหรับดื่มหรือไม่ เช่นน้ำที่ใสสะอาดปราศจากกลิ่นหรือรสก็อาจมีเชื้อโรค หรืออินทรียสารที่เชื้อโรคนั้นเกาะกินอยู่

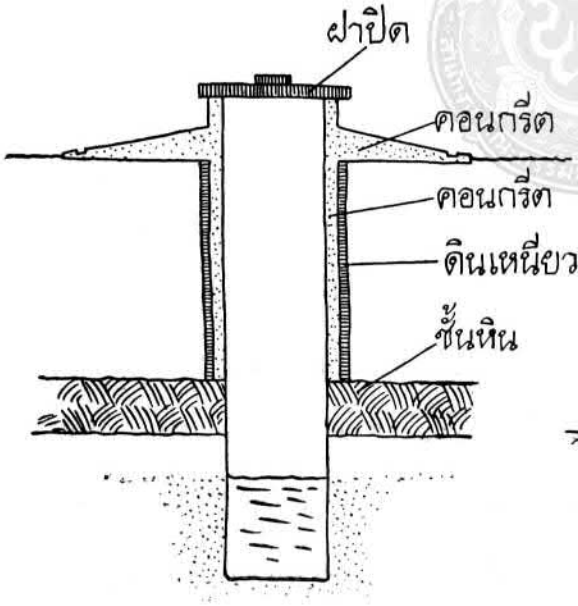


รูปที่ 85 ชั้นของน้ำและบ่อน้ำบาดาล

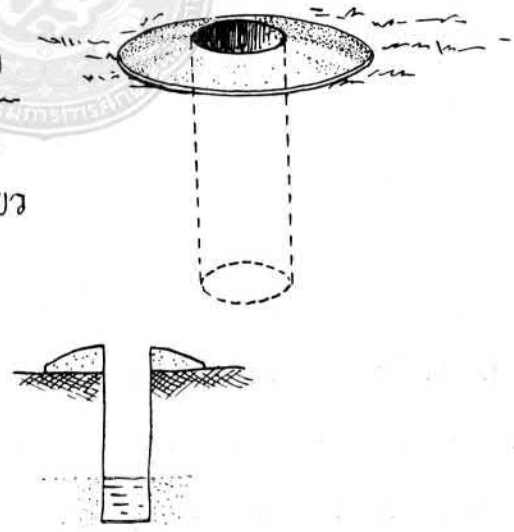
น้ำบาดาลจากบ่อตื้นหรือจากน้ำพุตื้นมักจะไม่มีอนุภาคเด็ก ๆ แขวนลอยอยู่รวมทั้งบักเตรีด้วย นับว่าปลอดภัย ใช้ดื่มได้ถ้าหากบ้องกันมิให้ของสกปรกตกลงไปได้ เช่น ไม่มีส้วม วัว ควาย และกากอาหารที่ใช้ทำปุ๋ยอยู่ใกล้บ่อภายในบริเวณ ๑๐๐ ฟุต น้ำพุนั้นจะต้องก่ออิฐ หิน หรือซีเมนต์ (เพื่อบ้องกันน้ำสกปรกตอนผิว) และมีท่อนำน้ำขึ้นสู่ถังพักโดยใช้สูบ (ไม่ใช่ใช้ถังตัก) โดยวิธีนี้น้ำก็จะไม่สกปรกระหว่างที่ออกจากน้ำพุไปจนถึงที่จ่ายน้ำ

น้ำบ่อตื้น ๆ เป็นน้ำที่มีอันตรายมาก เพราะน้ำส่วนมากเป็นน้ำที่อยู่ตอนผิว ๆ ซึ่งยังไม่ได้ถูกกรองโดยชั้นของดินให้สะอาด (ดูรูปที่ ๗๕)

น้ำบ่อตื้นหรือน้ำบาดาลเป็นน้ำที่เข้าสู่บ่อที่เดินอยู่ในใต้ดินลึก ๆ มิใช่น้ำจากใกล้ผิวดิน (ดูรูปที่ ๗๕) ทั้งนี้เพราะดินที่อยู่ลึกไม่ฟ่ามและเป็นรูพรุน มักเป็นหินและดินเหนียวอยู่ระหว่างดินตอนบนและระดับน้ำข้างใต้ ขอบของบ่อชนิดนี้จะต้องกรุให้แน่นกันมิให้น้ำตอนบนไหลลงสู่บ่อได้ เช่นต้องใส่หิน หรืออิฐก่อซีเมนต์ หรือท่อซีเมนต์โต ๆ ที่ทำสำเร็จรูปแล้ว ส่วมลงในบ่อให้ลึกจนพ้นระยะดินตอนบนที่ฟ่ามและพรุน และให้ขอบของบ่อเลยผิวดินขึ้นมา ๒ หรือ ๓ ฟุต (ดูรูปที่ ๗๖) ปากบ่อต้องมีฝาปิดสนิทและก่อซีเมนต์เป็นทางลาดลงรอบ ๆ ปากบ่ออย่างน้อย

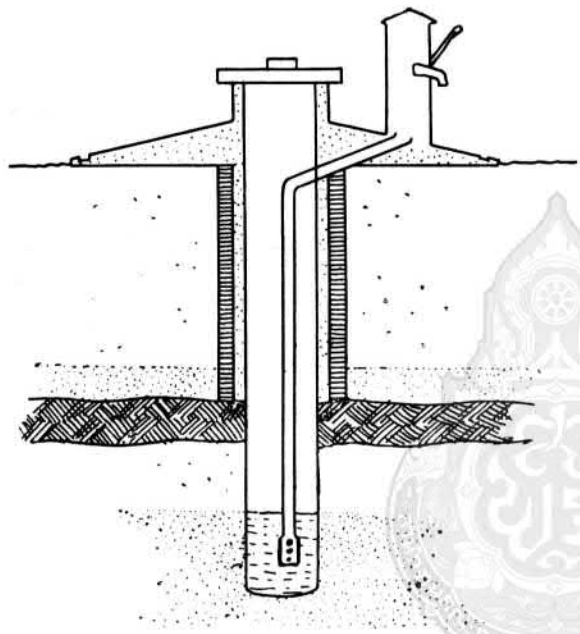


รูปที่ 86 บ่อน้ำบาดาลชนิดง่าย



รูปที่ 87 ทำคอนกรีตที่ปากบ่อเพื่อกันไม่ให้น้ำไหลกลับลงในบ่อ

๑๒ ฟุต ตามเส้นผ่าศูนย์กลาง สำหรับป้องกันน้ำที่ตักขึ้นมาอาจหกจะได้ไหลห่างปากบ่อออกไป และไม่ไหลกลับลงในบ่อ (ดูรูปที่ ๔๗) วิธีที่ดีที่สุดแต่ดูให้ดูดังรูปที่ ๔๘ แล้ว คือใช้สูบน้ำสูบขึ้นมาโดยไม่ต้องเปิดฝาบ่อ ปลอดภัยกว่าการใช้ถังตักน้ำขึ้นมา เพราะถังอาจสกปรกได้ น้ำบ่อที่ใช้สำหรับดื่มและทำครัวจะต้องส่งให้กรมอนามัยตรวจเป็นครั้งคราว



รูปที่ 88 บ่อน้ำบาดาลกับเครื่องสูบ.

วิธีที่ง่ายที่สุดที่จะทำน้ำสะอาดไว้ใช้เพียงเล็กน้อยเช่น ดื่ม แปรงฟัน และล้างชามก็คือต้มให้เดือดอย่างน้อย ๑๐ นาที การใช้เครื่องกรองน้ำในบ้านไม่ปลอดภัยเท่าการต้ม เพราะพอเครื่องกรองสกปรกก็จะกลายเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคไป ซึ่งจะกลายเป็นโทษมากกว่าคุณ ถ้าหากมีความสงสัยแม้แต่เพียงเล็กน้อยว่าน้ำที่ใช้นั้นสกปรก ก็ควรต้มให้เดือดเสียก่อน

ธรรมเนียมจีนที่ดื่มน้ำชาแทนน้ำเปล่านั้น นับว่าถูกหลักอนามัยเป็นอย่างยิ่ง เพราะเป็นการแน่นอนอยู่เสมอว่าน้ำที่ใช้ดื่มนั้นต้มเดือดแล้ว

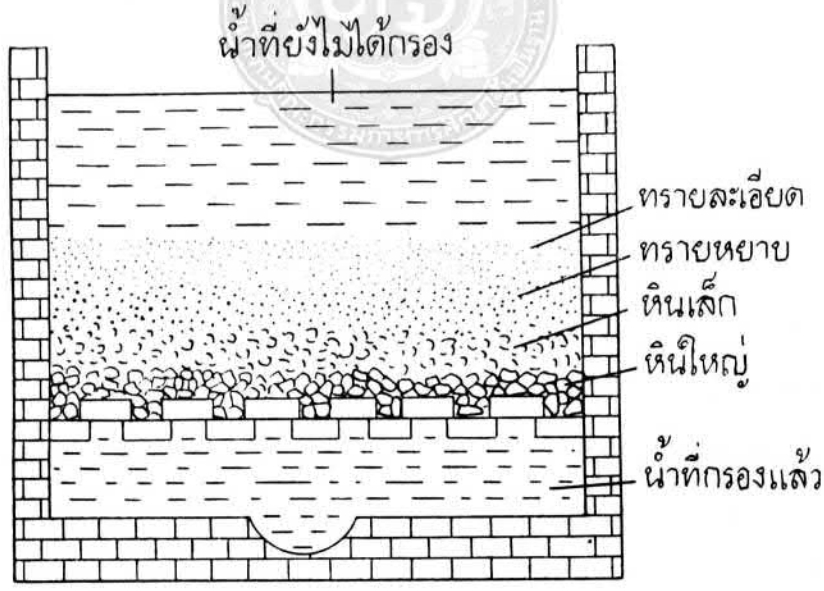
น้ำบ่อตื้นหรือน้ำพุที่ทำให้ถูกหลักอาจใช้เป็นน้ำที่ปลอดภัยสำหรับครอบครัว หรือชุมนุมชนเล็ก ๆ ได้ แต่สำหรับหมู่ใหญ่ ๆ เช่น ในเมืองหรือหมู่บ้านใหญ่ ๆ ควรมีการประปาใหญ่แห่งเดียวดีกว่ามีบ่อเล็ก ๆ เป็นจำนวนมาก วิธีนี้จะทำได้โดยสูบน้ำธรรมชาติจากที่ที่ไม่มีบ้านเมืองอยู่ใกล้ (เช่นจากน้ำที่ผ่านป่าหรือเขา) ทำน้ำนั้นให้บริสุทธิ์สะอาดแล้วจึงจ่ายตามท่อไปสู่บ้าน องค์การสาธารณสุขมีหน้าที่รับผิดชอบในการดูแลให้น้ำประปาสาธารณะนั้นสะอาดอยู่เสมอ

วิธีทำน้ำให้สะอาดเป็นจำนวนมาก ๆ

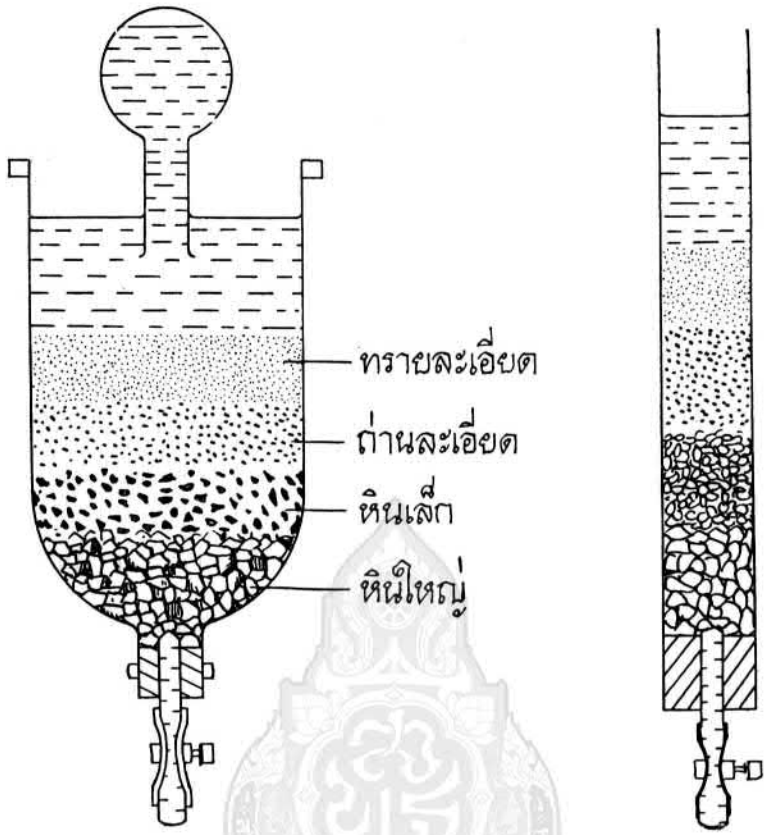
มีกระบวนการใหญ่ ๆ ๓ วิธีที่จะทำน้ำประปาสำหรับเมืองใหญ่ ๆ คือ

(๑) การนอนก้นของของสกปรกที่ปะปนอยู่ในน้ำที่จะใช้สำหรับดื่มนั้นจะแขวนลอยอยู่ในน้ำ แต่มิได้ละลาย ครั้งแรกสูบน้ำมาพักในถังใบใหญ่หรือถังพักน้ำดังทิ้งไว้นิ่ง ๆ เป็นเวลาหลาย ๆ วัน ของสกปรกที่แขวนลอยอยู่ในน้ำและหนักกว่าน้ำ เช่น โคลนละเอียดและอินทรียสารที่ผุพัง จะจมลงก้นถัง แสงแดดที่ส่องลงมายังช่วยฆ่าบักเตรีที่เป็นอันตรายได้หลายชนิด บางที่เขาใช้สารส้มใส่ลงไปทำให้ของสกปรกถูกจับเป็นตะกอนเหนียวคล้ายวุ้นจมลงก้นถัง ของสกปรกอื่น ๆ ก็ติดตะกอนเหนียว ๆ นี้จมลงหมด

(๒) การกรอง หลังจากแยกเอาตะกอนออกจากน้ำโดยวิธีนอนก้นเกือบหมดแล้ว กรองน้ำนี้ผ่านทรายที่สะอาด (ดูรูปที่ ๘๙) ทรายจะช่วยกรองเอาอนุภาคเล็ก ๆ ที่ยังแขวนลอยอยู่ (รวมทั้งบักเตรีด้วย) และไม่ยอมนอนก้นออกไป



รูปที่ 89 เครื่องกรองน้ำด้วยทราย



รูปที่ 90 เครื่องกรองน้ำด้วยทราย

(๓) การใส่คลอรีน เพื่อให้เป็นที่แน่นอนว่าบักเตรีถูกทำลายหมดแล้ว (มันอาจลอดเครื่องกรองทรายมาได้) เขาจึงใส่คลอรีนลงไปทำลายเชื้อ (คลอรีนเป็นก๊าซสีเหลืองแกมเขียวที่เป็นพิษและกลิ่นฉุน) เขาใช้คลอรีนหนึ่งส่วนต่อน้ำล้านส่วนก็พอเพียงที่จะฆ่าเชื้อได้และไม่เป็นอันตรายแก่คนที่ดื่ม

น้ำประปาที่ผ่านมาตามท่อนับว่าปลอดภัย ใช้ดื่มและใช้การอื่น ๆ ภายในครัวเรือนได้ น้ำประปานี้จะมีเจ้าหน้าที่ตรวจความบริสุทธิ์เป็นครั้งคราว เพื่อป้องกันผู้บริโภคให้ปลอดภัยจากโรคที่แพร่ได้ทางน้ำ เช่น อหิวาตกโรค ไทฟอยด์ และบิด

คิดตั้งตัวแบบเครื่องกรองด้วยทรายดังแสดงในรูปที่ ๙๐ จะใช้ครอบแก้วหงายขึ้น (หรือขวดใหญ่ที่ตัดก้นทิ้งก็ได้) หรือหลอดแก้วอันโต ๆ เอากรวด (ก้อนโตประมาณ $\frac{1}{2}$ นิ้วตาม

เส้นผ่าศูนย์กลาง) ใส่ลงที่ก้นหนาประมาณ ๒ นิ้ว แล้วใส่กรวดเม็ดเล็กทับลงไปอีก ๒ นิ้ว กรวดละเอียดอีก ๒ นิ้ว แล้วจึงถึงชั้นของทรายหนา ๔ นิ้ว (อาจใส่ผงถ่านบ่นหยาบ ๆ ใส่ลงไต้ทรายเพื่อฟอกสีที่อาจมีในน้ำ) น้ำจะไหลผ่านออกทางก้นของเครื่องกรองนี้ช้า ๆ เราอาจจัดให้ไหลมาน้อยตามต้องการโดยแต่งที่หนีบยางที่ต่อจากหลอดแก้วข้างก้น ตัวแบบเครื่องกรองนี้จะกรองไม่ใคร่ดีจนกว่าชั้นบนของเครื่องกรองมีเมือกเหนียว ๆ คลุมอยู่ทั่วไป เครื่องกรองนี้ปล่อยให้น้ำแห้งไม่ได้

การกำจัดสิ่งปฏิกูล

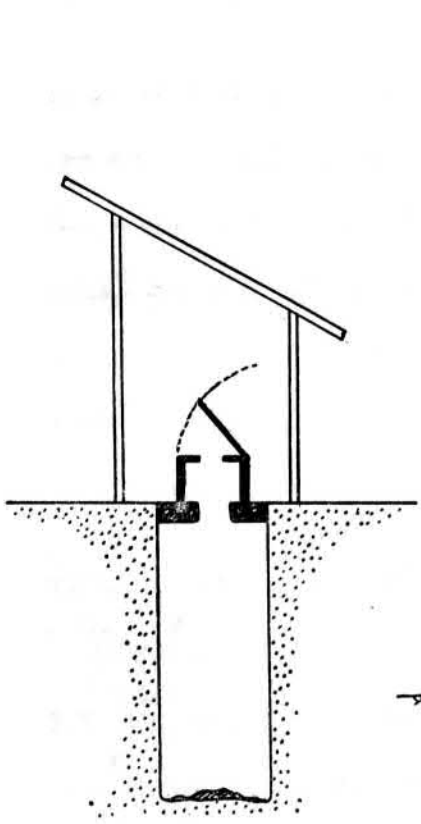
ในสมัยที่ยังป่าเถื่อน มนุษย์จะหากินไม่เป็นที่ เขาจะทิ้งสิ่งปฏิกูลและถ่ายอุจจาระไว้ตามที่ต่าง ๆ แล้วก็ย้ายที่หากินต่อไปใหม่ เมื่อคนรู้จักสะสมทรัพย์สมบัติและปลูกบ้านถาวรขึ้นอาศัย ก็จะต้องผจญกับปัญหาการสุขาภิบาลและการกำจัดสิ่งปฏิกูล ในครอบครัวชุมนุมชนหมู่บ้าน หรือเมืองใหญ่ ๆ ปัญหาสำคัญเกี่ยวกับสุขภาพก็คือการกำจัดอุจจาระของมนุษย์ เพราะเชื้อโรคนานาชนิดที่ทำให้เกิดโรคจะผ่านออกมากับอุจจาระ ถ้าหากปล่อยให้ปะปนลงในน้ำหรืออาหาร โรคก็จะระบาด

การกำจัดอุจจาระของมนุษย์

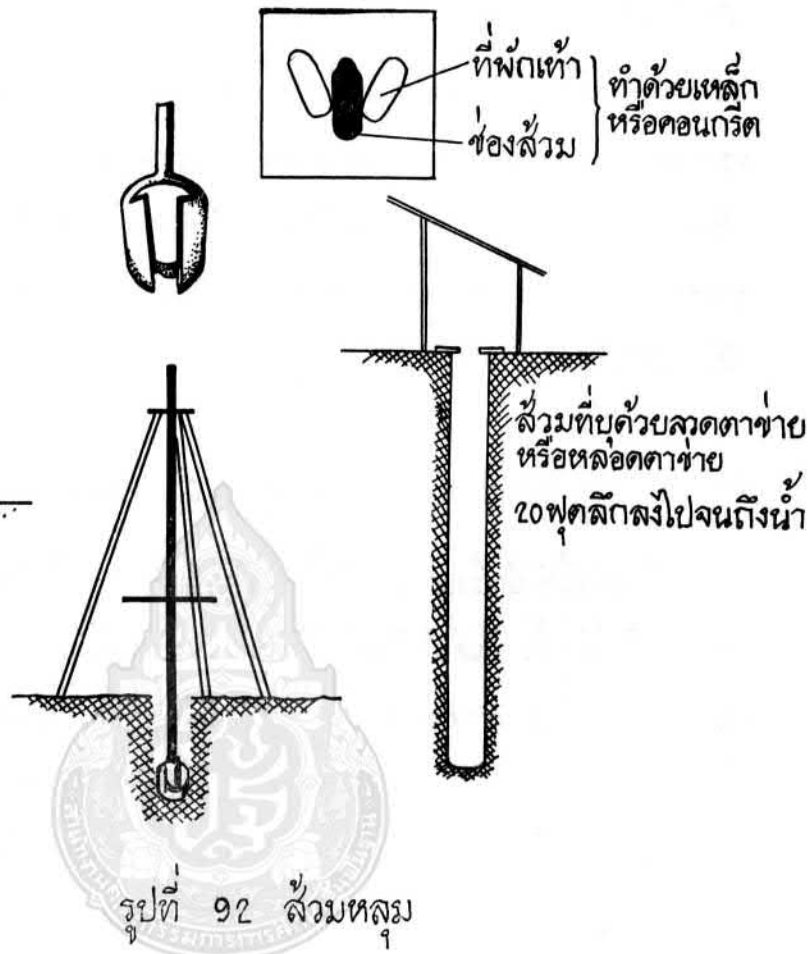
มีหลายวิธี เช่น ส้วมบ่อ ส้วมหลุมลึก ส้วมถัง ถังเซปติค และระบบการใช้ท่อนำอุจจาระ

ส้วมบ่อ

วิธีง่ายและถูกที่สุดสำหรับกำจัดอุจจาระภายในครอบครัว คือการขุดบ่อลงในดิน ส้วมบ่อนี้ถ้าหากพื้นดินมีทางระบายน้ำดี และขุยและขุดลึกพอสมควรก็นับว่าได้ผลดี บ่อนี้ควรลึกไม่ต่ำ



รูปที่ 91 ส้วมบ่อ



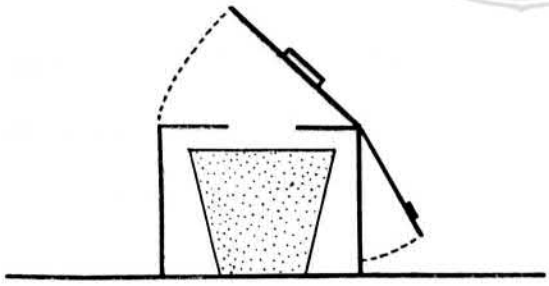
รูปที่ 92 ส้วมหลุม

กว่า ๖ ฟุต (แต่ถ้าหากยังไม่ถึงระดับน้ำให้ลึกกว่า ๑๐ ฟุตก็ได้) (ดูรูปที่ ๙๑) ถ้าหากระดับน้ำใต้ดินอยู่ลึกลงไปเพียง ๒–๓ ฟุต จะต้องก่อดินให้สูงขึ้นมาเสียก่อน เป็นกองโตประมาณ ๖ ฟุต และสูงหลายฟุต แล้วขุดหลุมตรงกลางให้ลึกพอสมควร ปากบ่อบีดด้วยไม้แข็งแรง และมีส้วมตั้งอยู่ข้างบน มีฝาบีดเบิดได้ แมลงวันจะไม่ลงไปที่ก้นบ่อลึก เพราะมันไม่ชอบมืด ส้วมบ่อที่ทำในพื้นดินร่วนซุยจะใช้สำหรับครอบครัวได้เป็นเวลาหลายปี ทั้งนี้เพราะมันทำความสะอาดไปในตัวโดยบักเตรีช่วยละลายอุจจาระลงแล้วซึมไปตามดิน ถ้าหากบ่อเล็กเกินไป แต่คนใช้ส้วมมีมากหรือถ้าดินไม่ร่วนซุยพอ มันก็จะเต็มขึ้นโดยเร็ว ถ้าเต็มขึ้นมาประมาณครึ่งบ่อควรกลบเสีย แล้วไปทำส้วมใหม่ให้ห่างกันพอสมควร ส้วมบ่อนี้ควรสร้างด้วยไม้มีหลังคากันมิให้น้ำไหลลงบ่อ แต่ให้ไหลออกข้างนอก

ส้วมหลุมลึก

ต้องใช้เครื่องเจาะพิเศษ เจาะดินเป็นหลุมกว้างประมาณ ๑๖ นิ้ว และลึกประมาณ ๒๐ ฟุต หรือให้ลึกยิ่งกว่านี้ถ้าหากดินไม่แข็งนัก (ดูรูปที่ ๙๒) ตามหลักเมื่อถึงน้ำแล้วควรหยุดขุดต่อไป ถ้าหากดินรอบ ๆ อ่อนและกรอบ ควรกรุรอบ ๆ บ่อด้วยลวดตาข่ายหรือไม้ไผ่สาน แต่ถ้าดินรอบ ๆ แข็งดี (เช่น ดินศิลาแลง) ก็ควรกรุเพียงปากบ่อด้วยสังกะสีเพื่อให้ทำความสะอาดง่าย ปากหลุมต้องมีที่ปิดเปิด ส่วนที่นั่งนั้นทำแบบนั่งยอง ๆ ทำความสะอาดได้ง่ายกว่าแบบนั่งห้อยเท้า ส้วมแบบนี้เหมาะที่สุดสำหรับครอบครัว ถ้าหากพื้นดินนั้นดีด้วย เพราะมันทำความสะอาดไปในตัว และใช้ได้เป็นเวลานาน องค์การสาธารณสุขโดยมากมีเครื่องเจาะหลุมซึ่งสามารถเจาะหลุมได้ลึก ๆ ในเวลา ๒—๓ ชั่วโมง และใช้คนเพียงไม่กี่คน

ควรจำไว้ว่าส้วมบ่อหรือหลุมลึกจะต้องอยู่ห่างจากบ่อน้ำใช้ไม่ต่ำกว่า ๑๐๐ ฟุต ถ้าห่างกว่านี้ได้ก็ดี วิธีที่จะตรวจว่าส้วมนั้นนำความสกปรกไปสู่บ่อน้ำหรือเปล่าให้เอาสีย้อมที่มีสีจัด ๆ (เช่น ฟลัวเรสซีอีน) เทลงในส้วม แล้วคอยตรวจดูน้ำในบ่อทุก ๆ ชั่วโมง ถ้าหากน้ำในบ่อมีสีก็แสดงว่าของสกปรกจากส้วมซึมไหลมาถึงได้ บางทีเขาใส่น้ำมันก๊าดลงในส้วมแทนสี แล้วคอยดมกลิ่นน้ำจากบ่อว่ามีน้ำมันก๊าดซึมมาถึงหรือเปล่า



รูปที่ 93 ส้วมถัง

ส้วมถัง

ส้วมบ่อเหมาะสำหรับหมู่บ้านเล็ก ๆ ตามชนบทที่มีที่ห่าง ๆ จากบ้านที่พอจะทำส้วมได้ ในหมู่บ้านใหญ่ ๆ หรือในเมืองจำเป็นต้องเก็บอุจจาระไว้แล้วนำไปทิ้งในที่ปลอดภัย ในภาวะเช่นนี้เขามักใช้ถังรองรับอุจจาระ (ดูรูปที่ ๙๓) บางทีเขาใส่สิ่งทำลายเชื้อลงในถังด้วย และหลังจากถ่ายแล้วควรเอาดินแห้ง ๆ กลบเสียเพื่อกันแมลงวัน ถังเหล่านี้จะต้องเอาออก (ตอนเช้ามืดเหมาะที่สุด) ใส่เกวียน ให้ดีก็เปลี่ยนถังใบใหม่ แล้วนำใบเก่าใส่รถที่ปิดมิดชิดนำไป

ทั้งวิธีนี้ต้องสิ้นค่าใช้จ่ายมากและต้องระมัดระวังเป็นอย่างดี ถ้าจะให้ได้ผลต้องมีเจ้าหน้าที่ควบคุมดูแล การหากรรมกรทำงานชนิดนี้ก็หายากเพราะมันเหม็น และต้องทำก่อนสว่าง การควบคุมดูแลในเวลามืดค่ำก็ทำได้ยาก

อุจจาระจากถังเขาเอาไปทิ้งในคู ดินที่ขุดเป็นคูนี้อยู่ห่างจากหมู่บ้านอย่างน้อยครึ่งไมล์ ดินจะต้องร่วนซุยและระบายน้ำได้สะดวก เขาขุดเป็นคูยาว ๆ กว้างประมาณ ๑๗ นิ้ว ลึก ๑๒ ถึง ๑๗ นิ้ว คูหนึ่ง ๆ ห่างกันราว ๑๗ นิ้ว เขาเอาอุจจาระเทลงไปในคูหนา ๓ ถึง ๖ นิ้ว แล้วเอาดินกลบ ถ้าหากสิ่งแวดล้อมมีกาวะเหมาะสม การผุพังเน่าเปื่อยของอุจจาระจะเสร็จสิ้นลงใน ๒ — ๓ เดือน แต่พืชจะงอกได้ในราวหนึ่งปีต่อมา

ในบางเมืองเขาเอาอุจจาระจากถังทิ้งลงในท่อระบายอุจจาระแล้วไหลไปสู่โรงกำจัดอุจจาระอีกที่หนึ่ง

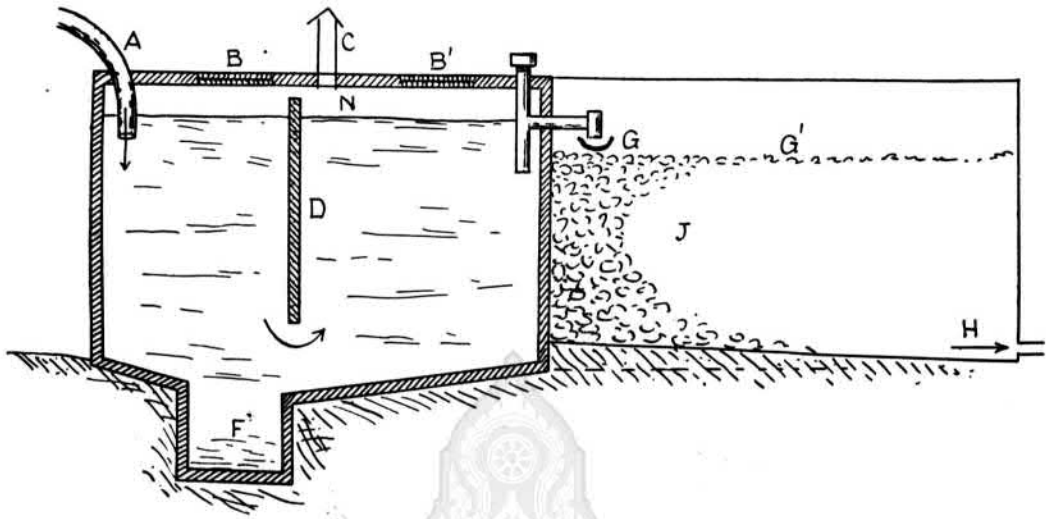
วิธีที่ถูกหลักสุขาภิบาลที่สุดคือ เอาอุจจาระเหล่านี้ไปผสมกับขยะมูลฝอยแห้ง ๆ หรือของแห้งอื่น ๆ แล้วเผาจนเป็นเถ้าไปหมด ถ้าหากไม่มีขยะแห้ง ๆ คอยผสม การเผาอุจจาระอย่างเดียวมีราคาแพงมาก

ในประเทศร้อนบางแห่ง ขยะมูลฝอยและอุจจาระเขาเอาไปทิ้งสุมกันเป็นกองใหญ่ วิธีนี้ทำให้ได้ปุ๋ยสำหรับพืชมาก เมื่อสุมไว้ได้ประมาณ ๑ อาทิตย์ บักเตรีก็จะเจริญเติบโตจนเกิดความร้อน ในตอนกลางกองขยะอาจร้อนถึง ๑๕๐° — ๑๖๐° ฟ. ณ อุณหภูมินี้บักเตรีที่ทำให้เกิดโรคและไข่ของหนอนที่เป็นพยาธิก็จะพากันตาย แมลงวันก็แพร่พันธุ์ไม่ได้ เขาพลิกกองขยะนี้ทุกอาทิตย์ เพื่อให้ข้างนอกกลับเข้าข้างในบ้าง และเพื่อให้อากาศแทรกซึมเข้าไปได้ บักเตรีที่เคยอยู่ข้างนอกพอกลับเข้าข้างนอกก็พากันตาย ต่อมาประมาณ ๒ เดือนขยะนี้ก็ใช้ทำปุ๋ยได้

ถังเซปติค

เมื่อเอาสิ่งปฏิกูล (อุจจาระผสมกับน้ำโสโครก) ใส่ลงในถังที่ปิดสนิท มันจะถูกแยกสลายด้วยบักเตรีซึ่งจะเติบโตและขยายพันธุ์โดยปราศจากออกซิเจน มีก๊าซที่ไม่เป็นพิษเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก อุจจาระที่เป็นของแข็งก็จะแยกสลายเกิดเป็นฝ้าสกปรกลอยบนผิวน้ำ ส่วนที่เป็นโคลนจะจมลงก้นถัง ทั้งฝ้าและโคลนนี้จะต้องตักออกเป็นครั้งคราว (ราวปีละหนึ่งหรือสองครั้ง) ส่วน

ของเหลวภายในถังจะซึมออกจากถังผ่านหินและกรวดที่กรุไว้รอบ ๆ บักเตรีที่ชอบออกซิเจนจะทำการแยกสลายของที่ซึมออกมา (ดูรูปที่ ๙๔) แอมโมเนียที่เกิดจากการแยกสลายของโปรตีน



รูปที่ 94 รูปตัดของถังไส้เครกและที่กรอง
A อุจาระลงที่นี่ B ฝาปิด C ที่ระบายอากาศ
D ก้าแพงกั้นอุจจาระที่ไหลตรงมาจากถังไครก
F ทางของเหลวลง G ทางกระจายไป H ทางออก
J ชั้นอิฐหักสำหรับกรอง N ผิวน้ำ

ภายในถัง ในที่สุดจะถูกออกซิไดส์เป็นไนเตรต ของเหลวที่ซึมออกจากถังจะไม่มีอันตรายและปราศจากกลิ่นเหม็น และเพื่อความปลอดภัยไว้ก่อน ของเหลวที่ซึมออกมานี้บางทีเขาให้ผ่านลงสู่ถังเบ็ดซิ่งให้อากาศและแสงสว่างผ่านเข้าถึงได้ การออกแบบสร้างถังชนิดนี้ (ถังเซปติค) ต้องใช้ความรู้จากผู้เชี่ยวชาญ

ถ้าหากสร้างให้ถูกสุขลักษณะจะไม่มีกลิ่นเหม็นเกิดขึ้น เพราะบักเตรีภายในถังบีดย่อยสิ่งปฏิกูลและทำลายบักเตรีที่เป็นอันตรายให้หมดไป สิ่งสำคัญคืออย่าใส่แอนติเซปติค หรือสิ่งทำลายเชื้อลงในถัง เพราะยาเหล่านี้จะทำลายบักเตรีที่เป็นประโยชน์ ทำให้การแยกสลายอุจจาระหยุดชงัก และทำให้อุจจาระเต็มถังโดยเร็ว เลยบีดทางออกหมด สบู่และไขมันก็คอยป้องกันมิให้บักเตรีที่มีประโยชน์เคลื่อนไหวได้ จึงควรทิ้งเศษอาหารในครัวลงในที่รับขยะต่างหากอีก

บ่อทิ้งขยะบางที่ก็มีประโยชน์สำหรับกำจัดของโสโครก เพราะทำง่ายโดยขุดดินลงไปให้เป็นบ่อ แล้วกรุข้าง ๆ ด้วยอิฐหรือหิน แต่ได้ผลไม่ใคร่เป็นที่พอใจ ขณะที่ทิ้งลงไปจะค่อย ๆ ซึมเข้าสู่ดินข้างบ่อ ไม่มีการกระทำของบักเตรีเพื่อให้เกิดความสะอาด บ่อก็เต็มเร็ว ต้องคอยหมั่นขุด มักมีกลิ่นเหม็น และอาจซึมไปสู่บ่อน้ำใช้ได้

ระบบการใช้ท่อระบายสิ่งโสโครก

ถังเซปติคเป็นตัวอย่างง่าย ๆ สำหรับระบบใช้ท่อระบายอุจจาระ โดยที่อุจจาระจะไหลตามน้ำไปสู่ถังเซปติค หลังจากที่ราดน้ำลงในส้วมแล้ว ถังเซปติคที่ใหญ่ที่สุดจะใช้ได้กับคนเพียงไม่กี่ร้อยคน ถ้าหากคนอยู่กันเป็นหมู่ใหญ่ ๆ เช่นในเมือง เขาให้อุจจาระรวมทั้งน้ำโสโครกจากการทำครัวและการซักฟอกไหลลงสู่ท่อระบายไปยังกองการกำจัดสิ่งปฏิกูล ในเมืองโดยมากน้ำฝนจากหลังคาบ้านและถนนก็ไหลลงสู่ท่อระบายนี้ด้วย ฉะนั้น ของโสโครกที่ผ่านลงสู่ท่อระบายนี้จึงประกอบด้วยน้ำเป็นส่วนมาก (ประมาณ ๙๙.๙ %) พาเอาทั้งสารที่แขวนลอยและที่ละลาย (ประมาณ ๐.๑ %) ไปที่กองการกำจัดสิ่งปฏิกูล เขาจะให้น้ำไหลผ่านตาข่ายโลหะ เพื่อแยกของแข็งที่เป็นชิ้นโต ๆ ออก แล้วให้น้ำนั้นไหลลงสู่ถัง สารที่มีความหนาแน่นมาก (เช่นฝุ่นละอองที่ชะออกจากถนนและทรายที่ใช้ในการชำระล้าง เครื่องครัว) จะจมลงที่ก้นถัง อินทรียสารที่มีความหนาแน่นน้อยกว่าจะไหลลงสู่ถังตกตะกอน ตอนนี้น้ำจะไหลช้าเข้า อินทรียสารที่เป็นอนุภาคเล็ก ๆ จะจมลงเป็นโคลน ก่อนที่จะออกสู่ข้างนอก ของเหลวที่ไหลออกจากถังตกตะกอนจะทำให้สะอาดได้จากการเติมออกซิเจนโดยบักเตรี แล้วให้ไหลผ่านเครื่องกรองที่ประกอบด้วยหินก้อนเล็ก ๆ วางไว้หลวม ๆ (ดังที่ใช้ในระบบถังเซปติค) แล้วไหลลงสู่แม่น้ำหรือทะเลไป

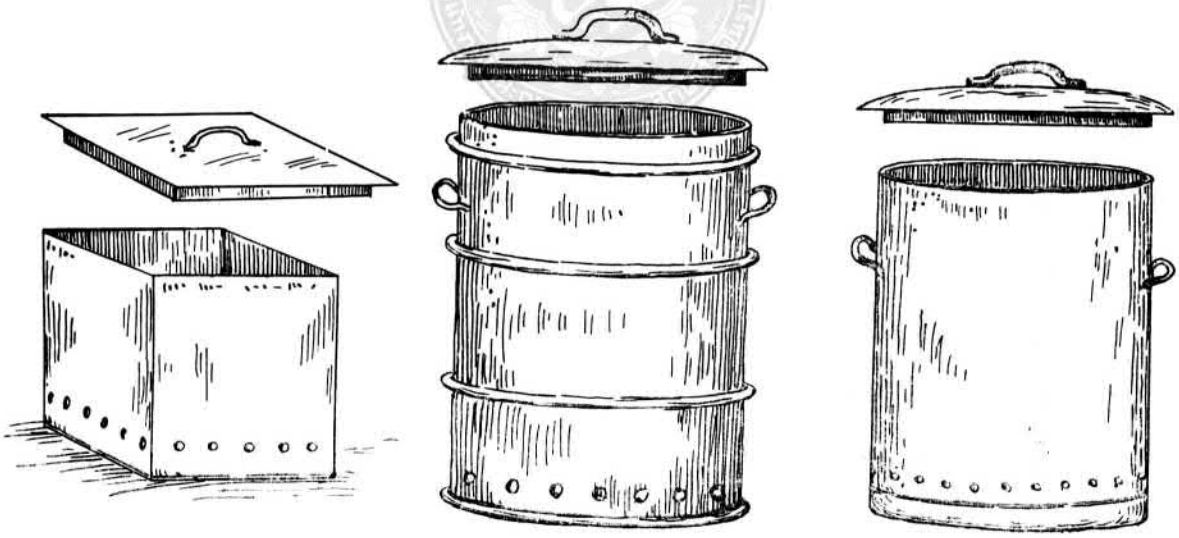
ปัญหายุ่งยากที่เกี่ยวกับการกำจัดสิ่งโสโครกคือจะทำอย่างไรกับอินทรียสารที่ตกเป็นตะกอนคล้ายโคลนภายในถังตกตะกอน วิธีที่ดีที่สุดวิธีหนึ่งคือ ทิ้งให้บักเตรีแยกสลายครั้งแรกภายในถังปิด และครั้งต่อไปภายในถังเปิดเป็นเวลาหลายอาทิตย์ ของที่เหลือในที่สุดจะไม่มีกลิ่น เขาเอามาทำให้แห้งแล้วใช้เป็นปุ๋ย

การกำจัดขยะมูลฝอย

ขยะมูลฝอยภายในบ้านของประเทศร้อนมักเป็นจำพวกพืชผักที่เปียกชื้น ซึ่งผุพังเน่าเปื่อยได้เร็ว เมื่ออุณหภูมิสูงเช่นนั้น ทำให้เกิดกลิ่นเหม็น เป็นอาหารอย่างดีของหนู และที่ออกไข่ของแมลงวัน ฉะนั้น จึงจำต้องกำจัดเสียโดยเร็ว ถ้าสามารถทำได้ก็ต้องกำจัดทุกวัน ก่อนที่จะก่อความเดือดร้อน

ผู้คนที่อาศัยอยู่นอกเมืองหรือหมู่บ้านมักทำการกำจัดขยะมูลฝอยของตัวเอง วิธีที่สุดคือเผาให้ไหม้ไปทุกวัน โดยทำเตาสำหรับเผาขึ้น อาจทำได้จากถังน้ำมันเก่า ๆ โดยเปิดก้นและด้านข้างออกเพื่อให้อากาศผ่านเข้าได้มาก ๆ ยกให้สูงเลยพื้นดิน และตั้งอยู่บนอิฐหรือหิน ทำหลังคามุงไว้เพื่อกันฝนมิให้ตกลงไป เริ่มจุดไฟจากขยะที่แห้งแล้วคอยเติมขยะเรื่อย ๆ

ในเมืองและหมู่บ้านใหญ่ ๆ ขยะมูลฝอยและขยะจากถนนเป็นหน้าที่ของเจ้าหน้าที่สุขาภิบาลที่จะกำจัด ชาวบ้านจะต้องเก็บขยะไว้ภายในถังที่มีฝาปิดกันหนูและแมลงวันได้ (ดูรูปที่ ๙๕) ในประเทศร้อนขยะนั้นจะมีรถรับขยะมารับไปทุกวัน เมื่อรับไปแล้วอาจเอาไปทิ้งได้หลายวิธี คือ (๑) เผา (๒) ถมตามหลุมหรือบ่อ



รูปที่ 95 ถังขยะที่ถูกสุขลักษณะ

(๑) เผา เป็นวิธีที่ดีที่สุด เพราะจะได้หมดอันตรายไป แต่ขยะในประเทศร้อนมักประกอบด้วยพืชผักมาก เผาลำบาก นอกจากต้องออกแบบเตาเป็นพิเศษ หรือมิฉะนั้นก็ต้องทำให้ขยะแห้งก่อนเผาอีกสองสามชั่วโมง

(๒) รมตามหลุมหรือบ่อ บางทีเขาใช้ถมที่ลุ่มหรือยกพื้นดินให้สูงขึ้น ต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพราะมันมักมีสิ่งเหม็น หนูจะพากันมาหาเศษอาหารและจะกลายเป็นที่เพาะพันธุ์แมลง ฉะนั้นกองขยะจึงไม่ควรอยู่ใกล้บ้าน และควรเกลี่ยให้หนาเพียง ๒ — ๓ ฟุต แล้วเอาดินกลบหนาประมาณ ๑ ฟุต เป็นการป้องกันมิให้อากาศผ่านเข้าสู่ขยะได้ ซึ่งบักเตรีบางชนิดจะเจริญเติบโตทำปฏิกริยากับขยะจนมีอุณหภูมิสูงขึ้นมากพอที่จะทำลายบักเตรีที่เป็นอันตรายอย่างอื่น และแยกสลายขยะที่ได้จากพฤกษ์และสัตว์ให้เป็นสารที่ปราศจากอันตราย พื้นดินที่ถมด้วยขยะนี้ราว ๒ — ๓ ปี จึงจะใช้เป็นสนามได้ แต่ไม่ควรใช้เป็นที่ปลูกสร้างบ้าน

การจัดบ้าน

เราทราบแล้วว่าความประสงค์อันยิ่งใหญ่ของมนุษย์คืออาหาร เสื้อผ้าและที่อาศัย เราขอกล่าวถึงที่อาศัย และจะชี้ให้เห็นว่าสุขภาพและความสบายของคนในประเทศร้อนเกี่ยวข้องกับการจัดบ้านอย่างไรบ้าง

ความต้องการอย่างน้อยที่สุดภายในบ้านของคนในประเทศร้อนคือ

(๑) ห้องสำหรับพักอาศัยและห้องนอน

(๒) ระเบียงหลังบ้านสำหรับทำงานบ้านและการครัว

(๓) ระเบียงหน้าบ้านสำหรับสังคม

(๔) ที่สำหรับเก็บฝืน

(๕) ส้วม

(๖) เตาสำหรับเผาขยะ

(๗) ห้องเก็บของ

(๘) ที่อาบน้ำและซักฟอก

พื้นห้องควรเป็นของแข็งซึ่งไม่ลื่นหรือและเป็นฝุ่นได้ง่าย และควรทำความสะอาดได้ง่าย เมื่อไม่ได้ปูเสื่อ หรือพรม เครื่องเรือนที่ทำด้วยไม้เหมาะสำหรับประเทศร้อนมากที่สุด ดีกว่าที่จะใช้เครื่องเรือนทับ ๆ ที่ใช้กันในประเทศหนาว

พื้นที่จะปลูกสร้างบ้านนั้นจะต้องมีทางระบายน้ำสะดวก เมื่อถึงฤดูฝนน้ำไม่ขังเป็นหลุมเป็นบ่อ ซึ่งจะกลายเป็นที่เพาะเชื้อมาเลเรียไป แต่ถ้าหากไม่มีท่อนจะเลือกได้ดีกว่า บ้านนั้นจะต้องยกพื้น และพื้นดินใต้ถุนบ้านต้องลาดซีเมนต์ถ้าทำได้ ตามหลักทั่ว ๆ ไป บ้านที่ยกพื้นสูงจะแห้งและเย็นดี เพราะได้รับลมสะดวก และไม่ควรให้ห้องนอนอยู่ทางทิศตะวันตก เพราะห้องจะร้อนเพราะถูกเผาด้วยแดดในตอนบ่ายซึ่งถึงแม้พระอาทิตย์ตกดินไปแล้ว ห้องนั้นก็จะร้อนอยู่อีกพักหนึ่ง รอบ ๆ บ้านควรเป็นที่โล่งเพื่อให้ลมพัดผ่านได้สะดวก ส่วนที่มีต้นไม้เล็ก ๆ จะช่วยให้บ้านเย็นและน่าอยู่มากขึ้น แต่ไม่ควรมีต้นไม้ใหญ่ยืนบังหน้าบ้านอยู่ ต้องระวังว่าตามต้นไม้ต้องไม่มีรูขังน้ำฝน ถ้าหากมีให้เอาซีเมนต์อุดเสียให้หมด ต้นไผ่มักอุ้มน้ำไว้ทำให้เป็นที่เพาะพันธุ์ยุงตามต้นไผ่ที่กลวงเนื่องจากถูกตัดหรือหักออกเอง

อิฐหินและซีเมนต์เหมาะที่จะใช้ทำกำแพงบ้านมาก บางที่เขาก็ใช้ไม้และสังกะสี ถ้าใช้ไม้ควรเป็นไม้เนื้อแข็งหรือไม้เช่ยากันปลวก ตอนที่อยู่ใกล้กับดินมักชื้นมากควรก่อด้วยอิฐหรือหินสูงจากพื้นประมาณ ๖ นิ้ว และหุ้มด้วยยางมะตอย สังกะสีหรือกระเบื้องเคลือบอีกชั้นหนึ่งเพื่อป้องกันน้ำมิให้ซึมผ่านเนื้ออิฐเข้าไปได้ บางที่เขาก็ใช้สังกะสีมีขอบสูงเพื่อกันมิให้หนูปีนข้ามกำแพงได้ ถ้าหากด้านนอกของกำแพงทาสีขาวจะช่วยให้ดูดความร้อนจากดวงอาทิตย์น้อยเข้า

ระเบียงช่วยให้บ้านร่มรื่นและเย็นสบาย แต่ควรจะกว้างอย่างน้อย ๑๐ ฟุต ควรมีหน้าต่างหลาย ๆ บานเพื่อให้อากาศและแสงสว่างผ่านเข้ามาก ๆ ถ้าหากทำหน้าต่างที่ด้านตรงข้ามของห้องทุก ๆ ห้องได้ก็ดี เพื่อจะได้ให้อากาศผ่านเข้าและออกโดยตรงเลยทีเดียว ผนังห้องด้านในควรทาสีอ่อน ๆ ห้องที่อับแสงอับลมและมืดคล้ำ ทำให้สกปรกง่ายและเห็นสิ่งสกปรกได้ยาก

ของที่ใช้มุงหลังคาที่ใช้กันทั่วไปคือจาก กระเบื้อง และสังกะสี จากมีราคาถูก และเย็นสบายดี แต่เป็นที่ซ่อนของหนูและแมลงได้ดี และในฤดูร้อนมีอันตรายเนื่องจากไฟไหม้ แต่ถ้าหากมีลวดตาข่ายคลุมจากอีกชั้นหนึ่งก็จะกันหนูเข้าไปอาศัยได้ กระเบื้องใช้มุงหลังคาดีที่สุด แต่ต้องวางให้ดีเพื่อป้องกันหนูมิให้เข้าไปทำรังได้ สังกะสีมีราคาถูกและมุงง่าย แต่เวลากลางวันจะร้อน

จัด นอกจากจะทำที่ระบายอากาศกันเป็นพิเศษ การใช้เพดานไม้หรือแอสเบสตอสได้หลังคาสังกะสีช่วยให้ภายในบ้านเย็นขึ้นมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้ากรุแผ่นอลูมิเนียมขัดมันบาง ๆ เหนือเพดานเพื่อช่วยสะท้อนความร้อนกลับคืน รางน้ำรอบ ๆ ชายคาบ้านนับว่ามีอันตรายมากสำหรับประเทศร้อน เพราะน้ำอาจขังทำให้เป็นที่เพาะพันธุ์ยุง รางน้ำเป็นของจำเป็นเพื่อรองน้ำฝนไว้ใช้ แต่ต้องคอยระวังอย่าให้ท่อน้ำตัน เช่น จากใบไม้ที่ร่วงหล่นลงมา ถ้าไม่จำเป็นต้องใช้น้ำฝนอย่าทำรางเลยดีกว่า และเพื่อป้องกันน้ำฝนจากชายคากระเซ็นเข้าบ้าน ควรทำให้ชายคายื่นออกจากตัวบ้านไม่ต่ำกว่าสองฟุต

ถ้าหากภายในบ้านมีน้ำใช้มากจะต้องมีที่ระบายน้ำที่ใช้แล้วออก ในหมู่บ้านใหญ่ ๆ และในเมืองเขามีท่อระบายน้ำข้างถนน น้ำจากบ้านจะมีท่อน้ำไปสู่ท่อข้างถนนนี้ ถ้าหากบ้านอยู่ห่างๆ กัน และไม่มีท่อระบายน้ำข้างถนน ควรขุดบ่อรับน้ำที่ใช้แล้วจากครัว ห้องน้ำ และห้องซักผ้า น้ำเหล่านี้จะไหลตามท่อระบายลงสู่บ่อยาว ๆ แคบ ๆ มีอิฐแตกและหินกรุพื้นอยู่ทั่วไป น้ำเหล่านี้จะค่อย ๆ ซึมออกตามดินข้าง ๆ ห่างออกจากบ้านไป เอาแผ่นกระเบื้องปิดปากบ่อแล้วเอาดินและหญ้าคลุมข้างบน กันมิให้ยุงลงไปไข่ได้

ในเมือง การก่อสร้างต่างๆ หรือการเปลี่ยนแปลงอาคารจะทำไม่ได้จนกว่าจะได้รับอนุญาตจากเทศบาลเสียก่อน เพื่อเป็นเครื่องประกันว่า บ้านที่ปลูกจะได้ถูกต้องและไม่มีความชื้น ห้องต้องโตพอควรมีแสงสว่างดี การถ่ายเทอากาศดี และต้องมีน้ำประปา การระบายน้ำ และส้วมที่ดี บางประเทศมีแผนกวางแผนผังเมือง มีหน้าที่คอยจัดบ้านเมืองให้ผู้คนอาศัยอยู่ด้วยความสุข พื้นที่บางแห่งเขาจะสำรองไว้สำหรับปลูกบ้านอยู่อาศัย บางแห่งสำรองไว้สำหรับปลูกโรงงาน สวนสาธารณะ ปาร์ค และสนามนั่งเล่นมักจะสร้างขึ้นเพื่อให้ราษฎรได้มาอยู่ที่กลางแจ้งและเล่นกีฬาหรือออกกำลัง การสร้างถนนก็ต้องมีโครงการและสร้างติดต่อที่ต่าง ๆ ให้ไปมาถึงกันโดยสะดวก ให้มีแสงสว่างและอากาศเข้าถึงทุก ๆ บ้าน การวางผังเมืองจะต้องนึกถึงบ้านเก่า ๆ ที่ปลูกสร้างกันมานานแล้ว และผู้คนอยู่กันหนาแน่น และผิดสุขลักษณะ โดยการสร้างบ้านใหม่ๆ ให้ดีขึ้น

ความสะอาดของอาหาร

องค์การสาธารณสุขยังมีหน้าที่ดูแลความสะอาดของอาหารโดยควบคุมและตรวจตามตลาด โรงฆ่าสัตว์ โรงทำขนมปัง โรงรีดนม และสถานที่อื่น ๆ ที่ทำขายหรือเก็บอาหาร

ราษฎรที่ทำอาหารจากไร่และสวนของตัวเอง อาจควบคุมความสะอาดได้ แต่ในชุมนุมชนกลุ่มใหญ่ ๆ เช่น ในเมือง ราษฎรทำอาหารเองไม่ได้ต้องพึ่งคนอื่น ทำให้ผู้ใช้ไม่ทราบว่าอาหารนั้นปลูกอย่างไร เก็บไว้อย่างไร และทำกันอย่างไรบ้างก่อนที่จะมาถึงตลาดหรือร้านค้า ฉะนั้นองค์การสาธารณสุขจึงต้องควบคุมการทำและจำหน่ายอาหาร (รวมทั้งนมด้วย)

เจ้าหน้าที่ที่ทำการตรวจมีสิทธิที่จะนำตัวอย่างอาหารที่วางขาย ส่งไปตรวจที่ห้องทดลองได้ เขาเอาใจใส่เป็นพิเศษในเนื้อและนม สำหรับนมนั้นดูแลไปจนถึงการผลิต และการจำหน่ายด้วย บางทีก็ตรวจดูวัวด้วยว่าเป็นวัณโรคหรือเปล่า

เพื่อรักษาสุขภาพของราษฎร ประเทศที่เจริญแล้วจะมีกฎหมายเกี่ยวกับความสะอาดของอาหาร มีบทลงโทษบุคคลที่พยายามขายอาหารที่มีคุณภาพเลวหรือสกปรก

องค์การสาธารณสุขยังควบคุมอาหารในตลาด ดูว่าที่ตั้งอาหารสร้างถูกต้องดีหรือไม่ ใช้น้ำล้างให้สะอาดอยู่เสมอหรือเปล่า เจ้าหน้าที่ยังดูแลต่อไปอีกว่า เขาทิ้งเศษอาหารถูกต้องหรือไม่ เพื่อให้ตลาดและรอบ ๆ ตลาดปราศจากหนูและแมลงวัน

การควบคุมโรคติดต่อ

ในประเทศร้อนโดยมากมีกฎหมายบังคับ ราษฎรต้องรายงานต่อองค์การสาธารณสุขเมื่อเกิดโรคติดต่อขึ้น เช่น กาฬโรค อหิวาตกโรค ไข้ทรพิษ อีสุกอีใส คอตีบ หัด และไทฟอยด์ เจ้าหน้าที่จะจัดการแยกคนไข้และทำลายเชื้อในบ้านและเครื่องใช้ ผู้ใดที่ติดต่ออยู่กับคนไข้จะต้องแยกออกและอยู่ภายใต้การตรวจตราของเจ้าหน้าที่ นอกจากนี้เจ้าหน้าที่ยังต้องสืบสวนแหล่งกำเนิดของโรคติดต่อนั้นอีกด้วย การปลูกฝีป้องกันไข้ทรพิษเป็นสิ่งที่บังคับ การใส่ปลอกปากแก่สุนัขเพื่อป้องกันโรคพิษสุนัขบ้าก็เป็นหน้าที่ขององค์การสาธารณสุขเช่นเดียวกัน ตามท่าเรือชายทะเลและตามชายแดน จะต้องมีเจ้าหน้าที่คอยป้องกันมิให้โรคติดต่อจากต่างประเทศแพร่เข้าสู่ประเทศของตนได้ ถ้าเรือมาถึงท่าโดยมีคนเป็นโรคติดต่อมาด้วย (เช่นอหิวาตกโรค กาฬโรคหรือไข้

ทรพิษ) เจ้าหน้าที่จะทำการทำลายเชื้อในเรือ และกักผู้โดยสารไว้จนกว่าจะพิสูจน์ได้แน่ว่าไม่มีโรคจึงจะปล่อยตัวไป ในประเทศร้อนองค์การสาธารณสุขมักระดมงานส่วนใหญ่ในการป้องกันการแพร่ของโรคมาเดเรียโดยมากเป็นงานปราบยุงและการรักษาด้วยยาโดยไม่คิดเงิน

การลงทะเบียนคนเกิดคนตาย – และสถิติ

เช่นเดียวกับบัญชีการค้าที่แสดงรายการเกี่ยวกับการค้า สถิติคนเกิดและคนตายก็เป็นบัญชีแสดงให้เห็นสุขภาพของคนที่อยู่กันเป็นหมู่เป็นเหล่า ในการที่จะวัดผลของการสาธารณสุข ประเทศต่าง ๆ มักมีกฎหมายบังคับให้แจ้งการเกิดและการตายของคน ยกตัวอย่างเช่น ในตำบลหนึ่งปรากฏว่าจำนวนคนตายต่อพันคนมากขึ้นกว่าปกติ องค์การสาธารณสุขก็จะสืบสวนหาว่าอะไรเป็นเหตุ ฉะนั้นในการแจ้งคนตายนั้น จะต้องบอกสาเหตุแห่งการตายด้วย เจ้าหน้าที่ก็จะทราบได้ว่าโรคอะไรที่ควบคุมได้แล้ว และโรคอะไรที่ต้องหาทางป้องกันให้ดีขึ้น การลงทะเบียนคนเกิดและคนตายนำให้ทราบถึงอัตราตายของทารกด้วย เช่น อัตราทารกที่ตายก่อนอายุครบหนึ่งขวบ การการตายของทารกนี้เป็นสิ่งที่ป้องกันได้ ฉะนั้นอัตราตายของทารกจะเป็นเครื่องชี้ให้เห็นสุขภาพของคนในตำบลนั้นได้เป็นอย่างดี ถ้าทารกตายน้อยก็แสดงว่าคนในตำบลนั้นมีสุขภาพดี

ทารกสงเคราะห์และการตรวจโรคตามโรงเรียน

ความมุ่งหมายขององค์การสาธารณสุขในเรื่องนี้ก็เพื่อระงับความเจ็บป่วยที่เริ่มเกิดขึ้นในเด็กเล็ก มีผู้ใหญ่เป็นจำนวนมากที่มีสุขภาพไม่ปกติ เพราะสืบเนื่องจากความบกพร่องเล็ก ๆ น้อย ๆ ตั้งแต่ครั้งยังเป็นเด็กและปล่อยทิ้งไว้ไม่รักษา ถ้าหากเด็กนักเรียนในโรงเรียนทุกคนได้รับการตรวจจากแพทย์และทันตแพทย์ปีละครั้ง ความบกพร่องเล็ก ๆ น้อย ๆ ในร่างกายก็จะได้การรักษาเสียทันท่วงที เด็กเล็กเป็นจำนวนมากมักมีสุขภาพทรุดโทรมตั้งแต่ยังไม่มาเข้าโรงเรียน องค์การทารกสงเคราะห์ มีความมุ่งหมายที่จะช่วยทารกระหว่าง ๑ – ๒ ขวบให้มีสุขภาพสมบูรณ์ แต่สุขภาพของทารกขึ้นอยู่กับมารดาของทารกนั้น ฉะนั้นองค์การทารกสงเคราะห์จึงให้คำแนะนำแก่มารดาของทารกถึงเรื่องสุขภาพของมารดาและลูกของตนด้วย

การศึกษาเกี่ยวกับการสาธารณสุข

การสาธารณสุขจะสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีนั้น ย่อมอยู่ที่ความเต็มใจและร่วมมือของผู้คนในชุมนุมนั้น และเข้าใจถึงเหตุผล ว่าเหตุใดเราจึงจำเป็นต้องเรียนและฝึกวิชาสุขศึกษา วิชานี้ควรเป็นส่วนหนึ่งของวิชาที่เรียนกันตามโรงเรียน และในการเรียนก็มิได้มุ่งแต่จะอธิบายให้รู้หลักสุขศึกษา หรือให้เกิดความเข้าใจแต่อย่างเดียว หากแต่มุ่งให้ได้ปฏิบัติและฝึกฝนจนเป็นนิสัยนำไปใช้ปฏิบัติในชีวิตประจำวันเพื่อให้ตนเองเป็นผู้มีสุขภาพสมบูรณ์ด้วย คนเป็นจำนวนมากเคยเรียนวิชาสุขศึกษามาจากโรงเรียนตั้งแต่ครั้งยังเป็นนักเรียน และเข้าใจวิชาที่เรียนตามหลักของวิทยาศาสตร์ สอบไล่ก็ได้คะแนนดี แต่ไม่เคยนำหลักของวิชาเหล่านั้นมาใช้ให้เกิดความสุขแก่ตัวเองเลย ความจริงองค์การสาธารณสุขอาจออกกฎข้อบังคับให้ราษฎรทำตามกำหนดกฎเกณฑ์ก็ได้ แต่การใช้อำนาจเช่นนั้นไม่ใช่สิ่งอันพึงปรารถนา ความเต็มใจและความร่วมมือย่อมดีกว่าการบังคับ และถ้าหากผู้เขียนได้ทำให้ท่านร่วมมือในเรื่องสุขศึกษาและสาธารณสุขได้ หลังจากท่านออกจากโรงเรียนไปแล้ว ก็นับได้ว่าท่านได้ช่วยให้หนังสือเล่มนี้บรรลุถึงจุดมุ่งหมายอันสำคัญแล้ว.

ภาคผนวก ก.

ตารางอาหาร

ตารางอาหารต่อไปนี้ใช้เป็นแนวทางที่จะช่วยจัดอาหารประจำวัน โดยใช้อาหารธรรมชาติที่หาได้ง่ายในประเทศร้อน ตารางที่ ๑ แสดงความต้องการอาหารประจำวันของคนอายุต่าง ๆ, เพศ, และงานที่ทำ ตาราง ๒ — ๙ เป็นแนวทางให้เลือก "อาหารที่ช่วยบ้องกัน" ครูควรมีตารางแสดงองค์ประกอบของอาหารสามัญที่ใช้กันมาก อย่างน้อยที่สุดหนึ่งชุด เช่น Tables of Representative Values of Food Commonly Used in Tropical Countries (Medical Researeh Council, Special Report Series No. 253 Published by Her Majesty's Stationery Office at 1 s. 6 d.) ตัวเลขในตาราง ๒ — ๖ ส่วนมากเอามาจากตารางชุดนี้.

ตาราง ๑

อาหารที่ต้องการประจำวัน

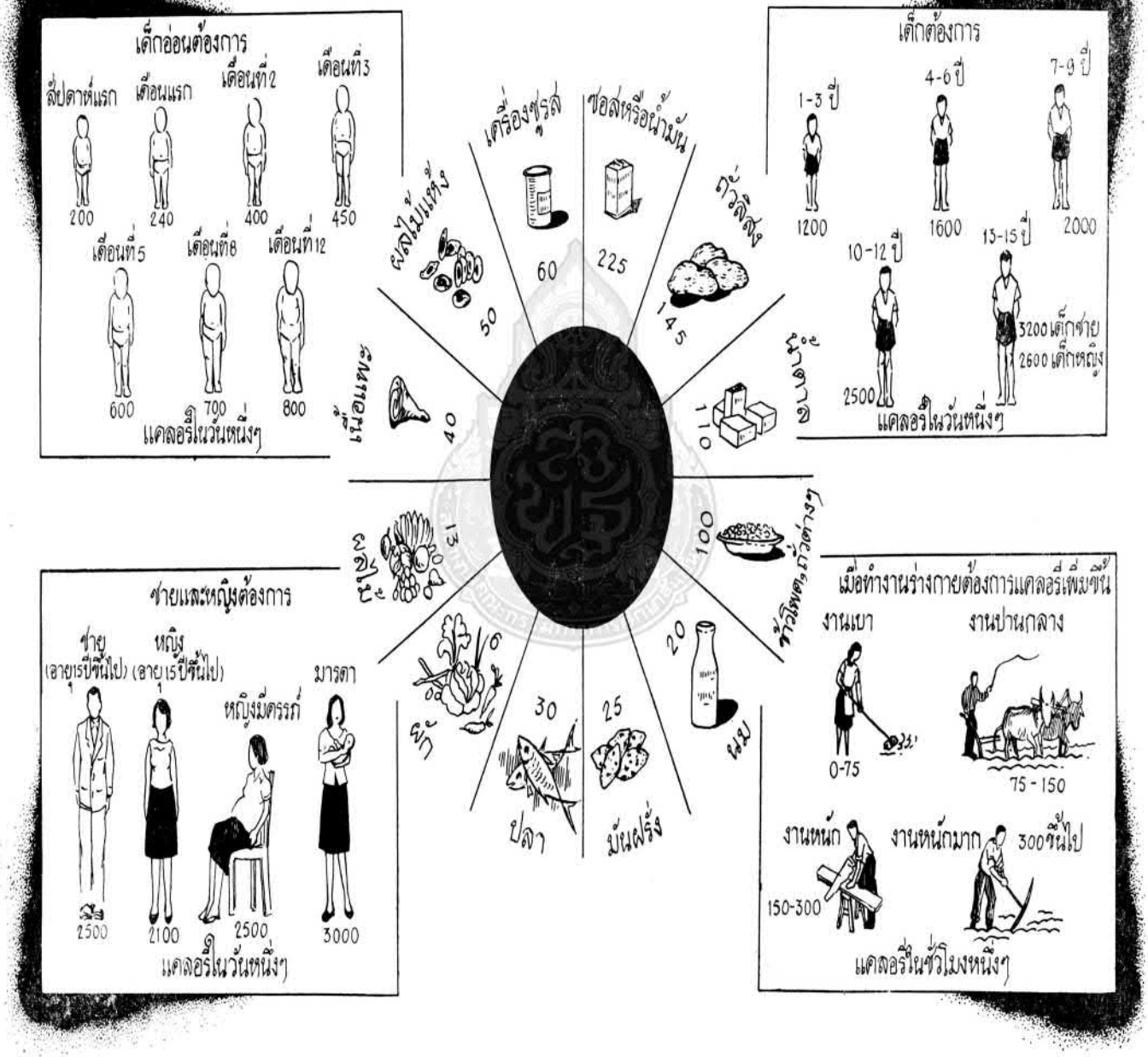
คำแนะนำเหล่านี้เขียนขึ้นจากความรู้ตามหลักวิทยาศาสตร์ของผู้แทน ๔๔ ชาติ ซึ่งประชุมปรึกษาเรื่องอาหารของสหประชาชาติ เป็นตารางที่ใช้กันทั่วโลกสำหรับเป็นเครื่องแนะเกี่ยวกับการอาหาร (ตัวหนังสือที่อยู่ในวงเล็บเป็นหมายเหตุซึ่งเขียนไว้ท้ายตารางนี้แล้ว)

	แคลอรี่ (ก)	โปรตีน กรัม	แคลเซียม กรัม	เหล็ก มิลลิกรัม	ไวตามิน เอ (ข)	ไทอามิน (ค) มิลลิกรัม	ไรโบฟลาวิน (ค) มิลลิกรัม	กรดนิโคตินิค (ค) มิลลิกรัม	ไวตามิน ซี. มิลลิกรัม	ไวตามิน D (I.U.S.)
ชาย (๑๕๖ ป. = ๗๐ ก.ก.)										
งานเบา	๒๕๐๐	๗๐	๐.๔	๑๒ (ง)	๕๐๐๐	๑.๒	๑.๖	๑๒	๗๕	(จ)
งานปานกลาง	๓๐๐๐	๗๐	๐.๔	๑๒ (ง)	๕๐๐๐	๑.๕	๒.๐	๑๕	๗๕	(จ)
งานหนัก	๔๕๐๐	๗๐	๐.๔	๑๒ (ง)	๕๐๐๐	๒.๐	๒.๖	๒๐	๗๕	(จ)
หญิง (๑๒๕ ป. = ๕๖ ก.ก.)										
งานเบา	๒๑๐๐	๖๐	๐.๔	๑๒	๕๐๐๐	๑.๑	๑.๕	๑๑	๗๐	(จ)
งานปานกลาง	๒๕๐๐	๖๐	๐.๔	๑๒	๕๐๐๐	๑.๒	๑.๖	๑๒	๗๐	(จ)
งานหนัก	๓๐๐๐	๖๐	๐.๔	๑๒	๕๐๐๐	๑.๕	๒.๐	๑๕	๗๐	(จ)
มีครรภ์	๒๕๐๐ (ฉ)	๘๕	๑.๕	๑๕	๖๐๐๐	๑.๘	๒.๕	๑๘	๑๐๐	๔๐๐—๘๐๐
ถูกอ่อน	๓๐๐๐	๑๐๐	๒.๐	๑๕	๘๐๐๐	๒.๐	๓.๐	๒๐	๑๕๐	๔๐๐—๘๐๐
เด็ก (ถึง ๑๒ ขวบ) (ช)										
ต่ำกว่า ๑ ขวบ (ซ)	๑๐๐/กก.	๓.๕/กก.	๑.๐	๖	๑๕๐๐	๐.๔	๐.๖	๔	๓๐	๔๐๐—๘๐๐

	แคลอรี่ (ก)	โปรตีน กรัม	แคลเซียม กรัม	เหล็ก มิลลิกรัม	ไวตามิน เอ (ข)	ไทอามีน (ค) มิลลิกรัม	ไรโบ ฟลาวิน (ค) มิลลิกรัม	กรดนิโค นิติค (ค) มิลลิกรัม	ไวตามีน ซี. มิลลิกรัม	ไวตามีน D I.U.S.
๑—๓ ขวบ (๒๙ ป. = ๑๓ กก.)	๑๒๐๐	๔๐	๑.๐	๗	๒๐๐๐	๐.๖	๐.๙	๖	๓๕	๔๐๐
๔—๖ ขวบ (๔๒ ป. = ๑๙ กก.)	๑๖๐๐	๕๐	๑.๐	๘	๒๕๐๐	๐.๘	๑.๒	๘	๔๕	๔๐๐
๗—๙ ขวบ (๕๕ ป. = ๒๕ กก.)	๒๐๐๐	๖๐	๑.๐	๙	๓๕๐๐	๑.๐	๑.๕	๑๐	๖๐	๔๐๐
๑๐—๑๒ ขวบ(๗๕ ป. = ๓๔ กก.)	๒๕๐๐	๗๐	๑.๒	๑๐	๔๕๐๐	๑.๒	๑.๘	๑๒	๗๕	๔๐๐
เด็กหญิง (เกิน ๑๒ ขวบ) (ข)										
๑๓—๑๕ ขวบ(๑๐๘ป =๔๙ กก.)	๒๖๐๐	๘๐	๑.๓	๑๕	๕๐๐๐	๑.๓	๒.๐	๑๓	๘๐	๔๐๐
๑๖—๒๐ ปี (๑๑๙ ป. = ๕๔ กก.)	๒๔๐๐	๗๕	๑.๐	๑๕	๕๐๐๐	๑.๒	๑.๗	๑๒	๘๐	๔๐๐
เด็กชาย (เกิน ๑๒ ขวบ)										
๑๓—๑๕ ขวบ(๑๐๓ป. =๔๗ กก.)	๒๓๐๐	๗๕	๑.๔	๑๕	๕๐๐๐	๑.๕	๒.๐	๑๕	๙๐	๔๐๐
๑๖—๕๐ ปี (๑๔๓ ป. = ๖๔ กก.)	๓๗๐๐	๑๐๐	๑.๕	๑๕	๔๐๐๐	๑.๓	๒.๕	๑๗	๑๐๐	๔๐๐

แผนภูมิแคลอรี่

หยิบกระดาษและดินสอมาและคิดดูตามผังนี้ว่าท่านกินอาหารได้แคลอรี่ตามต้องการแล้วหรือยังไม่



(ก) ตัวเลขทั้งหมดนี้แสดงความมุ่งหมาย ในการจัดอาหารประจำวันจากอาหารตามธรรมชาติ อาหารเหล่านี้มีเกลือแร่ และไวตามินอื่น ๆ อีก แต่เรายังไม่ทราบจำนวนที่แน่นอนที่ร่างกายต้องการ

(ข) ความต้องการนี้ย่อมขึ้นอยู่กับปริมาณสัมพัทธ์ของไวตามิน เอ และแคโรตีน ตัวเลขในตารางนั้นประมาณเอาว่า $\frac{2}{3}$ ของไวตามิน เอ ได้มาจากแคโรตีน และแคโรตีนมีคุณค่าเป็นครึ่งหนึ่งของไวตามินเอ

(ค) สำหรับผู้ใหญ่ (ยกเว้นหญิงมีครรภ์และหญิงลูกอ่อน) ที่ต้องการค่าความร้อนของอาหาร ๒,๐๐๐ แคลอรีหรือน้อยกว่านี้ ต้องการไทอามีน ไรโบฟลาวิน และกรดนิโคตินิค จะเป็น ๑ มิลลิกรัม ๑.๕ มิลลิกรัม และ ๑๐ มิลลิกรัมตามลำดับ ความจริงตัวเลขที่แสดงปริมาณของไทอามีน ไรโบฟลาวิน และกรดนิโคตินิค นั้นต่าง ๆ กัน ตามความแตกต่างของจำนวนแคลอรีที่ต้องการ มิได้หมายความว่าเราสามารถประมาณความต้องการอาหารเหล่านี้ได้ใกล้ความจริงมาก แต่เพื่อให้คำนวณได้ง่ายเข้าเท่านั้น ไวตามินอื่น ๆ ในหมู่ไวตามินบี ร่างกายก็ต้องการ แต่ไม่มีตัวเลขที่แน่นอนให้ไว้ในตาราง แต่อาหารที่มี ไทอามีน ไรโบฟลาวิน และกรดนิโคตินิค พอเพียง ก็จะให้ไวตามินอื่น ๆ ในหมู่ไวตามินบีด้วย

(ง) เดี๋ยวนี้มีหลักฐานที่เชื่อถือได้ว่าผู้ใหญ่ที่เป็นชายต้องการเหล็กน้อยกว่าเดิม ที่เข้าใจผิดว่าต้องการมาก ถ้าหากอาหารประจำวันมีของอื่น ๆ ตามต้องการก็จะได้เหล็กพอกับความต้องการเสมอ

(จ) ผู้ใหญ่ที่ไม่ใคร่ถูกแสงแดด ควรกินไวตามินดี ผู้ใหญ่ในประเทศร้อนต้องการไวตามินดีน้อยมาก

(ฉ) ในตอนปลายของการมีครรภ์จำนวนแคลอรีที่ร่างกายต้องการ ควรเพิ่มขึ้นประมาณ ๒๐ % ค่า ๒,๕๐๐ แคลอรีที่ให้ไว้ในตารางนั้นสำหรับหญิงมีครรภ์ ที่ทำงานเบา

(ช) ความต้องการของเด็ก ใช้เด็กที่อายุอยู่ระหว่างกลางของแต่ละหมู่เป็นรากฐาน (คือ ๒ ขวบ ๕ ขวบ และ ๗ ขวบ เป็นต้น) และมีน้ำหนักตัวและการออกกำลังกายปานกลางของแต่ละหมู่

(ซ) ความต้องการของทารก (ต่ำกว่า ๑ ขวบ) เพิ่มขึ้นทุกเดือนตามขนาดและการออกกำลังที่เพิ่มขึ้น ตัวเลขที่ให้ไว้สำหรับเด็ก ๖ — ๗ เดือน ความต้องการของอาหารบางชนิด (เช่น โปรตีน และแคลเซียม) อาจลดลงมาก ถ้าเด็กเลี้ยงด้วยนมมารดา

ตัวอย่างอาหารประจำสำหรับชายที่ทำงานหนักปานกลาง

หมู่ของอาหาร	ความต้องการประจำวัน (ประมาณ) (ออนซ์)	แคลอรี่ (ประมาณ)
พืชผักสีเขียว (มีไวตามิน เอ และเหล็ก)	๔	๕๒
พืชกินหัวและรากเช่นมันฝรั่งและมันเทศ (มีคาร์โบไฮเดรตสูง และไวตามิน ซี) และผักอื่น ๆ	๒	๖๐
ถั่วต่าง ๆ (มีโปรตีนและไทอามีนสูง)	๓	๓๐๐
ผลไม้ (ช่วยให้ได้เกลือแร่และไวตามิน)	๓	๕๔
ข้าวต่าง ๆ และผลิตผลจากข้าว (ให้พลังงานได้มาก ให้โปรตีนและไวตามินบี้บ้าง เกลือแร่บ้าง) ข้าวทั้งเมล็ด ขนมปัง ข้าวสาลี	๑๔	๑๔๐๐
นมและผลิตผลของนมนอกจากเนย (ให้โปรตีน แคลเซี่ยม และไรโบฟลาวิน มาก)	๑๐	๓๓๐
ไข่ (ให้โปรตีน เหล็กและไวตามิน เอ)	๑	๗๖
เนื้อสัตว์ ปลา และเบ็ดไก่ (ให้โปรตีน เกลือแร่มาก และให้ไวตามิน ในหมู่ บี้ บ้าง)	๓	๑๒๐
เนย น้ำมันพืชและไขมันอื่น ๆ (ให้พลังงาน เนยให้ไวตามิน เอ ด้วย)	๒	๕๐๐
น้ำตาลและของหวาน (ให้พลังงาน	๒	๒๒๔
รวมทั้งหมดต้องการประมาณ ๓๐๐๐ แคลอรี่		รวม ๓๑๒๖

ตาราง ๒

อาหารที่มีไวตามิน เอ

(สำหรับความต้องการของไวตามิน เอ ประจำวัน ดูตาราง ๑)

ตัวเลขที่ให้ไว้ต่อไปนี้มีหน่วยเป็นหน่วยสากล ที่มีในอาหารที่กิน ๑๐๐ กรัม (ในกรณีของผลไม้และผัก และอาหารอื่น ๆ ที่มีทั้งไวตามิน เอ และแคโรตีน "ค่าของไวตามิน เอ" นั้นคิดทั้งแคโรตีนด้วย ทั้งนี้เพราะแคโรตีนอาจเปลี่ยนเป็นไวตามิน เอ ภายในร่างกายได้)

ผลิตผลจากสัตว์

ตับ	๒๗๐๐๐
ไต	๑๐๐๐
ไข่	๑๐๐๐
นมวัวสด	๑๐๐—๑๕๐
นมข้นหวาน	๕๐๐
นมข้นไม่หวาน	๕๐๐
นมผง	๑๕๐๐
นมผง (หาง)	๖๐
เนยเหลว	๒๗๐๐
เนยใส*	๒๕๐๐
เนยแข็ง	๑๕๐๐

ผลิตผลจากพืช

มะละกอ	๒๕๐๐
มะเขือเทศ	๑๕๐๐
มะม่วง	๑๐๐๐
กล้วย	๓๕๐

ผลิตผลจากพืช (ต่อ)

ตับปะรด	๒๐๐
ส้ม	๒๕๐
น้ำมันปาล์มแดง	๕๐๐๐๐—๘๐๐๐
แครอท	๑๓๐๐
มันเทศ	๗๐๐๐
พืชใบเขียว[1]	๑๓๘๐๐
ถั่วทั้งฝัก (สด)	๖๐๐
ถั่วทั้งเม็ด (สด)	๕๐๐
หอมสด	๓๐๐๐
ผักกาดหอม	๒๐๐๐
ดิค	๗๐๐
แตงกวา	๒๐๐
กระเจี๊ยบมอญ	๑๐๐๐
ฟักทอง	๑๓๐๐
พริกหยวกเขียว	๑๐๐๐
พริกหยวกแดง	๑๘๐๐๐

---

* สำหรับปริมาณของไวตามิน เอ ในเนยใสนั้นอาจน้อยกว่าที่เขียนไว้มาก ทั้งนี้ต้องแล้วแต่วิธีทำ

1 พืชใบเขียวนั้นมีตัวอย่างเช่นสบีนนิช มันเทศ มัสตาร์ด มันสำปะหลัง ฟักทอง เป็นต้น

อาหารที่ไม่มีไวตามิน เอ

ข้าวต่าง ๆ ปลาเค็ม เนื้อวัว เนื้อแกะ เนื้อหมู เบ็ดไก่ น้ำมัน พืช (นอกจากน้ำมันปาล์มแดง) มาจาริน ไขแพะ ไขหมู ไขจากเบคอน น้ำมันหมู หางนม

ตาราง ๓

อาหารที่มีไวตามิน B_1

(สำหรับความต้องการของไวตามิน B_1 ประจำวัน ดูตาราง ๑)

ตัวเลขข้างต่างนี้แสดงจำนวนไวตามิน B_1 เป็นมิลลิกรัม (ไทอามีนหรืออะนูริน) ในอาหาร ๑๐๐ กรัม อาหารที่มีไวตามินน้อยได้เขียนไว้ในวงเล็บ

ผลิตผลจากพืช

ข้าวกล้อง	๐.๒๔
(ข้าวขาว	๐.๐๖)
ข้าวนึ่ง (พาร์บอยล์)	๐.๒๑
รำละเอียด	๑.๒
รำหยาบ	๐.๕
ข้าวโพดเหลืองทั้งเมล็ด	๐.๓๓
ข้าวโพดบ่น (ทั้งเมล็ด)	๐.๓
ข้าวโพดบ่น (ขัดสีมาก)	๐.๐๕
แป้งข้าวโพด	๐.๐๐
ข้าวโพดหวาน	๐.๑๕
ข้าวฟ่าง	๐.๒๘—๐.๕
ข้าวโอ๊ตบ่น	๐.๕
แป้งข้าวไรย์	๐ ๒๗
ข้าวสาลี	๐.๔
แป้งสาลีทั้งเมล็ด	๐.๓—๐.๔
แป้งสาลีขาว	๐.๐๖
แป้งท้าวยายม่อม	๐,๐๐

ผลิตผลจากพืช (ต่อ)

ถั่วดำ	๐.๙
ถั่วลิสงแห้ง	๐.๙
ถั่วแขก	๐.๔๕
ถั่วลิมา (ถั่วราชมาต)	๐.๕๓
ถั่วเหลือง	๑.๑๒
งา	๐.๔๒
ยีสท์ทำขนมปัง	๓
ยีสท์ทำเบียร์	๑๖
ยีสท์ทำอาหาร	๒

ผลิตผลจากสัตว์

เนื้อหมูสด	๑
เนื้อวัว	๐.๐๙
ไข่	๐.๑๔
เนื้อแกะ แพะ	๐.๒๐
เป็ดไก่	๐.๑๕

มันฝรั่ง	๐.๑	นมวัว	๐.๐๔
มันเทศ	๐.๑	เนยแข็ง	๐.๐๔
ถั่ว	๐.๓	ปลา	๐.๐๕

อาหารที่ไม่มีไวตามิน B_1

ข้าวที่ขัดสีจนขาว และแป้งจากข้าวขาว เช่นแป้งสาลี และขนมปังขาว แป้งมันสำปะหลัง เนื้อสัตว์ (ยกเว้นเนื้อหมู) ปลา นมและเนย.

ตาราง ๔

อาหารที่มีไวตามิน C

(สำหรับความต้องการของไวตามิน C ประจำวัน ดูตาราง ๓)

ตัวเลขข้างล่างนี้ แสดงจำนวนไวตามิน C เป็นมิลลิกรัม ในอาหาร ๑๐๐ กรัม

ผลิตผลจากพืช

ผลไม้สด		ผักสด	
ฝรั่ง	๒๐๐	พริกหยวกเขียว	๒๐๐
มะนาว	๒๕	พริกหยวกแดง	๓๕๐
ส้ม	๔๕	ถั่วทั้งฝัก (สด)	๒๐
มะละกอ	๓๐	ถั่วทั้งเมล็ด (สด)	๒๕
แตงโม	๓๕	กระเจี๊ยบมอญ	๒๕
สับปะรด	๓๐	หอมสด	๒๐
มะเขือเทศ	๒๕		
กล้วย	๑๐	มันสำปะหลัง	๓๐
		มันฝรั่ง	๑๕
		มันเทศ	๒๐
		ข้าวโพดหวาน	๑๑

ผักสดต่อไปนี้ เช่นพืชใบสีเขียว (๑๐๐) ใบถูกพลับสด (๒๗๐๐) ใบถูกพลับแห้ง (๓๕๐๐) นับว่ามีไวตามิน c มาก แต่ถ้าทำการหุงต้ม ไวตามินจะลดลงมาก

อาหารที่ไม่มีไวตามิน c

ข้าวและผลิตผลจากข้าว รากหรือข้าวที่มีแป้ง ผลไม้และผักแห้ง ถั่วแห้ง เนื้อ ไข่ นม ผักสดสีเขียวที่หุงต้มกับโซดา

ความต้องการของไวตามิน D

ไม่มีตารางแสดงอาหารที่มีไวตามิน D (แคลซิเฟอโรล) ทั้งนี้เพราะ อาหารที่เขียนไว้ในตาราง ๒ ซึ่งมีไวตามิน A จะมีไวตามิน D ด้วย เช่นน้ำมัน เนื้อสัตว์และเนื้อปลา ไข่ นม และเนย เป็นต้น และตามที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ ๒ ถึงเรื่องพืชสีเขียวว่า มี เออกอสเตอโรล เล็กน้อย ซึ่งอาจเปลี่ยนเป็นไวตามิน D ในร่างกายได้ ฉะนั้นถ้าอาหารมีผักสดสีเขียวมากพอ ร่างกายก็จะได้ไวตามินพอเพียงเสมอ (แต่ผิวหนังต้องได้รับแสงสว่าง) โรคขาดไวตามิน ดี อย่างรุนแรงอาจแก้ไขได้โดยกินน้ำมันตับปลา และสะกัดของยีสท์ ที่ฉายแสงอุลตราไวโอเล็ตแล้ว

ตาราง ๕
อาหารที่มีเหล็ก

(สำหรับความต้องการของเหล็กประจำวัน ดูตารางที่ ๑)

ตัวเลขข้างล่างนี้แสดงจำนวนของเหล็กเป็นมิลลิกรัมในอาหาร ๑๐๐ กรัม

ผลิตผลจากพืช

ยีสท์	๒๐	กากน้ำตาล	๗
ถูกผักชี	๑๘	ใบพลู	๖
ถูกมัสตาร์ด	๑๘	ข้าวสาลี	๓–๕
ขมิ้นแห้ง	๑๘	ข้าวโพด	๕
งา	๑๕	ข้าวโอ๊ต	๕

ยี่หร่า ๑๔
ผลโกโก้ ๑๔
มะขาม ๑๑
ลูกเดือย ๑๐
ถั่วแขก ..... ๔—๙
ถั่วปากอ้า ๗
ข้าวฟ่าง ๗
ถั่วเหลือง ๗

ผลิตผลจากสัตว์

ตับ ๑๐
ไต ๑๐
หัวใจ ๗
หอยกุ้งปู ๕

ตาราง ๖
อาหารที่มีแคลเซียม

(สำหรับความต้องการของแคลเซี่ยมประจำวัน ดูตาราง ๑)

ตัวเลขข้างต่างนี้แสดงจำนวนของแคลเซี่ยมเป็นมิลลิกรัมในอาหาร ๑๐๐ กรัม

ผลิตผลจากพืช

งา ๑๕๐๐
ยี่หร่า ๑๐๗๐
ลูกผักชี ๖๓๐
ลูกมัสตาร์ด ๔๗๐
ข้าวฟ่าง ๓๕๐
ถั่วเหลือง ๒๒๐
ถั่วแขก ..... ๑๕๐—๒๗๐
ลูกเดือย ๒๐๐
กากน้ำตาล ๒๗๐
พริกไทยดำ ๒๑๐
มะขาม ๑๗๐
ใบพลู ๑๕๐
ยีสต์ทำอาหาร ๑๒๗
ถั่วปากอ้า ๑๑๐

ผลิตผลจากสัตว์

นมผง (หางนม) ๑๒๐๐
นมผง ๙๐๐
นมข้น ..... ๒๕๐—๒๙๐
นมสด (วัว) ๑๒๐
เนยแข็ง ๗๕๐
ไข่ ๕๕

ความต้องการของฟอสฟอรัส

ไม่มีตารางแสดงอาหารที่มีฟอสฟอรัส ทั้งนี้เพราะอาหารที่เขียนไว้ในตาราง ๖ ซึ่งมีแคลเซียมมากจะมีฟอสฟอรัสมากด้วย ฉะนั้นถ้าอาหารมีแคลเซียมพอเพียงสำหรับร่างกายก็จะมีฟอสฟอรัสเพียงพอด้วย ฉะนั้นอาหารมีแคลเซียมมากเกินไปดีกว่าอาหารที่มีฟอสฟอรัสมากเกินไป (เพราะเหตุผลอย่างไรดูบทที่ ๒) ฉะนั้นถ้าท่านแน่ใจว่า ท่านได้แคลเซียมพอเพียงแล้ว ฟอสฟอรัสก็จะพอเพียงด้วย

ตาราง ๗

อาหารที่มีโปรตีนมาก

ในการเปรียบเทียบค่าของอาหารโปรตีนนั้นจะต้องทราบสัดส่วนของโปรตีนที่ร่างกายสามารถย่อยและดูดไปเลี้ยงร่างกายได้ ในแถวแรกแสดงจำนวนโปรตีนทั้งหมดที่ได้จากการตรวจแยกธาตุ ในแถวที่สองแสดงร้อยละของโปรตีนนี้ที่ร่างกายดูดไปได้หลังจากย่อยแล้ว ในแถวที่สามแสดงร้อยละของอาหารที่ให้โปรตีนแก่ร่างกาย

	โปรตีนทั้งหมดที่มีในอาหาร (ร้อยละ)	โปรตีนที่ร่างกายดูดได้ (ร้อยละ)	อาหารทั้งหมดที่ให้โปรตีน (ร้อยละ)
	(ก)	(ข)	(ก ข)
ถั่วเหลือง	๔๓	๕๔	๒๓
เนื้อวัว	๒๒	๙๗	๒๒
ถั่วลิสงคั่ว	๓๒	๕๖	๑๗
ถั่วลิสงดิบ	๒๗	๕๗	๑๖
ไข่	๑๒	๙๕	๑๒
ข้าวกล้อง	๑๑	๗๐	๗
ข้าวขาว	๖	๗๐	๕
แป้งสาลี	๑๑	๖๗	๗
ข้าวโพด	๑๑	๖๐	๗

จงสังเกตว่า (ก) โปรตีนสัตว์ในตารางข้างบนนี้ ร่างกายดูดไปใช้เป็นอาหารได้เกือบทั้งหมด (ข) โปรตีนของพืชมีค่าทางชีววิทยาน้อยกว่าโปรตีนของสัตว์ เมื่อน้ำหนักเท่า ๆ กัน (ค) โปรตีนในข้าว มีค่าทางชีววิทยาสูงกว่าข้าวชนิดอื่น ๆ (ง) ถั่วเหลืองมีโปรตีนสูงมาก

ตาราง ๙

องค์ประกอบเฉลี่ยของน้ำนมของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมต่าง ๆ

สัตว์	น้ำ (ร้อยละ)	ไขมัน (ร้อยละ)	น้ำตาลนม (ร้อยละ)	โปรตีน (ร้อยละ)	เกลือแร่ (ร้อยละ)
คน (หญิง)	๘๗.๖	๓.๘	๖.๔	๒.๐	๐.๓
วัว (ยุโรป)	๘๗.๔	๓.๘	๔.๘	๓.๔	๐.๘
วัว (อินเดีย)	๘๖.๗	๔.๓	๔.๗	๓.๗	๐.๘
ควาย	๘๒.๒	๗.๗	๔.๘	๔.๔	๐.๙
แพะ	๘๖.๙	๔.๑	๔.๖	๓.๘	๐.๙
แกะ	๘๓.๖	๖.๒	๔.๒	๕.๒	๑.๐
ฌา	๙๐.๑	๑.๔	๖.๒	๑.๙	๐.๕
ช้าง	๗๙.๓	๙.๑	๙.๐	๒.๕	๐.๕

ภาคผนวก ข.

งานภาคปฏิบัติ

(หมายเหตุสำหรับครู : วิชาสุขวิทยาจัดเป็นวิชาวิทยาศาสตร์ ซึ่งควรจะต้องมีการทดลองและงานภาคปฏิบัติพอสมควร หัวข้อต่อไปนี้เป็นงานภาคปฏิบัติซึ่งได้รวบรวมไว้ท้ายเล่ม ทั้งนี้เพื่อให้เนื้อเรื่องในตอนแรกติดต่อกันไป

การผ่าตัดสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยนม

นักเรียนจะเข้าใจลักษณะภายในของร่างกายของตัวเองดีขึ้น เมื่อได้ทำการผ่าตัดสัตว์ตัวเล็ก ๆ ที่เลี้ยงลูกด้วยนม เช่น กระต่าย หนู หรือหนูตะเภา เป็นสัตว์ที่เหมาะที่สุด หัวข้อต่อไปนี้ใช้สำหรับหนูตะเภา (เพราะเลี้ยงง่ายจับง่าย) แต่เราอาจผ่าตัดสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมอื่น ๆ โดยวิธีเดียวกัน ผู้สอนควรมีมีด ๓ อัน (ใหญ่และเล็ก) ปากคีบ ๒ อัน (ใหญ่และเล็ก) กรรไกรผ่าตัด ๒ อัน (ใหญ่และเล็ก) เข็มมีด้าม ๒ อัน โลหะแท่งเล็ก ๆ ยาว ๆ ปลายทู่ ๑ อัน (ถ้าหากครูไม่ทำการผ่าตัดเองก็อาจหานักเรียนชั้นวิทยาหรือนักเรียนแพทย์ที่มาเยี่ยมโรงเรียนทำการผ่าตัดสัตว์ที่หน้าชั้น)

ลักษณะภายนอก

(๑) จงสังเกตดูการเคลื่อนไหวและลักษณะภายนอกของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมที่ยังเป็นอยู่ เช่น แมว สุนัข หนู กระต่าย หรือหนูตะเภา สัตว์มีความรู้สึกไวต่อสิ่งเร้ามาก สังเกตดูการเคลื่อนไหวของใบหู การมองเห็นที่กว้างมาก หนวดและขนคิ้ว (เป็นอวัยวะรับสัมผัส) สังเกตดูการกินอาหารของสัตว์ จะเห็นขากรรไกรล่างคิดกับขากรรไกรบนคล้ายกับเป็นบานพับยยับขึ้นและลง ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมที่เป็นสัตว์แทะเช่น กระต่าย ขากรรไกรล่างอาจเคลื่อนไปทางขวาและซ้ายและเคลื่อนมาข้างหน้าและไปข้างหลังได้บ้างเล็กน้อย

(๒) ตรวจดูหนูตะเภาที่ฆ่าให้ตายลงใหม่ ๆ ด้วยคลอโรฟอร์ม จงสังเกตดูร่างกายที่ปกคลุมไปด้วยขน และร่างกายแบ่งเป็นส่วนต่าง ๆ เห็นได้ชัด คือ หัว คอ ลำตัว และแขนขา (ในสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมอื่น ๆ ส่วนมาก คอเป็นส่วนที่เห็นได้ชัด)

สังเกตดูหัวและตรวจดู (ก) ปาก มีริมฝีปากหนึ่งคู่มีลักษณะอ่อนนิ่ม ริมฝีปากบนมีรอยผ่ากลาง ติดต่อกับปากและรูจมูก เผยให้เห็นฟันแทะที่คมกริบ (หรือเรียกว่าฟันตัด) ภายในปากตรวจดูฟันซึ่งอยู่ที่ขากรรไกร แบ่งเป็น ๒ ชนิด คือ ฟันแทะ (ฟันตัด) และฟันบด (กรามและปรีโมล่า) เพดานปากตอนหน้าแข็งและเป็นสัน สันเหล่านี้ช่วยตลอมให้อาหารอยู่ภายในปากขณะเคี้ยว เพดานปากตอนในอ่อนนิ่ม และจงสังเกต (ก) ลิ้นที่เป็นกล้ามเนื้อ มีฐานด้านหลังติดกับพื้นของปาก ปลายอีกข้างหนึ่งเคลื่อนไหวไปมาได้ (ข) เอพิกลอตติส เป็นแผ่นแข็ง ๆ อยู่ทางด้านหลังของลิ้น และปิด กลอตติส (ช่องลม) ซึ่งเป็นทางเข้าสู่หลอดลม (ค) หนวดและขนคิ้ว (อวัยวะสัมผัส) (ง) หูชั้นนอก (จ) ลำตัว ประกอบด้วยทรวงอก ทรงรูปอยู่ได้ด้วยกระดูกซี่โครงและกระดูกอกทางด้านหน้า ส่วนท้องนั้นมีผนังด้านหน้าเป็นกล้ามเนื้อ

ทั้งสองเพศมีช่องถ่ายปัสสาวะและช่องสืบพันธุ์มาเปิดออกหน้าทวารหนัก ด้านท้องมีนมหลายคู่ มีท่อน้ำนมมาเปิดออกที่หัวนม

การผ่าตัด

จับสัตว์นอนหงายลงบนถาดผ่าตัด มัดขาทั้งสี่โยงไปยังห่วงที่ติดอยู่ที่มุมทั้งสี่มุมของถาด เพื่อให้ตัวเหยียดยาว เอาน้ำทาขนตอนกลางของลำตัวให้เปียก

(๑) ยกหนังตอนกลางหน้าท้องขึ้นแล้วตัด (ตัดลงในหนังเท่านั้น) ด้วยกรรไกร ตัดเรื่อยขึ้นไปตามตอนกลางจนถึงคอ และตัดลงข้างล่าง ตัดไปตามหน้าขา ใช้มือคม ๆ แยกหนังออกจากกล้ามเนื้อลำตัวแล้วเอาเข็มหมุดปักไว้ติดพื้นไว้ทั้งสองข้าง (ระหว่างที่ถลกหนังจงสังเกตดูต่อมน้ำนมในตัวเมีย)

(๒) จับกล้ามเนื้อท้องตอนกลางขึ้นตัดลงตามแนวกลางขึ้นไปจนถึงกระดูกอก และตัดลงมาจนถึงส่วนล่าง ระวังอย่าให้อวัยวะภายในถูกตัดด้วย แล้วตัดออกข้าง ๆ ตรงใต้กระดูกซี่โครงพอดี และตรงส่วนล่างของผนังท้อง แบะออกและเอาเข็มหมุดปักทั้งสองข้าง ตรวจดูอวัยวะภายในช่องท้องตามที่ที่อยู่ของมันโดยอย่ารื้อมันออก สังเกต (ก) ตับ ซึ่งมีขนาดใหญ่และมีสีน้ำตาลแกมแดง (ข) กระเพาะส่วนข้างขาว บางส่วนตับจะปิดอยู่ (ค) ลำไส้เล็กที่ขดไปมา (ง) (ซีคัม) เป็นลำไส้ใหญ่ส่วนต้นเห็นเป็นท่อนกว้างสีคล้ำคลุมลำไส้ส่วนอื่น ๆ ไว้เกือบ

หมด (จ) ลำไส้ใหญ่ (โคลอน) มีสีคล้ำ (ฉ) ลำไส้ตรง (เร็กตัม) เป็นลำไส้ใหญ่ตอนล่าง มีอุจจาระเป็นก้อน ๆ และ (ช) กระเพาะปัสสาวะมีปัสสาวะบรรจุอยู่ภายใน

(หนูตะเภาตัวผู้มีถุงเก็บเชื้อตัวผู้อยู่คู่หนึ่งเป็นถุงยาวและค่อนข้างใส ในกระต่ายไม่มี)

(ลำไส้นี้ต้องผ่าตัดด้วยความระมัดระวัง โดยฉะเพาะอย่างยิ่งตรงซีคัม ถ้าหากทะลุอาหารภายในจะไหลออกมา ทำให้คลุมอวัยวะอื่น ๆ เลอะเทอะไปหมด)

ระบบการย่อยอาหาร

(๓) เมื่อเขี่ยนรูปอวัยวะภายในที่ยังไม่ได้ถูกรบกวนแล้วค่อย ๆ พลิกลำไส้ไปทางด้านซ้าย และโดยไม่มีการผ่าตัดใด ๆ จงตรวจดู (ก) ตับ แขวนติดอยู่กับ (ข) กระบังลม (ค) ถุงน้ำดีอยู่ในตับ (ง) ท่อน้ำดีจากถุงน้ำดีเข้าสู่ลำไส้เล็กตรงใกล้กับกระเพาะอาหาร (จ) หลอดอาหารนำสู่ลง (ฉ) กระเพาะอาหาร (ช) ม้ามเป็นก้อนเนื้อสีแดงเข้มอยู่ใกล้กับกระเพาะ (หมายเหตุ ม้ามมิได้เป็นส่วนของระบบย่อยอาหาร) (ซ) ตับอ่อน แผ่อยู่ระหว่างลำไส้เล็กที่โค้งและกระเพาะอาหาร และ (ฌ) ท่อจากตับอ่อน จงสังเกตว่าลำไส้นั้นหุ้มห่ออยู่และถูกพยุงไว้ด้วยเยื่อใส ๆ เรียกว่า มีเซนเตอรี่ (ขั้วไส้) ในขั้วไส้นี้มีเส้นโลหิต ท่อน้ำเหลือง และประสาทเดินเข้าส่วนต่าง ๆ ของลำไส้ จงตรวจดูเส้นโลหิตดำ ปอร์แตล ตรงที่เข้าสู่ตับ เอาเชือกมัดเส้นโลหิตนี้สักสองแห่ง อย่าให้แน่นนักเพื่อกันโลหิตไหลออกเมื่อทำการผ่าตัดต่อไป

(๔) ค่อย ๆ ตัดลำไส้ออกดังวิธีต่อไปนี้ (ก) ตัดเส้นโลหิตดำ ปอร์แตล ระหว่างเชือกสองเส้นที่ผูกไว้ (ข) เอาเชือกมัดหลอดอาหารเหนือกระเพาะและตัดเหนือรอยมัด (ค) เอาเชือกมัดลำไส้ใหญ่ตอนล่างแล้วตัดใต้เชือกที่มัด ค่อย ๆ ตัดขั้วไส้ออก เริ่มตั้งแต่ลำไส้ใหญ่ตัดขึ้นมาเรื่อย ๆ ระวังอย่าตัดถูก ซีคัม หรือเส้นโลหิตเส้นใหญ่ ๆ (ถ้าหากบังเอิญตัดถูกเส้นโลหิตเข้าให้มัดเส้นโลหิตนั้นเสีย โลหิตจะหยุดไหลทันที) อย่าตัดขั้วไส้ที่ยึดลำไส้เล็กที่โค้งในตอนแรก เพราะจะทำให้ตับอ่อนและท่อจากตับอ่อนหลุดขาดไป เอาลำไส้นี้วางลงบนถาด เขียนรูป และให้ชื่อหลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ท่อน้ำดี ตับอ่อน ท่อจากตับอ่อน ลำไส้เล็ก ไส้ติ่ง ลำไส้ใหญ่ตอนบน (โคลอน) และไส้ตรง (เร็กตัม) (ถ้าหากจะต้องเก็บลำไส้นี้ไว้จนถึงบทเรียนต่อไป ให้ลอกหนังออกให้หมด)

อวัยวะอื่น ๆ ภายในช่องท้อง

(๕) หลังจากตัดลำไส้และกระเพาะอาหารออกหมดแล้ว เอาเชือกมัดเส้นโลหิตดำใหญ่ทางด้านหลัง (โพสทีเรีย เมน เวน) ที่มีแขนงแยกไปสู่ตับ และตัดตับออก ตรวจดูกระบังลม ซึ่งแบ่งทรวงอกออกจากช่องท้องตอนกลางของกระบังลม เป็นเส้นใยและกล้ามเนื้อรอบขอบนอก ตรวจดูเส้นโลหิตแดงใหญ่ (เมน อาร์เตอรี่) ซึ่งอยู่ทางด้านหลังของเส้นโลหิตดำใหญ่ (โพสทีเรีย เมนเวน) และจงสังเกตดูว่า มันแตกแขนงไปสู่อวัยวะต่าง ๆ และขาหลังอย่างไรบ้าง ตรวจหาเส้นโลหิตต่าง ๆ ที่แสดงไว้ในรูปที่ ๑๑ จงตรวจดูไตซึ่งมีอยู่ ๒ อัน มีเส้นโลหิตแดงและดำเข้าสู่ไตหลายเส้น ด้านบนมีต่อมแอดรีนาล จากไตมีท่อไตเป็นลำขวา ๆ บาง ๆ ออกจากไตไปสู่กระเพาะปัสสาวะ

อวัยวะในทรวงอกและคอ

จงสังเกตว่ากระบังลมเว้าเข้าข้างใน ตัดกระดูกซี่โครงตอนล่างติดกับกระดูกอกทั้งสองข้างออก จะสังเกตว่าพออากาศรั่วเข้าสู่ทรวงอกระหว่างกระดูกซี่โครงกับปอด กระบังลมจะแบนลง ทันทีตัดกระดูกซี่โครง (ยกเว้นอันที่หนึ่ง) ทั้งสองข้างออกจากกระดูกอก ยกกระดูกอกออก จากช่องที่เปิดนี้จงหาและและเขียนรูปของ (ก) หัวใจ อยู่ภายในถุงสองชั้นบาง ๆ เรียกว่าถุงหุ้มหัวใจ (ข) ปอดซ้ายและขวาอยู่ในช่องปอด และจงสังเกตกล้ามเนื้อระหว่างซี่โครงด้วย ตัดกระดูกซี่โครงให้ติดกับกระดูกสันหลังข้างใดข้างหนึ่ง ลอกเยื่อหุ้มหัวใจออกด้วยความระวัง เพื่อเปิดให้เห็นเส้นโลหิตที่เข้าสู่และออกจากหัวใจ ตัดเนื้อตอนกลางคอออกแล้วเปิดออกทั้งสองข้างเพื่อเผยให้เห็นอวัยวะภายในคอ

จงตรวจดู (ก) ห้องบนขวาและซ้ายของหัวใจซึ่งมีผนังบาง (ข) ห้องล่างซ้ายและขวาซึ่งมีผนังหนา (ค) เส้นโลหิตแดง พัลโมนารี่ จากห้องล่างขวาไปสู่ปอด (ง) เส้นโลหิตแดงใหญ่ (เอออตาร์) ซึ่งมีผนังหนาออกจากห้องล่างซ้ายโค้งลงมาทางซ้ายมือวกไปทางหลังของหัวใจและพุ่งผ่านกระบังลมเข้าสู่ช่องท้องเป็นเส้นโลหิตแดง ดอร์แซล จงสังเกตดูแขนงที่แยกออกไปยัง (จ) เส้นโลหิตแดงขวาซ้ายที่ไปยังขาหน้า (ฉ) เส้นโลหิตแดงขวาซ้ายไปสู่ศีรษะ จงตรวจดูเส้นโลหิตดำใหญ่ตอนบนขวาและซ้าย (ซุปพีเร็ย วีนา คาวา) ซึ่งรับโลหิตจาก (ช) เส้นโลหิตดำขวาและซ้ายของศีรษะ และ (ซ) เส้นโลหิตดำจากขาหน้าขวาและซ้าย และจงตรวจดูเส้น

โลหิตใหญ่ตอนต่าง (อินฟีเรียวีนาคาวา) รับโลหิตเสียจากส่วนล่างของร่างกายใต้กระบังลมเข้าสู่ห้องบนขวา และยังมีเส้นโลหิตดำ พัลโมนารีรับโลหิตจากปอดเข้าสู่ห้องบนซ้าย จงเขียนรูปแสดง (๑) เส้นโลหิตแดง (๒) เส้นโลหิตดำ ให้ชื่อเส้นโลหิตต่าง ๆ ด้วย

จงตรวจดูหลอดลมซึ่งเป็นรูปวงแหวนและอยู่ด้านหน้าของหลอดอาหาร และมีกล่องเสียงอยู่ตรงปลายบนของหลอดลมน

ปลายบนของหลอดลมเบิดเข้าสู่ปากทางกลอตดิส (ช่องลม) ซึ่งมีแผ่นแข็งของเอปีกลอตดิสบีดไว้ ตัดหลอดลมแล้วเอาเป่าแล่นค่อเข้าไปและมัดด้วยเชือก (หรือจะใช้ปลายของหลอดแก้วก็ได้) เป่าลมเข้าไป ปอดจะพองออกมา

ถลกหนังศีรษะออกซีกหนึ่ง ตรวจดูต่อมน้ำลาย ในกระต่ายและหนูตะเภา มี ๔ คู่ สองคู่อยู่ระหว่างมุมของขากรรไกร อีกคู่หนึ่งอยู่ใต้ลิ้น และอีกคู่หนึ่งอยู่ใต้กระบอกตา

จงสังเกตดูเส้นประสาทใหญ่ ๆ เช่น เส้นที่ไปเลี้ยงขาหน้า (วิ่งขนานไปกับเส้นโลหิตที่ไปเลี้ยงขาหน้า)

ตรวจดูกล้ามเนื้อมัดใหญ่ ๆ ของขาหน้าหรือขาหลัง มันติดกับกระดูกสองชิ้นด้วยเอ็นที่ปลายทั้งสองข้าง

แกะกระดูกกะโหลกศีรษะออกด้วยความระมัดระวังเพื่อเผยให้เห็นมันสมอง มันสมองใหญ่มีสองซีก และตรวจมันสมองเล็กด้วย

ตรวจดูโครงกระดูกที่เตรียมไว้ให้

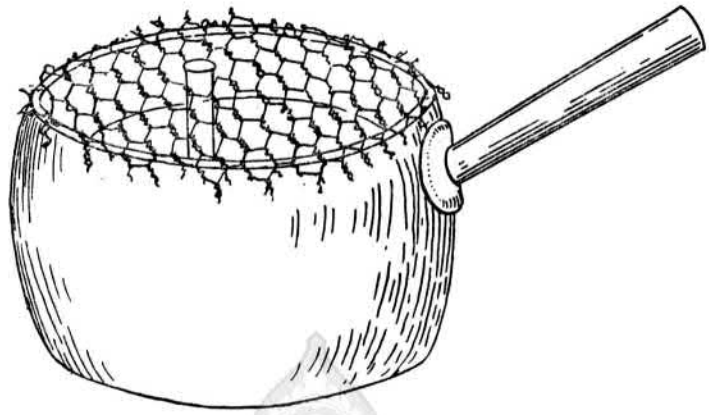
งานภาคปฏิบัติเกี่ยวกับอาหารและการย่อยอาหาร

การทดลองเกี่ยวกับน้ำตาล

ปฏิกริยาเคมีของน้ำตาลเชิงเดี่ยวทุกชนิด (เช่น กลูโคส ฟรักโตส และ แกแลคโตส) เหมือนกันทั้งสิ้นและอาจทดลองให้เห็นได้โดยใช้สารละลายของกลูโคส ๑ เปอร์เซนต์ มันเป็นน้ำตาล "รีดิวซิง" ทั้งสิ้น และสามารถรีดิวส์เกลือทองแดง เป็นคิวปรัสออกไซด์สีแดงได้ และรีดิวส์เกลือเงินให้เป็นโลหะเงินได้ จุนสีในด่างเป็นสารที่ใช้กันมากที่สุด

การทดสอบของเฟลิง เอาสารละลายที่ต้องการทดสอบมา ๒—๓ ลบ. ซม. ใส่ลงในหลอดแก้ว เติมสารละลายเจือจาง (๑/๕) ของเฟลิงลงไปปริมาตรเท่ากัน (สารละลายที่เป็นด่างของจุนสีมี

โซเดียมไฮโดรเจนทาร์เตรตอยู่ด้วย) ตั้งลงในอ่างน้ำร้อน (ดูรูปที่ ๙๖) ถ้าเกิดตะกอนสีแดงของคิวปรัสออกไซด์แสดงว่า มีน้ำตาล "รีดิวซิง"



รูปที่ 96 อ่างน้ำอุ่นสำหรับใส่หลอดทดลอง

น้ำตาลเชิงซ้อนมีสองชนิด (ก) ชนิดหนึ่ง รีดิวส์ สารละลายของทองแดงได้ เช่น มอลโตส และ แลคโตส และ (ข) ไม่รีดิวส์สารละลายของทองแดง เช่น ซูโครส น้ำตาลเชิงเดี่ยว เช่น กลูโคสและฟรัคโตส มีกำลังรีดิวส์มากกว่าน้ำตาลมอลโตสและแลคโตส.

ทดสอบตามวิธีของเฟลิงอีกครั้งหนึ่ง คราวนี้ใช้มอลโตส แลคโตส และซูโครส เปรียบเทียบกำลังรีดิวส์กับกลูโคสดังต่อไปนี้ เอาหลอดแก้วมา ๕ ใบ ก. ข. ค. ง. และ จ. มีสารละลายเฟลิงอย่างเจือจาง ($\frac{1}{5}$) หลอดละ ๒—๓ ลบ.ซม. เติมสารละลายกลูโคส ๑ เปอร์เซนต์ลงในหลอด ก. เติมสารละลายฟรัคโตส ๑ เปอร์เซนต์ลงในหลอด ข. สารละลายมอลโตส ๑ เปอร์เซนต์ในหลอด ค. สารละลายแลคโตส ๑ เปอร์เซนต์ในหลอด ง. และสารละลายซูโครส ๑ เปอร์เซนต์ในหลอด จ. เอาหลอดทั้งห้านั้นตั้งลงในอ่างน้ำร้อน คอยสังเกตดูว่าหลอดไหนเกิดตะกอนสีแดงของคิวปรัส ออกไซด์ก่อน ตอนแรกจะเกิดในหลอด ก. (กลูโคส) และ ข. (ฟรัคโตส) ก่อน ต่อมาอีกเด็กน้อยจะเกิดในหลอด ค. (มอลโตส) และ ง. (แลคโตส) จงสังเกตดูว่าไม่มีตะกอนเกิดขึ้นในหลอด จ. (ซูโครส) ซูโครสไม่สามารถรีดิวส์ และกำลังรีดิวส์ของกลูโคสและฟรัคโตสมากกว่ามอลโตสและแลคโตส

วิธีเปลี่ยนน้ำตาลเชิงซ้อนเป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยว เอาหลอดแก้ว ๓ หลอดใส่สารละลาย ๑ เปอร์เซนต์ของสารต่อไปนี้ลงในหลอดละ ๒—๓ ลบ. ซม. คือซูโครส มอลโตส และแลคโตส เติมกรดเกลืออย่างเจือจางลงหลอดละ ๑ ลบ. ซม. ต้มให้เดือดสองนาที เอาหลอดแก้วมา ๔ หลอด ก. ข. ค. และ ง. เอาสารละลายเฟลิงอย่างเจือจาง ($\frac{1}{5}$) ใส่ลงหลอดละ ๒—๓ ลบ. ซม. ในหลอด ก. เติมสารละลายของซูโครสที่ต้มแล้ว ๒ ลบ. ซม. ในหลอด ข. เติมมอลโตส และหลอด ค. เติมแลคโตสเหมือนในหลอด ก. และในหลอด ง. เติมสารละลายกลูโคสที่ไม่ได้ต้ม ๒ ลบ. ซม. เอาหลอดแก้วทั้งสี่ตั้งลงในอ่างน้ำร้อน จงสังเกตว่ามันจะรีดิวส์เบ็นคิวปรัส ออกไซด์สีแดงโดยเร็วเหมือนกันหมดทั้งสี่หลอด แสดงว่าน้ำตาลเชิงซ้อนซูโครส มอลโตส และแลคโตส ได้ถูกแยก (ไฮโดรไลส์) เป็นน้ำตาลเชิงเดี่ยวหมดจึงมีกำลังรีดิวส์มาก เอนไซม์ ซูเครส มอลเตส และแลคเตสก็ทำปฏิกริยาไฮโดรลิซิสภายในลำไส้เล็กเช่นเดียวกัน

การทดลองเกี่ยวกับคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อน

แป้ง เตรียมสารละลาย ๑ เปอร์เซนต์ของแป้งดังต่อไปนี้ ต้มน้ำประมาณ ๗๕ ลบ.ซม. ในถ้วยแก้วจนเดือด ชั่งแป้งประมาณ ๑ กรัม เขย่ากับน้ำเย็น ๑๐ ลบ. ซม. ในหลอดแก้วเทลงน้ำเดือดในถ้วยแก้วคนให้ทั่ว เอาน้ำอีก ๑๐ ลบ. ซม. ล้างหลอดแก้วแล้วเทลงในน้ำร้อนอีก ต้มให้เดือดต่อไปอีก ๑ นาที เอาออกตั้งทิ้งให้เย็นแล้วทำให้เป็น ๑๐๐ ลบ. ซม. เก็บสารละลายนี้ไว้ใช้ในการทดลองต่อไปนี้

(๑) เอาสารละลายแป้ง ๑ เปอร์เซนต์นี้ประมาณ ๑ ลบ. ซม. ใส่ลงในหลอดแก้วและหยดสารละลายไอโอดีนลงไป ๑ หยด จงสังเกตสีน้ำเงินแกมดำเกิดขึ้น เอาน้ำเติมให้มากเข้าก็ยังคงมีสีน้ำเงินแก่ (สารละลายไอโอดีนเตรียมได้โดยบดไอโอดีน ๑ กรัมกับโปแตสเซียม ไอโอไดด์ ๕ กรัม มีน้ำ ๑ ลบ. ซม. เสร็จแล้วเติมน้ำให้เป็น ๑๐๐ ลบ. ซม.)

(๒) หยดสารละลายไอโอดีน ๑ หยดลงในสารละลายแป้ง ๑ เปอร์เซนต์ ๑ ลบ. ซม. เติมน้ำอีก ๕ ลบ. ซม. ต้มให้เดือด สีน้ำเงินจะหายไป ตั้งทิ้งให้เย็นสีน้ำเงินจะกลับคืนมาใหม่ (หมายเหตุ การตรวจด้วยไอโอดีนเมื่อสารละลายกำลังร้อนจะไม่ได้ผล)

(๓) เอาสารละลาย ๑ เปอร์เซนต์ ของแป้ง ๑ ลบ. ซม. ใส่ลงในหลอดแก้ว ทำให้มีฤทธิ์เป็นด่างด้วยกระดาษลิตมัสโดยเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต เติมสารละลายไอโอดีน ไม่มี

สีน้ำเงินเกิดขึ้น ทำเช่นเดียวกันนี้อีก แต่คราวนี้ทำให้แป้งมีฤทธิ์เป็นกรดโดยเติมกรดเกลืออย่างเจือจาง จะเกิดสีน้ำเงินตามปกติ (หมายเหตุ การตรวจด้วยไอโอดีนเมื่อสารละลายมีฤทธิ์เป็นด่างไม่ได้ผล ต้องสะเทินหรือมีฤทธิ์เป็นกรด)

(๔) เอาแป้งข้าวเจ้าใส่ลงในหลอดแก้วสักเล็กน้อย เติมน้ำเย็น ๕ ลบ. ซม. และเขย่าแรงๆ กรองออกครึ่งหนึ่ง เติมสารละลายไอโอดีน ๑ หยดลงในสารละลายของแป้งที่กรองได้ ไม่มีสีน้ำเงินเกิดขึ้นเลย แสดงว่าแป้งไม่ละลายในน้ำเย็น เอาส่วนที่เหลือมาต้มให้เดือดแล้วกรอง เมื่อเย็นแล้วหยดสารละลายไอโอดีนลงไปจะมีสีน้ำเงินเกิดขึ้น แสดงว่าแป้งละลายในน้ำร้อน

เด็กซ์ตริน อาจเตรียมได้โดยการเผาแป้งที่แห้งในเตาอบจนกระทั่งเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล เอาสารละลาย ๑ เปอร์เซนต์ของเด็กซ์ตรินสัก ๒—๓ ลบ. ซม. ใส่ลงในหลอดแก้วแล้วเติมสารละลายไอโอดีน จะมีสีน้ำตาลแกมแดงเกิดขึ้น (เปรียบเทียบกับสีที่เกิดจากหยดไอโอดีนลงในน้ำ ๒—๓ ลบ. ซม.) ต้มสารละลายของเด็กซ์ตรินนี้ สีน้ำตาลแกมแดงจะหายไป ทำให้เย็นสีจะกลับคืนมาอีก

วิธีเปลี่ยนแป้งให้เป็นคาร์โบไฮเดรตที่สามัญกว่า (๑) แสดงให้เห็นเสียก่อนว่าแป้งไม่มีกริยารีดิวส์ เอาสารละลาย ๑ เปอร์เซนต์ของแป้งใส่หลอดแก้วสัก ๒—๓ ลบ. ซม. เติมสารละลายเฟลิงอย่างเจือจาง ($\frac{1}{5}$) ลงไปเท่าๆ กันแล้วเอาไปตั้งในอ่างน้ำร้อน ไม่มีตะกอนสีแดงเกิดขึ้น แสดงว่าแป้งไม่มีรีดิวส์สารละลายเฟลิง

(๒) เอาสารละลาย ๑ เปอร์เซนต์ของแป้งใส่ลงในหลอดแก้วประมาณ ๑๐ ลบ. ซม. เติมกรดเกลืออย่างเข้มข้น ๑ ลบ. ซม. เอาไปตั้งในอ่างน้ำร้อนจดเวลาไว้ หากระเบื้องเคลือบสีขาวมาแผ่นหนึ่ง (หรือแผ่นกระจกวางอยู่บนกระดาษขาวก็ได้) มีสารละลายไอโอดีน ๑๒ หยดห่างกันพอสมควร ทุกๆ ๑ นาที คนสารละลายที่ตั้งไว้ที่อ่างน้ำร้อนด้วยแท่งแก้วสำหรับคน ยกแท่งแก้วขึ้นจะมีสารละลายติดมาบ้าง เอาไปแตะหยดของไอโอดีนดู ๑ หยด (หมายเหตุ ต้องล้างแท่งแก้วทุกคราว) จงสังเกตการเปลี่ยนของสีจากน้ำเงิน (แป้ง) เป็นม่วง แล้วเป็นน้ำตาลแกมแดง (เด็กซ์ตริน) และในที่สุดไม่มีสีเกิดขึ้นเลย เอาสารละลายที่เหลือสัก ๒—๓ ลบ. ซม. ใส่หลอดแก้วแล้วทำให้กรดสะเทินโดยเติมสารละลายโซดาไฟ (๒N) สัก ๑ ลบ.ซม. แล้วเติมสารละลายเฟลิงอย่างเจือจาง ($\frac{1}{5}$) ขนาดเท่าๆ กัน เอาไปตั้งในอ่างน้ำร้อน จะมีตะกอนสีแดงของคิวปรัส

ออกไซด์เกิดขึ้น แสดงว่ามีน้ำตาล "รีดิวซิง" (กลูโคส) เกิดขึ้นเนื่องจากการไฮโดรไลส์แป้งด้วยกรด (หมายเหตุ จงเปรียบเทียบการแยกน้ำตาลโดยกรด กับที่แยกโดยเอนไซม์ไทยาลีนที่มีในน้ำลาย

การทดสอบไขและมัน

เมื่อหยดน้ำมันพืชหรือสัตว์ลงบนกระดาษกรองหรือกระดาษที่ไม่ได้ขัดมัน จะเกิดจุดไขมันขึ้น มันนี้ผิดกับจุดน้ำหรือของเหลวอื่น ๆ ที่ระเหยได้ คือมันจะไม่หายไปเมื่อวางทิ้งไว้และล้างด้วยน้ำไม่ออก จุดไขมันนั้นใช้เป็นการทดสอบไขมันและมันในอาหาร

(๑) หยดน้ำมันมะพร้าวลงบนกระดาษกรอง จงสังเกตว่ามีจุดไขมันเกิดขึ้น (เก็บไว้สำหรับการทดลอง ข้อ ๕)

(๒) หยด (ก) น้ำ (ข) แอลกอฮอล์ (ค) น้ำมันเบนซิน ลงบนกระดาษกรอง จงสังเกตว่าในตอนแรกจะมีจุดไขมันเกิดขึ้น แล้วก็ระเหยไปหมดไม่มีอะไรเหลือให้เห็นบนกระดาษเลย

(๓) ถ้าสารที่ต้องการการทดสอบมีไขมันปนอยู่บ้างเล็กน้อย เราอาจใช้น้ำมันเบนซินซึ่งละลายไขและมันได้ เอาถั่วเหลืองบดประมาณ ๑ กรัม (หรือถั่วลิสงก็ได้) ใส่ลงในหลอดทดลองที่แห้ง เติมน้ำมันเบนซิน ๕ ลบ. ซม. (อย่าให้ใกล้ไฟ) เอาหัวแม่มืออุดปากหลอดแล้วเขย่าแรง ๆ ประมาณ ๑ นาที ปล่อยให้ถั่วนอนก้น รินน้ำมันเบนซินออกมาเล็กน้อยแล้วค่อย ๆ ปล่อยให้หยดลงบนกระดาษกรอง พอหยดแรกระเหยหมดก็หยด ๆ ที่สองเรื่อยไป จงสังเกตเห็นว่าจะเกิดจุดไขมันขึ้นที่กระดาษกรองหลังจากน้ำมันเบนซินระเหยไปหมดแล้ว (เก็บไว้ใช้ในการทดลองข้อ ๕)

(๔) ถ้าหากอาหารมีไขมันมากเมื่อวางลงบนกระดาษกรองและเผาพออุ่น ๆ จะเกิดจุดไขมันขึ้น ทดลองกับเมล็ดพืชอื่น ๆ ที่มีไขมัน

วิธีทดสอบไขมันด้วยสี

สีจำพวกแอนิลีน ที่เรียกว่า ซูแดน III ย้อมไขและมันติดเป็นสีแดงแกมส้ม เอาซูแดน III ประมาณ ๑ กรัมใส่ลงในขวดเติมแอลกอฮอล์ ๗๐ เปอร์เซนต์ ๑๒๕ ลบ. ซม. ปิดจุกให้แน่น เขย่าให้สีละลายจนอิ่มตัวแล้วกรอง เอาน้ำมันมะพร้าว ๑ ลบ ซม. ใส่ลงในหลอดทดลองแล้วเติมสี

ซูแดน III ที่ทำไว้ ๒—๓ ลบ. ซม. ปิดปากหลอดด้วยหัวแม่มือแล้วเขย่าแรง ๆ ประมาณ ๑ นาที ตั้งทิ้งไว้สักครู่ จะสังเกตว่าน้ำมันดูดสีไว้เกือบหมด เอาน้ำเติมลงในหลอดถึงครึ่งหลอดแล้วเขย่าอีก เมื่อตั้งทิ้งไว้น้ำมันจะค่อย ๆ ลอยขึ้นมาอยู่ที่ผิวบนและมีสีเข้มกว่าที่อื่น กรอง และจะสังเกตว่าของเหลวที่กรองได้ (ส่วนมากเป็นน้ำ) เกือบไม่มีเลย แสดงว่าน้ำมันดูดสีซูแดน III ไว้เกือบหมด เอาแป้งประมาณ ๑ กรัมใส่ลงในกระดาษกรองบนกรวย เทสารละลายซูแดน III ลงไปราว ๒—๓ ลบ. ซม. เอาน้ำเทลงไปล้างหลาย ๆ ครั้ง ๆ ละน้อย จะสังเกตว่าแป้งไม่ดูดสีไว้ (เพราะมันไม่มีไขมัน)

(๕) เอากระดาษกรองจากการทดลองที่ (๑), (๒) และ (๓) ใส่ลงในหลอดแก้วใส่สีซูแดน III สัก ๒—๓ ลบ. ซม. เขย่าและตั้งทิ้งไว้หลายๆ นาที เอาแผ่นกระดาษออกล้างน้ำประปาจากก๊อก จะสังเกตว่าจุดไขมันติดสีแดงแกมส้ม การทดสอบด้วยสีนี้ใช้สำหรับตรวจไขมันที่มีในสารซึ่งอาจตรวจดูด้วยไขมันไม่ใคร่เห็น

การทดสอบโปรตีน

การทดสอบโปรตีนอาศัยปฏิกริยาของกรดอมิโน เนื่องจากโปรตีนมิได้ทำปฏิกริยาให้เกิดสีทุกชนิดไป ฉะนั้นการทดสอบโปรตีนต้องทำหลาย ๆ ครั้งก่อนที่จะบอกได้แน่นอน จงทดสอบสารละลายของไข่ขาวดังต่อไปนี้

ทดสอบด้วยวิธี "โปรตีน—ทองแดง" การทดสอบนี้ใช้สำหรับโปรตีนทุกชนิด (ซึ่งเกิดจากกรดอมิโนหลาย ๆ ตัวเกาะกัน) แต่ไม่ใช้สำหรับกรดอมิโนอย่างเดียว เอาสารละลายที่ต้องการตรวจใส่หลอดแก้วสัก ๒ — ๓ ลบ. ซม. เติมสารละลายโซดาไฟ (๘ เปอร์เซนต์) เท่าตัว เติมสารละลายจุนสี ๑ เปอร์เซนต์สองหยด เขย่าให้เข้ากัน โปรตีนจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงทันทีโดยไม่ต้องต้ม ถ้าหากสงสัยต้องมีหลอดแก้วเทียบ ใช้น้ำ ๒—๓ ลบ. ซม. และสารละลายโซดาไฟเท่ากัน แล้วเปรียบเทียบสีกับหลอดที่ทดสอบ

ปฏิกริยากรดไนตริก

(ครูเป็นผู้ทดลองให้ดู) เอาสารละลายที่ต้องการทดสอบใส่หลอดแก้ว ๒—๓ ลบ. ซม. เติมกรดไนตริกอย่างเข้มข้น ๑ ลบ.ซม. (ระวัง) ถ้าหากมีกรดอมิโนจะเกิดตะกอนสีขาวแล้วเปลี่ยนเป็นสีเหลือง ถ้าเผาให้ร้อนจะละลายไปบ้าง ทำให้เย็นด้วยน้ำประปาที่ไหลจากก๊อก เติมแอมโมเนีย

ลงไปมาก ๆ (ระวัง) สีเหลืองจะเปลี่ยนเป็นสีส้ม (ตอนนี้ท่านอาจอธิบายความจริงได้แล้วว่าเหตุใดกรดไนตริคเมื่อหกหรือกระเด็นถูกผิวหนังจึงเปลี่ยนเป็นสีเหลือง)

การทดลองเพื่อแสดงการย่อยอาหาร

(๑) เอากระดาษลิตมัสสีแดงและสีน้ำเงินชนิดเล็ก ๆ (หรือกระดาษลิตมัสสีม่วงที่สะเทิน) วางลงบนจาน จงสังเกตว่าน้ำลายมีฤทธิ์เป็นด่างอ่อน ๆ

(๒) เตรียมสารละลายของน้ำลายดังต่อไปนี้ เอาน้ำ ๕๐ ลบ. ซม. ต้มให้มีอุณหภูมิ ๓๗° ซ. บ้วนปากให้สะอาดด้วยน้ำประมาณ ๒๐ ลบ. ซม. อมน้ำอุ่นประมาณ ๒๐ ลบ. ซม. ทำขลุก ๆ ในปากประมาณ ๑ นาที บ้วนใส่ถ้วยแก้วแล้วกรองใส่หลอดแก้ว ตั้งลงในอ่างน้ำอุ่นเพื่อทำให้ร้อนราว ๕๗° ซ. เท่ากับร่างกาย เอาสารละลายแป้ง ๑ เปอร์เซนต์ ใส่หลอดแก้วและตั้งในอ่างน้ำอุ่นด้วย เอากระเบื้องขาว (หรือกระจกวางทับกระดาษขาว) มาแผ่นหนึ่ง หยดสารละลายไอโอดีน (N/20) เป็นหยด ๆ หลาย ๆ หยดห่างกันพอสมควร

(๓) เอาสารละลายของแป้ง ๓ เปอร์เซนต์ ที่อุ่นแล้ว ๓ ลบ. ซม. ใส่ลงในหลอดแก้วเติมสารละลายน้ำลายที่อุ่นเท่ากัน จดเวลาไว้ เขย่าให้เข้ากันแล้วตั้งไว้ในอ่างน้ำอุ่นตามเดิม

หลังจากนั้น ๓๐ วินาที เอาแท่งแก้วแหย่ลงไปและยกขึ้น แตะหยดไอโอดีนบนกระเบื้องขาว จะเกิดสีน้ำเงินแสดงว่ามีแป้ง ถ้าเป็นสีม่วงหรือค่อนข้างแดงแสดงว่ามีเด็กซ์ตริน ถ้าไม่มีอะไรเลยแสดงว่าแป้งเปลี่ยนเป็นอย่างอื่นหมดแล้ว เอาของเหลวออกแตะไอโอดีนทุก ๆ ๓๐ วินาที จนกระทั่งไม่มีการเปลี่ยนสีถ้าหากกินเวลาน้อยกว่าสองนาที ต้องทำให้น้ำลายเจือจางลงอีกโดยเติมน้ำอีกเท่าตัวแล้วทดลองใหม่

(๔) เมื่อตรวจจนไอโอดีนไม่เปลี่ยนสีแล้วเติมสารละลายเฟลิง ($\frac{1}{2}$) เท่าตัว ต้มในอ่างน้ำร้อน จะเกิดตะกอนสีแดง แสดงว่ามีน้ำตาล "รีดิวซิง" การทดลองนี้แสดงว่าเอนไซม์ไทยาลินในน้ำลายพึ่งเริ่มต้นย่อยแป้งให้กลายเป็นมอลโตส ซึ่งจะไปเปลี่ยนเป็นกลูโคสในลำไส้

(๕) เอาแป้งดิบที่เหลือจากการทดลองที่ (๓) ต้มให้เดือด แล้วทำให้เย็นด้วยน้ำประปาจากก๊อก แยกออกมา ๒—๓ ลบ.ซม. แล้วเติมสารละลายของน้ำลาย แล้วตรวจด้วยไอโอดีนเป็นระยะ ๆ ไป จงสังเกตว่าน้ำลายย่อยแป้งที่สุกได้

การทดลองเพื่อแสดงการย่อยในกระเพาะอาหาร

(๑) แสดงการย่อยโปรตีนโดยเบ็ปซิน เอาสารละลาย ๑ เปอร์เซนต์ของเบ็ปซิน ๕ ลบ. ซม. ใส่ลงในหลอดแก้ว เติมกรดเกลือ ๑ เปอร์เซนต์ ๑ ลบ. ซม. (ตอนนี้กรดเกลือจะเจือจางลงเป็น ๐.๒ เปอร์เซนต์ นั่นคือเท่ากับที่มีในน้ำย่อยจากกระเพาะ) เอาเนื้อปลาชิ้นเล็ก ๆ ที่ล้างสะอาดใส่ลงไปและเอาไปตั้งในอ่างน้ำอุ่น ๓๗° ซ. (ถ้าปลาที่ใช้ชิ้นเล็กมากมันจะละลายหมด ก็จะไม่มีข้อสงสัยเกี่ยวกับกริยาของเอนไซม์ที่มีต่อโปรตีน แต่ถ้าชิ้นโตเกินไปมันจะละลายไม่หมด) เขย่าเป็นครั้งคราว (เพื่อเลียนการเคลื่อนไหวของกระเพาะอาหาร) โปรตีนจะค่อย ๆ ละลาย คือมันจะถูกย่อยโดยเบ็ปซิน กรองแล้วแบ่งเป็นสองส่วน ครึ่งแรกเติมโซดาไฟ ๔๐ เปอร์เซนต์ ๒ ลบ. ซม. และจุนสี ๑ เปอร์เซนต์ ๒ หยด จะเกิดสีม่วง (ปฏิกริยาไบยูเรต) แสดงว่ามีโปรตีนละลายอยู่ ครึ่งหลังเติมน้ำดี (จากถุงน้ำดีของวัว) ๑ เปอร์เซนต์ ๑ ลบ. ซม. จะเกิดตะกอนสีขาวของโปรตีนที่ถูกย่อยไปบ้างแล้ว (น้ำดีทำให้โปรตีเอสในลำไส้เล็กตกตะกอน ทำให้น้ำย่อยจากตับอ่อนสามารถย่อยอาหารโปรตีนต่อไปได้จนเสร็จ)

(๒) แสดงกริยาของเรนนินที่มีต่อนม เอานมวัวสดใส่หลอดแก้วประมาณ ๕ ลบ.ซม. เติมสารละลายเรนนิน ๑ ลบ. ซม. เขย่าและตั้งอ่างน้ำอุ่นให้ร้อน ๓๗° ซ. ๕ นาที จงสังเกตว่ามันจะจับกันเป็นก้อน และเราสามารถคว่ำหลอดแก้วลงได้โดยไม่หก ที่เป็นก้อนนั้นเป็นเคซีอินของนมรวมกับไขมัน เอาหลอดกลับไปแช่อ่างน้ำอุ่นไว้ตามเดิมประมาณ ๑ ชั่วโมง จงสังเกตสารที่จับเป็นก้อนนั้นหดตัวลงบีบเอาของเหลวใส ๆ ออกมา เรียกว่า เวย์ (นี่เป็นขั้นแรกในการทำนมให้เป็นเนย) ถ้าเราดื่มนมลงในกระเพาะอาหารมันก็จะจับเป็นก้อนเช่นเดียวกัน ถ้าหากเราดื่มทีละมาก ๆ และดื่มโดยเร็วมันจะจับกันเป็นก้อนเหนียวและใหญ่ทำให้ย่อยช้า ฉะนั้นในการดื่มนมจึงควรดื่มช้า ๆ ทำให้จับกันเป็นก้อนเล็กย่อยง่าย

การทดลองเกี่ยวกับน้ำดี

แสดงให้เห็นว่าน้ำดีทำให้ความตึงผิวของน้ำลดลง การทดลองต่อไปนี้อาจทำได้โดยใช้น้ำดีจากวัว (น้ำดีหนึ่งปริมาตรต่อน้ำ ๙ ปริมาตร) (ก) เอาถ้วยแก้วใบเล็ก ๆ มาสองใบ ใบหนึ่งใส่น้ำกลั่น ๑๐ ลบ. ซม. อีกใบหนึ่งใส่น้ำดี ๑๐ ลบ. ซม. เอากำมะถันป่นใส่ลงในถ้วยแก้วทั้งสองเล็ก

น้อย เขย่าถ้วยแก้วเบา ๆ ผงก๋ามะถันจะลอยอยู่บนผิวของน้ำเนื่องจากมีความตึงผิวสูง แต่ในถ้วยที่ใส่น้ำดีผงก๋ามะถันจะจมลงข้างก้นเพราะน้ำดีทำให้ความตึงผิวของน้ำน้อยลง

(ข) พับกระดาษกรองสองแผ่นใส่ลงในกรวย ๒ อัน ทำให้แผ่นหนึ่งเปียกน้ำ อีกแผ่นหนึ่งเปียกน้ำดี เทน้ำมันพืช ๑ ลบ. ซม. เข่นน้ำมันมะพร้าว ลงบนกระดาษกรองทั้งสองแผ่นคงทิ้งไว้สัก ๒—๓ ชั่วโมง จงสังเกตว่าน้ำมันจะไม่ไหลผ่านกระดาษกรองที่เปียกน้ำเพราะมีความตึงผิวมาก แต่จะค่อย ๆ ลอดกระดาษกรองที่เปียกน้ำดี แสดงว่าน้ำดีทำให้ความตึงผิวลดลง ความจริงข้อนี้มีความสำคัญมากทำให้ไขมันแตกเป็นเม็ดเล็ก ๆ แขวนลอยอยู่ในลำไส้ ทำให้น้ำย่อยสามารถย่อยไขมันได้ง่าย

การทดลองเกี่ยวกับสบู่

เอาเกล็ดสบู่สักเล็กน้อยใส่ลงในขวดใบเล็ก ๆ เติมน้ำอุ่นลงไปครึ่งขวด เขย่าโดยแรงจนสบู่ละลาย สังเกตดูฟองที่เกิดขึ้น ฟองนี้เป็นอากาศซึ่งแต่ละฟองห่อหุ้มอยู่ด้วยผิวบาง ๆ ของสบู่

(ก) เอาหลอดแก้วมา ๓ หลอด ก. ข. และ ค. เอาน้ำมันมะพร้าวใส่ลงไปหลอดละ ๑๐ หยด ในหลอด ก. เติมน้ำ ๑๐ ลบ. ซม. หลอด ข. เติมโซดาไฟ ๒—๓ หยด และหลอด ค. เติมน้ำ ๕ ลบ. ซม. และน้ำสบู่ที่ทำไว้ ๕ ลบ. ซม. เขย่าหลอดทั้งสามให้แรง แล้วตั้งทิ้งไว้ การเขย่าแรงจะทำให้ไขมันแตกเป็นเม็ดเล็ก ๆ ซึ่งแขวนลอยอยู่ในของเหลวนั้น (หรือเรียกว่าเป็นอิมัลชั่น) เมื่อตั้งทิ้งไว้ หยดไขมันในหลอด ก. จะค่อย ๆ รวมกันและลอยขึ้นสู่ผิวบน แสดงว่าอิมัลชั่นนั้นไม่อยู่ตัว ในหลอด ข. อิมัลชั่นอยู่ตัวดี เพราะด่างเข้าผสมกับไขมันกลายเป็นสบู่เสียบ้างและสบู่นี้จะเป็นผิวบาง ๆ ห่อหุ้มหยดไขมันเล็ก ๆ ไว้ ในหลอด ค. อิมัลชั่นก็อยู่ตัวดีด้วยเหตุผลอันเดียวกัน

ในทำนองเดียวกัน เมื่อภาชนะที่เป็นมันหรือเปื้อนน้ำมันจะล้างออกได้ด้วยสบู่ เพราะสบู่ไปทำให้ไขมันแขวนลอยขึ้นกลายเป็น อิมัลชั่น ซึ่งจะล้างให้หลุดออกโดยง่าย

(ข) (๑) เอาเขม่าสักเล็กน้อยใส่หลอดแก้วเติมน้ำ ๑๐ ลบ. ซม. เขย่าอย่างแรง กรองออกครั้งหนึ่ง ที่เหลือตั้งทิ้งไว้ น้ำที่กรองได้ไม่ดำเพราะเขม่าไม่ลอดกระดาษกรอง หลอดแก้วที่ตั้งทิ้งไว้เขม่าจะตกตะกอน

(๒) เอาเขม่าเท่า ๆ กันใส่ลงในหลอดแก้วอีกอันหนึ่งเติมน้ำ ๕ ลบ. ซม. และสบู่ที่เตรียมไว้ ๕ ลบ. ซม. เขย่าอย่างแรง กรองเหมือนตอนแรก จงสังเกตว่าน้ำที่กรองออกมามีสีดำทั้งนี้เพราะอนุภาคของเขม่าทุกอันห่อหุ้มด้วยสบู่บาง ๆ ทำให้ผ่านลอดกระดาษกรองไปได้ ปล่อยให้น้ำเขม่าที่เหลือตั้งทิ้งไว้มันจะแขวนลอยอยู่เรื่อยไป การทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าสบู่สามารถล้างสิ่งสกปรกออกได้อย่างไร อนุภาคเล็ก ๆ ของสิ่งสกปรกทุกอนุภาคจะถูกห่อหุ้มด้วยสบู่ผิวบาง ๆ ซึ่งล้างออกได้โดยง่าย

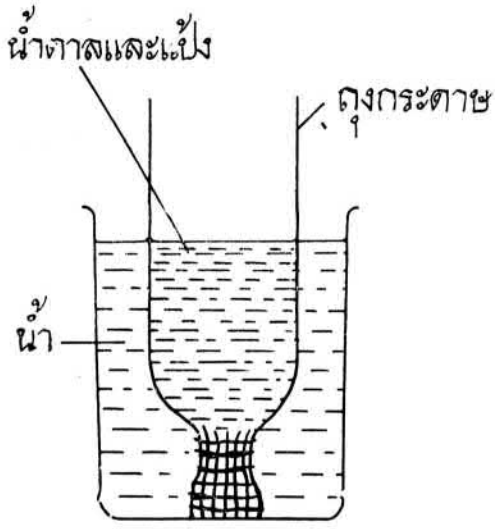
การทดลองเกี่ยวกับเรื่องอีมัลชัน

เอาหลอดแก้วมา ๔ หลอด ก. ข. ค. และ ง. หยดน้ำมันพืช เช่น น้ำมันมะพร้าวลงหลอดละ ๑๐ ลบ.ซบ.หลอด ก. เติมน้ำกลั่น ๑๐ ลบ. ซม. หลอด ข. เติมน้ำกลั่น ๕ ลบ. ซม. และสารละลายของโซเดียม คาร์บอเนต ๑ เปอร์เซนต์ ๑๐ ลบ. ซม. เท่ากับที่มีอยู่ในน้ำย่อยจากตับอ่อนของคน หลอด ค. เติมน้ำด่าง ๑ เปอร์เซนต์ ๑๐ ลบ. ซม. หลอด ง. เติมโซเดียมคาร์บอเนต ๑ เปอร์เซนต์ ๕ ลบ. ซม. และน้ำด่าง ๑ เปอร์เซนต์ ๕ ลบ. ซม. เขย่าทุกหลอดอย่างแรงแล้วตั้งทิ้งไว้ การเขย่าจะทำให้ไขมันแขวนลอย (เป็นอีมัลชัน) ทุกหลอด แต่เมื่อตั้งทิ้งไว้ในหลอด ก. ไขมันจะจับกันเป็นก้อนโตแล้วลอยขึ้นสู่ผิว แสดงว่าอีมัลชันไม่อยู่ตัว ในหลอด ข. อีมัลชันอยู่ตัวดีเพราะด่างทำให้เกิดสบู่ขึ้นบ้าง และสบู่นี้กลายเป็นผิวบาง ๆ ห่อหุ้มหยดน้ำมันเล็ก ๆ ไว้

น้ำย่อยจากตับอ่อนมีฤทธิ์เป็นด่าง ฉะนั้นจึงช่วยทำให้ไขมันแตกเป็นเม็ดเล็ก ๆ ในหลอด ค. อีมัลชันก็อยู่ตัวดี เพราะน้ำด่างทำให้ความตึงผิวระหว่างน้ำมันและน้ำน้อยลง ในหลอด ง. อีมัลชันอยู่ตัวดีที่สุด เนื่องจากมีทั้งโซเดียมคาร์บอเนต และน้ำดีช่วยกัน (ทั้งสองชนิดมีอยู่ในลำไส้เล็ก)

การทดลองเกี่ยวกับการแพร่

เอาถุงเซลโลเฟนหรือกระดาษพาชเมนต์ ใส่สารละลายของแป้ง ๑ เปอร์เซนต์ลงไป ๑/๓ ของถุง เติมสารละลายกลูโคส ๕ เปอร์เซนต์ ลงไปจนเต็ม เอาถุงนี้แช่ลงในอ่างน้ำหรือถ้วยแก้วสูง ๆ ที่มีน้ำบรรจุอยู่ ระวังอย่าให้ของเหลวในถุงหกหรือกระฉอก (รูปที่ ๙๗) อีก ๒๐ นาที ต่อมา เทน้ำจากถ้วยแก้วใส่หลอดสัก ๒—๓ ลบ. ซม. แล้วเติมไอโอดีน ๑ หยด ไม่มีสีน้ำเงินเกิดขึ้น



รูปที่ 97 ไดอาไลสีส

แสดงว่าไม่มีแป้ง (คอลลอยด์) ไดอาไลส์ผ่านผนังบางออกมา เทออกมาอีก ๒-๓ ลบ. ซม. เพื่อตรวจดูกลูโคสด้วยสารละลายเฟลิง จะเกิดตะกอนสีแดงของคิวปรัส ออกไซด์ แสดงว่ากลูโคส (คลิสตาลลอยด์) บางส่วนได้ไดอาไลส์ผ่านเยื่อบางออกมา หยดไอโอดีนลงในน้ำที่เหลืออยู่ในถ้วยแก้วแล้วตั้งทิ้งไว้ประมาณครึ่งชั่วโมง จะเกิดสีน้ำเงินภายในเยื่อบาง แสดงว่าไอโอดีน ไดอาไลส์ ผ่านเยื่อบางเข้าไป ไม่มีสีน้ำเงินเกิดขึ้นในน้ำที่อยู่ในถ้วยแก้วเลย แสดงว่าไม่มีแป้งที่เป็นคอลลอยด์ ไดอาไลส์ ผ่านเยื่อบางออกมาเลย

"ฉะนั้นการย่อยอาหารจึงเป็นการทำให้อาหารเหมาะที่จะให้ลำไส้ดูดได้โดย (๑) เปลี่ยนสารที่ไม่ละลายเป็นสารที่ละลาย (เช่นแป้งเป็นน้ำตาล) (๒) เปลี่ยนโมเลกุลที่ใหญ่ของคอลลอยด์ให้เป็นโมเลกุลที่เล็กลงไปของคริสตาลลอยด์เพื่อให้แพร่ได้ (เช่นโปรตีนเป็นกรดอมิโน) (๓) เปลี่ยนสารที่ละลายให้เป็นสารที่เนื้อเยื่อสามารถรับไว้ได้ (เช่นมอลโตส เป็น กลูโคส)"

การทดลองเกี่ยวกับรสและกลิ่น

การทดลองต่อไปนี้ต้องใช้นักเรียนคนหนึ่ง สมมุติเป็นคนไข้ แล้วผู้ร่วมงานทำการทดสอบไป และกลับให้คนไข้เป็นผู้ทดสอบและผู้ร่วมงานเป็นคนไข้บ้าง

(๑) เริ่มต้นให้คนไข้ล้างปากของเขาให้สะอาดด้วยน้ำอุ่น ๓๗° ซ. เช็ดลิ้นให้แห้งด้วยผ้าเช็ดหน้า หลับตาและแลบลิ้นออกมา ผู้ร่วมงานจะเอาสารละลายต่อไปนี้แตะแท่งแก้วหรือแปรงปลายแหลม ๆ แล้วแตะลิ้นคนไข้ คือ (ก) หวาน (น้ำตาลทรายขาว ๕ เปอร์เซนต์) (ข) ขม (ควินนินไฮโดรคลอไรด์ ๑ เปอร์เซนต์) (ค) เปรี้ยว (น้ำมะนาว ๒ เปอร์เซนต์) (ง) เค็ม (เกลือแกง ๕ เปอร์เซนต์) ลองแตะดูตรงปลาย ข้าง ๆ ตรงกลาง และตรงโคนของลิ้นด้วยสาร

ละลายแต่ละชนิดทุกครั้งที่แตะลิ้นให้ล้างปากและทำให้ลิ้นแห้ง สังเกตเวลาระหว่างสิ่งเร้าที่สัมผัสและความรู้สึกเกิดรส เขียนรูปของลิ้นแสดงจุดต่าง ๆ ที่ไวต่อรสทั้งสี่

(๒) ทำการทดลองซ้ำอีก (ก) หลังจากล้างปากด้วยน้ำร้อนที่สุดเท่าที่จะทนได้ (ข) เหมือนข้อ (ก) แต่ล้างด้วยน้ำเย็นเท่าน้ำแข็ง จงสังเกตว่าอุณหภูมิที่สูงหรือต่ำเกินไปทำให้ความไวต่อรสเสียไป

(๓) ทดสอบความไวของลิ้นต่อสารละลาย ก. ข. ค. และ ง. ว่า หวาน เปรี้ยว ขม เค็ม หรือจืด (สารละลายเหล่านี้เจือจางมากถึงแม้จะกลืนลงไปก็ไม่มีอันตรายอย่างใด) (น้ำตาลทราย ขาว ๑๒ กรัม ต่อน้ำ ๑ ลิตร เกลือแกง ๕ กรัม ต่อน้ำ ๑ ลิตร กรดกำมะถัน ๒ กรัม ต่อน้ำ ๑ ลิตร และควินินไฮโดรคลอไรด์ ๐.๐๐๑ กรัม ต่อน้ำ ๑ ลิตร และน้ำกลั่น)

(๔) ถอนขนตาและจมูกคนไข้ (ไม่ให้ได้กลิ่น) แล้วให้กัดสิ่งต่อไปนี้ และให้บอกรสของมัน มันดิบและหอมสด มันสุกและหอมสุก กานพลู จงสังเกตว่ารสอย่างเดียวโดยปราศจากกลิ่นจะทำให้การทายรสได้ยากเข้า

(๕) จงทดสอบความไวของอวัยวะรับกลิ่นของท่านโดยบอกว่าขวดใบใหญ่สองใบ ก. และ ข. ที่มีอากาศนั้นใบไหนมีการะบูนอยู่ด้วย (๐.๐๐๕ กรัม ของการะบูนต่ออากาศ ๑ ลิตร หรือน้อยกว่านี้ถ้าหากอุณหภูมิของอากาศสูง)

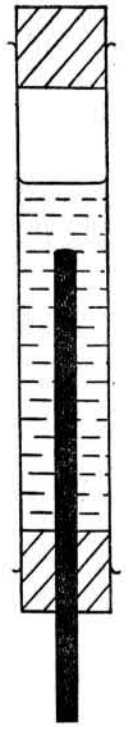
การทดลองเกี่ยวกับอวัยวะรับความรู้สึกของผิวหนัง

(๑) จุดเจ็บ ให้คนไข้หลับตา ผู้ร่วมงานหาจุดเจ็บตามปลายแขนโดยใช้เข็มแหลม ๆ กดลงไปแต่อย่าแทงลงไปใต้ผิวหนัง (หมายเหตุ ครั้งต่อไป ผู้ร่วมงานต้องเปลี่ยนเป็นคนไข้บ้าง และถ้าใช้เข็มจานเดี่ยงควรติดเข้ากับก้านไม้ขีดโดยใช้ขี้ผึ้งหรือเทียนไขยาไว้ตามแนวตั้งฉากกับไม้ขีด ถ้ากดแรงเกินไปเข็มจะลู่ขึ้น ทำให้ไม่มีอันตรายแต่ประการใด) จงสังเกตว่ามีจุดหลายจุดที่คนไข้รู้สึกว่ามีการสัมผัสหรือความกดดันโดยไม่ได้เจ็บปวดจริง ๆ

(๒) จุดสัมผัส จะตรวจดูได้โดยการกดเพียงเบา ๆ (ก) ตรวจตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายคนไข้ที่หลับตาด้วยพู่กันปลายแหลมหรือลำดีดที่คลึงให้ปลายเป็นขมวดแหลม แล้วติดกับก้านไม้ขีดด้วยขี้ผึ้งอ่อน ๆ จงสังเกตว่าคนไข้จะไม่รู้สึกเมื่อเอาพู่กันหรือลำดีดเบา ๆ จนกว่าเราจะลากพู่กันให้ขนตามผิวหนังถูกโค้งไปตามพู่กัน ขนเหล่านี้จึงทำหน้าที่เป็นอวัยวะรับความรู้สึกสัมผัส (ข) เอาพู่กันเส้นเล็ก ๆ ยาวประมาณ ๒ นิ้วติดกับก้านไม้ขีดไฟตามแนวตั้งฉากด้วยขี้ผึ้งอ่อน ๆ ตรวจตามที่ต่าง ๆ ของผิวหนังคนไข้ที่ปิดตา เอาน้ำหมึกหรือดินสอสีทำเครื่องหมายตามจุดที่ไวต่อความรู้สึกสัมผัส (หมายเหตุ กดขนลงบนผิวหนังตามแนวตั้งจนขนงอเล็กน้อยจะได้ความกดเท่ากันทุกราว ถ้าหากลากขนไปข้าง ๆ ถึงแม้จะเบาเพียงใดก็ตามจะเกิดความรู้สึกได้ทันที ให้คนไข้พูดว่า "รู้สึก" เมื่อเขามีความรู้สึกต่อขนที่กดหรือลาก) (ค) เอากระดาษทรายขัดเล็ก ๆ ที่มีความละเอียดและหยาบขนตามลำดับหลาย ๆ อันและตามส่วนของร่างกาย เริ่มต้นด้วยอันละเอียดที่สุดก่อน จงสังเกตว่าอันไหนที่คนไข้ปิดตาบอกว่าหยาบ เมื่อเอาไปสัมผัสที่ต่างๆ บนผิวหนัง (ง) เอาวัตถุขนเล็ก ๆ เช่นไม้ โลหะ แก้ว ไหม และขนสัตว์ เป็นต้น วางลงบนฝ่ามือของคนไข้ที่ปิดตา และบอกให้เขาทาย ครั้งแรกโดยไม่ให้ขยับมือ และต่อมาให้อนุมานว่าของนั้น จงสังเกตว่าปลายนิ้วมีความรู้สึกสัมผัสได้ดี ตารางต่อไปนี้แสดงระยะ (ประมาณ) ของจุดสัมผัสบนที่ต่างๆ ของร่างกาย

ปลายลิ้น	๑ มิลลิเมตร	ริมฝีปาก (ด้านใน)	๒๐ มิลลิเมตร
ปลายนิ้ว	๒ ,,	ปลายแขน	๔๐ ,,
ริมฝีปาก (ด้านนอก)	๓ ,,	ต้นแขน	๗๐ ,,

จงสังเกตว่าปลายของลิ้นสามารถบอกแรงกดเพียงเบา ๆ ห่างกัน ๑ มิลลิเมตรเท่านั้น ฉะนั้นรูเล็ก ๆ ที่ฟันเมื่อเอาปลายลิ้นไปดุนจะรู้สึกว่ามันใหญ่ รูเล็ก ๆ บนฟันนั้นลิ้นจะบอกได้ดีกว่าทันตแพทย์มองหาด้วยความลำบาก



รูปที่ 98 เครื่องมือสำหรับหาจุดร้อนและจุดเย็นบนผิวหนัง

(๓) จุดร้อนและจุดเย็น (ก) เอาหลอดแก้วมาอันหนึ่งยาว ๖ นิ้ว เส้นผ่าศูนย์กลาง $\frac{1}{2}$ นิ้ว หัวท้ายกลวงมีจุกไม้คอร์กทั้งสองข้าง ข้างหนึ่งมีลวดทองแดง (เบอร์ ๑๐—๑๔) ยาว ๖ นิ้วเสียบอยู่ให้ปลายโผล่ออกมาข้างนอก ๓ นิ้ว และทำให้ปลายมน ดังแสดงในรูปที่ ๙๘ เอาน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิประมาณ ๕๐° ซ. ใส่ลงในหลอดแก้ว เอาปลายลวดที่ร้อนนี้สำรวจจุดร้อนบนผิวหนังของคนไข้ที่หลับตา ถ้าคนไข้พูดว่า "รู้สึก" เมื่อเขารู้สึกร้อน (ผิดกับสัมผัสเฉย ๆ) ก็ให้ผู้ร่วมงานทำเครื่องหมายไว้ด้วยหมึกหรือดินสอสี (ข) เอาน้ำแข็งทุบละเอียดใส่ลงในหลอดแก้วบ้างแล้วสำรวจจุดเย็น คอยหมั่นเช็ดปลายลวดเมื่อมันเปียก ทำเครื่องหมายจุดเย็นไว้ จงสังเกตว่ามันอยู่คนละที่กับจุดร้อนเห็นได้ชัดเจน

การทดลองเกี่ยวกับการหายใจ

เปรียบเทียบลมหายใจเข้า ลมหายใจออก และลมหายใจออกจากถุงลม (๓) เอากระบอกเก็บก๊าซขนาดเท่า ๆ กันมา ๓ ใบ ก. ข. และ ค. เอาน้ำใส่กระบอก ข. และ ค. ให้เต็มแล้วคว่ำลงในอ่างน้ำ และโดยใช้สายยางเป่าลมหายใจออกตามปกติเข้าไปแทนที่น้ำในกระบอก ข. (ดูรูปที่ ๑๐๑) ให้อากาศจากถุงลมในปอดเข้าแทนที่น้ำในกระบอก ค. โดยหายใจออกพอจวนจะหมดก็อุดจมูกแล้วเป่าลมหายใจที่เหลืออยู่ตามสายยาง ยกกระบอกเก็บก๊าซทั้งสามครอบเหนือเปลวไฟเทียนไข จงสังเกตดูเวลาที่เทียนไขติดไฟต่อไปจนถึงดับในทั้งสามราย ทำซ้ำอีกครั้งหนึ่ง

	(ก) อากาศบริสุทธิ์	(ข) ลมหายใจออก	(ค) ลมจากถุงลม
การทดลองที่ ๑			
ไฟดับใน	..... วินาที	..... วินาที	..... วินาที
การทดลองที่ ๒			
ไฟดับใน	..... วินาที	..... วินาที	..... วินาที
การทดลองที่ ๓			
ไฟดับใน	..... วินาที	..... วินาที	..... วินาที
เฉลี่ย	..... วินาที	..... วินาที	..... วินาที

การทดลองนี้ท่านทราบอะไรบ้าง ? .....

การทดลองเพิ่มเติมเกี่ยวกับการหายใจ

เปรียบเทียบลมหายใจเข้า ลมหายใจออก และลมหายใจออกจากถุงลม

(๒) เอาบุเรตที่มีสายยางและคลิปหนีบมาอันหนึ่ง เทน้ำลงไป ๕๐ ลบ.ซม. แล้วจดระดับไว้ แล้วเติมน้ำต่อไปจนเต็ม หนีบคลิปให้แน่นและคว่ำลงในอ่างน้ำ เปิดคลิปให้อากาศบริสุทธิ์ (ลมหายใจเข้า) เข้าไป ระวังให้ระดับของน้ำข้างนอกและข้างในเท่ากัน ปิดคลิปและเอาจุกยางอุดปากบุเรตขณะอยู่ใต้น้ำยกบุเรตขึ้นตั้ง เปิดจุกยางแล้วทิ้งโซดาไฟก้อนเล็ก ๆ ลงไป ๕ ก้อนแล้วปิดโดยเร็วเขย่าบุเรตจนโซดาไฟละลายหมด คว่ำบุเรตลงน้ำอีก และเปิดจุกออก ทำอากาศให้เย็นลงเท่าเดิมโดยเทน้ำรดลงบนบุเรตด้านนอก แล้วจัดระดับน้ำข้างนอกและข้างในให้เท่ากัน เมื่อจะอ่านปริมาตรต้องดูให้น้ำตามข้าง ๆ บิวเรตไหลลงข้างล่างให้หมดก่อน จดอุณหภูมิใหม่ไว้ (จงสังเกตว่าเกือบไม่มีการเปลี่ยนแปลงของปริมาตรเลย ทั้งนี้เพราะอากาศบริสุทธิ์มีคาร์บอนไดออกไซด์ เพียงเล็กน้อยเท่านั้น คือเพียง ๐.๔๓ เปอร์เซนต์) เอาจุกปิดบุเรตใต้น้ำใหม่ ยกตั้งขึ้น เปิดจุกออกและใส่ไพโรแกลอลลงไป ๐.๑ กรัม และปิดจุกโดยเร็ว เขย่าบุเรตจนออกซิเจนถูกดูดไว้หมด ไพโรแกลอลที่เป็นด่างจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลเมื่อมันดูดออกซิเจน

ค่ำบุเรศลงใต้น้ำและเอาจุกออก จงสังเกตว่าน้ำจะวิ่งเข้าแทนที่ออกซิเจนที่ถูกดูดไปโดยเร็ว หลังจากที่ทำให้ก๊าซที่เหลือเย็นลงแล้ว อ่านปริมาตรที่เหลือและจดไว้ดังตารางข้างล่างนี้ ก๊าซที่เหลือ คือ ไนโตรเจน (ผสมอยู่กับก๊าซเฉื่อยบ้างเล็กน้อย)

ทำการทดลองซ้ำอีก เริ่มด้วยเป่าลมหายใจออก ๕๐ ลบ. ซม. เข้าสู่บุเรศโดยผ่านสายยางที่ต่อไปยังบุเรศ (ครั้งแรกใส่ให้เกิน ๕๐ ลบ. ซม. ทำให้เย็นลงเท่าอุณหภูมิของห้อง เอาน้ำเย็นรดแล้วเปิดคลิปให้อากาศที่มากเกินไปออกเสียบ้าง)

ทำการทดลองซ้ำอีก คราวนี้เป่าลมหายใจออกจากถุงลม คือ ลมตอนสุดท้ายที่หายใจออก ลงสู่บุเรศ ๕๐ ลบ. ซม.

	อากาศบริสุทธิ์	ลมหายใจออก	ลมจากถุงลม
ปริมาตรเดิมของอากาศ.....	๕๐ ลบ. ซม.	๕๐ ลบ. ซม.	๕๐ ลบ. ซม.
ปริมาตรที่อ่านได้เมื่อเริ่มทดลอง.....			
ปริมาตรที่อ่านได้เมื่อเขย่ากับโซดาไฟ			
∴ ปริมาตรของคาร์บอนไดออกไซด์ที่ถูกดูด =			
∴ ร้อยละของคาร์บอนไดออกไซด์ =			
ปริมาตรที่อ่านได้เมื่อเขย่ากับไพโรแกลลอลที่เป็นด่าง.....			
∴ ปริมาตรของออกซิเจนที่ถูกดูด =			
∴ ร้อยละของออกซิเจน =			
∴ ร้อยละของไนโตรเจน =			

จงสังเกตุว่าร้อยละของคาร์บอนไดออกไซด์ของลมหายใจออกจะมากกว่าอากาศบริสุทธิ์ แต่ร้อยละของออกซิเจนกลับน้อยกว่าร้อยละของไนโตรเจนไม่เปลี่ยนแปลง

จงสังเกตต่อไปว่าลมหายใจออกจากถุงลมมี คาร์บอนไดออกไซด์ มากขึ้นอีก และออกซิเจนก็น้อยลงอีก แต่ของไนโตรเจนไม่เปลี่ยนแปลง

(๓) ติดตั้งเครื่องมือดังแสดงในรูปที่ ๑๔ เอาปูนใสใส่หลอดแก้วทั้งสองครั้งหลอด เอาปากอมหลอดรูปตัวที่ไว้อุดจมูก หายใจเข้าและออกช้า ๆ ผ่านปาก อากาศจะเข้าทาง A และออกทาง B

จงสังเกตว่าน้ำปูนใสในหลอด A ขุ่นก่อนหลอด B แสดงว่าลมหายใจออกมีคาร์บอนไดออกไซด์ มากกว่าลมหายใจเข้า (อากาศบริสุทธิ์)

ภาคผนวก ค.

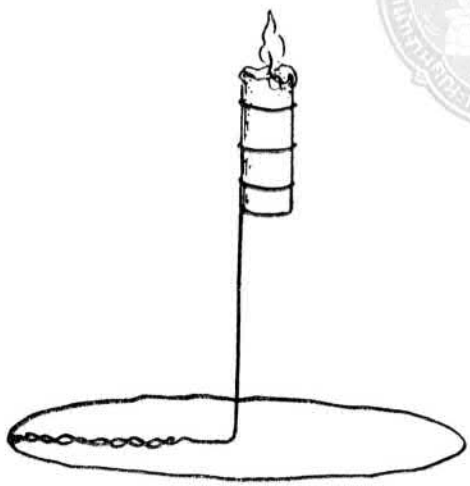
วิชาเคมีและฟิสิกส์เบื้องต้นที่ประยุกต์กับสุขวิทยา

[หมายเหตุสำหรับครู — สุขวิทยาเป็นวิทยาศาสตร์ประยุกต์ จะสอนให้ได้ผลดี เมื่อนักเรียนเข้าใจวิทยาศาสตร์บริสุทธิ์พอสมควร (เช่นฟิสิกส์ เคมี และชีววิทยา) ส่วนมากของวิชาชีววิทยาที่จำเป็นต้องเรียนได้กล่าวไว้แล้วเป็นส่วนมากในหนังสือเล่มนี้ แต่วิชาฟิสิกส์ และเคมีที่ควรรู้ จะได้กล่าวไว้ในภาคผนวกนี้ ซึ่งควรเรียนในชั่วโมงของสุขวิทยาเท่าที่เห็นสมควร]

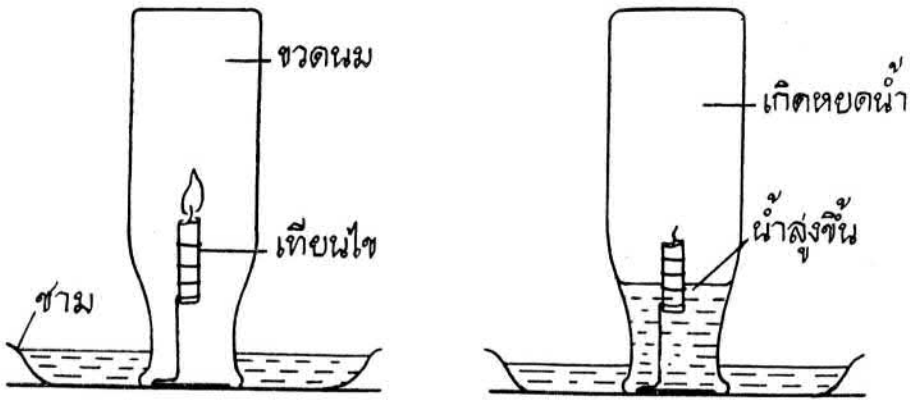
การทดลองเกี่ยวกับการเผาไหม้และการหายใจ

การทดลองอย่างง่าย ๆ ต่อไปนี้จะช่วยให้ท่านเข้าใจการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงกับการหายใจว่ามีลักษณะเหมือนกัน

(๑) งอเส้นลวดรอบเทียนไข ดังแสดงในรูปที่ ๙๙ ซึ่งจะช่วยให้ตั้งไว้ได้ในจานหรือภาชนะที่มีน้ำสูงประมาณหนึ่งนิ้ว จุดเทียนไขให้ติดไฟ เอาครอบแก้วครอบลงบนเทียนไขที่กำลังติดไฟนี้ จงสังเกตว่าชั่วเวลาอันสั้น ๆ เปลวไฟเทียนไขจะดับ และระดับน้ำในครอบแก้วจะสูงขึ้น (ดูรูปที่ ๑๐๐) และจะเห็นไอน้ำจับข้างครอบแก้วด้วย การทดลองนี้แสดงว่า อากาศประกอบด้วยก๊าซอย่างน้อยสองชนิด ส่วนหนึ่งเป็นก๊าซที่ไวซึ่งเทียนไขใช้ในการเผาไหม้ อีกส่วนหนึ่งเป็นก๊าซเฉื่อย ซึ่งเหลืออยู่ในครอบแก้ว ส่วนก๊าซที่ไวเรียกว่าออกซิเจน ซึ่งเป็น $\frac{1}{5}$ ของอากาศตามปริมาตร ส่วนที่เหลืออีก $\frac{4}{5}$ จะเป็นไนโตรเจน ในการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่ทำให้เกิดพลังงาน ความร้อนนั้นเกิดจากการที่ออกซิเจนรวมกับเชื้อเพลิง



รูปที่ 99 ที่ตั้งเทียน



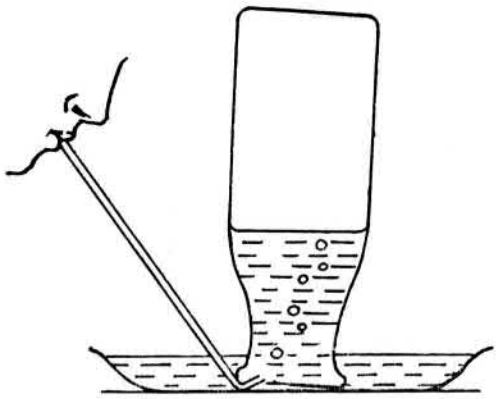
รูปที่ 100 เทียนไขเผาไหม้ในอากาศ

ซิเจนเข้าผสมกับเชื้อเพลิงนั้น และโดยวิธีเดียวกันออกซิเจนจากอากาศเข้าผสมกับอาหารในร่างกาย ทำให้เกิดพลังงานที่เราใช้เคลื่อนไหวกล้ามเนื้อได้

(๒) เก็บอากาศที่หายใจออกโดยวิธีต่อไปนี้.— เอาน้ำใส่กระบอกหรือขวดเก็บก๊าซให้เต็ม เอาฝ่ามือปิดปากขวดแล้วคว่ำลงในอ่างน้ำที่มีน้ำลึกประมาณสองนิ้ว เอาท่อยางหรือหลอดแก้วแหย่เข้าไปในขวดแก้วนี้ เป่าลมหายใจออกลงทางอีกปลายหนึ่ง จนขวดแก้วเต็มไปด้วยอากาศจากปอด (ดูรูปที่ ๑๐๑) แล้วจึงเอาท่อยางหรือหลอดแก้วออก เอาฝ่ามือปิดปากขวดแล้วยกขึ้นจากน้ำแล้วครอบลงบนเทียนไขที่กำลังติดไฟและตั้งอยู่บนกระดาษแข็ง นับหนึ่ง – สอง – สาม เรื่อยไปจนไฟดับ แล้วจดไว้ข้างล่างนี้จุดเทียนไขใหม่ เอาขวดแก้วที่มีอากาศบริสุทธิ์เต็มครอบลงไปและนับจนไฟดับ จดผลดังนี้เทียนไขติดไปในอากาศที่หายใจออกเป็นเวลา..... วินาที และติดไฟในอากาศบริสุทธิ์เป็นเวลา..... วินาที

การทดลองนี้แสดงว่าการหายใจ คล้ายกับการเผาไหม้ คือ ต้องใช้ออกซิเจนจากอากาศ (ไฟมิได้ดับทันทีในอากาศที่หายใจออก แสดงว่า การหายใจมิได้ใช้ออกซิเจนทั้งหมด)

หยดน้ำที่จับตามกรอบแก้ว ดังในการทดลองที่ (๑) นั้น เกิดจากออกซิเจนบางส่วนที่ผสมกับเทียนไขบางส่วน ถ้าหากท่านเป่าลมหายใจเข้าสู่กระบอกแก้วที่แห้งและสะอาดก็จะเห็นมีหยดน้ำมาจับเช่นเดียวกัน ไอน้ำนี้เกิดจากเหตุอันเดียวกัน น้ำเป็นผลิตผลอันหนึ่งที่เกิดขึ้นเมื่อ



รูปที่ 101 การเก็บอากาศที่หายใจออก

ออกซิเจนเข้าผสมกับอาหารบางส่วน การทดลองต่อไปจะแสดงให้เห็นว่ายังมีของอื่นเกิดขึ้นอีกเมื่อเชื้อเพลิงเผาไหม้และเมื่อหายใจ

(๓) ในการทดลองที่ (๑) เราเห็นแล้วว่าอากาศบางส่วนได้หายไป มันหายไปไหน ? มันยังคงอยู่ในกระบอกแก้วนั่นเอง เป็นน้ำไปบ้าง (หยดน้ำที่จับข้างกระบอกแก้ว) เป็นก๊าซไม่มีสีปนอยู่กับก๊าซที่เหลือบ้าง ก๊าซนี้เรียกว่าคาร์บอนไดออกไซด์ เราอาจจะแสดงให้เห็นว่ามันเกิดขึ้นเมื่อเชื้อเพลิงเผาไหม้และเมื่อหายใจได้ดังนี้

(ก) เทน้ำปูนใสสักเล็กน้อยลงในกระบอกแก้วที่มีลมหายใจออก เอาฝ่ามือบีดปากกระบอกแก้วเขย่าโดยแรง จะสังเกตว่าน้ำปูนใสจะกลับขุ่นเป็นสีขาว

(ข) ทำเช่นเดียวกันอีก แต่เปลี่ยนใช้อากาศบริสุทธิ์แทน น้ำปูนใสจะไม่ขุ่น การทดลองทั้งสองนี้แสดงว่าอากาศที่หายใจออกมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากกว่าในอากาศบริสุทธิ์

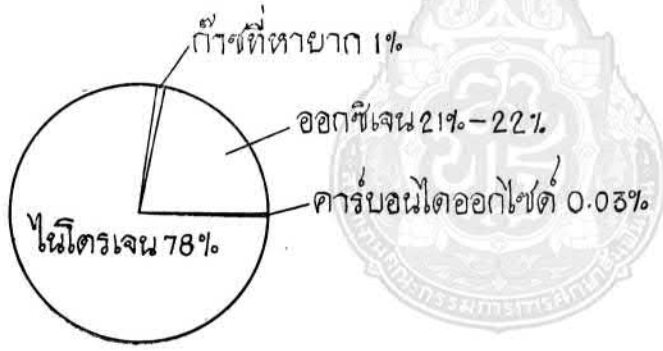
(ค) เอากระบอกแก้วที่มีอากาศบริสุทธิ์ค่อย ๆ ลงบนเทียนไขที่ติดไฟอยู่เมื่อไฟดับแล้ว พลิกกระบอกแก้วขึ้นแล้วเทน้ำปูนใสลงไปเล็กน้อย เอาฝ่ามือบีดปากแล้วเขย่า จะสังเกตว่าน้ำปูนใสขุ่น แสดงว่าคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นเมื่อเทียนไขไหม้ไฟ เช่นเดียวกับเมื่อหายใจ

การทดลองอย่างง่าย ๆ นี้ แสดงว่าการเผาไหม้ของเชื้อเพลิง และการหายใจเป็นการเปลี่ยนแปลงอย่างเดียวกัน ทั้งสองวิธีต้องการออกซิเจนจากอากาศ แล้วเปลี่ยนเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ และไอน้ำ เมื่อสารใดผสมกับออกซิเจนโดยวิธีนี้เราเรียกว่ามันถูกออกซิไดส์ และกระบวนการนี้เรียกว่า ออกซิเดชัน

องค์ประกอบของบรรยากาศ

การทดลองข้างบนนี้ทำให้ทราบองค์ประกอบของบรรยากาศ ซึ่งเราจะได้กล่าวถึงโดยละเอียดต่อไป

บรรยากาศเป็นชั้นของอากาศ หนาอย่างน้อยที่สุด ๑๐๐ ไมล์ และล้อมรอบโลกอยู่ อากาศเป็นของผสมของก๊าซหลายชนิด และเราเห็นแล้วว่าราว $\frac{1}{5}$ ของปริมาตรทั้งหมดเป็นก๊าซที่ไว (ซึ่งช่วยในการเผาไหม้และหายใจ) และราว $\frac{4}{5}$ เป็นก๊าซที่ไม่ไว (ซึ่งไม่ช่วยในการเผาไหม้และหายใจ) ชื่อของก๊าซที่ไวคือออกซิเจน มีทั้งหมด ๒๑ % ของอากาศตามปริมาตร และก๊าซที่ไม่ไวคือไนโตรเจนมีทั้งหมดประมาณ ๗๘ % และเป็นก๊าซเฉื่อยที่เรียกว่าก๊าซหายากมีอยู่ประมาณ ๑ % และเป็นก๊าซที่ไวน้อยกว่าไนโตรเจนลงไปอีก นอกจากก๊าซเหล่านี้ อากาศยังมีคาร์บอนไดออกไซด์อีกเล็กน้อย (ราว ๐.๐๓ %) (ดูรูปที่ ๑๐๒)



รูปที่ 102 ส่วนผสมของอากาศโดยปริมาตร

บรรยากาศยังมีไอน้ำ แต่ปริมาณไม่คงที่แล้วแต่สถานที่ และเวลาในวันหนึ่ง ๆ และมีฝุ่นละอองอยู่ด้วยเสมอไม่มากก็น้อย

ออกซิเจน — ทุก ๆ คนทราบดีว่าอากาศเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับชีวิต ออกซิเจนในอากาศเป็นสิ่งที่ช่วยให้สัตว์และพืชมีชีวิตอยู่ได้ ถ้าปราศจากออกซิเจนสิ่งที่มีชีวิตจะตายหมด ออกซิเจนยังเป็นสิ่งจำเป็นในการเผาไหม้ การเป็นสนิมและการผุพังเน่าเปื่อยอีกด้วย

ไนโตรเจน — ไนโตรเจนในอากาศไม่มีส่วนเกี่ยวข้องในการเผาไหม้ การหายใจ การเป็นสนิมหรือการผุพังเน่าเปื่อย แต่ไนโตรเจนในสารประกอบมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง มันเป็นองค์ประกอบสำคัญของอาหารของพืชและสัตว์ และเป็นองค์ประกอบสำคัญของสิ่งที่มีชีวิตทุกชนิด

แรก๊าซ — หรือก๊าซที่หายาก ในอากาศมีแรก๊าซอยู่ ๕ ชนิด แต่เนื่องจากความเฉื่อยของมันจึงไม่ทำให้เกิดความรู้สึกแตกต่างเมื่ออากาศมีหรือไม่มีก๊าซนี้

คาร์บอนไดออกไซด์ — ถึงแม้ในอากาศจะมีคาร์บอนไดออกไซด์อยู่เพียงเล็กน้อย (๐.๐๓% หรือ ๓๐๐ ส่วน ในอากาศบริสุทธิ์ล้านส่วน) แต่ก็เป็นก๊าซที่มีความสำคัญยิ่ง ทั้งนี้เพราะพืชสีเขียวที่มีแสงแดดช่วยจะดูดคาร์บอนไดออกไซด์จากอากาศ แล้วเอาไปสร้างเป็นอาหาร เช่น น้ำตาลและแป้งซึ่งเป็นอาหารส่วนใหญ่ของพืช ตามความเห็นของเราว่ามันเป็นกระบวนการที่สำคัญที่สุดในโลกเพราะอาหารของสัตว์ทุกชนิด (รวมทั้งคน) ย่อมได้มาจากพืชสีเขียว ไม่ทางตรงก็ทางอ้อม

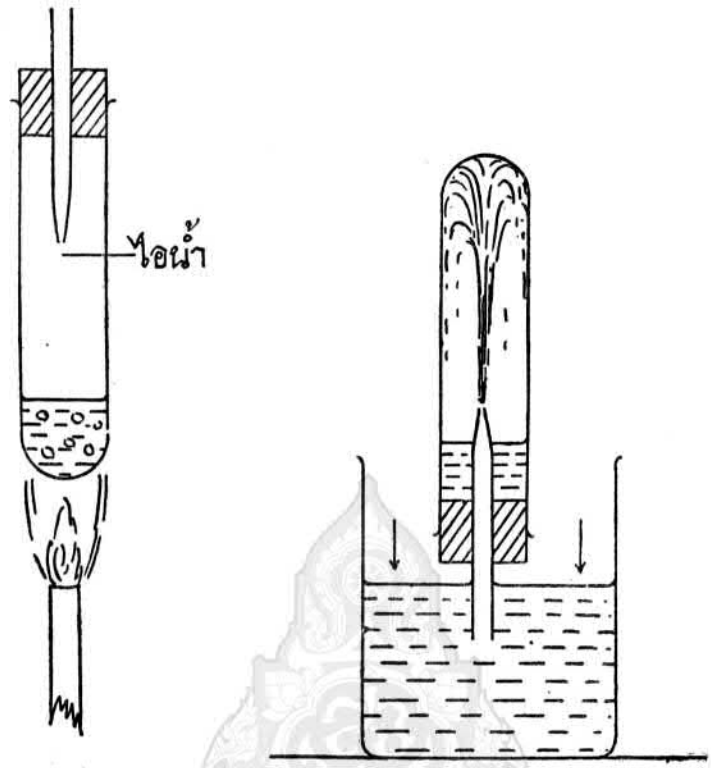
ไอน้ำ -- เราเห็นแล้วว่า เมื่อเอาน้ำแข็งใส่ถ้วยแก้วที่แห้ง จะมีหยดน้ำจับอยู่รอบถ้วยแก้ว ทั้งนี้เพราะไอน้ำในอากาศเมื่อกระทบความเย็นก็ควบแน่นและจับอยู่ตามผิวแก้ว ความสำคัญของไอน้ำในอากาศนี้เราจะได้กล่าวถึงในตอนต่อไป

ของแข็งในอากาศ -- **ฝุ่นละออง** อากาศธรรมดามีฝุ่นละอองอยู่ด้วยเสมอ อนุภาคของของแข็งเหล่านี้ เล็กมากจนสามารถลอยอยู่ได้ในอากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในอากาศที่กำลังเคลื่อนที่ เมื่อตรวจดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ฝุ่นละอองเป็นของแข็งที่มาจากที่ต่าง ๆ กัน เช่น ถ่านที่ยังไม่ไหม้ไฟ (เขม่า) เศษของผ้าและขนสัตว์จากเสื้อผ้า เศษของขนและหนังสัตว์ ฝุ่นจากพื้นดินที่ลมหอบปลิวไป นอกจากอนุภาคของสิ่งที่ไม่มีชีวิตแล้ว อากาศมักจะมีฝุ่นละอองที่มีชีวิตด้วย โดยมากเป็นบักเตรี และสปอร์ของรา ซึ่งเล็กมากและสามารถลอยไปในอากาศจนกว่ามันจะตกลงในที่ที่เหมาะสมและงอกต่อไป

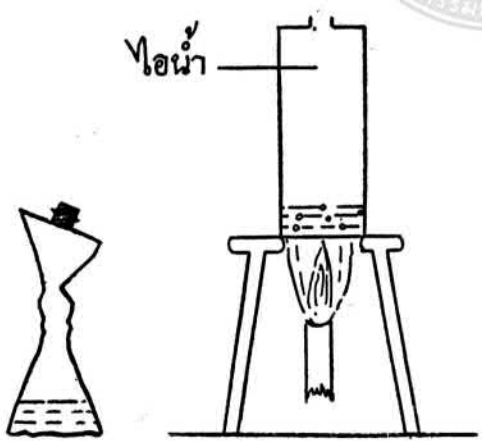
ความดันของอากาศ

เราอาศัยอยู่ในก้นมหาสมุทรแห่งอากาศซึ่งลึกอย่างน้อย ๑๐๐ ไมล์ อากาศที่คลุมอยู่อย่างลึกนี้ มีความดันมากมาย เราอาจแสดงให้เห็นได้โดยการทดลองง่าย ๆ ดังต่อไปนี้

(๑) เอาน้ำสักเล็กน้อยเทลงในหลอดแก้วใบใหญ่ที่มีจุกปิดและมีหลอดแก้วเล็กเสียบอยู่ ดังแสดงในรูปที่ ๑๐๓ เอาน้ำนี้ต้มให้เดือด ไอน้ำจะถูกขับออกจากหลอดแก้วเล็ก รีบเอาหลอดนี้ออกจากเปลวไฟและคว่ำลงในอ่างน้ำโดยเร็ว ต่อมาสักครู่หนึ่งน้ำจะพุ่งผ่านหลอดแก้วเล็กเข้าสู่หลอดแก้วใหญ่จนเต็ม เราอาจอธิบายได้ดังนี้ เมื่อน้ำเดือดเป็นไอจะมีปริมาตรใหญ่ขึ้นถึง ๑๗๐๐ เท่า ไอน้ำนี้จะไล่อากาศภายในหลอดแก้วออกจนหมด ฉะนั้นเมื่อต้มน้ำให้เดือดสัก ๒—๓ นาที ภายในหลอดแก้วจะไม่มีอากาศนอกจากไอน้ำเท่านั้น เมื่อหลอดแก้วเย็นลงไอน้ำกลับเปลี่ยนเป็น



รูปที่ 103 น้ำดันขึ้นไปโดยความดันของอากาศ



รูปที่ 104
กระป๋องบุบโดยความดันของอากาศ

หยดน้ำ คือไอ ๑๗๐๐ ลบ. ซม.ควบ แน่นเป็นน้ำ ๑ ลบ. ซม. ความดันภายในหลอดแก้วจึงลดลงมาก ความดันของอากาศบนผิวน้ำภายนอกจึงดันน้ำให้เข้าไปในหลอดแก้ว แรงที่ดันน้ำเข้าไปในหลอดนั้นแสดงให้เห็นว่าอากาศมีความดันเป็นอย่างมาก

(๒) เทน้ำลักเล็กน้อยลงในกระป๋องดื่มบุก และต้มให้เดือดเพื่อให้ไอน้ำไล่อากาศออกให้หมด (ดูรูปที่ ๑๐๔ กระป๋องขนาด ๑ ควอต มีจุกเป็นสปริงที่ใช้ใส่น้ำมันเครื่อง เหมาะที่สุดสำหรับการทดลองนี้) เมื่อไอน้ำเดือดออกเรื่อย ๆ ยก

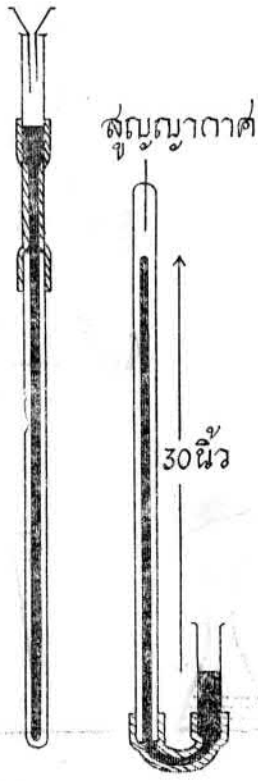
กระป๋องลงจากไฟและเอาจุกอุดปากให้แน่นเอาน้ำเย็นราดลงบนกระป๋อง ไอน้ำจะควบแน่น ความดันภายในกระป๋องลดลง (เพราะอากาศภายในกระป๋องถูกแทนที่ด้วยไอน้ำเดือดหมด) ความดันของบรรยากาศจะบีบกระป๋องให้บู้บี้ไป (การที่กระป๋องบู้บี้แสดงว่าอากาศมีความดันเท่ากันหมดทุกด้านไม่ใช่มีแต่ความดันลงอย่างเดียว)

การทดลองทั้งสองนี้แสดงให้เห็นว่าอากาศมีความดันมาก และประหลาดที่เราไม่เคยสังเกตเรื่องเหล่านี้ในชีวิตประจำวันของเราเลย ทั้งนี้เพราะว่าความดันนี้เท่ากันหมดทุกทางและร่างกายของเราก็ถูกความดันนี้อยู่จนชิน การทดลองต่อไปนี้ ช่วยให้เราสามารถวัดความดันของอากาศเป็นปอนด์ต่อ ๑ ตารางนิ้ว

(๓) เราอาจหาค่าของความดันของบรรยากาศอย่างหยาบ ๆ โดยใช้สูบจักรยานธรรมดาดังแสดงในรูปที่ ๑๐๕ บีดรูที่ปลายของสูบด้วยสกรู (หรือไม้ท่อนกลม ๆ หมุนลงในรูนี้ให้แน่น)



รูปที่ 105 การวัดความดันอากาศ



รูปที่ 106 บาโรมิเตอร์อย่างง่าย

พลิกหนังลูกสูบภายในและหยอดน้ำมันให้ดี (ใช้น้ำมันหล่อลื่นอย่างข้น) ก่อนที่จะเริ่มการทดลอง ดันลูกสูบลงให้ต่ำที่สุดที่จะต่ำได้เพื่อขับอากาศภายในสูบออกให้มากที่สุด เอาตุ้มน้ำหนักแขวนที่ด้ามของก้านสูบจะเห็นว่าลูกสูบไม่เลื่อนลงเมื่อมีน้ำหนักเพียง ๒ – ๓ ปอนด์ แขวนอยู่ ทั้งนี้เพราะความดันของบรรยากาศที่ดันอยู่ทางด้านหลังของลูกสูบยังสูงมาก เมื่อเติมตุ้มน้ำหนักจนพอดีลูกสูบเลื่อนลงแสดงว่าตุ้มน้ำหนักเท่ากับความดันของบรรยากาศแล้ว ฉะนั้นน้ำหนักนี้จะเท่ากับความดันของอากาศที่มีต่อเนื้อที่เท่ากับเนื้อที่หน้าตัดของสูบ

น้ำหนักที่แขวน = ... ปอนด์

เส้นผ่าศูนย์กลางด้านในของลูกสูบ = ... นิ้ว

∴ เนื้อที่หน้าตัดของลูกสูบ (πr^2) = ๓.๑๔ × (.....)^2

= ..... ตารางนิ้ว

เพราะฉะนั้นเนื้อที่ ..... ตารางนิ้วรับความดัน ..... ปอนด์

∴ เนื้อที่ ๑ ตารางนิ้วรับน้ำหนัก ..... ÷ ..... ปอนด์

∴ ความดันของอากาศเป็น ..... ปอนด์ ต่อ ๑ ตารางนิ้ว

วิธีวัดความดันของอากาศ –บาโรมิเตอร์

เนื่องจากความดันของอากาศมีความสำคัญในชีวิตประจำวัน จึงจำเป็นต้องมีเครื่องมือสำหรับวัดให้ถูกต้อง เครื่องมือที่ใช้วัดความดันนี้เรียกว่าบาโรมิเตอร์ บาโรมิเตอร์อย่างง่ายดังแสดงในรูปที่ ๑๐๖ ประกอบด้วยหลอดแก้วหนายาวประมาณ ๓ ฟุต ปลายข้างหนึ่งตัน ปลายอีกข้างหนึ่งมีหลอดแก้วสั้น ๆ ต่ออยู่ด้วยท่อยางอย่างหนา เมื่อตั้งหลอดแก้วขึ้นดังแสดงในรูปซ้ายมือ เทปรอทลงไปจนปรอทสูงเลยท่อยางขึ้นมาเล็กน้อย งอหลอดยางให้เป็นรูปตัว J ดังแสดงในรูปขวามือ ให้หลอดแก้วตั้งอยู่ในแนวดิ่ง โดยใช้แคล็มพ์จับ จะเห็นว่าปรอทในหลอดแก้วยาวลดลงมาเล็กน้อย ทำให้เกิดที่ว่างข้างบน (คือสุญญากาศ) ที่ว่างเหนือปรอทนั้นต้องเป็นสุญญากาศโดยไม่มีข้อสงสัย เพราะตอนแรกมีปรอทอยู่เต็มและไม่มีอากาศข้างในเลย – เมื่อปิดเครื่องมือให้เป็นรูปตัว J น้ำหนักของปรอทภายในหลอดบาโรมิเตอร์จะเท่ากับของบรรยากาศที่กดอยู่บนผิวของปรอททางปลายเปิด ฉะนั้นความสูงตามแนวดิ่งระหว่างผิวปรอททั้งสองถือเป็นความดันของอากาศ จากการทดลองปรากฏว่า ความสูงของปรอทที่เป็นความดันของอากาศนี้จะสูงประมาณ ๓๐ นิ้ว (หรือ ๗๖๐ มิลลิเมตร)

ถ้าเรารู้น้ำหนักของปรอทต่อ ๑ ลูกบาศก์นิ้ว เราก็สามารถจะคำนวณความดันของอากาศเป็นปอนด์ต่อ ๑ ตารางนิ้วได้ สมมติให้เนื้อที่หน้าตัดของหลอดบาโรมิเตอร์เป็น ๑ ตารางนิ้ว เพราะฉะนั้นปริมาตรของปรอทที่ถูกพยุงอยู่ด้วยความดันของอากาศจะเป็น ๓๐ ลูกบาศก์นิ้ว แต่ปรอท ๑ ลูกบาศก์นิ้ว หนัก ๗.๘๕ ออนซ์ เพราะฉะนั้นปรอท ๓๐ ลูกบาศก์นิ้วหนัก ๓๐ × ๗.๘๕ = ๒๓๕.๕ ออนซ์ = ๑๔.๗ ปอนด์ ฉะนั้นเมื่อความสูงของบาโรมิเตอร์เป็น ๓๐ นิ้วความดันของอากาศจะเป็น ๑๔.๗ ปอนด์ ต่อ ๑ ตารางนิ้ว (ประมาณ ๑ ตันต่อ ๑ ตารางฟุต)

ความดันของอากาศ – และร่างกายมนุษย์ เนื้อที่ผิวทั้งหมดของร่างกายคนเฉลี่ยประมาณ ๑๐ ตารางฟุต แรงดันทั้งหมดทั่วร่างกายจะมีค่าประมาณ ๑๐ ตัน ถึงแม้ความดันนี้จะมากเพียงใดก็ตาม เราก็ไม่มีความรู้สึกประการใด เพราะแรงดันนี้เท่ากันหมดทุก ๆ ทาง และร่างกายของเราก็เหมาะที่จะทำงานภายใต้ความดันอันสูงนี้ ความจริงถ้าลดความดันลงมาก ๆ จะกลับทำให้เราไม่สบาย ตัวอย่างเช่นเมื่อบินขึ้นสู่ที่สูง ๆ หรือไต่ขึ้นยอดเขาสูง ซึ่งมีความดันของอากาศน้อย จะรู้สึกหายใจลำบากและบางทีมีโลหิตไหลออกจากจมูก หู ตา และคอ เพราะความดันของอากาศน้อยกว่าความดันของโลหิต บนยอดเขาเอเวอร์เรสต์ (๒๙,๐๐๐ ฟุต) อากาศที่หายใจเข้าไปจะเป็นเพียง $\frac{1}{3}$ ของอากาศที่หายใจเมื่ออยู่ที่ระดับน้ำทะเล (ในระยะ ๒ – ๓๐๐๐ ฟุตแรกเมื่อขึ้นไปสูง ๙๐๐ ฟุต ระดับปรอทในบาโรมิเตอร์จะลดลง ๑ นิ้ว)

วิธีวัดอุณหภูมิและพลังงานความร้อน

คำว่า "ความร้อน" เป็นคำที่ใช้กันอยู่ทั่วไป ถึงแม้คนโดยมากจะไม่เข้าใจความหมายอันแท้จริงของมันก็ตาม ความจริงคำว่า ความร้อนและอุณหภูมิมักใช้ปนกัน จนไม่ใคร่ทราบความหมายอันแท้จริง

เมื่อเราพูดว่าเหล็กนี้เผาจนร้อนแดง เราหมายความว่าเหล็กมีอุณหภูมิสูง คำว่าอุณหภูมิมีไว้สำหรับบอกดีกรีของความร้อน คือหมายความว่าร้อนมากน้อยเท่าใด ถ้าวัตถุชิ้นหนึ่งร้อนกว่าอีกชิ้นหนึ่ง เราพูดว่าวัตถุมีอุณหภูมิสูงกว่า ความร้อนจึงเป็นของคนละอย่างกับอุณหภูมิ ถ้าเราเอาความร้อนใส่ลงในวัตถุที่เย็นวัตถุจะร้อนขึ้น หรือถ้าถอนความร้อนออกจากวัตถุวัตถุจะเย็นลง

วิธีวัดอุณหภูมิ

ตั้งแต่สมัยก่อนจนถึงปลายคริสต์ศตวรรษที่ ๑๖ ยังไม่เคยมีเครื่องมือสำหรับวัดอุณหภูมิ คนยังใช้ความรู้สึกจากการสัมผัสว่าวัตถุร้อนเย็นเท่าใด แต่ร่างกายเราไม่สามารถบอกได้แน่นอนเสมอไป ดังการทดลองต่อไปนี้

หาอ่างน้ำใบใหญ่มาสามใบ ใบหนึ่งมีน้ำเย็นเท่าน้ำแข็ง ใบที่สองมีน้ำอุ่น ใบที่สามน้ำร้อน แต่พอทนได้เมื่อเอามือแช่ลงไป เอามือขวาแช่ลงในน้ำร้อน มือซ้ายแช่ลงในน้ำเย็น แช่อยู่เช่นนี้ประมาณ ๑ นาที แล้วยกมือทั้งสองขึ้นแช่ลงในอ่างน้ำอุ่นโดยเร็ว จะเห็นว่า มือทั้งสองมีความรู้สึกไม่เหมือนกัน มือขวา (เดิมอยู่ในน้ำร้อน) จะบอกว่าน้ำอุ่นนั้นเย็น แต่มือซ้าย (เดิมอยู่ในน้ำเย็น) จะบอกว่าน้ำอุ่นนั้นร้อน จึงเป็นความจริงว่า ความรู้สึกที่ท่านได้รับนั้นไม่แน่นอนเลย ด้วยเหตุนี้จึงมีเครื่องมือที่เรียกว่าเทอร์โมมิเตอร์ขึ้นสำหรับวัดอุณหภูมิ

เทอร์โมมิเตอร์

สำหรับการใช้ประจำวัน โดยมากเราใช้เทอร์โมมิเตอร์ปรอท โดยอาศัยความจริงที่ว่าเมื่อของเหลวได้รับความร้อนปริมาตรของมันจะเพิ่มขึ้น นั่นคือมันจะขยายตัวใหญ่ขึ้น เทอร์โมมิเตอร์อย่างง่าย ทำจากแท่งแก้วหนามีรูเล็กละเอียดปลายข้างหนึ่งเป่าเป็นกระเปาะ ดังแสดงในรูปที่ ๑๐๗ เอาปรอทบรรจุลงในกระเปาะแก้วและก้านหลอด เผาให้ร้อนกว่าอุณหภูมิที่สูงที่สุดที่เราต้องการวัดเล็กน้อย จากนั้นเป่าแต่งปลายบนให้ตันตามปกติมักมีกระเปาะเล็ก ๆ อยู่ด้วยบนปลายของก้านนี้เพื่อป้องกันเทอร์โมมิเตอร์มิให้แตกง่าย เมื่อร้อนจนปรอทเต็มหลอดหลังจากปล่อยให้เย็นลง ระดับปรอทจะลดลง ที่ว่างเหนือปรอทจะเป็นสูญญากาศ เมื่อเอาไฟเผาเทอร์โมมิเตอร์นี้ให้ร้อนปรอทจะขยายตัว และเคลื่อนขึ้นตามรูในก้านหลอด และถ้าเย็นลงปรอทจะหดตัวลดลงตามรูเช่นเดียวกัน

แบ่งขีดเทอรโมมิเตอร์อย่างไร

ในการแบ่งขีดและเปรียบเทียบอุณหภูมิ จะต้องทำจากวิธีเดียวกัน ครั้งแรกจะต้องทำขีดบนเทอร์โมมิเตอร์สองแห่ง ซึ่งเป็นอุณหภูมิมาตรฐาน หรืออุณหภูมิที่กำหนดให้

อุณหภูมิต่ำที่เป็นมาตรฐาน คืออุณหภูมิของน้ำแข็งบริสุทธิ์กำลังละลายหรือจุดเยือกแข็ง

อุณหภูมิสูง ที่เป็นมาตรฐาน คืออุณหภูมิของไอน้ำเดือดที่ต้มอยู่ในภาชนะเปิดหรือจุดเดือด

เขากำหนดอุณหภูมิมาตรฐานดังนี้ก็เพราะน้ำแข็งและไอน้ำเดือด เป็นของที่ทำให้บริสุทธิ์ได้ง่าย

เทอร์โมมิเตอร์ชนิดเซนติเกรด

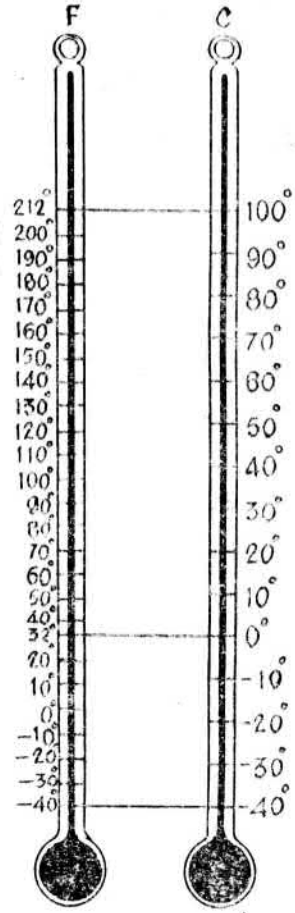
สำหรับงานวิทยาศาสตร์ส่วนมาก และสำหรับการใช้ประจำวันในบางประเทศ เขามักใช้มาตราส่วนเซนติเกรด บนมาตราส่วนนี้จุดเยือกแข็งเป็น ๐° เซนติเกรด (๐° ซ.) และจุดเดือดเป็น ๑๐๐° เซนติเกรด (๑๐๐° ซ.) ระยะระหว่างอุณหภูมิทั้งสองนี้ เขาแบ่งออกเป็น ๑๐๐ ช่องเท่า ๆ กันเรียกว่าองศาเซนติเกรด

เทอร์โมมิเตอร์ชนิดฟาเรนไฮต์

สำหรับการใช้ประจำวันในอังกฤษและอเมริกา เขานิยมใช้ชนิดฟาเรนไฮต์ จุดเยือกแข็งเป็น ๓๒° ฟาเรนไฮต์ (๓๒° ฟ.) และจุดเดือดเป็น ๒๑๒° ฟาเรนไฮต์ (๒๑๒° ฟ.) ระยะระหว่างอุณหภูมิทั้งสองนี้เขาแบ่งออกเป็น ๑๘๐ ช่องเท่า ๆ กัน เรียกว่าองศาฟาเรนไฮต์ ฉะนั้น ๑๘๐ ช่องของ องศาฟาเรนไฮต์ = ๑๐๐ ช่องขององศาเซนติเกรด (ดูรูปที่ ๑๐๗)



รูปที่ 107 การทำเทอร์โมมิเตอร์



รูปที่ 108 มาตราของเครื่องวัด

การเปลี่ยนอุณหภูมิระหว่างเซนติเกรดและฟาเรนไฮต์

ถ้าท่านทราบแล้วว่าจุดเยือกแข็ง เป็น ๐° ซ. หรือ ๓๒° ฟ. และจุดเดือดเป็น ๑๐๐° ซ. หรือ ๒๑๒° ฟ.ก็เป็นการง่ายที่จะเปลี่ยนเป็นองศาเซนติเกรดเป็นฟาเรนไฮต์ หรือฟาเรนไฮต์ เป็นเซนติเกรด

ตัวอย่าง อุณหภูมิ ๓๐° ซ. จะเป็นกี่องศาฟาเรนไฮต์

๓๐° ซ. คิดเป็นช่องได้ ๓๐ ช่องจากจุดเยือกแข็ง

แต่เซนติเกรด ๑๐๐ ช่อง = ฟาเรนไฮต์ ๑๘๐ ช่อง

$\therefore$ ๓๐° ซ. เป็น $\frac{๓๐ \times ๑๘๐}{๑๐๐}$ = ๕๔ ช่องของฟาเรนไฮต์เหนือจุดเยือกแข็ง

เมื่อจุดเยือกแข็ง อ่าน ๓๒° ฟ. $\therefore$ ๓๐° ซ. = ๕๔ + ๓๒ = ๘๖° ฟ.

ตัวอย่าง อุณหภูมิ ๗๗° ฟ. จะเป็นกี่องศาเซนติเกรด ?

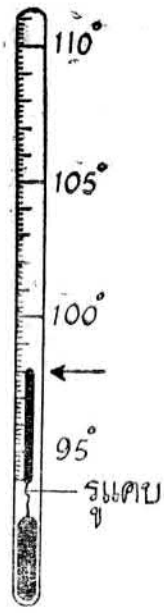
๗๗° ฟ. คิดเป็นช่องจากจุดเยือกแข็ง ได้ ๗๗ — ๓๒ = ๔๕ ช่อง

$\therefore$ คิดเป็นช่องเซนติเกรด = $\frac{๔๕ \times ๑๐๐}{๑๘๐}$ = ๒๕ ช่อง เหนือจุดเยือกแข็ง

ซึ่งอ่านเป็น ๐° $\therefore$ ๗๗° ฟ. = ๒๕ + ๐ = ๒๕° ซ.

เทอร์โมมิเตอร์ตรวจไข้

อุณหภูมิของโลหิตของคนปกติ เป็น ๙๘.๔° ฟ. (= ๓๗° ซ.) ถ้าหากอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงไปจากปกติ แพทย์ก็จะบอกได้ว่าสุขภาพของคนไข้เป็นอย่างไร ถ้าหากใช้เทอร์โมมิเตอร์ธรรมดาวัดอุณหภูมิคนไข้ จะต้องอ่านอุณหภูมิขณะที่เทอร์โมมิเตอร์ยังอยู่ในปากคนไข้ ซึ่งไม่เป็นการสะดวกเลย เขาจึงทำแบบพิเศษ อ่านอุณหภูมิจาก ๗๕° ฟ. ถึง ๑๐๐° ฟ. และแบ่งองศาหนึ่ง ๆ เป็น ๕ ช่อง และรูของหลอดคอนที่อยู่เหนือกระเปาะพอดี จะแคบลงและงอเล็กน้อยดังแสดงในรูปที่ ๑๐๙ เมื่ออมในปาก ปรอทจะขยายตัว และดันผ่านรูแคบนี้ขึ้นไปตามก้านได้ เมื่อเอา



รูปที่ 109 ปรอทวัดคนไข้

เทอร์โมมิเตอร์ออกจากปาก ปรอทในกระเปาะแก้วจะเย็นลง มันก็หดตัว แต่ปรอทบนก้านไม่สามารถไหลกลับสู่กระเปาะได้ เนื่องจากหลอดแก้วแคบแถวรอย จึงค้างอยู่ตามเดิมเหมือนกับเมื่อตอนอมอยู่ในปาก เทอร์โมมิเตอร์ชนิดนี้จึงเอาออกจากปากและอ่านเวลาใดก็ได้ ในการวัดอุณหภูมิใหม่ ก็ให้สะบัดแรง ๆ ปรอทจะผ่านรูแคบลงสู่กระเปาะแก้วได้ เขาทำก้านของหลอดให้มีลักษณะคล้ายเลนส์นูน ทำให้เส้นปรอทเล็ก ๆ เป็นเส้นใหญ่มองเห็นได้ง่าย

วิธีวัดพลังงานความร้อน

เทอร์โมมิเตอร์ใช้วัดอุณหภูมิได้แต่ใช้วัดปริมาณความร้อนที่มีอยู่ในวัตถุไม่ได้ ถ้าเอาเทอร์โมมิเตอร์แช่ลงในน้ำเดือดภายในหลอดแก้ว หรือน้ำเดือดในกาน้ำใบใหญ่อุณหภูมิจะอ่านได้เท่ากัน ซึ่งความจริงทั้งสองรายมีปริมาณความร้อนต่างกันมาก

เมื่อเรากล่าวถึงปริมาณความร้อนของสาร จะเห็นว่าน้ำหนักและอุณหภูมิของสารมีส่วนเกี่ยวข้องอยู่ด้วย

หน่วยของความร้อน

หน่วยของความร้อนที่ใช้กันในห้องวิทยาศาสตร์ เรียกว่า กรัมแคลอรี่ ซึ่งหมายถึงจำนวนความร้อนที่จะทำให้น้ำหนึ่งกรัมมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ๑ °ซ. ฉะนั้นน้ำ ๑๐๐ กรัม เมื่อเผาจนมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ๑๐ °ซ. เช่นจาก ๓๐ °ซ. ถึง ๔๐ °ซ. ต้องใช้ความร้อน ๑,๐๐๐ แคลอรี่

เมื่อกล่าวถึงพลังงานความร้อนที่ร่างกายเราใช้ หน่วยกรัมแคลอรี่จะเล็กไปหน่อย เขามักใช้หน่วยใหญ่ คือกิโลแคลอรี่ (แคลอรี่ใหญ่) ซึ่งมีค่าเท่ากับ ๑,๐๐๐ กรัมแคลอรี่ นั่นคือ ๑ กิโล — แคลอรี่ คือจำนวนความร้อนที่จะทำให้น้ำ ๑ กิโลกรัม (๑,๐๐๐ กรัม) มีอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ๑ °ซ.

การเปลี่ยนสถานะและความร้อนแฝง

สารย่อมมีสถานะทางฟิสิกส์ได้ ๓ อย่าง คือ ของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ โดยการเผาหรือทำให้เย็นได้พอดีก็อาจเปลี่ยนสารจากสถานะหนึ่งให้เป็นอีกสถานะหนึ่งได้ การเปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว และจากของเหลวเป็นของแข็ง หรือจากของเหลวเป็นก๊าซ จะต้องมีความร้อนเข้าเกี่ยวข้องด้วยเสมอ

ยกตัวอย่างเช่นภาชนะใบหนึ่งมีน้ำแข็งทุบใส่อยู่และตั้งไว้ในห้องที่อบอุ่น อุณหภูมิของมันจะหยุดอยู่ที่ ๐ °ซ. ตลอดเวลาที่น้ำแข็งยังละลายไม่หมด (เราใช้ความจริงนี้สำหรับทำขีดอุณหภูมิต่ำ หรือจุดเยือกแข็งของเทอร์โมมิเตอร์) ถึงแม้อุณหภูมิของน้ำแข็งจะไม่เพิ่มขึ้น ความร้อนจากอากาศก็จะผ่านเข้าสู่น้ำแข็งตลอดเวลา ขณะที่น้ำแข็งละลาย เมื่อน้ำแข็งละลายหมด อุณหภูมิของน้ำก็จะเพิ่มขึ้น จนกระทั่งมีอุณหภูมิเท่ากับอากาศรอบ ๆ

ในทำนองเดียวกัน เมื่อเอาน้ำขึ้นตั้งไฟ อุณหภูมิของน้ำจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนถึง ๑๐๐ °ซ. แต่น้ำจะไม่เปลี่ยนเป็นไอในทันทีทันใด และถึงแม้น้ำจะได้รับความร้อนจากเปลวไฟเรื่อยไป อุณหภูมิก็จะหยุดนิ่งอยู่ที่ ๑๐๐ °ซ. จนกระทั่งน้ำเดือดเป็นไอไปหมด (เราใช้ความจริงนี้ทำขีดอุณหภูมิสูงหรือจุดเดือดของเทอร์โมมิเตอร์)

ฉะนั้นเมื่อน้ำแข็งละลายหรือเดือดเป็นไอ มันจะดูดความร้อนไว้โดยไม่ทำให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น ความร้อนนี้คล้ายกับไปแฝงอยู่ในน้ำแข็งที่กำลังละลาย หรือในน้ำที่กำลังเดือด เราเรียกว่า "ความร้อนแฝง" พลังงานความร้อนนี้เอาไปใช้ในการผลักดันโมเลกุลของสารให้อยู่ห่างไกลกันออกไป โมเลกุลของน้ำที่เป็นของเหลวจะอยู่ห่างกันมากกว่าโมเลกุลของน้ำที่เป็นของแข็ง (น้ำแข็ง) และโมเลกุลของไอน้ำเดือดจะอยู่ห่างกันมากกว่าโมเลกุลของน้ำเหลว

"ความร้อนแฝงของสาร หมายถึงจำนวนความร้อนเป็นกรัมแคลอรี่ ที่จะทำให้สารหนึ่งกรัม เปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นของเหลว หรือจากของเหลวเป็นไอ โดยไม่ทำให้อุณหภูมิเปลี่ยนแปลง"

ความร้อนแฝงของน้ำ (หรือความร้อนแฝงของการหลอมเหลวของน้ำแข็ง) มีค่า ๘๐ กรัมแคลอรี่ ต่อน้ำ ๑ กรัม นั่นคือในการที่จะเปลี่ยนน้ำแข็ง ๑ กรัม ที่ ๐ °ซ. ให้เป็นน้ำ ๑ กรัม ที่อุณหภูมิเดียวกัน ต้องการความร้อน ๘๐ กรัมแคลอรี่ หรือพูดอีกอย่างหนึ่งว่าในการหลอม

เหลวน้ำแข็ง ๑ กรม ต้องการความร้อนเท่ากับที่จะเอาไปทำให้น้ำ ๑ กรัม มีอุณหภูมิเพิ่มจาก ๐°ซ. จนถึง ๘๐°ซ. และตรงกันข้ามเมื่อน้ำเหลว ๑ กรัม เปลี่ยนเป็นน้ำแข็ง มันจะต้องคายความร้อนออก ๘๐ แคลอรี่ ภายในหิบใส่น้ำแข็ง น้ำแข็งทุก ๆ กรัมที่หลอมเหลวต้องได้ความร้อนจากอากาศ ๘๐ แคลอรี่ ฉะนั้นถ้าความร้อนจากข้างนอกผ่านจากภายนอกเข้าสู่ภายในไม่ได้ น้ำแข็งแต่เพียงเล็กน้อยจะทำให้เย็นได้มาก ถ้าเราทำให้น้ำแข็งหลอมเหลวโดยเร็ว เช่นเติมเกลือแกงความร้อนแฝงจะถูกถอนออกจากสิ่งแวดล้อมโดยเร็ว ทำให้เราได้ของผสมเยือกแข็ง (ฟริซ-ซิงมิคซเจอร์)

ความร้อนแฝงของไอน้ำเดือด (หรือความร้อนแฝงของการกลายเป็นไอเป็น ๕๓๖ กรัมแคลอรี่ ต่อน้ำ ๑ กรัม นั่นคือ ในการเปลี่ยนน้ำ ๑ กรัม ที่ ๑๐๐°ซ. ให้เป็นไอน้ำเดือดทั้งหมดที่อุณหภูมิเดียวกันต้องใช้ความร้อน ๕๓๖ แคลอรี่ และตรงกันข้าม เมื่อไอน้ำเดือดควบแน่นเป็นน้ำเหลว มันจะคายความร้อนออกมาเท่ากับที่จะทำให้มันเป็นไอ ฉะนั้นเมื่อไอน้ำเดือด ๑ กรัม ที่ ๑๐๐°ซ. ควบแน่นเป็นน้ำที่ ๑๐๐°ซ. มันจะคายความร้อนออกมา ๕๓๖ กรัมแคลอรี่ สิ่งสำคัญเกี่ยวกับภาคปฏิบัติก็คือ ไอน้ำเดือด ๑๐๐°ซ. มีพลังงานความร้อนมากกว่าน้ำเดือด ๑๐๐°ซ. ด้วยเหตุนี้การถูกไอน้ำเดือดลวกจึงสาหัสกว่าถูกน้ำเดือดลวก ถึงแม้ทั้งสองอย่างจะมีอุณหภูมิเท่ากัน

เมื่อของเหลวระเหย มันจะดูดความร้อนจากสิ่งแวดล้อมหรือจากของเหลวนั่นเอง นี่เป็นเหตุผลว่าเหตุใดจึงมีอันตรายที่จะใส่เสื้อที่เปียกชื้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีลมหนาวพัดผ่านน้ำจะระเหยและพาเอาไอร้อนจากร่างกายไป ทำให้ร่างกายเย็นลง ในทำนองเดียวกัน น้ำเย็นในถุงผ้าใบหรือคนโทดินที่มีไต้เคลือบจึงเย็นอยู่เสมอ น้ำที่ซึมออกมานอกถุงหรือคนโทเมื่อระเหยจะดูดความร้อนจากน้ำภายใน อุณหภูมิก็จะลดลง (เราจะเห็นในหน้าสุดท้ายว่ากระเปาะแก้วที่เปียกของเทอร์โมมิเตอร์ก็เย็นลงโดยวิธีเดียวกัน) ร่างกายของเราเสียความร้อนโดยการระเหยของเหงื่อ (ซึ่งส่วนมากเป็นน้ำ) จากผิวหนัง จะเห็นว่าคนในประเทศร้อนเหงื่อออกวันละหลายลิตร และทุก ๆ ลิตรต้องการความร้อน ๕๓๖ กิโลแคลอรี่ ในการระเหยนี้ก็จะเห็นได้ว่าวันหนึ่ง ๆ ร่างกายเสียความร้อนจากการระเหยของเหงื่อเป็นจำนวนมาก จงสังเกตว่าถึงแม้เหงื่อจะออกก็จะไม่ทำให้ร่างกายเย็นลงเลยถ้าเหงื่อระเหยจากผิวหนังไม่ได้

ไอน้ำในบรรยากาศ

เนื่องจากน้ำจากผิวทะเล แม่น้ำ ลำคลอง รวมทั้งการคายน้ำของพืช ระเหยเป็นไอสู่อากาศอยู่เสมอ จึงทำให้อากาศมีไอน้ำอยู่เสมอ แต่ผิดกันตามที่ต่าง ๆ และเวลาในวันหนึ่ง ๆ และแม้แต่ภายในชั่วโมงหนึ่ง ๆ ก็อาจผิดไปได้ เราอาจแสดงให้เห็นได้ง่าย ๆ ว่า ในอากาศมีไอน้ำ โดยเอาถ้วยแก้วใส่น้ำแข็งตั้งไว้ในอากาศจะมีหยดน้ำจับอยู่รอบ ๆ ถ้วยแก้ว วิธีวัดจำนวนความชื้นในอากาศเรียกว่า "ไฮโกรเมตรี" และเครื่องมือที่ใช้ในการวัดนี้เรียกว่า "ไฮโกรมิเตอร์"

ตามปกติอากาศจะไม่มีไอน้ำอิ่มตัว แต่ถ้าหากทำให้เย็นลงจนถึงอุณหภูมิหนึ่งมันจะอิ่มตัวไปด้วยไอน้ำ ไอน้ำที่มากเกินไปจะควบแน่นลงเป็น น้ำค้าง เมฆ หมอก หรือฝน แล้วแต่สภาวะของความเย็นที่เกิดขึ้น

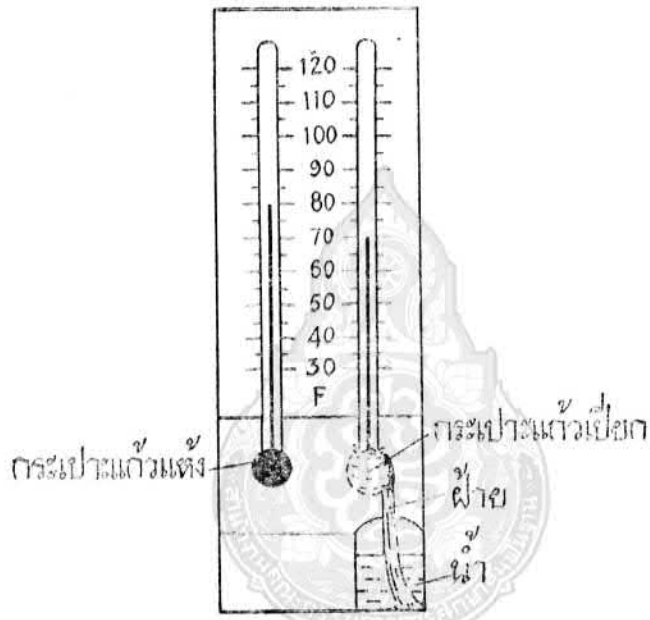
วิธีวัดความชื้นของอากาศ

มีวิธีต่าง ๆ ที่ใช้ในการวัดความชื้นของอากาศ เราจะขอกล่าวถึงเพียงย่อ ๆ แล้วจึงจะกล่าวถึงคุณค่าทางปฏิบัติในชีวิตประจำวันต่อไป

(๑) ความดันไออันแท้จริง ถ้าเอาน้ำสักเล็กน้อยใส่ลงในขวดที่มีอากาศแห้งและมีจุกปิด น้ำจะระเหยเป็นไอ และทำให้เกิดความดันไอขึ้น ความดันไอนี้วัดได้ เช่น ในหลอดบาโรมิเตอร์ ถ้ามีน้ำหนักมากมันจะระเหยเรื่อยไปจนอิ่มตัว และจากนั้นอากาศนั้นจะรับไอน้ำไว้อีกไม่ได้ และความดันก็จะมีค่าสูงสุด ณ อุณหภูมินั้น เช่นที่ ๑๐°ซ. ความดันไออิ่มตัวของน้ำเป็น ๙.๒ มิลลิเมตร ของปรอทที่ ๒๐°ซ. เป็น ๑๗.๕ มิลลิเมตร ที่ ๓๐°ซ. เป็น ๓๑.๘ มิลลิเมตร และที่ ๕๐°ซ. เป็น ๕๕.๓ มิลลิเมตร ตามปกติอากาศจะไม่อิ่มตัวไปด้วยไอน้ำ ความดันจึงไม่ใช่ความดันสูงสุด เราอาจบอกความชื้นเป็นความดันไอ หรือส่วนของไอน้ำที่จะทำให้อิ่มตัว (ซึ่งหมายถึงผลต่างระหว่างความดันไอที่มีอยู่จริงในบรรยากาศกับความดันไอที่ทำให้เกิดบรรยากาศนั้นอิ่มตัวเต็มที่ ณ อุณหภูมิเดียวกัน) ยกตัวอย่างเช่น ขณะนั้นมีอุณหภูมิ ๓๐°ซ. (= ๘๖°ฟ.) ความดันไออันแท้จริงเป็น ๑๙.๑ มิลลิเมตร ฉะนั้นส่วนที่จะทำให้อิ่มตัว จะเป็น (๓๑.๘ − ๑๙.๑) = ๑๒.๗ มิลลิเมตร ความรู้เกี่ยวกับส่วนของไอน้ำที่จะทำให้อิ่มตัว นับว่ามีประโยชน์มากเพราะการระเหยจากผิวของเหลวต่าง ๆ ย่อมมีสัดส่วนโดยตรงกับไอน้ำนั้น

(๒) จุดน้ำค้าง — อากาศซึ่งตามปกติไม่อิ่มตัวด้วยไอน้ำอาจทำให้อิ่มตัวได้ โดยทำให้อากาศเย็นลงจนถึงอุณหภูมิหนึ่ง "จุดน้ำค้างคืออุณหภูมิของอากาศ ซึ่งเริ่มคายไอน้ำออกเป็น

หยดน้ำ" หรือพูดอีกอย่างหนึ่ง หมายถึงอุณหภูมิ ซึ่งไอน้ำที่มีอยู่จริงในอากาศอิ่มตัวเต็มที่ จุดน้ำค้างเป็นประโยชน์ที่นำไปใช้วัดความดันของไอน้ำได้ แต่ทั้งจุดน้ำค้างและความดันไอน้ำนั้นไม่สามารถวัดโดยตรงให้ได้ค่าที่ถูกต้องได้ เราจะหาค่าของจุดน้ำค้าง และความดันไอน้ำจากตารางที่ทำไว้สำเร็จแล้ว โดยการอ่านอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียกและกระเปาะแห้ง



รูปที่ 110 เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแก้วแห้งและเปียก

(๓) เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียกและกระเปาะแห้ง เป็นเครื่องมือง่าย ๆ สำหรับวัดความชื้นของอากาศ เครื่องมืออันอาศัยหลักการระเหยทำให้เย็นลง เพื่อจะแสดงให้เห็นความเป็นไปของเครื่องมือ ให้เอาเทอร์โมมิเตอร์ชนิดฟาเรนไฮต์อย่างเดียวกันมา ๒ อัน แขวนคู่กันในที่ที่มีลมโกรก เอาผ้าสำลีห่อกระเปาะแก้วของเทอร์โมมิเตอร์อันหนึ่ง แล้วจุ่มลงในน้ำให้ผ้าและกระเปาะเปียก ดังแสดงในรูปที่ ๑๑๐ ถ้าหากอากาศรอบ ๆ ยังไม่อิ่มตัวด้วยไอน้ำ น้ำจากผ้าเปียกที่พันไว้รอบกระเปาะก็จะระเหย มันก็จะดูดเอาความร้อนแฝงจากกระเปาะแก้วของเทอร์โมมิเตอร์ไป อุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์อันนี้จะลดลงต่ำกว่าเทอร์โมมิเตอร์อันแห้ง แต่ถ้าอากาศอิ่มตัวไป

ด้วยไอน้ำ ก็จะไม่มีน้ำระเหยไปจากผ้าเปียก อุณหภูมิของอันเปียกก็จะไม่ลดลง อุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์ทั้งสองก็จะอ่านเท่ากัน ถ้าอากาศแห้งมากน้ำรอบ ๆ กระเปาะเปียกจะระเหยโดยเร็ว อุณหภูมิจะต่ำกว่าอันแห้งมาก จงคิดดังเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะแห้งและกระเปาะเปียกไว้ในห้องเรียนของท่าน และคอยอ่านอุณหภูมิทุกวันตลอดปีที่มีการเรียน

(๔) ความชื้นสัมพัทธ์ วิธีสามัญที่สุดที่วัดความชื้นคือวัดเป็นความชื้นสัมพัทธ์ หมายถึงของส่าของความอิ่มตัว (เป็นร้อยละ) ณ อุณหภูมิใดอุณหภูมิหนึ่ง

$$\text{ความชื้นสัมพัทธ์} = \frac{\text{จำนวนไอน้ำที่มีอยู่จริงในขณะนั้น}}{\text{จำนวนไอน้ำที่จะทำให้อากาศจำนวนเดียวกันและขณะเดียวกันอิ่มตัว}}$$

ท่านอาจหาความชื้นสัมพัทธ์ได้ ถ้าท่านอ่านอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียกและแห้ง แล้วตรวจดูจากตารางที่บอกเป็นความชื้นสัมพัทธ์เลยทีเดียว และยังบอกความดันไอของทั้งกระเปาะเปียกและกระเปาะแห้งได้ด้วย ถ้าค่าของความชื้นสัมพัทธ์สูงหมายความว่าอากาศชื้นมาก ถ้าค่าของความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ อากาศจะแห้ง ในประเทศร้อนหลายแห่งที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงมักติดเครื่อง "ปรับอากาศ" ภายในห้องและอาคาร วิธีนี้จะทำได้โดยดูดอากาศให้ผ่านผิวที่เย็น ซึ่งจะทำให้ไอน้ำควบแน่น อากาศที่ผ่านเข้าสู่ห้องจะแห้งเข้า และหมุนเวียนอยู่ภายในห้อง ทำให้เรารู้สึกเย็นเข้า

ภาคผนวก ง.

บันทึกเรื่องผลของแอลกอฮอล์ที่มีต่อร่างกาย

ราชกรรมาธิการแห่งประเทศอังกฤษได้ รวบรวมผลอันเกิดจากแอลกอฮอล์ ที่มีต่อร่างกาย ดังต่อไปนี้

(๑) แอลกอฮอล์ที่ทำกริยาโดยตรงต่อศูนย์กลางประสาท

(๒) แอลกอฮอล์มิใช่สิ่งกระตุ้นแต่แท้จริงเป็นยาเสพติดให้โทษ (คือทำให้เกิดความฟุ้งซ่านง่วงเหงาซึมเซาหรือหมดสติ)

(๓) ถ้าดื่มมากเกินไป มันจะเป็นพิษ (เช่นเดียวกับยาเสพติดจำพวกอื่น) และถ้าดื่มมากจนเป็นนิสัย จะทำให้เกิดโรคต่าง ๆ

(๔) ความเป็นยาเสพติดหรือความเป็นพิษของแอลกอฮอล์จะลดลงมาก เมื่อดื่มอย่างเจือจางหรือกินกับอาหาร

(๕) แอลกอฮอล์มีคุณค่าเป็นอาหารและเชื้อเพลิงบ้าง แต่คุณค่านี้จะถูกทำลายโดยกริยาทางยาเสพติดของมัน

(๖) การใช้แอลกอฮอล์เพื่อช่วยในการทำงานจะเป็นทางพลิกล์หรือทางสมองก็ตาม เป็นวิธีที่ไม่ถูกต้อง และไม่ได้ช่วยให้เกิดประโยชน์อย่างใด

(๗) แอลกอฮอล์ไม่มีคุณค่าทางบำบัดกันหรือรักษาโรค (นอกจากในขอบเขตจำกัดอย่างเคร่งครัด และใช้ภายใต้การควบคุมของแพทย์เท่านั้น)

พิมพ์ที่โรงพิมพ์ รสพ. เชิงสะพานอมรา พระนคร โทร. ๔๖๑๒๘ นายเสรี เปรมฤทัย ผู้พิมพ์ผู้โฆษณา ๒๕๐๖

ใบแก้คำผิด

หน้า ๑๗ และหน้า ๑๕๓ คำอธิบายใต้ภาพ รูปที่ ๑๑ และรูปที่ ๖๒ ให้แก้เป็น “แผนผังแสดงการทำงานของหัวใจ”

