

307.7

พ.1990

1.3

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนการสอน
วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพโดยใช้ชุดการสอน
มินิคอร์สกับการสอนตามคู่มือครู

ปริญญานิพนธ์

ของ

พนิดา ภิสัชเพ็ญ

19 ก.ธ. 2534

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

มกราคม 2534

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

173662

คณะกรรมการควบคุมและคณะกรรมการสอบได้พิจารณาบริษัณานิพนธ์ฉบับนี้แล้ว
เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต
วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒได้

คณะกรรมการควบคุม

..... ๑๙:๕๕ ประธาน
(ดร. ชติมา วัฒนศิริ)
..... กรรมการ
(รศ. ดร. ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์)

คณะกรรมการสอบ

..... ๑๙:๕๕ ประธาน
(ดร. ชติมา วัฒนศิริ)
..... กรรมการ
(รศ. ดร. ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์)
..... กรรมการที่แต่งตั้งเพิ่มเติม
(ผศ. สมจิต สวชนไพบูลย์)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับบริษัณานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา ของมหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศ. ดร. สมพร บัวทอง)

วันที่ 14 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2534

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก คร. ชุตินา วัฒนะศิริ
รศ. คร. ฌอฐพงษ์ เจริญพิทย์ ผศ. สมจิต สวธนไพบลย์ และอาจารย์ภาควิชา
หลักสูตรและการสอนทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ ช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ผู้วิจัยซาบซึ้ง
ในความกรุณาและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณคุณอาจารย์มหาวิทยาลัยศาสตร์ และขอปณิธานนักเรียนชั้นมัธยม
ศึกษาตอนปลายโรงเรียนมัธยมวัดคฤศคาราม โรงเรียนบางแคปานขำ และ
โรงเรียนมัธยมสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตรทุกท่านที่ได้
ความร่วมมือ ช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลของการวิจัย
ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณอาจารย์วิทยาลัยครูธนบุรีทุกท่าน อาจารย์ศิริวรรณ พึ่งบริดา
ขอปณิธานองและหลานของผู้วิจัย ที่ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน และเป็นกำลังใจ
จนสามารถทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วง

ท้ายที่สุดขอโน้มราลึกถึงพระคุณของพ่อ-แม่ ที่ให้ความเมตตาเป็นห่วงใย
ให้กำลังใจผู้วิจัยตลอดมา พระคุณนี้หาที่เปรียบมิได้

พนิดา ภิสซ์เพ็ญ

มกราคม 2534

สารบัญ

บทที่		หน้า
1	บทนำ	1
	ภูมิหลัง	1
	ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า	4
	ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า	5
	ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า	5
	นิยามศัพท์เฉพาะ	7
2	เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	11
	เอกสารเกี่ยวกับชุดการสอนมินิคอร์ส	11
	เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	22
	เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	27
	เอกสารเกี่ยวกับเจตคติ	31
	งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการสอนมินิคอร์ส	33
	งานวิจัยเกี่ยวกับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูหรือแบบ สสวท. กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์	36
	สมมุติฐานการศึกษาค้นคว้า	39
3	วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า	40
	การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	40
	การกำหนดเนื้อหาและระยะเวลาในการทดลอง	41
	การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	41
	แบบแผนการทดลองที่ใช้ในการวิจัย	48

การดำเนินการทดลอง	49
การวิเคราะห์ข้อมูล	50
สถิติที่ใช้ในการวิจัย	51
 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	 56
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	56
การเปรียบเทียบความรู้พื้นฐานและ เจตคติต่อการ เรียนการสอน	
วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	
ก่อนการทดลอง	57
ผลการ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ	
ชีวภาพระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	59
ผลการ เปรียบเทียบเจตคติต่อการ เรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์	
กายภาพชีวภาพระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม	65
 5 บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	 73
บทย่อ	73
ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า	73
สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า	73
วิธีการศึกษาค้นคว้า	74
การวิเคราะห์ข้อมูล	76
สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล	76
อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า	77
ข้อเสนอแนะ	80

บรรณานุกรม	82
ภาคผนวก	91
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ข้อมูล	93
ภาคผนวก ข ชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่องร่างกายของเรา	128
ภาคผนวก ค แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	311
แบบสอบถามเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ	327
ประวัติย่อของผู้วิจัย	331

บัญชีตาราง

ตาราง		หน้า
1	แบบแผนการทดลอง	48
2	คำสถิติที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแบบทางเดียว และมีตัวแปรร่วมตัวเดียว	55
3	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมก่อนการทดลอง	57
4	ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ กายภาพชีวภาพระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมก่อนการทดลอง .	58
5	คำสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กายภาพชีวภาพ ด้านความรู้ความจำ ก่อนและหลังการทดลอง ...	59
6	คำสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กายภาพชีวภาพ ด้านความเข้าใจ ก่อนและหลังการทดลอง	60
7	คำสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กายภาพชีวภาพ ด้านการนำความรู้ไปใช้ ก่อนและหลังการทดลอง	61
8	คำสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กายภาพชีวภาพ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลอง	62
9	การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านความรู้ความจำ ..	63
10	การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านความเข้าใจ	63
11	การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านการนำความรู้ไปใช้	64

12	การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนรู้วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านทักษะกระบวนการ ทางวิทยาศาสตร์	64
13	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ กายภาพชีวภาพ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ก่อนและหลัง การทดลอง	66
14	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ กายภาพชีวภาพ ด้านสื่อการสอน ก่อนและหลังการทดลอง	67
15	ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ กายภาพชีวภาพ ด้านการนำความรู้ไปใช้ ก่อนและหลังการทดลอง	68
16	การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียน การสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านกิจกรรมการเรียน การสอน	69
17	การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียน การสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านสื่อการสอน	69
18	การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียน การสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านการนำความรู้ไปใช้	70
19	สรุปผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียน การสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของกลุ่มทดลองกับ กลุ่มควบคุม	71
20	แสดงค่าสัดส่วนของผู้ตอบถูกในกลุ่มสูง (p_H) และกลุ่มต่ำ (p_L) ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยาก ง่ายมาตรฐาน (Δ) เป็นรายชื่อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนรู้วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา	93

21	แสดงค่าสัดส่วนของผู้ตอบถูก (p) สัดส่วนของผู้ตอบผิด (q) และ ผลคูณของสัดส่วนผู้ตอบถูกกับผู้ตอบผิด (pq) เป็นรายชื่อของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา	94
22	แสดงข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านความรู้ความจำ เรื่องร่างกายของเรา	95
23	แสดงข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านความเข้าใจ เรื่องร่างกายของเรา	99
24	แสดงข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านการนำความรู้ไปใช้ เรื่องร่างกายของเรา	103
25	แสดงข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องร่างกายของเรา	107
26	แสดงข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม เจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน	112
27	แสดงข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม เจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านสื่อการสอน	116

28	แสดงข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม เจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านการนำความรู้ไปใช้.....	120
29	แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลอง	125
30	แสดงคะแนนเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลอง ..	126
31	แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ..	127

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ

หน้า

1	รูปแบบการจัดการสอนตามแบบวิธีการระบบ	20
2	ความสัมพันธ์ของปัจจัยหลายตัวต่อหนึ่งกระบวนการ	21
3	ความสัมพันธ์ของปัจจัยก่อน - กระบวนการ - ผลผลิต	21
4	แผนภูมิการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้	25

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่มีความสำคัญและจำเป็นต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ เพราะวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานของการพัฒนาเทคโนโลยีซึ่งนำไปสู่การปรับปรุงคุณภาพชีวิตส่วนบุคคลและสังคมทุกระดับในแง่สุขภาพอนามัย โภชนาการ ตลอดจนการเกษตรและอุตสาหกรรม การป้องกันและอนุรักษ์ธรรมชาติให้อยู่ในสมดุลย์ก็ต้องอาศัยการใช้ความรู้ ความเข้าใจในด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้ถูกต้องและเหมาะสม (นিকা สะเพียรชัย. 2527 : 2)

จากความสำคัญของวิทยาศาสตร์ที่กล่าวมานี้ กระทรวงศึกษาธิการจึงได้บรรจุวิชาวิทยาศาสตร์ไว้ในหลักสูตรการศึกษาตั้งแต่ระดับประถมศึกษาจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สำหรับระดับประถมศึกษาได้รวบรวมกิจกรรมและประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีความจำเป็นต่อชีวิตประจำวันของนักเรียน มีเนื้อหาที่เป็นวิทยาศาสตร์รวมอยู่ในกลุ่มวิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต (พิศาล สร้อยธูร่า. 2527 : 7-19) ในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์มีลักษณะผสมผสานระหว่างแขนงวิชาต่าง ๆ คือ เคมี ชีววิทยา และฟิสิกส์ โดยพยายามให้สอดคล้องกับสิ่งที่พบเห็นในชีวิตประจำวันให้มากที่สุด มีคหลักสำคัญที่จะให้นักเรียนได้เรียนรู้หลักการทางวิทยาศาสตร์และแนวความคิดที่สำคัญ ๆ ด้วยตนเองมากที่สุดด้วยการลงมือทำการทดลอง (บุสดี ตามไท. 2527 : 84-91) แต่ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายการเรียนวิทยาศาสตร์เป็นวิชาบังคับตามโครงสร้างของหลักสูตร ผู้ที่ต้องการเรียนเน้นหนักทางวิทยาศาสตร์ให้เลือกเรียนฟิสิกส์ เคมี ชีววิทยา และอาจเลือกเรียนวิทยาศาสตร์ประยุกต์จากหมวดวิชาสัมพันธ์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2524 ส่วนผู้ที่

ไม่ต้องการเรียนเน้นหนักทางวิทยาศาสตร์ ให้เลือกเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ภาษาอังกฤษ ภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ. 2525 : 205)

วิชาวิทยาศาสตร์ภาษาอังกฤษเป็นวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่ไม่ประสงค์จะเรียนวิทยาศาสตร์ต่อในระดับอุดมศึกษา เนื้อหาวิชานี้เป็นเรื่องที่เกี่ยวกับชีวิตประจำวันและสภาพแวดล้อม ไม่เน้นหนักวิทยาศาสตร์สาขาใดโดยเฉพาะ เป็นการผสมผสานระหว่างวิทยาศาสตร์หลายสาขา เช่น เคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา และธรณีวิทยา เป็นต้น โดยไม่เน้นหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ยุ้งยากและซับซ้อนจนเกินไป (เย็นใจ สมวิเชียร. 2527 : 78-83) ซึ่งมีจุดประสงค์ให้ผู้เรียนเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติโดยอาศัยเหตุผลและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ มีการฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ มีเจตคติที่ถูกต้อง และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ นอกจากนี้ต้องการให้ผู้เรียนเข้าใจ มองเห็นประโยชน์ของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อการดำรงชีวิต การพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม (กระทรวงศึกษาธิการ. 2525 : 207)

จากจุดประสงค์ของวิชาวิทยาศาสตร์ภาษาอังกฤษกล่าวสรุปได้ว่า การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ภาษาอังกฤษมุ่งเน้นให้ผู้เรียน มีความรู้ ความเข้าใจ มีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และมีเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนคิดเป็น ทำเป็น รู้จักแก้ปัญหา ซึ่งเป็นจุดหมายประการหนึ่งของหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524

อย่างไรก็ตามจากรายงานการติดตามผลการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสามมัญ ปีการศึกษา 2527 โดยการเยี่ยมโรงเรียนของสาขาวิจัยและประเมินผล สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในส่วนที่เกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์ภาษาอังกฤษพบว่านักเรียนไม่ค่อยสนใจเรียน มีพื้นฐานความรู้ในระดับปานกลางและอ่อน เป็นผลให้การเรียนการสอนไม่บรรลุเป้าหมาย นอกจากนี้โรงเรียนยังต้องการ

สื่อการสอนเพิ่มเติม เช่น เทปโทรทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ แผนภาพ ฯลฯ (สสวท. 2529 : 7-22) ผลการสำรวจดังกล่าวสอดคล้องกับรายงานการสรุปสภาพและปัญหาการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของกรมวิชาการ (2530 : 50) และผลการวิจัยของ ศรีบัญชา หอมเจริญ เรื่องความคิดเห็นของครูและนักเรียน ที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (ศรีบัญชา หอมเจริญ. 2528 : 75-81) ที่พบว่า การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพในโรงเรียนส่วนใหญ่ไม่บรรลุเป้าหมายเท่าที่ควรและมีความต้องการสื่อการสอนจากปัญหาการเรียนการสอนที่กล่าวมาข้างต้นนี้ ผู้วิจัยเห็นว่าควรนำนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษาที่เหมาะสมมาใช้ในกระบวนการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนให้สูงขึ้น นวัตกรรมทางการศึกษาที่น่าสนใจและน่าจะสามารถแก้ปัญหาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพได้นวัตกรรมหนึ่งคือ

ชุดการสอนมินิคอร์ส (Minicourse) ที่เร็กซ์ เมเยอร์ (Rex Meyer) แห่งศูนย์พัฒนาการสอนมหาวิทยาลัยแมควอรี (Macquarie University) ประเทศออสเตรเลีย ได้พัฒนาขึ้นความพื้นฐานทางเทคโนโลยีทางการศึกษา

ชุดการสอนมินิคอร์สเป็นชุดการสอนที่สนองความต้องการของผู้เรียนจบสมบูรณ์ในตัวเอง ใช้เวลาในการเรียนระยะสั้น วัตถุประสงค์ในการเรียนชัดเจน มีการฝึกทักษะและร่วมกิจกรรมอย่างกว้างขวาง ใช้สื่อการสอนหลายประเภท มุ่งเน้นกิจกรรมสร้างสรรค์ มีการประเมินผลตามจุดมุ่งหมายอย่างเที่ยงตรง นอกจากนี้ชุดการสอนมินิคอร์สยังประกอบด้วยกิจกรรมต่างๆ ซึ่งเป็นกิจกรรมย่อย แต่ละกิจกรรมสร้างขึ้นตามวิธีการระบบ มีวงจรประกอบด้วย ปัจจัยป้อน - กระบวนการ - ผลผลิต (Input - Process - Output) เป็นลูกโซ่ต่อเนื่องกันและมีหลักทฤษฎีการเรียนรู้ของกลุ่มพฤติกรรมนิยม (Behavioural Theory) (APEID. 1982 : 6-11)

ในประเทศไทยมีผู้นำหลักการของชุดการสอนมินิคอร์ส(Minicourse) มาใช้ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์แล้ว 3 ราย คือ ชาคิชัย วิโรจนะ (2530 : 73) ได้ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ส่วนความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เชาวลิต ชานาญ (2531 : 75) ได้ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมไม่แตกต่างกัน และหงส์ธร สุภโชคพาณิชย์ (2532 : 43) ได้ทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การนำชุดการสอนมินิคอร์สมาทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพยังไม่มีผู้ใดนำมาใช้ จากคุณลักษณะของชุดการสอนมินิคอร์สและผลการวิจัยดังกล่าว ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะนำชุดการสอนมินิคอร์สมาพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

ความมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีความมุ่งหมาย 2 ประการ คือ

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้ไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

2. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ภายภาพชีวภาพ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านสื่อการสอนและ ด้านการนำความรู้ไปใช้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

ความสำคัญของการศึกษาค้นคว้า

ผลของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้สามารถนำไปใช้ เป็นประโยชน์ดังต่อไปนี้

1. ทำให้ทราบว่านักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ภายภาพชีวภาพโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับที่เรียนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา วิทยาศาสตร์ภายภาพชีวภาพ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำ ความรู้ไปใช้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียน การสอนวิชาวิทยาศาสตร์ภายภาพชีวภาพ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านสื่อการสอน ด้านการนำความรู้ไปใช้ แตกต่างกันหรือไม่อย่างไร ซึ่งจะเป็น แนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ ยิ่งขึ้น

2. ทำให้ได้ตัวอย่างชุดการสอนมินิคอร์สวิชาวิทยาศาสตร์ภายภาพ ชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา ชุดการสอนดังกล่าวจะเป็นประโยชน์ต่อผู้สอน วิชาวิทยาศาสตร์ภายภาพชีวภาพ และเพื่อเป็นแนวทางในการสอนเกี่ยวกับการสร้างชุดการสอนมินิคอร์สในเนื้อหาบทเรียนอื่นๆ ตลอดจนเพื่อเป็นประโยชน์ ในการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อ เนื่องต่อไปอีก

ขอบเขตของการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ได้กำหนดขอบเขตของการศึกษาค้นคว้าดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรของการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมวัดคุลีการาม เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร ที่เรียน

วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของกระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างของการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมวัดकुสิคาราม เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของกระทรวงศึกษาธิการ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 จำนวน 66 คน ซึ่งได้มาจากการจับสลาก

2. ระยะเวลาในการทดลอง

การทดลองสอนสำหรับการวิจัยครั้งนี้กระทำในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 โดยใช้เวลา 18 คาบ สำหรับกลุ่มทดลอง และใช้เวลา 22 คาบ สำหรับกลุ่มควบคุม (คาบละ 50 นาที)

3. เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของกระทรวงศึกษาธิการ

4. ตัวแปรที่ศึกษาค้นคว้า

4.1 ตัวแปรอิสระ ได้แก่ วิธีสอนซึ่งแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

4.1.1 การสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส

4.1.2 การสอนตามคู่มือครู

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

4.2.1 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ แยกออกเป็น 4 ด้าน คือ

เป็น 4 ด้าน คือ

ก. ด้านความรู้ความจำ

ข. ด้านความเข้าใจ

ค. ด้านการนำความรู้ไปใช้

ง. ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

4.2.2 เจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

ภาพภาพชีวิตภาพ แยกออกเป็น 3 ด้าน คือ

ก. ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน

ข. ด้านสื่อการสอน

ค. ด้านการนำความรู้ไปใช้

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชุดการสอนมินิคอร์ส(Minicourse) หมายถึง ชุดการสอนที่สร้างขึ้นอย่างเป็นระบบและจบสมบูรณ์ในตัวเอง มีจุดประสงค์ของการเรียนชัดเจน เพื่อให้ผู้เรียนสามารถบรรลุจุดประสงค์ได้ภายในระยะเวลาสั้น กำหนดกิจกรรมเวลาเรียนและสื่อการเรียนการสอนไว้อย่างชัดเจน เน้นการมีส่วนร่วมกิจกรรมกลุ่มของผู้เรียน โดยมีครูเป็นผู้ดูแล แนะนำ ช่วยเหลือและประเมินผลการเรียนตามจุดประสงค์ย่อย ๆ ที่กำหนดไว้ ชุดการสอนมินิคอร์สที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นชุดการสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยมีองค์ประกอบ 5 ประการคือ

1.1 หลักการและเหตุผล เป้าหมาย, จุดมุ่งหมายทั่วไป

จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมและแผนการสอนมินิคอร์ส

1.2 กิจกรรมนักเรียน ได้แก่ การอภิปราย การทำการทดลอง การฝึกทักษะจากคู่มือกิจกรรมนักเรียน การศึกษาจากสื่อการสอน แต่ละกิจกรรมเน้นการมีปฏิสัมพันธ์ภายในกลุ่ม การระดมหลังความคิด เป็นต้น

1.3 กิจกรรมครู ได้แก่ การให้ความช่วยเหลือ การดูแล และการให้คำแนะนำนักเรียนในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรม หรือ ฝึกทักษะภายในกลุ่ม และการบรรยาย เป็นต้น

1.4 การประเมินผล ได้แก่ การรายงานผลการทดลอง การรายงานผลการอภิปราย การทำแบบฝึกหัดจากคู่มือกิจกรรมผู้เรียน เป็นต้น

1.5 เอกสาร แผนภูมิและสื่อที่ใช้ ได้แก่ แผ่นภาพโปรงใส สไลด์ เทปโทรทัศน์ เป็นต้น

2. การสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส หมายถึง การสอนที่ผู้สอน คำนึงกิจกรรมการเรียนการสอนตามกิจกรรมที่กำหนดไว้ในชุดการสอนมินิคอร์ส ที่สร้างขึ้น

3. การสอนตามคู่มือครู หมายถึง การสอนตามขั้นตอนในคู่มือครูวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ที่สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสร้างขึ้น ซึ่งเน้นวิธีสอนแบบสืบเสาะหาความรู้โดยมีขั้นตอนการสอน 3 ขั้น ดังนี้คือ

3.1 ขั้นอภิปรายก่อนการทดลอง

3.1.1 อภิปรายปัญหา

3.1.2 อภิปรายจุดประสงค์ของการทดลอง

3.1.3 อภิปรายอุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1.4 อภิปรายข้อควรระวังในการทดลอง

3.2 ขั้นปฏิบัติการทดลอง ทำการทดลองตามบทเรียน

3.3 ขั้นอภิปรายหลังการทดลอง นำผลการทดลองมาอภิปราย ร่วมกัน สรุปเป็นความรู้ ตลอดจนการนำความรู้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่ เกี่ยวข้อง

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้เนื้อหาสาระวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียน ซึ่งวัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยวัดความสามารถ 4 ด้าน คือ

4.1 ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึก ถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้วในบทเรียน เรื่องร่างกายของเรา

4.2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ในบทเรียน เรื่องร่างกายของเรา โดยการแปลความหมายแล้วเปรียบเทียบหรือผสมผสานสิ่งใหม่ที่พบเห็นกับประสบการณ์เดิม

4.3 ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ในบทเรียน เรื่องร่างกายของเรา ที่ได้เรียนมาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งแตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้วโดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญในการคิดและปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดทางสมองโดยการใช้กระบวนการสังเกต การวัด การคำนวณ การจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป ในการเรียนบทเรียน เรื่องร่างกายของเรา

5. เจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ หมายถึง ความรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ในลักษณะของการเห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย ซึ่งวัดได้จากแบบสอบถามเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แบบสอบถามดังกล่าวแยกออกเป็น 3 ด้าน คือ

5.1 ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน หมายถึง ความรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อกิจกรรมการเรียน วิธีสอน บรรยายภาคในห้องเรียน และเนื้อหาวิชา ในการเรียนบทเรียน เรื่องร่างกายของเรา

5.2 ด้านสื่อการสอน หมายถึง ความรู้สึกและความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อหนังสือแบบเรียน แผ่นภาพโปสเตอร์ สไลด์ และเทปโทรทัศน์ ที่ใช้ในการเรียนการสอนบทเรียน เรื่องร่างกายของเรา

5.3 ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความรู้สึกและ
ความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการนำความรู้ในบทเรียน เรื่องร่างกาย
ของเรา ที่ได้เรียนมาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่โดยเฉพาะอย่างยิ่งใน
ชีวิตประจำวัน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการนำเสนอ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องครั้งนี้ ผู้วิจัยจะนำเสนอตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสาร เกี่ยวกับชุดการสอนมินิคอร์ส
2. เอกสาร เกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
3. เอกสาร เกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
4. เอกสาร เกี่ยวกับเจตคติ
5. งานวิจัย เกี่ยวกับชุดการสอนมินิคอร์ส
6. งานวิจัย เกี่ยวกับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูหรือแบบสสวท. กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

เอกสาร เกี่ยวกับชุดการสอนมินิคอร์ส

ความหมายของชุดการสอนมินิคอร์ส

แอลแลน และ แวเลต์ (Allen and Valette. 1977 : 12) กล่าวว่า มินิคอร์สเป็นหน่วยการสอนระยะสั้นที่ใช้เวลาเพียงหนึ่งควอเตอร์หรือหนึ่ง เทอม และระดับชั้นที่ใช้มินิคอร์สบ่อยที่สุดคือชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และปีที่ 4 โดยธรรมชาติของมินิคอร์สจะกำหนดตามความสนใจของนักเรียนและสมรรถภาพของครู

ศูนย์พัฒนาการสอนแห่งมหาวิทยาลัยแมคควอรี (Center for Advancement of Teaching(C.A.T.); Macquarie University. 1980 : Introduction) ได้ให้ความหมายว่า ชุดการสอนมินิคอร์สเป็นโครงการเรียนที่มีเนื้อหาจบในตัวเอง สามารถใช้ได้กับกลุ่มหรือรายบุคคล โดยทั่วไปการเรียนรู้ในชุดการสอนมินิคอร์สอาศัยสื่อและยุทธวิธีหลายแบบ

มีจุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจนและจำกัด สามารถเกิดสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนได้
ในระยะเวลาสั้น บกคิใช้เวลาเพียง 1 วัน หรือน้อยกว่านี้

โครงการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษาแห่งอาเซียน (Asian
Programme of Educational Innovation for Development)
(APEID. 1982 : 4) ได้อธิบายความหมายของมินิคอร์สว่า คือรายวิชา
ย่อยที่ยึดหยุ่นได้และเนื้อหาจบสมบูรณ์ในตัวเองหรือเป็นการฝึกการทางานกลุ่ม
เรียนรู้โดยใช้สื่อและยุทธวิธีหลากหลายแบบพร้อมกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ชัดเจน
ซึ่งสามารถบรรลุผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระยะเวลาสั้น บกคิ 2-3 วันหรือ
น้อยกว่านี้ มีพื้นฐานการสร้างจากรูปแบบเทคโนโลยีทางการศึกษา ไม่จัดเป็น
ชุดสำหรับการเรียนรู้อิสระ และไม่สร้างเป็นหน่วยย่อยประกอบวิชาหนึ่งวิชาใด
โดยเฉพาะ

กรมการศึกษานอกโรงเรียน (2528 : 5) ได้อธิบายว่า มินิคอร์ส
คือชุดการอบรมที่มีความยืดหยุ่นและเปิดเสร็จในตัวเองอย่างสมบูรณ์แบบ ซึ่งใช้
ได้กับบุคคลหรือกลุ่มบุคคล โดยทั่วไปจะใช้สื่อและยุทธวิธีหลายประการ มี
จุดประสงค์ชัดเจน สามารถบรรลุจุดประสงค์ได้ในระยะเวลาอันสั้น ใช้เทคโนโลยี
ทางการศึกษาเป็นหลัก มิได้จัดเป็นชุดให้ศึกษาอย่างอิสระ และไม่สร้าง
เป็นหน่วยประกอบวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นการเฉพาะและจบในตัวเอง สิ่งสำคัญ
ประการหนึ่งคือ มินิคอร์สมีการเน้นที่กลุ่มสัมพันธ์มากกว่าการศึกษาเป็น
รายบุคคลแต่เพียงอย่างเดียว

จากความหมายของมินิคอร์สที่กล่าวมาข้างต้นนี้อาจสรุปได้ว่ามินิคอร์ส
คือ ชุดการสอนที่สร้างขึ้นเพื่อใช้สอนเนื้อหาใดเนื้อหาหนึ่ง ที่จบสมบูรณ์ในตัวเอง
มีจุดประสงค์การเรียนรู้ชัดเจน การเรียนรู้อาศัยสื่อและยุทธวิธีหลากหลายแบบ
เกิดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระยะเวลาสั้น

ประวัติความเป็นมาของชุดการสอนมินิคอร์ส

ชุดการสอนมินิคอร์สที่ได้รับความสนใจในประเทศแถบเอเชียและแปซิฟิก เป็นรูปแบบที่พัฒนาโดยนักเทคโนโลยีทางการศึกษา ซึ่งมี ดร. เร็กซ์ เมเยอร์ (Dr. Rex Meyer) แห่งมหาวิทยาลัยแมคควอรี ประเทศออสเตรเลียเป็นผู้นำ

แนวความคิดของชุดการสอนมินิคอร์สมิด้กันกำเนิดในประเทศสหรัฐอเมริกาเมื่อ 20 ปี ที่ผ่านมา ในลักษณะการสอนทบทวนโดยใช้เครื่องบันทึกเสียง (Audio Tutorial) มีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยหรือโมดูลที่ประกอบด้วยวัสดุการเรียนรู้แบบกึ่งโปรแกรมและแบบเรียนรู้ด้วยตนเอง (APEID. 1982 : 1)

ขั้นตอนของการพัฒนาแนวความคิดของมินิคอร์ส

ในการพัฒนาแนวความคิดของมินิคอร์ส มีขั้นตอนดังต่อไปนี้ (APEID. 1982 : 1-2)

1. ก่อนคริสต์ศักราช 1960 โปรแกรมการสอนเป็นแบบบรรยาย การประชุมปฏิบัติการ และการสอนทบทวน
2. ระยะต้นและกลางทศวรรษ 1960 ในระยะนี้ได้รวมการสอนแบบบรรยาย การประชุมปฏิบัติการ และการสอนทบทวนเข้าเป็นชุดโปรแกรมปกติ มีการเรียนรู้ด้วยตนเองหรือชุดการเรียนรู้กึ่งโปรแกรมโดยใช้เครื่องบันทึกเสียง และเริ่มมีการวางรูปแบบการเรียนรู้ให้บรรลุจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. ระยะปลายทศวรรษ 1960 มีการวางแผนการสอนทบทวนโดยใช้เครื่องบันทึกเสียง จุดประสงค์เฉพาะจะสัมพันธ์กับจุดประสงค์ของบทเรียนต่อไป แต่ละจุดประสงค์ย่อยในแต่ละสัปดาห์จะรวมเป็นจุดมุ่งหมายของรายวิชา จากลักษณะดังกล่าวทำให้เกิดความคิดว่า งานในแต่ละสัปดาห์สามารถแยกออกเป็นโมดูล
4. ระยะปลายทศวรรษ 1960 และระยะต้นทศวรรษ 1970 เพื่อให้หน่วยการเรียนรู้การสอนหรือโมดูลเป็นเอกเทศ เหมาะสมกับพื้นฐานและ

ความสนใจของผู้เรียน จึงมีการเพิ่มบทเรียนโมดูลเพื่อให้ผู้เรียนเลือกเรียนได้ตามความสนใจและความเกี่ยวข้อง การเรียนยังคงใช้เครื่องบันทึกเสียง

5. ต้นทศวรรษ 1970 ระยะนี้มีการพัฒนาบทเรียนแต่ละโมดูลให้แยกออกจากกันเป็นหน่วยการเรียนแบบจบสมบูรณ์ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนเป็นโครงการเฉพาะ บทเรียนโมดูลนี้มีสื่อเป็นเครื่องช่วยสอน ตั้งแต่สิ่งพิมพ์ธรรมดาจนถึงระบบสื่อประสมที่ซับซ้อน อย่างไรก็ตามลักษณะที่สำคัญคือ เป็นการเรียนรู้แบบกึ่งโปรแกรมและเป็นแบบเรียนรู้ด้วยตนเองที่ได้รับความนิยมมาก

6. กลางทศวรรษ 1970 เป็นที่ตระหนักว่าการวางแผนสร้างบทเรียนอย่างรอบคอบที่สุดและจบสมบูรณ์จะทำให้แต่ละโมดูลมีคุณค่าในตัวเอง และยังเป็นที่ยอมรับกันว่าการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นยุทธวิธีที่มีประโยชน์มาก สามารถนำมาใช้กับกลุ่มผู้เรียนตั้งแต่ 2 คน จนถึง 40 คน ขั้นนี้เป็นการพัฒนาของรายวิชาย่อย (Miniature Course) ที่ใช้เวลาในการเรียน 2-3 วัน หรือ เพียงการร่วมกิจกรรมการเรียนภายในเวลาไม่กี่ชั่วโมง และนั่นคือ ชุดมินิคอร์ส

ตั้งแต่กลางทศวรรษ 1970 เป็นต้นมา นักเทคโนโลยีทางการศึกษา แห่งมหาวิทยาลัยแมคควอรี ได้ทดลองและเผยแพร่การใช้มินิคอร์สในลักษณะต่าง ๆ เพื่อให้ได้รูปแบบที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด ปัจจุบันได้มีการพัฒนามินิคอร์สในรูปแบบที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้นโดยอาศัยพื้นฐานการสร้างคามวิธีการระบบ (System Approach)

สำหรับประเทศไทยเมื่อ พ.ศ. 2522 กรมการศึกษานอกโรงเรียน กระทรวงศึกษาธิการ ได้ส่ง กรรณิการ์ แยมเกษร ไปเข้ารับการอบรมเกี่ยวกับชุดการสอนมินิคอร์สเป็นเวลา 3 เดือน ที่ศูนย์ C.A.T. มหาวิทยาลัยแมคควอรี ประเทศออสเตรเลีย (ยุคดี แก้วรักษา. 2527 : 9) ต่อมาในปีพ.ศ. 2525 กรมการศึกษานอกโรงเรียนได้ดำเนินการสร้างและทดลองใช้ชุดการสอนมินิคอร์สเพื่ออบรมครูผู้สอนการศึกษาผู้ใหญ่แบบเบ็ดเสร็จระดับ 3-4 มีการสร้างสื่อเป็นชุดการอบรมระยะสั้น จำนวน 22 รายวิชา ใน 6 กลุ่มวิชาคือ กลุ่ม

วิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต กลุ่มวิชาภาษาไทย กลุ่มวิชาภาษาอังกฤษ
กลุ่มวิชาคณิตศาสตร์ กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ และกลุ่มวิชาอาชีพ เพื่อนำไปอบรม
ครูให้เกิดทักษะ และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอน (กรมการ
ศึกษานอกโรงเรียน. 2528 : 1-2)

ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่า ชุดการสอนมินิคอร์สพัฒนามาจากบทเรียน
โมดูลโดยนักเทคโนโลยีทางการศึกษาออสเตรเลีย และนำมาใช้ในประเทศไทย
เมื่อไม่นานนี้ และมีแนวโน้มว่าชุดการสอนมินิคอร์สจะได้รับความสนใจยิ่งขึ้น

คุณลักษณะของมินิคอร์ส

มินิคอร์สมีคุณลักษณะที่สำคัญดังต่อไปนี้ (APEID. 1982 : 6-8)

1. ตอบสนองความต้องการเฉพาะเรื่อง
2. เบ็ดเสร็จและสมบูรณ์ในตัวเอง (Self-contained)
3. ใช้ระยะเวลาสั้น ระยะเวลาที่พอเหมาะคือ ประมาณ 8
ชั่วโมง อาจแบ่งระยะเวลาออกเป็น 2 ช่วงเวลาละ 4 ชั่วโมง
4. มีวัตถุประสงค์การเรียนการสอนที่ชัดเจน ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญมากเพื่อ
ให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์ดังกล่าวภายในเวลาที่กำหนด
5. เน้นทักษะการทำงานกลุ่ม
6. มีการเข้าร่วมกิจกรรมอย่างกว้างขวาง ลักษณะที่สำคัญของ
มินิคอร์สคือ การแลกเปลี่ยนความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมกิจกรรมที่มีพื้นฐานแตกต่าง
ต่างกัน
7. ใช้กิจกรรมการเรียนหลายรูปแบบ มินิคอร์สแต่ละชุดจะใช้ยุทธวิธี
ที่เหมาะสม และสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ในระยะเวลายาว
8. ใช้สื่อหลายประเภท โดยให้เนื้อหาผ่านสื่อประเภทต่าง ๆ เช่น
สิ่งตีพิมพ์ เทปโทรทัศน์ สไลด์ ภาพยนตร์ สไลด์-เทป และโสตทัศนูปกรณ์อื่น ๆ
เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพที่สูงสุด
9. มีขั้นตอนแน่นอน ทุกกิจกรรมจะใช้ยุทธวิธีซึ่งสัมพันธ์กับเนื้อหาและ
วัตถุประสงค์เป็นอย่างดี และกำหนดไว้เป็นลำดับอย่างละเอียด

10. ใช้กิจกรรมสร้างสรรค์และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้คิด โดยเสนอ กิจกรรมสร้างสรรค์แบบปลายเปิดเป็นส่วนใหญ่
11. ยุทธวิธีในการเรียนการสอนเปิดกว้าง เพื่อเปิดโอกาสให้มีการ ทบทวน และวิเคราะห์ยุทธวิธีที่ใช้ในมินิคอร์ส
12. ยุทธวิธีที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนเป็นการฝึกและส่งเสริม ทักษะต่างๆตามความต้องการของผู้เรียน
13. มีการประเมินผลและปรับปรุงรูปแบบอย่างค่อเนื่อง ซึ่งจะ เป็น ประโยชน์ต่อการพัฒนาและการวางแผนครั้งต่อไป
14. มีการติดตามผลโดยให้บริการคำปรึกษาแก่ผู้เข้าร่วมกิจกรรมทุกคน ที่ต้องการความช่วยเหลือ
15. ออกแบบโดยใช้พื้นฐานทางเทคโนโลยีทางการศึกษา โดยใช้ วิธีการระบบ (System Approach) ซึ่งแต่ละกิจกรรมประกอบด้วยปัจจัยป้อน - กระบวนการ - ผลผลิต (Input-Process-Output) คิดต่อกันเป็น ลูกโซ่หลายวงจร

ขั้นตอนในการดำเนินการสร้างมินิคอร์ส

กรมการศึกษานอกโรงเรียนได้สรุปขั้นตอนในการดำเนินการสร้าง มินิคอร์สไว้ดังนี้ คือ (กรมการศึกษานอกโรงเรียน. 2528 : 7-8)

กระบวนการและขั้นตอนตามวิธีการระบบ	คำอธิบายประกอบ
1. กำหนดความต้องการและความจำเป็น	1. ความต้องการและความจำเป็น คือ สิ่งที่ได้จากความต้องการ และ ปัญหาที่วิเคราะห์แล้วซึ่ง เป็นหลักการและเหตุผลของ การสร้างโครงสร้างมินิคอร์ส

กระบวนการและขั้นตอนตามวิธีการระบบ	คำอธิบายประกอบ
2. กำหนดกลุ่มเป้าหมาย	2. กลุ่มเป้าหมาย คือ ผู้รับบริการ
	ของรูปแบบนี้ ได้แก่ ผู้เข้ารับ การอบรม ผู้เรียน และผู้ที่ ประสงค์จะหาความรู้เพิ่มเติม
3. กำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป	3. วัตถุประสงค์ทั่วไป ต้องชัดเจน ตรงตามความต้องการและ ความจำเป็น
4. กำหนดวัตถุประสงค์เฉพาะ	4. วัตถุประสงค์เฉพาะทุกข้อต้อง เป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ที่สามารถปฏิบัติและวัดได้
5. สืบหาความเป็นไปได้ของทรัพยากร สื่อและข้อมูล	5. เนื่องจากชุดการสอนมินิคอร์ส มีโครงการที่แน่นอน ใช้ระยะ เวลาสั้นและหวังผลสัมฤทธิ์สูง ฉะนั้นทรัพยากร สื่อ ข้อมูลและ เอกสารประกอบต่าง ๆ จึงมี ความจำเป็นที่สุด
6. การเขียนโครงสร้าง	6.1 โครงสร้างจะต้องกำหนดเวลา แน่นอน แต่ละกิจกรรมเป็นไป ตามวัตถุประสงค์ที่ระบุไว้ใน แต่ละข้อ และมีปัจจัยป้อน (Input) → กระบวนการ (Process) → ผลผลิต

กระบวนการและขั้นตอนตามวิธีการระบบ	คำอธิบายประกอบ
	(Output) ครบวงจรต่อเนื่องกันไป 6.2 ในโครงสร้างจะต้องบอก ลักษณะของปัจจัยป้อน (Input) กระบวนการ (Process) ผลผลิต (Output) รวมทั้ง ลักษณะของสื่ออย่างชัดเจนเพื่อ การสร้างกิจกรรมในชั้นราย ละเอียดที่มีประสิทธิภาพ
7. การพัฒนากิจกรรมและสื่อประกอบตาม โครงสร้าง (Development of learning materials)	7. ในการพัฒนากิจกรรมตามโครง สร้าง ควรประกอบด้วย 7.1 คำอธิบายวิธีใช้ 7.2 คู่มือดำเนินกิจกรรมสำหรับครู 7.3 รายละเอียดกิจกรรมสำหรับ ผู้เรียน 7.4 เอกสารประกอบความรู้ 7.5 การประเมินผลและเครื่องมือ 7.6 สื่อที่ใช้ประกอบ
8. การทดลองใช้ (Try-out)	8. เนื่องจากกลุ่มผู้เรียนมาจากที่ ต่างกัน การทดลองควรทำ หลายครั้ง เพื่อจะได้ข้อมูล ที่เชื่อมั่นได้พอสมควร

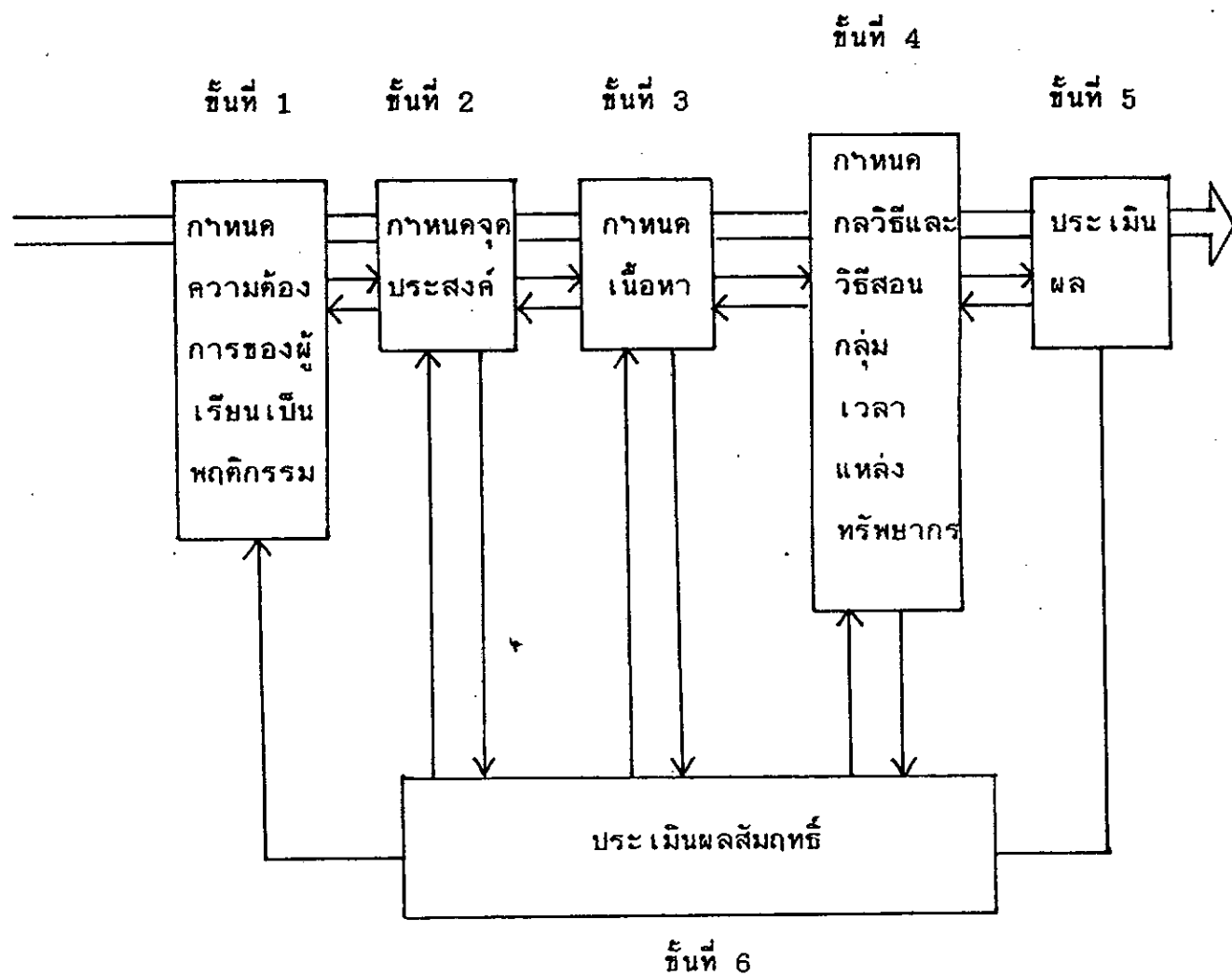
กระบวนการและขั้นตอนตามวิธีการระบบ	คำอธิบายประกอบ
9.การปรับปรุงแก้ไข (Modification of objectives and strategies)	9. ขั้นตอนนี้เป็นสิ่งที่ไม่ได้ยากแต่จำเป็นต้องทำอย่างขะมัดเพื่อการพัฒนาคุณภาพ และผลสัมฤทธิ์ของการเรียน รูปแบบจึงควรอยู่ในลักษณะที่สามารถปรับปรุงและแก้ไข ได้ตลอดเวลา

รูปแบบของวิธีการระบบ (System Approach)

ในการออกแบบการสอนตามวิธีการระบบของชุดการสอนมินิคอร์ส ผู้สอนจะต้องดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้ (กรมการศึกษานอกโรงเรียน. 2527 : 2)

- ขั้นที่ 1 กำหนดความต้องการของผู้เรียนเป็นพฤติกรรม
- ขั้นที่ 2 กำหนดจุดประสงค์
- ขั้นที่ 3 กำหนดเนื้อหา
- ขั้นที่ 4 กำหนดกลวิธีและวิธีสอน กลุ่ม เวลา แหล่งทรัพยากร
- ขั้นที่ 5 ประเมินผลย่อยของขั้นที่ 1-4 และประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน
- ขั้นที่ 6 ประเมินผลสัมฤทธิ์ของโครงการทั้งหมด

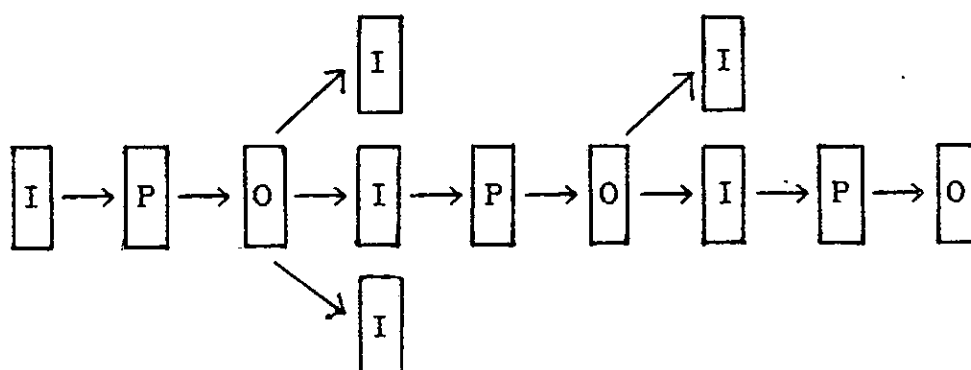
ขั้นตอนเหล่านี้เป็นการดำเนินการตามวิธีการระบบ ซึ่งสามารถสรุปเป็นแผนภูมิ ดังภาพประกอบ 1



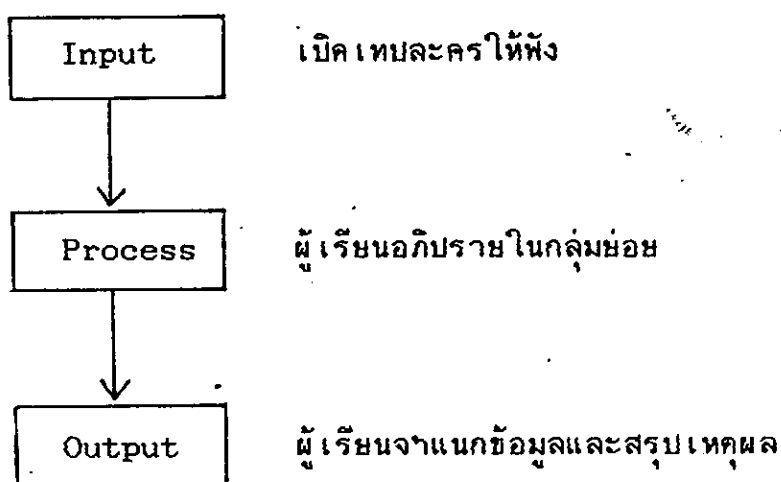
ภาพประกอบ 1 รูปแบบการจัดการสอนตามแบบวิถีการระบบ

รูปแบบทางพฤติกรรม

ทุกกิจกรรมต้องประกอบด้วย บังคับ - กระบวนการ - ผลผลิต (Input - Process - Output) ต่อเนื่องกันไป โดยผลผลิต (Output) ของกิจกรรมที่มาก่อนจะเป็นบังคับ (Input) ของกิจกรรมในลำดับต่อไป ดังแผนภูมิในภาพประกอบ 2 และ 3 (กรมการศึกษานอกโรงเรียน. 2527 : 3)



ภาพประกอบ 2 ความสัมพันธ์ของบังคับหลายตัวต่อหนึ่งกระบวนการ



ภาพประกอบ 3 ความสัมพันธ์ของบังคับ - กระบวนการ - ผลผลิต

ส่วนประกอบของมินิคอร์ส

ส่วนประกอบของมินิคอร์ส แบ่งออกเป็น 6 ส่วนดังนี้ (กรมการศึกษา
นอกโรงเรียน. 2527 : 3-4)

1. หลักการและเหตุผล คำแนะนำ จุดมุ่งหมายและวิธีใช้
2. รายละเอียดสำหรับผู้สอน (คู่มือครู)
3. กิจกรรมสำหรับผู้เรียน
4. ประเมินผลโครงการและผู้เรียน
5. เนื้อหาเสริม
6. อุปกรณ์ สื่อ แผนภูมิ ฯลฯ

ฉะนั้นชุดการสอนมินิคอร์สจึง เป็นชุดการสอนที่สร้างขึ้นตามวิธีการระบบ
และทุกกิจกรรมต้องมี ปัจจัยบ่อน-กระบวนการ-ผลผลิต ค่อเนื่องกันไป

เอกสารเกี่ยวกับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้
ทั้งในด้านเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเจตคติทาง
วิทยาศาสตร์ ครูจำเป็นต้องใช้เทคนิคการสอนต่างๆ เช่น เทคนิคการใช้
วิธีสอนแบบต่าง ๆ เทคนิคการใช้คำถาม เทคนิคการสร้างความสนใจ
เทคนิคการเสริมแรง และเทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
(จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช. 2526 : 302)

เทคนิคการสอนวิชาวิทยาศาสตร์มีหลายแบบ เช่น การสอนแบบวิธี
การทางวิทยาศาสตร์ การสอนแบบการทดลอง การสอนแบบสาธิต การสอนแบบ
โครงการ การสอนแบบอภิปรายและการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
ทางสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้เสนอแนะการสอน
วิชาวิทยาศาสตร์สำหรับระดับมัธยมศึกษาคือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้
ซึ่งเป็นการสอนที่เน้นการแสวงหาความรู้ ที่จะช่วยให้นักเรียนได้ค้นพบความ
จริงต่างๆ ด้วยตนเอง ได้มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของการสอน

แบบนี้ เช่น

ซันด์ และ ไทรบิจ (Sund and Trowbridge. 1974 : 53-54) ได้ให้ความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นการสอนซึ่งแต่ละบุคคลใช้กระบวนการคิดเพื่อการค้นพบ(Discovery Mental Process) ซึ่งได้แก่ การสังเกต การจัดประเภท การวัด การอธิบาย การอ้างอิง รวมทั้งคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ การกำหนดปัญหา การตั้งสมมุติฐาน การออกแบบ การทดลอง การสังเคราะห์ความรู้ และการแสดงเจตคติทางวิทยาศาสตร์ เช่น เป็นคนมีความคิดแบบปรนัย (Objective) อধ্যากรู้อยากเห็น ใจกว้าง

นิกา สะเพียรชัย (2520 : 4) ได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นวิธีการทางวิทยาศาสตร์ที่เป็นผลเนื่องมาจากปรัชญาทางวิทยาศาสตร์ เป็นวิธีการที่ทำให้มีการค้นคว้า ทดลอง รวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปสู่การตั้งทฤษฎีต่าง ๆ

วิรุทธ วิเชียรโชติ (2521 : 36) ได้กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่มุ่งพัฒนาความสามารถในการคิดของนักเรียน โดยส่งเสริมให้นักเรียนได้มีการค้นคว้าด้วยตนเอง โดยครูจะใช้คำถามเป็นสื่อกระตุ้นให้นักเรียนได้ใช้ความคิดตลอดเวลา การสอนในลักษณะนี้ผู้เรียนจะเป็นศูนย์กลาง ครูจะมีบทบาทเป็นผู้ชี้แนะแนวทางเท่านั้น

อนันต์ จันทร์ภัก (2523 : 6) กล่าวว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นวิธีการส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดด้วยตนเอง รู้จักค้นหาเหตุผลและสามารถแก้ปัญหาได้ด้วยการนำเอาวิธีการต่าง ๆ ของกระบวนการทางวิทยาศาสตร์มาใช้ นอกจากนี้ยังเป็นการเรียนเพื่อพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ไชศรี อาภรณ์รัตน์ และ เบญจวรรณ กองศิริ (2524 : 5-7) ได้ให้ความเห็นว่าการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ของ สสวท. เป็นการสอนที่มุ่งให้นักเรียนได้มีโอกาสพัฒนาความคิดและปลูกฝังทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยใช้กิจกรรมสำคัญ คือ การทดลอง การใช้คำถาม

จากความหมายของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่กล่าวมาแล้วนั้น อาจสรุปได้ว่า การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พัฒนาความสามารถในการคิดโดยใช้กิจกรรมที่สำคัญคือ การใช้คำถาม และการทดลอง เพื่อผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เนื้อหาและกระบวนการแสวงหาความรู้

หลักจิตวิทยาการเรียนรู้ที่สนับสนุนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

ส่วตันก์ นิยมคำ (2517 : 125-126) กล่าวว่าหลักจิตวิทยาการเรียนรู้พื้นฐานที่สนับสนุนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 3 ข้อ คือ

1. ในการเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์นักเรียนจะเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น เมื่อได้เกี่ยวข้องกับโดยตรงกับการค้นหาความรู้นั้น มากกว่าการบอกให้นักเรียนรู้
2. การเรียนรู้จะเกิดได้ดีที่สุด เมื่อสถานการณ์ในการเรียนรู้นั้นช่วยให้นักเรียนให้อยากเรียนโดยไม่บีบบังคับ และครูจะต้องจัดกิจกรรมที่จะนำไปสู่ความสำเร็จในการค้นคว้า

3. วิธีการสอนของครูจะต้องส่งเสริมให้นักเรียน คิดเป็น มีความคิดสร้างสรรค์ ให้โอกาสได้ใช้ความคิดของตนเองให้มากที่สุด

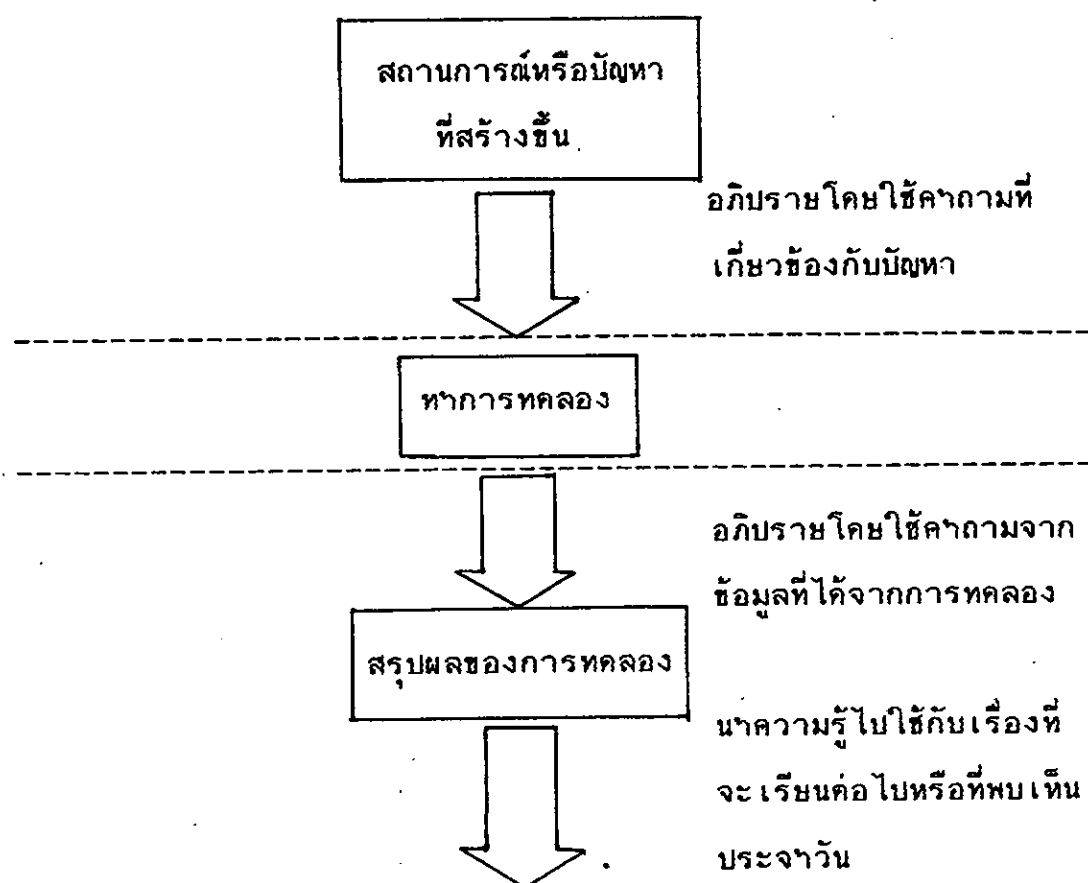
จากหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ดังกล่าวสรุปได้ว่า ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีเมื่อได้เข้าร่วมกิจกรรมตลอดเวลาด้วยความสมัครใจ และผู้สอนจะต้องจัดกิจกรรมที่เร้าความสนใจและส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดด้วยตนเองมากที่สุด

ขั้นตอนในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

คณะกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 116-119) ได้เสนอกิจกรรมสำคัญที่นำมาใช้ในการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ ได้แก่ การอภิปรายและการทดลอง ซึ่งอาจแบ่งขั้นตอนได้ดังนี้

1. การอภิปรายนำเข้าสู่การทดลอง
2. การทดลอง
3. การอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง

การอภิปรายนับว่าเป็นกิจกรรมสำคัญอย่างหนึ่ง ถ้าผู้สอนรู้จักแนะแนวทางที่เหมาะสมแล้วจะช่วยฝึกและปลูกฝังให้ผู้เรียนรู้จักใช้ความคิดของตนเอง กล้าแสดงความคิดเห็น ยอมรับความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล ไม่มองว่าส่วนการทดลองนั้นถือว่าเป็นหัวใจของการสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ เพราะ เป็นการฝึกผู้เรียนให้พัฒนาทักษะกระบวนการต่างๆทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งนักการศึกษาเชื่อว่าเป็นเครื่องมือในการสืบเสาะหาความรู้ นอกจากนี้ยังเป็นการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักทำงานเป็นกลุ่ม เป็นผู้นำและผู้ตามที่ดีในบางโอกาส เพื่อให้เกิดความเข้าใจในโครงสร้างของการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจจะเขียนแผนภูมิแสดง ได้ดังภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 แผนภูมิการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

เมื่อพิจารณาในแง่ของกระบวนการ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ อาจแบ่งขั้นตอนการสอนได้ดังนี้ (สมสุข ธีระพิจิตร. 2526 : 48 ; อ้างอิงมาจาก Carin.and Sund. 1975)

1. การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหา
2. ตั้งสมมุติฐาน
3. ออกแบบการทดลอง
4. ทดสอบสมมุติฐานโดยการทดลอง
5. เขียนข้อสรุปที่ได้จากการทดสอบสมมุติฐาน

การสร้างสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาอาจกระทำได้หลายรูปแบบ เช่น การอภิปราย การสนทนา การซักถาม การเล่าเหตุการณ์ และการใช้อุปกรณ์ประกอบการอภิปราย สถานการณ์หรือปัญหาควรเป็นสถานการณ์หรือปัญหาที่อยู่ใกล้ตัวเพื่อดึงดูดความสนใจของนักเรียนและสามารถโยงไปสู่การออกแบบการทดลองที่ต้องการได้

การตั้งสมมุติฐาน การตั้งสมมุติฐานจะต้องอาศัยสถานการณ์หรือปัญหาจากเนื้อหาในชั้นแรกเป็นหลัก โดยใช้คำถามที่ต่อเนื่องและสัมพันธ์กันเพื่อนำไปสู่การคาดคะเนคำตอบที่อาจเป็นไปได้

การออกแบบการทดลอง ครูอาจใช้คำถามเพื่อนำนักเรียนไปสู่การออกแบบการทดลองและระบุวิธีในการทดลอง เพื่อทดสอบสมมุติฐานที่ครูและนักเรียนช่วยกันตั้งขึ้น

การทดสอบสมมุติฐาน กิจกรรมในขั้นนี้ได้แก่ การทำการทดลองและบันทึกผลที่ได้จากการทดลอง โดยครูเป็นผู้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือเท่าที่จำเป็น

การเขียนข้อสรุปที่ได้จากการทดสอบสมมุติฐาน ครูอาจใช้คำถามโดยอาศัยข้อมูลที่ได้จากการทดลอง เพื่อนำไปสู่การหาคำตอบในการแก้ปัญหา ข้างต้นและควรมีคำตอบที่ฝึกให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่

กิจกรรมการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้

การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ตามแนวของ สสวท. ต้องอาศัยกิจกรรม 3 ขั้นตอนต่อไปนี้ (สมจิต สวธนโพบูลย์. ม.ป.ป. : 111-112)

1. การอภิปรายก่อนการทดลอง
2. การให้นักเรียนปฏิบัติการทดลอง
3. การอภิปรายหลังการทดลอง

ฉะนั้นการสอนแบบการสืบเสาะหาความรู้เป็นการสอนเพื่อให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ ค้นหาคำตอบด้วยตนเอง ไม่ใช่เป็นแบบท่องจำ และเป็นการเรียนตามกระบวนการเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ซึ่งสามารถนำไปใช้ เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาต่างวได้ต่อไป การเรียนการสอนแบบนี้จะไม่เน้นเนื้อหาแค่เพียงอย่าง เดียวแต่มุ่งพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และ เจตคติทางวิทยาศาสตร์ให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนด้วย

เอกสารเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

การกำหนดพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ของการเรียนการสอน วิชาวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษาของประเทศไทยในปัจจุบันนั้น ได้มาจาก แนวความคิดของคลอปเฟอร์ (Klopfer) ซึ่งได้จำแนกไว้ดังนี้ (ธงชัย ชิวปรีชา ธีรงค์ศิลป์ ธูปพนม และ บริชาญ เกษศรี. 2526 : 238-255)

1. ความรู้ความจำ
 - 1.1 ความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง
 - 1.2 ความรู้เกี่ยวกับศัพท์วิทยาศาสตร์
 - 1.3 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติทางวิทยาศาสตร์
 - 1.4 ความรู้เกี่ยวกับข้อตกลง
 - 1.5 ความรู้เกี่ยวกับลำดับชั้นและแนวโน้ม
 - 1.6 ความรู้เกี่ยวกับการแยกประเภทและเกณฑ์

1.7 ความรู้เกี่ยวกับเทคนิคและวิธีการทางวิทยาศาสตร์

1.8 ความรู้เกี่ยวกับหลักการและกฎทางวิทยาศาสตร์

1.9 ความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและแนวความคิดที่สำคัญ

2. ความเข้าใจ

2.1 ความสามารถในการระบุหรือบ่งชี้ความรู้ เมื่อปรากฏอยู่ใน

ในรูปแบบใหม่

2.2 ความสามารถในการแปลความรู้ จากสัญลักษณ์หนึ่ง ไปสู่อีก

สัญลักษณ์หนึ่ง

3. กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์

3.1 การสังเกตและการวัด

3.2 การมองเห็นปัญหาและการหาวิธีการที่ใช้วิธีการแก้ปัญหา

3.3 การแปลความหมายของข้อมูล

3.4 การสร้างการทดสอบและการปรับปรุงแบบจำลอง เชิงทฤษฎี

3.5 การใช้เครื่องมือและการดำเนินการทดลอง

4. การนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้

4.1 การนำความรู้ไปแก้ปัญหาใหม่ในวิชาวิทยาศาสตร์สาขา

เดียวกัน

4.2 การนำความรู้ไปแก้ปัญหาใหม่ในวิชาวิทยาศาสตร์ต่าง

สาขา

4.3 การนำความรู้ไปแก้ปัญหาใหม่ที่นอกเหนือจากวิทยาศาสตร์

5. ธรรมชาติและเจตคติทางวิทยาศาสตร์

พฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ข้างต้นมีความสอดคล้องกับแนว

ความคิดของเบนจามิน เอส บลูม (Benjamin S. Bloom) ซึ่งได้จำแนกไว้

5 ประเภท ดังนี้คือ (ทพวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 182-185)

1. พฤติกรรมด้านความรู้ความเข้าใจ หมายถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านความสามารถในการจดจำ อธิบายและให้เหตุผลเกี่ยวกับคำศัพท์ ข้อเท็จจริง แนวความคิด กระบวนการ หลักการและทฤษฎีต่าง ๆ ซึ่งมีรายละเอียดครอบคลุมพฤติกรรมหลายประการ เช่น ความรู้เกี่ยวกับคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ ความรู้เกี่ยวกับการจำแนกประเภทและหมวดหมู่ ความรู้เกี่ยวกับหลักเกณฑ์ ความรู้เกี่ยวกับหลักการและแนวคิดสรุป ฯลฯ

2. พฤติกรรมด้านการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ หมายถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ในด้านความสามารถในการสังเกต การวัด การมองเห็น ปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา การตีความหมายข้อมูลและลงข้อสรุป ตลอดจนการสร้างการทดสอบและแก้ไขแบบจำลองทางทฤษฎี ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนดังรายละเอียดของพฤติกรรมต่อไปนี้

2.1 พฤติกรรมด้านการสืบเสาะหาความรู้ขั้น 1 : การสังเกตและการวัด เช่น การสังเกตวัตถุ และปรากฏการณ์ต่าง ๆ การบรรยายการสังเกตด้วยภาษาที่เหมาะสม ฯลฯ

2.2 พฤติกรรมด้านการสืบเสาะหาความรู้ขั้น 2 : การมองเห็นปัญหาและวิธีการแก้ปัญหา เช่น การมองเห็นปัญหาคำถาม การตั้งสมมุติฐาน ฯลฯ

2.3 พฤติกรรมด้านการสืบเสาะหาความรู้ขั้นที่ 3 : การตีความหมายของข้อมูลและลงข้อสรุป เช่น การจัดกระทำกับข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การบันทึกข้อมูล ฯลฯ

2.4 พฤติกรรมด้านการสืบเสาะหาความรู้ขั้น 4 : การสร้างการทดสอบและแก้ไขแบบจำลองทางทฤษฎี เช่น การมองเห็นความจำเป็นที่จะต้องมีการสร้างแบบจำลองทางทฤษฎี การแก้ไขปรับปรุงแบบจำลองทางทฤษฎี

3. พฤติกรรมด้านการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ หมายถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียนในด้านความสามารถที่จะใช้ความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง

ปัญหาในชีวิตประจำวันซึ่งมีพฤติกรรมดังต่อไปนี้ คือ การนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ในการแก้ปัญหาใหม่ที่เกิดขึ้นในวิชาวิทยาศาสตร์สาขาเดียวกัน สาขาอื่น ๆ และที่เกิดขึ้นนอกเหนือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

4. พฤติกรรมด้านเจตคติและความสนใจ หมายถึง พฤติกรรมการเรียนรู้ทางด้านความรู้สึกและอารมณ์ ซึ่งมีขอบเขตกว้างขวางรวมความสนใจและเจตคติ ซึ่งมีรายละเอียดครอบคลุมพฤติกรรมดังต่อไปนี้ เช่น การมีเจตคติที่ดีต่อวิทยาศาสตร์และนักวิทยาศาสตร์ การยอมรับการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นแนวทางของการคิด การเกิดเจตคติทางวิทยาศาสตร์ ฯลฯ

5. พฤติกรรมด้านทักษะปฏิบัติการ หมายถึง พฤติกรรมการเรียนรู้ในด้านความสามารถที่จะใช้มือปฏิบัติการ ซึ่งมีพฤติกรรมดังต่อไปนี้ คือ การพัฒนาทักษะการใช้เครื่องมือปฏิบัติการทั่วไป การใช้เทคนิคปฏิบัติการด้วยความระมัดระวังและให้เกิดความปลอดภัย

จากพฤติกรรมการเรียนรู้ที่พึงประสงค์ของการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นนี้ จะเป็นแนวทางให้ครูนำไปใช้ในการวางแผนการเรียนการสอนและประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน แต่โดยทั่วไปในการประเมินผลจะใช้การทดสอบข้อเขียนเป็นหลัก ซึ่งจะวัดได้เฉพาะพฤติกรรมความรู้ความเข้าใจ การสืบเสาะหาความรู้ และการนำความรู้และวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปใช้เท่านั้น (ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525 : 187) ผู้วิจัยจึงสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อประเมินความสามารถในการเรียนรู้เนื้อหาสาระวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียน 4 ด้าน คือ

1 ด้านความรู้ความจำ หมายถึง ความสามารถในการระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาแล้ว

2 ด้านความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการจำแนกความรู้ โดยการแปลความหมายแล้วเปรียบเทียบ หรือผสมผสานสิ่งใหม่ที่พบเห็นกับ

ประสบการณ์เดิม

3 ด้านการนำความรู้ไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่ได้เรียนมาแล้วไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ ซึ่งแตกต่างไปจากที่เคยเรียนรู้มาแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน

4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ หมายถึง ความชำนาญในการคิดและปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ซึ่งเกิดจากการปฏิบัติและฝึกฝนความคิดทางสมองโดยการใช้กระบวนการสังเกต การวัด การคำนวณ การจัดกระทำ และสื่อความหมายข้อมูล การลงความเห็นจากข้อมูล การตั้งสมมุติฐาน การกำหนดนิยามเชิงปฏิบัติการ การกำหนดและควบคุมตัวแปร การทดลอง การตีความหมายข้อมูลและการลงข้อสรุป

เอกสารเกี่ยวกับเจตคติ

ในที่นี้จะขอความหมายของเจตคติของนักจิตวิทยา และนักการศึกษาต่างประเทศและไทยบางท่านมากล่าวถึงดังนี้

ฮิลการ์ด (Hilgard. 1967 : 564) ได้ให้คำจำกัดความของเจตคติว่าเป็นพฤติกรรมหรือความรู้สึกครั้งแรกที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง แต่แนวความคิดหรือสภาวะการณ์ในการเข้าหา หรือออกห่าง เป็นความพร้อมที่จะตอบสนองในครั้งต่อไปเมื่อพบสิ่งดังกล่าวนั้นอีก

เคแกน (Kagan. 1968 : 618) กล่าวถึงเจตคติว่าเป็นความโน้มเอียงที่ยังแน่นอยู่ในความคิด และความรู้สึกในทางบวกหรือทางลบที่มีต่อสิ่งที่เกิดขึ้นโดยเฉพาะ เจตคติประกอบด้วยสิ่งสำคัญ 2 อย่าง คือ ความรู้ความเข้าใจ และอารมณ์

กู๊ด (Good. 1973 : 49) ได้ให้ความหมายของเจตคติว่า เป็นความรู้สึกของคนเราที่มีความคิดเห็นต่อสิ่งต่าง ๆ รอบ ตัว ในด้านความรู้สึกชอบหรือไม่ชอบ เห็นด้วยหรือไม่เห็นด้วยต่อสิ่งต่าง ๆ

ครูซ (Cruze. 1974 : 187) กล่าวว่า เจตคติเป็นความรู้สึก
เอนเอียงของจิตใจที่มีต่อประสบการณ์ที่คนเราได้รับ และเจตคติเป็นส่วนหนึ่ง
ของบุคลิกภาพ

เคโซ สวานานท์ (2512 : 28) ได้กล่าวถึงความหมายของเจตคติ
ว่า เป็นคุณลักษณะหนึ่งของบุคลิกภาพที่สร้างขึ้นได้ เปลี่ยนแปลงได้ และเป็น
แรงจูงใจ ที่กำหนดทิศทางของพฤติกรรมของบุคคลที่มีต่อสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ
ดังนั้นเจตคติจึง เป็นองค์ประกอบสำคัญที่ทำให้บุคคลประสบความสำเร็จหรือ
ล้มเหลวในหน้าที่การงานหรืออาชีพของตน

เช็คคัก โฆวาสินธุ์ (2520 : 41) ได้สรุปความหมายของเจตคติ
ไว้ว่า เป็นความรู้สึกของบุคคลที่มีต่อสิ่งต่าง ๆ อันเป็นผลเนื่องจากการเรียนรู้
ประสบการณ์ ซึ่งจะ เป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลแสดงพฤติกรรม หรือแนวโน้มที่จะ
ตอบสนองต่อสิ่งเร้านั้นไป ในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง อาจเป็นไปในทางสนับสนุน
หรือคัดค้านได้

พรณี ชูทัย (2522 : 195) กล่าวว่าเจตคติเป็นเรื่องของความรู้สึก
ทั้งที่พอใจและไม่พอใจที่บุคคลมีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งมีอิทธิพลทำให้แต่ละ
บุคคลตอบสนองต่อสิ่งเร้าแตกต่างกันไป บุคคลจะมีเจตคติดีหรือไม่ดีต่อสิ่งนั้น
บุคคลรอบข้างมีอิทธิพลอย่างมีนัย เจตคติของบุคคลมีแนวโน้มที่จะขึ้นอยู่กับ
ค่านิยมของคนนั้น

ฉะนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าเจตคติหมายถึง ท่าที ความรู้สึก ความคิดเห็น
ของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งในทางบวกหรือทางลบ ภายหลังจากที่ได้รับ
ประสบการณ์เรื่องนั้นมาแล้ว

ลักษณะของเจตคติ

สมศักดิ์ สินธุระเวชช์ (2522 : 11) ได้แบ่งเจตคติออกเป็น 3
ลักษณะดังนี้

1. เจตคติเชิงนิมาน เป็นการแสดงออกในลักษณะความพึงพอใจ
เห็นด้วย ชอบสนับสนุน ปฏิบัติตามด้วยความเต็มใจ

2. เจตคติเชิงนิเสธ เป็นการแสดงออกในลักษณะตรงกันข้ามกับเจตคติเชิงนิมาน เช่น ไม่พึงพอใจ ไม่เห็นด้วย ไม่ยินดี ไม่ร่วมมือ ไม่หาถาม

3. เจตคติที่เป็นกลาง เป็นการแสดงออกในลักษณะที่ไม่เป็นทั้งเจตคติเชิงนิมานและเจตคติเชิงนิเสธ แต่อยู่ระหว่างกลางไม่เข้าข้างใดข้างหนึ่ง เช่น รู้สึกเฉยๆ ไม่ถึงกับชอบ หรือเกลียด เป็นต้น

คณะอนุกรรมการพัฒนาการสอนและผลิตวัสดุอุปกรณ์การสอนวิทยาศาสตร์ (ทบวงมหาวิทยาลัย. 2525 : 55) ได้แบ่งเจตคติที่เกิดขึ้นเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. เจตคติเชิงบวก เป็นความพร้อมที่จะตอบสนองในลักษณะของความพึงพอใจและเห็นด้วย อาจทำให้บุคคลอยากกระทำ อยากได้ หรืออยากใกล้สิ่งนั้น

2. เจตคติเชิงลบ เป็นความพร้อมที่จะตอบสนองในลักษณะของความไม่พึงพอใจ ไม่เห็นด้วย อาจทำให้บุคคลไม่อยากกระทำ ไม่อยากได้ หรือไม่อยากใกล้สิ่งนั้น

งานวิจัยเกี่ยวกับชุดการสอนมินิคอร์ส

งานวิจัยในประเทศ

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการนำหลักการของชุดการสอนมินิคอร์สมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยยังมีจำนวนไม่มากทั้งนี้อาจเนื่องมาจากชุดการสอนมินิคอร์สยังเป็นนวัตกรรมใหม่ในวงการการศึกษาของไทย อย่างไรก็ตามจากการศึกษาค้นคว้า ได้มีผู้วิจัยได้ทำการศึกษาชุดการสอนมินิคอร์สซึ่งจะนำเสนอดังต่อไปนี้

ชาดิชัย วิโรจนะ (2531 : 72-73) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดการสอนมินิคอร์สในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร ปีการศึกษา 2530 จำนวน

100 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 50 คนและกลุ่มควบคุม 50 คน ผลการทดลองพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับที่เรียนโดยการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

เชาวลิต ชานาญ (2531 : 75-78) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับการสอนตามคู่มือครู สสวท. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนบhumพิทยาคม อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี ปีการศึกษา 2530 จำนวน 60 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 30 คน และกลุ่มควบคุม 30 คน ผลการวิจัยปรากฏว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากนักเรียนที่เรียนตามคู่มืออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ไม่แตกต่างกัน

หงส์ธร สุภโชคพาณิชย์ (2532 : 43-44) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนบ้านนา "นายกพิทยากร" อำเภอบ้านนา จังหวัดนครนายก ปีการศึกษา 2531 จำนวน 80 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 40 คน และกลุ่มควบคุม 40 คน ผลปรากฏว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

งานวิจัยในต่างประเทศ

เคทซ์ (Katz. 1975 : 218-A) ได้ศึกษาผลการใช้ชุดการสอนมินิคอร์สของนักศึกษาครูที่สอนเด็กปฐมวัยอ่อนระดับต้นและระดับกลาง กลุ่มตัวอย่างคือนักศึกษาครูของมหาวิทยาลัยวิสคอนซิน (University of

Wisconsin) จำนวน 21 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 11 คน และกลุ่มควบคุม 10 คน กลุ่มทดลองเข้าร่วมโครงการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ได้เข้าร่วมโครงการนี้ ผลการศึกษาพบว่ากลุ่มทดลองมีทักษะเพิ่มขึ้น 5 ทักษะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีทักษะสูงกว่ากลุ่มควบคุม 2 ทักษะ

เคอร์ (Kerr. 1975 : 3356-7) ได้ศึกษาถึงพฤติกรรมด้านความรู้สึก (Affective Behaviors) ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับการสอนปกติ กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 5 โรงเรียนในเมืองเวิน (Wayne) รัฐมิชิแกน จำนวน 248 คน เป็นกลุ่มทดลอง 130 คน และกลุ่มควบคุม 118 คน ผลการศึกษาพบว่า กลุ่มที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สมีเจตคติต่อวิชาที่เรียนและต่อครูสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการสอนปกติ

มิลโซว (Milzow. 1976 : 7165-A) ได้ศึกษาเจตคติของนักเรียนและครูในโครงการมินิคอร์สระหว่างปี 1973-1974 ของโรงเรียนมัธยมเคนเนดี (Kennedy Junior High School) รัฐมิชิแกน ผลการศึกษาพบว่า ความคิดเห็นของนักเรียนทุกระดับความสามารถคือ สูง กลาง ต่ำ ที่มีต่อมินิคอร์สไม่แตกต่างกัน นักเรียนทุกระดับความสามารถเห็นด้วยกับวิธีสอนในชุดการสอนมินิคอร์สและชอบวิธีสอนแบบนี้มากกว่าวิธีสอนแบบปกติ ส่วนครูในโครงการมินิคอร์สมีเจตคติทางบวกและเห็นด้วยอย่างยิ่งกับระบบของมินิคอร์ส

จากการศึกษางานวิจัยข้างต้นพอสรุปได้ว่า การสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สส่วนใหญ่ทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากการเรียนแบบปกติและมีเจตคติต่อวิชาเรียนสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำชุดการสอนมินิคอร์สมาปรับปรุงใช้ในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเพื่อจะทำให้ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพสูงขึ้นและมีเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์สูงขึ้น

งานวิจัย เกี่ยวกับการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ตามคู่มือครูหรือแบบ สสวท. กับ
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

งานวิจัยในประเทศ

ประทวน อ่อนไสว (2527 : 65-68) ได้ทดลองสอนเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้บทเรียนโมเดลกับการสอนแบบ สสวท. กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนพิบูลวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดลพบุรี ปีการศึกษา 2526 จำนวน 80 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 40 คนและกลุ่มควบคุม 40 คน ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนโมเดลมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากนักเรียนที่เรียนด้วยการสอนแบบ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยการสอนแบบ สสวท.

ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์ (2528 : 54-56) ได้ทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูกับการสอนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเอง กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประจักษ์ศิลปาคาร อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี ปีการศึกษา 2528 จำนวน 101 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 50 คนและกลุ่มควบคุม 51 คน ผลการทดลองปรากฏว่านักเรียนที่เรียนโดยสอนตามคู่มือครูกับที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนด้วยตนเองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

วิรงรอง โรจนกุล (2529 : 94-109) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผ่นภาพโป่งใสประกอบและการสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนศรัทธาสมุทร อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสงคราม ปีการศึกษา 2529 จำนวน 90 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 45 คนและกลุ่มควบคุม 45 คน ผลการศึกษาพบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้แผ่นภาพโป่งใสประกอบมี

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่าง
มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ธวัช ทิพย์พิทักษ์ (2532 : 50-51) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทปโทรทัศน์ประกอบกับ
การสอนตามคู่มือครู กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียน
มัธยมสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพมหานคร
ปีการศึกษา 2531 จำนวน 80 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 40 คน และ
กลุ่มควบคุม 40 คน ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้
เทปโทรทัศน์ประกอบกับการสอนตามคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
ไม่แตกต่างกัน

งานวิจัยในต่างประเทศ

เดวิส (Davis. 1978 : 211-A) ได้ศึกษาเพื่อเปรียบเทียบ
ผลการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ 3 แบบ ที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์ กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และปีที่ 6 ของ
สถาบันเคอร์แธม (Durham Academy) เมืองเคอร์แธม มลรัฐคาโรไลนา
เหนือ จำนวน 132 คน นักเรียนแต่ละระดับแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม แล้วเลือก
วิธีการสอน 3 แบบคือ การบรรยายประกอบการอภิปราย (Lecture
Discussion Method) การทดลองแบบอุปมาน (Inductive Laboratory
Method) และ การทดลองเพื่อตรวจสอบ (Verification Laboratory
Method) ผลการทดลองปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทุกกลุ่ม
ไม่แตกต่างกัน

โอลารินอย (Olarinoye. 1979 : 4848-A) ได้วิจัยเพื่อเปรียบเทียบ
ผลการสอน 3 แบบ คือ การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนวทาง
(Guided Inquiry) การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็น
ผู้ดำเนินการเอง (Inquiry Role Approach) และการสอนแบบปกติ
(Traditional) ในวิชาฟิสิกส์ทั่วไป กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา

ปีที่ 2 ของวิทยาลัยรัฐบาล (Government College) เมืองคะโน (Kano) ประเทศไนจีเรีย จำนวน 108 คน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่มและกลุ่มควบคุม 1 กลุ่ม ให้กลุ่มทดลองที่ 1 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่มีการชี้แนวทาง กลุ่มทดลองที่ 2 ได้รับการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ที่นักเรียนเป็นผู้ดำเนินการเอง และกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน

เดวิส (Davis. 1979 : 4164-A) ได้ทำการเปรียบเทียบการสอนแบบสืบเสาะที่มีการชี้แนะแนวทาง (Guided Inquiry-Discovery Approach) กับการสอนแบบครูบอกความรู้ตามตำรา (Expository-Text Approach) กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนขนาดใหญ่ในเมือง จำนวน 103 คน แบ่งออกเป็นกลุ่มทดลอง 51 คน กลุ่มควบคุม 52 คน กลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบสืบเสาะที่มีการชี้แนะแนวทาง ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบครูบอกความรู้ตามตำรา ผลการทดลองปรากฏว่า นักเรียนกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นนี้จะพบว่าการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามคู่มือครูหรือแบบ สสวท. นั้นมีทั้งส่วนที่ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันและไม่แตกต่างกัน ยังไม่มีข้อสรุปเด่นชัด อย่างไรก็ตามผู้วิจัยเห็นว่าการสอนมินิคอร์สซึ่งมีกิจกรรมหลายรูปแบบน่าจะเป็นนวัตกรรมการสอนวิทยาศาสตร์ที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดผลการเรียนรู้ที่ดีขึ้นในหลายด้าน โดยเฉพาะในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ภายภาพชีวภาพ ซึ่งผู้วิจัยจะได้เปรียบเทียบผลการเรียนดังกล่าวของนักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับการสอนตามคู่มือครูต่อไป

สมมติฐานการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพในด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้ไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพในด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านสื่อการสอน และด้านการนำความรู้ไปใช้ แตกต่างกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการในเรื่องต่างๆ ดังจะนำเสนอตามลำดับหัวข้อต่อไปนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การกำหนดเนื้อหาและระยะเวลาในการทดลอง
3. การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง
4. การกำหนดแบบแผนการทดลองที่ใช้ในการวิจัย
5. การดำเนินการทดลอง
6. การวิเคราะห์ข้อมูล
7. สถิติที่ใช้ในการวิจัย

การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมวัดคุสุติาราม เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของกระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่างของการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมวัดคุสุติาราม เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของกระทรวงศึกษาธิการ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 จำนวน 66 คน ซึ่งได้มาจากการจับสลาก แล้วจับสลากอีกครั้งเพื่อจัดเป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส ส่วนกลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู

การกำหนดเนื้อหาและระยะเวลาในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของกระทรวงศึกษาธิการ

ระยะเวลาในการทดลอง การทดลองสอนสำหรับการวิจัยครั้งนี้ กระทำตั้งแต่วันที่ 24 พฤษภาคม 2532 ถึงวันที่ 19 กรกฎาคม 2532 โดยใช้เวลา 18 คาบ สำหรับกลุ่มทดลอง และใช้เวลา 22 คาบ สำหรับกลุ่มควบคุม (คาบละ 50 นาที)

การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา ซึ่งมี 2 แบบ คือ

1.1 แผนการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส

1.2 แผนการสอนตามคู่มือครู

2. ชุดการสอนมินิคอร์สวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา

4. แบบสอบถามเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีการสร้างและพัฒนา ดังนี้

1. แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1.1 ศึกษาจุดหมายของหลักสูตร จุดประสงค์และขอบข่ายของ วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ จากหนังสือหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของกระทรวงศึกษาธิการ

1.2 ศึกษารายละเอียดของเนื้อหา เรื่องร่างกายของเรา จาก หนังสือเรียน และคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของกระทรวงศึกษาธิการ

1.3 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง จากเอกสารสำหรับครู เรื่องรวมจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์ กายภาพชีวภาพ ซึ่งสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ เป็นผู้จัดทำ

1.4 วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์ เพื่อกำหนดความคิด รวบรวม จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม- และเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรม การเรียนการสอน การสร้างสื่อ และการประเมินผลการเรียนการสอน

1.5 สร้างแผนการสอนตามเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง ประกอบด้วยความคิดรวบยอด จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม กิจกรรมการเรียนการสอน โดยดำเนินการสร้างตามคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของกระทรวงศึกษาธิการ

2. ชุดการสอนมินิคอร์สวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง ร่างกายของเรา ผู้วิจัยสร้างขึ้นตามเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งเป็นเนื้อหา เคี้ยวกับแผนการสอนของกลุ่มควบคุม มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการและวิธีการสร้าง ชุดการสอนมินิคอร์สจากเอกสาร เพื่อเป็นแนวทางในการจัดเนื้อหาและสร้าง ชุดการสอนมินิคอร์ส

2.2 ศึกษาหลักสูตร คู่มือครู หนังสือเรียน และเนื้อหาที่จะสอน เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดพฤติกรรมที่ต้องการ

2.3 วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา เพื่อกำหนดจุดมุ่งหมายทั่วไป และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จากพฤติกรรมที่ต้องการเพื่อเป็นแนวทางในการ จัดทำแผนการสอน กิจกรรมการเรียนการสอน และการประเมินผลของเนื้อหา ที่ใช้ในชุดการสอนมินิคอร์ส

2.4 สร้างชุดการสอนมินิคอร์สวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ โดยคำนึงตามขั้นตอนของโครงการพัฒนานวัตกรรมทางการศึกษาแห่งอาเซียน (APEID. 1982 : 9-13) ซึ่งมีองค์ประกอบ 5 ส่วนคือ

1. หลักการและเหตุผล คำแนะนำ จุดมุ่งหมายและ โครงสร้าง
2. แผนการสอนรายคาบ
3. กิจกรรมนักเรียน
4. กิจกรรมครู
5. เอกสาร สื่อ และแผนภูมิที่ใช้ประกอบการสอน

2.5 นำชุดการสอนมินิคอร์สที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ คุณลักษณะ โครงสร้าง ความถูกต้องของเนื้อหา กิจกรรม สื่อการสอนและ การประเมินผล

2.6 นำชุดการสอนมินิคอร์สไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางแคปานขำ เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร จำนวน 30 คน เมื่อวันที่ 18 พฤษภาคม 2532 ถึงวันที่ 2 มิถุนายน 2532 เพื่อหาข้อบกพร่อง แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาวิธีการสร้างข้อสอบจากเอกสารและตำราต่าง ๆ ดังนี้

3.1.1 ตำราเรื่อง "เทคนิคการเขียนข้อสอบ" ของ ชวาล แพร์ติกุล (2520 : 1-407)

3.1.2 หนังสือเรื่อง "การวัดผลการศึกษา" ของ
ไพศาล หวังพานิช (2520 : 1-199)

3.1.3 หนังสือเรื่อง "ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ : เขียน
อย่างไรให้มีคุณภาพ" ของ คลอบเพอร์ ซึ่งพิศาล สร้อยธุระา แบลและ
เรียบเรียง (คลอบเพอร์. 2525 : 1-165)

3.1.4 ตำราเรื่อง "การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบ
ผลสัมฤทธิ์" ของ พวงรัตน์ ทวีรัตน์ (2529 : 1-382)

3.2 ศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้จากหนังสือคู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์
กายภาพชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา และแผนการสอน

3.3 วิเคราะห์จุดประสงค์ของการเรียนรู้ของบทเรียนเรื่อง
ร่างกายของเรา โดยครูผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของโรงเรียน
มัธยมวัดคุลีธาราม จำนวน 5 คน ประกอบด้วย อาจารย์वासนา บุญโพธิ์
อาจารย์วิมลรัตน์ คันธนะสฤณี อาจารย์อาภากร มานะพันธุ์นิม
อาจารย์อ้อทิพย์ ไห้งาม และอาจารย์สวิตา หุ่งทศธรรม โดยแบ่งพฤติกรรม
ที่จะวัดออกเป็น 4 ด้าน คือ

3.3.1 ด้านความรู้ความจำ

3.3.2 ด้านความเข้าใจ

3.3.3 ด้านการนำความรู้ไปใช้

3.3.4 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
กายภาพชีวภาพตามพฤติกรรมที่ต้องการวัดในตารางวิเคราะห์หลักสูตร เป็น
แบบปรนัยชนิดเลือกตอบมี 5 ตัวเลือก จำนวน 100 ข้อ

3.5 นำแบบทดสอบไปให้อาจารย์ฝ่ายการวัดและประเมินผลของ
วิทยาลัยครูธนบุรี ซึ่งประกอบด้วย อาจารย์อารี วชิรารากการ
อาจารย์ยั้งศักดิ์ นิคมฤกษ์ และอาจารย์พรณี แห่งกุล ตรวจสอบคุณลักษณะ
ของข้อสอบและความสอดคล้องของข้อสอบกับพฤติกรรมที่จะวัด

3.6 นำแบบทดสอบที่แก้ไข ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบางแคปานขำ เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร จำนวน 100 คน เมื่อวันที่ 26 มกราคม 2532 แล้วนำมาวิเคราะห์คุณภาพ ของแบบทดสอบดังนี้

3.6.1 หาค่าความยากง่าย (Difficulty) และ ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) โดยใช้เทคนิค 27% ของ Kelly แล้วนำไปเปิดตารางของ จุง เทห์ ฟาน (Fan. 1952 : 6-32)

3.6.2 เลือกข้อสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง .20-.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป ซึ่งมีจำนวน 59 ข้อ ไว้เพียง 50 ข้อ โดยปรึษาและได้รับความเห็นชอบจากอาจารย์ฝ่ายการวัดและประเมินผล ของวิทยาลัยครูธนบุรี จำนวน 3 ท่าน คือ อาจารย์อารี วชิรวรการ อาจารย์พรรณี แห่งกุล และอาจารย์ย้งศักดิ์ นิคมฤกษ์

3.6.3 นำข้อสอบที่คัดเลือกและปรับปรุงแล้วจากข้อ 3.6.2 ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมวัดकुสิคาราม ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ บทเรียนเรื่อง ร่างกายของเรา มาแล้ว โดยทำการทดสอบเมื่อวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2532 แล้วนำผลการสอบที่ได้มาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) ของข้อสอบตามวิธี คูเตอร์ ริชาร์ดสัน โดยใช้สูตร KR-20 ด้านความรู้ความจำได้ค่าความเชื่อมั่น 0.69 ด้านความเข้าใจได้ค่าความเชื่อมั่น 0.52 ด้านการนำความรู้ไปใช้ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.56 ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.59 และทั้งฉบับได้ค่าความเชื่อมั่น 0.76

4. แบบสอบถามเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ กายภาพชีวภาพ มีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาเทคนิคการสร้างแบบสอบถามจากเอกสารและคำร่ำ
คำง ว คังนี้

4.1.1 คำร่ำเรื่อง "หลักการวิจัยเบื้องต้น" ของ
อนันต์ ศรีโสภ (2522 : 230-232)

4.1.2 คำร่ำเรื่อง "หลักการวิจัยทางการศึกษา" ของ
ล้วน สาขยศ และ อังคณา สาขยศ (2528 : 152-159)

4.1.3 หนังสือเรื่อง "มาตราวัดทัศนคติตามวิธีของลิเคิร์ต"
ของ พวงรัตน์ หวีรัตน์ และ คิลก คิลกานนท์ (2526 : 35-36)

4.2 สร้างแบบสอบถามเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
กายภาพชีวภาพโดยใช้มาตราส่วนประเมินค่า (Rating Scale)
5 ระดับ ตามหลักการของลิเคิร์ต (Likert) แบบสอบถามนี้มีจำนวน 32 ข้อ

4.3 นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นไปให้กรรมการที่ปรึกษาปริญญา
นิพนธ์ตรวจและพิจารณาความเหมาะสม

4.4 นำแบบสอบถามเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
กายภาพชีวภาพที่แก้ไข ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่
5 โรงเรียนมัธยมสาธิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร กรุงเทพมหานคร
จำนวน 100 คน เมื่อวันที่ 9 กุมภาพันธ์ 2532

4.5 ตรวจคำตอบที่นักเรียนตอบแบบสอบถาม โดยให้คะแนนดังนี้
ข้อความที่มีความหมายในเชิงนิมาม (Positive)

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้คะแนน 5 คะแนน
เห็นด้วย	" " 4 คะแนน
ไม่แน่ใจ	" " 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	" " 2 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	" " 1 คะแนน

ข้อความที่มีความหมายในเชิงลบ (Negative)

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้คะแนน 1 คะแนน
เห็นด้วย	" " 2 คะแนน
ไม่แน่ใจ	" " 3 คะแนน
ไม่เห็นด้วย	" " 4 คะแนน
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	" " 5 คะแนน

4.6 นำคะแนนของนักเรียนที่ได้คะแนนสูงในกลุ่ม 25% แรก (ของผู้ที่ตอบแบบสอบถามทั้งหมด) และคะแนนของนักเรียนที่ได้คะแนนต่ำในกลุ่ม 25% หลัง (ของผู้ที่ตอบแบบสอบถามทั้งหมด) มาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก โดยใช้สถิติ t-test ตรวจสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง และกลุ่มต่ำเป็นรายข้อ แล้วเลือกเฉพาะข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกสูงไว้จำนวน 30 ข้อ

4.7 นำแบบสอบถามที่คัดเลือกและปรับปรุงแล้ว จากข้อ 4.6 ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนบางแคปานขำ เมื่อวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2532 แล้วนำข้อสอบมาหาค่าความเชื่อมั่น (Reliability) โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟา (Alpha Coefficient) ของ Cronbach คำนวณกิจกรรมการเรียนการสอนได้ค่าความเชื่อมั่น 0.71 คำนวณสื่อการสอนได้ค่าความเชื่อมั่น 0.75 คำนวณการนำความรู้ไปใช้ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.80 และทั้งฉบับได้ค่าความเชื่อมั่น 0.83

แบบแผนการทดลองที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยคำนึง
การทดลองตามแบบแผนการวิจัยแบบที่มีกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมแบบสุ่ม และ
มีการสอบครั้งแรกและครั้งหลัง (Randomized control group pretest
posttest design) (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2530 : 114) มีแบบแผน
การทดลองดังนี้

ตาราง 1 แบบแผนการทดลอง

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
RE	T_1	X	T_2
RC	T_1	$\sim X$	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

- R แทนการกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม
- E แทนกลุ่มทดลอง (Experimental group) ซึ่งสอนโดยใช้
ชุดการสอนมินิคอร์ส
- C แทนกลุ่มควบคุม (Control group) ซึ่งสอนตามคู่มือครู
- T_1 แทนการสอบก่อนการทดลอง (Pretest)
- T_2 แทนการสอบหลังการทดลอง (Posttest)
- X แทนการจัดกระทำหรือการให้ตัวแปรทดลอง
- $\sim X$ แทนไม่มีการจัดกระทำหรือไม่ให้ตัวแปรทดลอง

การดำเนินการทดลอง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามลำดับดังนี้

1. ทดสอบนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มก่อนการทดลอง โดยใช้แบบสอบถามเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง ร่างกายของเรา เมื่อวันที่ 24 พฤษภาคม 2532

2. ดำเนินการทดลองสอนตามแบบแผนการสอน ที่สร้างขึ้นในเนื้อหาเดียวกันทั้งสองกลุ่ม โดยใช้เวลาทดลองสอนกลุ่มทดลอง 18 คาบ และกลุ่มควบคุม 22 คาบ (คาบละ 50 นาที) ตั้งแต่วันที่ 24 พฤษภาคม 2532 ถึงวันที่ 19 กรกฎาคม 2532

2.1 กลุ่มทดลอง สอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

2.2 กลุ่มควบคุม สอนตามแผนการสอนที่สร้างขึ้นตามคู่มือครูของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

3. เมื่อเสร็จสิ้นการทดลองสอนแล้ว ทำการทดสอบนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม โดยใช้แบบสอบถามเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ (ฉบับเดียวกับที่ใช้ทดสอบครั้งแรก) เมื่อวันที่ 21 กรกฎาคม 2532 และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง ร่างกายของเรา (ฉบับเดียวกับที่ใช้ทดสอบครั้งแรก) เมื่อวันที่ 27 กรกฎาคม 2532

4. ตรวจให้คะแนนคำตอบของนักเรียนแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อทดสอบสมมุติฐานต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา และเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ตามลำดับดังนี้

1. นำคะแนนของผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม มาคำนวณค่า $\bar{X}$, S^2 และเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยโดยใช้ t-test แบบ Independent samples

2. นำคะแนนของผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพหลังการทดลองของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม มาเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเป็นรายด้าน ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) ดังนี้

2.1 การเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเป็นรายด้าน ใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง ร่างกายของเรา ก่อนการทดลองของแต่ละด้านเป็นตัวแปรร่วม (Covariate)

2.2 การเปรียบเทียบความแตกต่างของเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเป็นรายด้าน ใช้คะแนนเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ก่อนการทดลองของแต่ละด้านเป็นตัวแปรร่วม (Covariate)

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของเครื่องมือ

1.1 การหาค่าความยากง่าย (p) และ ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง ร่างกายของเรา ทำการวิเคราะห์เป็นรายข้อ (Item Analysis) โดยใช้เทคนิค 27% ของ Kelly แล้วนำไปเปิดตารางของ จุง เทห์ ฟาน (Fan. 1952 : 6-32)

1.2 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง ร่างกายของเรา ใช้สูตร KR-20 (ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2528 : 168)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\}$$

เมื่อ r_{tt} แทนค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 n แทนจำนวนข้อของแบบทดสอบ
 p แทนสัดส่วนของผู้ตอบถูกในแต่ละข้อซึ่งคำนวณได้จาก $\frac{\text{จำนวนคนที่ทำถูก}}{\text{จำนวนคนทั้งหมด}}$
 q แทนสัดส่วนของผู้ตอบผิดในแต่ละข้อ หรือ คือ $1-p$
 s_t^2 แทนความแปรปรวนของคะแนนรวม

1.3 การหาค่าอำนาจจำแนกของแบบสอบถามเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ วิเคราะห์ด้วยวิธีการแจกแจงแบบที (t-distribution) ตามสูตร (หลวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2530 : 238)

$$t = \frac{\bar{X}_H - \bar{X}_L}{\sqrt{\frac{S_H^2}{n_H} + \frac{S_L^2}{n_L}}}$$

เมื่อ t แทนสถิติในการแจกแจงแบบทีเพื่อนำมาพิจารณาอำนาจจำแนกของแบบสอบถาม

$\bar{X}_H$ แทนคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มสูง

$\bar{X}_L$ แทนคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มต่ำ

S_H^2 แทนความแปรปรวนของคะแนนในกลุ่มสูง

S_L^2 แทนความแปรปรวนของคะแนนในกลุ่มต่ำ

n แทนจำนวนคนในแต่ละกลุ่มซึ่ง เท่ากัน

1.4 การหาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ตามสูตร (หลวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2530 : 228)

$$\alpha = \frac{n}{n - 1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right\}$$

เมื่อ α แทนค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม

n แทนจำนวนข้อของแบบสอบถาม

s_i^2 แทนความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ

s_t^2 แทนความแปรปรวนของคะแนนรวม

2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมุติฐาน

2.1 การทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับการเปรียบเทียบคะแนน
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
กายภาพชีวภาพก่อนการทดลอง ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ใช้ t-test
และ df ตามสูตรดังนี้ (หางรักณ์ ทวีรัตน์. 2530 : 288-289)

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

$$df = \frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_1^2}{n_1}\right)^2}{n_1 - 1} + \frac{\left(\frac{s_2^2}{n_2}\right)^2}{n_2 - 1}}$$

เมื่อ	$\bar{x}_1$	แทนคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง
	$\bar{x}_2$	แทนคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม
	s_1^2	แทนความแปรปรวนของคะแนนในกลุ่มทดลอง
	s_2^2	แทนความแปรปรวนของคะแนนในกลุ่มควบคุม
	n_1	แทนจำนวนคนในกลุ่มทดลอง
	n_2	แทนจำนวนคนในกลุ่มควบคุม

2.2 การทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับการเปรียบเทียบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเป็นรายค้ำน ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) โดยใช้คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา ก่อนการทดลองของแต่ละค้ำนเป็นตัวแปรร่วม (Covariate)

2.3 การทดสอบสมมุติฐานเกี่ยวกับการเปรียบเทียบความแตกต่างของเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเป็นรายค้ำน ใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA) โดยใช้คะแนนเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพก่อนการทดลองของแต่ละค้ำนเป็นตัวแปรร่วม (Covariate)

คำสถิติที่เกี่ยวข้องในการเปรียบเทียบความแตกต่างในข้อ 2.2 และ 2.3 ซึ่งใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมแสดงไว้ในตารางสำเร็จรูปต่อไปนี้ (เกษม สหราชทิพย์. 2531 : 345)

ตาราง 2 ค่าสถิติที่เกี่ยวข้องในการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบทางเดียวและมีตัวแปรร่วมตัวเดียว

Source	SS of X	SS of Y	SUM of XY	df	SS of $\hat{Y}$	F-ratio
Between (B)	$\frac{k \sum T_{Xj}^2}{n_j} - \frac{T_X^2}{N}$	$\frac{k \sum T_{Yj}^2}{n_j} - \frac{T_Y^2}{N}$	$\frac{k \sum T_{Xj} T_{Yj}}{n_j} - \frac{T_X T_Y}{N}$	k-1	$SS_T \text{ of } \hat{Y} - SS_W \text{ of } \hat{Y}$	$\left[\frac{SS_B \text{ of } \hat{Y}}{k-1} \right]$
Within (W)	$\frac{k n_j \sum X_{ij}^2}{\sum \sum X_{ij}^2} - \frac{k \sum T_{Xj}^2}{n_j}$	$\frac{k n_j \sum Y_{ij}^2}{\sum \sum Y_{ij}^2} - \frac{k \sum T_{Yj}^2}{n_j}$	$\frac{k n_j \sum X_{ij} Y_{ij}}{\sum \sum X_{ij} Y_{ij}} - \frac{k \sum T_{Xj} T_{Yj}}{n_j}$	N-k-1	$SS_W \text{ of } Y - \frac{(\sum W \text{ of } XY)^2}{SS_W \text{ of } X}$	$\left[\frac{SS_W \text{ of } \hat{Y}}{N-k-1} \right]$
Total (T)	$\frac{k n_j \sum X_{ij}^2}{\sum \sum X_{ij}^2} - \frac{T_X^2}{N}$	$\frac{k n_j \sum Y_{ij}^2}{\sum \sum Y_{ij}^2} - \frac{T_Y^2}{N}$	$\frac{k n_j \sum X_{ij} Y_{ij}}{\sum \sum X_{ij} Y_{ij}} - \frac{T_X T_Y}{N}$	N-2	$SS_T \text{ of } Y - \frac{(\sum T \text{ of } XY)^2}{SS_T \text{ of } X}$	

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลจะกระทำตามลำดับความมุ่งหมายของการวิจัยที่กำหนดไว้ โดยนำเสนอเป็นตารางพร้อมคำอธิบายประกอบท้ายตาราง

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

N	แทนจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
X	แทนคะแนนจากการทดสอบก่อนการทดลอง
Y	แทนคะแนนจากการทดสอบหลังการทดลอง
$\bar{X}$	แทนค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบก่อนการทดลอง
$\bar{Y}$	แทนค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการทดสอบหลังการทดลอง
S	แทนความเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน (Standard deviation)
S^2	แทนความแปรปรวนของคะแนน (Variance)
SS	แทนผลบวกกำลังสองของคะแนน (Sum of Squares)
S of P	แทนผลบวกของผลคูณของคะแนน (Sum of Product)
MS	แทนค่าเฉลี่ยของผลบวกกำลังสองของคะแนน (Mean Square)
df	แทนขั้นแห่งเป็นความอิสระ
F	แทนอัตราส่วนระหว่างค่าความแปรปรวนระหว่างกลุ่มกับค่าความแปรปรวนภายในกลุ่ม
*	แทนความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
**	แทนความมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การเปรียบเทียบความรู้พื้นฐานและเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
กายภาพชีวภาพระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมก่อนการทดลอง

เพื่อเปรียบเทียบว่ากลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนและเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ
ก่อนการทดลองแตกต่างกันหรือไม่ ผู้วิจัยจึงได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา และ
เปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ
ก่อนการทดลองโดยใช้ t -test ผลการเปรียบเทียบปรากฏดังตาราง 3 และ
ตาราง 4

ตาราง 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
กายภาพชีวภาพระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมก่อนการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$	S^2	N	t
กลุ่มทดลอง	18.46	11.99	39	0.216
กลุ่มควบคุม	18.63	8.4	27	

$$t_{.05(df\ 60)} = 2.000$$

ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
 ภายภาพชีวภาพระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมก่อนการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	$\bar{X}$	S^2	N	t
กลุ่มทดลอง	111.21	109.38	39	0.442
กลุ่มควบคุม	113.30	84.45	27	

$$t_{.05(df\ 60)} = 2.000$$

จากตาราง 3 แสดงว่ากลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ภายภาพชีวภาพก่อนการทดลอง ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

จากตาราง 4 แสดงว่ากลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ภายภาพชีวภาพก่อนการทดลอง ไม่แตกต่างกันที่ระดับนัยสำคัญ .05

นั่นคือ กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ภายภาพชีวภาพก่อนการทดลองเท่าเทียมกัน สามารถดำเนินการทดลองต่อไปได้

**ผลการ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ
ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม**

หลังจากการดำเนินการทดลองเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยได้ทดสอบ
ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านความรู้ความจำ
ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้ไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ดังผลการวิเคราะห์
ในตาราง 5-8 และ 9-12

**1. ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ
ด้านความรู้ความจำ**

ผู้วิจัยได้หาค่า $\bar{X}$ และ S^2 ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพด้านความรู้ความจำของกลุ่มทดลองกับ
กลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลอง ดังผลการวิเคราะห์ในตาราง 5

ตาราง 5 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์
กายภาพชีวภาพ ด้านความรู้ความจำ ก่อนและหลังการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S_x^2	$\bar{Y}$	S_y^2
กลุ่มทดลอง	39	6.62	2.08	10.38	5.66
กลุ่มควบคุม	27	6.48	1.34	8.89	4.10

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

ด้านความเข้าใจ

ผู้วิจัยได้หาค่า $\bar{X}$ และ S^2 ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพด้านความเข้าใจของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลอง ดังผลการวิเคราะห์ในตาราง 6

ตาราง 6 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านความเข้าใจ ก่อนและหลังการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S^2_x	$\bar{Y}$	S^2_y
กลุ่มทดลอง	39	6.44	1.83	10.10	4.15
กลุ่มควบคุม	27	6.26	1.51	8.07	4.92

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

ด้านการนำความรู้ไปใช้

ผู้วิจัยได้หาค่า $\bar{X}$ และ S^2 ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพด้านการนำความรู้ไปใช้ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลอง ดังผลการวิเคราะห์ในตาราง 7

ตาราง 7 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านการนำความรู้ไปใช้ ก่อนและหลังการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S_x^2	$\bar{Y}$	S_y^2
กลุ่มทดลอง	39	2.83	0.84	5.56	3.96
กลุ่มควบคุม	27	3.11	1.33	4.56	3.18

4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

ผู้วิจัยได้หาค่า $\bar{X}$ และ S^2 ของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลอง ดังผลการวิเคราะห์ในตาราง 8

ตาราง 8 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S_x^2	$\bar{Y}$	S_y^2
กลุ่มทดลอง	39	2.56	1.25	6.41	1.83
กลุ่มควบคุม	27	2.78	0.95	5.52	2.57

ตาราง 5, 6, 7 และ 8 เป็นการนำเสนอข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้ไปใช้และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า คะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกัน ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมโดยใช้คะแนนก่อนการทดลองในแต่ละด้านเป็นตัวแปรร่วม ดังแสดงผลการวิเคราะห์ตามตาราง 9, 10, 11 และ 12 ต่อไปนี้

ตาราง 9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านความรู้ความจำ

Source	SS_x	SS_y	S of XY	df	$SS_{\hat{y}}$	$MS_{\hat{y}}$	F
Between	0.29	35.69	3.20	1	32.26	32.26	7.03*
Within	113.97	321.90	61.21	63	289.02	4.59	
Total	114.26	357.59	64.41	64	321.28		

$P < .025$

ตาราง 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านความเข้าใจ

Source	SS_x	SS_y	S of XY	df	$SS_{\hat{y}}$	$MS_{\hat{y}}$	F
Between	0.50	65.65	5.71	1	64.44	64.44	14.26**
Within	108.77	285.44	8.74	63	284.74	4.52	
Total	109.27	351.09	14.45	64	349.18		

$P < .005$

ตาราง 11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านการนำความรู้ไปใช้

Source	SS_x	SS_y	S of XY	df	$SS_{\hat{y}}$	$MS_{\hat{y}}$	F
Between	1.35	19.70	-5.15	1	22.96	22.96	6.41*
Within	66.41	233.33	23.00	63	225.37	3.58	
Total	67.76	253.03	17.85	64	248.33		

$P < .025$

ตาราง 12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านทักษะกระบวนการ
ทางวิทยาศาสตร์

Source	SS_x	SS_y	S of XY	df	$SS_{\hat{y}}$	$MS_{\hat{y}}$	F
Between	0.73	12.69	-3.04	1	14.92	14.92	7.46**
Within	72.26	136.17	27.09	63	126.02	2.00	
Total	72.99	148.86	24.05	64	140.94		

$P < .01$

จากตาราง 9, 10, 11 และ 12 พบว่ากลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านความรู้ความจำ และด้านการนำความรู้ไปใช้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ $P < .025$) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านความเข้าใจ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ $P < .005$) และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ $P < .01$)

ผลการเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

หลังจากการดำเนินการทดลองเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยได้ทดสอบเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านสื่อการสอน และด้านการนำความรู้ไปใช้ ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ดังผลการวิเคราะห์ในตาราง 13-15 และ 16-18

1. เจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ
ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน

ผู้วิจัยได้หาค่า $\bar{X}$ และ S^2 ของคะแนนเจตคติต่อการเรียน
การสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพด้านกิจกรรมการเรียนการสอนของ
กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลอง ดังผลการวิเคราะห์ใน
ตาราง 13

ตาราง 13 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนเจตคติต่อการเรียนการสอน
วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน
ก่อนและหลังการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S_x^2	$\bar{Y}$	S_y^2
กลุ่มทดลอง	39	44.56	30.78	49.59	25.67
กลุ่มควบคุม	27	46.44	13.26	44.07	20.61

2. เจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ
ด้านสื่อการสอน

ผู้วิจัยได้หาค่า $\bar{X}$ และ S^2 ของคะแนนเจตคติต่อการเรียน
การสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพด้านสื่อการสอนของกลุ่มทดลองกับ
กลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลอง ดังผลการวิเคราะห์ในตาราง 14

ตาราง 14 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านสื่อการสอน ก่อนและหลังการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S_x^2	$\bar{Y}$	S_y^2
กลุ่มทดลอง	39	38.90	22.04	43.49	11.36
กลุ่มควบคุม	27	38.81	22.93	37.56	19.33

3. เจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านการนำความรู้ไปใช้

ผู้วิจัยได้หาค่า $\bar{X}$ และ S^2 ของคะแนนเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพด้านการนำความรู้ไปใช้ของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลอง ดังผลการวิเคราะห์ในตาราง 15

ตาราง 15 ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนเจตคติต่อการเรียนการสอน
วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านการนำความรู้ไปใช้
ก่อนและหลังการทดลอง

กลุ่มตัวอย่าง	N	$\bar{X}$	S_x^2	$\bar{Y}$	S_y^2
กลุ่มทดลอง	39	27.74	14.62	29.13	8.90
กลุ่มควบคุม	27	28.04	16.27	27.93	8.07

ตาราง 13, 14 และ 15 เป็นการนำเสนอข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านสื่อการสอน และด้านการนำความรู้ไปใช้ ก่อนและหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งจากข้อมูลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยหลังการทดลองด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม โดยใช้คะแนนก่อนการทดลองในแต่ละด้านเป็นตัวแปรร่วม ดังแสดงผลการวิเคราะห์ในตาราง 16, 17 และ 18 ต่อไปนี้

ตาราง 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อ
 การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านกิจกรรมการเรียน
 การสอน

Source	SS_x	SS_y	S of XY	df	SS_y	MS_y	F
Between	56.41	485.38	-165.47	1	608.45	608.45	30.55**
Within	1514.26	1511.29	623.14	63	1254.86	19.92	
Total	1570.67	1996.67	457.67	64	1863.31		

$P < .005$

ตาราง 17 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อ
 การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านสื่อการสอน

Source	SS_x	SS_y	S of XY	df	SS_y	MS_y	F
Between	0.11	561.35	7.82	1	554.30	554.30	54.18**
Within	1433.66	934.41	644.73	63	644.47	10.23	
Total	1433.77	1495.76	652.55	64	1198.77		

$P < .005$

ตาราง 18 การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมเพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อ

การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านการนำความรู้ไปใช้

Source	SS_x	SS_y	S of XY	df	$SS_{\hat{y}}$	$MS_{\hat{y}}$	F
Between	1.37	23.06	-5.63	1	29.07	29.07	6.16*
Within	978.40	548.21	495.36	63	297.42	4.72	
Total	979.77	571.27	489.73	64	326.49		

$P < .025$

จากตาราง 16, 17 และ 18 แสดงว่า กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมมีเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอนและด้านสื่อการสอน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ $P < .005$) ส่วนเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพด้านการนำความรู้ไปใช้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ $P < .025$)

ตาราง 19 สรุปผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ตัวแปรตาม		กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม			F
		N	X	S	N	X	S	
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	ความรู้ความจำ	39	10.38	2.38	27	8.89	2.02	7.03*
	ความเข้าใจ	39	10.10	2.04	27	8.07	2.22	14.26**
	การนำความรู้ไปใช้	39	5.56	1.99	27	4.56	1.78	6.41*
	ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์	39	6.41	1.35	27	5.52	1.60	7.46**
เจตคติต่อการเรียนการสอน	กิจกรรมการเรียน							
	การสอน	39	49.59	5.07	27	44.07	4.54	30.55**
	สื่อการสอน	39	43.49	3.37	27	37.56	4.40	54.18**
	การนำความรู้ไปใช้	39	29.13	2.98	27	27.93	2.84	6.16*

จากตาราง 19 สรุปได้ว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

ด้านความรู้ความจำและด้านการนำความรู้ไปใช้ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(ที่ $P < .025$) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพด้านความเข้าใจแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(ที่ $P < .005$) และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(ที่ $P < .01$) ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

2. เจตคติต่อการเรียนการสอนต่อวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

กลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูมีเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอนและด้านสื่อการสอน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(ที่ $P < .005$) ยกเว้นด้านการนำความรู้ไปใช้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ(ที่ $P < .025$) ซึ่งสอดคล้องกับสมมุติฐานที่ตั้งไว้

บทที่ 5

บทย่อ สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งสรุปสาระสำคัญและผลการศึกษาค้นคว้าได้ดังนี้

ความมุ่งหมายในการศึกษาค้นคว้า

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้ไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

2. เพื่อเปรียบเทียบเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านสื่อการสอน และด้านการนำความรู้ไปใช้ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู

สมมุติฐานในการศึกษาค้นคว้า

1. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพในด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้ไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน

2. นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ภายภาพชีวภาพในด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านสื่อการสอน และ ด้านการนำความรู้ไปใช้ แยกต่างกัน

วิธีการศึกษาค้นคว้า

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยม วัดคุลีธาราม เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ภายภาพชีวภาพ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของ กระทรวงศึกษาธิการ

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยม วัดคุลีธาราม เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ภายภาพชีวภาพ ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของ กระทรวงศึกษาธิการ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2532 จำนวน 66 คน ซึ่ง ได้มาจากการจับสลาก

2. เนื้อหาและระยะเวลาในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง เป็นเนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ภายภาพ ชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 ของกระทรวงศึกษาธิการ

ระยะเวลาในการทดลอง ทดลองสอนตั้งแต่วันที่ 24 พฤษภาคม 2532 ถึง วันที่ 19 กรกฎาคม 2532 โดยใช้เวลา 18 คาบ สำหรับ กลุ่มทดลอง และใช้เวลา 22 คาบ สำหรับกลุ่มควบคุม (คาบละ 50 นาที)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่

3.1 แผนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง ร่างกายของเรา มี 2 แบบ คือ

3.1.1 แผนการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส

3.1.2 แผนการสอนตามคู่มือครู

3.2 ชุดการสอนมินิคอร์สวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง ร่างกายของเรา

3.3 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กายภาพชีวภาพเรื่อง ร่างกายของเรา

3.4 แบบสอบถามเจตคติของนักเรียนต่อการเรียนการสอนวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

4. กระบวนการในการทดลอง

4.1 ทดสอบนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มก่อน การทดลอง โดยใช้แบบสอบถามเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ กายภาพชีวภาพและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ กายภาพชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา

4.2 ดำเนินการทดลองสอนกลุ่มทดลองโดยใช้ชุดการสอน มินิคอร์สและกลุ่มควบคุมตามคู่มือครู

4.3 ทดสอบนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มหลังการทดลอง โดยใช้แบบสอบถามเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แยกวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่อง ร่างกายของเรา และเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ตามลำดับดังนี้

1. นำคะแนนของผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพก่อนการทดลองของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม มาคำนวณค่า $\bar{X}$, S^2 และเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยโดยใช้ t-test แบบ Independent samples

2. นำคะแนนของผลการทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการนำความรู้ไปใช้ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านสื่อการสอน ด้านการนำความรู้ไปใช้ หลังการทดลองของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม มาเปรียบเทียบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเป็นรายด้าน ด้วยวิธีการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

สรุปผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านความรู้ความจำ และด้านการนำความรู้ไปใช้ แตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ $P < .025$) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านความเข้าใจ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ $P < .005$) และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ $P < .01$)

2. ผลการ เปรียบเทียบเจตคติต่อการ เรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ กายภาพชีวภาพ

นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สมีเจตคติต่อ
การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านกิจกรรมการเรียน
การสอน และด้านสื่อการสอน แตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู
อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ $P < .005$) ยกเว้นด้านการนำความรู้ไปใช้แตกต่าง
กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ที่ $P < .025$)

อภิปรายผลการศึกษาค้นคว้า

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อ เปรียบเทียบ
ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนและเจตคติต่อการ เรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์
กายภาพชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างกลุ่มที่ได้รับการสอน
โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลการศึกษา
ที่ควรนำมาอภิปรายดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับ
การสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สมีผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์
กายภาพชีวภาพ แตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู ซึ่งเป็นไปตาม
สมมุติฐานข้อที่ 1 สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชาคิซัย วิโรจนะ (2530 :
73) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยม
ศึกษาปีที่ 2 ที่เรียนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สแตกต่างจากนักเรียนที่เรียนตาม
คู่มือครูของ สสวท. อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และยังสอดคล้องกับ
ผลการวิจัยของ เชาวลิก ชานาญ (2530 : 78) ที่พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้
ชุดการสอนมินิคอร์สแตกต่างจากนักเรียนที่เรียนตามคู่มือครู สสวท. อย่างมี
นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การที่นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพแตกต่างจากนักเรียนกลุ่มที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูน่าจะเป็นเพราะ ชุดการสอนมินิคอร์สที่ใช้ในการทดลองสอนครั้งนี้ประกอบด้วยกิจกรรมต่าง ๆ แต่ละกิจกรรมได้สร้างขึ้นและพัฒนาตามวิธีการระบบ ซึ่งมีวงจรประกอบด้วย บังคับ - กระบวนการ - ผลผลิต เป็นลูกโซ่ต่อเนื่องกันและมีหลักทฤษฎีการเรียนรู้ของกลุ่มพฤติกรรมนิยมที่มีแนวความคิดว่า การเรียนรู้จะเกิดขึ้นเมื่อมีการเชื่อมโยงระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสตอบสนองสิ่งเร้าและได้ผลย้อนกลับทันที ซึ่งแตกต่างจากวิธีสอนอื่น ๆ จึงทำให้นักเรียนเอาใจใส่และกระตือรือร้นต่อกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดไว้อย่างมีระบบดังกล่าว ประกอบกับบทเรียนที่ใช้ในการทดลองสอนครั้งนี้คือ เรื่องร่างกายของเรา เป็นเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับตัวนักเรียนโดยตรง นักเรียนสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ผิวหนังกับการบำรุงรักษา การพัฒนาโครงร่างและท่าทางที่ดี เป็นต้น ซึ่งเป็นเรื่องที่นักเรียนอยากรู้อยากเห็นและต้องการคำแนะนำในการปฏิบัติ (จรินทร์ สกุลถาวร, 2526 : 25) เป็นผลทำให้ผลการเรียนของนักเรียนดีขึ้น ชุดการสอนมินิคอร์สที่ใช้ในการทดลองสอนครั้งนี้ยังประกอบด้วยกิจกรรมหลายรูปแบบ เช่น การอภิปราย การทดลอง การศึกษาจากสื่อการสอน เป็นต้น ซึ่งแตกต่างจากที่นักเรียนได้รับประสบการณ์มาตั้งแต่ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เน้นวิธีการสอนแบบกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ ทำให้นักเรียนเกิดความเคยชินกับสภาพการเรียนการสอนแบบนี้ แต่เมื่อนักเรียนได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่องร่างกายของเรา ที่มีกิจกรรมหลายรูปแบบดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ซึ่งเป็นกิจกรรมแปลกใหม่จากที่นักเรียนเคยเรียน จึงทำให้นักเรียนเกิดความสนใจ มีความกระตือรือร้นในการเรียนการสอนมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับความคิดเห็นของ พรรณี ช. เจนจิต (2528 : 263) ที่กล่าวว่า การไม่ใช้วิธีสอนจำเจย่อมช่วยให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ

ได้มาก นอกจากนี้ชุดการสอนมินิคอร์สที่ใช้ในการทดลองสอนครั้งนี้ แต่ละชุด ได้ใช้สื่อการสอนหลายประเภท เช่น แผ่นภาพโป่งใส สไลด์และเทปโทรทัศน์ เป็นต้น สื่อการสอนเหล่านี้ทำให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ที่เป็นรูปธรรม มากกว่าที่เป็นนามธรรม และได้ใช้ประสาทรับรู้หลายด้านในการเรียนรู้ เป็นผลให้นักเรียนเกิดความเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนที่ยังยากซับซ้อนได้ง่ายขึ้นใน ระยะเวลาสั้น และยังช่วยให้เกิดความคิดรวบยอดในเรื่องนั้นได้อย่างถูกต้อง รวดเร็ว และจดจำได้นาน (ฉลองชัย สุรวัฒนบุรณ. 2528 : 30)

2. เจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

ผลการศึกษาค้นคว้าพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สมีเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชา วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพแตกต่างจากนักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครูซึ่ง เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2

การที่นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สมีเจตคติ ต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพแตกต่างจากนักเรียนที่ ได้ รับการสอนตามคู่มือครู อาจเป็นเพราะชุดการสอนมินิคอร์สที่ใช้ในการทดลอง ครั้งนี้มีกิจกรรมหลายรูปแบบ เช่น การอภิปราย การระดมพลังสมอง การทดลอง การศึกษาจากสื่อการสอนต่าง ๆ เป็นต้น โดยแต่ละชุดได้ใช้ ยุทธวิธีที่เหมาะสม ทำให้นักเรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ในระยะเวลาสั้น จึงเป็นผลให้นักเรียนไม่เบื่อหน่าย สนุกสนานต่อการเรียนการสอน นอกจากนี้ ชุดการสอนมินิคอร์สที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ มีการใช้สื่อการสอนหลายประเภท ซึ่งสามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนได้มาก (ณรงค์ สมพงษ์. 2530 : 292) ทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ดี รวดเร็ว บรรยากาศในการเรียน การสอนดำเนินไปด้วยดี และนักเรียนยังมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน การสอนมากขึ้น ทำให้เกิดมนุษยสัมพันธ์อันดีในระหว่างนักเรียนและกับครู (กิดานันท์ มลิทอง. 2531 : 32)

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพควรทดลองนำวิธีสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สไปใช้ โดยเฉพาะในการพัฒนาทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์

1.2 ผู้สอนวิชาวิทยาศาสตร์ในชั้นต่าง ๆ ควรนำชุดการสอนมินิคอร์สไปใช้ เพราะมีกิจกรรมหลายรูปแบบและการศึกษาจากสื่อการสอนหลายประเภทที่จะช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ

1.3 การสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการเรียนการสอนของนักเรียนให้สูงขึ้น ดังนั้นจึงควรคำนึงการนำชุดการสอนมินิคอร์สไปใช้ให้เกิดประโยชน์ยิ่งขึ้น โดยการจัดฝึกอบรมให้แก่ครูผู้สอน เพื่อให้รู้จัก สามารถสร้างและนำมาทดลองใช้ในการเรียนการสอน

1.4 ชุดการสอนมินิคอร์สประกอบด้วยสื่อการสอนหลายประเภท เช่น แผนภูมิ สิ่งตีพิมพ์ แผ่นภาพโป่งใส สไลด์ เทปโทรทัศน์ ฯลฯ ฉะนั้นเนื้อหาที่จะนำมาสร้างชุดการสอนมินิคอร์ส ควรคำนึงถึงความเหมาะสม และความเป็นไปได้ของการจัดหาหรือสร้างสื่อเหล่านี้

2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

2.1 ควรจะได้ศึกษาผลการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับนักเรียนที่มีความสามารถระดับต่าง ๆ เพื่อคว่านักเรียนระดับใดได้รับผลจากวิธีสอนแบบนี้มากที่สุด

2.2 ควรมีการศึกษาผลของการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สในเนื้อหาวิชาเดียวกันกับกลุ่มตัวอย่างอื่น ๆ หรือนำวิธีเดียวกันนี้ไปทดลองสอนกับนักเรียนระดับชั้นต่าง ๆ เพื่อจะได้ทราบว่าวิธีสอนแบบนี้เหมาะสมกับนักเรียนระดับชั้นใดมากที่สุด

2.3 ควรมีการทําวิจัยเปรียบเทียบการสอนโดยใช้ชุดการสอน
มินิคอร์สกับการสอนตามคู่มือครู โดยพิจารณาตัวแปรอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการ
เรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เช่น เจตคติเชิงวิทยาศาสตร์
ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสนใจวิชาวิทยาศาสตร์ เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- การศึกษานอกโรงเรียน, กรม. คู่มือการใช้ชุดฝึกอบรมระยะสั้น(Minicourse) สำหรับครูผู้สอนการศึกษาผู้ใหญ่เปิดเสรี ระดับที่ 3-4 ระหว่าง
ประจำการ. กรุงเทพฯ. : โรงพิมพ์การศาสนา, 2528.
- _____. ชุดฝึกอบรมระยะสั้น(Minicourse) สำหรับฝึกอบรมผู้สอนการศึกษา
ผู้ใหญ่แบบเปิดเสรี ระดับที่ 3-4 วิชาสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต005
เรื่องวิธีสอนบทเรียนปลายเปิด. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา,
2527.
- กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย. กรุงเทพฯ : ภาควิชา
โสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.
- เกษม สาทรรักษ์. วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย. พิมพ์โลก : ภาควิชา
พื้นฐานการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พิมพ์โลก, 2531. อักสาเนา.
- ไชศรี อาภรณ์รัตน์ และเบญจวรรณ กองศิริ. "การสอนแบบสืบเสาะหาความรู้,"
ใน ข่าวสาร สสวท. 9(4) : 5-7 ; กรกฎาคม-กันยายน 2524
- คลอปเพอร์, เลียวโบล์ อี. ข้อสอบวิชาวิทยาศาสตร์ : เขียนอย่างไรให้มี
คุณภาพ. แปลโดย พิศาล สร้อยธรรมา. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ,
2525.
- จรินทร์ สกุลถาวร. จิตวิทยาวัยรุ่นกับการศึกษา. เชียงใหม่ : คณะศึกษาศาสตร์
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2526. อักสาเนา.
- จันทร์เหญี เชื้อพานิช. "เทคนิคการสอนวิทยาศาสตร์," ใน เอกสารการสอน
ชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 1-7. กรุงเทพฯ :
มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช, มูโนเค็ดโปรดักชั่น, 2526.

ฉลองชัย สุวัฒน์บุรณ. การเลือกและการใช้สื่อการสอน. กรุงเทพฯ :

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตร
ศาสตร์, 2528. อักสาเนา.

ชวาล แพทย์กุล. เทคนิคการเขียนข้อสอบ. กรุงเทพฯ : พัทธอักษร, 2520.

ชาติชัย วิโรจนะ. การศึกษาผลการใช้ชุดการสอนมินิคอร์สในการสอนวิชา
วิทยาศาสตร์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์
ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม.
กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531.
อักสาเนา.

เชาวลิต ชานาญ. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยา
ศาสตร์และทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษา
ปีที่ 1 ที่เรียนโดยชุดการสอนมินิคอร์สกับเรียนโดยการสอนตามคู่มือครู
ของ สสวท. ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2531. อักสาเนา.

เชิดศักดิ์ ไชวาสินธุ์. การวัดทัศนคติและบุคลิกภาพ. กรุงเทพฯ : สำนัก
ทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2520.

ณรงค์ สมพงษ์. สื่อเพื่องานส่งเสริมเผยแพร่. กรุงเทพฯ : ฝ่ายสื่อการสอน
สำนักส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน, 2530

เคโซ สวานานนท์. จิตวิทยาทั่วไป ฉบับแก้ไขปรับปรุงเพิ่มเติมใหม่. กรุงเทพฯ
: สำนักพิมพ์โอเคียนส์, 2512.

ธงชัย ชิวปรีชา ณรงค์ศิลป์ รูปพนม และ ปรีชาญ เดชศรี. "การวัดและการ
ประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์," ใน เอกสารการสอนชุด
วิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน้าที่ 8-15. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมมาธิราช, ยูไนเตคโปรดักชั่น, 2526.

ธวัช ทิพย์พิทักษ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ เทปโทรทัศน์ประกอบ. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อักสาเนา.

ธวัชชัย เขียนประสิทธิ์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยการสอนตามคู่มือครูและชุดการเรียนรู้ด้วยตนเอง. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528. อักสาเนา.

นิตา สะเพียรชัย. "วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อมวลชน," ใน ข่าวสาร สสวท 12(2) : 2 ; มกราคม - มีนาคม 2527.

_____. "ปรัชญาและความมุ่งหมายของการสอนวิทยาศาสตร์," ใน ข่าวสาร สสวท 5(12) : 4 ; กรกฎาคม 2520.

ประทาน อ่อนไสว. ผลการทดลองสอนวิทยาศาสตร์โดยใช้บทเรียนโมดูลกับการสอนแบบ สสวท. ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อักสาเนา.

พสุติ คามไธ. "การพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น," ใน 12 ปีของพัฒนาการด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2527.

พงศ์ธร ศุภโชคพาณิชย์. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาฟิสิกส์โดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ปรินิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2532. อักสาเนา.

พรณี ช. เจริญจิต. จิตวิทยาการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ :
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
2528.

พรณี ชุติชัย. จิตวิทยาการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ :
ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
2522.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. การสร้างและพัฒนาแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ :
สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2530. อักสาเนา.

_____. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ :
สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ประสานมิตร, 2530. อักสาเนา.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์ และคิลก คิลกานนท์. มาตราวัดทัศนคติตามวิธีการลิเคิร์ท.
กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526.

พิศาล สร้อยสุรหำ. "งานพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์
ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี," ใน
12 ปีของการพัฒนาการด้านการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ใน
ประเทศไทย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2527.

ไพศาล หวังพานิช. การวัดผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช,
2526.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 2.
กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525. อักสาเนา.

_____. ชุดการเรียนการสอนสำหรับครูวิทยาศาสตร์ เล่ม 3. กรุงเทพฯ.
ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525. อักสาเนา.

มหาวิทยาลัย, ทบวง. ชุดเสริมประสบการณ์สำหรับครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ทบวงมหาวิทยาลัย, 2525. อักสาเนา.

สุทธิ แก้วรักษา. การทดลองใช้ชุดการสอนจุลภาค (Minicourse) วิชา
สร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต 7 ในชั้นเรียนการศึกษาค้นคว้าแบบเบ็ดเสร็จ
ระดับ 4. ปริณานิพนธ์ กศ.ม. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย
ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2527. อักสาเนา.

เย็นใจ สมวิเชียร และคณะ. "การพัฒนาหลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน
ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ไม่ได้เลือกเรียนสายวิทยาศาสตร์,"
ใน 12 ปีของการพัฒนาการศึกษาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ใน
ประเทศไทย. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, 2527.

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ :
บริษัทศึกษาพร จำกัด, 2528.

วิชาการ, กรม. "สรุปปัญหาการใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช
2524," ใน เอกสารประกอบการสัมมนาระดับชาติ เรื่องหลักสูตร
มัธยมศึกษา. 3-7 สิงหาคม 2530 ณ โรงแรมเอเชียพญา
เมืองพญา. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ, 2530. อักสาเนา.

วิรงรอง โรจนกุล. การศึกษาลักษณะพฤติกรรมการเรียนและเจตคติต่อการสอน
วิชาวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการสอนที่ใช้
แผ่นภาพโปร่งใสประกอบการสอนตามคู่มือครู. ปริณานิพนธ์ กศ.ม.
กรุงเทพฯ : 2529. อักสาเนา.

วิรัช วิเชียรโชติ. จิตวิทยาการสอนแบบสืบสวนสอบสวน. กรุงเทพฯ :
อานวยการพิมพ์, 2521.

ศรีบัญชา ขอมเจริญ. ความคิดเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับการเรียน
การสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ในชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.
วิทยานิพนธ์ ค.ม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2528.
อักสาเนา.

ศึกษาธิการ, กระทรวง. คู่มือครูวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ร่างกายของเรา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว, 2526.

_____. หนังสือเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ร่างกายของเรา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว, 2530.

_____. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา ลาดพร้าว, 2525.

ส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, สถาบัน. รายงานการติดตามผลการใช้หลักสูตรวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญ ปีการศึกษา 2527 โดยการเยี่ยมโรงเรียน. รายงานการวิจัยฉบับที่ 24/2529 กรุงเทพฯ : สาขาวิจัยและประเมินผล, 2529. อักสาเนา.

_____. เอกสารสำหรับครูเรื่องรวมจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ. กรุงเทพฯ : 2531.

สมจิต สวธนไพบูลย์. การพัฒนาการสอนของครูวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2526. อักสาเนา.

_____. วิทยาศาสตร์สำหรับครูประถม. กรุงเทพฯ : ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, ม.ป.ป. อักสาเนา.

สมศักดิ์ สิ้นธุระเวช. การประเมินผลการเรียนวิชาสังคมศึกษาระดับมัธยมศึกษา. กรุงเทพฯ : วัฒนาพานิช, 2522.

สมสุข ธีระพิจิตร. "การสอนวิทยาศาสตร์แบบสืบสวนและแบบค้นพบ," ใน เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่ 8-15. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ฆุไนเต็คโปรดักชั่น, 2526.

สุวัฒน์ นิยมคำ. การสอนวิทยาศาสตร์แบบพัฒนาความคิด. กรุงเทพฯ :

ไทพวงนาพานิช, 2517.

อนันต์ จันทร์ทวี. ผลการใช้คำถามของครูที่มีต่อทักษะกระบวนการทางวิทยา

ศาสตร์ ผลสัมฤทธิ์และทัศนคติของนักเรียนชั้น ม.ศ. 2 และ ม.2.

ปริญญาณพนธ์ กศ.ค. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ประสานมิตร, 2523. ชัดสาเนา.

อนันต์ ศรีโสภ. หลักการวิจัยเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : ไทพวงนาพานิช,

2522.

Allen, E. David and Valette M. Rebecca. Classroom Techniques : foreign language and English as a second language New York : Harcourt Brace Javanovich Inc, 1977.

Asian Programme of Educational Innovation for Development. The Minicourse Approach : What it is and how it works. Bangkok : The Unesco Regional Office for Education in Asia and The Pacific, 1982.

Cruze, Wendel W. Educational Psychology. New York : The Renal Press Company, 1974.

Center for Advancement of Teaching. How to get the most out of this Minicourse. Macquarie University Australia, 1980.

Davis, Janice Oelrich. "The Effects of Three Approaches to Science Instruction on the Science Achievement, Understanding and Attitudes of Selected Fifth and Sixth Grade Students," Dissertation Abstracts International 39(1) : 211-A ; July, 1978.

Davis, Maynard. "The Effectiveness of a Guided-Inquiry Discovery Approach in an Elementary School Science Curriculum," Dissertation Abstracts International. 39(7) : 4163-A ; January, 1979.

Fan, Chung-Teh. Item Analysis Table. Princeton, New Jersey : Educational Testing Service, 1952.

Good, Carter V. Dictionary of Education. New York : McGrawHill Book Company, 1973.

Hillgard, Ernest R. Introduction to Psychology. New York : Hartcourt Brace & World, 1967.

- Kagan J, and E Haveman. Psychology : An Introduction.
New York : Hartcourt Brace & World, 1968.
- Katz, Owyne Ellen. "Validation of Minicourse 2 with
Pre-Service Teachers of Primary and Intermediate
Educable Mentally Retarded Children,"
Dissertation Abstracts International. 36(1) :
218-A ; July, 1975.
- Kerr, William Gardon. "A Study of Designated Affective
Behaviors of High School Students Enrolled in
Minicourses and Traditional Courses,"
Dissertation Abstracts International. 36(6) :
3356-A ; December, 1975.
- Milzow, Jacqueline Ann. "A Study of Student and Teacher
Reactions to the Minicourse Program of 1973-74 at
Kennedy Junior High School Pontiac Michigan,"
Dissertation Abstracts International. 36(11) :
7165-A ; May, 1976.
- Olarinoye, Raphel Dele. "A Comparative Study of The
Effectiveness of Three Methods of Teaching A
Secondary School Physics Course in a Nigerian
Secondary School," Dissertation Abstracts
International. 39(8) : 4848-A ; February, 1979.
- Sund, Robert B, and Leslie Trowbridge. Student Centered
Teaching in Secondary Schools. Columbus, Ohio:
Charles E. Merrill, 1974.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การวิเคราะห์ข้อมูล

ตาราง 20 แสดงค่าสัดส่วนของผู้ตอบอยู่ในกลุ่มสูง (p_H) และกลุ่มต่ำ (p_L)

ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความยากมาตรฐาน

(Δ) เป็นรายชื่อของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์

กายภาพชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา

ข้อที่	p_H	p_L	p	r	Δ	ข้อที่	p_H	p_L	p	r	Δ
1	.81	.50	.66	.34	11.3	26	.81	.50	.66	.34	11.3
2	.94	.56	.78	.51	10.0	27	.88	.56	.73	.39	10.5
3	.75	.38	.57	.38	12.3	28	.75	.38	.57	.38	12.3
4	.81	.50	.66	.34	11.3	29	.81	.38	.60	.45	11.9
5	.63	.38	.51	.25	12.9	30	.94	.56	.78	.51	10.0
6	.38	.13	.25	.32	15.7	31	.88	.31	.61	.59	11.8
7	.75	.31	.53	.44	12.7	32	.88	.56	.73	.39	10.5
8	.63	.31	.47	.32	13.3	33	.94	.31	.66	.67	11.3
9	.56	.25	.40	.32	14.0	34	.88	.56	.73	.39	10.5
10	.75	.50	.63	.27	11.7	35	.69	.38	.54	.32	12.6
11	.94	.50	.75	.56	10.3	36	.88	.69	.79	.27	9.7
12	.97	.50	.78	.64	9.9	37	.56	.31	.43	.26	13.7
13	.75	.44	.60	.32	12.0	38	.50	.19	.34	.34	14.7
14	.94	.56	.78	.51	10.0	39	.31	.13	.21	.25	16.2
15	.94	.56	.78	.51	10.0	40	.94	.50	.60	.20	8.7
16	.63	.31	.47	.32	13.3	41	.75	.38	.57	.38	12.3
17	.81	.50	.66	.34	11.3	42	.75	.38	.57	.38	12.3
18	.81	.44	.63	.40	11.6	43	.63	.25	.44	.39	13.6
19	.81	.44	.63	.40	11.6	44	.88	.56	.73	.39	10.5
20	.81	.44	.63	.40	11.6	45	.50	.31	.40	.20	14.0
21	.81	.44	.63	.40	11.6	46	.88	.50	.71	.44	10.8
22	.88	.38	.65	.54	11.5	47	.69	.44	.57	.26	12.3
23	.81	.56	.69	.29	11.0	48	.69	.50	.60	.20	12.0
24	.94	.50	.75	.56	10.3	49	.94	.75	.86	.34	8.7
25	.88	.56	.73	.39	10.5	50	.94	.56	.78	.51	10.0

ตาราง 21 แสดงค่าสัดส่วนของผู้ตอบถูก (p) สัดส่วนของผู้ตอบผิด (q) และ
ผลคูณของสัดส่วนผู้ถูกกับผู้ตอบผิด (pq) เป็นรายชื่อของแบบทดสอบวัดผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	0.84	0.16	0.13	26	0.72	0.28	0.20
2	0.82	0.18	0.15	27	0.77	0.23	0.18
3	0.79	0.21	0.16	28	0.72	0.28	0.20
4	0.51	0.49	0.25	29	0.44	0.56	0.25
5	0.79	0.21	0.16	30	0.74	0.26	0.19
6	0.23	0.77	0.18	31	0.54	0.46	0.25
7	0.51	0.49	0.25	32	0.46	0.54	0.25
8	0.46	0.54	0.25	33	0.64	0.36	0.23
9	0.74	0.26	0.19	34	0.74	0.26	0.19
10	0.49	0.51	0.25	35	0.74	0.26	0.19
11	0.79	0.21	0.16	36	0.79	0.21	0.16
12	0.77	0.23	0.18	37	0.18	0.82	0.15
13	0.77	0.23	0.18	38	0.33	0.67	0.22
14	0.82	0.18	0.15	39	0.36	0.64	0.23
15	0.67	0.33	0.22	40	0.56	0.44	0.25
16	0.44	0.56	0.25	41	0.59	0.41	0.24
17	0.49	0.51	0.25	42	0.74	0.26	0.19
18	0.74	0.26	0.19	43	0.49	0.51	0.25
19	0.59	0.41	0.24	44	0.72	0.28	0.20
20	0.74	0.26	0.19	45	0.49	0.51	0.25
21	0.61	0.39	0.24	46	0.72	0.28	0.20
22	0.67	0.33	0.22	47	0.51	0.49	0.25
23	0.59	0.41	0.24	48	0.79	0.21	0.16
24	0.56	0.44	0.25	49	0.82	0.18	0.15
25	0.77	0.23	0.18	50	0.79	0.21	0.16

ตาราง 22 แสดงข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

ค่าความรู้ความจำ เรื่องร่างกายของเรา

ข้อที่ คพ	14	15	16	19	20	21	22	25	27	30	31	33	38	43	44	X	X ²
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	14	196
2	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	169
3	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	196
4	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	12	144
5	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	7	49
6	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	8	64
7	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	7	49
8	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	25
9	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	8	64
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	14	196
11	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	7	49
12	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	8	64
13	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	9	81
14	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	8	64
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	11	121
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	14	196
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	12	144
18	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3	9
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	225
20	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	12	144
21	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	8	64
22	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	10	100
23	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	7	49
24	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	9	81
25	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	7	49
26	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	9	81
27	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	7	49
28	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	10	100
29	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	6	36
30	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	9	81
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	13	169
32	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	10	100
33	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	196
34	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	7	49
35	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	9	81
36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	13	169
37	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	6	36
38	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	196
39	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	12	144
40	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	25
41	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	8	64
42	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	12	144
43	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	9	81

ตาราง 22 แสดงข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

ค่าความเชื่อมั่นว่า เรืองรุ่งโรจน์ 41 (ต่อ)

ข้อที่	14	15	16	19	20	21	22	25	27	30	31	33	38	43	44	X	X ²
44	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	6	36
45	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	196
46	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	12	144
47	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3	9
48	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	225
49	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	12	144
50	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	7	49
51	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	9	81
52	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	10	100
53	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	196
54	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	8	64
55	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	6	36
56	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	7	49
57	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	10	100
58	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	7	49
59	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	12	144
60	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	9	81
61	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3	9
62	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	225
63	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	6	36
64	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	9	81
65	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	13	169
66	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	6	36
67	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	196
68	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	8	64
69	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	7	49
70	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	7	49
71	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	8	64
72	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	9	81
73	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	8	64
74	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	11	121
75	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	12	144
76	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	169
77	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	196
78	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	12	144
79	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	7	49
80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	14	196
81	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	12	144
82	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	10	100
83	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	7	49
84	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	9	81
85	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	7	49
86	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	12	144

ตาราง 22 แสดงข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

ค่าความไวความจำ เรียงร่างกายของเรว (ต่อ)

ข้อ คณ	14	15	16	19	20	21	22	25	27	30	31	33	38	43	44	$\bar{x}$	x^2
87	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	9	81
88	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	6	36
89	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5	25
90	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1	8	64
91	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	14	196
92	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	13	169
93	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	196
94	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	12	144
95	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	0	1	7	49
96	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	8	64
97	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	7	49
98	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	7	49
99	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	1	8	64
100	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	9	81
101	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	8	64
102	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	11	121
103	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	14	196
104	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	12	144
105	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	10	100
106	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	7	49
107	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	9	81
108	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	7	49
109	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	9	81
110	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	10	100
111	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	196
112	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	12	144
113	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	0	1	8	64
114	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	6	36
115	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	0	7	49
116	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	10	100
117	0	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	1	6	36
Σ	96	78	51	69	87	72	78	90	90	87	63	75	39	57	84	1116	11682
p	0.82	0.67	0.44	0.59	0.74	0.61	0.67	0.77	0.77	0.74	0.54	0.64	0.33	0.49	0.72		
q	0.18	0.33	0.56	0.41	0.26	0.39	0.33	0.23	0.23	0.26	0.46	0.36	0.67	0.51	0.28		
pq	0.15	0.22	0.25	0.24	0.19	0.24	0.22	0.18	0.18	0.19	0.25	0.23	0.22	0.25	0.20	3.22	

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านความรู้ความจำ เรื่องร่างกายของเรา โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเคอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

n	$\sum pq$	S_t^2	r_{tt}
15	3.22	8.94	0.69

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านความรู้ความจำ เรื่องร่างกายของเรา มีค่าความเชื่อมั่น 0.69

ตาราง 23 แสดงข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ภายในภาคเรียน

ค่าความเข้าใจ เรื่องร่างกายของเรา

ข้อที่	1	2	3	4	5	9	13	26	36	39	40	42	45	46	47	X	X ²
1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	5	25
2	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	9	81
3	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	11	121
4	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	13	169
5	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4	16
6	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	10	100
7	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	9	81
8	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	12	144
9	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	11	121
10	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	5	25
11	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	13	169
12	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	11	121
13	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	8	64
14	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	9	81
15	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	9	81
16	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	7	49
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	225
18	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	8	64
19	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	9	81
20	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	11	121
21	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	13	169
22	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	9	81
23	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	12	144
24	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	13	169
25	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	8	64
26	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	9	81
27	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	10	100
28	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	13	169
29	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	11	121
30	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	10	100
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	12	144
32	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	8	64
33	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	9	81
34	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	7	49
35	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	10	100
36	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	12	144
37	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	10	100
38	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	14	196
39	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	13	169
40	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	12	144
41	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	11	121
42	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	11	121
43	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	12	144

ตาราง 23 แสดงข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการหาความสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

ค่าความเข้าใจ (เรียงลำดับจากขวา (ต่อ))

ข้อที่	1	2	3	4	5	9	13	26	36	39	40	42	45	46	47	x	x ²
44	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	10	100
45	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	14	196
46	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	13	169
47	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	8	64
48	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	9	81
49	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	11	121
50	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	8	64
51	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	9	81
52	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	8	64
53	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	9	81
54	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	13	169
55	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	9	81
56	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	10	100
57	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	13	169
58	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	7	49
59	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	11	121
60	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	12	144
61	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	8	64
62	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	9	81
63	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	11	121
64	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	10	100
65	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	12	144
66	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	10	100
67	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	14	196
68	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	10	100
69	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	9	81
70	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	13	169
71	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	11	121
72	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	8	64
73	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	9	81
74	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	9	81
75	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	13	169
76	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	9	81
77	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	11	121
78	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	13	169
79	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4	16
80	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	7	49
81	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	225
82	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	9	81
83	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	12	144
84	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	13	169
85	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0	7	49
86	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	11	121

ตาราง 23 แสดงข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ปลายภาคเรียน

ค่าความเข้าใจ เรื่องร่างกายของเร้า (ต่อ)

ข้อที่	1	2	3	4	5	9	13	26	36	39	40	42	45	46	47	X	X ²
87	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	12	144
88	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	9	81
89	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	1	12	144
90	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	11	121
91	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	5	25
92	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	9	81
93	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	11	121
94	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	13	169
95	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	4	16
96	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	10	100
97	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	9	81
98	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	13	169
99	1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	11	121
100	1	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0	8	64
101	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	9	81
102	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	0	1	9	81
103	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	7	49
104	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	15	225
105	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	9	81
106	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	12	144
107	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	13	169
108	1	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0	8	64
109	1	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	9	81
110	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	1	0	1	8	64
111	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	0	1	9	81
112	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	11	121
113	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	13	169
114	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	9	81
115	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	10	100
116	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	13	169
117	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	11	121
Σ	99	96	93	60	93	87	90	84	93	42	66	87	57	84	60	1191	12783
p	0.84	0.82	0.79	0.51	0.79	0.74	0.77	0.72	0.79	0.36	0.56	0.74	0.49	0.72	0.51		
q	0.16	0.18	0.21	0.49	0.21	0.26	0.23	0.28	0.21	0.64	0.44	0.26	0.51	0.28	0.49		
pq	0.13	0.15	0.16	0.25	0.16	0.19	0.18	0.20	0.16	0.23	0.25	0.19	0.25	0.20	0.25	2.95	

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านความเข้าใจ เรื่องร่างกายของเรา โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

n	$\sum pq$	S_t^2	r_{tt}
15	2.95	5.69	0.52

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านความเข้าใจ เรื่องร่างกายของเรา มีค่าความเชื่อมั่น 0.52

ตาราง 24 ผลการวิจัยที่นำมาใช้ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านการนำความรู้ไปใช้ เรื่องร่างกายของเรา

ข้อที่ คณ	6	7	10	11	12	17	18	28	29	37	41	X	X ²
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	10	100
2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
3	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	7	49
4	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	5	25
5	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	4	16
6	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	8	64
7	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	6	36
8	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	3	9
9	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	6	36
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	10	100
11	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	3	9
12	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	5	25
13	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	5	25
14	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	3	9
15	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	8	64
16	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
17	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	5	25
18	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	3	9
19	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	8	64
20	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	8	64
21	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	5	25
22	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	5	25
23	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	3	9
24	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	5	25
25	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	8	64
26	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	5	25
27	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	4
28	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	8	64
29	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	5	25
30	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	4	16
31	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	7	49
32	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	9	81
33	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	7	49
34	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	6	36
35	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	4	16
36	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	7	49
37	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	8	64
38	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	7	49
39	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
40	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	3	9
41	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	6	36
42	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	6	36
43	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	4	16

ตาราง 24 แสดงข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านการนำความรู้ไปใช้ เรื่องร่างกายของเรา (ต่อ)

ข้อที่	6	7	10	11	12	17	18	28	29	37	41	X	X ²
44	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	8	64
45	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	7	49
46	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
47	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	3	9
48	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	8	64
49	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	8	64
50	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	8	64
51	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	5	25
52	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	9	81
53	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	7	49
54	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	5	25
55	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	3	9
56	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	4
57	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	8	64
58	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	6	36
59	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	6	36
60	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	4	16
61	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	3	9
62	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	8	64
63	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	5	25
64	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	4	16
65	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	7	49
66	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	8	64
67	1	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	7	49
68	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	8	64
69	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	6	36
70	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	3	9
71	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	5	25
72	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	5	25
73	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	3	9
74	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	8	64
75	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
76	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
77	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	7	49
78	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	5	25
79	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	4	16
80	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
81	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	5	25
82	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	5	25
83	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	3	9
84	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	5	25
85	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	6	36
86	0	1	1	1	1	0	0	1	1	0	0	6	36

ตาราง 24 แสดงข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิทยาลัยศาสตร์เกษตรกำแพงธวัช การคำนวณค่าความเชื่อมั่น เรื่องร่างกายของเรา (ต่อ)

ข้อ	6	7	10	11	12	17	18	28	29	37	41	X	X ²
87	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0	0	4	16
88	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	3	9
89	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	3	9
90	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	1	6	36
91	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	10	100
92	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	9	81
93	0	0	0	1	1	0	1	1	1	1	1	7	49
94	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	5	25
95	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	1	4	16
96	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	8	64
97	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	6	36
98	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	3	9
99	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	5	25
100	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	5	25
101	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	3	9
102	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	8	64
103	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	10	100
104	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	5	25
105	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	5	25
106	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	3	9
107	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	5	25
108	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	8	64
109	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	5	25
110	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0	1	9	81
111	0	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	7	49
112	0	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	8	64
113	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	5	25
114	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1	0	3	9
115	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	4
116	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	8	64
117	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	5	25
Σ	27	20	57	63	90	57	87	84	51	21	269	696	4686
p	0.23	0.51	0.49	0.79	0.77	0.49	0.74	0.72	0.44	0.18	0.59		
q	0.77	0.49	0.51	0.21	0.23	0.51	0.26	0.28	0.56	0.82	0.41		
pq	0.18	0.25	0.25	0.16	0.18	0.25	0.19	0.20	0.25	0.15	0.24	2.30	

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง
 การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านการนำความรู้ไปใช้
 เรื่องร่างกายของเรา โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-
 Richardson)

n	$\sum pq$	S_t^2	r_{tt}
11	2.30	4.70	0.56

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ
 ด้านการนำความรู้ไปใช้ เรื่องร่างกายของเรา มีค่าความเชื่อมั่น 0.56

ตาราง 25 แสดงข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิทยาลัยศาสตร์สายภาพชีวภาพ คำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ต่อ)

ข้อที่ คห	8	23	24	32	34	35	48	49	50	X	X ²
44	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	4
45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
46	1	1	1	1	1	1	1	0	0	7	49
47	1	0	0	0	1	0	1	1	0	4	16
48	1	1	1	0	1	1	1	1	1	8	64
49	0	1	1	1	1	1	0	1	1	7	49
50	0	0	0	0	1	1	0	1	1	4	16
51	0	0	0	0	1	1	1	1	1	5	25
52	0	1	1	1	1	1	0	1	1	7	49
53	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
54	0	0	0	0	1	1	1	1	1	5	25
55	0	0	0	0	1	1	1	1	1	5	25
56	0	1	0	0	0	1	1	1	1	5	25
57	1	0	1	1	1	1	1	1	1	8	64
58	0	1	1	0	0	1	1	0	0	4	16
59	1	1	1	1	1	0	0	0	0	5	25
60	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
61	1	0	0	0	1	0	1	1	0	4	16
62	1	1	1	0	1	1	1	1	1	8	64
63	1	1	1	0	1	1	1	1	1	8	64
64	0	1	1	0	1	1	1	1	1	7	49
65	1	0	1	1	0	1	1	1	1	7	49
66	0	0	0	0	0	1	1	0	0	2	4
67	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
68	0	0	0	0	1	0	1	1	1	4	16
69	0	1	0	0	0	1	1	1	1	5	25
70	1	1	1	1	1	0	1	1	1	8	64
71	0	0	1	0	0	0	1	1	1	4	16
72	1	1	1	0	1	0	1	1	1	7	49
73	1	1	0	1	0	1	1	1	1	7	49
74	1	1	1	1	1	1	1	0	0	7	49
75	1	1	1	1	1	1	1	0	0	7	49
76	0	1	1	1	1	1	0	1	1	7	49
77	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
78	0	1	0	0	0	1	1	1	1	5	25
79	0	0	0	0	1	0	1	1	1	4	16
80	0	1	0	1	1	1	1	1	1	7	49
81	1	0	1	0	1	0	1	1	1	6	36
82	0	0	1	1	1	1	0	1	0	5	25
83	0	1	0	1	0	0	1	0	1	4	16
84	1	1	0	0	1	1	1	1	1	7	49
85	0	1	1	0	0	1	1	0	0	4	16
86	1	1	1	1	1	0	0	0	0	5	25

ตาราง 25 แสดงข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบไคสแควร์ทางการเรียนรู้

วิทยาลัยศาสตร์การพยาบาล จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย คณะพยาบาลศาสตร์ เรื่องร่างภายใน (ต่อ)

ข้อ คห	8	23	24	32	34	35	48	49	50	x	x ²
87	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
88	0	0	0	0	1	1	1	1	1	5	25
89	1	0	0	0	1	1	1	1	1	6	36
90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
91	0	0	1	1	1	1	0	1	1	6	36
92	0	1	1	1	1	1	0	1	1	7	49
93	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
94	0	1	0	0	0	1	1	1	1	5	25
95	0	0	0	0	1	0	1	1	1	4	16
96	0	0	0	0	1	0	1	1	1	4	16
97	0	1	0	0	0	1	1	1	1	5	25
98	1	1	1	1	1	0	1	1	1	8	64
99	0	0	1	0	0	0	1	1	1	4	16
100	1	1	1	0	1	0	1	1	1	7	49
101	1	1	0	1	0	1	1	1	1	7	49
102	1	1	1	1	1	1	1	0	0	7	49
103	0	1	0	1	1	1	1	1	1	7	49
104	1	0	1	0	1	0	1	1	1	6	36
105	0	0	1	1	1	1	0	1	0	5	25
106	0	1	0	1	0	0	1	0	1	4	16
107	1	1	0	0	1	1	1	1	1	7	49
108	0	0	0	0	1	1	0	1	1	4	16
109	0	0	0	0	1	1	1	1	1	5	25
110	0	1	1	1	1	1	0	1	1	7	49
111	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	81
112	0	1	1	1	1	1	0	1	1	7	49
113	0	0	0	0	1	1	1	1	1	5	25
114	0	0	0	0	1	1	1	1	1	5	25
115	0	1	0	0	0	1	1	1	1	5	25
116	1	0	1	1	1	1	1	1	1	8	64
117	1	1	1	0	1	1	1	1	1	8	64
Σ	54	69	66	54	87	87	93	96	93	699	4629
p	0.46	0.59	0.56	0.46	0.74	0.74	0.79	0.82	0.79		
q	0.54	0.41	0.44	0.54	0.26	0.26	0.21	0.18	0.21		
pq	0.25	0.24	0.25	0.25	0.19	0.19	0.16	0.15	0.16	1.84	

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องร่างกายของเรา โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

n	$\sum pq$	S_t^2	r_{tt}
9	1.84	3.90	0.59

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เรื่องร่างกายของเรา มีค่าความเชื่อมั่น 0.59

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา หังฉบับ โดยใช้สูตร KR-20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson)

n	$\sum pq$	S^2_t	r_{tt}
50	10.31	40.58	0.76

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา หังฉบับ มีค่าความเชื่อมั่น 0.76

ตาราง 26 แสดงข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเจดคติต่อการเรียนการสอนมหาวิทยาลัย

ภาพลักษณ์ภาพ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	X	X ²
1	4	3	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	36	1296
2	2	4	4	4	4	3	2	2	2	3	4	2	4	39	1521
3	3	3	3	3	4	3	1	1	3	3	3	1	5	36	1296
4	4	4	4	4	5	4	4	3	3	4	4	4	5	52	2704
5	4	4	5	2	4	4	2	4	2	2	2	2	3	41	1681
6	4	4	5	4	4	4	4	3	5	4	5	3	4	53	2809
7	3	4	4	4	4	4	3	2	3	3	4	2	3	43	1849
8	2	3	4	4	1	4	1	1	4	3	3	1	2	33	1089
9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	39	1521
10	3	4	3	4	4	3	1	2	3	2	3	1	4	37	1369
11	5	5	5	4	3	5	4	2	4	4	4	3	4	52	2704
12	4	5	4	4	4	3	4	3	3	3	4	1	3	45	2005
13	3	5	4	4	4	3	4	3	3	3	4	4	3	47	2209
14	3	5	4	4	4	3	3	4	3	3	4	2	4	46	2116
15	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	2	4	47	2209
16	4	3	3	5	5	5	3	4	3	3	4	3	5	50	2500
17	3	4	3	4	4	3	2	2	3	3	4	3	2	40	1600
18	3	3	3	5	4	3	3	3	2	3	3	3	3	41	1681
19	3	4	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	4	43	1849
20	3	5	4	5	4	3	5	3	3	3	4	5	5	52	2704
21	4	5	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	50	2500
22	3	5	4	4	4	4	4	2	1	4	4	1	4	44	1936
23	3	3	3	5	4	3	1	1	3	3	3	1	5	38	1444
24	4	3	4	3	4	3	4	5	1	1	2	1	4	42	1764
25	2	4	4	4	3	2	2	4	1	1	2	2	4	35	1225
26	2	5	4	4	4	3	5	5	1	1	2	2	2	40	1600
27	3	4	4	4	4	4	4	5	4	4	3	4	2	49	2401
28	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	2	4	47	2209
29	2	4	4	5	4	3	3	4	3	2	2	2	5	41	1681
30	4	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	1	4	42	1764
31	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	3	4	50	2500
32	5	5	4	4	4	4	4	2	4	4	4	3	4	54	2916
33	4	4	4	4	3	3	4	5	4	4	4	2	4	42	1764
34	3	4	3	4	4	3	3	4	2	4	4	1	4	43	1849
35	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	53	2809
36	2	5	4	4	4	2	1	4	2	4	4	4	5	45	2025
37	4	4	4	4	5	4	4	3	3	4	4	4	5	52	2704
38	4	4	5	2	4	4	2	4	2	2	2	2	3	41	1681
39	4	4	5	4	4	4	4	3	5	4	5	3	4	53	2809
40	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	2	4	47	2209
41	2	4	5	4	4	3	2	2	2	3	3	1	2	37	1369
42	3	5	4	4	4	3	5	3	4	3	3	5	4	50	2500
43	3	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	51	2601
44	4	5	4	3	4	3	4	3	2	2	2	2	5	48	2304
45	3	4	4	4	4	2	4	4	2	3	3	4	3	47	2209

ตาราง 26 แสดงข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเจดศีก์ต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

ภาพกราฟ ความถี่ของการเรียนการสอน (ต่อ)

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	23	X	X ²
46	4	5	5	5	3	4	4	2	2	2	4	1	4	44	1936
47	4	5	4	4	3	3	4	4	2	3	3	2	4	45	2025
48	3	4	4	4	3	2	2	2	2	2	4	2	4	38	1444
49	3	5	3	4	4	3	4	1	3	2	3	2	5	42	1764
50	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3	40	1600
51	3	4	3	3	4	3	3	3	3	2	4	2	4	41	1681
52	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4	4	2	5	51	2601
53	4	4	4	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	47	2209
54	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	2	4	47	2209
55	2	4	5	4	4	3	2	2	2	3	3	1	2	37	1369
56	3	5	4	4	4	3	5	3	4	3	3	5	4	50	2500
57	3	4	3	2	4	4	2	3	2	4	3	2	4	40	1600
58	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	39	1521
59	3	4	3	4	4	3	1	2	3	2	3	1	4	37	1369
60	4	3	3	5	5	5	3	4	3	3	4	3	5	50	2500
61	3	4	3	4	4	3	2	2	3	3	4	3	2	40	1600
62	5	5	5	4	3	5	4	2	4	4	4	3	4	52	2704
63	4	5	4	4	4	3	4	3	3	3	4	1	3	45	2025
64	3	5	4	4	4	3	4	3	3	3	4	4	3	47	2209
65	3	5	4	4	4	3	3	4	3	3	4	2	4	46	2116
66	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	4	2	4	47	2209
67	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	47	2209
68	4	4	4	4	3	3	3	2	4	4	5	4	4	48	2304
69	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	47	2209
70	3	4	4	4	4	3	5	4	3	4	4	2	4	48	2304
71	3	3	3	5	4	3	1	1	3	3	3	1	5	38	1444
72	4	3	4	3	4	3	4	5	1	1	2	1	4	42	1764
73	2	4	4	5	4	3	3	4	3	2	2	2	5	41	1681
74	4	3	3	4	4	4	4	3	3	4	4	1	4	42	1764
75	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	3	4	50	2500
76	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	2	3	43	1849
77	2	4	3	1	4	3	4	5	2	4	5	3	3	43	1849
78	3	4	4	3	3	4	3	4	3	3	3	2	5	44	1936
79	3	5	5	4	4	4	4	3	2	2	4	3	4	47	2209
80	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	48	2304
81	3	5	4	5	4	4	4	4	4	4	3	2	4	50	2500
82	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	50	2500
83	4	5	3	4	3	3	3	4	4	4	4	1	4	46	2116
84	2	4	4	4	3	2	2	4	1	1	2	2	4	35	1225
85	2	5	4	4	4	3	5	5	1	1	2	2	2	40	1600
86	3	4	4	4	3	2	2	2	2	2	4	2	4	38	1444
87	3	5	3	4	4	3	4	1	3	2	3	2	5	42	1764
88	3	4	3	3	4	3	3	3	3	3	3	2	3	40	1600
89	3	4	3	3	4	3	3	3	3	2	4	2	4	41	1681
90	3	4	4	4	4	4	4	5	4	4	3	4	2	49	2401

ภาพลักษณ์ภาพ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน (ต่อ)

ข้อที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	23	X	X ²
91	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	4	2	4	47	2209
92	4	5	4	5	4	4	4	3	3	2	3	2	2	45	2025
93	3	4	5	2	3	3	4	2	2	3	4	2	5	42	1764
94	5	4	4	4	4	5	4	5	4	4	5	3	4	55	3025
95	4	4	4	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	47	2209
96	3	4	4	4	4	3	5	4	3	4	4	2	4	48	2304
97	4	4	4	3	4	3	3	4	3	3	3	2	3	43	1894
98	2	4	3	1	4	3	4	5	2	4	5	3	3	43	1888
99	3	4	4	3	3	4	3	4	3	3	3	2	5	44	1936
100	4	3	4	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3	36	1296
101	2	4	4	4	4	3	2	2	2	3	4	2	4	39	1521
102	3	3	3	3	4	3	1	1	3	3	3	1	5	36	1296
103	3	4	4	4	4	4	3	2	3	3	4	2	3	43	1849
104	2	3	4	4	1	4	1	1	4	3	3	1	2	33	1089
105	3	3	3	5	4	3	3	3	2	3	3	3	3	41	1681
106	3	4	3	3	4	3	4	3	3	3	3	3	4	43	1849
107	3	5	4	5	4	3	5	3	3	3	4	5	5	52	2704
108	4	5	4	4	4	4	3	4	4	3	4	3	4	50	2500
109	3	5	4	4	4	4	4	2	1	4	4	1	4	44	1936
110	5	5	4	4	4	4	4	2	4	4	4	3	4	54	2916
111	4	4	4	4	3	3	4	5	4	4	4	2	4	42	1764
112	3	4	3	4	4	3	3	4	2	4	4	1	4	43	1849
113	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	53	2809
114	2	5	4	4	4	2	1	4	2	4	4	4	5	45	2025
115	3	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	51	2601
116	4	5	4	3	4	3	4	3	2	2	2	2	5	48	2304
117	3	4	4	4	4	2	4	4	2	3	3	4	3	47	2209
118	4	5	5	5	3	4	4	2	2	2	4	1	4	44	1936
119	4	5	4	4	3	3	4	4	2	3	3	2	4	45	2025
120	4	4	5	3	4	4	4	4	4	4	4	2	5	51	2601
121	4	4	4	3	3	3	4	3	4	3	4	4	4	47	2209
122	3	4	3	2	4	4	2	3	2	4	3	2	4	40	1600
123	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	3	4	47	2209
124	4	4	4	4	3	3	3	2	4	4	5	4	4	48	2304
125	3	5	5	4	4	4	4	3	2	2	4	3	4	47	2209
126	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3	4	48	2304
127	3	5	4	5	4	4	4	4	4	4	3	2	4	50	2500
128	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	50	2500
129	4	5	3	4	3	3	3	4	4	4	4	1	4	46	2116
130	4	5	4	5	4	4	4	3	3	2	3	2	2	45	2025
131	3	4	5	2	3	3	4	2	2	3	4	2	5	42	1765
132	5	4	4	4	4	5	4	5	4	4	5	3	4	55	3025
ΣX_i	444	552	510	500	502	450	448	432	388	404	460	320	506	5916	268548
ΣX_i^2	1568	2364	2018	1972	1954	1594	1656	1572	1252	1324	1684	912	2030		
S^2	0.569	0.425	0.363	0.596	0.343	0.457	1.034	1.207	0.851	0.668	0.618	1.040	0.690	8.861	

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α Coefficient) ตามแบบของครอนบัค (Cronbach)

n	$\sum S_i^2$	S_t^2	α
13	8.861	25.982	0.714

แบบสอบถามเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านกิจกรรมการเรียนการสอน มีค่าความเชื่อมั่น 0.71

ตาราง 27 แสดงข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถาม جهتศึกษาพฤติกรรมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์

ลักษณะภาพ ตามข้อคำถาม

ข้อที่ คณ	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	x	x ²
1	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	35	1225
2	4	4	3	3	4	3	4	4	3	3	35	1225
3	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	48	2304
4	5	5	5	5	5	5	5	4	2	5	46	2116
5	3	4	2	2	4	5	4	3	4	2	33	1089
6	4	4	5	4	4	4	4	3	3	4	39	1521
7	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	36	1296
8	4	4	4	3	2	2	2	2	4	4	31	961
9	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	32	1024
10	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	48	2304
11	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	49	2401
12	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	37	1369
13	3	4	4	3	3	4	2	3	3	4	33	1089
14	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	47	2209
15	5	5	5	4	4	4	4	3	3	3	40	1600
16	5	4	5	4	4	5	5	3	2	2	39	1521
17	5	5	5	5	4	4	3	5	3	3	42	1764
18	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	33	1089
19	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	1600
20	5	4	5	5	5	4	3	2	3	3	39	1521
21	4	4	4	4	5	3	3	3	4	4	38	1444
22	2	4	4	4	4	3	3	2	2	4	32	1024
23	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50	2500
24	3	3	3	5	2	4	4	3	5	5	37	1369
25	4	5	5	2	2	2	2	4	4	4	34	1156
26	4	5	5	4	5	5	3	3	5	5	44	1936
27	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	48	2304
28	4	4	4	4	5	4	3	2	3	4	37	1369
29	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	37	1369
30	5	4	2	4	5	5	5	2	2	2	36	1296
31	3	4	4	5	4	4	4	3	3	3	37	1369
32	3	4	2	4	4	5	5	3	3	3	36	1296
33	4	4	4	2	4	4	4	3	4	4	37	1369
34	4	5	5	4	4	3	3	3	5	5	41	1681
35	3	4	5	5	5	5	5	3	3	3	41	1681
36	4	4	4	4	5	5	4	2	5	5	42	1764
37	5	5	5	5	5	5	5	4	2	5	46	2116
38	3	4	2	2	4	5	4	3	4	2	33	1089
39	4	4	5	4	4	4	4	3	3	4	39	1521
40	3	4	4	4	5	5	5	3	3	3	39	1521
41	2	2	2	5	2	2	4	4	4	4	31	961
42	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	33	1089
43	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	1600
44	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	45	2025
45	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	36	1296

ลายภาพวิวกภาพ คำนวณการสอบ (ต่อ)

ข้อที่ คห.	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	X	X ²
46	4	5	3	4	4	4	5	3	5	5	42	1764
47	5	5	4	4	4	3	4	4	3	4	40	1600
48	5	4	5	4	3	2	2	2	4	5	36	1296
49	4	4	5	4	5	4	4	3	4	4	41	1681
50	3	4	3	3	4	4	4	3	3	3	34	1156
51	3	4	3	4	4	4	3	3	3	4	35	1225
52	4	5	5	5	5	5	5	3	3	3	43	1849
53	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	45	2025
54	3	4	4	4	5	5	5	3	3	3	39	1521
55	2	2	2	5	2	2	4	4	4	4	31	961
56	3	4	4	4	3	3	3	3	3	3	33	1089
57	4	4	4	4	3	3	3	5	5	5	40	1600
58	3	4	3	3	3	3	3	3	4	3	32	1024
59	4	5	5	5	5	5	5	4	5	5	48	2304
60	5	4	5	4	4	5	5	3	2	2	39	1521
61	5	5	5	5	4	4	3	5	3	3	42	1764
62	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	49	2401
63	4	4	4	4	4	4	4	3	3	3	37	1369
64	3	4	4	3	3	4	2	3	3	4	33	1089
65	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	47	2209
66	5	5	5	4	4	4	4	3	3	3	40	1600
67	4	5	5	5	4	3	4	3	3	4	40	1600
68	4	4	4	4	4	4	4	2	4	2	36	1296
69	4	4	4	4	4	3	2	2	4	4	35	1225
70	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	38	1444
71	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	50	2500
72	3	3	3	5	2	4	4	3	5	5	37	1369
73	4	4	4	4	4	4	3	3	3	4	37	1369
74	5	4	2	4	5	5	5	2	2	2	36	1296
75	3	4	4	5	4	4	4	3	3	3	37	1369
76	3	4	5	4	4	4	4	4	4	5	41	1681
77	3	5	5	5	4	3	2	4	5	5	41	1681
78	4	4	2	4	4	4	4	2	4	3	35	1225
79	3	4	4	4	5	5	5	3	3	3	39	1521
80	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	37	1369
81	4	4	5	5	4	3	5	3	3	3	39	1521
82	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	39	1521
83	2	4	4	4	3	3	4	3	4	4	35	1225
84	4	5	5	2	2	2	2	4	4	4	34	1156
85	4	5	5	4	5	5	3	3	5	5	44	1936
86	5	4	5	4	3	2	2	2	4	5	36	1296
87	4	4	5	4	5	4	4	3	4	4	41	1681
88	3	4	3	3	4	4	4	3	3	3	34	1156
89	3	4	3	4	4	4	3	3	3	4	35	1225
90	5	5	5	5	5	4	5	4	5	5	48	2304

ตาราง 27 แสดงข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณค่าความถี่ของแบบสอบถามเจดคติต่อการเรียนการสอนที่มหาวิทยาลัยศรี

ลายภาพชีวภาพ ด้านสื่อการสอน (ต่อ)

ข้อที่ คพ	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	X	X ²
91	4	4	4	4	5	4	3	2	3	4	37	1369
92	5	5	5	4	4	5	4	5	5	3	45	2025
93	2	4	4	3	4	3	2	4	5	5	36	1296
94	4	5	5	4	5	4	5	4	4	4	44	1936
95	3	4	4	4	4	3	3	3	3	4	35	1225
96	4	4	3	3	4	3	4	4	3	3	35	1225
97	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	48	2304
98	3	3	3	4	4	3	4	4	4	4	36	1296
99	4	4	4	3	2	2	2	2	4	4	31	961
100	3	3	3	4	4	4	3	3	3	3	33	1089
101	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	1600
102	5	4	5	5	5	4	3	2	3	3	39	1521
103	4	4	4	4	5	3	3	3	4	4	38	1444
104	2	4	4	4	4	3	3	2	2	4	32	1024
105	3	4	2	4	4	5	5	3	3	3	36	1296
106	4	4	4	2	4	4	4	3	4	4	37	1369
107	4	5	5	4	4	3	3	3	5	5	41	1681
108	3	4	5	5	5	5	5	3	3	3	41	1681
109	4	4	4	4	5	5	4	2	5	5	42	1764
110	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	1600
111	5	5	5	4	4	5	4	4	5	4	45	2025
112	4	4	4	4	4	3	4	3	3	3	36	1296
113	4	5	3	4	4	4	5	3	5	5	42	1764
114	5	5	4	4	4	3	4	4	3	4	40	1600
115	4	5	5	5	5	5	5	3	3	3	43	1849
116	4	5	5	4	4	4	4	5	5	5	45	2025
117	4	4	4	4	3	3	3	5	5	5	40	1600
118	4	5	5	5	4	3	4	3	3	4	40	1600
119	4	4	4	4	4	4	4	2	4	2	36	1296
120	4	4	4	4	4	3	2	2	4	4	35	1225
121	3	4	4	4	4	4	3	4	4	4	38	1444
122	3	4	5	4	4	4	4	4	4	5	41	1681
123	3	5	5	5	4	3	2	4	5	5	41	1681
124	4	4	2	4	4	4	4	2	4	3	35	1225
125	3	4	4	4	5	5	5	3	3	3	39	1521
126	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	37	1369
127	4	4	5	5	4	3	5	3	3	3	39	1521
128	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	39	1521
129	2	4	4	4	3	3	4	3	4	4	35	1225
130	5	5	5	4	4	5	4	5	5	3	45	2025
131	2	4	4	3	4	3	2	4	5	5	36	1296
132	4	5	5	4	5	4	5	4	4	4	44	1936
ΣX_i	502	560	546	536	538	512	504	436	496	508	5138	202818
ΣX_i^2	2002	2424	2366	2248	2274	2088	2040	1532	1968	2056		
S_i^2	0.709	0.368	0.821	0.546	0.620	0.779	0.883	0.701	0.796	0.771	6.994	

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเจตคติต่อการเรียน
การสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านสื่อการสอน โดยหาค่าสัมประสิทธิ์
แอลฟา (α Coefficient) ตามแบบของครอนบัค (Cronbach)

n	$\sum S_i^2$	S_t^2	α
10	6.994	21.567	0.751

แบบสอบถามเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ
ชีวภาพ ด้านสื่อการสอน มีค่าความเชื่อมั่น 0.75

ตาราง 28 แสดงข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเจดคติต่อการเรียนการสอน

วิทยาลัยการศึกษานานาชาติ การคำนวณค่าความเชื่อมั่น (ต่อ)

ข้อ คณ.	24	25	26	27	28	29	30	X	X ²
46	5	5	4	2	4	3	3	26	676
47	5	4	4	5	4	4	4	30	900
48	5	5	3	4	4	3	2	26	676
49	5	4	4	4	4	5	4	30	900
50	4	3	4	4	3	4	3	25	625
51	4	3	3	4	4	4	2	24	576
52	5	5	3	3	4	3	4	27	729
53	4	4	3	3	4	4	3	25	625
54	5	4	4	4	4	4	4	29	841
55	4	3	4	2	2	2	2	19	361
56	5	4	3	4	4	4	4	28	784
57	4	4	4	3	3	5	4	27	729
58	3	3	3	3	3	3	3	21	441
59	4	4	4	4	4	4	4	28	784
60	5	5	4	5	5	5	5	34	1156
61	4	5	3	4	4	4	4	28	784
62	4	5	5	4	4	4	4	30	900
63	4	4	4	4	4	3	4	27	729
64	4	4	3	4	4	4	4	27	729
65	5	5	4	4	2	4	4	28	784
66	5	4	4	4	4	5	4	30	900
67	4	4	4	4	4	4	4	28	784
68	4	5	5	4	5	5	4	32	1024
69	4	4	4	5	5	5	5	32	1024
70	4	4	3	4	3	3	4	25	625
71	5	3	4	4	4	4	4	28	784
72	4	4	3	4	4	3	3	25	625
73	5	5	5	5	5	5	5	35	1225
74	5	4	4	4	4	4	4	29	841
75	5	4	4	5	5	4	4	31	961
76	4	4	4	5	4	4	3	28	784
77	4	5	3	4	3	4	4	27	729
78	5	4	3	4	4	4	4	28	784
79	5	5	5	5	5	5	5	35	1225
80	4	4	5	5	4	4	4	30	900
81	5	5	4	4	4	4	4	30	900
82	5	4	4	4	5	5	4	31	961
83	5	4	4	4	4	4	3	28	784
84	4	2	4	4	4	4	4	26	676
85	4	4	3	4	4	4	2	25	625
86	5	5	3	4	4	3	2	26	676
87	5	4	4	4	4	5	4	30	900
88	4	3	4	4	3	4	3	25	625
89	4	3	3	4	4	4	2	24	576
90	5	5	4	4	4	2	4	28	784

ตาราง 28 แสดงข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการคำนวณค่าความแปรปรวนของแบบสอบถามเจดาศรัยการเรียนการสอน

วิทยาลัยศาสตร์ถาวรวิทยาลัย ด้านการนำความรู้ไปใช้ (ต่อ)

ข้อที่ คณ.	24	25	26	27	28	29	30	Σ	Σ^2
91	5	5	5	4	4	4	4	31	961
92	5	5	4	4	3	4	5	30	900
93	5	4	4	4	4	4	4	29	841
94	4	4	4	4	4	4	5	29	841
95	4	4	4	5	5	5	5	32	1024
96	4	4	3	4	3	3	4	25	625
97	4	4	4	5	4	4	3	28	784
98	4	5	3	4	3	4	4	27	729
99	5	4	3	4	4	4	4	28	784
100	4	4	4	3	3	4	4	26	676
101	3	3	3	4	4	4	3	24	567
102	5	3	3	3	4	3	3	24	576
103	4	4	4	4	4	4	4	28	784
104	4	2	2	4	4	4	3	23	529
105	4	3	3	3	3	3	3	22	484
106	4	4	4	4	4	4	4	28	784
107	5	5	4	5	5	5	3	32	1024
108	4	5	4	4	4	4	4	29	841
109	4	4	4	4	4	3	4	27	729
110	5	5	5	5	4	4	4	32	1024
111	5	4	4	5	4	4	4	30	900
112	4	5	4	4	3	2	2	24	576
113	5	5	5	5	4	5	4	33	1089
114	5	5	5	5	5	5	5	35	1225
115	4	5	4	4	5	4	5	31	961
116	4	5	5	5	4	4	4	31	961
117	4	4	4	4	4	4	4	28	784
118	5	5	4	2	4	3	3	26	676
119	5	4	4	5	4	4	4	30	900
120	5	5	3	3	4	3	4	27	729
121	4	4	3	3	4	4	3	25	625
122	4	4	4	3	3	5	4	27	729
123	4	4	4	4	4	4	4	28	784
124	4	5	5	4	5	5	4	32	1024
125	5	5	5	5	5	5	5	35	1225
126	4	4	5	5	4	4	4	30	900
127	5	5	4	4	4	4	4	30	900
128	5	4	4	4	5	5	4	31	961
129	5	4	4	4	4	4	3	28	784
130	5	5	4	4	3	4	5	30	900
131	5	4	4	4	4	4	4	29	841
132	4	4	4	4	4	4	5	29	841
ΣX_i	586	548	516	534	526	522	506	3738	107298
ΣX_i^2	2642	2360	2062	2236	2154	2134	2022		
S_i^2	0.309	0.649	0.343	0.578	0.442	0.532	0.628	3.481	

การวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเจดคติต่อการเรียน
การสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้านการนำความรู้ไปใช้ โดยหาค่า
สัมประสิทธิ์แอลฟา (α Coefficient) ตามแบบของครอนบัค (Cronbach)

n	$\sum S_i^2$	S_t^2	α
7	3.481	11.028	0.798

แบบสอบถามเจดคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ
ชีวภาพ ด้านการนำความรู้ไปใช้ มีค่าความเชื่อมั่น 0.80

การวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเจดคติต่อการเรียน
การสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพทั้งฉบับ โดยหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา
(α Coefficient) ตามแบบของครอนบัค (Cronbach)

n	$\sum S_i^2$	S_t^2	α
30	19.336	98.042	0.830

แบบสอบถามเจดคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ
ชีวภาพทั้งฉบับ มีค่าความเชื่อมั่น 0.83

ตาราง 29 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ

ชีวภาพของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลอง

คนที่	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
1	16	36	24	34
2	20	38	12	24
3	12	41	19	37
4	20	35	15	34
5	18	29	16	23
6	22	33	19	22
7	18	27	17	22
8	15	31	20	32
9	17	28	17	34
10	12	26	20	30
11	21	34	19	25
12	24	27	20	23
13	15	28	22	22
14	21	34	17	29
15	22	29	18	25
16	15	29	17	26
17	14	27	14	24
18	12	35	21	25
19	19	38	19	20
20	24	38	24	26
21	20	39	19	21
22	21	26	20	22
23	23	34	18	23
24	16	34	22	31
25	19	26	22	39
26	24	40	15	28
27	20	38	17	29
28	23	31		
29	20	26		
30	17	24		
31	15	39		
32	14	30		
33	18	30		
34	18	39		
35	19	31		
36	15	44		
37	23	41		
38	18	26		
39	20	29		
ค่าเฉลี่ย	18.46	32.56	18.63	27.04

ตาราง 30 แสดงคะแนนเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ

ชีวภาพของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการทดลอง

คนที่	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง	ก่อนการทดลอง	หลังการทดลอง
1	108	119	87	85
2	132	129	107	98
3	101	122	131	124
4	124	133	109	109
5	107	118	107	100
6	97	108	111	103
7	87	120	121	106
8	92	108	117	110
9	113	133	115	112
10	98	114	116	108
11	110	138	114	110
12	96	120	111	96
13	111	125	107	114
14	123	126	121	117
15	123	134	112	111
16	116	116	111	104
17	104	110	125	114
18	113	138	115	116
19	107	117	120	119
20	117	113	107	117
21	103	116	128	100
22	118	126	115	115
23	122	122	119	107
24	109	123	120	123
25	108	120	109	109
26	127	128	95	113
27	122	123	109	118
28	122	125		
29	124	125		
30	112	127		
31	111	118		
32	115	125		
33	100	116		
34	113	119		
35	99	106		
36	100	114		
37	121	134		
38	117	129		
39	115	129		
ค่าเฉลี่ย	111.21	122.21	113.30	109.56

ตาราง 31 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ เจตคติต่อการเรียน

การสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

คนที่	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (1)								เจตคติต่อการเรียนการสอน (2)					
	1.1		1.2		1.3		1.4		2.1		2.2		2.3	
	X	C	X	C	X	C	X	C	X	C	X	C	X	C
1	14	11	8	11	8	5	6	7	44	34	48	31	27	20
2	13	7	9	7	9	3	7	7	52	37	46	37	31	24
3	14	12	11	12	7	5	9	8	51	48	43	46	28	30
4	12	12	13	10	5	4	5	8	54	46	46	36	33	27
5	10	9	7	7	6	4	6	3	45	40	41	32	32	28
6	8	8	10	7	8	3	7	4	41	40	40	36	27	27
7	9	7	9	6	4	5	5	4	50	43	45	35	25	28
8	10	11	10	11	5	3	6	7	43	49	43	33	22	28
9	8	12	11	12	5	4	4	6	49	43	49	41	35	28
10	7	10	12	9	3	4	4	7	48	44	36	34	30	30
11	9	8	13	6	5	6	7	5	59	46	50	36	29	28
12	9	9	9	7	3	4	6	3	50	37	40	34	30	25
13	9	5	9	6	5	6	5	5	46	45	45	41	34	28
14	10	10	8	10	9	5	7	4	50	39	41	43	35	35
15	12	9	9	7	3	4	5	5	56	43	46	39	32	29
16	9	9	8	8	5	3	7	6	39	44	50	33	27	27
17	8	9	9	7	5	2	5	6	44	43	41	44	25	27
18	11	10	9	6	8	4	7	5	60	53	44	35	34	28
19	14	7	10	5	7	4	7	4	47	51	41	42	29	26
20	12	9	15	9	5	5	6	3	47	45	38	44	28	28
21	14	5	9	5	7	4	9	7	44	43	45	32	27	25
22	8	7	8	6	4	5	6	4	57	48	41	37	28	30
23	12	5	11	5	6	9	5	4	48	40	42	38	32	29
24	9	10	12	9	4	6	9	6	48	51	43	38	32	34
25	12	10	5	11	4	10	5	8	49	46	44	35	27	28
26	15	10	9	10	8	2	8	6	53	47	46	36	29	30
27	12	9	11	9	8	4	7	7	48	45	46	46	29	27
28	10		11		5		5		52		42		31	
29	8		9		3		6		50		46		29	
30	7		10		2		5		55		43		29	
31	10		13		8		8		48		40		30	
32	6		11		5		8		51		45		29	
33	9		10		4		7		49		41		26	
34	13		12		7		7		49		41		29	
35	8		9		8		6		44		37		25	
36	14		14		7		9		45		42		27	
37	12		13		9		7		61		48		25	
38	8		9		3		6		54		47		28	
39	10		9		4		6		54		44		31	

หมายเหตุ 1.1 แทน ความรู้ความจำ 2.1 แทน กิจกรรมการเรียนการสอน
 1.2 แทน ความเข้าใจ 2.2 แทน การนำความรู้ไปใช้
 1.3 แทน การนำความรู้ไปใช้ 2.3 แทน สื่อการสอน
 1.4 แทน ทักษะกระบวนการ X แทน กลุ่มทดลอง

ภาคผนวก ข

ชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ชั้น มัธยมศึกษาตอนปลายสายสามัญ

วิชา วิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

เวลา 18 คาบเรียน (คาบเรียนละ 50 นาที)

1. หลักการและเหตุผล

วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เป็นวิชาบังคับสำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่ไม่ต้องการเรียนเนติภาทางวิทยาศาสตร์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ โดยอาศัยเหตุผลและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เพื่อฝึกทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถนำวิธีการทางวิทยาศาสตร์ไปแก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้ เพื่อให้เกิดเจตคติที่ถูกต้อง และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์ และเพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจและมองเห็นประโยชน์ของวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อการดำรงชีวิต การพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นเนื้อหาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพจึงเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันและสภาพแวดล้อม เป็นการผสมผสานวิชาวิทยาศาสตร์สาขาต่าง ๆ เช่น เคมี ฟิสิกส์ ชีววิทยา และธรณีวิทยา เป็นต้น โดยไม่เน้นหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่ยากและซับซ้อนจนเกินไป

วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ 9 เรื่อง และกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ 5 เรื่อง สำหรับเรื่องร่างกายของเราอยู่ในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการจัดระบบในร่างกายและระบบอวัยวะในร่างกาย เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้เกี่ยวกับร่างกายของตนเองในเรื่องระบบอวัยวะบางส่วน เพื่อให้ตระหนักถึงความสำคัญและจะใส่ใจรักษาสุขภาพร่างกายให้ดียิ่งขึ้น

การเรียนการสอนเรื่องร่างกายของเรานี้ ได้นำมาจัดเป็นชุดการสอนมินิคอร์ส ซึ่งประกอบด้วย แผนการสอน กิจกรรมครู กิจกรรมนักเรียน วัสดุ สื่อการเรียน รวมกันเป็นชุดการสอนเบ็ดเสร็จในตัวเอง สำหรับครูนำไปใช้สอนใดสะดวก ตรงตามหลักการเรียนรู้ทางจิตวิทยาและหลักการทางเทคโนโลยีทางการศึกษา ดังนั้นชุดการสอนมินิคอร์สเรื่องร่างกายของเรานี้ จะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้

ความเข้าใจในค่าน้ำหนัก และเมื่อเจตคติที่ดีต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

2. เป้าหมาย

ชุดการสอนมินิคอร์สเรื่อง ร่างกายของเรา จัดทำเพื่อสำหรับใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย ที่ไม่ต้องการเรียนเนื้หนักทางวิทยาศาสตร์ เนื้อหาสาระตรงตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 เพื่อพัฒนาและส่งเสริมการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพให้ประสบผลสำเร็จมากขึ้น และมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

3. จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้นักเรียนมีความรู้เกี่ยวกับร่างกายของตนเองในเรื่องการจักระเป็นการทำงาน ของร่างกาย และระบบอวัยวะบางส่วน
2. เพื่อให้นักเรียนตระหนักถึงความสำคัญ และเข้าใจหลักการปฏิบัติตนอย่างถูกต้องในการ บำรุงรักษาสุขภาพของร่างกายให้แข็งแรงสมบูรณ์ แล้วสามารถนำไปใช้ในชีวิตรประจำวัน
3. เพื่อให้นักเรียนมีเจตคติที่ถูกต้อง และค่านิยมทางวิทยาศาสตร์

4. จุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของคำหรือข้อความต่อไปนี้ได้ เซล เนื้อเยื่อ อวัยวะ ระบบอวัยวะ หนึ่งกำพร้าว สารเมลาโนิน หนึ่งแท่ ขึ้นไขมัน กระดูกแกน กระดูกกระยาง ข้อต่อ กล้ามเนื้อ กระดูก กล้ามเนื้อไบเล้ง กล้ามเนื้อไตรเล้ง กล้ามเนื้อเรียบ กล้ามเนื้อหัวใจ เทนคอน ซีรีบรับ ซีรีเบลลัม เมดุลลา ไชลันหลัง กิริยารีเฟล็กซ์ ประสาทรับ และนำสัญญาณ ประสาทสั่งการ
2. เปรียบเทียบการทำงานของอวัยวะบางส่วนของร่างกายกับสิ่งที่มีลักษณะคล้ายคลึงกัน
3. บอกลำดับการจักระเป็นการทำงานของร่างกายจากหน่วยย่อยเป็นหน่วยใหญ่
4. บอกตำแหน่งที่ตั้งและหน้าที่สำคัญ ๆ ของอวัยวะต่อไปนี้ หัวใจ ปอด ตับ กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ทอมโรรอยด์ ไต กระเพาะปัสสาวะ ไชลันหลัง

5. เลือกรับประทานอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการบำรุงรักษาสุขภาพของร่างกายให้แข็งแรงสมบูรณ์อยู่เสมอ
6. อธิบายเกี่ยวกับการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย ตลอดจนอวัยวะที่เกี่ยวข้องในระบบหนึ่ง ๆ
7. อธิบายความสัมพันธ์ในการทำงานระหว่างระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนโลหิต ระบบย่อยอาหาร และระบบขับถ่าย
8. บรรยายโครงสร้างและส่วนประกอบของผิวหนังชั้นต่าง ๆ ได้
9. สรุปเกี่ยวกับความสำคัญของรอยขมับที่มีต่อประสิทธิภาพการมองเห็น
10. สรุปหน้าที่สำคัญของผิวหนัง และการบำรุงรักษา
11. ปฏิบัติตนได้ถูกต้องเมื่อเป็นสิว หรือผิวหนังมีปัญหา
12. บอกส่วนประกอบของกระดูก หน้าที่ของระบบโครงกระดูก ตลอดจนการบำรุงรักษากระดูกให้แข็งแรง
13. สรุปหน้าที่สำคัญของกระดูก และการบำรุงรักษา
14. บอกส่วนที่เป็นกระดูกแกนกลาง และส่วนที่เป็นกระดูกกระ้าง จากภาพโครงกระดูกได้
15. บรรยายลักษณะของข้อต่อชนิดต่าง ๆ และเปรียบเทียบให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างหน้าที่และลักษณะของข้อต่อชนิดนั้น ๆ
16. บรรยายท่าเดิน นั่ง ยืน และยกของที่ถูกต้อง พร้อมทั้งปฏิบัติตามในการเดิน นั่ง ยืน และยกของควยท่าทางที่ถูกต้องควย
17. สรุปหน้าที่สำคัญของกล้ามเนื้อ และการบำรุงรักษา
18. ยกตัวอย่างและเปรียบเทียบความแตกต่างของกล้ามเนื้อที่อยู่ในอานาจจิตใจ และกล้ามเนื้อที่ไม่อยู่ในอานาจจิตใจ
19. อธิบายการทำงานของกล้ามเนื้อกระดูก และความสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อและกระดูก
20. อธิบายสาเหตุของการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ การเป็นตะคริว และวิธีแก้ไขหรือป้องกัน

21. สรุปความสำคัญของการออกกำลังกาย และการพักผ่อน

22. สรุปความสำคัญและหน้าที่ของสมองส่วนต่าง ๆ และไขสันหลัง ตลอดจนการบำรุง

รักษา

23. ฝึกตนเองให้ปฏิบัติรักษาตนเองรวดเร็วขึ้น

24. อธิบายความสัมพันธ์ในการทำงานระหว่างระบบประสาท ระบบกล้ามเนื้อ และ

ระบบโครงกระดูก

25. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของออกซิเจนกับปริมาณพลังงานที่ใช้ในกิจกรรม

หนึ่ง ๆ

5. แผนการสอน

ตอนที่ 1 การจักรระบบในร่างกาย

เวลา 1 คาบ

คาบที่	เวลา (นาที)	หัวเรื่อง / ลำดับกิจกรรม	การจัดกลุ่ม
1	10	<u>การจักรระบบในร่างกาย</u> 1. นักเรียนวิเคราะห์และเปรียบเทียบการทำงานส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย กับการทำงานของเครื่องมือ หรือเครื่องจักรกลต่าง ๆ	กลุ่มใหญ่
	20	2. นักเรียนศึกษาการจักรระบบในร่างกายจากแผนภาพไปรษณีย์	กลุ่มใหญ่
	20	3. นักเรียนอภิปรายความหมายของเซลล์เนื้อเยื่อ อวัยวะ และระบบอวัยวะ และการจักรระบบในร่างกาย	กลุ่มย่อย

ตอนที่ 2 ระบบอวัยวะในร่างกาย

เวลา 4 คาบ

คาบที่	เวลา (นาที)	หัวเรื่อง / ลำดับกิจกรรม	การจัดกลุ่ม
		<u>ระบบอวัยวะในร่างกาย</u>	
2	50	1. นักเรียนอภิปรายอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย	กลุ่มใหญ่, กลุ่มย่อย
3-5	30	2. นักเรียนศึกษาสไลด์ เรื่อง ระบบหายใจ	กลุ่มใหญ่, กลุ่มย่อย
	35	3. นักเรียนศึกษาแบบโทรทัศน์ และสไลด์ เรื่องระบบย่อยอาหาร	กลุ่มใหญ่, กลุ่มย่อย
	35	4. นักเรียนศึกษาแผนภาพโปร่งใส และสไลด์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนของเลือด และน้ำเหลือง	กลุ่มใหญ่, กลุ่มย่อย
	20	5. นักเรียนศึกษาแผนภาพโปร่งใส เรื่อง ระบบขับถ่าย	กลุ่มใหญ่, กลุ่มย่อย
	40	6. นักเรียนศึกษาแบบโทรทัศน์ และแผนภาพโปร่งใสเรื่อง ระบบสืบพันธุ์	กลุ่มใหญ่, กลุ่มย่อย

ตอนที่ 3 ระบบหล่อเลี้ยงร่างกาย

เวลา 3 คาบ

คาบที่	เวลา (นาที)	หัวเรื่อง / ลำดับกิจกรรม	การจัดกลุ่ม
6		<u>โครงสร้างของผิวหนัง</u>	
	15	1. นักเรียนอธิบายความสำคัญของผิวหนัง	กลุ่มใหญ่
	20	2. นักเรียนทดลองและศึกษาลักษณะ และ โครงสร้างของผิวหนัง	กลุ่มย่อย
	15	3. นักเรียนศึกษาลักษณะและส่วนประกอบของ ผิวหนังด้วยการทาบ	กลุ่มใหญ่, กลุ่มย่อย
7		<u>หน้าที่ของผิวหนัง</u>	
	15	4. นักเรียนทดลองหารูของต่อมเหงื่อ	กลุ่มย่อย
	35	5. นักเรียนทดลองเรื่องหน้าที่ของต่อมไขมัน	กลุ่มย่อย
8		<u>ผิวหนังกับการบำรุงรักษา</u>	
	50	6. นักเรียนศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นกับผิวหนัง และ การบำรุงรักษาผิวหนังจากแพทย์โทรทัศน์	กลุ่มใหญ่

ตอนที่ 4 ระบบโครงกระดูก

เวลา 3 คาบ

คาบที่	เวลา (นาที)	หัวเรื่อง / ลำดับกิจกรรม	การจัดกลุ่ม
9-11		<u>กระดูก</u>	
	25	1. นักเรียนศึกษาโครงกระดูกจากเทพไทรทัศน์ และแผนภาพโครงกระดูก	กลุ่มใหญ่
	25	2. นักเรียนทดลองเรื่องส่วนประกอบของกระดูก <u>ข้อต่อและเอ็นเชื่อมกระดูก</u>	กลุ่มย่อย
	35	3. นักเรียนทดลองเรื่อง ชนิดของข้อต่อ และ การเคลื่อนไหว <u>การบำรุงรักษากระดูกและการพัฒนาโครงร่างและ ท่าทางที่ดี</u>	กลุ่มย่อย
	35	4. นักเรียนอภิปรายเรื่องการพัฒนาโครงร่าง และท่าทางที่ดี	กลุ่มใหญ่
	30	5. นักเรียนทดลองเรื่องการสำรวจท่าทางยืน และเดิน และทำแบบฝึกหัดหลังการทดลอง	รายบุคคล

ตอนที่ 5 ระบบกล้ามเนื้อ

เวลา 3 คาบ

คาบที่	เวลา (นาที)	หัวเรื่อง / ลำดับกิจกรรม	การจัดกลุ่ม
12-14	30	<u>ความสำคัญและชนิดของกล้ามเนื้อ</u> 1. นักเรียนศึกษาภาพโทรทัศน์เรื่อง ความ สำคัญและชนิดของกล้ามเนื้อ	กลุ่มใหญ่
	35	<u>การทำงานของกล้ามเนื้อยึดกระดูก</u> 1. นักเรียนทดลองการทำงานของกล้ามเนื้อ ยึดกระดูก	กลุ่มย่อย
	35	<u>กำลังของกล้ามเนื้อ</u> 3. นักเรียนทดลองวัดกำลังของแขน มือ และขา	รายบุคคล
	50	<u>ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ</u> 4. นักเรียนทดลองหาสาเหตุที่ทำให้กล้ามเนื้อ เกิดการล้า	กลุ่มย่อย

ตอนที่ 6 ระบบประสาทและคอมพิวเตอร์

เวลา 3 คาบ

คาบที่	เวลา (นาที)	หัวเรื่อง / ลำดับกิจกรรม	การจัดกลุ่ม
15-17		<u>ระบบประสาท</u>	
	30	1. นักเรียนทดลองฝึกทักษะบางอย่าง	รายบุคคล
		<u>สมอง</u>	
	50	2. นักเรียนทดสอบความจำจากการ สังเกต	รายบุคคล
		<u>ไขสันหลัง</u>	
	30	3. การทดลองเรื่อง กิริยาสนองฉับพลัน และความเร็วทางปฏิกิริยาตอบสนอง	กลุ่มย่อย
		<u>คอมพิวเตอร์</u>	
	40	4. นักเรียนศึกษาคอมพิวเตอร์จากแผนภาพโปร่งใส	กลุ่มใหญ่

ตอนที่ 7 พลังงานในร่างกาย

เวลา 1 คาบ

คาบที่	เวลา (นาที)	หัวเรื่อง / ลำดับกิจกรรม	การจัดกลุ่ม
18		<u>พลังงานในร่างกาย</u>	
	50	1. นักเรียนทดลองวัดพลังงานในร่างกาย	กลุ่มย่อย

6. กิจกรรมครู / กิจกรรมนักเรียน / สื่อ

ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

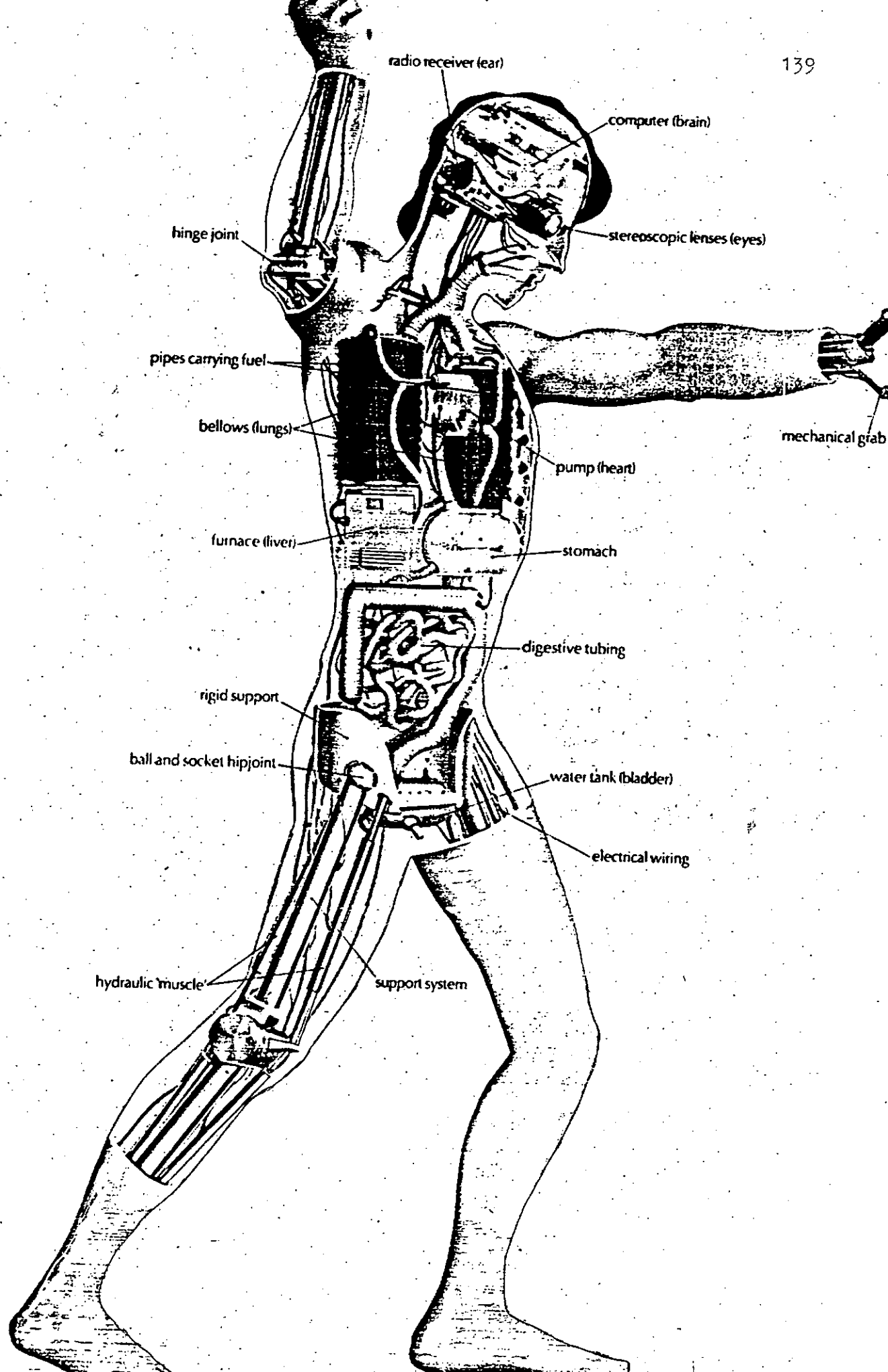
ตอนที่ 1 การจัดระบบในร่างกาย เวลา 1 คาบ

กิจกรรม 1 นักเรียนวิเคราะห์และเปรียบเทียบการทำงานส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย กับการทำงานของเครื่องมือหรือเครื่องจักรกลต่าง ๆ

เวลา 10 นาที

- ขั้นตอน
1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยใช้แผนภาพโปร่งใสแสดงส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่อยู่ภายนอกและภายใน
 2. นักเรียนวิเคราะห์และเปรียบเทียบการทำงานของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย กับการทำงานของเครื่องมือ หรือเครื่องจักรกล พร้อมทั้งเหตุผล
 3. ครูสรุปการวิเคราะห์และเปรียบเทียบการทำงานของร่างกาย โดยใช้แผนภาพโปร่งใส
 4. นักเรียนสรุปความสำคัญของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

- สื่อ
1. แผนภาพโปร่งใส
 2. หนังสือคู่มือนักเรียน



ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 1 การจัดระบบในร่างกาย เวลา 1 คาบ

กิจกรรม 2 นักเรียนศึกษาการจัดระบบในร่างกายจากแผนภาพโปร่งใส

เวลา 20 นาที

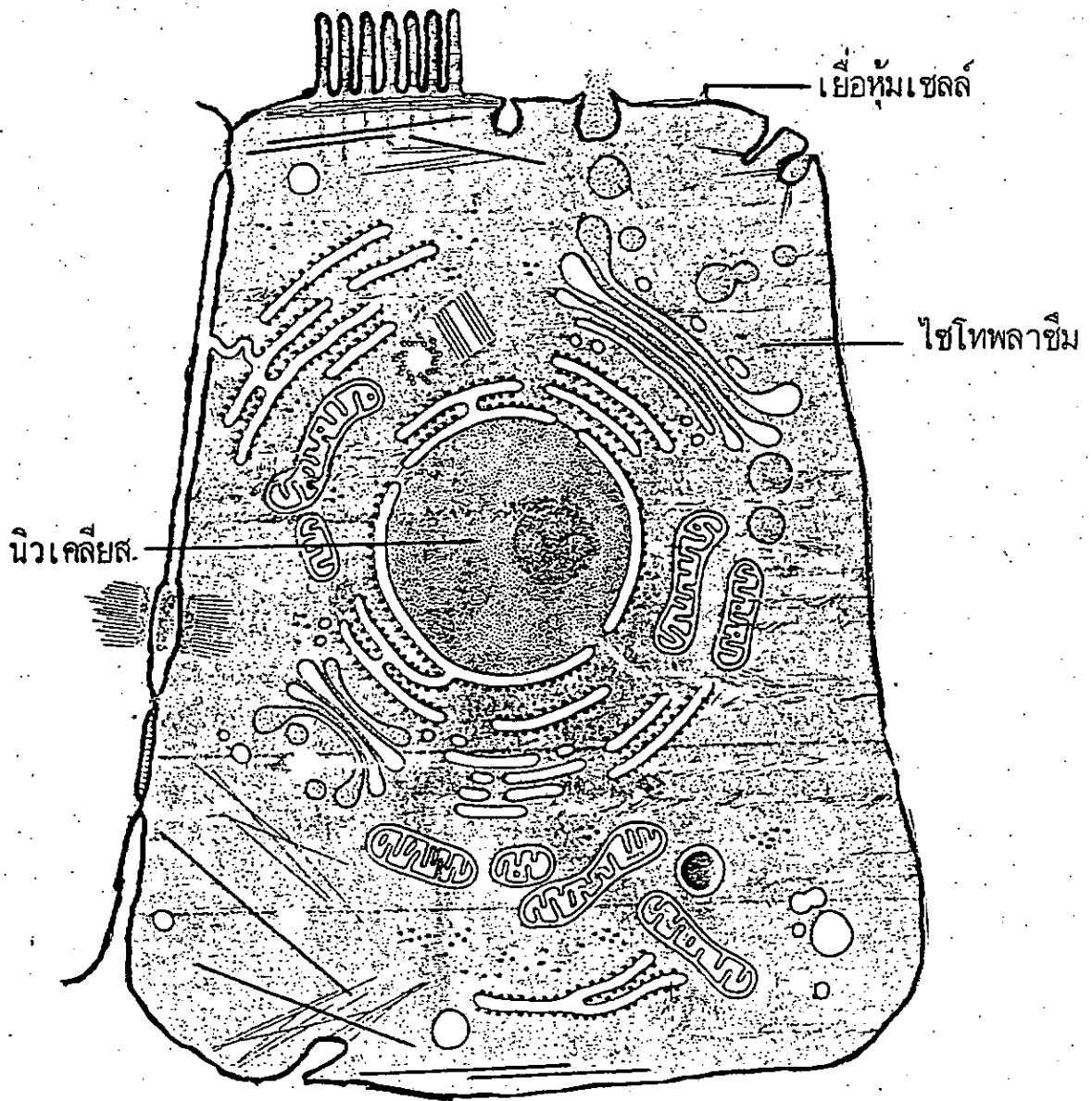
ขั้นตอน

1. ครูทบทวนเรื่องส่วนประกอบของสิ่งที่มีชีวิต โดยใช้แผนภาพโปร่งใส
2. นักเรียนศึกษารูปร่าง ขนาด และชนิดของเซลล์ในร่างกายจากแผนภาพโปร่งใส
3. นักเรียนศึกษาความหมายของเนื้อเยื่อและชนิดของเนื้อเยื่อในร่างกายจากแผนภาพโปร่งใส
4. นักเรียนศึกษาชนิดของเนื้อเยื่อในร่างกาย
5. นักเรียนศึกษาแผนภาพโปร่งใส แสดงส่วนประกอบของโครงสร้างที่ถูกที่เป็นเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ
6. นักเรียนศึกษาดารางแสดงอวัยวะบางอย่างและส่วนประกอบที่เป็นเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ

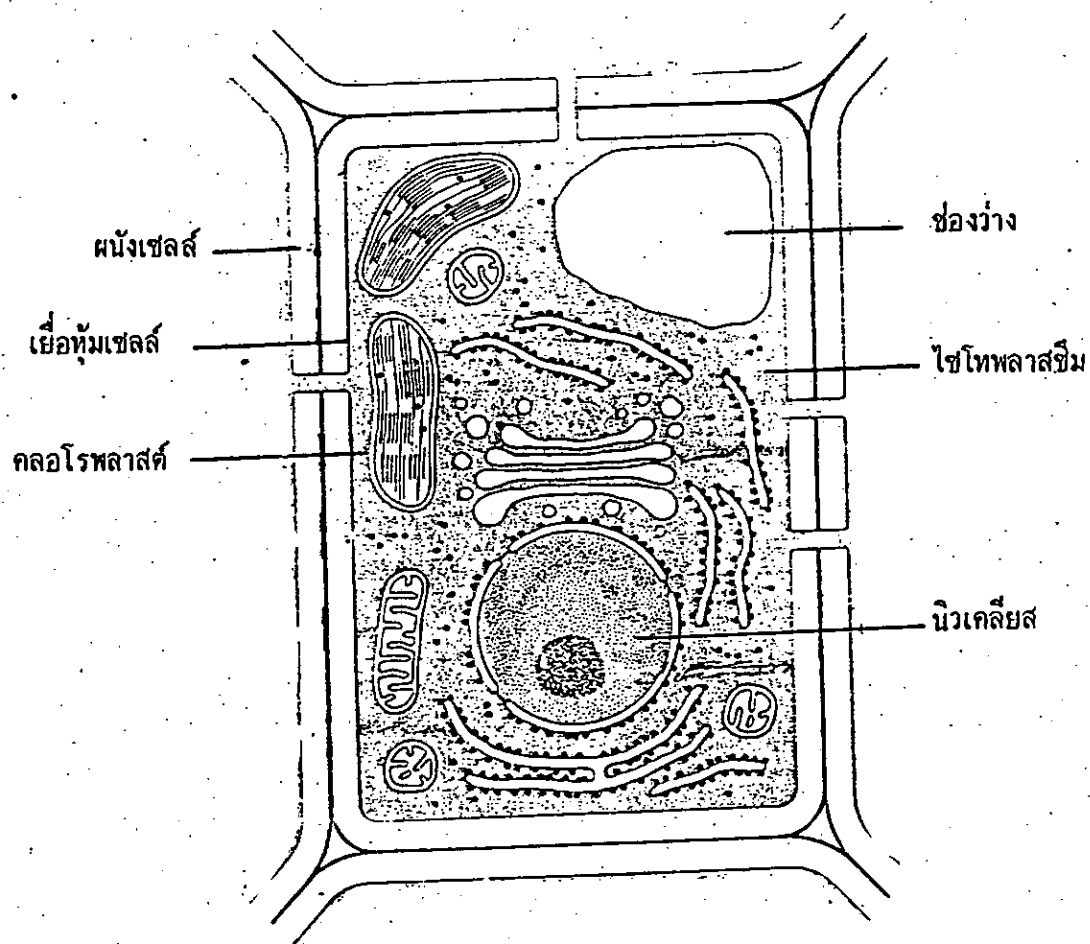
สื่อ

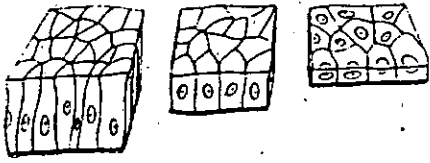
1. แผนภาพโปร่งใส
2. หนังสือคู่มือนักเรียน

ส่วนประกอบของเซลล์สัตว์



ส่วนประกอบของเซลล์พืช

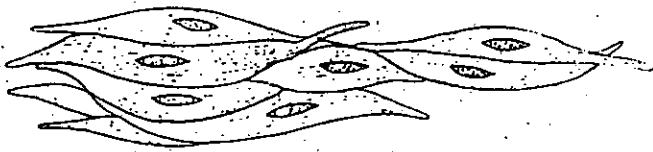




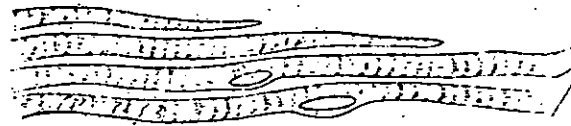
เซลล์ผิว



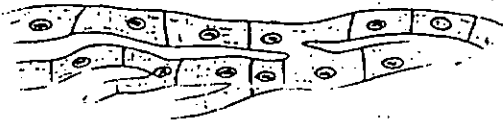
เซลล์ประสาท



เซลล์กล้ามเนื้อเรียบ



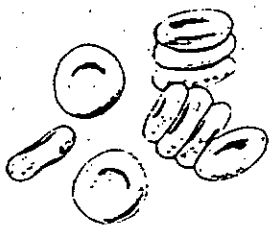
เซลล์กล้ามเนื้อยัดกระดูก



เซลล์กล้ามเนื้อหัวใจ



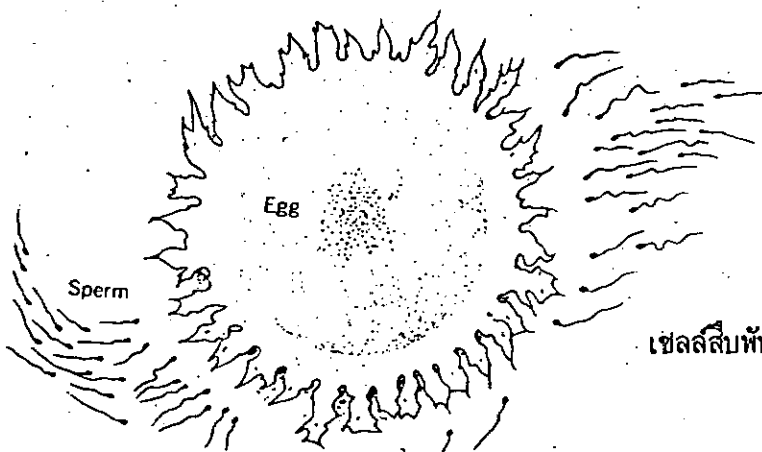
เซลล์กระดูก



เซลล์เม็ดเลือดแดง



เซลล์เม็ดเลือดขาว



เซลล์สืบพันธุ์

เปรียบเทียบขนาดของเซลล์ชนิดต่าง ๆ



เซลล์ประสาท (ซีรีเบลลัม)



เซลล์ผิวหนัง (กระเพาะอาหาร)



เซลล์ผิวหนัง (หลอดลม)



เซลล์ต่อมไขมัน (ลิ้น)



เซลล์เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน



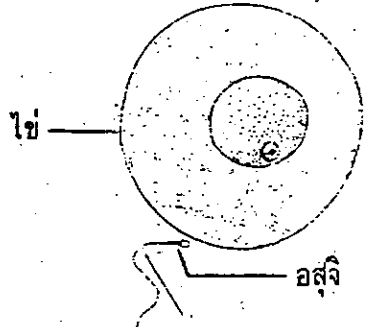
เซลล์กระดูก



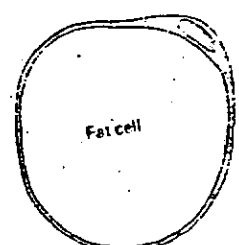
เซลล์เม็ดเลือด



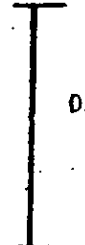
เซลล์กล้ามเนื้อเรียบ

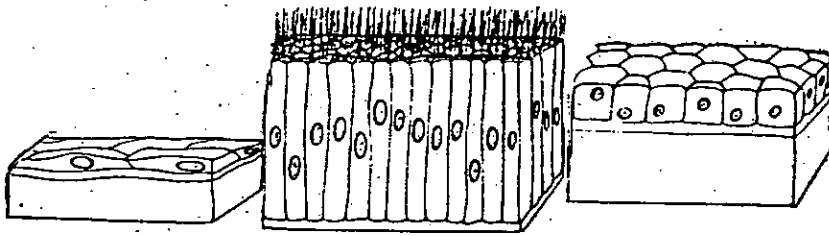


เซลล์สืบพันธุ์

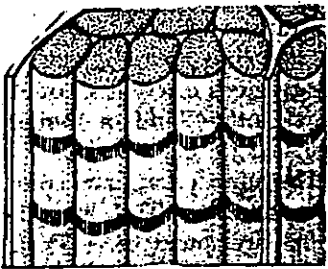


เซลล์ไขมัน

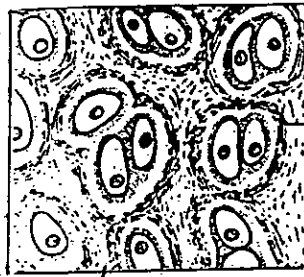




เนื้อเยื่อผิว



เนื้อเยื่อตามเนื้อกระดูก



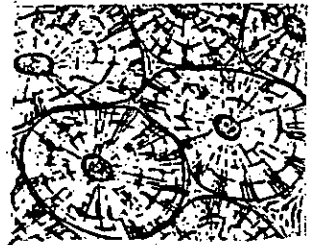
เนื้อเยื่อกระดูกอ่อน



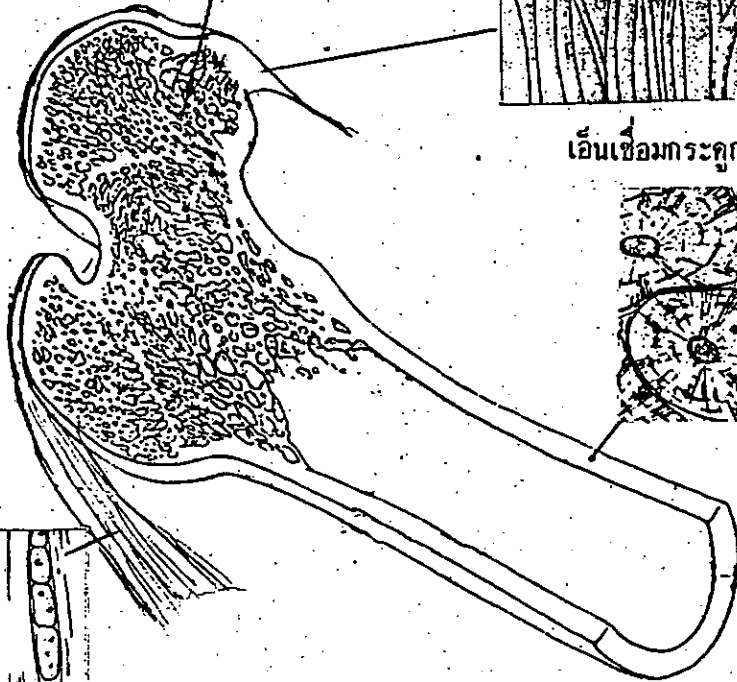
เอ็นเชื่อมกระดูก



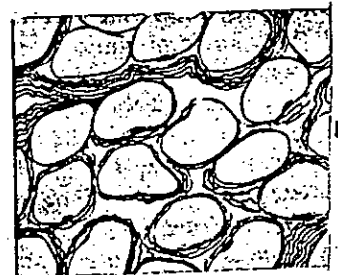
เนื้อเยื่อประสาท



เนื้อเยื่อกระดูก

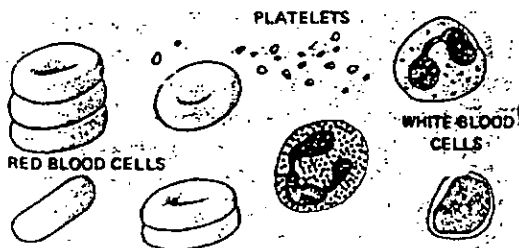


เนื้อเยื่อตามเนื้อกระดูก



เนื้อเยื่อไขมัน

เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน(เลือด)



ตารางแสดงอวัยวะบางส่วนประกอบที่เป็นเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ

อวัยวะ	เนื้อเยื่อที่เป็นส่วนประกอบ						ประสาท	สัมผัส
	บุผิว	กล้ามเนื้อ	เกี่ยวพัน			กระดูก	พังผืด	
ผิวหนัง			เลือด					
กล้ามเนื้อ								
หัวใจ								
กระเพาะอาหาร								
ปอด								
ไต								
รังไข่และอัณฑะ								
โครงกระดูกและข้อต่อ								
สมอง								
ต่อมใต้สมอง								

ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 1 การจัดระบบในร่างกาย

เวลา 1 คาบ

กิจกรรม 3 นักเรียนอภิปรายความหมายของเซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะและระบบ
อวัยวะ และการจัดระบบในร่างกาย

เวลา 20 นาที

ขั้นตอน

1. นักเรียนอภิปรายความหมายของเซลล์ที่เคยเรียนแล้วภายใน
กลุ่มย่อย
2. นักเรียนอภิปรายภายในกลุ่มย่อย เรื่องความหมายของเนื้อเยื่อ
และอวัยวะจากการศึกษาแผนภาพโปร่งใส
3. นักเรียนอภิปรายภายในกลุ่มย่อย เรื่องความหมายของระบบ
อวัยวะจากลักษณะการทำงานร่วมกันของอวัยวะ
4. นักเรียนอภิปรายภายในกลุ่มย่อยเรื่อง การจัดระบบใน
ร่างกายและเปรียบเทียบการจัดระบบในร่างกายกับการ
ทำงานของบริษัท หรือหน่วยงานของรัฐ
5. ครูร่วมกับนักเรียนสรุปความหมายของเซลล์ เนื้อเยื่อ อวัยวะ
และระบบอวัยวะ และการจัดระบบในร่างกาย
6. นักเรียนทำแบบฝึกหัด

สื่อ

1. แผนภาพโปร่งใส
2. หนังสือคู่มือนักเรียน



เซลล์	คือหน่วยชีวิตที่เล็กที่สุดในร่างกาย
เนื้อเยื่อ	คือกลุ่มเซลล์ชนิดเดียวกันอยู่ร่วมกัน และทำหน้าที่อย่างเดียวกัน
อวัยวะคือ	คือกลุ่มเนื้อเยื่อหลาย ๆ ชนิดที่รวมกันทำหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่ง
ระบบอวัยวะ	คือกลุ่มอวัยวะที่ทำหน้าที่สำคัญร่วมกัน

ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 2 ระบบอวัยวะในร่างกาย

เวลา 4 คาบ

กิจกรรม 1 นักเรียนบอกชื่อระบบอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย และอวัยวะที่เกี่ยวข้อง

เวลา 50 นาที

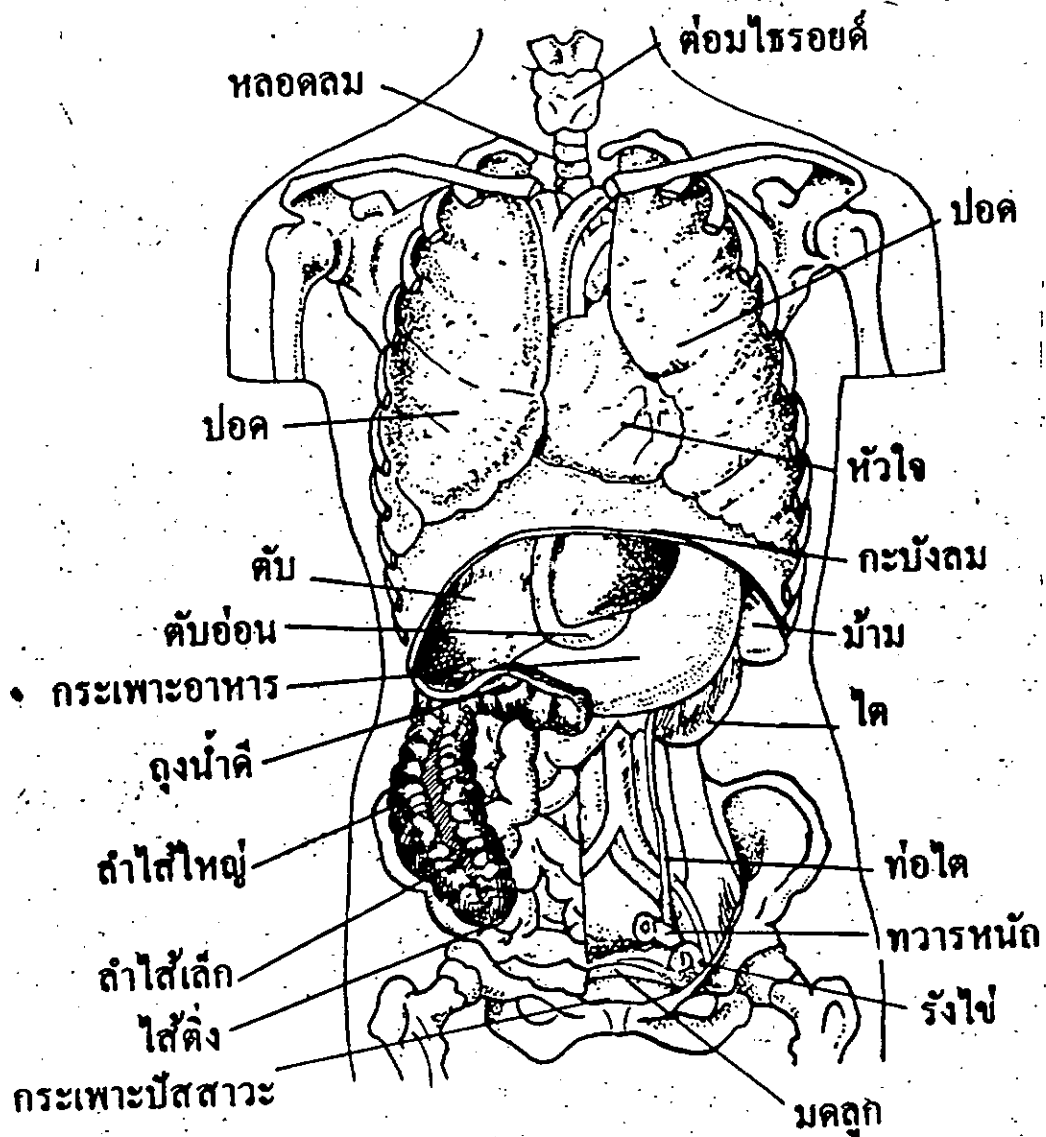
ขั้นตอน

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนกล่าวถึงอวัยวะที่สำคัญในร่างกาย (เช่น หัวใจ ปอด ฯลฯ)
2. ให้นักเรียนกล่าวถึงอวัยวะอื่น ๆ ที่สัมพันธ์ หรือทำงานประสานกับอวัยวะที่สำคัญ (ซึ่งกล่าวมาแล้วในข้อ 1)
3. ครูทบทวนความหมายของระบบอวัยวะ
4. นักเรียนบอกชื่อระบบอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย
5. ครูนำเสนอแผนภาพโปร่งใส แสดงระบบอวัยวะตามที่นักเรียนบอก (ในข้อ 4)
6. นักเรียนแต่ละกลุ่มย่อยบอกชื่ออวัยวะที่เกี่ยวข้องในแต่ละระบบตามที่เห็นจากแผนภาพโปร่งใส
7. ครูรวมกับนักเรียนสรุประบบอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย และอวัยวะที่เกี่ยวข้อง

สื่อ

1. แผนภาพโปร่งใส
2. หนังสือคู่มือนักเรียน

ระบบอวัยวะในร่างกาย



ตาราง 3 แสดงระบบอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย

ระบบ	อวัยวะที่เกี่ยวข้อง
1. ระบบหมุนเวียนโลหิตและน้ำเหลือง	หัวใจ เส้นโลหิต ท่อน้ำเหลือง ม้าม ตับ ไชกระดูก คอม น้ำเหลือง
2. ระบบย่อยอาหาร	ปากและส่วนประกอบในปาก คอมน้ำลาย หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ ทวารหนัก ตับอ่อน ตับ และถุงน้ำดี
3. ระบบต่อมไร้ท่อ	ต่อมไร้ท่อทุกชนิด เช่น คอมหมวกไต คอมธัยรอยด์ คอมไตสมอง รังไข่ อัณฑะ ฯลฯ
4. ระบบขับถ่าย	ไต ท่อไต กระเพาะปัสสาวะ ห่อปัสสาวะ ผิวหนัง ลำไส้ใหญ่
5. ระบบต่อมไร้ท่อ	ผิวหนัง ขน เล็บ
6. ระบบกล้ามเนื้อ	มัดกล้ามเนื้อที่อยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
7. ระบบประสาท	สมอง ไขสันหลัง เส้นประสาทและอวัยวะรับรู้ความรู้สึก
8. ระบบสืบพันธุ์	รังไข่ อัณฑะและอวัยวะอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น คอมต่าง ๆ และท่อ
9. ระบบหายใจ	จมูก หลอดลม ปอด
10. ระบบโครงกระดูก	กระดูกชิ้นต่าง ๆ ที่ประกอบเป็นแกนกลางและระยางของ ร่างกาย

ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 2 ระบบอวัยวะในร่างกาย

เวลา 4 คาบ

กิจกรรม 2 นักเรียนศึกษาสไลด์เรื่องระบบหายใจ

เวลา 30 นาที

ขั้นตอน

1. ครูนำเสนอความสำคัญ และความหมายของการหายใจ
2. ครูเสนอสไลด์เรื่องระบบหายใจ
3. นักเรียนศึกษาสไลด์เรื่องระบบหายใจ
4. นักเรียนอภิปรายภายในกลุ่มย่อยเพื่อสรุปความหมายของระบบหายใจ และกลไกของการหายใจ
5. ครูรวมกับนักเรียนสรุปความหมายของระบบหายใจ และกลไกของการหายใจ

สื่อ

1. สไลด์
2. หนังสือคู่มือนักเรียน

คำบรรยายประกอบสื่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

เรื่อง ร่างกายของเรา

ชุดระบบหายใจ

(ความยาว 20 นาที สไลด์ 20 ภาพ)

หมายเลขสไลด์ และภาพ	คำบรรยาย
1. ระบบหายใจ	ระบบหายใจ (ชื่อเรื่อง)
2. ทนหายใจเข้า	การหายใจหมายถึง ขบวนการที่ร่างกายนำเอาก๊าซออกซิเจนเข้าไปทำปฏิกิริยากับสารอาหารที่รับประทานเข้าไป เพื่อให้ได้ความร้อนและพลังงานมาใช้ ซึ่งปฏิกิริยาทั้งสองอย่างจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ในขั้นนี้เราจะกล่าวถึงการหายใจที่เป็นการสูดเอาออกซิเจนและคายก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา
3. อวัยวะเกี่ยวกับการหายใจ	อวัยวะเกี่ยวกับการหายใจของคนเราประกอบด้วย จมูก, โทรงจมูก, หลอดคอ, ปอด และกระบังลม
4. ทางลมหายใจเข้า	เมื่อหายใจเข้า อากาศจะเข้าทางรูจมูก ซึ่งภายในรูจมูกจะมีขนคอยกรองเอาสิ่งสกปรกจากอากาศไม่ให้เข้าไปข้างใน นับเป็นด่านแรก ปกติเราจะหายใจทางจมูก ยกเว้นบางกรณีเราอาจจะหายใจทางปากช่วยด้วย เช่น หลังออกกำลังกาย ซึ่งต้องการออกซิเจนมาก
5. โทรงจมูก (ขยายใหญ่)	ภายในโพรงจมูกจะมีแผ่นสร้างเมือกให้โพรงจมูกชื้นอยู่เสมอ เพื่อคอยดักเอาสิ่งสกปรกไว้ นอกจากเมือกแล้ว ยังมีเซลล์ที่มีปลายขนแบบขี้เลื่อย เพื่อคอยจับฝุ่นละอองหรือสิ่งสกปรกกลับเข้าสู่ทางเดินอาหาร โดยการกลืนเข้าไป

หมายเลขสไลด์ และภาพ	คำบรรยาย
6. ทนหายใจ	อากาศที่ผ่านเข้าทางเดินอากาศจนถึงปอดนี้ จะบริสุทธิ์ปราศจากสิ่งสกปรกและฝุ่นละอองแล้ว ยิ่งไปกว่านี้ ไม่ว่าอากาศข้างนอกจะหนาวเย็นแค่ไหนก็ตาม
7. ทางลมหายใจ (คอมน)	ถัดจากโพรงจมูกเข้าไปสู่หลอดคอ ซึ่งเป็นทางร่วมระหว่างหลอดอาหารและหลอดลม จากหลอดคอเข้าสู่กล่องเสียง ที่กล่องเสียงนี้เองที่ช่วยให้เราพูดออกเสียงได้ หรือร้องเพลง ในผู้ชายจะเห็นกล่องเสียงโผล่ออกมาชัดเป็นลูกกระเดือก จากกล่องเสียงอากาศผ่านเข้าไปยังหลอดลม
8. ทางเกินของลมหายใจ	ส่วนเกินของหลอดลมที่ติดกับหลอดคอจะมีแผ่นอิพิกลอทิสกันไม่ให้อาหารเข้าหลอดลม แต่อากาศจะผ่านจากจมูกเข้าหลอดลมได้สะดวก
9. เนื้อเยื่อบุผิวของหลอดลม	ภายในหลอดลมถ้าตามขวางและมองดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ จะบุด้วยเนื้อเยื่อบุผิว ซึ่งประกอบด้วยเซลล์ที่มีขน ซึ่งขนเหล่านี้จะคอยพัดฝุ่นละอองต่าง ๆ กลับมายังคอหอยและปาก
10. หลอดลม	หลอดลมนี้จะหุ้มด้วยเยื่อหุ้มก่อนเพื่อให้องค์รูปอยู่ตลอดเวลา
11. ส่วนประกอบภายในของ	จากหลอดลมแยกเข้าปอดสองข้างทางขึ้นปอด ซึ่งขึ้นปอดนี้จะมีลักษณะเหมือนกับหลอดลมทุกประการ แต่มีขนาดเล็กกว่า ขึ้นปอดแต่ละข้างจะแตกแขนงเล็ก ๆ ภายในปอดมากมาย และไปสู่ท่อนที่ลงลม หรืออัลวิโอลี ซึ่งมีจำนวนมากมายืดปอด คำแดงของปอดเราจะอยู่ที่บริเวณทรวงอก ปอดแต่ละข้างหุ้มด้วยเยื่อหุ้มปอด

หมายเลขสไลด์ และภาพ	คำบรรยาย
12. การหายใจเข้า	อากาศเข้าไปในถุงลมเล็ก ๆ ในปอดและออกมาได้ อย่างไร ?
	การหายใจเข้าเกิดจากการที่กล้ามเนื้อที่อู่ระหว่างกระดูกซี่โครงหรือกล้ามเนื้อกระบังลมหดตัวทำให้ทรวงอกขยายออก อากาศเข้าปอดเป็นการหายใจเข้า
13. การหายใจออก	การหายใจออก เกิดจากการที่กล้ามเนื้อที่กล้ามเนื้อทรวงอกคลายตัว ทำให้ทรวงอกลดขนาดลง อากาศออกจากปอดเป็นการหายใจออก
14. ถุงลม	ถุงลมภายในปอดมีเป็นล้าน ๆ อัน การมีถุงลมนี้ทำให้ปอดมี ลักษณะหยุ่นเหมือนฟองน้ำ และถุงลมก็ทำหน้าที่คล้ายฟองน้ำ โดย การที่ดูดซับเอาก๊าซออกซิเจนจากอากาศที่หายใจเข้า
15. ถุงลม (ขยายใหญ่)	ถ้าดูรายละเอียดของถุงลม จะพบว่าแต่ละอันถูกล้อมรอบด้วย เส้นเลือดฝอยทั้งดำและแดง ซึ่งการแลกเปลี่ยนก๊าซที่แท้จริงเกิด ระหว่างถุงลมกับเส้นเลือดฝอยเหล่านั้น
16. ถุงลมขยายตัว	เมื่อหายใจเข้า อากาศเข้าไปในถุงลมจะขยายเพิ่มพื้นที่ ซึ่งจะ เอาก๊าซออกซิเจน ถ้าเราเอาถุงลมทั้งปอดมาแผ่ออก จะมีเนื้อที่ ประมาณ 50 ตารางเมตร
17. เส้นเลือดฝอยที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	เส้นเลือดจากหัวใจไปยังปอดทางเส้นหลอดเลือดโมนารี อาร์เทอร์รี แตกเป็นเส้นเลือดฝอยในปอด ซึ่งเลือดที่มาจากหัวใจเข้าปอดนี้จะ เป็นเลือดที่ประกอบด้วยเม็ดเลือดแดง ที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จำนวนมาก

หมายเลขสไลด์ และภาพ	คำบรรยาย
18. การแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนในเส้นเลือดฝอย	เมื่อเส้นเลือดฝอยที่มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากเกินไปถึงบริเวณถุงลมภายในถุงลมมีก๊าซออกซิเจนมากกว่า ก๊าซออกซิเจนจะเข้าไปเกาะกับเม็ดเลือดแดงในเส้นเลือดฝอย
19. การแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในเส้นเลือดฝอย	ขณะที่ตัวก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ก็จะออกไปยังถุงลมซึ่งมีจำนวนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์น้อยกว่า แล้วออกไปเป็นกาหายใจ
20. ทางเดินของลมหายใจ	สรุป ระบบหายใจนี้เป็นการทำงานที่อัตโนมัติ และมีประสิทธิภาพมากในการนำออกซิเจนเข้า และนำคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากร่างกาย เริ่มจากจมูก อากาศจะผ่านเข้าสู่หลอดคอ หลอดเสียง ลงสู่หลอดลมเข้าสู่ชั้วปอด และถุงลมในปอด ขณะที่ผ่านไปอากาศจะถูกทำให้สะอาดและบริสุทธิ์ ก่อนจะเข้าถึงปอด การแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นระหว่างถุงลมกับเส้นเลือดฝอยที่อยู่รอบ ๆ ถุงลมในปอดนั่นเอง

ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 2 ระบบอวัยวะในร่างกาย

เวลา 4 คาบ

กิจกรรม 3 นักเรียนศึกษาเทปโทรทัศน์และสไลด์เรื่อง ระบบย่อยอาหาร

เวลา 35 นาที

ขั้นตอน

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนเรื่อง ระบบย่อยอาหาร โดยทบทวนความสำคัญของการหายใจกับอาหารที่รับประทานเข้าไป
2. ครูเสนอเทปโทรทัศน์เรื่อง ระบบย่อยอาหาร
3. นักเรียนศึกษาเทปโทรทัศน์เรื่อง ระบบย่อยอาหาร
4. นักเรียนอภิปรายภายในกลุ่มย่อย ความหมายของระบบย่อยอาหารและกระบวนการย่อยอาหาร
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความหมายของระบบย่อยอาหารและกระบวนการย่อยอาหาร โดยใช้สไลด์ประกอบ
6. นักเรียนทำแบบฝึกหัด

สื่อ

- เทปโทรทัศน์
- สไลด์
- หนังสือคู่มือนักเรียน

เรื่อง ร่างกายของเรา

ชุดระบบย่อยอาหาร

(ความยาว 7 นาที)

ภาพ	คำบรรยาย
การทำงานของระบบย่อยอาหาร (กลืนอาหารผ่านส่วนต่าง ๆ แล้วย่อยจนละเอียด)	ร่างกายเราต้องอาศัยระบบอาหารเพื่อเปลี่ยนสารเคมีอันสลับซับซ้อน ไม่ว่าจะเป็นอะไรเข้าไประบบย่อยอาหารของเราก็จะมีการสร้างสารเคมีออกมาอย่างสม่ำเสมอ ตั้งแต่ก่อนจะกัดคำแรกภายในปากจะมีเตรียมพร้อมด้วยการเพิ่มปริมาณน้ำลาย ซึ่งมีน้ำเป็นส่วนประกอบส่วนใหญ่ที่เหลือเป็นเอนไซม์เพื่อเริ่มขบวนการย่อยอาหาร น้ำลายช่วยในเคี้ยวและกลืน อาหารจะลงไปตามหลอดอาหารที่มีความยาว 9 ถึง 10 นิ้ว และกว้างน้อยกว่า 1 นิ้ว พุงตรงลงสู่ช่องท้องเช่นเดียวกับทางเดินอาหารทั่วไป ลำไส้ประกอบด้วยกล้ามเนื้อที่บีบตัวเป็นระยะ ๆ กันให้อาหารไหลลงไปตลอดทาง ภายในกระเพาะจะมีกรด และน้ำย่อยคอยย่อยอาหารอยู่ ในการย่อยตามปกติกระเพาะอาหารจะผลิตกรดออกมามากพอที่จะกัดกระเพาะทั้งกระเพาะได้ แต่มันมีการป้องกันตัวเองโดยการสร้างเมือกหนาหลายชั้นหุ้มห่ออยู่ในระบบย่อยอาหารทั้งหมด กระเพาะจะทำหน้าที่เสมือนที่เก็บของเสีย เพราะการย่อยส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นภายในลำไส้เล็กก่อน โดยมีการเปลี่ยนรูปอาหารให้อยู่ในฟอร์มที่ร่างกายจะถูกใช้ได้ ระยะทางทั้งหมดจากปากจนถึงทวารหนักยาว 30 ฟุต อาหารกินระยะเวลาดำเนินทาง 1 วัน

คำบรรยายประกอบสื่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

เรื่อง ร่างกายของเรา

ชุดระบบย่อยอาหาร

(ความยาว 20 นาที สไลด์ 21 ภาพ)

หมายเลขสไลด์ และภาพ	คำบรรยาย
1. ระบบย่อยอาหาร	ระบบย่อยอาหาร (ชื่อเรื่อง)
2. ทางเดินอาหาร	ทางเดินอาหารเริ่มจากปากจนถึงทวารหนัก
3. อาหารประเภทต่าง ๆ	ขนาดการย่อยอาหาร หมายถึง ขนาดการที่ร่างกายเปลี่ยนแปลงอาหารโมเลกุลใหญ่ ๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน ให้เป็นโมเลกุลเล็ก ๆ เพื่อร่างกายจะดูดซึมเข้าไปใช้ได้
4. อวัยวะเกี่ยวกับการย่อยอาหาร	ระบบย่อยอาหาร ประกอบด้วยอวัยวะต่าง ๆ เริ่มจากปาก คอมน้ำลาย, หลอดอาหาร, กระเพาะอาหาร, ถุงน้ำดี, ตับ, ตับอ่อน, ลำไส้เล็กส่วนดูโอเดเนียม, ลำไส้เล็ก, ลำไส้ใหญ่ และลำไส้ตรง
5. ปากและคอมน้ำลาย	ขนาดการย่อยอาหาร เริ่มจากปาก ซึ่งมีท่อน้ำลาย ลิ้นรับรส เข้าสู่สมองอย่างรวดเร็ว แล้วสมองจะสั่งให้คอมน้ำลายหลั่งน้ำลายออกมาเคลือบเคล้าอาหาร ในน้ำลายมีน้ำย่อย เรียกว่าไทอะลิน หรืออะไมเลส ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล ดังนั้น ถ้าเราเคี้ยวข้าวนาน ๆ เราจะไครสหวานของน้ำตาล เมื่อเคี้ยวเสร็จจะกลืน การกลืนนั้นมีส่วนช่วยดันอาหารเข้าหลอดอาหาร ขณะกลืนอาหารเพื่อป้องกันไม่ให้อาหารเข้าหลอดลม แทนอวัยวะที่ส่งปัสสาวะออกได้ ถ้าปัสสาวะเข้าจะเกิดอาการสำลัก

หมายเลขลำดับ และภาพ	คำบรรยาย
6. อวัยวะภายในร่างกายตั้งแต่คอถึงทวารหนัก	ออกจากหลอดอาหาร อาหารจะลงสู่กระเพาะอาหาร ซึ่งกระเพาะอาหารนี้จะอยู่ใต้กระบังลมด้านซ้าย อาหารลงสู่กระเพาะผ่านหลอดอาหาร การมีอาหารเคลื่อนลงมา เนื่องจากหลอดอาหารมีการบีบตัวแบบลูกคลื่นเกินทางเดียว การบีบตัวของหลอดอาหารนี้เป็นไปโดยอัตโนมัติ ภายใต้การควบคุมของระบบประสาทอัตโนมัติอีกทีหนึ่ง
7. กระเพาะอาหารกับอาหารพวกโปรตีน	หลังจากรับประทานอาหารเข้าไป 2 - 4 ชั่วโมง อาหารจะถูกย่อยที่กระเพาะอาหาร โดยเฉพาะอาหารพวกโปรตีน เช่น ไข่ เนื้อ และนม
8. ผนังกระเพาะอาหาร (ขยาย)	ภายในกระเพาะอาหารจะมีเซลล์ผนังกระเพาะอาหารสร้างน้ำย่อย เรียกว่า น้ำย่อยเอนไซม์ ซึ่งประกอบด้วย เอนไซม์ เปปซิน และกรดเกลือ เอนไซม์เปปซินย่อยอาหารพวกโปรตีน น้ำย่อยเอนไซม์จะหลั่งออกมาเมื่ออาหารตกถึงกระเพาะ
9. การบีบตัวของกระเพาะอาหาร	ที่กระเพาะอาหารจะมีการบีบตัวเพื่อให้อาหารไต่กลูกเล้ากับน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร หลังจากนั้นประมาณ 5 ชั่วโมง กระเพาะอาหารก็ย่อยเสร็จ อาหารช่วงนี้อยู่ในสภาพของเหลวข้น แล้วถูกส่งผ่านทวารอุทเทอรัส เข้าสู่ลำไส้เล็กส่วนดูโอเดนิคัม
10. กระเพาะอาหารลำไส้เล็กและลำไส้ใหญ่	ลำไส้เล็กส่วนดูโอเดนิคัมหรือส่วนต้นนี้ ยาวประมาณ 25 เซนติเมตร บริเวณดูโอเดนิคัมนี้ อาหารที่ลงมาจะถูกย่อยต่อ โดยมีน้ำย่อยจากตับอ่อนและน้ำดี ซึ่งบริเวณนี้จะเป็นที่ย่อยอาหารที่สำคัญที่สุด ถึงแม้ว่าจะคัดกระเพาะอาหารออก อาหารก็สามารถจะถูกย่อย

หมายเลขสไลด์ และภาพ	คำบรรยาย
	โทมภายในโอเคเน็มนี้ หิ้งนี้เพราะน้ำย่อยจากตับอ่อนซึ่งที่ ย่อยคาร์โบไฮเดรต, โปรตีน และไขมัน ในขณะที่กระเพาะ อาหารย่อยได้เพียงโปรตีนอย่างเดียว
11. ลำไส้เล็ก	ถัดจากโอเคเน็มก็มาถึงลำไส้เล็ก ซึ่งขดไปขดมา ถ้าวัด ออกจะยาวประมาณ 6 เมตร กว้าง 25 มิลลิเมตร เป็นส่วนที่ ทำหน้าที่สำคัญเกี่ยวกับการดูดซึมอาหารที่ย่อยแล้วเข้าสู่ร่างกาย
12. ตับ, ถุงน้ำดี	อวัยวะที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่เกี่ยวกับระบบย่อยอาหารคือ ตับ ตับมีหน้าที่สร้างน้ำดีไปเก็บไว้ในถุงน้ำดี น้ำดีจะถูกหลั่งสู่ลำไส้ เล็กส่วนโอเคเน็ม น้ำดีไม่ใช่ น้ำย่อย แต่เป็นตัวช่วยให้ไขมันถูก ย่อยง่ายขึ้น โดยทำให้ไขมันแตกออกเป็นหยดเล็ก ๆ ทำให้ น้ำย่อยไขมันย่อยได้ง่ายขึ้น
13. ตับอ่อน	ตับอ่อน เป็นอวัยวะเกี่ยวกับระบบย่อยอาหารเหมือนกัน อยู่ ใต้กระเพาะอาหาร ทำหน้าที่สร้างน้ำย่อยสำคัญ ๆ เช่น น้ำย่อย ย่อยโปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมันเข้าสู่โอเคเน็ม หิ้งน้ำดี และน้ำย่อยจากตับอ่อน เข้าสู่โอเคเน็มรวมกัน
14. ลักษณะภายในลำไส้เล็ก	ภายในลำไส้เล็กเองก็สามารถสร้างน้ำย่อยได้ เรียกว่า น้ำย่อยจากลำไส้ ซึ่งจะเป็นน้ำย่อยที่ช่วยย่อยอาหารทั้งโปรตีน คาร์โบไฮเดรตที่เหลือจากการย่อย โดยน้ำย่อยจากกระเพาะ อาหารและตับอ่อน เพื่อให้ได้โมเลกุลขนาดเล็กพอที่จะถูกซึมได้ จะเห็นว่าพอมถึงตอนนี้ ซึ่งประมาณ 7 ชั่วโมงหลังการ รับประทานอาหาร อาหารที่รับประทานเข้าไปผ่านส่วนต่าง ๆ และ ถูกย่อยจนถึงโมเลกุลขนาดเล็กพอที่ร่างกายจะดูดซึมเข้าไป

หมายเลขสไลด์ และภาพ	คำบรรยาย
15. ลักษณะภายในลำไส้เล็ก (ขยาย)	ใช้เพื่อเป็นแหล่งสร้างพลังงานแก่ร่างกาย ตลอดจนซ่อมแซมส่วนที่สึกหรอ ร่างกายของเราดูดซึมอาหารเข้าอย่างไร? ส่วนของทางเดินอาหารที่ถูกซึมสารอาหารที่มีโมเลกุลเล็กพอก็คือ ลำไส้เล็ก ซึ่งถ้าเอาลำไส้เล็กมาผ่าตามขวาง และขยาย ภายวกล้องจุลทัศน์ จะเห็นว่าลำไส้เล็กเพิ่มพื้นที่ภายในโดยมีส่วนที่ยื่นขึ้นมาเหมือนนิ้วมือ เรียกว่า วิลโล ภายในวิลโลจะมีเส้นเลือดฝอยทั้งดำและแดงขนาดเล็กที่เรียกว่า แคปิลลารี และท่อน้ำเหลืองที่เรียกว่า แล็กเทียล เป็นตัวดูดซึมอาหารที่ร่างกายจะใช้ได้เข้าไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยส่วนใหญ่แล้วจะพบว่า สารอาหารโมเลกุลเล็กของการโบยเคเรคคือ กลูโคส และของโปรตีน คือ กรดอะมิโน จะถูกดูดซึมเข้าทางเส้นเลือด ส่วนของไขมันจะเข้าทางท่อน้ำเหลือง
16. ลำไส้ใหญ่	อาหารส่วนที่ไม่ถูกย่อย หรือกากอาหารก็จะไม่ถูกดูดซึมเข้าเส้นเลือด หรือท่อน้ำเหลือง แต่จะผ่านเข้าสู่ลำไส้ใหญ่ หรือ โคลอน โดยการบีบตัวของลำไส้แบบเพอริสตัลซิส และมีหูรูดตรงรอยต่อเพื่อป้องกันไม่ให้อาหารย้อนกลับทางเดิม
17. ไส้ติ่ง	ใกล้ ๆ กับหูรูดระหว่างลำไส้เล็กกับโคลอน เราจะพบไส้ติ่งปกติแล้วไส้ติ่งเราไม่มีประโยชน์อะไร แต่มันยังจะให้โทษเมื่อมีเศษอาหารแข็ง ๆ หลุดเข้าไป ทำให้เกิดการอักเสบอีกเสบ ซึ่งจะต้องการผ่าตัดเอาไส้ติ่งออกก่อนที่จะแตก และเป็นอันตรายได้

หมายเลขสไลด์ และภาพ	คำบรรยาย
18. ส่วนต่าง ๆ ของลำไส้ใหญ่	โคลอนจะเป็นรูปตัวอุ้งหมีกลับ จึงเรียกชื่อบริเวณต่าง ๆ ของโคลอนได้ เช่น โคลอนส่วนขึ้น โคลอนส่วนขวาง และโคลอนส่วนลง โคลอนส่วนซิกมอยด์ และไส้ตรง ซึ่งทั้งหมดจะมีความยาวประมาณ 2 เมตร กว้าง 7.5 เซนติเมตร ซึ่งใหญ่กว่าลำไส้เล็กหลายเท่า แต่สั้นกว่า
19. ลักษณะภายในลำไส้ใหญ่	ที่ลำไส้ใหญ่จะมีกล้ามเนื้อเรียบที่เหลือน บักเทรียเหล่านี้สร้างวิตามินบางตัวให้ร่างกายเราด้วย หน้าที่สำคัญของลำไส้ใหญ่ คือ สะสมกากอาหารเพื่อถ่ายออก โดยเริ่มเข้าทางส่วนขึ้นเข้าสู่ส่วนขวาง ผ่านไปยังไส้ตรง หน้าที่อีกอย่างหนึ่งของลำไส้ใหญ่ คือ ดูดน้ำและเกลือแร่จากกากอาหารกลับเข้าสู่ร่างกาย ส่วนน้ำหรือของเหลวที่คั่งระหว่างรับประทานอาหารจะถูกดูดซึมเข้าร่างกายบริเวณลำไส้เล็ก ดังนั้นจะเห็นว่า อาหารเข้าที่เรา รับประทานเข้าไปได้ถูกย่อย ถูกดูดซึม และเหลือส่วนกากอาหารออกทางทวารหนัก กินเวลาทั้งหมดประมาณ 2 วัน
20. ทางเดินของอาหาร	สรุป เริ่มจากอาหารเข้าปาก เคี้ยว ถูกย่อยโดยน้ำย่อยในน้ำลาย คือ อะไมเลสย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล แล้วผ่านมาถึงกระเพาะอาหาร ซึ่งมีน้ำย่อยจากกระเพาะอาหาร คือ น้ำย่อยโปรตีนและกรดเกลือ อาหารเคลื่อนต่อไปยังลำไส้เล็ก ซึ่งบริเวณนี้จะมีทั้งการย่อย และการดูดซึมอาหาร การย่อยมีการย่อยอาหารทั้งชนิดคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมัน โดยได้รับน้ำย่อยจากตับอ่อน และจากลำไส้เล็กเอง และยังได้น้ำที่ช่วยย่อยไขมันอีกด้วย สุดท้ายก็มาถึงลำไส้ใหญ่ ซึ่งเป็นบริเวณที่ดูดน้ำและเกลือแร่กลับเข้าสู่ร่างกาย และสะสมกากอาหารเพื่อถ่ายออก

หมายเลขไลค์ และภาพ	คำบรรยาย
21. เกิดรับประทานอาหาร ทางเดินของอาหารและ เกิดออกกำลัฅกาย	กัฅนั้นจะเห็นว่า ระบบย่อยอาหารของคณเรา มีทั้งขบวนการ เคมี และฟิสิกส์ เพื่อใหไค้มาซึ่งสารอาหารที่ร่างกายจะนำไปใช้ เป็นแหล่งพลังงานและทำให้ร่างกายเติบโตได้

ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 2 ระบบอวัยวะในร่างกาย

เวลา 4 คาบ

กิจกรรม 4 นักเรียนศึกษาแผนภาพโปร่งใสและสไลด์เรื่อง ระบบหมุนเวียน
ของเลือด และน้ำเหลือง

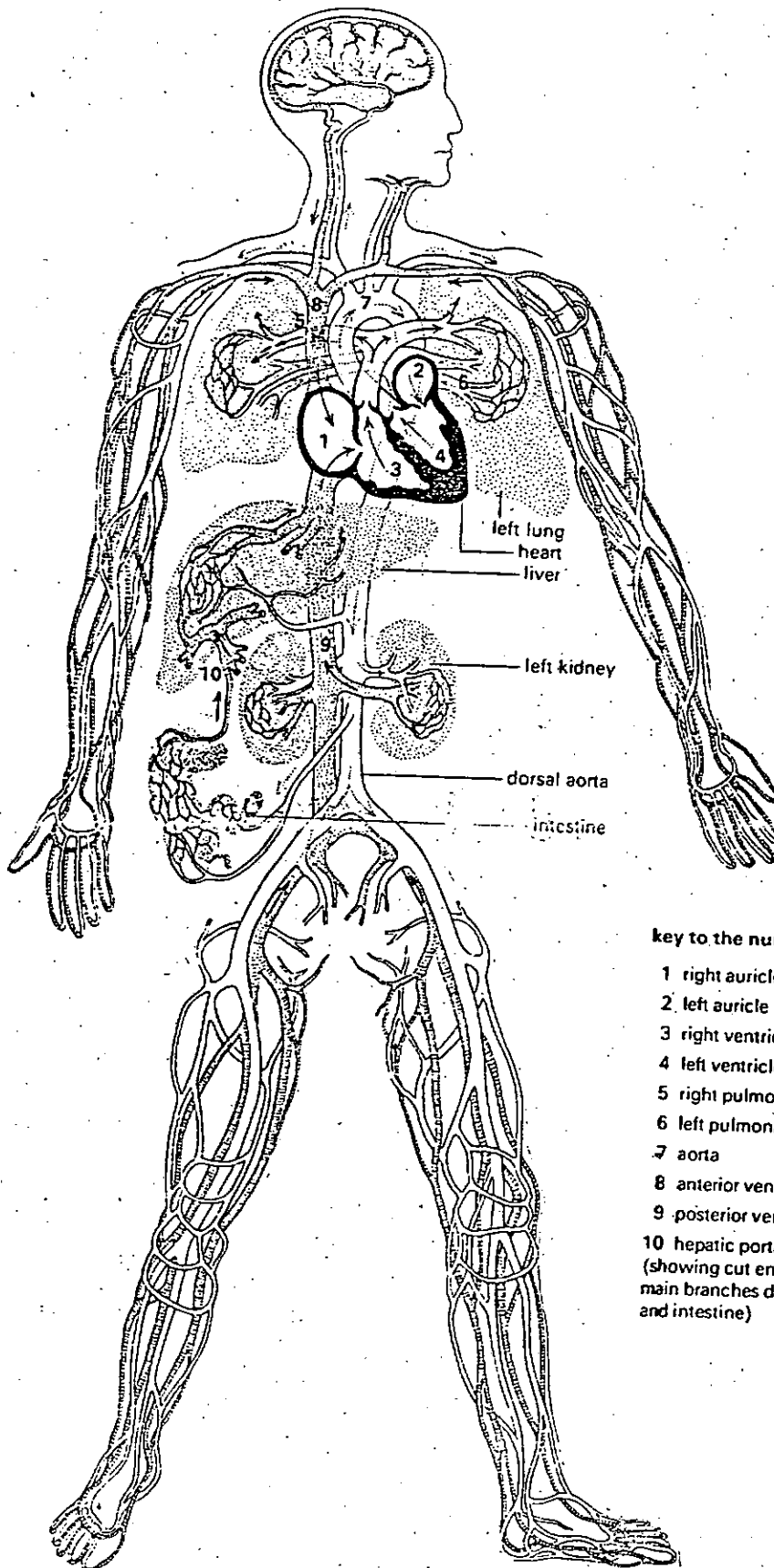
เวลา 35 นาที

ขั้นตอน

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนเรื่อง ระบบหมุนเวียนของเลือด และ
น้ำเหลือง โดยกล่าวถึงการลำเลียงอาหาร และออกซิเจน
ไปเลี้ยงเซลล์ต่าง ๆ ของร่างกาย และการนำของเสีย
จากเซลล์ไปกำจัด
2. ครูเสนอแผนภาพโปร่งใสและสไลด์เรื่อง ระบบหมุนเวียน
ของเลือด และน้ำเหลือง
3. นักเรียนศึกษาแผนภาพโปร่งใสและสไลด์เรื่อง ระบบหมุนเวียน
ของเลือดและน้ำเหลือง
4. นักเรียนอภิปรายภายในกลุ่มย่อย ความสำคัญของระบบหมุนเวียน
ของเลือด และหน้าที่ของท่อน้ำเหลือง
5. ครูรวมกับนักเรียนสรุปความสำคัญของระบบหมุนเวียนของเลือด
และหน้าที่ของท่อน้ำเหลือง

สื่อ

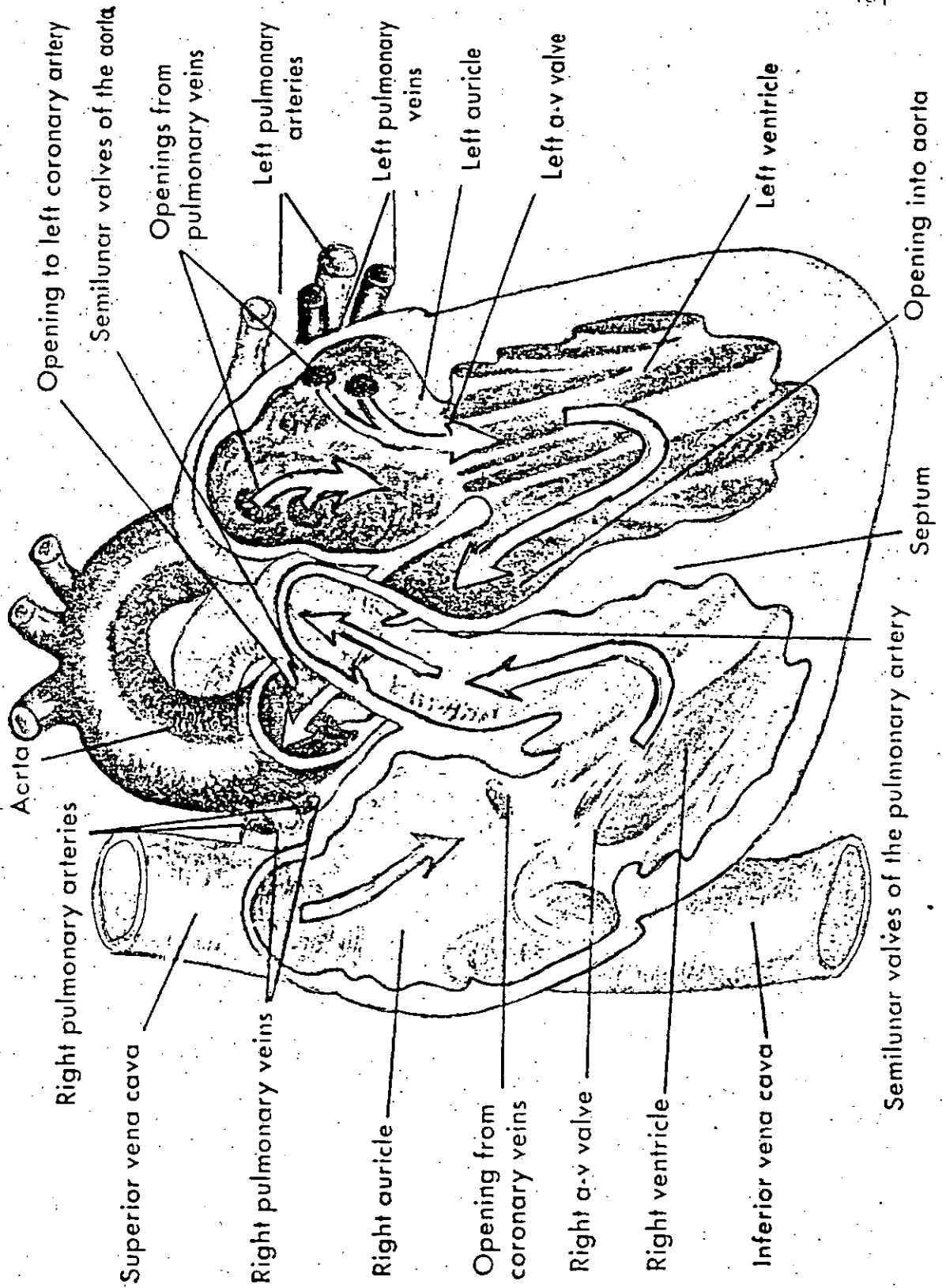
- แผนภาพโปร่งใส
- สไลด์
- หนังสือคู่มือนักเรียน

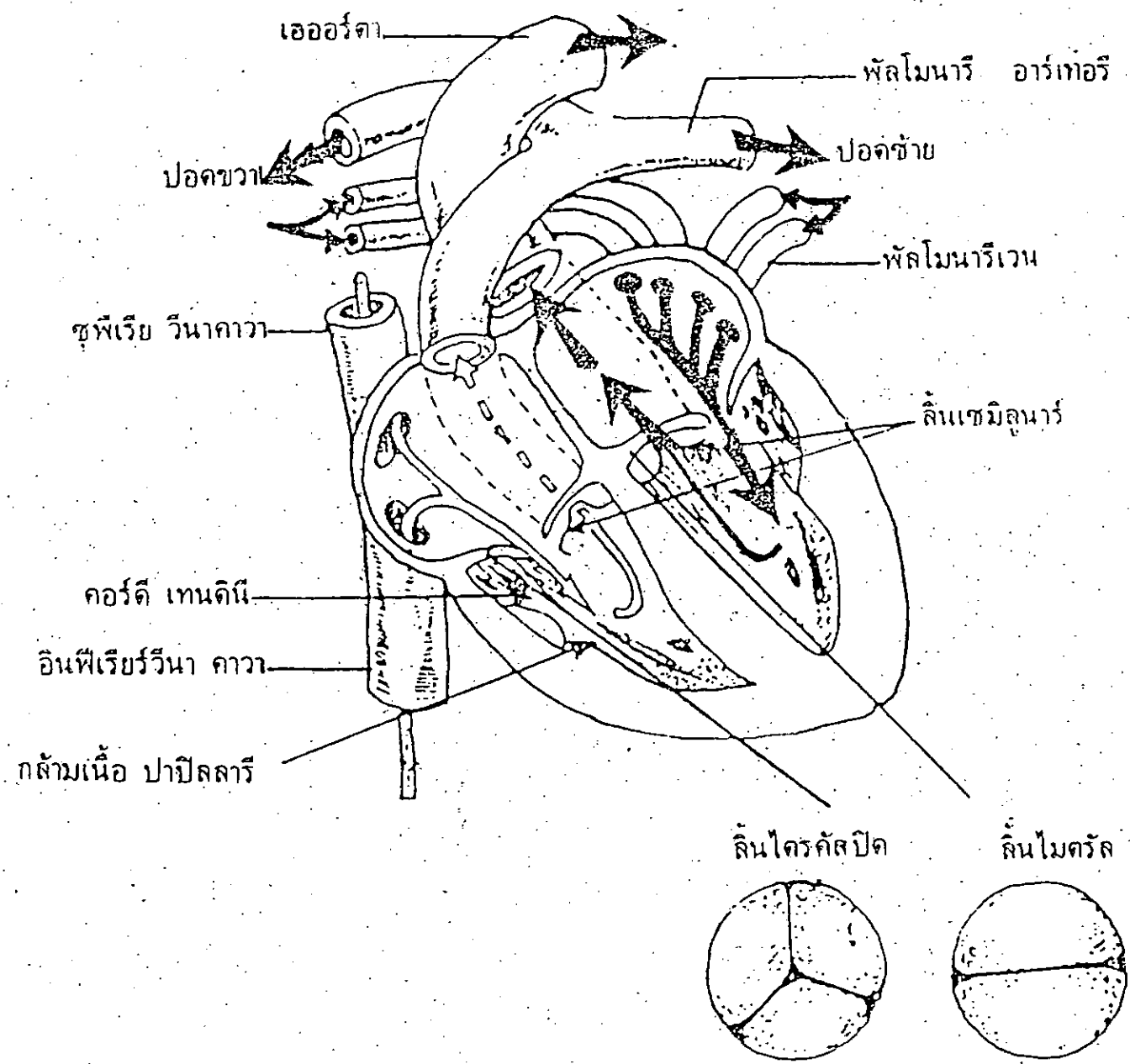


key to the numbered structures

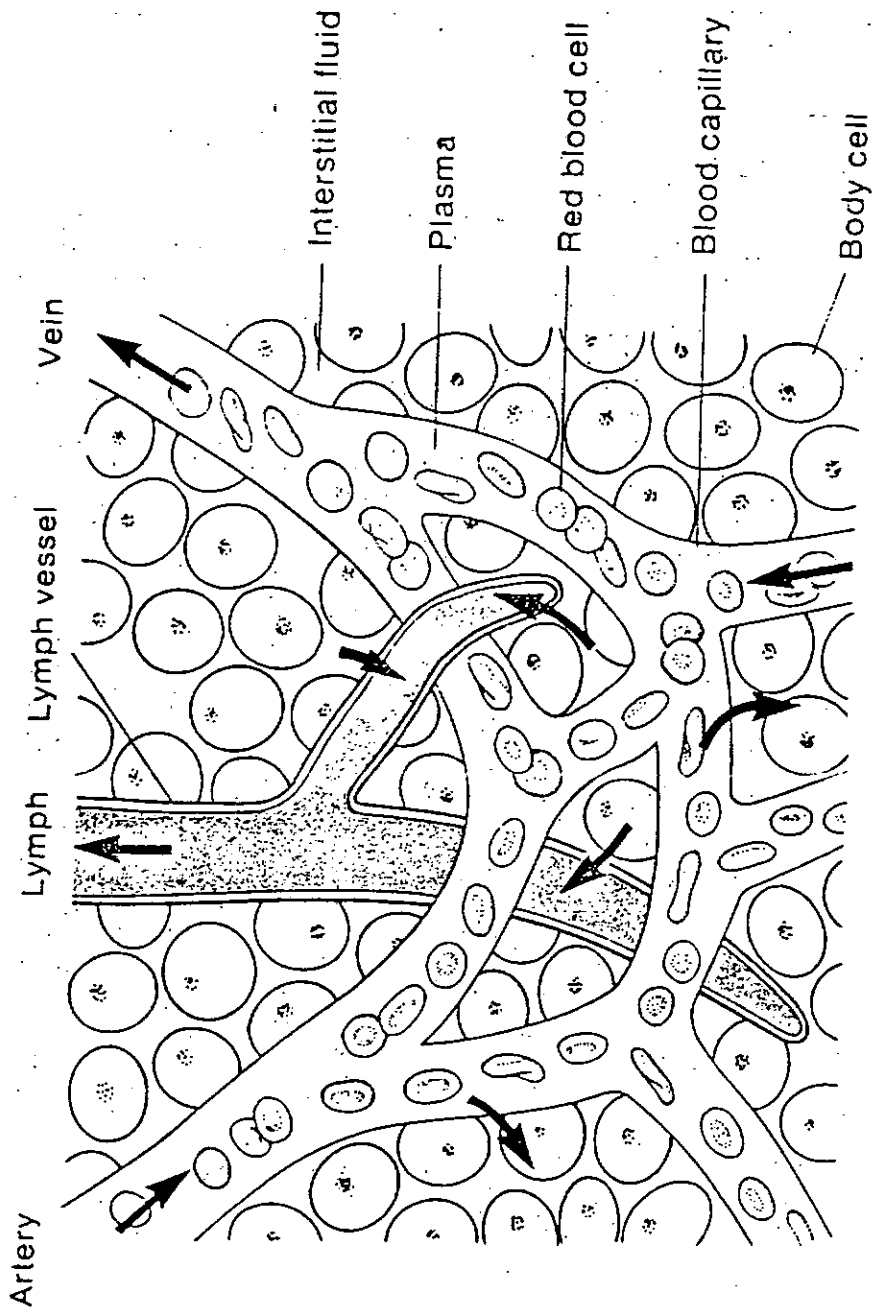
- 1 right auricle
- 2 left auricle
- 3 right ventricle
- 4 left ventricle
- 5 right pulmonary artery
- 6 left pulmonary vein
- 7 aorta
- 8 anterior vena cava
- 9 posterior vena cava
- 10 hepatic portal vein
(showing cut ends of three
main branches draining stomach
and intestine)

แผนภาพแสดงหัวใจของคน

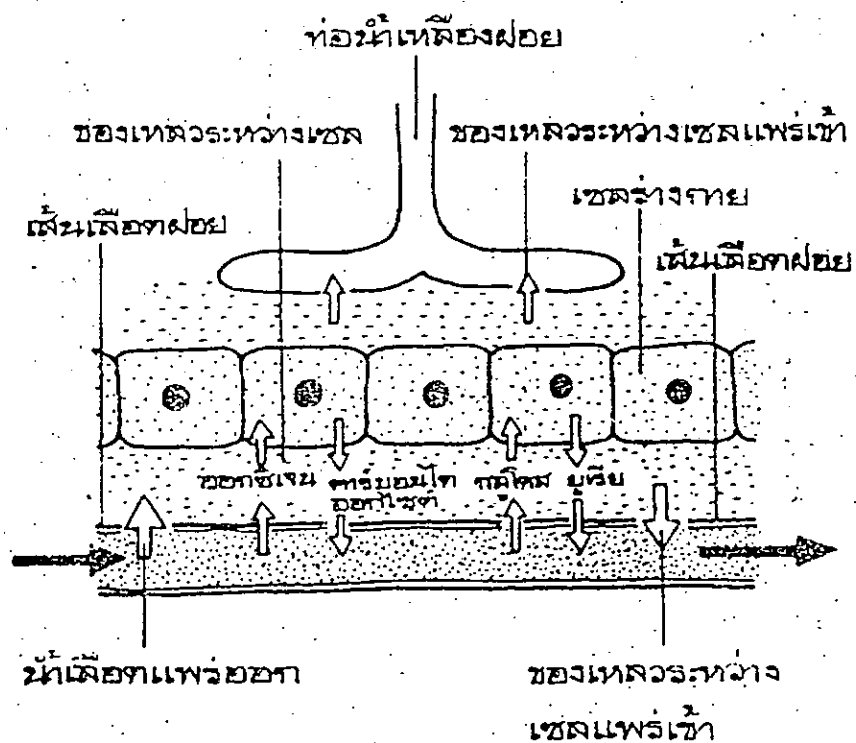




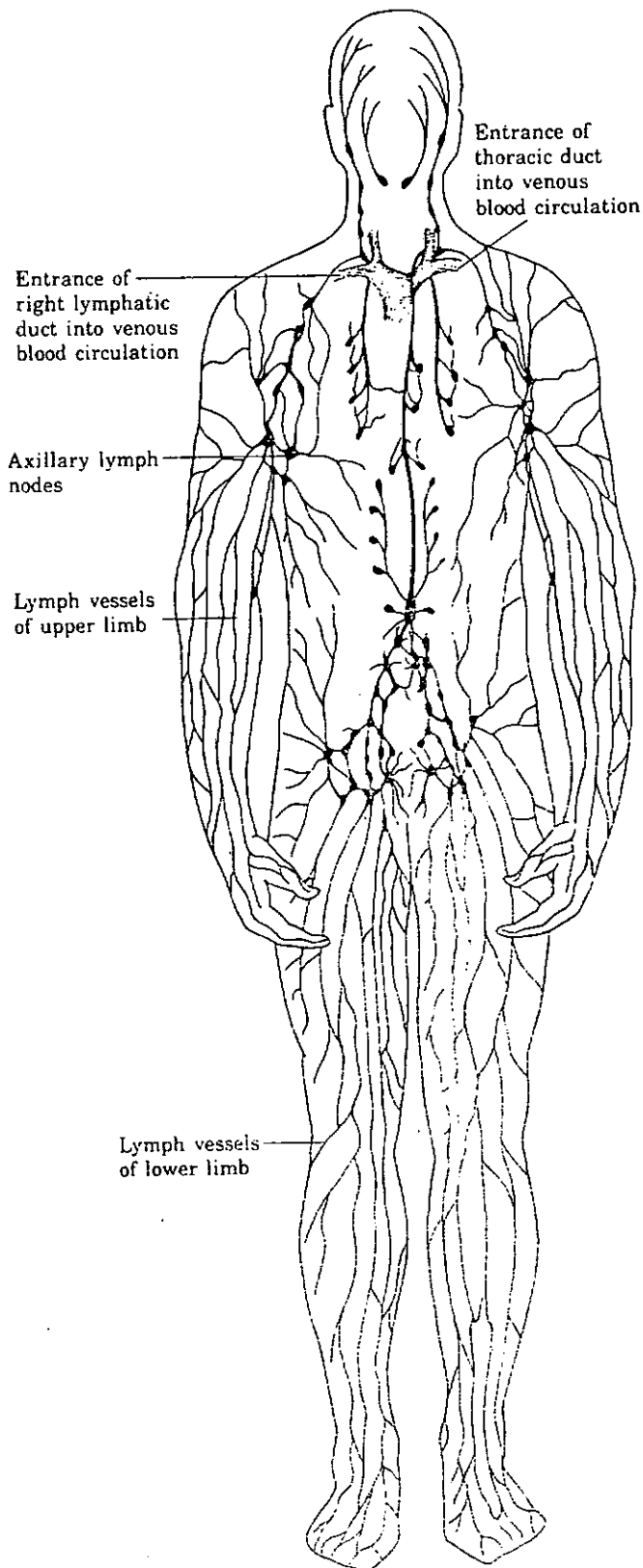
รูปแสดงโครงสร้างของหัวใจและการไหลเวียนของเลือดผ่านหัวใจ



แผนภาพแสดงการแลกเปลี่ยนสารระหว่างเซลล์และหลอดเลือด



แผนภาพแสดงการแลกเปลี่ยนสารระหว่างเซลล์เลือดและท่อน้ำเหลือง



แผนภาพแสดงต่อมน้ำเหลือง

คำบรรยายประกอบสื่อการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

เรื่อง ร่างกายของเรา

ชุดระบบหมุนเวียนของเลือดและน้ำเหลือง

(ความยาว 20 นาที สไลด์ 21 ภาพ)

หมายเลขสไลด์ และภาพ	คำบรรยาย
1. ระบบหมุนเวียนโลหิต	ระบบหมุนเวียนโลหิต (ชื่อเรื่อง)
2. ระบบหมุนเวียนโลหิตของคนกับระบบขนส่ง	ระบบหมุนเวียนโลหิตของร่างกาย เปรียบได้กับระบบขนส่งมวลชนในเมืองใหญ่ ๆ ซึ่งมีทั้งทางด่วน, ทางรถไฟ, ถนนสายใหญ่เล็ก และซอยซอยต่าง ๆ ศูนย์กลางของการคมนาคมทั้งกล่าวในร่างกายเราก็คือ หัวใจ ซึ่งทำหน้าที่สูบฉีดโลหิตไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย โดยทางเส้นเลือดขนาดต่าง ๆ ทั่วร่างกาย ถ้าเราเอาเส้นเลือดแต่ละเส้นมาต่อกันจะได้ระยะทางประมาณครึ่งทางไปดวงจันทร์ คือ เกือบ 160,000 กิโลเมตร
2. เด็กกับผู้ใหญ่	เด็กที่เกิดใหม่ ๆ อัตราการเต้นของหัวใจจะสูง คือ ประมาณ 130 - 150 ครั้งต่อนาที ในขณะที่ของผู้ใหญ่จะมีอัตราการเต้นของหัวใจประมาณ 70 ครั้งต่อนาที
3. คนกับของเหลว ประมาณ 5 ลิตร	ประมาณเลือดในร่างกายเราจะมีประมาณ 5 ลิตร หรือประมาณ 1/13 ของน้ำหนักตัวทั้งหมด
4. หัวใจ ปอด ไต ตับ ลำไส้	นอกจากหัวใจแล้ว ยังมีอวัยวะส่วนอื่นของร่างกายที่ทำงานเกี่ยวข้องกับเลือดและทำให้เลือดที่ของเรามีสุขภาพดี เช่น ปอด ไต, ตับ และลำไส้ หน้าที่สำคัญของระบบหมุนเวียนโลหิตก็คือ นำอาหารไปให้เนื้อเยื่อ และเซลล์ต่าง ๆ ทั่วร่างกาย ขณะเดียวกัน

หมายเลขสไลด์ และภาพ	คำบรรยาย
5. ระบบหมุนเวียนของโลหิต	กันก็เก็บของเสียจากเนื้อเยื่อและเซลล์ต่าง ๆ เหล่านี้ นอก จากนี้ยังทำหน้าที่กำจัดสิ่งแปลกปลอมหรือเชื้อโรค เช่น แบคทีเรีย เส้นเลือดแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ เส้นเลือดแดง หรือ อาเทอร์ และเส้นเลือดดำ หรือเวน เส้นเลือดอาเทอร์ เป็น เส้นเลือดที่นำเลือดออกจากหัวใจ และเส้นเลือดเวนเป็นเส้น เลือดที่นำเลือดกลับเข้าสู่หัวใจ ไม่ว่าจะเป็นเลือดดี คือ เลือด ที่มีออกซิเจนมาก หรือเลือดเสีย คือ เลือดที่มีคาร์บอนไดออกไซด์ มาก ก็จะเป็นทั้งอาเทอร์ และเวน เช่น เส้นเลือดพุลโมนารี อาเทอร์ เป็นเส้นเลือดออกจากหัวใจไปยังปอด นำเลือดที่มี คาร์บอนไดออกไซด์มาก หรือเลือดเสียไปยังปอด และเส้นเลือด พุลโมนารีเวนเป็นเส้นเลือดที่นำเลือดที่มีออกซิเจนมากหรือเลือด ดีจากปอดเข้าสู่หัวใจ เพื่อที่หัวใจจะได้สูบฉีดออกไปเลี้ยงส่วน ต่าง ๆ ของร่างกายต่อไป
6. เม็ดเลือด, หลาสมา	ภายในเส้นเลือดประกอบด้วยของเหลวคือ หลาสมา หรือ น้ำเลือด และเม็ดเลือด ซึ่งมี 2 อย่างคือ เม็ดเลือดแดง และ เม็ดเลือดขาว
7. เม็ดเลือดแดง	เม็ดเลือดแดงมีลักษณะเป็นแผ่นกลมเว้าสองด้าน เม็ดเลือด แดงทำหน้าที่นำออกซิเจนไปให้เซลล์ต่าง ๆ ของร่างกาย และ นำคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากเซลล์เหล่านั้น
8. เม็ดเลือดขาว	เม็ดเลือดขาวทำหน้าที่ต่อสู้และทำลายเชื้อโรคที่เข้ามาใน ร่างกาย เช่น ผนังแบคทีเรียเข้ามา เม็ดเลือดขาวจะจับเอาไว้ ภายในเซลล์ และทำลายแบคทีเรานั้นเสีย

หมายเลขสไลด์ และภาพ	คำบรรยาย
9. หัวใจ	ปกติหัวใจจะอยู่ตรงกลางทรวงอก เยื้องไปทางซ้ายเล็กน้อย อยู่ภายในเยื่อหุ้มหัวใจอีกทีหนึ่ง ถ้าเรากล่าวตรงตำแหน่งหัวใจ จะรู้สึกหัวใจเต้น ซึ่งบริเวณที่เต้นนี้คือ หัวใจส่วนล่าง หัวใจทำหน้าที่เป็นปั๊มแบบอัตโนมัติ ภายในหัวใจแบ่งเป็น 4 ห้อง โดยแผ่นเข้บคั้น คั่นบนหรือออร์บิเคิลมี 2 ห้อง คั่นล่างหรือเวนทริเคิลมี 2 ห้อง ห้องบนซ้ายและห้องล่างซ้ายจะติดต่อกัน และห้องบนขวาและล่างขวาก็จะติดต่อกันได้
10. การหมุนเวียนของโลหิต	เลือดที่มือออกซิเจนน้อยและมีการบอบไตออกไซค์มากจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกายจะเข้าหัวใจคั่นบนขวาผ่านมายังห้องล่างขวา เพื่อออกไปปอด แลกเอาก๊าซออกซิเจนจากปอดกลับเข้าสู่หัวใจเพื่อสูบฉีดไปเลี้ยงร่างกายต่อไป
11. ดุลลม, เส้นเลือดฝอย	ภายในปอดจะมีเส้นเลือดฝอยพันอยู่รอบ ๆ ดุลลม ภายในเส้นเลือดฝอยมีเม็ดเลือดแดงซึ่งจะดึงเอาก๊าซออกซิเจนในดุลลมมาไว้และปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์ให้ดุลลมไปออกทางลมหายใจออก หลังจากแลกเปลี่ยนก๊าซแล้วจะโคเลือดที่มีจำนวนออกซิเจนมาก และมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซค์น้อย ซึ่งก็จะไหลกลับเข้าสู่หัวใจห้องบนซ้ายทางเส้นเลือดพุลโมนารีเวน ลงสู่หัวใจห้องล่างซ้าย โดยผ่านแผ่นกั้น เพื่อที่หัวใจจะโคเลือดไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ
12. เส้นเลือด อาร์เทอร์โวล	เส้นเลือดอาร์เทอร์ที่เราเห็นสีแดงในภาพ จะนำเลือดไปยังอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย แดกแขนงเล็กลงไป เรียกว่า เส้นเลือดอาร์เทอร์โวล

หมายเลขสไลด์ และภาพ	คำบรรยาย
13. เส้นเลือดฝอย	แล้วจากเส้นเลือดอาร์เทอร์โบลก็จะเป็นเส้นเลือดฝอยหรือแอมบิลาร์แทรกเข้าไปในทุกเนื้อเยื่อของร่างกาย
14. เส้นเลือดฝอย (ขยาย)	เส้นเลือดฝอยมีขนาดเล็กมาก แค่อะไรจะให้เม็ดเลือดแดงผ่านไปได้แถวเรียงหนึ่งเท่านั้น หรืออีกนัยหนึ่งอาจกล่าวได้ว่าเส้นเลือดฝอยมีเส้นผ่าศูนย์กลางพอ ๆ กับขนาดของเม็ดเลือดแดง และมีผนังบางมากเพียงชั้นเดียว การที่มีผนังบางนี้ทำให้ก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ตลอดจนสารอาหารผ่านเข้าออกได้ ในขณะที่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซและสารอาหารไม่ว่าจะเป็นที่ปอดหรือที่เนื้อเยื่อของร่างกาย
15. เส้นเลือดเวน	เส้นเลือดฝอยที่มายังเนื้อเยื่อส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเป็นแขนงของเส้นเลือดอาร์เทอร์ ซึ่งนำเลือดออกจากหัวใจไปจนถึงเนื้อเยื่อ ที่เนื้อเยื่อจะมีการแลกเปลี่ยน โดยออกซิเจนและสารอาหารจะเข้าสู่เนื้อเยื่อ และคาร์บอนไดออกไซด์ และของเสียออกสู่เส้นเลือดฝอย เส้นเลือดฝอยขาออกจากเนื้อเยื่อจะรวมกันเป็นเส้นเลือดเวนนำเลือดเข้าสู่หัวใจ
16. ลิ้นหัวใจ	เลือดไหลกลับหัวใจได้โดยไม่ย้อนกลับ เนื่องจากภายในเส้นเลือดเวน มีลิ้นเป็นระยะ ๆ คอยปิดกั้นไม่ให้เลือดไหลกลับ
17. แสกซ์ค้ำแตงค่อมน้ำเหลือง	ระบบน้ำเหลืองก็เป็นระบบหมุนเวียนอีกระบบหนึ่ง ประกอบด้วยท่อน้ำเหลือง และค่อมน้ำเหลือง น้ำเหลืองมีคุณสมบัติและส่วนประกอบคล้ายน้ำเลือด หรือพลาสมา
18. ท่อน้ำเหลือง	น้ำเหลืองจะแทรกอยู่ระหว่างเซลล์ของร่างกาย ทำหน้าที่เป็นสื่อกลางให้ออกซิเจน สารอาหาร และของเสียเข้าออก

หมายเลขสไลด์ และภาพ	คำบรรยาย
	ระหว่างเส้นเลือดฝอยกับเซลล์ต่าง ๆ ของร่างกาย น้ำเหลืองจากบริเวณดังกล่าวจะเข้าสู่ท่อน้ำเหลืองขนาดเล็ก หรือแคปซูลลารี แล้วรวมกันเข้าสู่ท่อน้ำเหลืองขนาดใหญ่ขึ้น เรียกว่า ลิมฟาติก หรือท่อน้ำเหลือง
19. ท่อน้ำเหลือง	ตามท่อน้ำเหลืองจะมีท่อน้ำเหลืองอยู่เป็นระยะ ๆ เราจะพบท่อน้ำเหลืองที่บริเวณคอ, รักแร้, ต้นขา และตามบริเวณใกล้เคียง ๆ เส้นเลือดใหญ่ ตลอดจนบริเวณใกล้เคียงบางอย่าง
20. ภายในของท่อน้ำเหลือง	ภายในท่อน้ำเหลือง จะมีการกรองเอาสารพิษและของเสีย ตลอดจนเชื้อโรคจากท่อน้ำเหลืองไปทำลายภายในต่อม จากนั้นจะไค่น้ำเหลืองที่บริสุทธิ์ซึ่งจะผ่านไปตามท่อน้ำเหลืองเข้าสู่เส้นเลือดกลับเคเลเวียน เว้นซึ่งอยู่ใต้กระดูกไหปลาร้าแล้วเข้าสู่หัวใจไปรวมกับเลือดเพื่อออกสู่ระบบหมุนเวียนเลือดต่อไป
21. ระบบการหมุนเวียน	สรุป เลือดซึ่งเปรียบเสมือนเป็นลำธารชีวิตจะหมุนเวียนไปตลอดเวลาชั่วชีวิตของเรา โดยนำเอาสารอาหารและก๊าซไปให้ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย และนำของเสียออกจากร่างกาย

ชุดการสอน มิกิโอรส์ เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 2 ระบบอวัยวะในร่างกาย

เวลา 4 คาบ

กิจกรรม 5 นักเรียนศึกษาแผนภาพโปร่งใสเรื่อง ระบบขับถ่าย

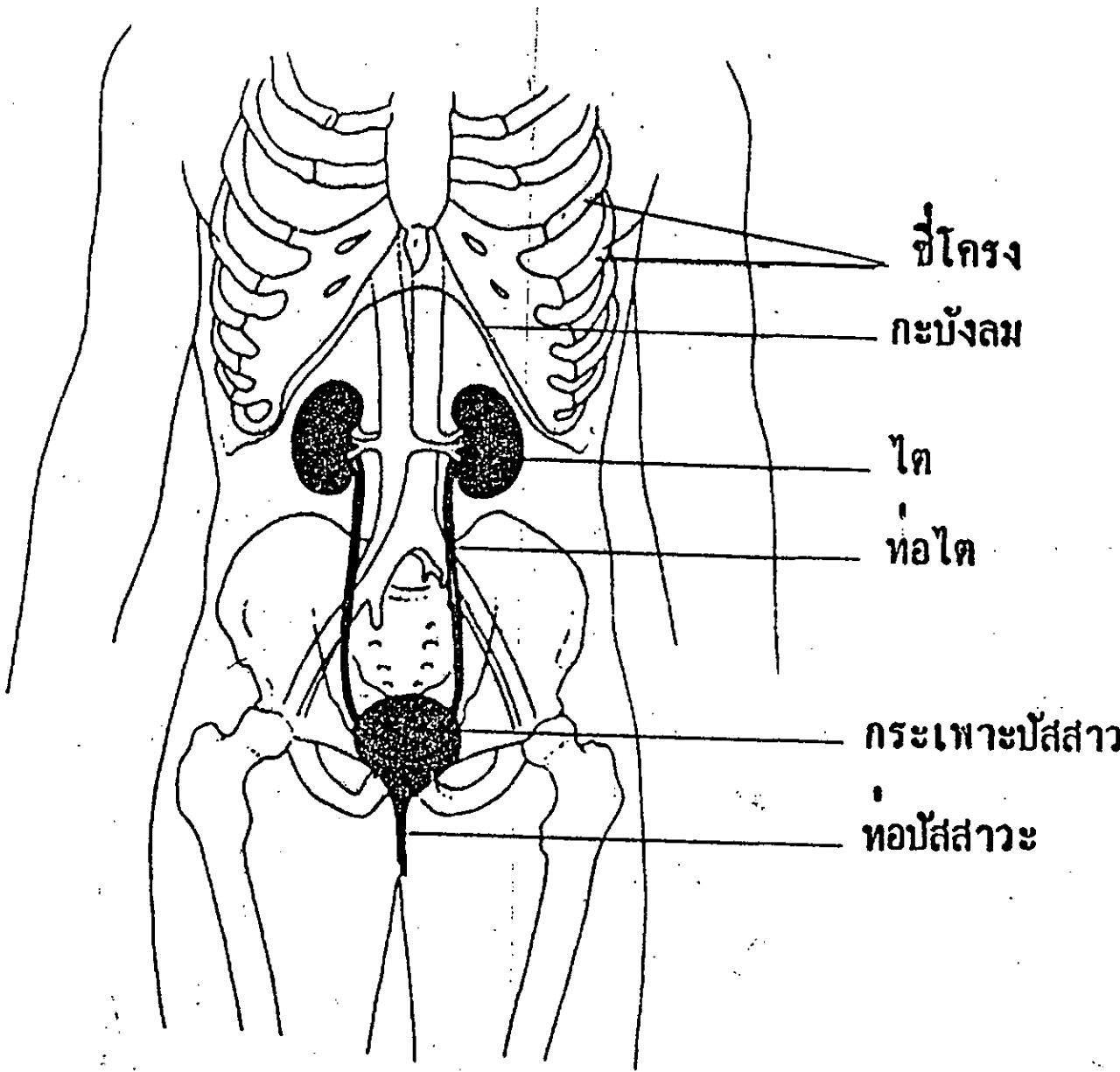
เวลา 20 นาที

ขั้นตอน

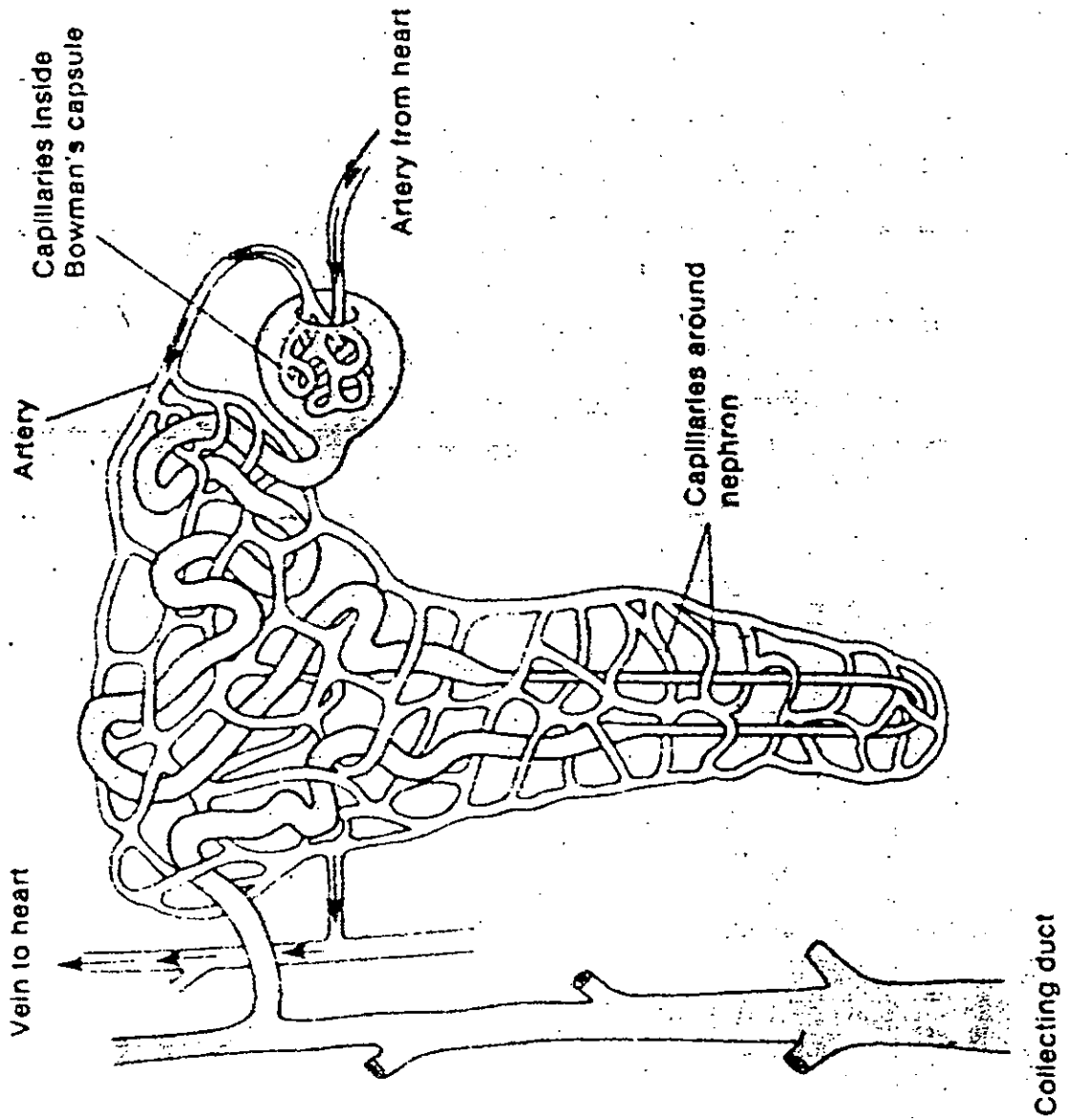
1. ครูนำเข้าสู่ระบบขับถ่าย โดยกล่าวถึงส่วนประกอบของสารที่ร่างกายไม่ต้องการ
2. ครูเสนอแผนภาพโปร่งใสเรื่อง ระบบขับถ่าย
3. นักเรียนศึกษาแผนภาพโปร่งใสเรื่อง ระบบขับถ่าย
4. นักเรียนอภิปรายการทำงาน และความสำคัญของไต

สื่อ

1. แผนภาพโปร่งใส
2. หนังสือคู่มือนักเรียน



ภาพแสดงตำแหน่งของไตในร่างกาย



ภาพแสดงระบบการหมุนเวียนของหลอดเลือดไต

ชุดการสอน มิกิเตอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 2 ระบบอวัยวะในร่างกาย

เวลา 4 คาบ

กิจกรรม 6 นักเรียนศึกษาเทปโทรทัศน์ และแผนภาพโปร่งใสเรื่อง ระบบ
สืบพันธุ์

เวลา 40 นาที

- ขั้นตอน
1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยกล่าวถึงธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตที่มีการ
เกิด แก่ เจ็บ และตาย ฉะนั้นสิ่งมีชีวิตจึงต้องมีการสืบพันธุ์
เพื่อการดำรงพันธุ์
 2. ครูนำเสนอเทปโทรทัศน์เรื่อง ระบบสืบพันธุ์
 3. นักเรียนศึกษาเทปโทรทัศน์เรื่อง ระบบสืบพันธุ์
 4. นักเรียนอภิปรายภายในกลุ่มย่อยเรื่อง การปฏิสนธิ และการ
คุมกำเนิด
 5. ครูร่วมกับนักเรียนสรุปเรื่อง การปฏิสนธิ และการคุมกำเนิด
โดยใช้แผนภาพโปร่งใสประกอบ
 6. นักเรียนทำแบบฝึกหัด

- สื่อ
- เทปโทรทัศน์
 - แผนภาพโปร่งใส
 - หนังสือนักเรียน

คำบรรยายประกอบภาพยนตร์ชีววิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

เรื่อง ร่างกายของเรา

ชุดระบบสืบพันธุ์

(ความยาว 5 นาที)

ภาพและเสียง	คำบรรยาย
การทำงานของระบบสืบพันธุ์ (สเปิร์ม, ไช)	ระบบสืบพันธุ์ มีข้อเท็จจริงอย่างหนึ่งที่ต้องยอมรับ คือ มนุษย์ขยายพันธุ์ด้วยวิธีเดียวกับสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมทั้งหมด แต่เท่าที่มีการศึกษา เราเป็นเพียงเผ่าเดียวที่คงความสัมพันธ์ในครอบครัวได้ยาวนานที่สุด สเปิร์มแข็งแรงจำนวนมหาศาลราว 200 ล้าน ถึง 500 ล้านตัว ถูกฉีดเข้าไปในตัวผู้หญิง มันพากันว่ายอย่างรวดเร็วภายในระยะทางครึ่งนิ้วสู่ท่อนำไข่ ซึ่งภายในจะมีการบีบรัดตัวของกล้ามเนื้อ และทำให้เกิดการเคลื่อนไหวตัวยากขึ้น ตัวที่แข็งแรงที่สุดเท่านั้นที่จะไปถึงเป้าหมายและเราก็ได้รู้เหตุผลที่ต้องมีสเปิร์มจำนวนมหาศาล เพราะสเปิร์มหลายล้านตัวจะเข้าไปสู่กับวันที่ป้องกันไว้โดยรอบไข่ สารเคมีที่สเปิร์มมีอยู่จะช่วยเจาะผนังวัน หน้าที่สเปิร์มเข้าไปถึงตัวไข่ได้ ไข่จะสร้างสารบางอย่างเพื่อป้องกันไม่ให้สเปิร์มตัวอื่นเข้าไปอีก ไข่และสเปิร์มรวมกันเป็นหนึ่งเดียว จากนั้นจะเริ่มเข้าสู่วัฏจักรแห่งชีวิตด้วยการแบ่งตัวแบบทวีคูณ ยังมีอีกหลายอย่างที่เรายังไม่รู้ แต่พอจะเดาได้ว่าในทันที กำลังจะมีขบวนการกำหนดชีวิต ทางเพศ สีมวล สัณฐาน และลักษณะต่าง ๆ อาจรวมถึงความเฉลียวฉลาด บุคลิกภาพ สุขภาพ พันธุกรรมของมนุษยชาติ นับเป็นหมื่นรุ่น ถูกกำหนดไว้ในไข่ที่ขนาดไม่โตใหญ่กว่าหัวเข็มเลย ภายในเดือนแรกไข่จะขยายตัวมากกว่าหนึ่งหมื่นเท่ามากที่สุดในการบวนการเจริญเติบโต และอีกไม่นานแม่จะรู้สึกถึงความเปลี่ยนแปลงภายในร่างกาย เธอจะรู้ว่ามีสิ่งมีชีวิตอีกชีวิต

ภาพและเสียง	คำบรรยาย
	หนึ่งอยู่ในร่างกาย ชีวิตที่สร้างเซลล์ขึ้นมาหลายพันล้านเซลล์ และกำลังจะสร้างอีกหลายพันล้านเซลล์ ไม่มีเครื่องมือใด ๆ จะทำได้เพียงนี้แล้ว

ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 3 ระบบหล่อเลี้ยงร่างกาย

เวลา 3 คาบ

กิจกรรม 1 นักเรียนอภิปรายความสำคัญของผิวหนัง

เวลา 15 นาที

ขั้นตอน

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยทบทวนระบบหล่อเลี้ยงร่างกาย
2. นักเรียนอภิปรายความสำคัญของผิวหนัง
3. นักเรียนช่วยกันสรุปความสำคัญของผิวหนัง

สื่อ

หนังสือคู่มือนักเรียน

ชุดการสอน วิทีกอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 3 ระบบหมุนเวียนร่างกาย

เวลา 3 คาบ

กิจกรรม 2 นักเรียนทดลองและศึกษาลักษณะและโครงสร้างของผิวหนัง

เวลา 20 นาที

ขั้นตอน

1. ครูนำเข้าสู่การทดลองโดยการอภิปรายขนาดของผิวหนังในผู้ใหญ่ และความหนา-บางของผิวหนังตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
2. ครูอธิบายวิธีการทดลองและให้นักเรียนศึกษาวิธีการทดลองตามหนังสือคู่มือนักเรียน
3. นักเรียนทำการทดลอง และบันทึกผลการทดลองลงในหนังสือคู่มือนักเรียน
4. นักเรียนอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง
5. ครูรวบรวมข้อมูลเพื่อสรุปผลการทดลอง
6. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายความสำคัญ และประโยชน์ของลักษณะภายนอกของผิวหนัง

สื่อ

1. หนังสือคู่มือนักเรียน
2. ชุดการทดลอง

ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 3 ระบบหมุนเวียนร่างกาย

เวลา 3 คาบ

กิจกรรม 3 นักเรียนศึกษาลักษณะและส่วนประกอบของผิวหนังตัดตามขวาง

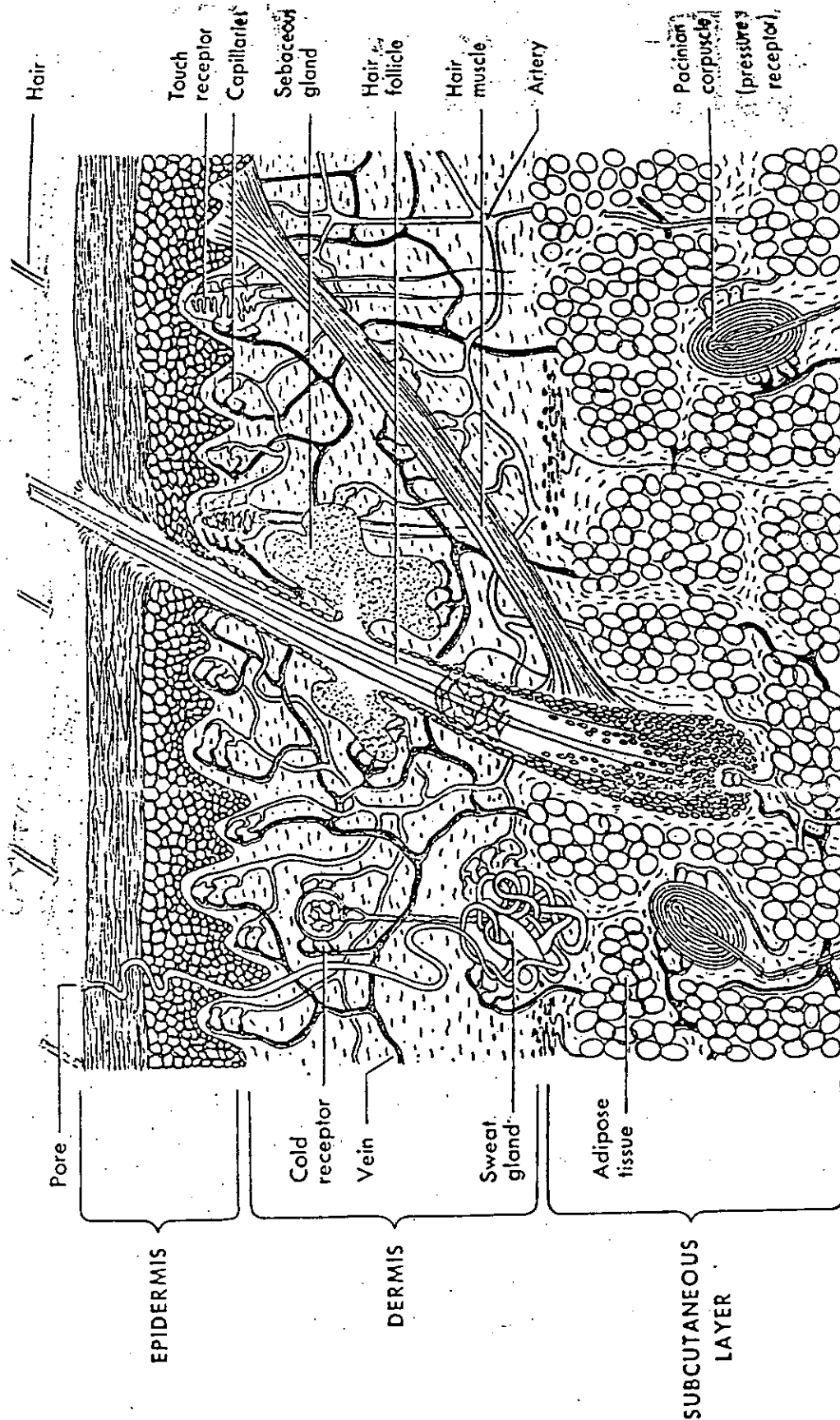
เวลา 15 นาที

- ขั้นตอน
1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยกล่าวถึงลักษณะผิวหนังภายนอกตามที่ศึกษาจากกิจกรรมที่ 2
 2. นักเรียนศึกษาแผนภาพโปร่งใส แสดงลักษณะและส่วนประกอบของผิวหนังตัดตามขวาง
 3. นักเรียนอภิปรายลักษณะและส่วนประกอบของผิวหนังตัดตามขวางภายในกลุ่มย่อย
 4. ครูรวมกับนักเรียนสรุปลักษณะและส่วนประกอบของผิวหนังตัดตามขวาง
 5. นักเรียนทำแบบฝึกหัด

สื่อ

1. แผนภาพโปร่งใส
2. หนังสือนักเรียน

แผนภาพแสดงลักษณะและส่วนประกอบของผิวหนัง



ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 3 ระบบหมุนเวียนร่างกาย

เวลา 3 คาบ

กิจกรรม 4 นักเรียนทดลองหารูของคอมเหงื่อ

เวลา 15 นาที

ขั้นตอน

1. ครูอธิบายนำเข้าสู่การทดลองเกี่ยวกับคอมในชั้นผิวหนังแท้
2. ครูอธิบายวิธีการทดลอง และให้นักเรียนศึกษาวิธีการทดลองตามหนังสือคู่มือนักเรียน
3. นักเรียนทำการทดลองหารูของคอมเหงื่อ และบันทึกผลการทดลอง
4. นักเรียนอธิบายผลการทดลอง
5. ครูรวบรวมข้อมูลเพื่อสรุปผลการทดลอง
6. ครูร่วมกับนักเรียนอธิบาย ความสำคัญของคอมเหงื่อ

สื่อ

1. ชุดการทดลอง
2. หนังสือคู่มือนักเรียน

ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 3 ระบบหมุนเวียนร่างกาย

เวลา 3 คาบ

กิจกรรม 5 นักเรียนทดลองเรื่องหน้าที่ของคอตมน้ำมัน

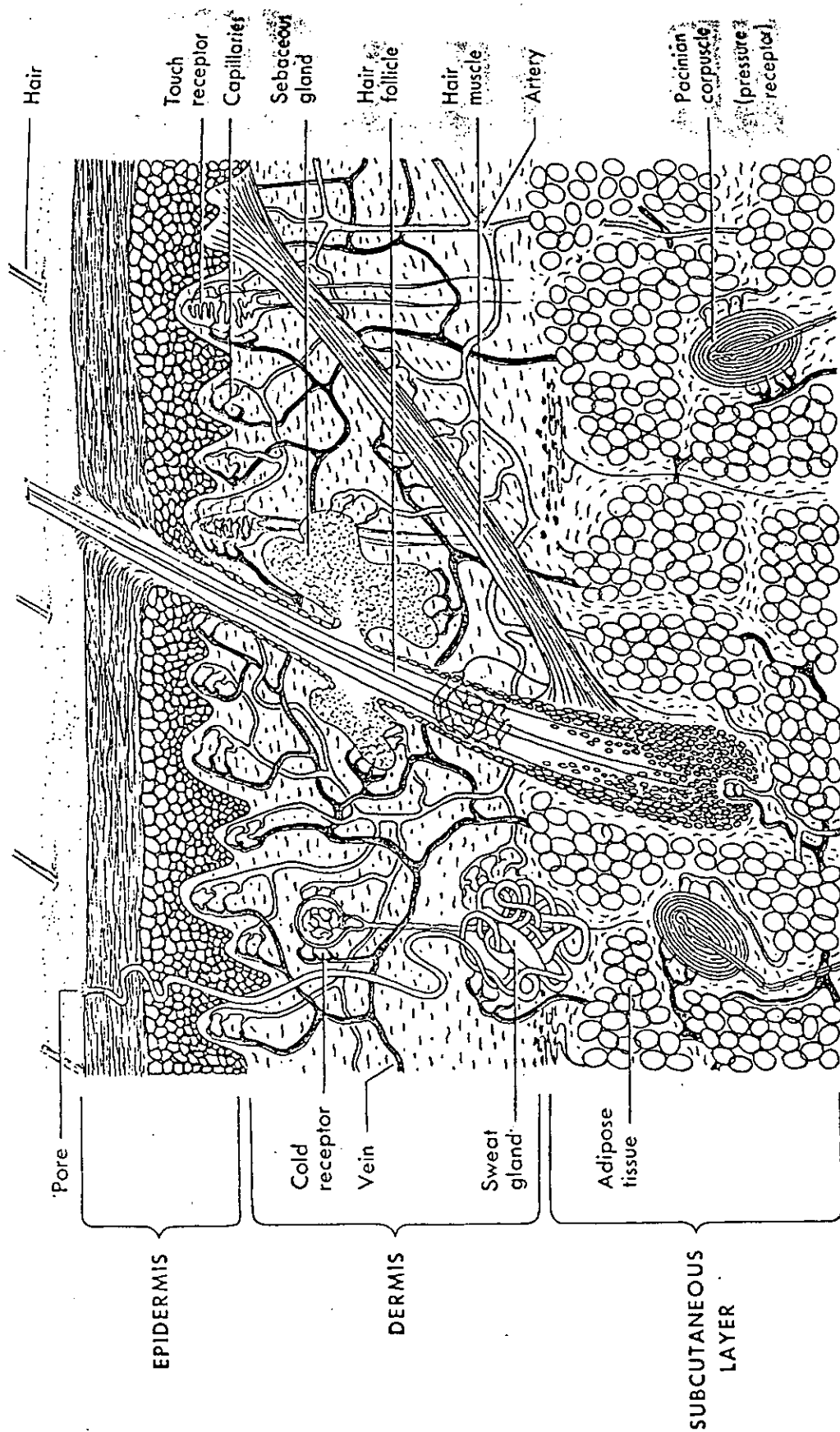
เวลา 35 นาที

ขั้นตอน

1. ครูอภิปรายนำเข้าสู่การทดลองโดยใช้แผนภาพโปร่งใส แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของผิวหนัง
2. ครูชี้แจงการใช้อุปกรณ์การทดลอง
3. นักเรียนอ่านวิธีการทดลองตามหนังสือคู่มือนักเรียน
4. นักเรียนทำการทดลองเรื่องหน้าที่ของคอตมน้ำมัน
5. นักเรียนอภิปรายผลการทดลอง
6. ครูรวมกับนักเรียนนำผลการทดลองมาสรุปความสำคัญของคอตมน้ำมัน
7. ครูนำเสนอแผนภาพโปร่งใส และสไลด์เพื่ออภิปรายหน้าที่ของส่วนประกอบอื่น ๆ ที่มีอยู่ในผิวหนัง

สื่อ

1. ชุดการทดลอง
2. หนังสือคู่มือนักเรียน
3. แผนภาพโปร่งใส
4. สไลด์



ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 3 ระบบหมุนเวียนร่างกาย

เวลา 3 คาบ

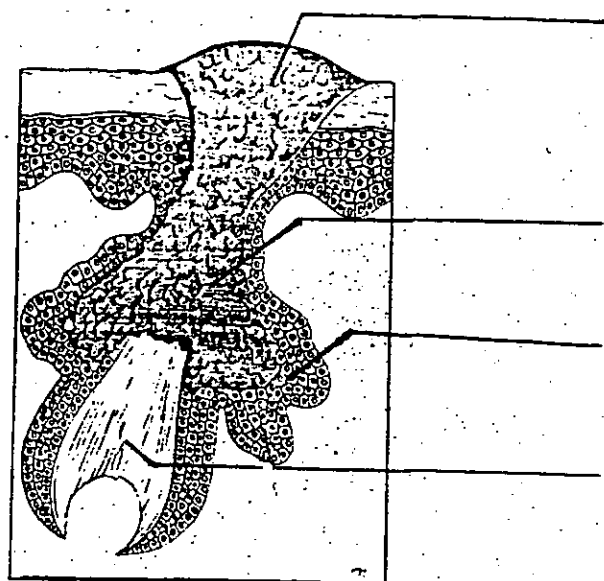
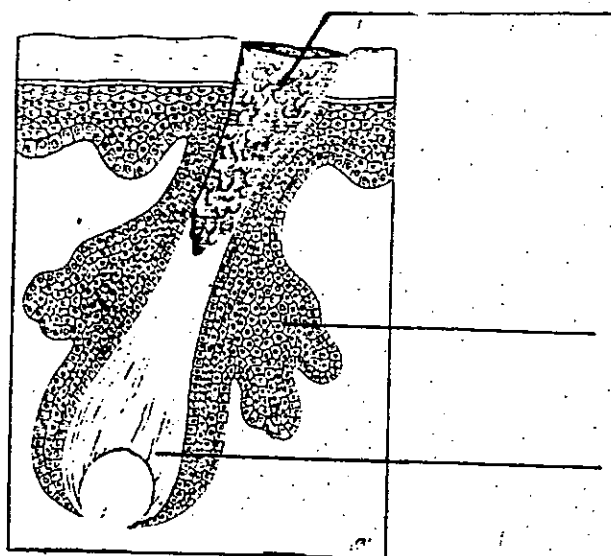
กิจกรรม 6 นักเรียนศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นกับผิวหนังและการบำรุงรักษาผิวหนัง

เวลา 50 นาที

- ขั้นตอน
1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการเน้นความสำคัญของผิวหนัง
 2. นักเรียนศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นกับผิวหนังจากแผนภาพโปรงใส
 3. นักเรียนศึกษาการบำรุงรักษาผิวหนังจากเทปโทรทัศน์
 4. นักเรียนอภิปรายการป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้นกับผิวหนัง
 5. นักเรียนทำแบบฝึกหัด

- สื่อ
1. แผนภาพโปรงใส
 2. เทปโทรทัศน์
 3. หนังสือคู่มือนักเรียน

แผนภาพแสดงการเกิดสิว



เรื่อง ร่างกายของเรา

ชุดการบำรุงรักษาผิวหนัง

(ความยาว 10 นาที)

ภาพ	คำบรรยาย
ใบหน้าและผิวหนังที่เกิดขึ้นกับผิวหนัง	ใบหน้า ใบหน้า ใบหน้า ล้วนนุ่มและนุ่มและสะอาด เกือบจะกลายเป็นธรรมชาติ น้อยคนนักที่จะใช่คืออย่างนี้ เพราะโดยกฎธรรมชาติแล้ว เมื่อเราเจริญเติบโตเข้าสู่วัยหนุ่มสาว ร่างกายของเราจะมีโอกาสที่จะเป็นสิว อาจจะเป็นที่แขน แขนหลัง หรือศีรษะ แต่บริเวณที่ชอบเป็นมากที่สุดคือ บริเวณใบหน้าของเรา วันนี้เราจะมาคุยกันเรื่องสิวให้เป็นที่กระจ่างชัดว่า สิวที่แท้จริงนั้นมีกำเนิดอย่างไร และทำอย่างไรจึงจะหายจากสิวได้ สิวเกิดจากท่อต่อมไขมันถูกรบกวน การรบกวนของท่อต่อมไขมัน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ (1) การรบกวนจากภายใน (2) การรบกวนจากภายนอก เราจะเริ่มต้นจากการรบกวนจากภายในก่อน เมื่อร่างกายของเราเจริญเติบโตเข้าสู่วัยหนุ่มสาว ร่างกายของเราจะผลิตฮอร์โมนเพศขึ้นมา เมื่อมีฮอร์โมนเพศขึ้นแล้วจะทำให้ท่อต่อมไขมันโตขึ้น เมื่อท่อต่อมไขมันโตขึ้นก็จะเริ่มสร้างไขมัน ในขณะที่เดียวกันเชื้อแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในท่อต่อมไขมันตามธรรมชาติจะผลิตสารเคมีออกมาย่อยไขมันกลายเป็นกรดไขมัน กรดไขมันจะเข้าไปรบกวนท่อจากท่อต่อมไขมัน บริเวณท่อต่อมไขมันจะเกิดซีโกลที่มากกว่าปกติ ซีโกลนี้จะค่อย ๆ จับตัวเป็นก้อน จนอุดตันท่อต่อมไขมันที่เราเรียกว่าสิว การเกิดสิวจากสาเหตุนี้เนื่องจากการรบกวนต่อมไขมันจากภายในร่างกายเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงได้ยาก เพราะเป็นธรรมชาติของการทำงานระหว่างเชื้อแบคทีเรียกับต่อมไขมัน

ภาพ

คำบรรยาย

สำหรับการรบกวนหลอดอมไขมันจากภายนอก เนื่องจากการเกิดไข้ไคโลที่ผิดปกติ การเกิดหลอดอมไขมันเกิดจากหลายสาเหตุ แต่ที่พบบ่อยคือ เกิดจากการรบกวนของสารเคมี จากเครื่องสำอางมารบกวน รองลงมาคือ สารเคมีในกรด นอกจากนี้เป็นสารเคมีจากน้ำมัน ยารักษาแผล เป็นต้น พวกสารสเตอรอยด์ ซึ่งอาจพบได้ในยาแก้คัน แก้อักเสบ หรือในยาที่รักษาสิว และฝ้า อาจทำให้เกิดสิ่วได้ง่าย และเร็วกว่าสิ่งอื่น นอกจากการรบกวนจากสารเคมีแล้ว การรบกวนจากรูปแบบอื่น ๆ เช่น การถู เช็ด ขัด และนวดหน้า การได้รับรังสีจากแสงแดดหรือจากเอ็กซเรย์ล้วนทำให้เกิดสิ่วได้ทั้งสิ้น

สรุปแล้วการรบกวนหลอดอมไขมันจากภายนอกซึ่งเป็นผลทำให้เกิดสิ่วมีอยู่ 3 ประการ คือ

1. การรบกวนจากสารเคมีต่าง ๆ
2. การรบกวนจากการถู หรือขัด
3. การรบกวนจากรังสี เช่น แสงแดด หรือ เอ็กซเรย์

หากหลีกเลี่ยงจากการรบกวนสิ่งเหล่านี้ได้จะกำจัดสิ่วได้ เราคงทราบแล้วว่าสิ่วมิได้เกิดจากอาการแพ้ แต่เกิดจากการรบกวนของหลอดอมไขมัน จากภายในร่างกายหรือภายนอกร่างกาย หรือทั้งสองอย่างพร้อม ๆ กัน ทำให้เกิดไข้ไคโลมากผิดปกติ จนจับตัวกันเป็นก้อนสิ่ว สรุปแล้วทุกคนมีโอกาที่จะเป็นสิ่วได้ ตั้งแต่เมื่อเริ่มเข้าสู่วัยหนุ่มสาวไปจนตลอดชีวิต การแก้ปัญหาเรื่องนี้จึงควรแก้ที่ต้นเหตุ แต่อย่างไรก็ตามสิ่วเป็นเพียงปรากฏการณ์ธรรมชาติอย่างหนึ่ง ซึ่งจะค่อย ๆ หายไปตามกาลเวลา โดยปกติแล้วสำหรับคนที่เริ่มอาการสิ่วไม่รุนแรง อาจมีวิธีปฏิบัติตัวง่าย ๆ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดสิ่วดังต่อไปนี้ ควรล้างหน้าให้สะอาดเสมอด้วยสบู่ธรรมดาวันละ 3 - 4 ครั้ง เพื่อขจัดไขมันบนใบหน้าให้หมดไป อย่าบีบสิ่ว แกะหัวสิ่ว เพราะทำให้สิ่วแตก

ภาพ	คำบรรยาย
	และอีกเส้นกลายเป็นเส้นเป็น ถ้าเป็นไปก็ควรหลีกเลี่ยงการใช้เครื่อง สำอางที่เหนียวเหนอะหนะ และสเปรย์ฉีดผม ประการสุดท้ายควรทำ จิตใจให้ร่าเริงอยู่เสมอ ไม่เคร่งเครียดหรือกังวลจนเกินไป

ชุดการสอน มิทเตอร์ เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 4 ระบบโครงกระดูก

เวลา 3 คาบ

กิจกรรม 1 นักเรียนศึกษาโครงกระดูกจากเทปโทรทัศน์และแผนภาพโปรงใส

เวลา 25 นาที

- ขั้นตอน
1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยให้นักเรียนกล่าวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เช่น มือ แขน สี่ขา แล้วถามว่า ใต้ผิวหนังที่กล่าวนั้นมีอะไร
 2. นักเรียนศึกษาโครงกระดูก โดยใช้เทปโทรทัศน์
 3. นักเรียนช่วยกันสรุปโครงกระดูกของคน โดยใช้แผนภาพโปรงใส
 4. นักเรียนอภิปรายความสำคัญของกระดูก
 5. นักเรียนตอบคำถามในหนังสือคู่มือนักเรียน

- สื่อ
1. เทปโทรทัศน์
 2. แผนภาพโปรงใส
 3. หนังสือคู่มือนักเรียน

คำบรรยายประกอบเทปโทรทัศน์วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

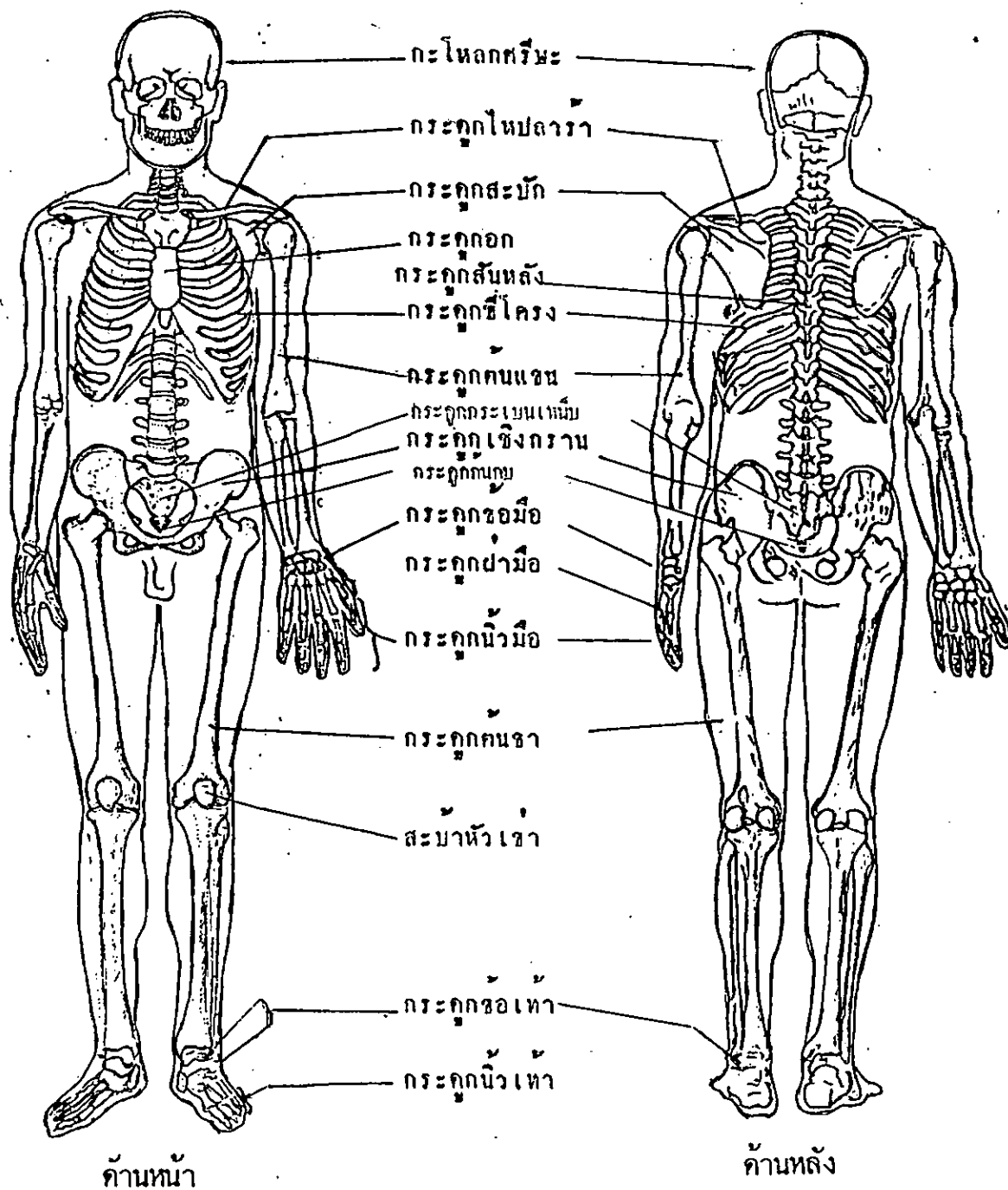
เรื่อง ร่างกายของเรา

ชุดระบบโครงกระดูก

(ความยาว 3 นาที)

ภาพ	คำบรรยาย
โครงกระดูก	โครงกระดูกของมนุษย์มีทั้งหมด 206 ชิ้น ประกอบด้วยส่วนใหญ่น่า 2 ส่วน คือ ส่วนแรกคือ กระดูกแกนกลาง ส่วนที่สองคือ กระดูกกระยาจกระดูกแกนกลาง ไคแก กระดูกกระดูกโหลก กระดูกใบหนา กระดูกหน้าอก ซี่โครง และกระดูกสันหลัง กระดูกกระดูกโหลก แบ่งออกเป็น หนาผาก กระหมอม ขมับ และส่วนของท่ายทอย ต่อจากกระดูกโหลกที่ระส่วนท่ายทอยลงมาเป็นกระดูกสันหลังที่เรียงตัวทอดลงมาตามหลัง กระดูกสันหลัง แบ่งออกเป็นกระดูกคอ 7 ชิ้น ส่วนหน้าอก 12 ชิ้น ระดับบั้นเอว 5 ชิ้น กระดูกกระเบนเหน็บมี 5 ชิ้น แต่วรวมกันเป็นแผ่นเดียวกัน ส่วนท้ายสุดของกระดูกสันหลังเรียกกระดูกก้นกบ กระดูกกระยาจ ประกอบด้วย แขน 2 ข้าง และกระดูกขา กระดูกแขน รวมกับ กระดูกไหล่ลาธา และกระดูกสะบักซึ่งอยู่คานหลังทั้ง 2 ข้าง กระดูกแขน ประกอบด้วย กระดูกคานแขน กระดูกแขนคานใน กระดูกแขนคานนอก ข้อมือ ฝ่ามือ และนิ้วมือ กระดูกขา ประกอบด้วย กระดูกสะโพก กระดูกคานโคนขา สะบ้า กระดูกทนาแขง กระดูกนอง ขอเทา ฝ่ามือ และนิ้วเทา

แผนภาพแสดงลักษณะโครงกระดูก



ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 4 ระบบโครงกระดูก

เวลา 3 คาบ

กิจกรรม 2 นักเรียนทดลองเรื่องส่วนประกอบของกระดูก

เวลา 25 นาที

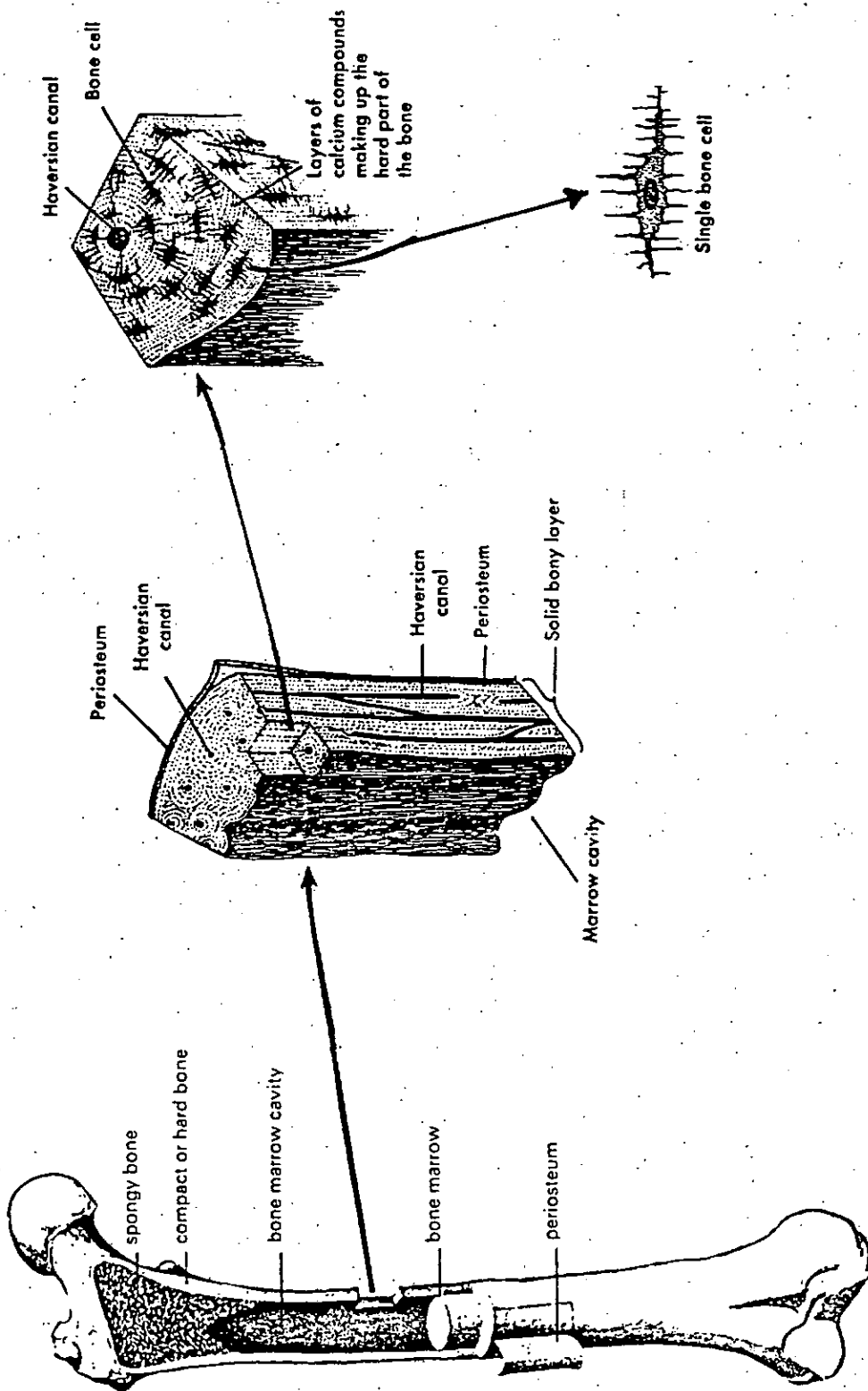
ขั้นตอน

1. ครูทบทวนความรู้เดิมเรื่องส่วนประกอบของกระดูกที่นักเรียนเคยเรียนและทดลองในชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น (เช่น กระดูกในกรรไกรโครคลอริก หรือในน้ำส้มสายชู)
2. ครูอธิบายวิธีการทดลองและให้นักเรียนศึกษาวิธีการทดลองตามคู่มือนักเรียน
3. นักเรียนทำการทดลอง บันทึกผลการทดลอง ตอบคำถามหลังการทดลองลงในคู่มือนักเรียน
4. นักเรียนอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง
5. ครูรวบรวมข้อมูลที่ใ้จากการทดลองมาอภิปรายรวมกัน และตอบคำถามท้ายการทดลอง
6. ครูสรุปเรื่องส่วนประกอบของกระดูกโดยใช้แผ่นภาพโปรงใส

หมายเหตุ ครูต้องคอยดูแลนักเรียนอย่างใกล้ชิดขณะทำการทดลอง

สื่อ

1. หนังสือคู่มือนักเรียน
2. ชุดการทดลอง
3. แผ่นภาพโปรงใส



แผนภาพแสดงส่วนประกอบของกระดูก

ชุดการสอน มิกิโอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 4 ระบบโครงกระดูก

เวลา 3 คาบ

กิจกรรม 3 นักเรียนทดลองเรื่องชนิดข้อต่อการเคลื่อนไหว

เวลา 30 นาที

ขั้นตอน

1. ครูนำเข้าสู่การทดลองโดยทบทวนเทพโทรทัศน์ที่ดูแล้วในกิจกรรมที่ 1 เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของร่างกาย
2. ให้นักเรียนแสดงท่าต่าง ๆ ตามวิธีการทดลองที่นักเรียนทำหองดูก่อน
3. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มทดลองเรื่องชนิดของข้อต่อการเคลื่อนไหว
4. นักเรียนบันทึกผลการทดลอง
5. ครูนำข้อมูลที่ได้อาจจากการทดลองมาอภิปรายร่วมกัน และดูเทพโทรทัศน์เรื่อง ข้อต่อและเอ็นเชื่อมกระดูก และแผนภาพโครงร่างประกอบ
6. นักเรียนตอบคำถามหลังการทดลอง

สื่อ

1. หนังสือคู่มือนักเรียน
2. เทปโทรทัศน์
3. แผนภาพโครงร่างประกอบ

เรื่อง ร่างกายของเรา

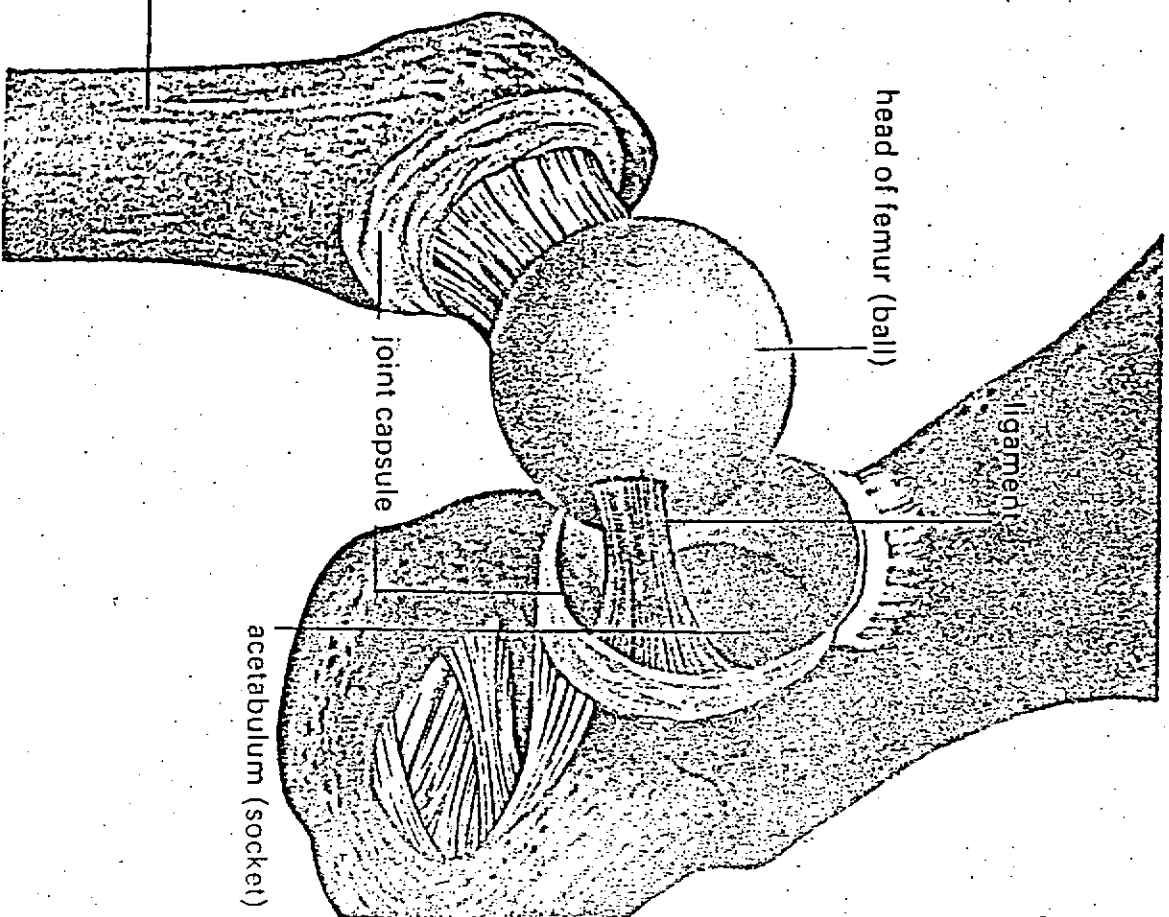
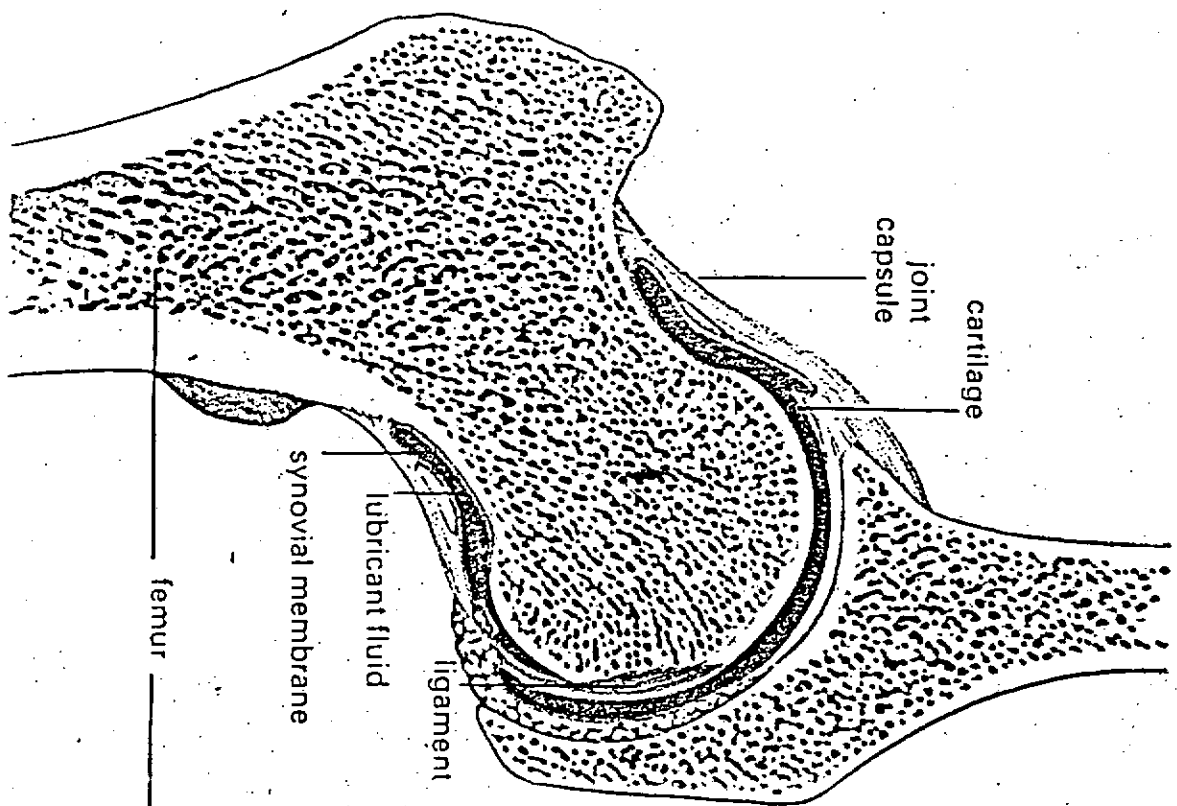
ชุดระบบโครงกระดูก

(ข้อต่อและเอ็นเชื่อมกระดูก)

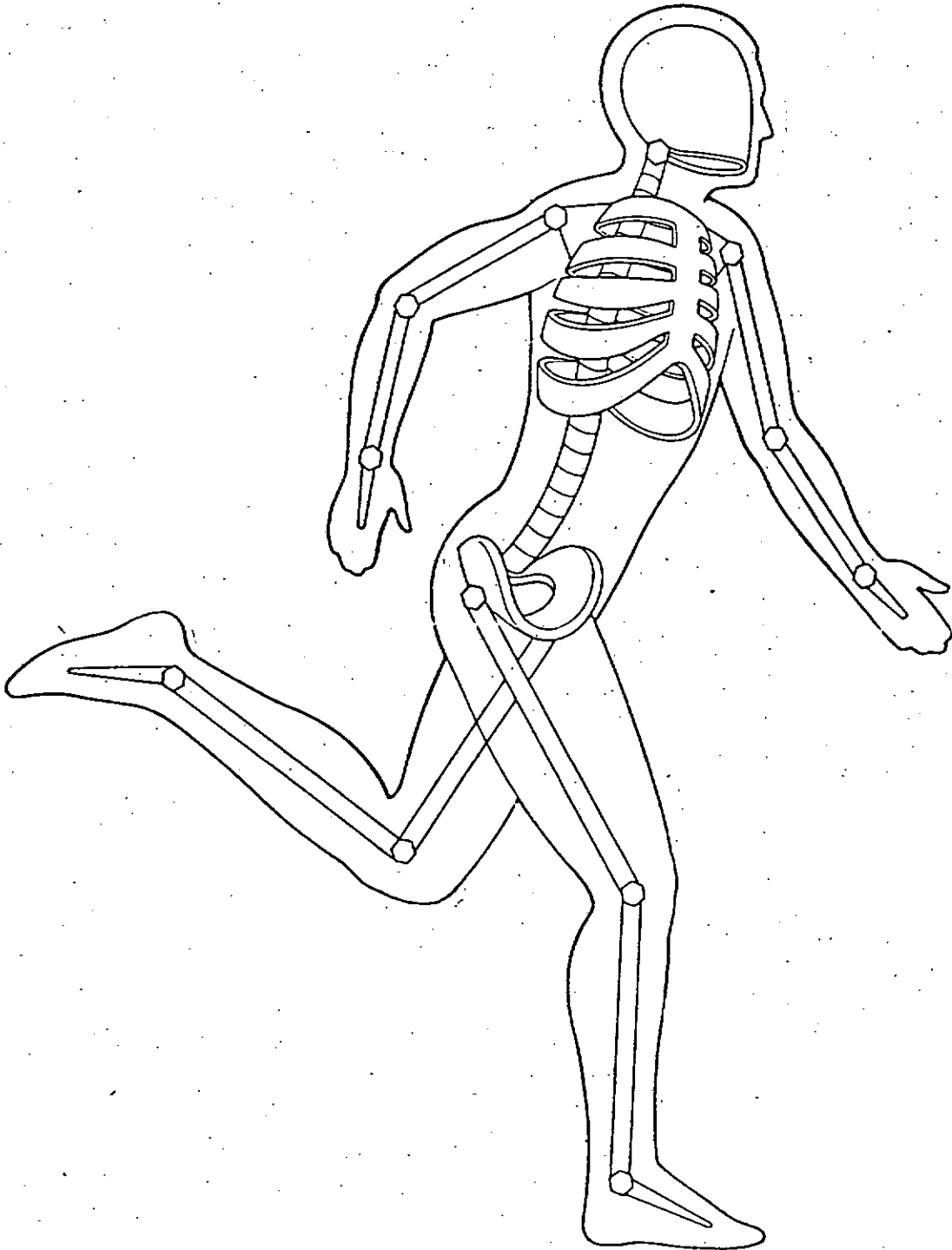
(ความยาว 7 นิ้ว)

ภาพ	คำบรรยาย
ข้อต่อและเอ็นเชื่อมกระดูก	กระดูก 2 ชิ้นมาต่อกันเรียกว่า ข้อต่อ ข้อต่อ แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ตามการเคลื่อนไหว ข้อต่อแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ ประเภทที่ 1 ข้อต่อที่ไม่สามารถเคลื่อนไหวได้ มีกระดูก 2 ส่วน ติดแน่นชิดกัน ได้แก่ รอยต่อของกระดูกที่กระดูกซี่โครงระหว่างซี่กับกระดูกซี่โครงระหว่างกระดูกทรวงอกกับกระดูกซี่โครงซี่โครง ประเภทที่ 2 ข้อต่อที่มีการเคลื่อนไหวเล็กน้อย ตัวอย่างเช่น กระดูกข้อระหว่างแขนคานในกับแขนคานนอก หรือกระดูกข้อต่อระหว่างกระดูกสันหลัง ประเภทที่ 3 ข้อต่อที่มีการเคลื่อนไหวมากที่สุด เช่น หัวไหล่ สามารถยกแขนขึ้นและหมุนโดยรอบ ข้อต่อสามารถงอ ข้อมือ ข้อต่อที่สะโพก ข้อเข่า ข้อเท้า เราสามารถเคลื่อนไหวข้อต่อเหล่านี้ได้ การที่ข้อต่อเหล่านี้สามารถเคลื่อนไหวได้มากที่สุด จำเป็นต้องมีสิ่งมาเสริมสร้างความแข็งแรง และนำมาหล่อลื่นให้ข้อต่อ เช่น หัวไหล่ ระหว่างกระดูกต้นแขน และกระดูกสะบัก จะมีช่องว่างที่น้ำหล่อเลี้ยง หรือน้ำหล่อลื่นข้อต่อ นอกจากนั้นยังมีกระดูกอ่อนที่ปลายกระดูก 2 ข้าง เพื่อลดการเสียดสี และระหว่างข้อต่อจะต้องมีเอ็นของกล้ามเนื้อหรือเอ็นของกระดูก เพื่อให้ข้อต่อเหล่านี้เคลื่อนไหวได้มาก ๆ เช่นเดียว

ภาพ	คำบรรยาย
	กับขอเขา เพื่อเสริมสร้างความแข็งแกร่งให้กับข้อ จำเป็นต้องมีเอ็น มัยที่ปลายกระดูกโดยมีเอ็นของกระดูกที่ติดต่อกัน และภายใน ระหว่างรอยต่อกระดูกก็มีช่องว่างมีน้ำหล่อเลี้ยงข้อต่อเหล่านี้เช่นเดียวกัน



ความสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อ กระดูกและข้อต่อ



ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 4 ระบบโครงกระดูก

เวลา 3 คาบ

กิจกรรม 4 นักเรียนอภิปรายเรื่องการพัฒนาโครงร่างและท่าทางที่ดี

เวลา 35 นาที

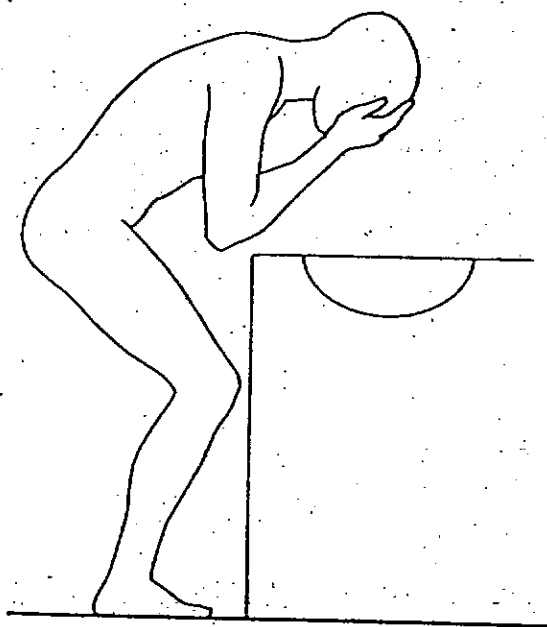
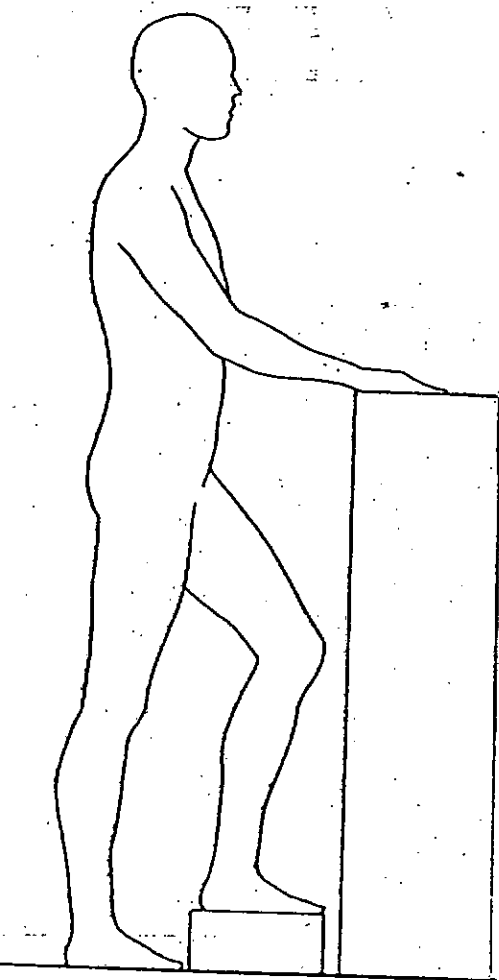
ขั้นตอน

1. ครูนำอภิปรายเรื่องสภาพปกติ และความผิดปกติของการเจริญเติบโตของกระดูก โดยใช้แผนภาพโปร่งใส
2. นักเรียนอภิปรายการพัฒนาโครงร่าง และท่าทางที่ดี
3. นักเรียนศึกษาแผนภาพโปร่งใส แสดงลักษณะการขึ้น การนั่ง การยกของ ฯลฯ

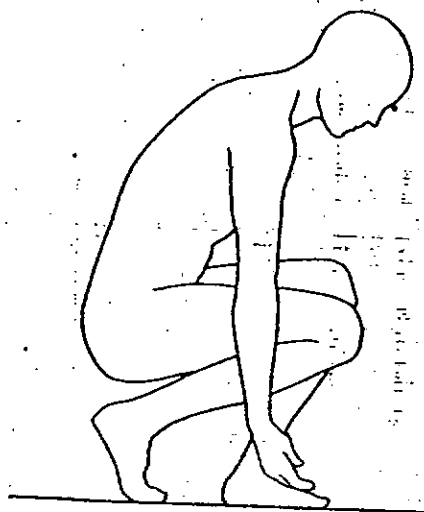
สื่อ

1. แผนภาพโปร่งใส

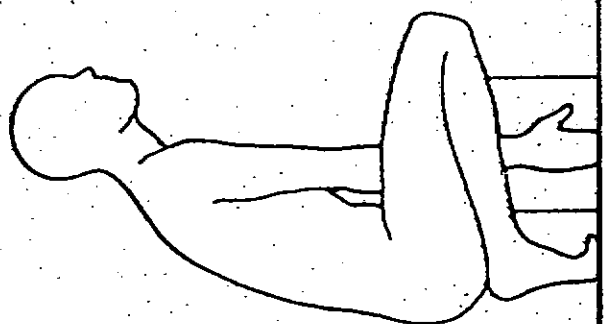
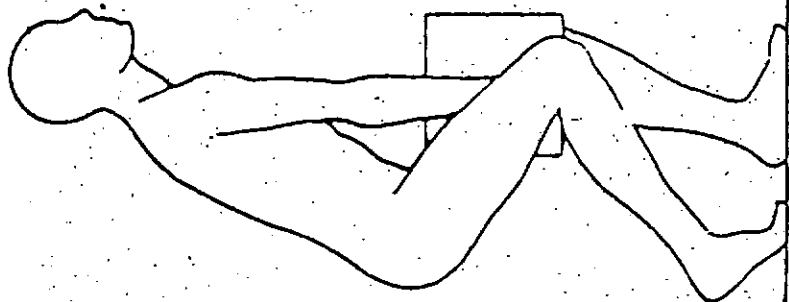
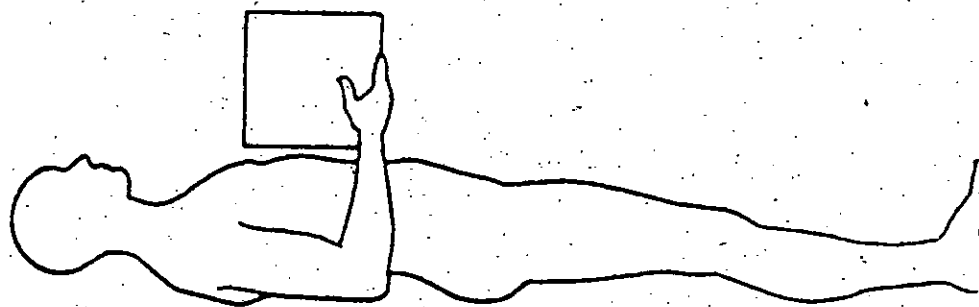
ท่ายืน



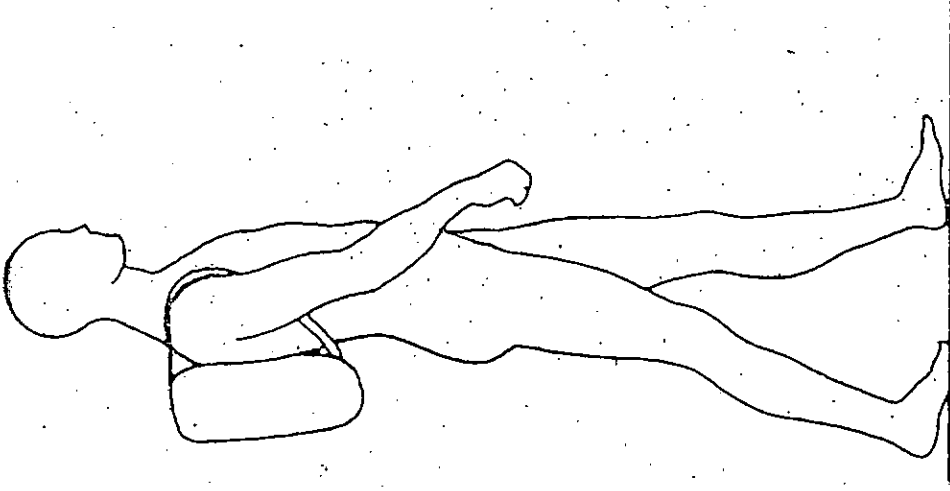
ท่าก้ม



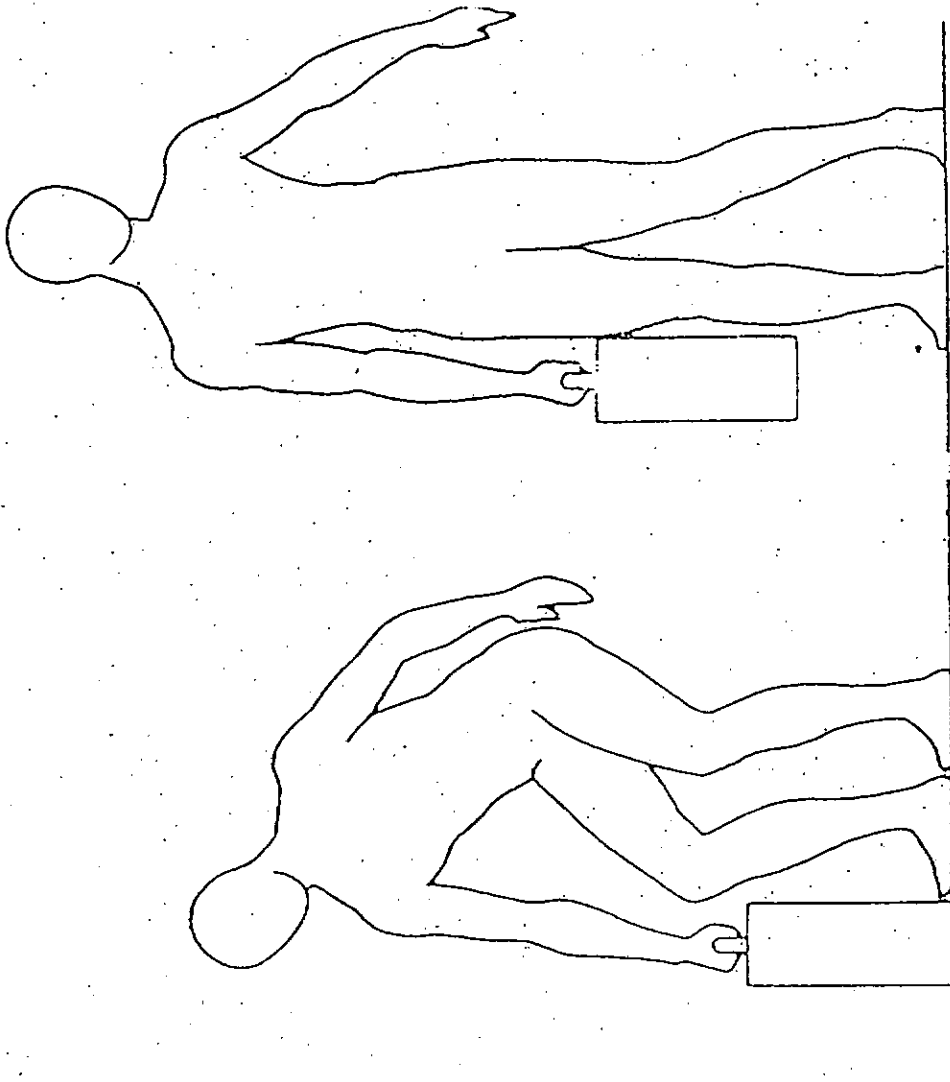
ท่าโยคะของ

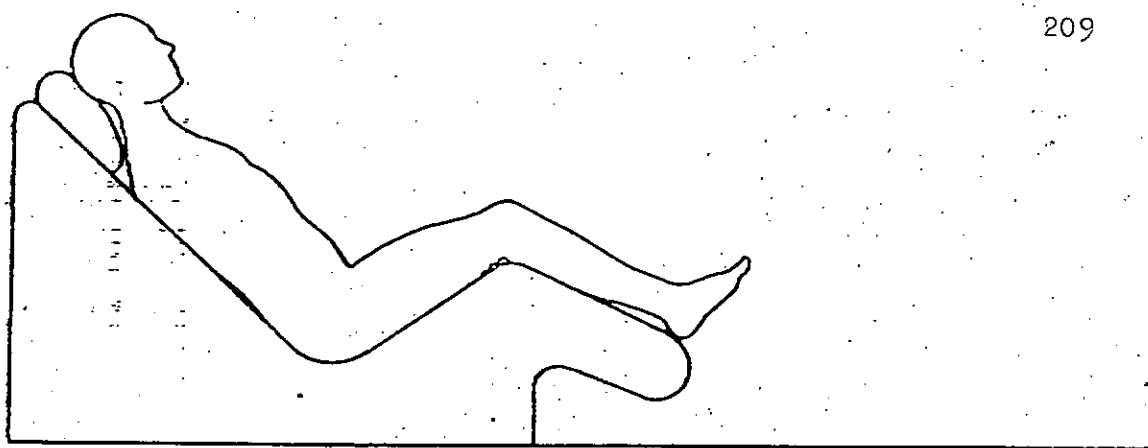


ท่าสะพานของ

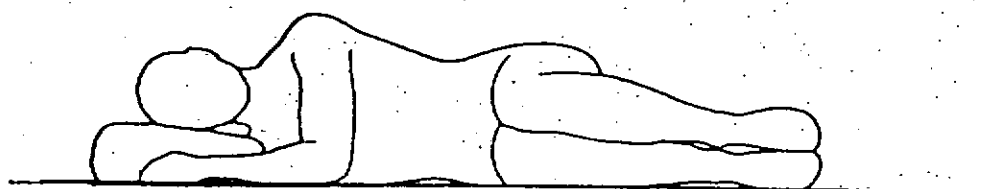
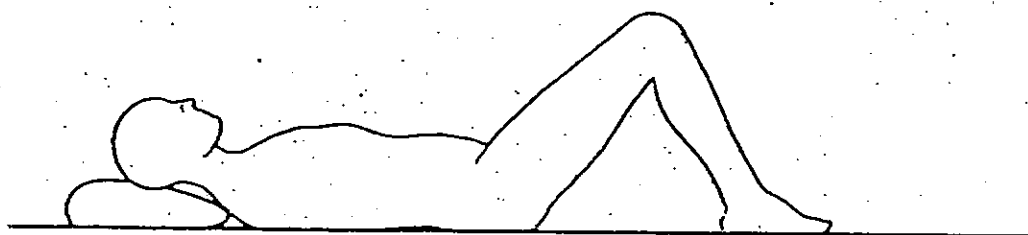


ท่าหัวของ





ท่านอนสำหรับผู้ปวดหลัง



ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 4 ระบบโครงกระดูก

เวลา 3 คาบ

กิจกรรม 5 นักเรียนทดลองเรื่องการสำรวจท่าทางเดิน และยืน และทำ
แบบฝึกหัดหลังการทดลอง

เวลา 30 นาที

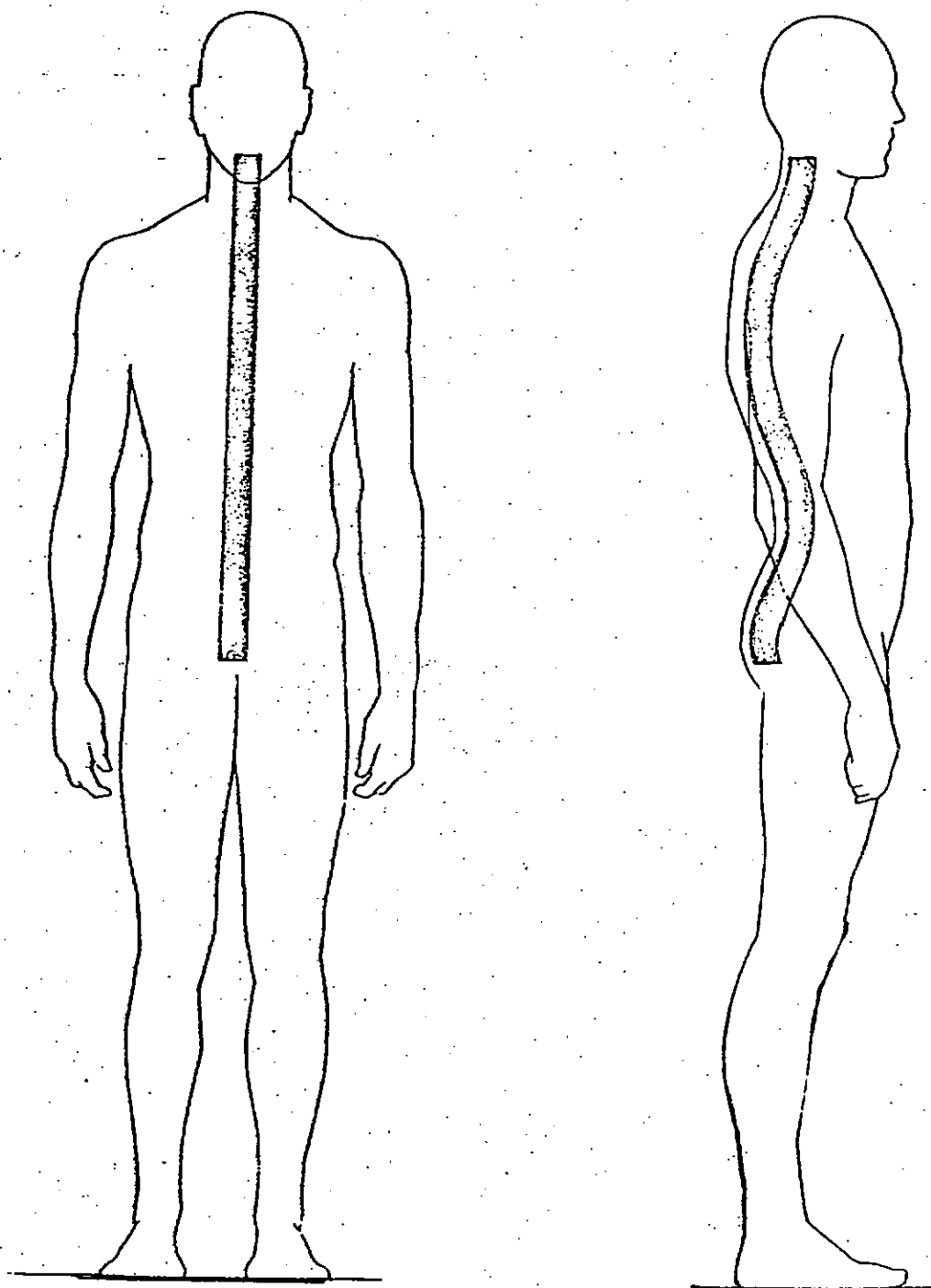
ขั้นตอน

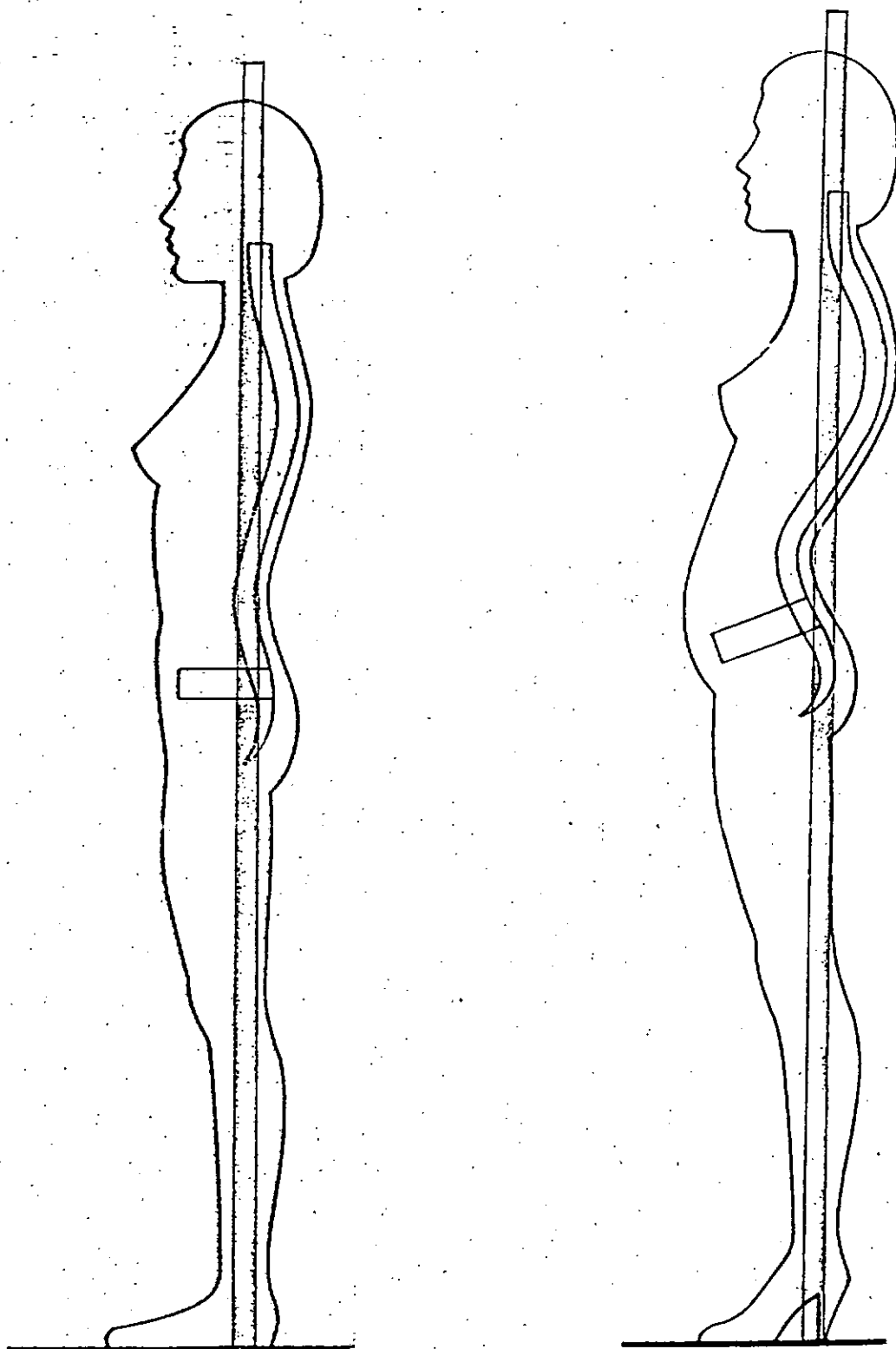
1. ครูให้นักเรียนทุกคนสำรวจท่าทางเดิน และยืน ของตนเอง
2. นักเรียนสำรวจท่าทางเดิน และยืน ของตน และบันทึก
ลักษณะที่สังเกตได้ลงในหนังสือคู่มือนักเรียน
3. นักเรียนอภิปรายผลการสังเกต
4. ครูสรุปหาข้อดี และหาข้อบกพร่อง โดยชี้แผนภาพโปรงใส

สื่อ

1. หนังสือคู่มือนักเรียน
2. แผนภาพโปรงใส

แผนภาพแสดงลักษณะการยืนที่ถูกต้อง





ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 5 ระบบกล้ามเนื้อ

เวลา 3 คาบ

กิจกรรม 1 นักเรียนศึกษาเทปโทรทัศน์และแผนภาพโปร่งใสเรื่องความสำคัญ
และชนิดของกล้ามเนื้อ

เวลา 30 นาที

ขั้นตอน

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้แผนภาพโปร่งใสแสดงถึงความสัมพันธ์ของกระดูกข้อต่อและกล้ามเนื้อ
2. ครูนำเสนอเทปโทรทัศน์เรื่อง ความสำคัญของกล้ามเนื้อ
3. นักเรียนศึกษาเทปโทรทัศน์เรื่องความสำคัญของกล้ามเนื้อ
4. นักเรียนอภิปรายเพื่อสรุปความสำคัญของกล้ามเนื้อ
5. ครูนำเสนอเทปโทรทัศน์เรื่องชนิดของกล้ามเนื้อ
6. นักเรียนศึกษาเทปโทรทัศน์เรื่องชนิดของกล้ามเนื้อ
7. นักเรียนอภิปรายเพื่อสรุปชนิดของกล้ามเนื้อ
8. ครูสรุปแบ่งชนิดของกล้ามเนื้อตามลักษณะรูปร่างของเซลล์ โดยใช้แผนภาพโปร่งใส
9. ครูให้ความรู้เกี่ยวกับกล้ามเนื้อที่อยู่ใต้อำนาจจิตใจ และกล้ามเนื้ออยู่นอกอำนาจจิตใจ

สื่อ

1. เทปโทรทัศน์
2. แผนภาพโปร่งใส
3. หนังสือคู่มือนักเรียน

คำบรรยายประกอบเทปโทรทัศน์วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

เรื่อง ร่างกายของเรา

ชุดระบบกล้ามเนื้อ

(ความยาว 2 นาที)

ภาพและเสียง	คำบรรยาย
การทำงานของระบบกล้ามเนื้อ (การหดตัวและคลายตัวของกล้ามเนื้อ ในขณะที่กำลังดึงของ)	ระบบกล้ามเนื้อ ถึงแม้ว่ามนุษย์จะสามารถแสดงอารมณ์ได้ทุกรูปแบบ แต่ กล้ามเนื้อของเราสามารถทำได้เพียงอย่างเดียวเท่านั้น คือ การเกร็ง เราระบายสีแดงและน้ำเงินลงบางส่วนที่หดและ ขยายเพื่อจะให้เห็นการทำงานทั้งสองอย่าง กล้ามเนื้อจะหด เกร็งเพื่อค้นกระดูกไปข้างหน้า อักกล้ามเนื้อหนึ่งจะทำงาน ตรงกันข้ามคือ ดึงกลับไปข้างหน้า ดอยหลัง ขึ้นและลง การเคลื่อนไหวทั้งหมดของระบบจะเกิดขึ้นในลักษณะ การทำงานแบบ One - Way action

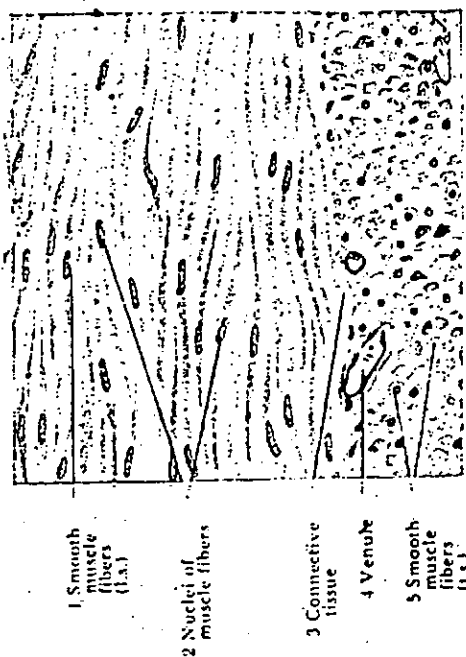


FIG. 1 Smooth muscle. Muscle layers of intestine. 320X.

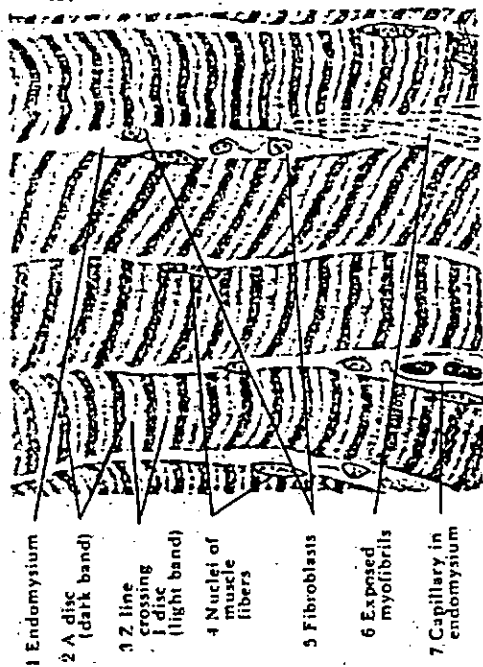


FIG. 2 Skeletal muscle (longitudinal section). 1000X.

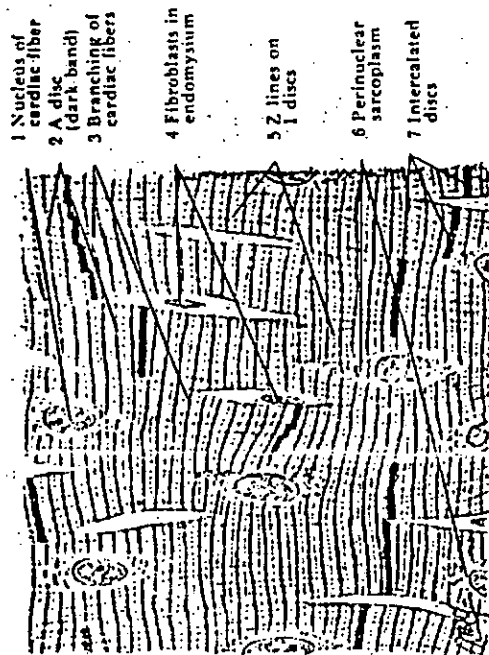


FIG. 3 Cardiac muscle. (longitudinal section). 1000X.

ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 5 ระบบกล้ามเนื้อ

เวลา 3 คาบ

กิจกรรม 2 การทดลองเรื่องการทำงานของกล้ามเนื้อที่แขน

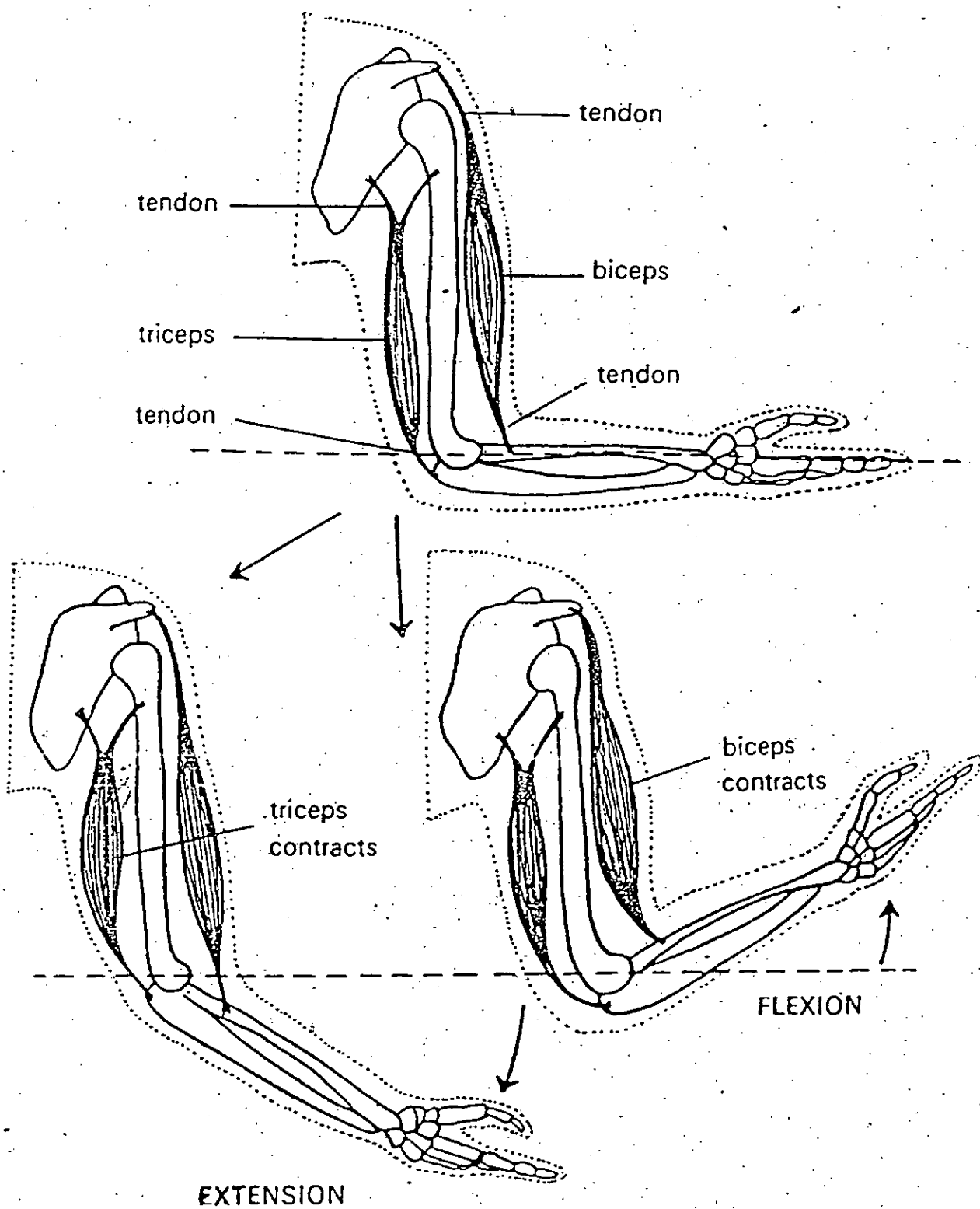
เวลา 35 นาที

ขั้นตอน

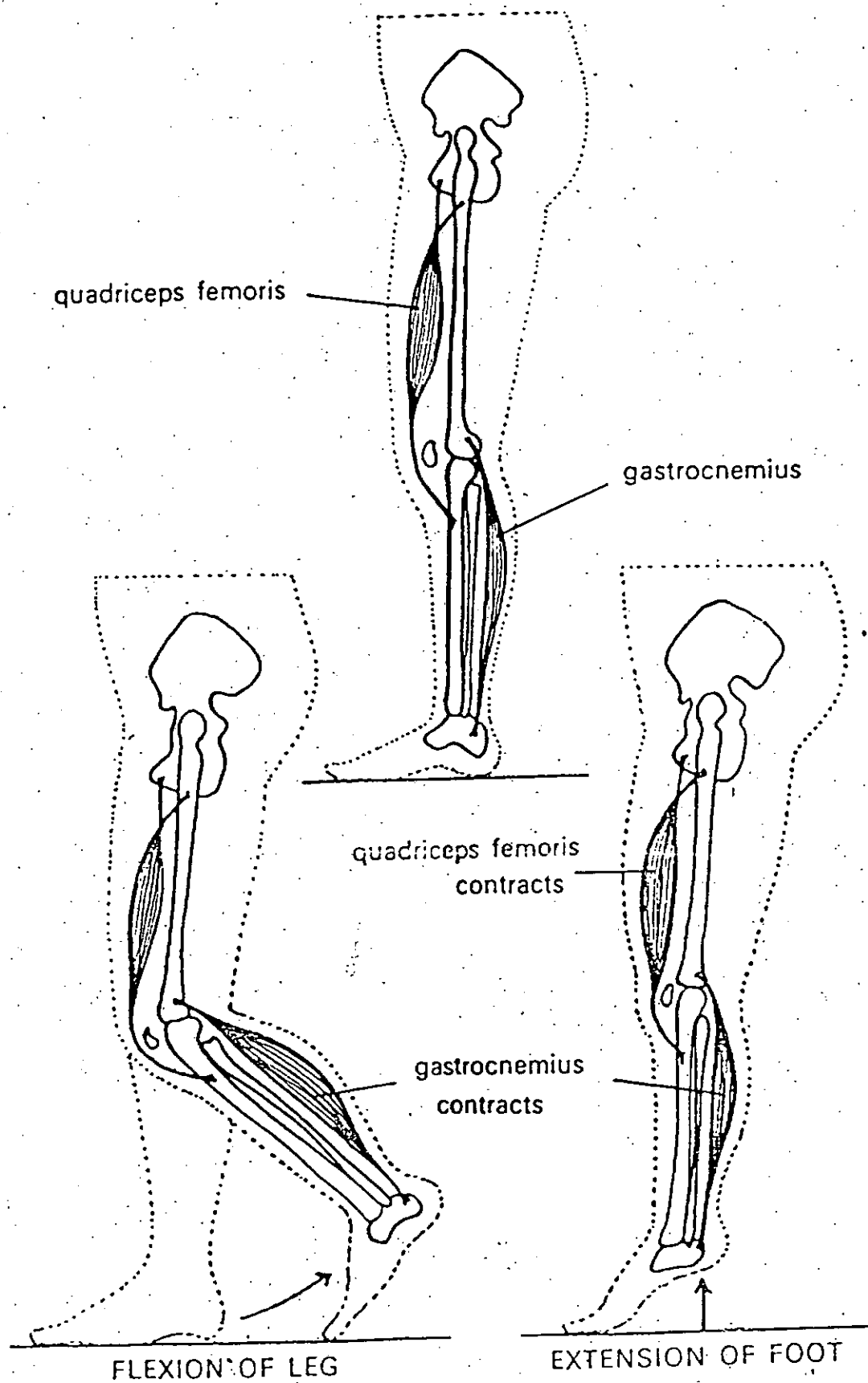
1. ครูนำเข้าสู่การทดลองโดยกล่าวถึงการทำงานของกล้ามเนื้อลาย หรือกล้ามเนื้อกระดูก
2. ให้นักเรียนสาธิตการทดลองการทำงานของกล้ามเนื้อที่แขน
3. นักเรียนแต่ละกลุ่มทดลองการทำงานของกล้ามเนื้อที่แขน
4. นักเรียนนำข้อมูลนี้สังเกตใ้มาอภิปรายเพื่อสรุปผลการทดลอง
5. ครูย้ำผลการทดลองใช้แผ่นภาพโปรงใสประกอบ
6. ครูสรุปการทำงานของกล้ามเนื้อ โดยชี้แผ่นภาพโปรงใส

สื่อ

1. หนังสือคู่มือนักเรียน
2. แผ่นภาพโปรงใส



แผนภาพแสดงการทำงานของกล้ามเนื้อแขน



แผนภาพแสดงการทำงานของกล้ามเนื้อขา

ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 5 ระบบกล้ามเนื้อ

เวลา 3 คาบ

กิจกรรม 3 การทดลองเรื่องการวัดกำลังของแขน มือ และขา

เวลา 35 นาที

ขั้นตอน

1. นำนักเรียนเข้าสู่วิธีการทดลอง โดยการอภิปรายความสัมพันธ์ของการทำกิจกรรมต่าง ๆ เช่น ว่ายน้ำ ยกน้ำหนัก ฯลฯ กับการใช้แรงจากกล้ามเนื้อตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
2. ให้นักเรียนชาย-หญิงจับคู่เพื่อทำการทดลองวัดกำลังของกล้ามเนื้อ
3. ให้นักเรียนทุกคนทดลองวัดกำลังของกล้ามเนื้อ และบันทึกผลการทดลอง
4. นักเรียนอภิปรายผลการทดลอง
5. ครูอภิปรายเพิ่มเติมเกี่ยวกับประโยชน์ของการออกกำลังกายสม่ำเสมอ

ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 5 ระบบกล้ามเนื้อ

เวลา 3 คาบ

กิจกรรม 4 การทดสอบเพื่อหาสาเหตุที่ทำให้กล้ามเนื้อเกิดการล้า

เวลา 50 นาที

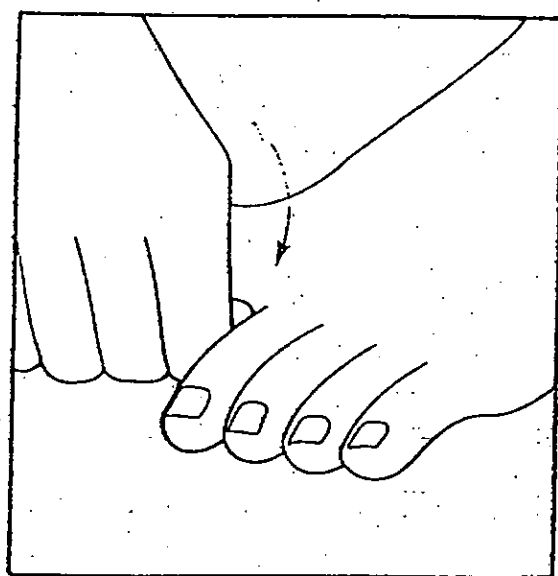
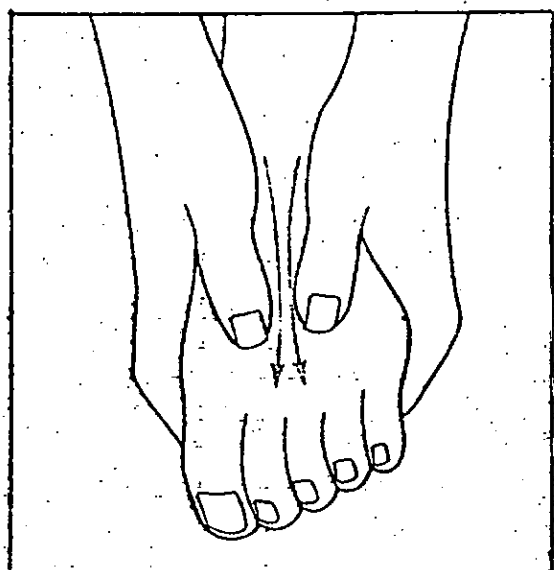
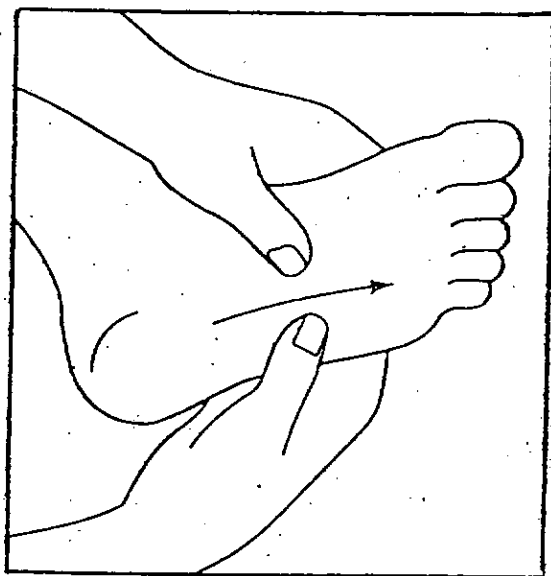
ขั้นตอน

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยการซักถามนักเรียนเกี่ยวกับกล้ามเนื้อเมื่อยลที่นักเรียนเคยมีอาการ
2. นักเรียนทดสอบตามหนังสือคู่มือนักเรียน และบันทึกผลการทดสอบ
3. นักเรียนนำข้อมูลจากการทดลองมาอภิปราย และสรุปหาเหตุผลของความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ
4. นักเรียนอภิปรายแก้ไข และป้องกันกล้ามเนื้อเมื่อยล้า
5. ครูสรุปการแก้ไขและป้องกันกล้ามเนื้อเมื่อยล้า โดยใช้แผนภาพโปร่งใสแบบซ้อน
6. นักเรียนทำแบบทดสอบ

สื่อ

1. ชุดการทดลอง
2. แผนภาพโปร่งใส
3. หนังสือคู่มือนักเรียน

วิธีนวดเท้าแบบง่าย ๆ เพื่อบรรเทาความตึงของกล้ามเนื้อ



ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 6 ระบบประสาทและคอมพิวเตอร์

เวลา 3 คาบ

กิจกรรม 1 การทดลองการฝึกทักษะบางอย่าง

เวลา 30 นาที

ขั้นตอน

1. ครูนำอภิปรายความสำคัญของระบบประสาทเพื่อนำเข้าสู่การทดลอง
2. นักเรียนทดลองฝึกทักษะบางอย่างตามหนังสือคู่มือนักเรียน
3. ครูให้นักเรียนนำข้อมูลจากการทดลองมาอภิปราย
4. นักเรียนตอบคำถามท้ายการทดลอง

หมายเหตุ

ให้นักเรียนทดลองฝึกทักษะล่วงหน้า 1 สัปดาห์ โดยฝึกวันละ 10 นาที

สื่อ

1. เครื่องมือการฝึกทักษะ 1 ชุด
2. หนังสือคู่มือนักเรียน

ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 6 ระบบประสาทและคอมพิวเตอร์

เวลา 3 คาบ

กิจกรรม 2 การทดสอบความจำจากการสังเกต

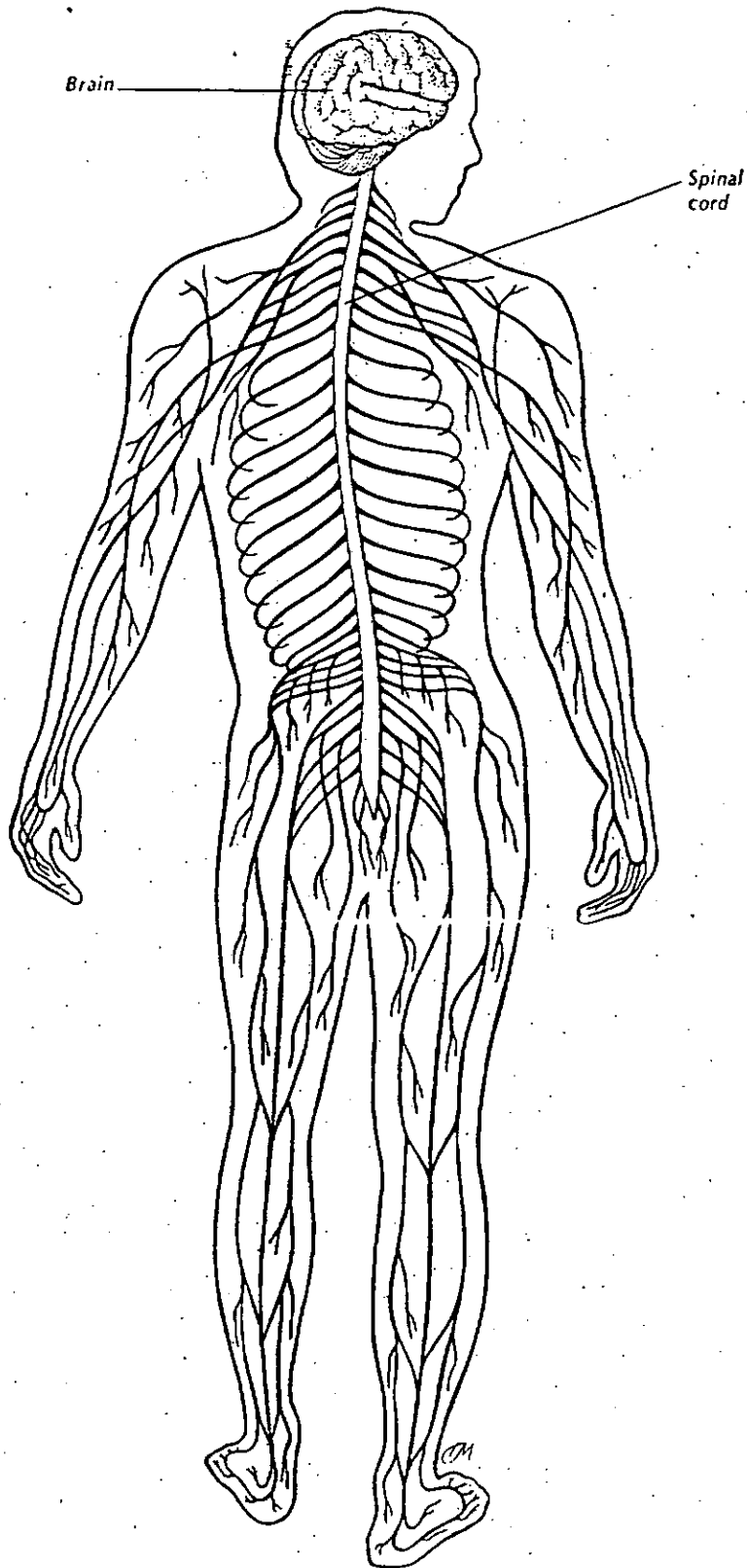
เวลา 50 นาที

ขั้นตอน

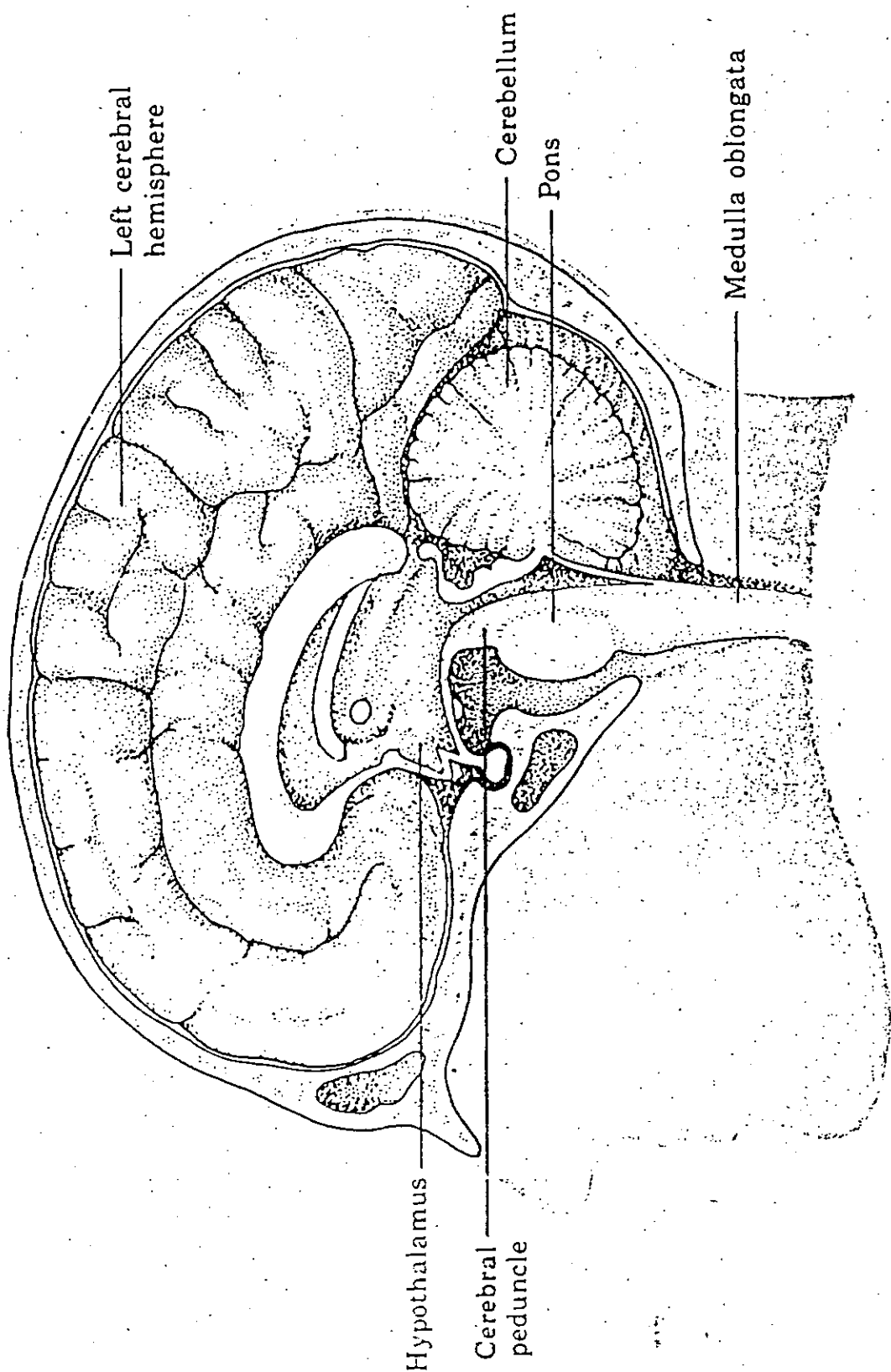
1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยใช้แผนภาพโปร่งใสแสดงระบบประสาทและสมอง
2. นักเรียนทดสอบความจำจากการสังเกต จากแผนภาพโปร่งใส แล้วบันทึกผลการทดสอบในหนังสือคู่มือนักเรียน
3. นักเรียนทดสอบความจำจากการสังเกต เหมือนข้อ 2
4. นักเรียนเปรียบเทียบผลการทดสอบครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 แล้วอภิปรายผลการทดลอง
5. นักเรียนศึกษาส่วนประกอบของสมองจากแผนภาพโปร่งใส
6. ครูนำอภิปรายความสำคัญของสมอง และเน้นให้นักเรียนรู้จักป้องกันสมองไม่ได้รับความกระทบกระเทือน

สื่อ

1. แผนภาพโปร่งใส
2. หนังสือคู่มือนักเรียน

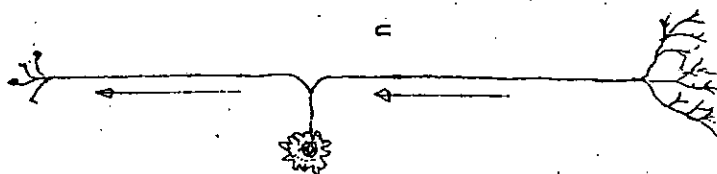


The nervous system has two major divisions: the central nervous system and the peripheral nervous system. This illustration shows the central nervous system (brain and spinal cord) and the peripheral nervous system (nerves that branch out from brain and spinal cord).

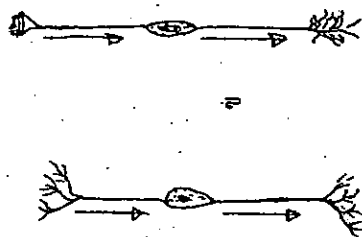
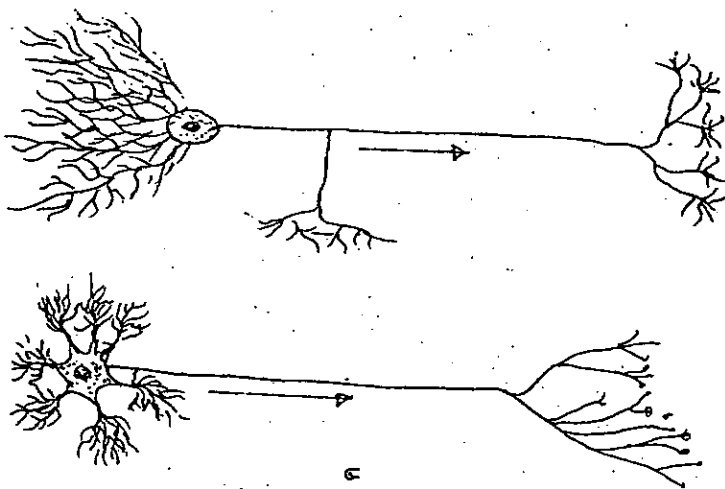


แผนภาพแสดงรูปร่างของเซลล์ประสาท

เซลล์ประสาทรับความรู้สึก



เซลล์ประสาทนำคำสั่ง

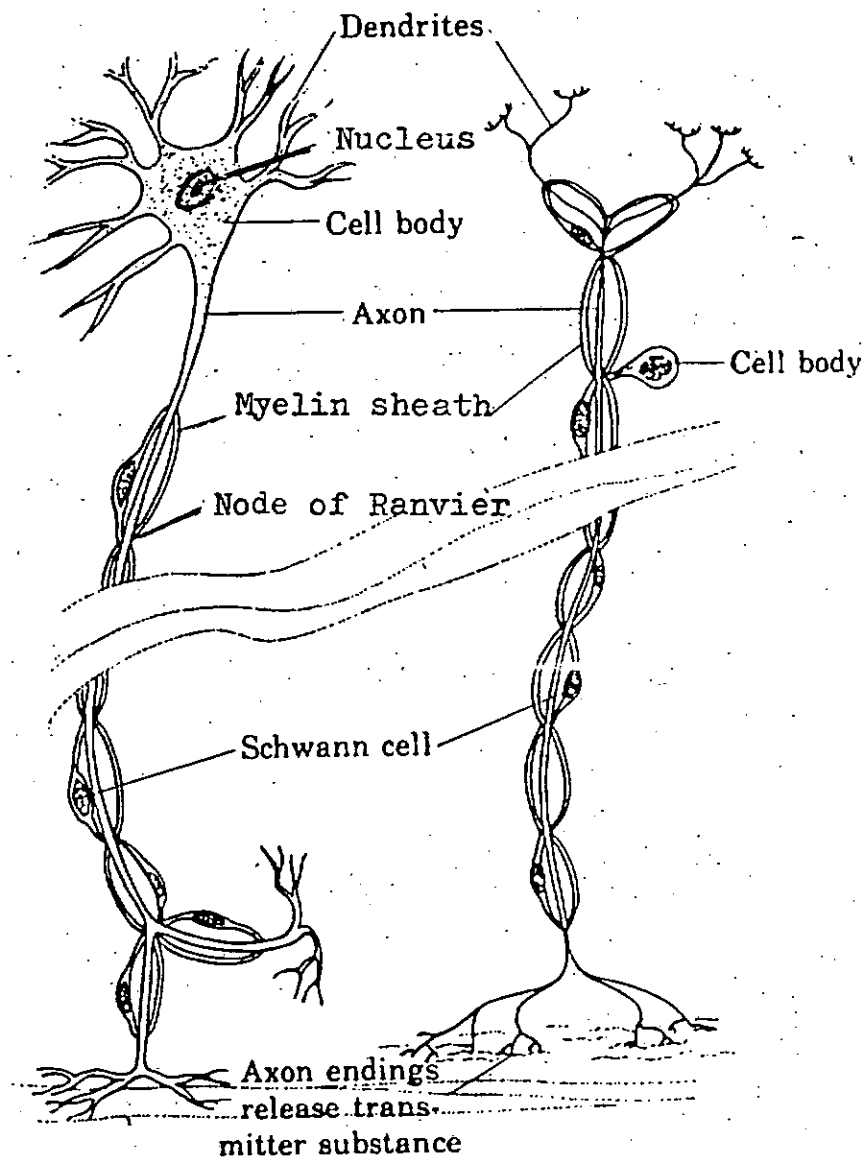


ก. เซลล์ประสาทเชื่อม

ข. เซลล์ประสาทสองขั้ว

ค. เซลล์ประสาทหลายขั้ว

แผนภาพแสดงโครงสร้างของเซลล์ประสาท



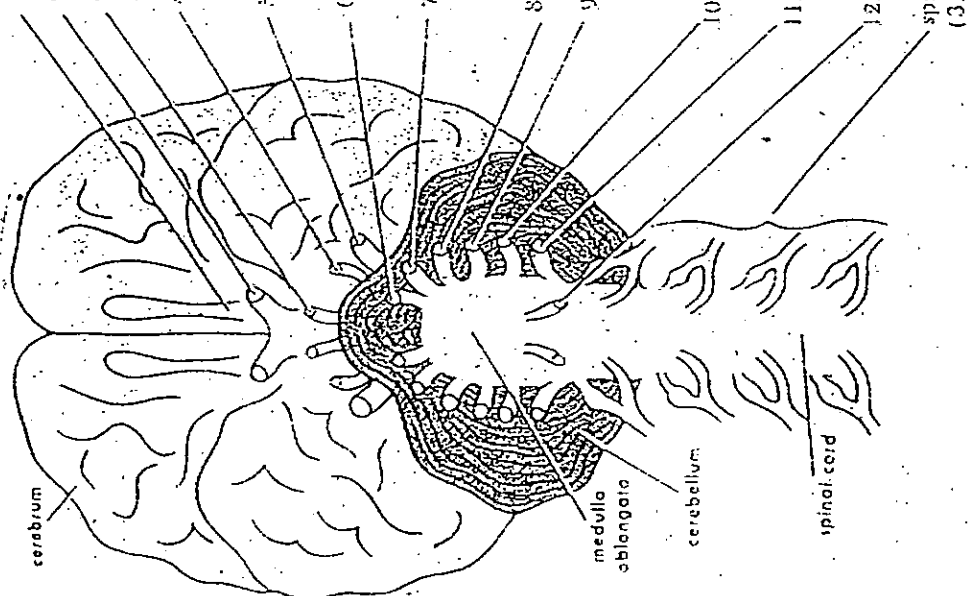
a motor neuron

a sensory neuron

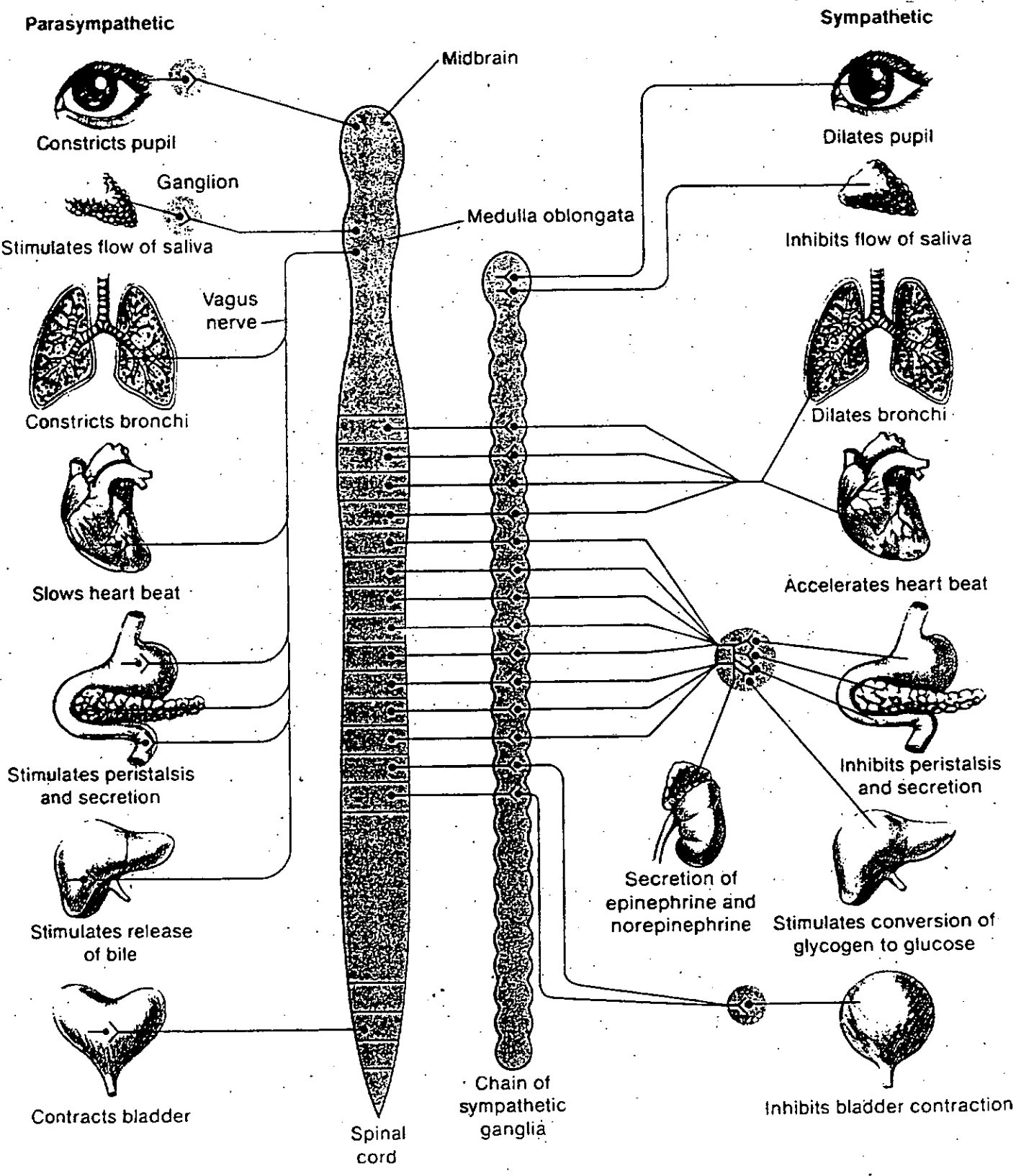
The nerves of the central nervous system

name	type	innervation
1. olfactory	sensory	from nose
2. optic	sensory	from eye
3. oculomotor	motor	to muscles of eyeball
4. trochlear	motor	to muscles of eyeball
5. trigeminal	mixed	from and to face, teeth
6. abducens	motor	to muscles of eyeball
7. facial	mixed	from taste-buds to salivary glands and facial muscles
8. auditory	sensory	from ear
9. glossopharyngeal	mixed	from and to pharynx, from taste buds to salivary glands
10. vagus	mixed	from and to chest and abdomen
11. spinal accessory	motor	to shoulder muscles
12. hypoglossal	motor	to tongue
spinal nerves (31 pairs)	mixed	from and to muscles in arms, legs, and trunk

ระบบสมองส่วนกลาง



แผนภาพแสดงการทำงานและตำแหน่งของระบบประสาทอัตโนมัติ



ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 6 ระบบประสาทและคอมพิวเตอร์

เวลา 3 คาบ

กิจกรรม 3 การทดลองเรื่องกรีธาสนองฉับพลันและความเร็วของปฏิกิริยา
ตอบสนอง

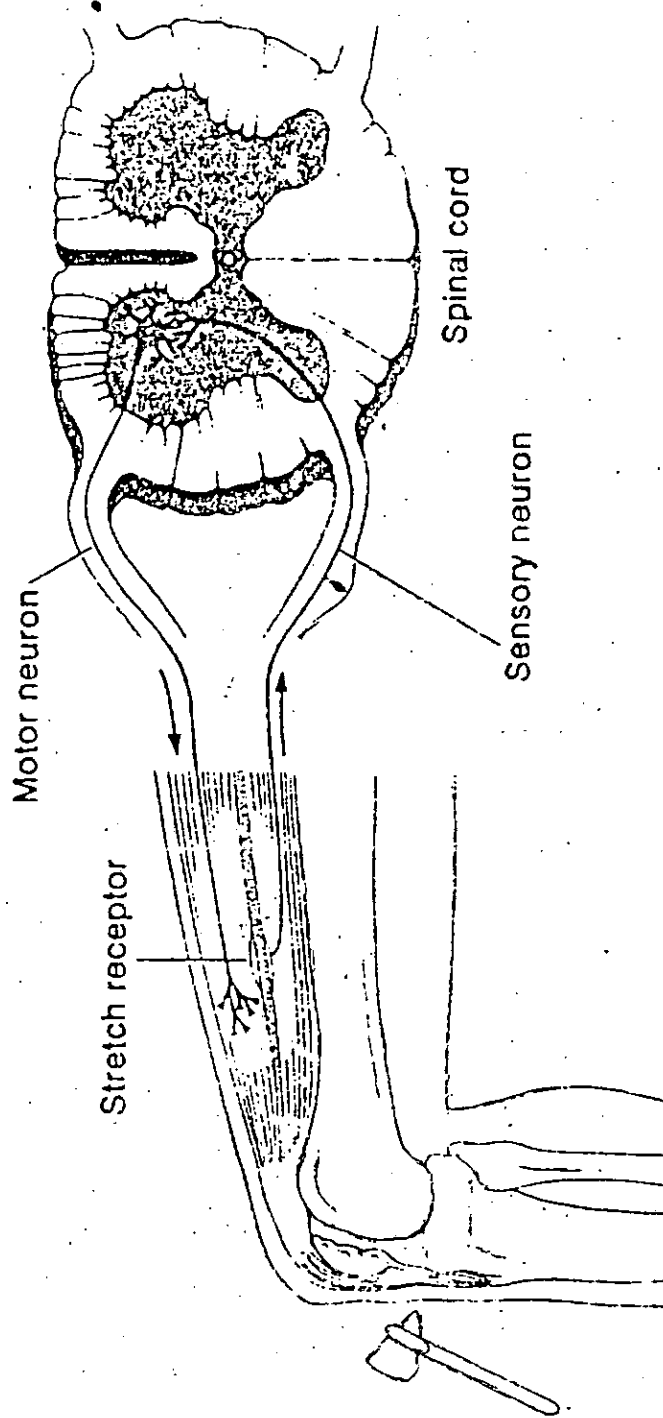
เวลา 30 นาที

ขั้นตอน

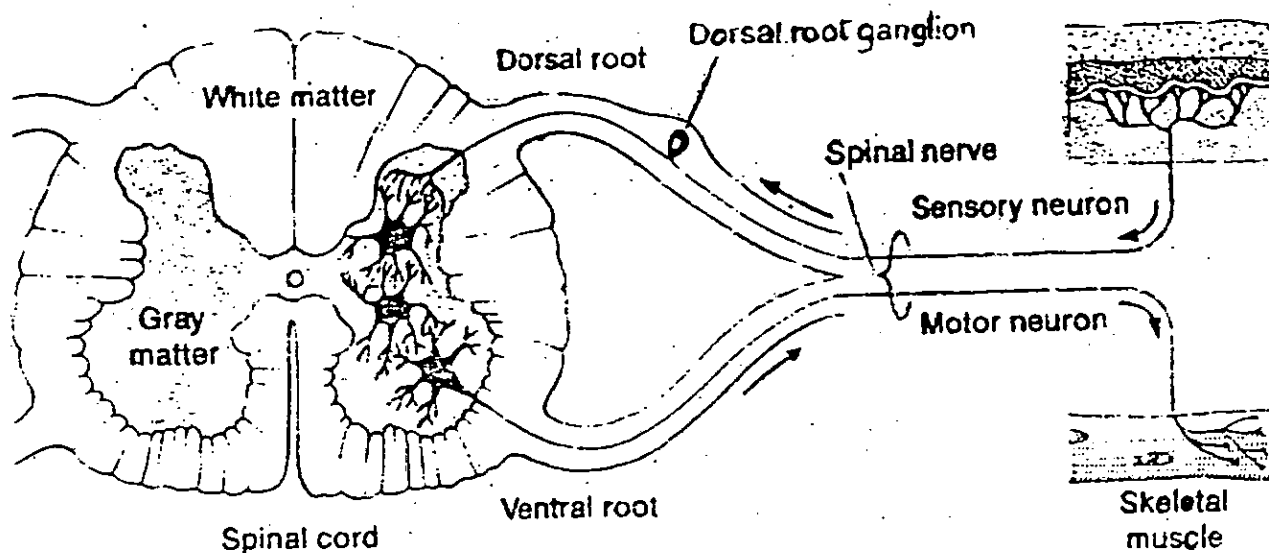
1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยการอภิปรายเกี่ยวกับกรีธาสนองฉับพลันของร่างกาย
2. ครูอธิบายวิธีการทดลอง
3. นักเรียนทดลองเรื่องกรีธาสนองฉับพลัน และความเร็วของปฏิกิริยาตอบสนอง
4. นักเรียนอภิปรายผลที่ได้จากการทดลอง
5. ครูอภิปรายสรุปเกี่ยวกับกลไกของกรีธารีเฟล็กซ์ โดยใช้แผนภาพไปรงใส

สื่อ

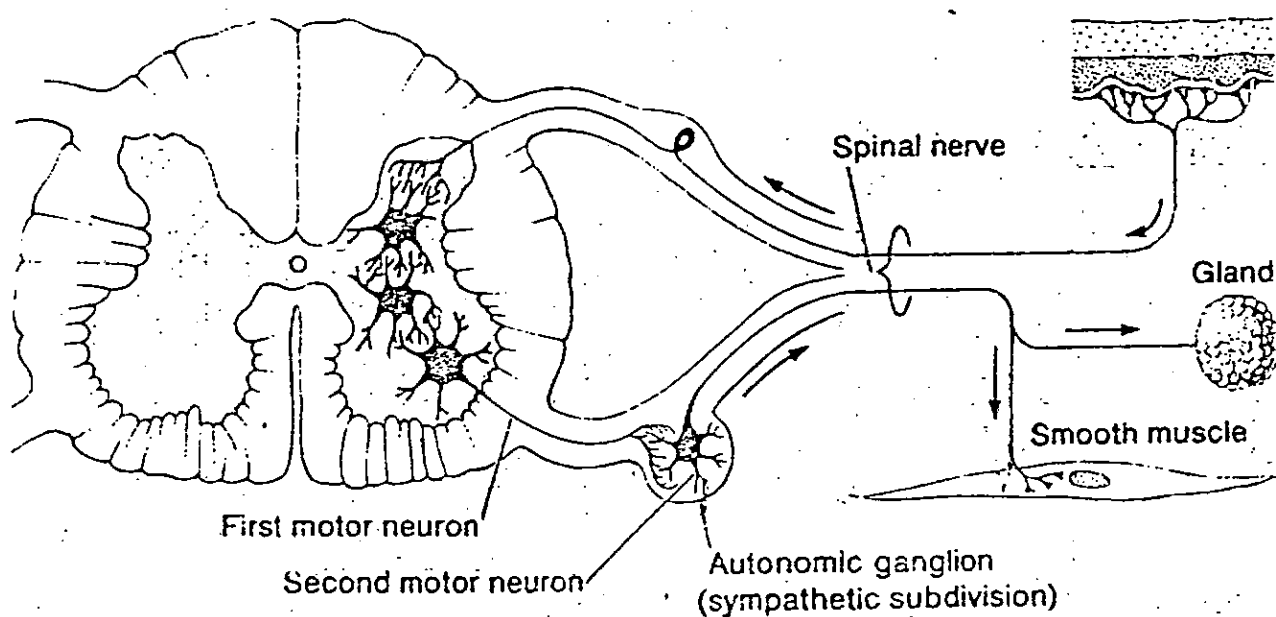
1. แผนภาพไปรงใส
2. หนังสือคู่มือนักเรียน



แผนภาพแสดงรีเฟล็กซ์หัวเข่า



แผนภาพแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของกระแสประสาทเข้าและออกจากไขสันหลัง



ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 6 ระบบประสาทและตอมไทรอยด์

เวลา 3 คาบ

กิจกรรม 4 นักเรียนศึกษาตอมไทรอยด์จากแผนภาพโปรงใส

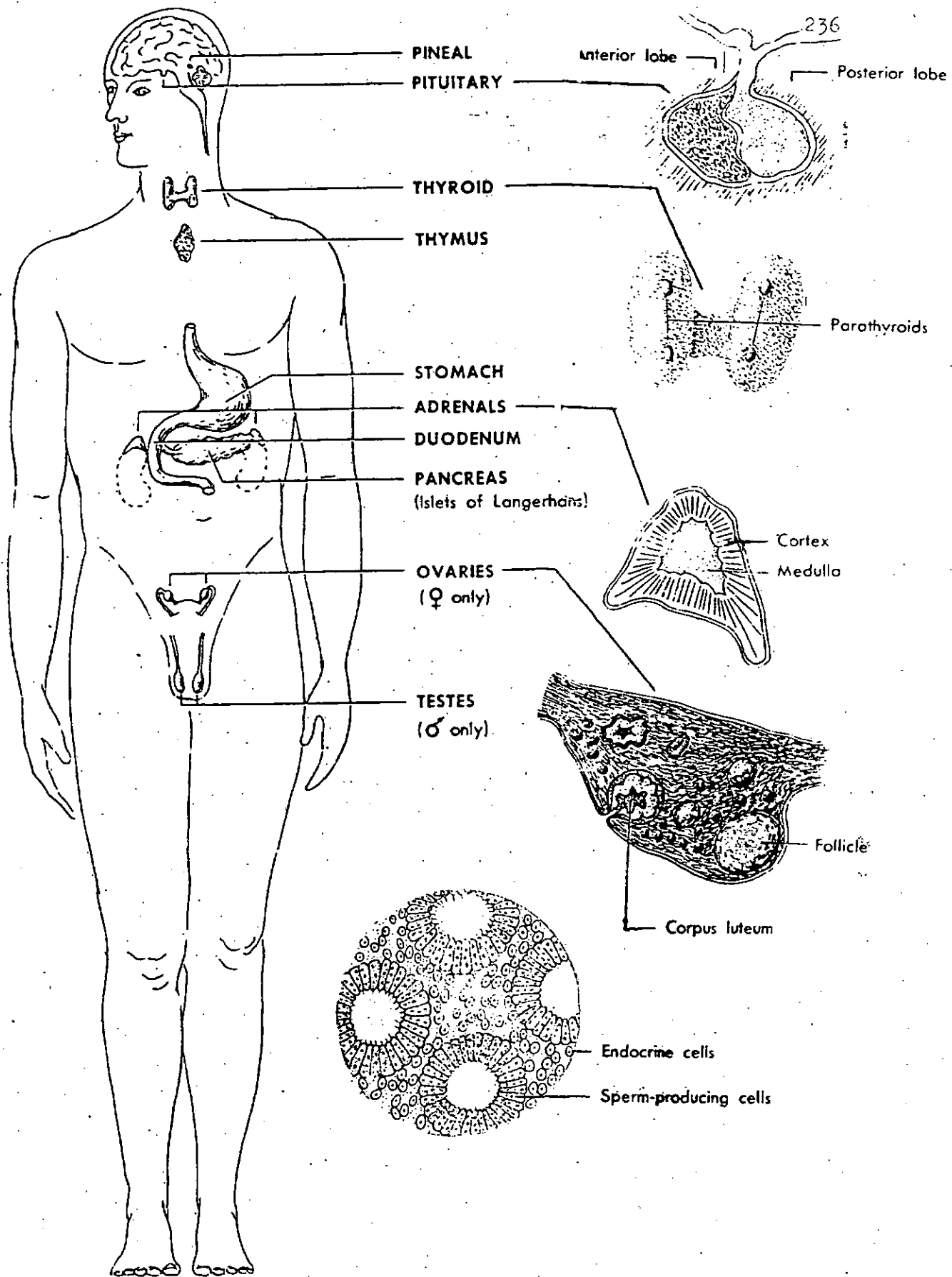
เวลา 40 นาที

ขั้นตอน

1. ครูนำเข้าสู่บทเรียน โดยกล่าวถึง กระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในร่างกายในส่วนที่เกี่ยวข้องกับฮอร์โมนส์
2. ครูอธิบายตอมไทรอยด์ในร่างกายของคนโดยใช้แผนภาพโปรงใส
3. นักเรียนอภิปรายความสำคัญของตอมไทรอยด์
4. ครูอภิปรายสรุปความสำคัญของตอมไทรอยด์

สื่อ

1. แผนภาพโปรงใส
2. หนังสือคู่มือนักเรียน



แผนภาพแสดงตำแหน่งของต่อมไร้ท่อ.

ชุดการสอน มินิคอร์ส เรื่อง ร่างกายของเรา

ตอนที่ 7 พลังงานในร่างกาย

เวลา 1 คาบ

กิจกรรม 1 การทดลองการวัดพลังงาน

เวลา 50 นาที

- ขั้นตอน
1. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการทบทวนเกี่ยวกับที่มาของแหล่งพลังงานในร่างกาย
 2. ครูให้นักเรียนศึกษาการทดลองเรื่องการวัดพลังงาน จากหนังสือคู่มือนักเรียน
 3. นักเรียนสาธิตวิธีทดลอง
 4. นักเรียนทำการทดลอง
 5. ครูให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้ออกจากการทดลองมาคำนวณหาพลังงาน
 6. นักเรียนอภิปราย สรุปการใช้พลังงานในกิจกรรมบางอย่าง
 7. ครูอภิปรายเพิ่มเติมเรื่องระบบต่าง ๆ ในร่างกายมีส่วนเกี่ยวข้องกับและประสานงานกันอย่างไร

สื่อ

1. เครื่องมือทดลอง 1 ชุด
2. แผนภาพโปรงใส
3. หนังสือคู่มือนักเรียน

คำนำ

การเรียนการสอนเรื่อง ร่างกายของเรา เป็นเนื้อหาในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ หลักสูตรวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพมีจุดมุ่งหมายที่จะให้นักเรียนได้รับความรู้วิทยาศาสตร์ขั้นพื้นฐานพอที่จะเข้าใจปัญหา อธิทิตล และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่มีต่อสังคมและสภาพแวดล้อม มีทักษะในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันโดยใช้วิธีการทางวิทยาศาสตร์เป็นคนมีเหตุผล ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีความซื่อสัตย์และบากบั่นในการทำงาน เป็นต้น

หนังสือคู่มือนักเรียนเล่มนี้ เป็นส่วนหนึ่งของชุดการสอนมินิคอร์ส ประกอบด้วยเนื้อหาความรู้ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับร่างกายของเรา กิจกรรมการปฏิบัติการทดลองและแบบฝึกหัดเพื่อให้นักเรียนได้พัฒนาความรู้และเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

จึงหวังอย่างยิ่งว่า หนังสือคู่มือนักเรียนเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้สอนและผู้เรียน หากมีสิ่งใดบกพร่อง หรือสิ่งใดสมควรแก้ไข ขอใดกรุณาแจ้งให้ผู้จัดทำทราบจะเป็นพระคุณยิ่ง

พนิดา ภิสัยเพ็ญ

เมื่อเรียนจบเรื่องนี้แล้ว นักเรียนควรจะสามารถ

1. อธิบายความหมายของคำหรือข้อความต่อไปนี้ได้ เซล เนื้อเยื่อ อวัยวะ ระบบอวัยวะ หนึ่งกำหรีว สารเมลาโน หนึ่งแท ขันไข่มุก กระดูกแกน กระดูกกระยาง ข้อต่อ กล้ามเนื้อ กระดูก กล้ามเนื้อไบเล็บ กล้ามเนื้อโครเล็บ กล้ามเนื้อเรียบ กล้ามเนื้อหัวใจ เทนคอน ซีรืบริบ ซีรืเบลล์ เมดุลลา ไซสันหลัง กิริยารีเฟล็กซ์ ประสาทรับ และนำสัญญาณ ประสาทสั่งการ
2. เปรียบเทียบการทำงานของอวัยวะบางส่วนของร่างกายกับสิ่งที่มีหน้าที่คล้ายคลึงกัน
3. บอกลำดับการจักระเบียบการทำงานของร่างกายจากหน่วยย่อยเป็นหน่วยใหญ่
4. บอกตำแหน่งที่ตั้งและหน้าที่สำคัญ ๆ ของอวัยวะต่อไปนี้ หัวใจ ปอด ตับ กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ต่อมไทรอยด์ ไต กระเพาะปัสสาวะ ไซสันหลัง
5. เลือกรับประทานอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อการบำรุงรักษาสุขภาพของร่างกายให้แข็งแรงสมบูรณ์อยู่เสมอ
6. อธิบายเกี่ยวกับการทำงานของระบบต่าง ๆ ในร่างกาย ตลอดจนอวัยวะที่เกี่ยวข้องในระบบหนึ่ง ๆ
7. อธิบายความสัมพันธ์ในการทำงานระหว่างระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนโลหิต ระบบย่อยอาหาร และระบบขับถ่าย
8. บรรยายโครงสร้างและส่วนประกอบของผิวหนังชั้นต่าง ๆ ได้
9. สรุปเกี่ยวกับความสำคัญของรอยพิมพ์นิ้วมือในประวัติอาชญากรรม
10. สรุปหน้าที่สำคัญของผิวหนัง และการบำรุงรักษา
11. ปฏิบัติตนได้ถูกต้องเมื่อเป็นสัว หรือผิวหนังมีปัญหา
12. บอกส่วนประกอบของกระดูก หน้าที่ของระบบโครงกระดูก ตลอดจนการบำรุงรักษากระดูกให้แข็งแรง
13. สรุปหน้าที่สำคัญของกระดูก และการบำรุงรักษา
14. บอกส่วนที่เป็นกระดูกแกนกลาง และส่วนที่เป็นกระดูกกระยาง จากภาพโครงกระดูกได้
15. บรรยายลักษณะของข้อต่อชนิดต่าง ๆ และเปรียบเทียบให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างหน้าที่และลักษณะของข้อต่อชนิดนั้น ๆ

16. บรรยายหาเงิน นิ่ง ยืน และยกของที่ถูกต้อง พร้อมทั้งปฏิบัติตนในการเดิน นิ่ง ยืน และยกของควยหาทางที่ถูกต้องควย

17. สรุปหน้าที่สำคัญของกล้ามเนื้อ และการบำรุงรักษา

18. ยกตัวอย่างและเปรียบเทียบความแตกต่างของกล้ามเนื้อที่อยู่ในอานาจจิตใจ และกล้ามเนื้อที่ไม่อยู่ในอานาจจิตใจ

19. อธิบายการทำงานของกล้ามเนื้อกระดูก และความสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อและกระดูก

20. อธิบายสาเหตุของการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ การเป็นตะคริว และวิธีแก้ไขหรือป้องกัน

21. สรุปความสำคัญของการออกกำลังกาย และการพักผ่อน

22. สรุปความสำคัญและหน้าที่ของสมองส่วนต่าง ๆ และไขสันหลัง ตลอดจนการบำรุงรักษา

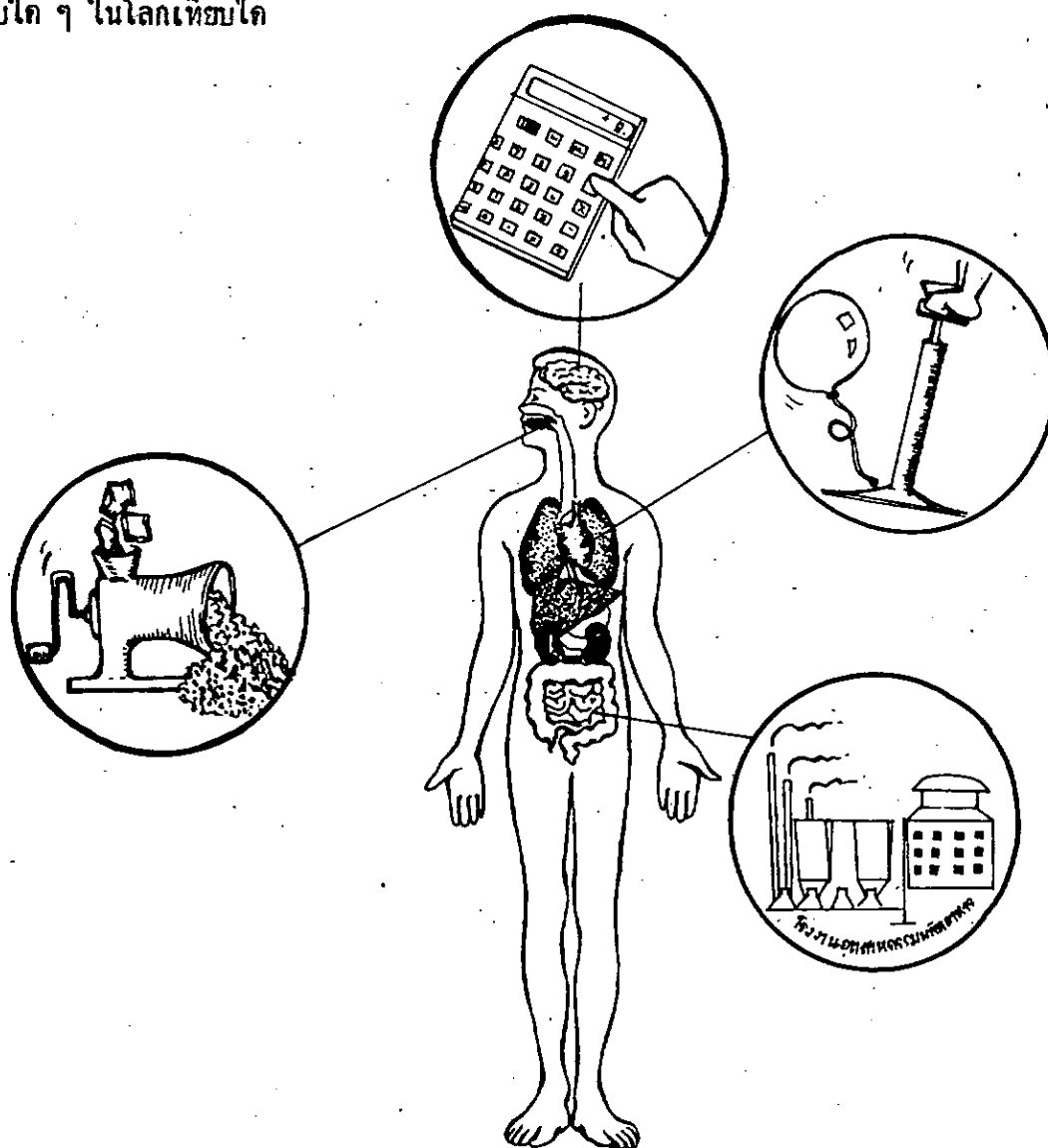
23. ฝึกตนเองใหม่ปฏิกิริยาตอบสนองรวดเร็วขึ้น

24. อธิบายความสัมพันธ์ในการทำงานระหว่างระบบประสาท ระบบกล้ามเนื้อ และระบบโครงกระดูก

25. สรุปความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรของออกซิเจนกับปริมาณพลังงานที่ใช้ในกิจกรรมหนึ่ง ๆ

ร่างกายของเรา

ในโครงสร้างของคนคนหนึ่ง ตัววิเคราะห์และเปรียบเทียบแล้วจะเหมือนเมืองใหญ่เมืองหนึ่งมีโรงงานหลายสิบโรง เช่น โรงงานผลิตสินค้า โรงงานผลิตสารเชื้อเพลิง โรงงานขจัดมูลฝอยหรือสารพิษ โรงงานผลิตยาสารเคมี หรืออาวุธต่อต้านเชื้อโรค ซึ่งประกอบด้วยเครื่องจักรกลสารพัดชนิด เช่น เครื่องถ่ายภาพ - บันทึกภาพ เครื่องสมองกล (Computer) เครื่องกรอง เครื่องบด เครื่องสูบลูก ฯลฯ โดยมีระบบการขนส่ง การขนส่งรวดเร็ว แม่นยำ เทียบตรง มีระเบียบและกฎเกณฑ์ละเอียดถี่ถ้วน ยากที่จะมีระบบใด ๆ ในโลกเทียบได้



รูป 1 แสดงการเปรียบเทียบการทำงานของอวัยวะบางส่วนของร่างกายกับสิ่งที่มีมนุษย์คิดประดิษฐ์ขึ้น

แต่อย่างไรก็ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายได้ถูกสร้างขึ้นอย่างละเอียดอ่อน ควรได้รับการบำรุงรักษาเพื่อจะได้ทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ชิ้นส่วนของร่างกายทุกส่วนหากชำรุดเสียหายแล้ว ไม่สามารถสร้างและเลียนแบบให้เหมือนของเดิม ฉะนั้นจึงควรรักและบำรุงรักษาร่างกายให้มีสุขภาพแข็งแรงอยู่เสมอ

1. การจัดระบบในร่างกาย

นักเรียนลองมองไปที่ผิวหนังเมื่อ จะพบว่าประกอบไปด้วยเซลล์จำนวนมากหลายล้านเซลล์ แต่เซลล์เหล่านั้นเป็นเซลล์ที่ตายแล้ว เซลล์เป็นส่วนประกอบพื้นฐานของชีวิต เป็นหน่วยที่เล็กที่สุดในร่างกาย ร่างกายของเราประกอบด้วยเซลล์มากมายหลายชนิด แต่ละชนิดจะมีขนาด รูปร่าง และหน้าที่แตกต่างกัน ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงรูปร่างและหน้าที่บางอย่างของเซลล์ชนิดต่าง ๆ

ชนิดของเซลล์	หน้าที่
 เซลล์ผิวหนัง	ห่อหุ้มและป้องกันส่วนที่อยู่เบื้องล่างดังไป
 เซลล์ประสาท	ส่งข่าวสารทั้งภายในและภายนอกและควบคุมประสานการทำงานส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
 เซลล์กล้ามเนื้อเรียบ	ช่วยในการเคลื่อนไหวของอวัยวะภายใน เช่น กระเพาะลำไส้ เป็นต้น

ตาราง 1 (ต่อ)

ชนิดของเซลล์	หน้าที่
 เซลล์กระดุก	เป็นแกนโครงสร้างพองร่างกายให้ทรงรูปร่างอยู่ได้
 เซลล์เม็ดเลือดขาวและเซลล์ เม็ดเลือดแดง	เม็ดเลือดแดงลำเลียงก๊าซออกซิเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เม็ดเลือดขาวทำลายเชื้อโรค และสร้างภูมิคุ้มกัน

ภายในแต่ละเซลล์มีนิวเคลียสควบคุมการทำงาน เช่น การเจริญเติบโต ควบคุมการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม การขับถ่าย ฯลฯ กลุ่มเซลล์ชนิดเดียวกันอยู่รวมกัน และทำหน้าที่อย่างเดียวกัน เรียกว่า เนื้อเยื่อ (Tissue)

เนื้อเยื่อที่มีอยู่ในร่างกายอาจแบ่งออกเป็นประเภทตามหน้าที่ออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. เนื้อเยื่อผิวหนัง ทำหน้าที่ห่อหุ้มและปกคลุมส่วนต่าง ๆ ของอวัยวะหรือร่างกาย เช่น เยื่อหุ้มหัวใจ เยื่อหุ้มปอด เยื่อช่องทาง เยื่อเส้นเลือด เยื่อแก้ว ผิวหนัง
2. เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน ทำหน้าที่ยึดและเชื่อมอวัยวะต่าง ๆ ให้ติดต่อกัน และทำให้ร่างกายคงรูปร่าง เช่น เอ็น กระดูก ฟังซีต ไชนัน เลือด ฯลฯ
3. เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ ทำให้เกิดการเคลื่อนไหว เนื่องจากการหดตัวของกล้ามเนื้อเมื่อถูกกระตุ้น
4. เนื้อเยื่อประสาท ช่วยในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าทั้งภายนอกและภายใน
5. เนื้อเยื่อสืบพันธุ์ ช่วยในการดำรงเผ่าพันธุ์

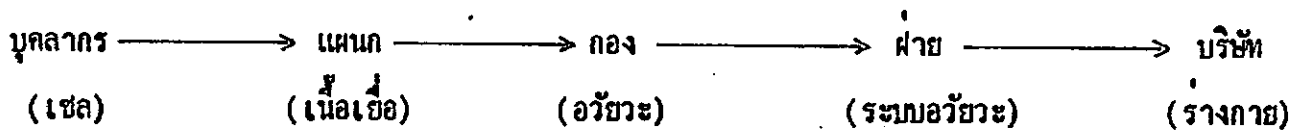
เนื้อเยื่อเหล่านี้จะเป็นส่วนประกอบของอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายดังต่อไปนี้

ตาราง 2 แสดงอวัยวะบางอย่างและส่วนประกอบที่เป็นเนื้อเยื่อชนิดต่าง ๆ

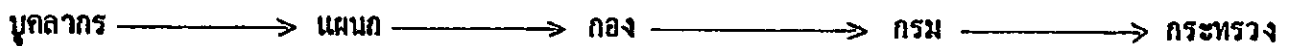
อวัยวะ	เนื้อเยื่อที่เป็นส่วนประกอบ						ประสาท	สิ่งพันธุ
	บุผิว	กล้ามเนื้อ	เกี่ยวพัน					
			เลือก	กระดูก	พังผืด			
ผิวหนัง	✓	✓	✓		✓	✓		
กล้ามเนื้อ	✓	✓	✓		✓	✓		
หัวใจ	✓	✓	✓		✓	✓		
กระเพาะอาหาร	✓	✓	✓		✓	✓		
ปอด	✓	✓	✓		✓	✓		
ไต	✓		✓		✓	✓		
รังไข่และอัณฑะ	✓	✓	✓		✓	✓	✓	
โครงกระดูกและข้อต่อ	✓		✓	✓	✓	✓		
สมอง	✓		✓		✓	✓		
ต่อมไทรอยด์	✓		✓		✓			

จากตารางข้างต้นนี้จะเห็นว่า อวัยวะเป็นกลุ่มของเนื้อเยื่อหลาย ๆ ชนิดที่รวมกันทำหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่ง อวัยวะแต่ละชนิดจะทำหน้าที่เฉพาะอย่างแตกต่างกันไป กลุ่มของอวัยวะต่าง ๆ มารวมกันทำงานเพื่อหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่ง เรียกว่า ระบบ (Systems) เช่น ระบบย่อยอาหาร เป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหาร ประกอบด้วยอวัยวะต่าง ๆ ได้แก่ ปาก ฟัน ลิ้น กอหอย หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้ ทวารหนัก

ฉะนั้นจะเห็นได้ว่า ร่างกายมีการจัดสรรภาระหน้าที่กันเป็นลำดับ ตั้งแต่เซลล์เนื้อเยื่อ อวัยวะ จนถึงระบบอวัยวะ ธรรมชาติได้จัดระบบหน่วยงานได้อย่างเหมาะสม เราสามารถเปรียบเทียบการทำงานของเซลล์ในร่างกายกับการทำงานของบริษัทหรือหน่วยงานของรัฐได้ดังนี้



หรือ



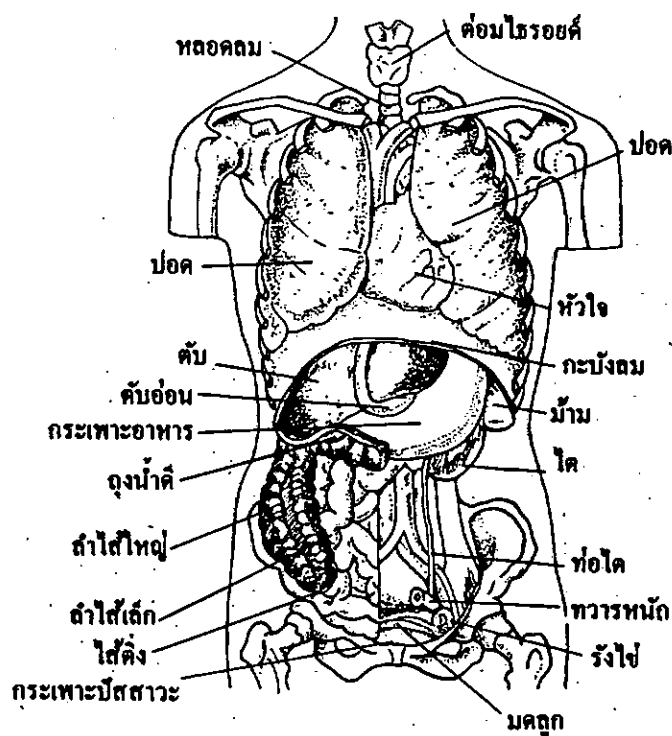
แต่อย่างไรก็ตามเราจะเห็นได้ว่า ไม่ว่าระบบงานใดสิ่งที่จะขาดเสียไม่ได้คือ บุคลากรที่มีความสามารถในการทำงานในหน้าที่ต่าง ๆ เช่นเดียวกับร่างกายที่มีเซลล์ชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นหน่วยทำงานที่เล็กที่สุดของร่างกาย จะทำหน้าที่ตามความสามารถพิเศษโดยเฉพาะแตกต่างกันไป

แบบฝึกหัด

1. หน่วยที่เล็กที่สุดของสิ่งที่มีชีวิตเรียกว่า _____
2. กลุ่มของเซลล์ชนิดเดียวกันอยู่รวมกัน และทำหน้าที่อย่างเดียวกันเรียกว่า _____
3. อวัยวะหมายถึง _____
4. กลุ่มของอวัยวะที่ทำหน้าที่สำคัญร่วมกันเรียกว่า _____
5. ถ้าเราเปรียบร่างกายของเรากับโรงงานแล้ว "เซล" เปรียบได้กับ _____
6. จงบอกหน้าที่ของเซลล์ดังต่อไปนี้
 - 6.1 เซลล์ผิวหนัง _____
 - 6.2 เซลล์ประสาท _____
 - 6.3 เซลล์กล้ามเนื้อเรียบ _____
 - 6.4 เซลล์เม็ดเลือดขาวและเซลล์เม็ดเลือดแดง _____
7. เซลล์ผิวหนังจำนวนมากทำหน้าที่รวมกันเรียกว่า _____
8. นักเรียนจะพบเซลล์กระดูกและเซลล์ประสาทมากที่สุดที่ _____

9. เนื้อเยื่อประสาทประกอบด้วย_____
10. เนื้อเยื่อที่พบทุกส่วนของร่างกายคือ_____
11. ในการผ่าตัดกระดูกจึงเกิดความรู้สึกเจ็บปวดมากเพราะ_____
12. บริเวณปากของนักเรียนประกอบด้วยเนื้อเยื่อ_____
13. กระเพาะอาหารประกอบด้วยเนื้อเยื่อ_____
14. สมองประกอบด้วยเนื้อเยื่อ_____

2. ระบบอวัยวะในร่างกาย



รูป 2 แสดงอวัยวะบางอย่างของร่างกาย

ในร่างกายมีอวัยวะมากมายหลายชนิด ทำหน้าที่ต่าง ๆ กันไป อวัยวะที่ทำงานประสานกันเพื่อทำหน้าที่อย่างใดอย่างหนึ่งในร่างกาย รวมเรียกว่า ระบบอวัยวะ

ระบบอวัยวะในร่างกายของเราแบ่งออกเป็น 10 ระบบใหญ่ ๆ ดังนี้

ตาราง 3 แสดงระบบอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกาย

ระบบ	อวัยวะที่เกี่ยวข้อง
1. ระบบหมุนเวียนโลหิตและน้ำเหลือง	หัวใจ เส้นโลหิต ท่อน้ำเหลือง ม้าม ทับ ไชกระดูก คอม น้ำเหลือง
2. ระบบย่อยอาหาร	ปากและส่วนประกอบในปาก คอมน้ำลาย หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ ทวารหนัก คับอ่อน ตับ และถุงน้ำดี
3. ระบบต่อมไร้ท่อ	ต่อมไร้ท่อทุกชนิด เช่น ต่อมหมวกไต ต่อมธัยรอยด์ ต่อมไทรอยด์ รังไข่ อัณฑะ ฯลฯ
4. ระบบขับถ่าย	ไต ท่อไต กระเพาะปัสสาวะ ท่อปัสสาวะ ผิวหนัง ลำไส้ใหญ่
5. ระบบหมุนร่างกาย	ผิวหนัง ขน เล็บ
6. ระบบกล้ามเนื้อ	มัดกล้ามเนื้อที่อยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
7. ระบบประสาท	สมอง ไขสันหลัง เส้นประสาทและอวัยวะรับรู้ความรู้สึก
8. ระบบสืบพันธุ์	รังไข่ อัณฑะและอวัยวะอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ต่อมต่าง ๆ และท่อ
9. ระบบหายใจ	จมูก หลอดลม ปอด
10. ระบบโครงกระดูก	กระดูกชิ้นต่าง ๆ ที่ประกอบเป็นแกนกลางและระยางของ ร่างกาย

จากตารางข้างต้นนี้จะพบว่า อวัยวะบางอย่างทำหน้าที่มากกว่าหนึ่งระบบ เช่น ผิวหนัง ปอด
ลำไส้ใหญ่ รังไข่และอัณฑะ

ระบบอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายทุกระบบมีความสำคัญแตกต่างกัน แต่ละระบบต้องทำงานประสาน
สอดคล้องกัน ร่างกายจึงจะแข็งแรงสมบูรณ์ ระบบที่ทำให้คนเด่นกว่าสิ่งที่มีชีวิตอื่น คือ ระบบประสาท ซึ่งมี
สมองเป็นศูนย์กลางของความรู้สึกนึกคิด สติปัญญา มีเหตุผล และความสามารถในการคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ

ต่อไปนี้นักเรียนจะได้ศึกษาระบบอวัยวะบางระบบอย่างสังเขป

ระบบหายใจ

การหายใจคือ ขบวนการสลายโมเลกุลอาหารภายในเซลล์ของสิ่งที่มีชีวิต โดยอาศัยเอนไซม์ และออกซิเจน เพื่อให้ได้พลังงานสำหรับในการดำรงชีวิต

ระบบหายใจเป็นระบบที่ประกอบด้วยอวัยวะสำหรับการหายใจ เพื่อให้มีการแลกเปลี่ยนก๊าซ ระหว่างโลหิตกับอากาศ โดยนำเอาก๊าซออกซิเจนเข้าสู่ปอด และถูกซึมเข้าสู่กระแสโลหิต ในขณะที่ตัวกัน ขั้วก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ปอดเป็นอวัยวะที่สำคัญที่สุดของระบบนี้

ทางเดินของอากาศเริ่มต้นจากรูจมูก แล้วจึงเข้าช่องจมูกและผ่านไปตามคอหอย หลอดลม ขั้วปอด Bronchiole และสิ้นสุดที่ถุงลม (Alveolus) ซึ่งเป็นที่สำหรับแลกเปลี่ยนก๊าซ ทางเดินอากาศ เหล่านี้ประกอบด้วยเยื่อแผ่นบาง ๆ ซึ่งมีขนอยู่ด้วย เซลล์เยื่อจะสร้างน้ำเมือกหรือมูกออกมาเพื่อจับพวกฝุ่นผงและ สิ่งแปลกปลอมที่จะเข้าสู่ร่างกาย เซลล์ขนจะทำหน้าที่พัดโบกให้มูกเหล่านี้หลุดออกมาภายนอก ถ้าอยู่ในบริเวณ ใกล้จมูกจะออกมาเป็นน้ำมูก แต่ถ้าออกมาจากหลอดลมกลายเป็นเสมหะ เยื่อเหล่านี้ทำหน้าที่ป้องกันเชื้อโรค

รูจมูก ช่องจมูก และคอหอย พื้นในของทางเดินอากาศส่วนนี้มีเยื่อเมือกและมีเส้นเลือดฝอยมาเลี้ยง มาก จึงทำให้ชื้นอยู่เสมอ

หลอดลม (Trachea) อากาศผ่านคอหอยแล้วจึงเข้าถึง glottis ซึ่งเป็นช่องเปิด เข้าหลอดลม ส่วนต้นของหลอดลมเป็นกล่องเสียงซึ่งประกอบด้วย กระดูกอ่อน ข้างในกล่องเสียงมีเยื่อที่ทำให้ เกิดเสียง ตรงโคนลิ้นติดต่อกับ glottis มีกระดูกอ่อนบาง ๆ สำหรับปิดหลอดลม เวลาที่ดื่มน้ำหรือ กลืนอาหาร เรียกว่า Epiglottis จะกั้นไม่ให้อาหารหลุดตกเข้าไปในหลอดลม Epiglottis ติดอยู่กับที่ ดังนั้นเวลากลืนอาหารจึงต้องกระเดือกกล่องเสียงขึ้นไป

ขั้วปอด (Bronchi) ปลายล่างสุดของหลอดลมจะแยกออกเป็นขั้วปอด 2 อัน ขวาและซ้าย ขั้วปอดเหมือนหลอดลมทุกอย่าง แต่เล็กกว่า

Bronchiole (Bronchial tube) เป็นกิ่งเล็ก ๆ มีจำนวนมาก แยกออกไปจากขั้วปอด คล้ายกิ่งไม้ ผนังของหลอดพวกนี้ไม่มีเซลล์เมือกบุ ไม่มีขน เป็นเพียงหลอดเล็ก ๆ สำหรับนำอากาศเข้า alveoli เท่านั้น

Alveoli เป็นถุงมีผนังบางเห็นขาว ทางด้านนอกของผนังมีเส้นเลือดฝอยแผ่หุ้มอยู่ มีประมาณ 700 ล้านถุงในปอดทั้งสองข้าง จึงมีพื้นที่ทำให้การแลกเปลี่ยนก๊าซมาก

กระบวนการหายใจแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ

1. External respiration เป็นการหายใจที่เกิดขึ้นที่อวัยวะสำหรับหายใจ โดยนำก๊าซออกซิเจนผ่านทางเดินอากาศไปยังถุงลมในปอด แล้วปล่อยก๊าซออกซิเจนแพร่ผ่านผนังปอดและเส้นเลือดฝอยเข้าสู่เม็ดเลือดในเส้นเลือดฝอยที่อยู่รอบ ๆ ถุงลมจนกว่าออกซิเจนภายในเส้นเลือดจะมากกว่า O_2 ที่มีอยู่ในปอด การแพร่จึงจะหยุด และเลือดในเส้นเลือดฝอยก็ปล่อย CO_2 ออกมายังอากาศในถุงลม จนกระทั่ง CO_2 ในเส้นเลือดและในปอดเท่ากัน วิธีการเช่นนี้เรียกว่า การแลกเปลี่ยนก๊าซ

O_2 ที่แพร่มาจากถุงลมในปอดเข้าสู่เม็ดเลือด จะรวมกับฮีโมโกลบินในเม็ดเลือด กลายเป็นออกซิฮีโมโกลบิน เลือดในขณะนั้นจึงเป็นเลือดแดงจะถูกลำเลียงไปยังเซลล์ทุกแห่งในร่างกายเพื่อถ่ายเท O_2 ให้แก่เซลล์ ขณะเดียวกัน CO_2 ที่ได้จากการเผาผลาญอาหารในเซลล์ก็ถูกถ่ายเทออกจากเซลล์เข้าสู่เลือดในเส้นเลือดฝอย โดย CO_2 ละลายเป็นเกลือคาร์บอนเนตในน้ำเลือด แล้วถูกลำเลียงไปยังถุงลมและกาย CO_2 . ออกมาเพื่อระบายออกนอกร่างกาย

2. Internal respiration เป็นการหายใจที่เกิดขึ้นภายในเซลล์ของร่างกาย นับว่าเป็นการหายใจที่แท้จริงและสำคัญที่สุด เพราะการหายใจภายในเซลล์เป็นการเผาผลาญอาหารให้เกิดพลังงาน โดยมีเอนไซม์เข้ามาควบคุมตลอดเวลา

กลไกของการหายใจเข้าและออก

เวลาที่มีการหายใจเข้าทรวงอกขยายออกเพื่อที่จะได้มีช่องว่างในทรวงอกมากขึ้น ปอดจะขยายตามเพื่อรับอากาศ กระบังลมจะหดตัวและถึงส่วนที่เป็นรูปโดมโหลงมาอยู่ในช่องท้อง ช่วยให้ทรวงอกขยายตัวใหญ่ขึ้น เนื้อปอดจะมีการขยายตัวหองออกเมื่อมีการหายใจเข้า ทำให้ความดันภายในปอดลดลง และเมื่อช่องว่างในทรวงอกขยายเต็มจนเต็มที่แล้ว มันจะกลับเข้าสู่สภาพเดิมอีก เป็นเหตุทำให้ความดันภายในเพิ่มขึ้น แล้วไปดันปอดให้แฟบลงไปอย่างเดิม จึงเป็นการเพิ่มความดันภายในขึ้นอีก แล้วดันลมในปอดออกไป ซึ่งเป็นการหายใจออก ในการหายใจออกอาจมีความดันในช่องท้องช่วยดันให้กระบังลมขึ้นสูง ทั้งนี้เนื่องจากกล้ามเนื้อท้องหดตัวทำให้ความดันภายในช่องท้องสูงขึ้น จึงไปดันให้กระบังลมสูงขึ้น

ระบบย่อยอาหารเป็นระบบที่ทำหน้าที่ย่อยสลายอาหาร ประเภทต่าง ๆ ที่เรากินเข้าไปให้เป็นสารอาหารโมเลกุลเล็ก ๆ พอดีที่ร่างกายจะดูดซึมไปใช้ได้ ส่วนที่ไม่ย่อยจะเป็นกากขับออกมาทางทวารหนักเรียกว่า อุจจาระ

กระบวนการย่อยอาหารสามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ทางเดินอาหารเป็นทางผ่านของอาหาร และมีการย่อยและการดูดซึม เริ่มตั้งแต่ ปาก หลอดคอ หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ และทวารหนัก

2. อวัยวะช่วยในการย่อย หมายถึง ส่วนที่แยกออกจากทางเดินอาหาร แต่มีที่ติดต่อกับทางเดินอาหาร ประกอบด้วยต่อมน้ำลาย ตับ และตับอ่อน บางที่อาจมีการรวมเอาลิ้นและฟันไว้ในส่วนนี้

ปากจะทำหน้าที่กินอาหาร และเป็นจุดเริ่มต้นที่จะเกิดการย่อยอาหาร โดยลิ้นมีหน้าที่เคลื่อนย้ายอาหารเพื่อให้อาหารเคี้ยวได้ทั่ว ช่วยคลุกเคล้าอาหารให้สัมผัสกับน้ำย่อยในปากได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังมี ส่วนช่วยในการกลืน และทำให้รูรสรของอาหาร น้ำลายมีหน้าที่คลุกเคล้าอาหาร หล่อลื่นอาหารให้กลืนสะดวก และย่อยอาหาร

หลอดคอ หรือ คอหอย ทำหน้าที่เป็นทั้งทางเดินอาหาร และทางเดินลมหายใจ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนบนอยู่หลังโพรงจมูก ส่วนกลางของหลอดคอเป็นส่วนที่อยู่หลังช่องปาก ซึ่งเป็นทางเดินของอาหารและอากาศ ส่วนท้ายของหลอดคอเป็นส่วนที่อยู่หลังกล่องเสียง ซึ่งส่วนล่างของช่องนี้จะแยกท่อนำอาหาร และท่อนำอากาศออกจากกัน ในขณะที่กลืนอาหารหลอดลมจะถูกปิดด้วยฝาที่เรียกว่า epiglottis เพื่อป้องกันการสำลักอาหารเข้าไปในหลอดลม

หลอดอาหาร เป็นท่อนยาวประมาณ 10 นิ้ว ทำหน้าที่เป็นท่อนำอาหารจากกระเพาะย้อนกลับขึ้นมาที่หลอดอาหารได้ ประกอบด้วย กล้ามเนื้อ และมีเยื่อที่แข็งแรง เพื่อทนต่อการกระทบกระทั่งของอาหาร มีหน้าที่นำอาหารจากปากเข้าสู่กระเพาะอาหาร โดยไม่มีการย่อยอาหารในบริเวณนี้

กระเพาะอาหาร อยู่ใต้กระบังลมข้างซ้าย เป็นถุงกล้ามเนื้อที่ยืดหยุ่นได้ มีเยื่อเมือกคลุมเพื่อป้องกันไม่ให้กรดในกระเพาะมาทำลายได้ ในชั้นของผนังกระเพาะอาหารมีต่อมสร้างน้ำย่อยมากมาย น้ำย่อยกระเพาะอาหารประกอบด้วยกรดเกลือ และเป็นพิป (pepsin) เป็นสำคัญ pepsin จะย่อยอาหารประเภทโปรตีนให้เป็นกรดอะมิโน (amino acid) ซึ่งมีโมเลกุลเล็กลง กลไกในการควบคุม

การหลั่งน้ำย่อยของกระเพาะอาหารค่อนข้างสลับซับซ้อน กล่าวคือ อาจอยู่ภายใต้การบังคับของจิตใจเป็นบางส่วน เช่น เวลาเห็น หรือได้กลิ่นอาหารจะมีการหลั่งน้ำย่อยเพิ่มขึ้น หรือจะเกิดขึ้นโดยอัตโนมัติเมื่ออาหารตกลงสู่กระเพาะและลำไส้ส่วนต้น

ลำไส้เล็ก เป็นส่วนสำคัญที่สุดในการดูดซึมอาหารที่ย่อยแล้ว และมีน้ำย่อยหลายชนิด ทำหน้าย่อยอาหารทุกชนิดคือ โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และไขมัน น้ำย่อยเหล่านี้จะถูกสร้างจากตับและตับอ่อน โดยที่ท่อทางเดินน้ำย่อย จากอวัยวะทั้งสองนี้มาเปิดเข้าในบริเวณลำไส้เล็ก เริ่มจากลำไส้เล็กสร้างน้ำย่อยย่อยอาหารพวกโปรตีน และการโบรไฮเดรต ส่วนน้ำที่จากตับทำหน้าที่ให้ไขมันแตกตัวเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ทำให้ถูกย่อยง่ายขึ้น และทำให้กรดไขมันละลายน้ำได้ดี สามารถถูกดูดซึมได้ง่ายขึ้น

ลำไส้ใหญ่ มีความยาวประมาณ 5 ฟุต ขนาดใหญ่กว่าลำไส้เล็ก และมีลักษณะเป็นปล้อง ๆ มีไส้ติ่งเป็นท่อนั้นเล็ก ๆ ยื่นออกมาจากตอนบน ทวารหนักเป็นส่วนสุดท้ายที่จะเปิดออกสู่ภายนอก จะมีกล้ามเนื้อหูรูด 2 มัด มัดในเป็นกล้ามเนื้อเรียบ ไม่สามารถควบคุมได้โดยจิตใจ และมัดนอกเป็นกล้ามเนื้อลายสามารถควบคุมได้ด้วยจิตใจ ลำไส้ใหญ่ทำหน้าที่ในการหล่อลื่นกากอาหารเป็นส่วนใหญ่ การดูดซึมสารอาหารจะเกิดขึ้นเฉพาะน้ำและเกลือแร่บางชนิด ภายในลำไส้ใหญ่ยังมีแบคทีเรียบางชนิดอาศัยอยู่ ซึ่งช่วยสารที่มีประโยชน์แก่ร่างกาย เช่น วิตามินเค วิตามินบี และกรดอะมิโนบางชนิด

อวัยวะที่ช่วยในการย่อยอาหารที่สำคัญ คือ ตับ และตับอ่อน

ตับ เป็นอวัยวะที่สำคัญยิ่ง อยู่ใต้กระบังลมด้านขวา มีหน้าที่สร้างน้ำดี ซึ่งช่วยในการดูดซึมสารประเภทไขมัน แล้วยังทำหน้าที่สร้างและเปลี่ยนแปลงสารที่จำเป็นต่อร่างกาย เช่น กลูโคส กลัยโคเจน และกรดไขมัน ฯลฯ มีหน้าที่ทำลายฮอร์โมนบางชนิดเพื่อไม่ให้ออกฤทธิ์นานเกินไป และช่วยเปลี่ยนแปลงสภาพหรือสารพิษหลายตัวที่เข้าสู่ร่างกายให้หมดฤทธิ์ ตับยังทำหน้าที่เก็บสะสมวิตามินและธาตุโลหะหนักต่าง ๆ นอกจากนี้ตับยังช่วยสร้างเม็ดเลือดในขณะที่ยังเป็นตัวอ่อนในมดลูก และตับมีหน้าที่ทำลายเม็ดเลือดที่หมดอายุแล้ว

ตับอ่อน มีรูปร่างยาวประมาณ 8 นิ้ว เกาะอยู่ใต้กระเพาะ ตับอ่อนเป็นทั้งท่อต่อและต่อมไร้ท่อ อยู่ในอวัยวะเดียวกัน ส่วนที่เป็นต่อมมีท่อทำหน้าที่สร้างน้ำย่อย ส่วนที่เป็นต่อมไร้ท่อทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนที่สำคัญ 2 ชนิด คือ อินซูลิน (insulin) และกลูคาگون (Glucagon) ส่วนที่เป็นต่อมไร้ท่อเรียกว่า islet of Langerhans

แบบฝึกหัด

1. อวัยวะที่อยู่ในระบบย่อยอาหาร ได้แก่ 1. _____

2. ทางเดินอาหารในร่างกายประกอบด้วย _____

3. อาหารประเภทใดบ้างที่เมื่อร่างกายรับเข้าไปแล้วต้องผ่านกระบวนการย่อย จึงจะสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ _____

4. กระบวนการย่อยอาหาร หมายถึง _____

5. เอนไซม์ คือ _____
6. การย่อยอาหารภายในร่างกายของชน จะเกิดขึ้นนอกเซลล์หรือในเซลล์ _____
7. แป้งจะถูกย่อยครั้งแรกที่ _____ โดยเอนไซม์ _____
 กลายเป็น _____
8. เอนไซม์เปปซินในกระเพาะอาหารทำงานได้ดีในภาวะที่เป็นกรดหรือเบส _____
9. กระเพาะอาหารสร้างกรดใดได้เพื่อประโยชน์ในการย่อยอาหารพวกโปรตีน _____
10. เอนไซม์ในลำไส้เล็กจะทำงานได้ดีเมื่อภายในลำไส้เล็กต้องมีสภาพเป็นกรดหรือเบส _____
11. เอนไซม์ในลำไส้เล็กได้มาจาก _____
12. ลำไส้ใหญ่ทำหน้าที่ _____
13. หน่วยที่เล็กที่สุดของการย่อยโปรตีน คือ _____
14. หน่วยที่เล็กที่สุดที่ได้จากการย่อยคาร์โบไฮเดรต คือ _____
15. หน่วยที่เล็กที่สุดที่ได้จากการย่อยไขมัน คือ _____

ระบบหมุนเวียนของเลือดและน้ำเหลือง

ระบบหมุนเวียนของเลือดและน้ำเหลือง เป็นระบบขนส่งมีหน้าที่นำอาหาร ออกซิเจนไปเลี้ยงเซลล์ต่าง ๆ ของร่างกาย และนำของเสียจากเซลล์ไปกำจัดที่ไตและปอด นอกจากนั้นยังทำหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิของร่างกายและลำเลียงฮอร์โมนไปยังเนื้อเยื่อของร่างกาย

ระบบหมุนเวียนของเลือด ประกอบด้วย หัวใจ หลอดเลือดและเลือด

หัวใจ (Heart) เป็นกล้ามเนื้อแข็งแรง ตั้งอยู่ในช่องอก ระหว่างปอดทั้งสองข้าง โดยมีกระดูกหน้าอก และกระดูกซี่โครงคอยป้องกันอยู่ ส่วนล่างสุดมีกระบังลมรองรับ มีหน้าที่สูบฉีดเลือดให้ปริมาณและความดันสูงพอที่จะทำให้ระบบหมุนเวียนของเลือดกระจายถึงทุกส่วนของร่างกายได้อย่างสม่ำเสมอ ในขณะที่หัวใจสูบฉีดเลือดก็ออกไป จะได้ยินเสียงลิ้นหัวใจปิด-เปิดดังตบ ๆ คือเสียงเต้นของหัวใจนั่นเอง

หลอดเลือดจะนำเลือดเสียจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเข้าสู่หัวใจห้องบนขวา จากนั้นเลือดจะผ่านลิ้นหัวใจลงสู่หัวใจห้องล่างขวา และจะผ่านลิ้นหัวใจอันที่สองเข้าสู่หลอดเลือดจากหัวใจไปปอดเพื่อรับออกซิเจนที่ปอด จากนั้นเลือดเสียที่กลายเป็นเลือดดีแล้ว จะถูกส่งเข้าสู่หลอดเลือด จากปอดเข้าสู่หัวใจห้องบนซ้าย และไหลผ่านลิ้นหัวใจอันที่ 3 ลงสู่หัวใจห้องล่างซ้าย ซึ่งจะสูบฉีดโลหิตด้วยความดันสูงผ่านลิ้นหัวใจอันที่ 4 เข้าสู่เอออร์ตา (Aorta) ซึ่งเป็นหลอดเลือดแดงขนาดใหญ่ที่สุดในร่างกาย

หลอดเลือด นำเลือดแดงออกจากหัวใจ และแตกแขนงออกเป็นเส้นเลือดขนาดเล็กลง (Arteries) กลายกิ่งก้านของต้นไม้ หลอดเลือดขนาดเล็กที่สุดคือ เส้นเลือดฝอย (Capillaries) ซึ่งมีขนาดเล็กพอ ๆ กับขนาดของเม็ดเลือดแดง

หลอดเลือดที่สมบูรณ์จะมีผนังหลอดเลือดที่เรียบและนุ่มหยุ่น เมื่ออายุมากขึ้นผนังหลอดเลือดจะแข็งขึ้น และผนังด้านในอาจขรุขระเนื่องจากคอเรสเตอรอล (Cholesterol) หรือเกล็ดไขมันที่ตกค้างทำให้หลอดเลือดแข็งตัวขึ้น บางทีอาจมีก้อนเลือดอุดตันภายในหลอดเลือด ทำให้เนื้อเยื่อส่วนนั้นตาย เพราะขาดสารอาหาร และออกซิเจนไปเลี้ยง ถ้าเกิดที่สมองอาจทำให้เกิดอัมพาต หรือในส่วนของหลอดเลือดไปเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจ ทำให้กล้ามเนื้อหัวใจบางส่วนตาย ซึ่งทำให้เกิดอาการหัวใจวายได้

เลือด เป็นของเหลวที่มีสีแดง มีจำนวนประมาณ 7 - 8 % ของน้ำหนักของร่างกาย หรือประมาณ 5 - 6 ลิตรโดยเฉลี่ย ประกอบด้วย เซลล์เม็ดเลือดแดง เซลล์เม็ดเลือดขาว ก้อนเลือด และพลาสมา ซึ่งมีหน้าที่แตกต่างกันออกไป

เม็ดเลือดแดงประกอบด้วย เฮโมโกลบิน (Hemoglobin) ซึ่งมีเหล็กเป็นองค์ประกอบ เซลล์เม็ดเลือดแดงจะรับออกซิเจนเข้าไปผสมกับเฮโมโกลบินเป็น Oxyhemoglobin เมื่อเซลล์เม็ดเลือดแดงมาถึงเส้นเลือดฝอยจะปล่อยออกซิเจนเข้าสู่เนื้อเยื่อที่อยู่รอบข้าง แลวนำ CO_2 ออกจากเนื้อเยื่อมาสู่ปอด เม็ดเลือดแดงมีอายุประมาณ 90 - 120 วัน และถูกทำลายโดยม้าม และตับ ธาตุเหล็กคงเก็บไปใช้ ส่วน Hemoglobin ที่เหลือถูกเปลี่ยนเป็นสีของน้ำดี และขับถ่ายทางลำไส้ใหญ่และอุจจาระ

เซลล์เม็ดเลือดขาว มีขนาดใหญ่กว่าเซลล์เม็ดเลือดแดง ประมาณ 2 เท่า มีขนาดต่าง ๆ สีเทา ๆ ในเลือด 1 ลบ.ซม. มีเม็ดเลือดขาวประมาณ 5,000 - 7,000 เซลล์ มีหน้าที่ฆ่าเชื้อโรค โดยการกินหรือทำลาย แหล่งผลิตเม็ดเลือดขาวคือ ไขสันหลังและรังแพนของหลอดน้ำเหลือง เซลล์เม็ดเลือดขาวจะซึมผ่านหลอดเลือดเข้าไปในเนื้อเยื่อที่มีเชื้อโรคอยู่ เมื่อมีเชื้อโรคแพร่กลายเข้าสู่ร่างกาย เซลล์เม็ดเลือดขาวจะถูกผลิตเพิ่มขึ้นอย่างอัตโนมัติ

ระบบหมุนเวียนของน้ำเหลือง ประกอบด้วย น้ำเหลือง หลอดน้ำเหลือง และต่อมน้ำเหลือง

น้ำเหลือง (Lymph) เป็นของเหลวไม่มีสี หรือสีเหลือง สามารถซึมผ่านผนังของหลอดน้ำเหลืองย่อย

หลอดน้ำเหลือง จะกระจายไปแทบทุกส่วนของร่างกายโดยมีปมน้ำเหลือง ซึ่งมีขนาดตั้งแต่เท่าหัวเข็มหมุดจนถึงขนาดใหญ่เท่าตัว ติดตามรางแขนน้ำเหลือง ปมน้ำเหลืองจำนวนมากมาพบในบริเวณผนังและเพดานปาก ลำคอ ไตรักแร้ และโคนขา อวัยวะต่าง ๆ ที่ประกอบด้วยเนื้อเยื่อน้ำเหลือง มีม้าม และต่อมไทมัสรวมอยู่ด้วย เนื้อเยื่อน้ำเหลืองเป็นตัวสร้างเซลล์ลิมโฟไซต์ (Lymphocyte) และแอนติบอดีมาใช้ในร่างกาย

ต่อมน้ำเหลืองมีลักษณะเป็นรูปไข่หรือเม็ดถั่วมีขนาดต่าง ๆ กัน ภายในต่อมน้ำเหลืองกลายพองน้ำ เพื่อเป็นทางให้น้ำเหลืองผ่านไปไ้ และมีหลอดเลี้ยงเข้ามาสู่ต่อมน้ำเหลืองที่สำคัญมี 4 บริเวณ คือ

1. ต่อมน้ำเหลืองของศีรษะ เช่น ข้างหลังศีรษะ ไตขากรรไกร
2. ต่อมน้ำเหลืองที่แขน เช่น ข้อพับที่ข้อศอกด้านใน ไตรักแร้
3. ต่อมน้ำเหลืองที่ขา เช่น ข้างหน้าของขาพับ
4. ต่อมน้ำเหลืองของทรวงอกและทรวงน้อย

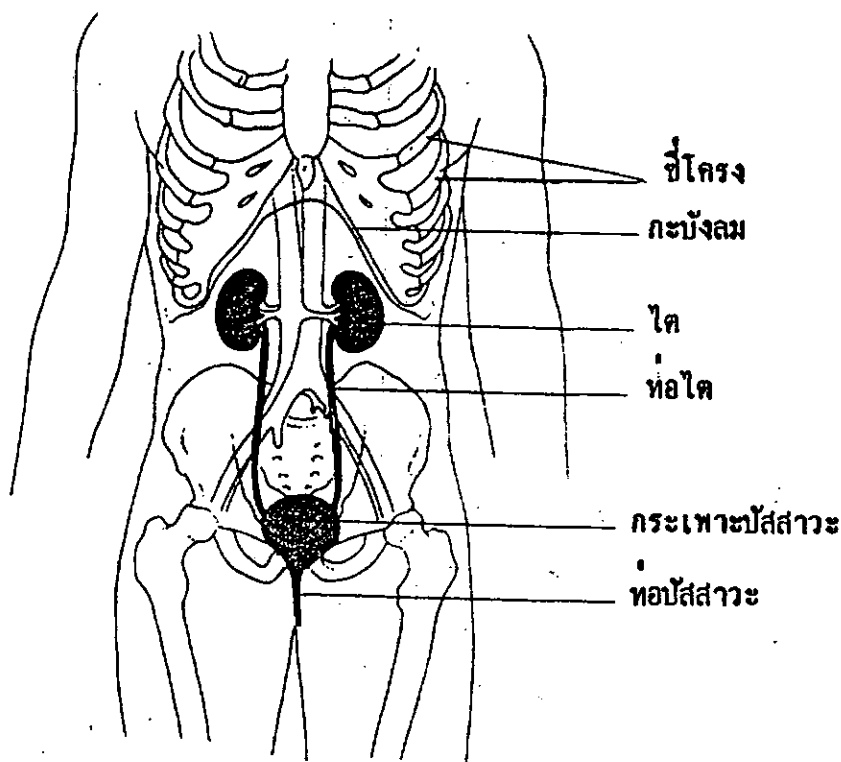
ต่อมาเลือดมีหน้าที่สำคัญ เป็นที่ผลิตลิพิดให้เพิ่มจำนวนมาก และเป็นสำหรับกรอง
เชื้อโรค และ Toxin และทำลายเสียก่อนที่จะปล่อยให้ผ่านไปในร่างกาย

ระบบขับถ่าย

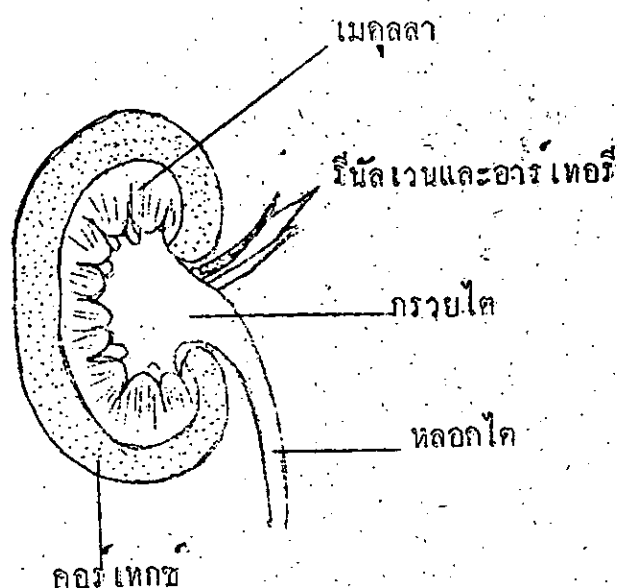
สารอาหารที่รับประทานมีการเผาผลาญอาหารเพื่อให้เกิดพลังงาน และมีส่วนประกอบของสาร
ที่ร่างกายไม่ต้องการ ถูกขับออกเพื่อควบคุมสิ่งแวดล้อมภายในร่างกายให้อยู่ในสภาพคงที่ ของเสียอาจเป็นก๊าซ
ของแข็งและของเหลว ก๊าซส่วนมากเป็นการบดออกไซด์และไอน้ำ จะถูกขับออกที่ปอด ของแข็งหรือกาก
อาหารออกทางทวารหนัก ของเหลวหรือน้ำถูกขับออกจากร่างกายได้หลายทาง เช่น ทางปอด ทางผิวหนัง
แต่ทางออกที่สำคัญที่สุดคือ ไต โดยของเสียจากเลือดจะซึมออกมาเป็นปัสสาวะโดยตรง

ระบบขับถ่ายปัสสาวะประกอบด้วยอวัยวะต่อไปนี้

1. ไต (Kidney)
2. ท่อไต (Ureter)
3. กระเพาะปัสสาวะ (Urinary bladder)
4. ท่อปัสสาวะ (Urethra)



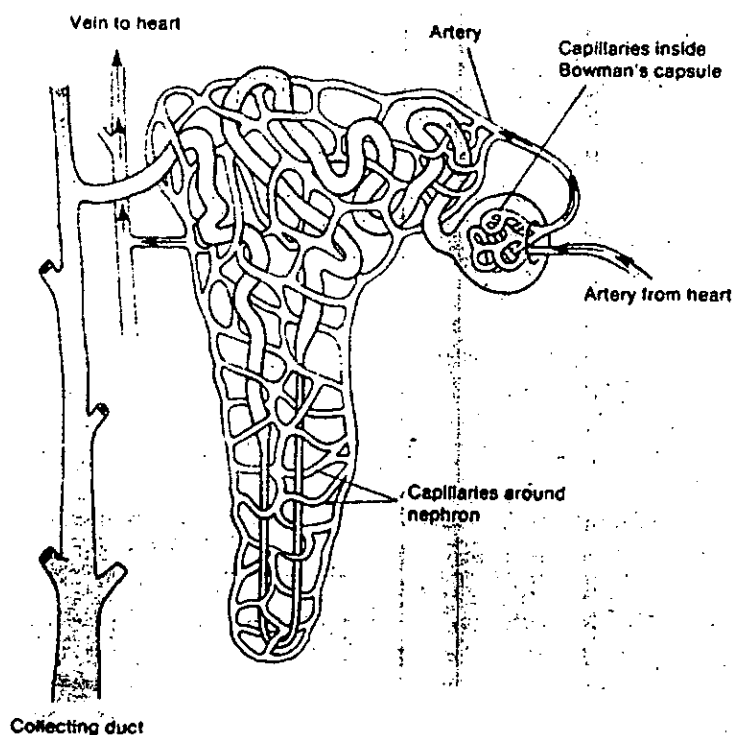
รูป 3 แสดงตำแหน่งของไตในร่างกาย



รูป 4 แสดงโครงสร้างของไต (ตัดตามยาว)

โครงสร้างของไต

1. ไต มีรูปร่างคล้ายเมล็ดถั่วขนาดยาวประมาณ 10 - 13 เซนติเมตร กว้าง 6 เซนติเมตร ภายในกลาง ผังของช่องกลางคือเนื้อไต ช่องในไตเป็นรูปกรวย ก้านของกรวยคือท่อไต (Ureter) จากท่อนี้จะนำของเหลวไปรวมกันอยู่ในกระเพาะปัสสาวะ (bladder)
2. เนื้อไต แบ่งเป็น 2 ชั้น ชั้นนอกคือ คอร์เทกซ์ (Cortex) ชั้นในคือ เมดุลลา (medulla) ภายในเนื้อไตประกอบด้วยหน่วยไต (nephron) จำนวนมากมาย ไตแต่ละข้างมีหน่วยไตประมาณ 1 ล้านหน่วย
3. หน่วยไต ประกอบด้วยท่อซกโปมา ปลายข้างหนึ่งตัน ส่วนปลายข้างที่ตันนี้เรียกว่า โบริแวนส์แคปซูล มีลักษณะบวมเข้าข้างในเป็นกระเปาะ ภายในส่วนที่บวมนี้มีกลุ่มเส้นเลือดฝอยพันกันเป็นลูกกลมบรรจุอยู่ ส่วนเส้นเลือดฝอยนี้เรียกว่า โกลเมอรูลัส (glomerulus) ถัดจากโบริแวนส์แคปซูลเป็นหลอดยาว ส่วนแรกเป็นท่อซกโปมา ส่วนที่สองเป็นท่อตรงโค้งเป็นรูปตัวยู ส่วนที่สามเป็นท่อขดงอไปมา ปลายหลอดส่วนที่หลาย ๆ อันจะเปิดรวมเข้าสู่ท่อคอลเลกติง (Collecting duct) จากนั้นก็เข้าสู่กรวยไต และไปสู่ท่อปัสสาวะต่อไป



รูป 5 แสดงระบบการหมุนเวียนของแต่ละหน่วยไต

การทำงานของไต

เลือดจากเส้นเลือดฝอยที่ออกจากหัวใจ จะไหลเข้าสู่หน่วยไต (Nephron) ด้วยความดันสูง หน่วยไตทำหน้าที่เป็นเครื่องกรองสารที่อยู่ในเลือดสารที่มีโมเลกุลเล็กจะผ่านเข้าไปได้ และไหลไปตามท่อของหน่วยไต ผนังของท่อหน่วยไตจะทำหน้าที่ดูดซึมสารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายกลับคืนสู่เส้นเลือด ส่วนยูเรียและน้ำและของเสียอื่น ๆ ซึ่งรวมเรียกว่า น้ำปัสสาวะ (Urine) จะผ่านไปตามหลอดไต (Ureter) เข้าสู่กระเพาะปัสสาวะ (Urinary bladder) และถูกขับถ่ายออกจากร่างกายทางท่อปัสสาวะ (Urethra)

หน้าที่ของไต

1. แยกกลูโคส กรดอะมิโน เกลือแร่ น้ำ ยูเรียและของเสียอื่น ๆ ออกจากเลือด
2. ดูดซึมสารกลูโคส กรดอะมิโน เกลือแร่และน้ำ กลับคืนเข้าสู่เส้นเลือดอีก
3. ขับยูเรียและของเสียอื่น ๆ และน้ำบางส่วนจากร่างกายในรูปของน้ำปัสสาวะ

ถ้าไตเสื่อมจะมีน้ำปัสสาวะออกน้อยทำให้เกิดการบวม น้ำคั่งในส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย มีอาการหอบเหนื่อย ไอ นอนราบไม่ได้

4. ควบคุมเกลือแร่ และภาวะความเป็นกรด-เบสของร่างกาย ปัสสาวะที่ออกมาจะมีเกลือแร่ปนออกมาด้วย ถ้าไตเสื่อมเกลือแร่บางชนิดจะกักจนเป็นอันตรายต่อร่างกาย จึงควรรับประทานอาหารที่มีรสเค็ม ฝาด และดื่มน้ำปัสสาวะออกมามากไป เช่น กินยาขับปัสสาวะก็จะทำให้เกิดอาการอ่อนเพลีย และเป็นตะคริวได้ง่าย เพราะร่างกายขาดเกลือแร่

5. สร้างสารควบคุมความดันโลหิต คนไข้โรคไตจึงมักมีความดันโลหิตสูง

6. สร้างสารช่วยในการกระตุ้นการผลิตเม็ดเลือดแดง เมื่อไตเสื่อม การสร้างเม็ดเลือดแดงจะน้อยลง คนไข้โรคไตจึงซีด เพราะโลหิตจาง

ระบบสืบพันธุ์

ระบบสืบพันธุ์ในเพศชาย จำแนกเป็น 2 พวกใหญ่ ๆ คือ อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอก และอวัยวะสืบพันธุ์ภายใน

1. อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอก ประกอบด้วย

1.1 ถุงอัณฑะ เป็นส่วนผิวหนังที่ยื่นออกมาจากท้อง เป็นกล้ามเนื้อเรียบ มีความสำคัญต่อการปรับอุณหภูมิของอัณฑะให้ต่ำกว่าอุณหภูมิปกติของร่างกายประมาณ 3 - 5 องศาเซลเซียส เพื่อให้เหมาะสมต่อการสร้างอสุจิ

1.2 ลิ้งค์ เป็นทางผ่านของน้ำปัสสาวะที่ส่งมาจากกระเพาะปัสสาวะ เพื่อขับออกจากร่างกาย และเป็นอวัยวะที่ใช้รวมเพศ และเป็นทางผ่านของตัวอสุจิออกจากร่างกาย

2. อวัยวะสืบพันธุ์ภายใน ประกอบด้วย อัณฑะ ท่อ และต่อมต่าง ๆ

2.1 อัณฑะ เป็นอวัยวะสืบพันธุ์ที่สำคัญที่สุดของเพศชาย ภายในประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ

2.1.1 หลอดสร้างอสุจิ มีลักษณะเป็นท่อขดไปขดมา แยกกันอยู่เป็นตอน ๆ ทำหน้าที่สร้างตัวอสุจิ

2.1.2 อินเตอร์สติกเซียล หรือเลย์ดิกเซลล์ อยู่ระหว่างหลอดสร้างตัวอสุจิ ทำหน้าที่สร้างฮอร์โมนควบคุมลักษณะเพศชาย คือ แอนโดรเจน ซึ่งส่วนใหญ่ได้แก่ เทสโทสเตอโรน

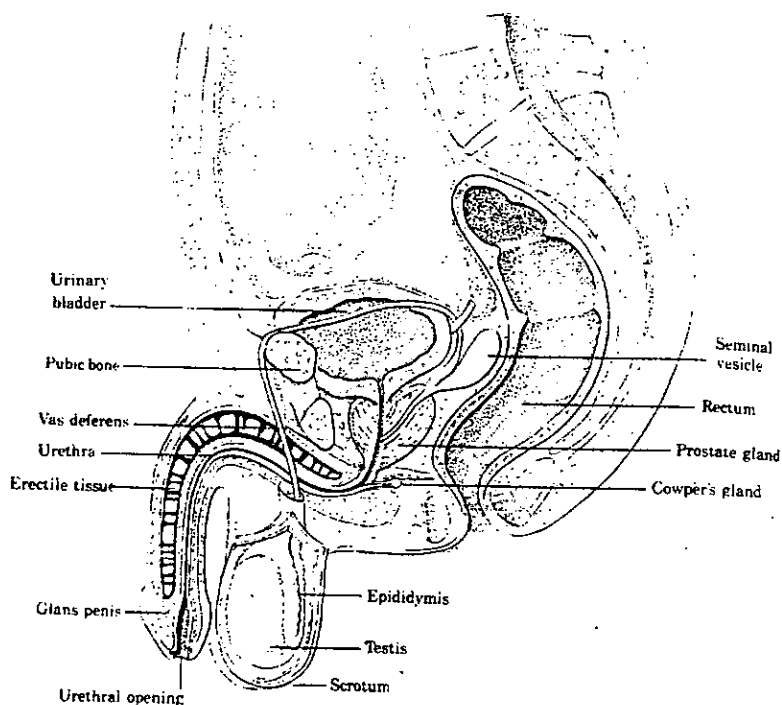
(Testosterone)

2.2 ท่อ เป็นส่วนที่ทำหน้าที่เก็บตัวอสุจิ และเป็นทางนำอสุจิออกภายนอก ประกอบด้วยท่อสำคัญ เช่น

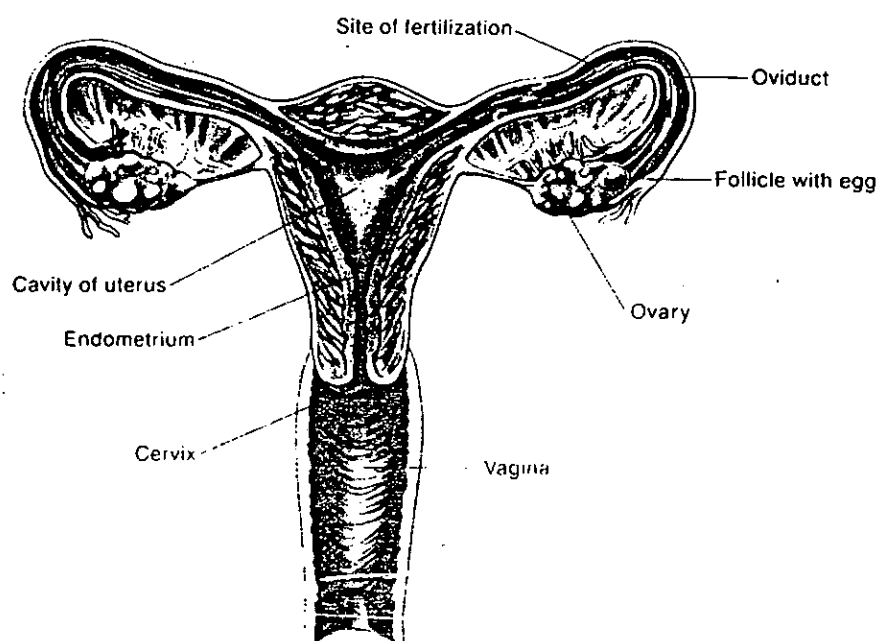
2.2.1 เรติ เทสทิส (Rete testis) เป็นท่อรวมอยู่ด้านหลังของหลอดสร้างตัวอสุจิ โดยหลอดสร้างตัวอสุจิจะเป็นเป็กรวมกันที่ เรติ เทสทิส

2.2.2 หลอดเก็บตัวอสุจิ ตัวอสุจิที่สร้างขึ้นจะถูกส่งผ่านเรติ เทสทิส และจากนั้นจะผ่านเข้าสู่หลอดเก็บตัวอสุจิ

2.2.3 ท่อนำตัวอสุจิ



รูป 6 แสดงอวัยวะสืบพันธุ์เพศชาย



รูป 8 แสดงอวัยวะสืบพันธุ์เพศหญิง

ระบบสืบพันธุ์เพศหญิง แบ่งเป็น 2 พวกตามตำแหน่งคือ

1. อวัยวะสืบพันธุ์ภายนอก ประกอบด้วย คลิตอริส (Clitoris) ซึ่งเทียบได้กับลึงค์ (penis) ในเพศชาย และส่วนประกอบอื่น ๆ อีกหลายส่วน เช่น แคมนอก (labia Majora) แคมใน (labia minora) ฯลฯ

2. อวัยวะสืบพันธุ์ภายใน ประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ

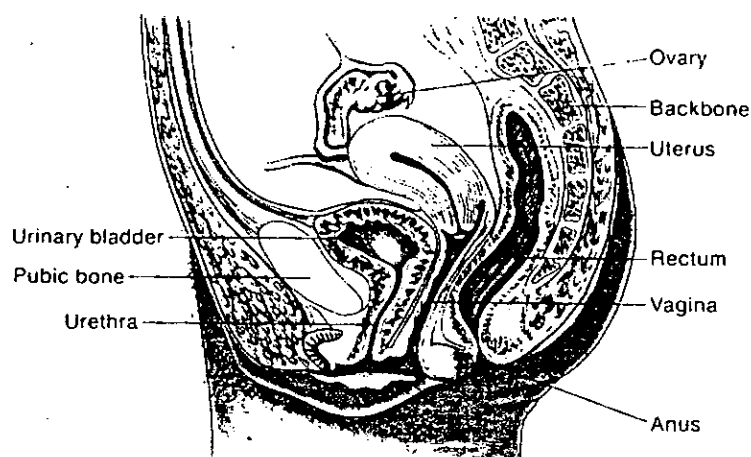
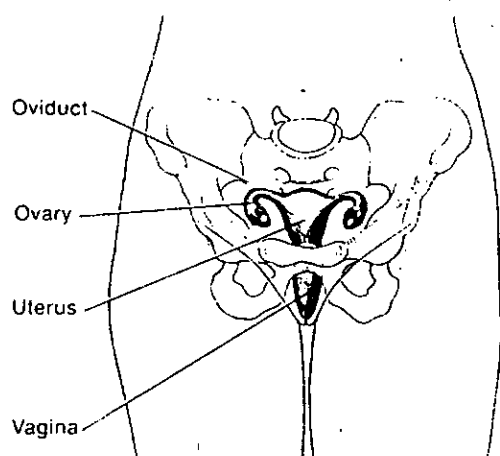
2.1 รังไข่ (Ovary) เป็นอวัยวะสืบพันธุ์ที่สำคัญที่สุดของเพศหญิง รังไข่มีอยู่ 2 ข้างของมดลูก ข้างละหนึ่งอัน อยู่ลึกเข้าไปในอุ้งเชิงกราน มีเยื่อหุ้มรังไข่ไว้ รังไข่ทำหน้าที่ 2 ประการ คือ สร้างไข่ และฮอร์โมน

2.2 มดลูก (Uterus) เป็นอวัยวะที่อยู่ข้างหลังกระเพาะปัสสาวะ มีขนาดยาวประมาณ 7 - 8 เซนติเมตร มีท่อนำไข่หรือปีกมดลูกเป็นส่วนยื่นออกมาจากตัวมดลูก มีเอ็นยึดให้อยู่กับที่ ส่วนล่างของมดลูกติดต่อกับช่องคลอด มดลูกทำหน้าที่สำคัญคือ

2.1.1 เป็นที่ฝังตัวของไข่ที่ถูกผสมแล้ว และการเจริญของตัวอ่อนจนถึงกำหนดคลอด

2.1.2 เป็นแหล่งที่ทำให้เกิดการมีประจำเดือน (Menstrual cycle)

2.1.3 เป็นทางผ่านของตัวสุจิเข้าไปปฏิสนธิที่ตอนต้นของท่อนำไข่



รูป 7 แสดงตำแหน่งอวัยวะสืบพันธุ์เพศหญิง

3. ระบบฮอร์โมนร่างกาย

เราคงทราบแล้วว่า ระบบฮอร์โมนร่างกายประกอบด้วยผิวหนัง ขน และเล็บ ส่วนที่เป็นผิวหนังนับว่าเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดของระบบที่ต้องการการบำรุงรักษาเป็นอย่างมาก เพื่อป้องกันไม่ให้ร่างกายได้รับอันตรายจากเชื้อโรค ผู้ที่มีสุขภาพดี จะมีผิวหนังเปล่งปลั่ง สดชื่น ไม่มีสิว ผื่น หรือรอยย่นโดยเฉพาะผู้หญิง ทำให้บุคลิกภาพของผู้เป็นเจ้าของดูเก๋และเป็นที่ยกย่องตามแก่ผู้พบเห็น คนส่วนมากจึงมักเอาใจใส่เรื่องการบำรุงรักษาผิวหนัง การเรียนรู้เกี่ยวกับผิวหนังช่วยทำให้นักเรียนปฏิบัติตัวได้ถูกต้องเพื่อให้มีผิวหนังที่สมบูรณ์ หรือปฏิบัติตัวได้ถูกต้องในกรณีที่มีปัญหาเกี่ยวกับผิวหนัง

โครงสร้างของผิวหนัง

ผิวหนังนับว่าเป็นอวัยวะที่สำคัญ มีโครงสร้างซับซ้อนและใหญ่ที่สุดในร่างกาย ในผู้ใหญ่จะมีพื้นที่เฉลี่ยโดยประมาณ 2 ตารางเมตร หนักประมาณ 3 กิโลกรัม ความหนาของผิวหนังแตกต่างกันไปตามบริเวณต่าง ๆ อาจมีความหนาตั้งแต่ 1 มิลลิเมตร จนถึง 3 มิลลิเมตร และใช้เลือกหล่อเลี้ยงผิวหนังในปริมาณ $\frac{1}{3}$ ของเลือดในร่างกายทั้งหมด

☐ บริเวณที่มีชั้นผิวหนังบางที่สุดคือ.....

☐ บริเวณที่มีชั้นผิวหนังหนาที่สุดคือ.....

การทดลอง 1 ลักษณะและโครงสร้างของผิวหนัง

จุดประสงค์

1. อธิบายความหมายของหนังกำพร้า สารเมลานิน หนังแท้ชั้นไขมัน
2. วาดภาพแสดงโครงสร้างและส่วนประกอบของผิวหนังชั้นต่าง ๆ
3. สรุปความสำคัญของรอยย่นในประวัติศาสตร์วิทยาการ

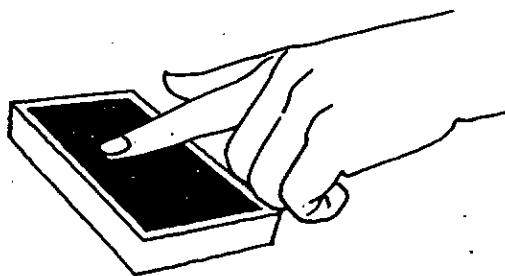
อุปกรณ์

1. แวนชยาย	1 อัน
2. หมึกพิมพ์	1 ตลับ

3. กระดาษสีขาว 1 แผ่น

วิธีทำคอน 1

1. ใช้แว่นขยายส่องดูส่วนของผิวหนังตรงฝ่ามือ ปลายมือ และส่วนใดส่วนหนึ่งของแขน ขา หรือเท้า แล้ววาดรูปแสดงลักษณะของผิวหนังที่สังเกตได้ลงบนกระดาษ
2. ใช้ปลายนิ้วมือนิ้วใดนิ้วหนึ่งแตะลงบนหมึกพิมพ์ แล้วกดปลายนิ้วมือนั้นไปทางซ้ายและทางขวาข้างละทีลงบนกระดาษขาว จงสังเกตและบันทึกผล
3. นักเรียนอาจทำแบบข้อ 2 ซ้ำโดยใช้นิ้วมืออื่น ๆ หรือส่วนอื่นที่ไม่ใช่นิ้วมือนั้น

ผลการทดลอง

ผิวหนังที่ส่องดู	ลักษณะที่เห็น
นิ้วมือ	

สรุปผลการทดลอง

คำถามหลังการทดลอง

1. ผิวหนังของนักเรียนมีลักษณะเป็นอย่างไร _____
 2. ผิวหนังของนักเรียนประกอบด้วยอะไรบ้าง _____
 3. จากการหิมพ์รอยนิ้วมือ นักเรียนสังเกตเห็นอะไร _____
-
4. รอยพิมพ์นิ้วมือของแต่ละคนแตกต่างกันหรือไม่ และสามารถนำรอยพิมพ์นิ้วมือไปใช้ประโยชน์ในด้านใด _____
-
5. นักเรียนสังเกตเห็นผิวหนังในการทดลอง 1 นั้น นักเรียนสังเกตเห็นผิวหนังชั้นใด _____

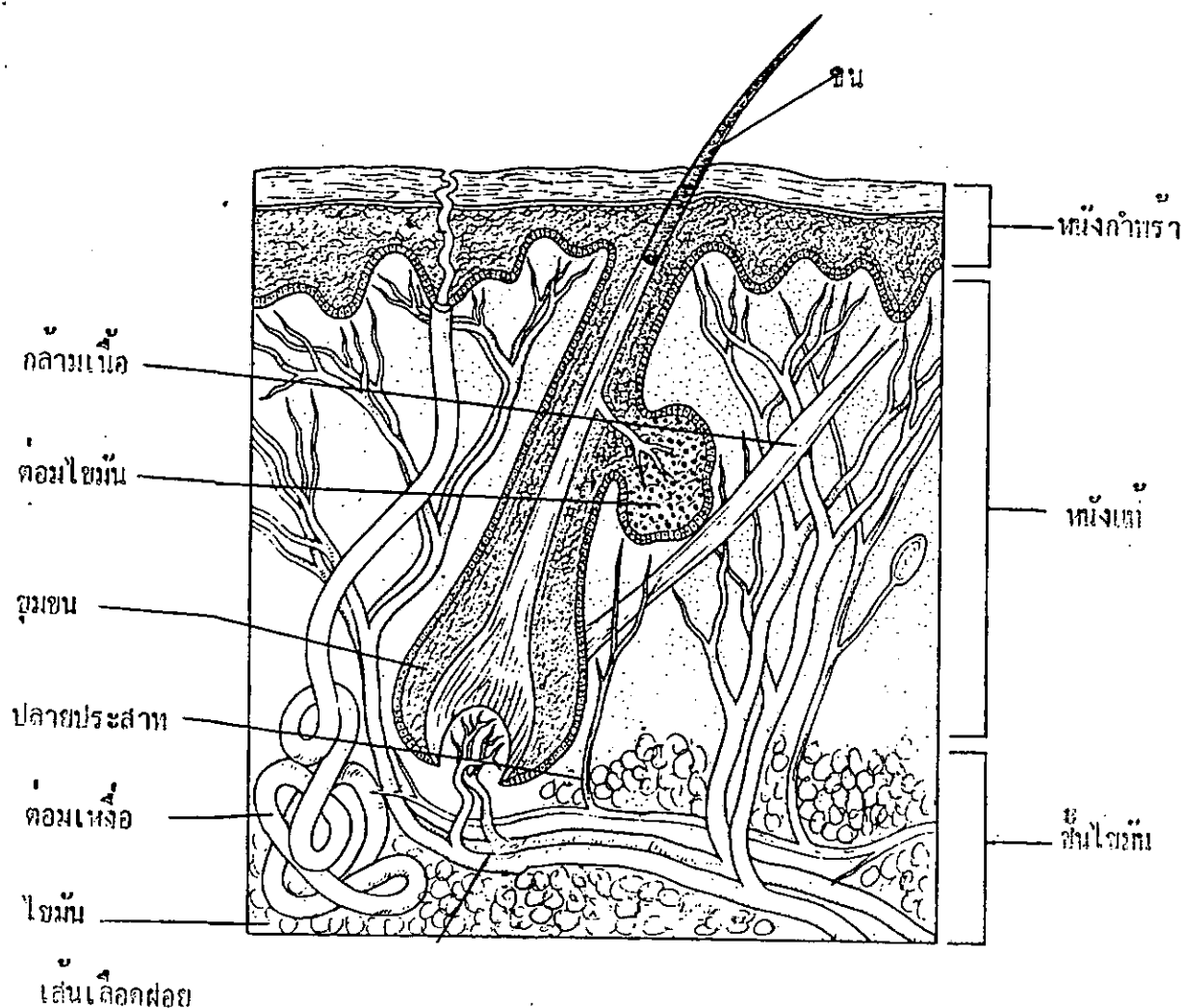
นักเรียนได้ศึกษาลักษณะภายนอกของผิวหนัง และรอยพิมพ์นิ้วมือโดยใช้แว่นขยายแล้ว เมื่อเปรียบเทียบรอยพิมพ์นิ้วมือของนักเรียนกับของเพื่อน ๆ จะเห็นว่ามีความแตกต่างกัน ฉะนั้นทางกฎหมายจึงเอารอยพิมพ์นิ้วมือเป็นเครื่องพิสูจน์หลักฐานบางอย่าง นอกจากนั้นร่องร้วรอยหรือลายเส้นทั้งหลายที่ปรากฏบนฝ่ามือและฝ่าเท้าก็ยังช่วยในการยึดเกาะจับสิ่งของต่าง ๆ ให้มั่นคงหรือแน่นยิ่งขึ้น



สิ่งที่นักเรียนสังเกตเห็นจากการทดลอง 1 ตอน 1 นั้นเป็นเพียงส่วนนอกของผิวหนังภายนอกเท่านั้น ส่วนประกอบของผิวหนังที่มองไม่เห็นที่อยู่ลึกลงไปในข้างในนั้นยังมีอีกมาก และทำหน้าที่สำคัญหลายอย่าง ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

วิธีทำตอน 2

ให้นักเรียนศึกษาแผนภาพของผิวหนังตัดขวางแสดงลักษณะและส่วนประกอบของผิวหนัง



รูป 9 แสดงลักษณะและส่วนประกอบของผิวหนังตัดตามขวาง

คำถามหลังการศึกษา

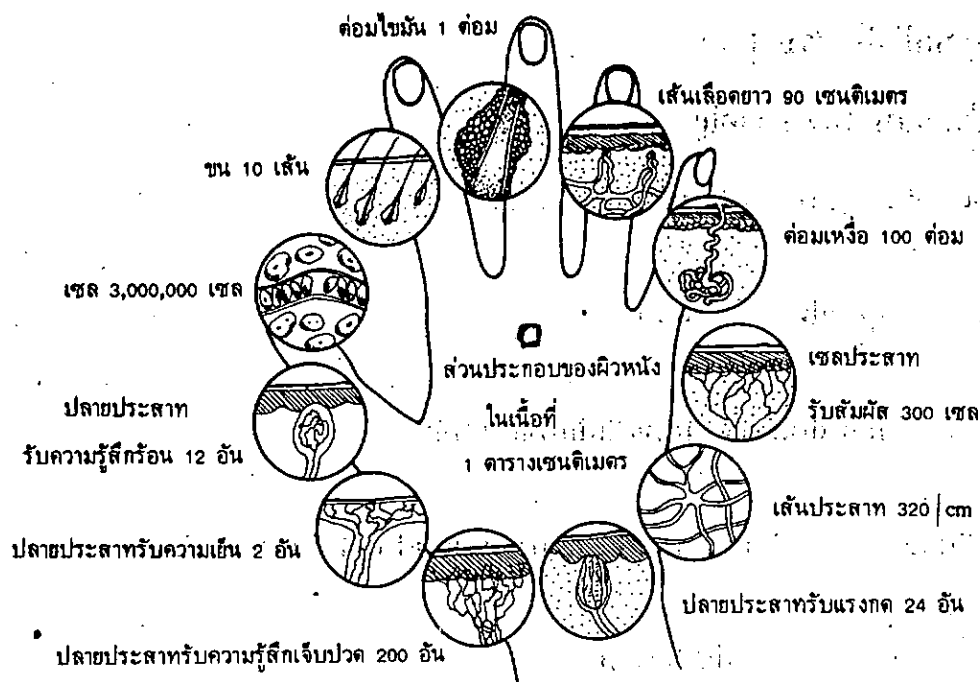
- จากการศึกษาแผนภาพของผิวหนังตัดขวาง นักเรียนแบ่งชั้นของผิวหนังได้เป็นกี่ชั้น _____
- ผิวหนังที่แบ่งตามข้อ 1 มีอะไรบ้าง _____
- ประสาทรับความรู้สึกต่าง ๆ อยู่ในผิวหนังชั้นใด _____

ผิวหนังประกอบด้วยชั้นต่าง ๆ รวม 3 ชั้น คือ

1. ชั้นนอกสุด หรือหนังกำพร้า ประกอบด้วยเนื้อเยื่อผิวหนัง หรือเซลล์ผิวที่ตายแล้ว เรียงกันเป็นชั้น ๆ เยื่อผิวหนังชั้นในสุดของหนังกำพร้าจะประกอบด้วยเซลล์ที่ยังมีชีวิตอยู่ และทำหน้าที่ผลิต เซลล์เยื่อใหม่ ๆ แทนที่เซลล์ที่ตายไปแล้วทุก ๆ 27 วัน (ช่วงเวลาที่หนังกำพร้าตั้งแต่เกิดจนถึงตาย)

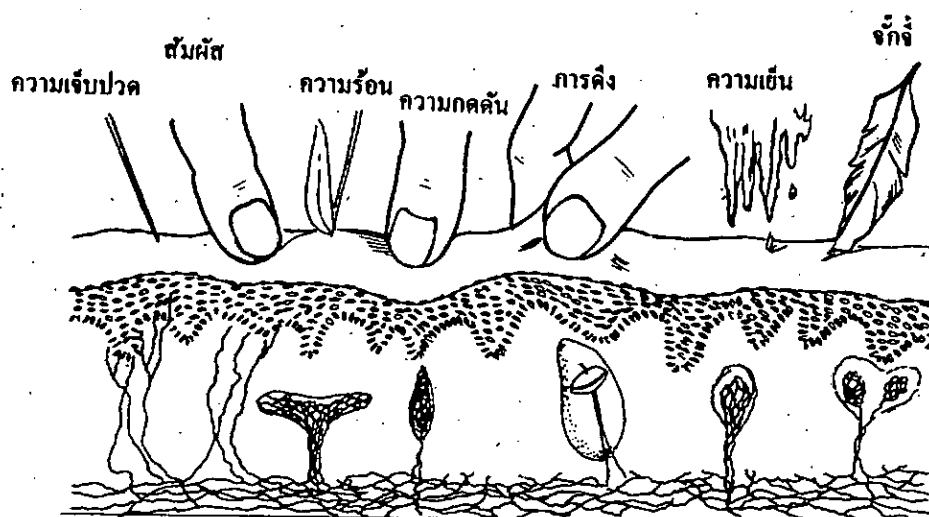
เซลล์ในชั้นนี้มีเมลานินทำให้ผิวหนังมีสี และช่วยดูดซับรังสีอัลตราไวโอเล็ตที่เป็นอันตรายต่อเซลล์ข้างใต้ ส่วนที่เป็นหนังกำพร้าช่วยห่อหุ้มป้องกันร่างกาย ไม่ให้เชื้อโรคหลุดเข้าไปสู่ภายในได้ง่าย ๆ จึงนับว่า เป็นส่วนสำคัญมากส่วนหนึ่ง

2. ชั้นกลาง หรือหนังแท้ หนังชั้นนี้มีความแข็งแรงและความยืดหยุ่น มีส่วนประกอบเป็นเนื้อเยื่อมากมายหลายชนิด ขั้วข้อกว่าส่วนของหนังกำพร้าประกอบด้วยเส้นประสาท เส้นโลหิต และต่อมต่าง ๆ เมื่อคิดโดยเฉลี่ยในทันที 1 ตารางเซนติเมตร หรือขนาดปลายนิ้วก้อย และในช่วงความหนา $\frac{1}{8}$ นิ้ว จะมีต่อมเหงื่อราว 100 ต่อม เส้นประสาทยาวประมาณ 12 นิ้ว ปลายประสาทหลายร้อยปลาย กระเปาะเส้นขนประมาณ 10 กระเปาะ ต่อมไขมันประมาณ 15 ต่อม และเส้นโลหิตยาวประมาณ 3 ฟุต



รูป 10 แสดงส่วนประกอบของผิวหนังบนหลังมือในทันที 1 ตารางเซนติเมตร

ผิวหนังมีปลายประสาทรับความรู้สึกมากมายหลายชนิด จนถึงว่าผิวหนังเป็นอวัยวะรับความรู้สึกที่สำคัญอย่างหนึ่ง มีปลายประสาทรับความรู้สึกหลายพันปลายต่อพื้นที่หนึ่งตารางนิ้ว เช่น ประสาทรับความรู้สึกร่อน - หนาว ความเจ็บปวด ฯลฯ



รูป 11 แสดงปลายประสาทรับความรู้สึกชนิดต่าง ๆ ของผิวหนัง

3. ขึ้นโนหรือขึ้นไขมัน ผิวหนังชั้นที่หนากว่าที่กลายเป็นไขมันกัน ความร้อนและเป็นเบาะ ร่องกันสะเทือนได้เป็นอย่างดี เมื่อร่างกายแก่ตัวลง เนื้อเยื่อไขมันส่วนนี้จะลดหายไป ทำให้เนื้อเยื่อหดตัวและ ยุบลงไม่เท่ากัน ประกอบด้วยหนังแท้สูญเสียความยืดหยุ่นไปด้วย จึงทำให้ผิวหนังเป็นร่องรอย หรือเหี่ยวย่น

แบบฝึกหัด

1. หนังกำพร้าประกอบด้วยอะไรบ้าง _____
2. บริเวณใดของหนังกำพร้าจะประกอบด้วยเซลล์ที่มีชีวิตอยู่ _____
3. สารตัวใดที่ทำหน้าที่ให้ผิวหนังมีสี และช่วยขับคุดรังสีอัลตราไวโอเลต _____
4. ทงไ้แหม้ส่วนประกอบอะไรบ้าง _____
5. ขึ้นของไขมันประกอบไปด้วยอะไรบ้าง _____
6. ขึ้นของไขมัน มีหน้าที่อะไรบ้าง _____

7. การผ่าตัดคีลยกรรมถึงหน้าที่ให้ยว่นจะปิดบังอายุจริงของร่างกายได้เพียงใด_____ และควรจะทำหรือไม่_____ เพราะเหตุใด_____

หน้าที่ของผิวหนัง

นักเรียนคงทราบแล้วว่า ในชั้นของผิวหนังแท้มีต่อมอยู่ 2 ชนิด คือ ต่อมเหงื่อและต่อมน้ำมัน จากการทดลอง 1 ตอน 2 นักเรียนได้ศึกษาส่วนประกอบของผิวหนังตัดขวาง คงเห็นรูเปิดของต่อมเหงื่อ นักเรียนลองทำการทดลองหารูของต่อมเหงื่อว่าอยู่ตรงไหน และมีจำนวนมากน้อยเพียงไร

การทดลอง 2 การหารูของต่อมเหงื่อ

จุดประสงค์

บอกหน้าที่ของต่อมเหงื่อ

อุปกรณ์

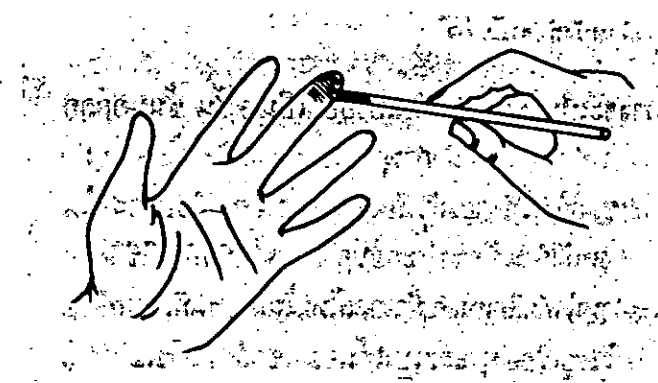
1. สารละลายไอโอดีน 1 %	5 ลบ.ซม.
2. กระดาษสีขาว	1 แผ่น
3. แท่งแก้วสำหรับคน	1 อัน
4. แวนชยาย	1 อัน

วิธีทำ

- ล้างมือให้สะอาด แล้วเช็ดให้แห้ง
- ใช้แท่งแก้วจุ่มลงในสารละลายไอโอดีน 1 % แล้วป้ายสารละลายไอโอดีนบนปลายนิ้ว

กลาง หิ้งไว้จนแห้งสนิท

- กบปลายนิ้วที่เปื้อนไอโอดีนลงบนกระดาษนาฬิกาประมาณ 30 วินาที หรือจนกระทั่งมีเหงื่อซึมออกมา แล้วจึงยกนิ้วออก สังเกตและบันทึกผล



ผลการทดลอง _____

สรุปผลการทดลอง _____

- ☐ ค่อมเหงื่ออยู่ในผิวหนังชั้นใด _____
- ☐ เหงื่อออกมาได้อย่างไร _____
- ☐ เหงื่อที่ออกมาประกอบด้วยอะไรบ้าง _____
- ☐ ทำไมเหงื่อออกเพราะเหตุใดเราจึงรู้สึกเย็นสบาย _____
- ☐ ในร่างกายของเราโดยเฉลี่ยมีค่อมเหงื่อประมาณเท่าใด _____
- ☐ ตรงบริเวณใดของร่างกายมีค่อมเหงื่อมากที่สุด _____
- ☐ รูค่อมเหงื่อกับรูขนเป็นรูเดียวกันใช่หรือไม่ _____

ค่อมเหงื่อทั้งร่างกายมีค่อมเหงื่อประมาณ 2 ล้านค่อม กระจายอยู่ทั่วร่างกาย จะอยู่รวมกันมากที่สุดตรงฝ่ามือและฝ่าเท้า แต่ละค่อมเป็นท่อเล็ก ๆ ที่มันขดไว้อย่างหนาแน่น และฝังลึกเข้าไปในหนังแท้ โดยมีหลอดยาวราว $\frac{1}{5}$ นิ้ว ค่อออกไปที่ชั้นหนังกำพร้า เหงื่อส่วนใหญ่ประกอบด้วย น้ำ เกลือแร่ ยูเรีย ซึ่งถ้าหมักหมมไว้อาจจะเกิดกลิ่นขึ้น ไขมันเหงื่อออกนั้นที่ระเหยจะพาความร้อนจากผิวหนังไปด้วย ทำให้รู้สึกเย็น ค่อมเหงื่อจะตอบสนองต่อการกระตุ้นโดยอารมณ์เช่นกัน ถ้าเรารู้สึกกระวนกระวายจะมีเหงื่อซึม เช่นเดียวกับเวลาที่ตกใจกลัว ฝ่ามือจะเปียกขึ้น

คือน้ำมันเมื่ออยู่ทั่วร่างกาย ส่วนมากจะเกาะอยู่กับกระเปาะเส้นขน คือน้ำมันจะสร้างน้ำมันขึ้นออกสู่ภายนอกทางรูขน ส่วนไหนของผิวหนังมีน้ำมันมากที่สุด และน้ำมันก็มีประโยชน์ต่อผิวหนังอย่างไร นักเรียนอาจทดสอบและตอบคำถามใ้ถูกต้องจากการทดลองต่อไปนี้

การทดลอง 3 หน้าที่ของน้ำมัน

จุดประสงค์

บอกหน้าที่ของน้ำมัน

อุปกรณ์

1. กระดาษสีขาวขนาด 5 ซม. x 5 ซม. จำนวน	3 แผ่น
2. เตาแก๊สสำหรับต้ม	1 อัน
3. หลอดหยด	1 อัน
4. น้ำมันพืช	1 ลบ.ซม.
5. น้ำ	1 ลบ.ซม.

วิธีทำ

- หยคน้ำมันพืช 1 หยดลงไปบนกลางกระดาษสีขาว เกลี่ยให้ทั่วแล้วปล่อยให้แห้ง
- นำกระดาษสีขาวแผ่นที่สองทาบนหน้าผากของนักเรียน พยายามให้กระดาษเรียบที่สุด แล้วเปรียบเทียบกับกระดาษในข้อ 1
- หยคน้ำ 1 หยดลงไปบนกลางกระดาษสีขาวแผ่นที่ 3 เกลี่ยให้ทั่ว ทิ้งไว้ประมาณ 2 นาที สังเกตและบันทึกผลที่ได้
- หยคน้ำ 1 หยด ลงบนกระดาษแผ่นที่ 1 และที่ 2 ตรงกลางรอยคาบที่เปื้อนเกลี่ยน้ำให้ทั่ว ทิ้งไว้ 2 นาที สังเกตและบันทึกผล

ผลการทดลอง

กระดาด้านที่	ลักษณะที่สังเกตได้เมื่อ			
	หยคน้ำมันพืช	หาบมะนาวสด	หยคน้ำ	หยคน้ำลงบนควมมัน
1				
2				
3				

สรุปผลการทดลอง

- ☐ ผิวหน้าของนักเรียนมีน้ำมันหรือไม่ _____
บอกได้อย่างไร _____
- ☐ จากการทดลองน้ำมันบนผิวหนังมีประโยชน์อย่างไร _____

- ☐ นักเรียนคิดว่าบนผิวหนังของนักเรียนมีน้ำมันหรือไม่ _____
เพราะเหตุใด _____

- ☐ น้ำมันมันอยู่ในผิวหนังชั้นใด _____

ผิวหนังกับการบำรุงรักษา

ผิวหนังเป็นเครื่องห่อหุ้มร่างกายชั้นนอก ซึ่งคลุมกล้ามเนื้อ กระดูก เส้นโลหิต เส้นประสาท และอวัยวะภายในอื่น ๆ ที่สำคัญไว้ทั้งสิ้น ผิวหนังจึงช่วยป้องกันอันตรายจากการกระทบกระแทกภายนอก หรือจากสารพิษอื่นที่เป็นอันตรายแก่อวัยวะที่สำคัญภายในร่างกาย กับทั้งป้องกันมิให้น้ำเชื้อ กล้ามเนื้อ หรืออวัยวะภายในอื่นขาดความชุ่มชื้นด้วย นอกจากนี้ผิวหนังยังช่วยป้องกันเชื้อโรคเข้าสู่ร่างกาย ผิวหนังที่มีสุขภาพที่ดีจะมีความต้านทานเชื้อโรค และสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่สะสมอยู่ภายนอกร่างกายได้บ้าง ฉะนั้นจึงควรมีการ

ดูแลบำรุงผิวหน้า ไม่ว่าจะเป็นส่วนใดของร่างกาย โดยการอาบน้ำทุก ๆ วัน ทำให้ผิวกายสะอาด ปราศจาก
 กลิ่นตัว ปัญหาต่าง ๆ เช่น สิว ผดผื่นคัน หิด กลาก เกือบ ก็ลดลง การที่ผิวหนังต้องสัมผัสกับลมและ
 แสงแดดเป็นประจำ อาจทำให้ผิวกร้าน เกิดอาการคัน ระคายเคือง โคลนหรือน้ำที่ทาผิวอาจช่วยให้หาย
 อาการระคายเคือง และทำให้ผิวชุ่มชื้นเหมือนเดิมได้



รูป 12 แสดงผิวหนังมีปัญหา

โดยปกติแล้วร่างกายของเรามีความสวยงามตามธรรมชาติอยู่แล้ว เราอาจสังเกตเห็นลักษณะภายนอก
 ของผู้มีสุขภาพสมบูรณ์ เช่น การมีผมดกดำ นัยน์ตาสุกใส ผิวพรรณเปล่งปลั่ง กล้ามเนื้ออวบ แข็งแรง อารมณ์
 ที่ ร่าเริง แจ่มใส ลักษณะเหล่านี้เกิดจากการรับประทานอาหารที่มีคุณภาพ ถูกสัดส่วน ออกกำลังกายสม่ำเสมอ
 ได้รับแสงแดดพอควร และร่างกายได้รับการพักผ่อนเพียงพอ ความงามตามธรรมชาตินี้เป็นสิ่งที่ไม่ต้องซื้อหา
 ด้วยทรัพย์สินเงินทอง เป็นสิ่งที่เกิดขึ้นกับคนทุกระดับชั้น หากปฏิบัติตนได้ถูกต้องอยู่เสมอจนเกิดเป็นนิสัยที่ดี

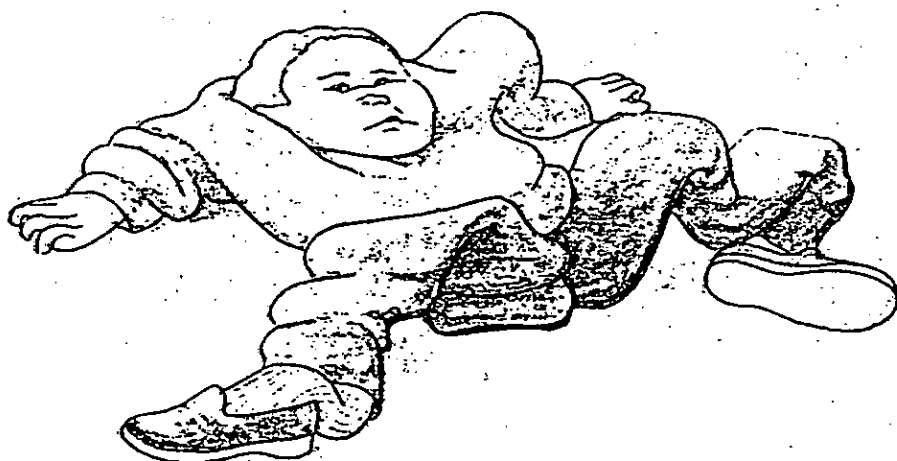
แบบฝึกหัด

1. จงสรุปหน้าที่สำคัญของผิวหนัง
2. เพราะเหตุใดจึงถือว่าผิวหนังเป็นอวัยวะชนิดหนึ่ง
3. อาหารชนิดใดบ้างที่จะช่วยส่งเสริมบำรุงสุขภาพของผิวหนัง
4. เหตุใดบางคนมีปัญหาเรื่องสิว

4. ระบบโครงกระดูก

กระดูกของเราเชื่อมต่อกันเป็นโครงกระดูก เราองไม่เห็นเนื่องจากถูกห่อหุ้มด้วยกล้ามเนื้อและผิวหนัง ถ้าคนเราปราศจากโครงกระดูกร่างกายของเราจะเห็นเป็นเพียงก้อนเนื้อและหนังเหลวเท่านั้น

ก้างรูป



โครงกระดูกจึงทำหน้าที่เป็นโครงและหลักสำหรับใช้ให้กล้ามเนื้อและเอ็นมายึด เพื่อให้ร่างกายเป็นรูปร่าง ทรวดทรงอยู่ได้ และป้องกันอันตรายให้แก่อวัยวะที่สำคัญแต่อ่อนนุ่ม เช่น สมอง ไขสันหลัง หัวใจ ปอด ฯลฯ

○ระบบโครงกระดูกประกอบด้วยอะไร

กระดูก

ในร่างกายแต่ละคนเมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะประกอบด้วยกระดูกทั้งหมดประมาณ 206 ชิ้น แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ กระดูกแกน 80 ชิ้น และกระดูกกระชาย 126 ชิ้น

ก. กระดูกแกน เป็นโครงกระดูกที่ประกอบด้วยกระดูกแข็ง และกระดูกอ่อน ทำหน้าที่เป็นแกนกลางของร่างกาย ได้แก่ กระโหลก และกระดูกสันหลัง กระดูกซี่โครง และกระดูกก้นกบ

○ นักเรียนแบ่งกระดุกออกเป็นกี่พวก อะไรบ้าง และเอาอะไรเป็นเกณฑ์

○ นักเรียนทราบไหมว่า กระโหลกศีรษะ กระดุกซี่โครง และกระดุกสันหลัง ทำหน้าที่สำคัญอะไร

นักเรียนได้เห็นแล้วว่า กระดุกในร่างกายของเรามีลักษณะรูปร่างต่าง ๆ กัน กระดุกแขน ขา จะเป็นท่อนใหญ่ยาว เหมาะสำหรับรับน้ำหนัก เวลากระโดดหรือเคลื่อนไหว กระดุกบางชิ้นเป็นแผ่นบางเชื่อมติดกัน เปรียบเหมือนกับโลกาบังส่วนสำคัญ ๆ ไม่ให้รับอันตราย แม้ว่ากระดุกเหล่านี้จะมีรูปร่างแตกต่างกัน แต่ก็มีส่วนประกอบ มีความแข็งแรง ทนทานเหมือนกัน

นักเรียนทราบหรือไม่ว่า กระดุกประกอบด้วยอะไร และอะไรทำให้กระดุกแข็งแรง เห็นขั้วแกน ทนทาน นักเรียนลองทำการทดลองต่อไปนี้

การทดลอง 4 ส่วนประกอบของกระดุก

จุดประสงค์

1. บอกส่วนประกอบของกระดุก
2. บอกลักษณะภายในและสารที่บรรจุในกระดุก

อุปกรณ์

1. หลอดทดลองขนาดใหญ่	2 หลอด
2. ชุคตะเกียงอัลกอฮอล์พร้อมตะแกรง	1 ชุค
3. ไม้ขีดไฟ	1 กลั๊ก
4. กรดไฮโดรคลอริกเจือจาง	15 ลบ.ซม.
5. กระดุกขาไก่ หรือปีกไก่สด	3 ชิ้น

วิธีทำ

1. นำกระดุกหรือปีกไก่ 1 ชิ้น ใส่ลงในหลอดทดลองขนาดใหญ่ แล้วเทกรดไฮโดรคลอริกเจือจาง 15 ลบ.ซม. เข้าทิ้งไว้ 1 วัน
2. นำกระดุกชิ้นที่ 2 ลงบนตะแกรงแล้วเผาจนเกรียม
3. นำกระดุกไก่ 2 ชิ้นที่แช่กรดไฮโดรคลอริกเจือจางมาแล้ว 1 วัน ล้างน้ำ
4. นำกระดุกชิ้นที่ 1, 2 และ 3 (กระดุกธรรมดา) มาหักดูเปรียบเทียบกับบันทึกผลลงในตาราง

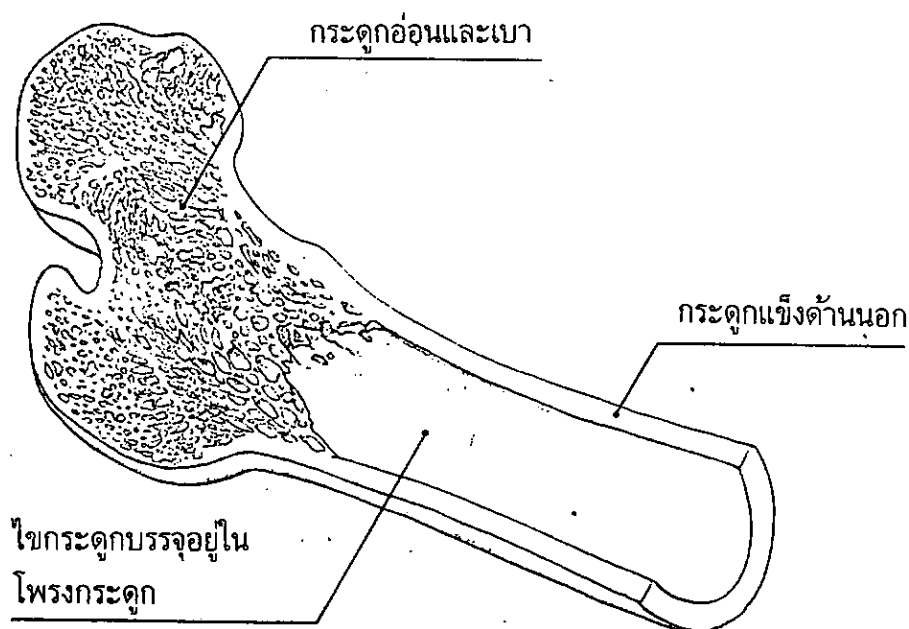
ผลการทดลอง

กระดูก	ลักษณะที่สังเกตได้เมื่อหักดู
กระดูกธรรมดา	
กระดูกเข้กรด	
กระดูกเผา	

สรุปผลการทดลองคำถามหลังการทดลอง

- ☐ ส่วนประกอบของกระดูกที่ทำให้กระดูกแข็งแรง กับส่วนประกอบที่ทำให้กระดูกเหนียว ทนทาน เป็นส่วนประกอบอย่างเดียวกันหรือไม่ จงอธิบาย
- ☐ กระดูกขาไก่ที่ทดลองเป็นแท่งคั่นหรือกลาง
- ☐ "เวลาก้างปลาติดคอให้บ่มะนาวแล้วก้างจะหลุดไปเอง" คำกล่าวนี้เป็นไปได้อย่างไรหรือไม่ เพราะเหตุใด

กระดูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่มีชีวิต เช่น เซลล์กระดูกเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน เนื้อเยื่อประสาท และเส้นเลือด กับส่วนที่ไร้ชีวิต ได้แก่ สารประกอบพวกแคลเซียมคาร์บอเนต แคลเซียมฟอสเฟส ส่วนประกอบที่มีชีวิตจะถูกทำลายได้ง่ายด้วยความร้อน และเป็นส่วนที่ทำให้กระดูกเหนียวแน่น และทนทาน ไม่เปราะหรือแตกหักง่าย สำหรับส่วนประกอบพวกแร่ธาตุจะถูกสลายโดยพวกกรด และเป็นส่วนที่ทำให้กระดูกแข็ง เมื่อสองส่วนนี้ประกอบกัน จึงทำให้กระดูกไม่ว่าของไก่หรือของนกก็มีความแข็งแรงเหนียวแน่นทนทานไม่เปราะหรือแตกหักง่าย

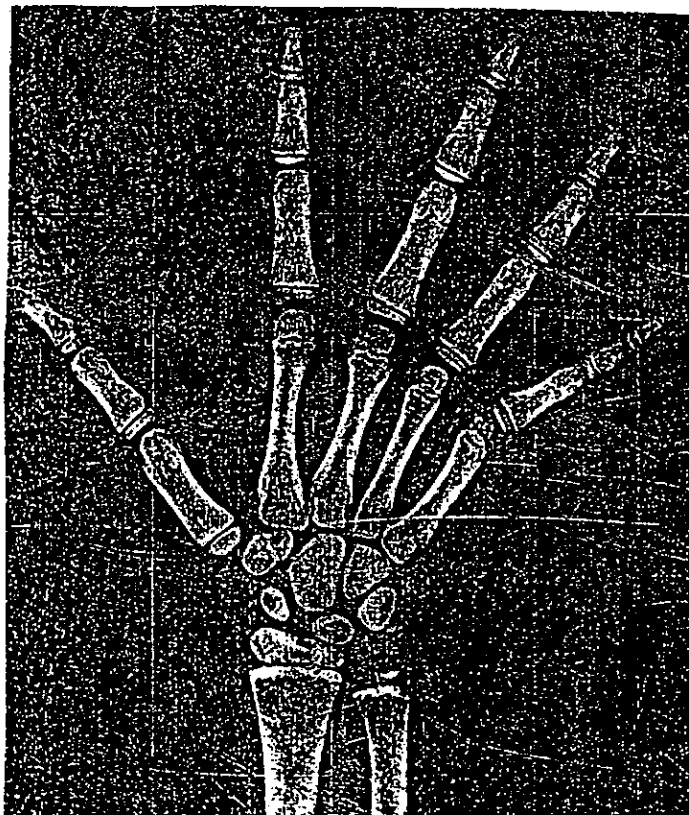


รูป 14 แสดงส่วนประกอบของกระดูก

นักเรียนคงจะสังเกตได้ว่าข้างในโครงสร้างกระดูกนั้นเป็นโพรง กระดูกของเราก็เช่นกัน ข้างในท่อนกระดูกจะเป็นโพรงซึ่งเพิ่มความแข็งแรงในการที่จะรองรับน้ำหนักหรือความกดทับหรือแรงกระแทกต่าง ๆ และจากโครงสร้างธรรมชาติอันนี้วิศวกรได้นำหลักการไปใช้ในการสร้างสะพานหรืออาคารใหญ่ ๆ ที่ทรงชะลูดเพื่อให้ทนทานต่อแรงลมหรือแรงกระแทกได้ดียิ่งขึ้น ภายในโพรงกระดูกจะมีไขกระดูกบรรจุอยู่ ซึ่งไขกระดูกนี้ทำหน้าที่สำคัญยิ่ง คือสร้างเซลล์เม็ดเลือดแดง และเซลล์เม็ดเลือดขาวให้กับร่างกาย และนักเรียนก็คงจะทราบดีแล้วว่า เซลล์ทั้งสองชนิดนี้ทำหน้าที่อะไร และสำคัญมากแค่ไหน นอกจากนี้กระดูกยังเป็นแหล่งสะสมธาตุแคลเซียมให้ร่างกายได้นำมาใช้ยามจำเป็นอีกด้วย

ข้อต่อและเอ็นเชื่อมกระดูก

ร่างกายของเรามีกระดูกมากมายหลายชนิด มันจะเชื่อมต่อกันทำให้โครงกระดูกทรงรูปอยู่ได้ จุดที่กระดูกต่อเชื่อมกันเราเรียกว่า ข้อต่อ เช่น หัวเข่า เป็นข้อต่อใหญ่แห่งหนึ่งที่กระดูกขามาเชื่อมต่อกัน กระดูกข้อมือก็เป็นส่วนที่กระดูกนิ้วมาเชื่อมต่อกัน



รูป 15 แสดงกระดูกและข้อต่อ

ข้อต่อทำให้โครงกระดูกยึดหยุ่นได้ และทำให้ส่วนของร่างกายเคลื่อนไหวไปมาได้สะดวก ข้อต่อซึ่งเป็นส่วนที่กระดูกแต่ละท่อนแต่ละข้อมาเชื่อมต่อกันมีหลายลักษณะ ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาดังต่อไปนี้

การทดลอง 5 ชนิดของข้อต่อและการเคลื่อนไหว

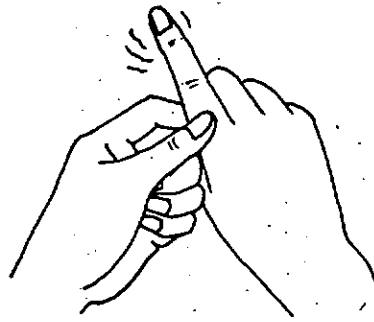
จุดประสงค์

1. แยกชนิดของข้อต่อตามขอบเขตและลักษณะทิศทางการเคลื่อนไหวของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

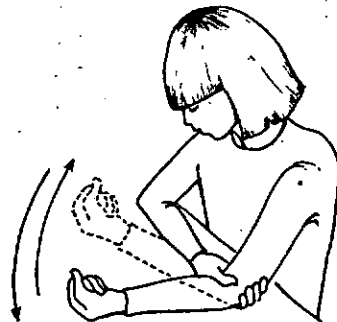
2. บอกได้ว่าส่วนใดของร่างกายเป็นข้อต่อชนิดใด

วิธีทำ

1. ใช้มือข้างหนึ่งจับโคนนิ้วชี้ให้แน่น (ดังรูป)



2. กระกบปลายนิ้วโปมา สังเกตลักษณะทิศทางของการเคลื่อนไหวของปลายนิ้วนั้น บันทึกผลลงในตาราง
3. ใช้มือขวาจับเหนือข้อศอกมือซ้ายให้แน่น (ถูรูปประกอบ) และเคลื่อนส่วนปลายแขนไปมา สังเกตลักษณะทิศทางของการเคลื่อนที่ของปลายแขน บันทึกผล



4. แสกดท่าขว้างจักรช้า ๆ สังเกตลักษณะทิศทางของการเคลื่อนที่ของแขน บันทึกผล
5. ผงกศีรษะขึ้นลง และลองหมุนไปมา สังเกตลักษณะทิศทางของการเคลื่อนที่ของส่วนศีรษะ บันทึกผล

ผลการทดลอง

ส่วนที่เคลื่อนที่	ลักษณะและทิศทางของการเคลื่อนที่
นิ้วมือ	
ปลายแขน (ข้อมือ, ข้อศอก)	
- แขน (หัวไหล่)	
ศีรษะ (ส่วนลำคอ)	

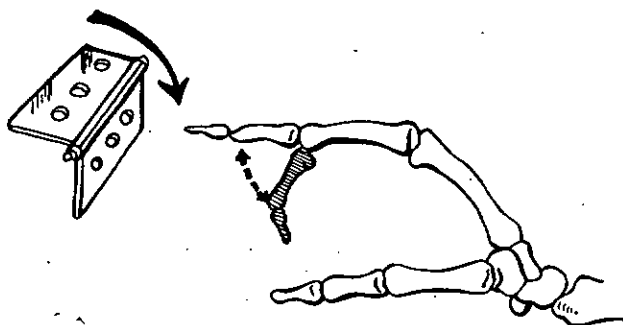
สรุปผลการทดลอง

คำถามหลังการทดลอง

○ ทุก ๆ ส่วนของร่างกายมีขอบเขตในการเคลื่อนที่เหมือนกัน หรือแตกต่างกันอย่างไรหรือไม่ และนักเรียนคิดว่าสิ่งที่จำกัดขอบเขตในการเคลื่อนไหวของส่วนนั้น ๆ คืออะไร

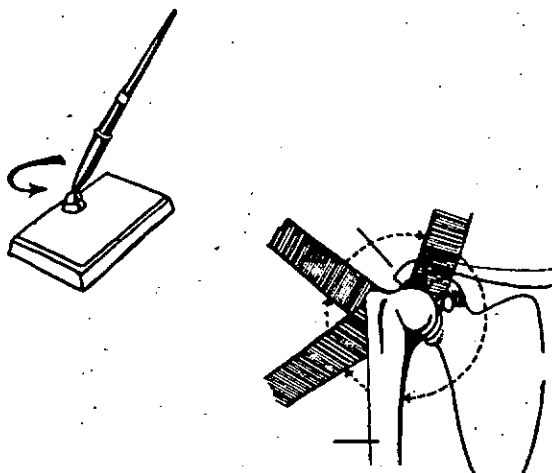
○ จากการทดลองนักเรียนแบ่งชนิดของข้อต่อได้เป็นกี่ชนิด อะไรบ้าง และใช้อะไรเป็นเกณฑ์

การเชื่อมต่อกันของกระดูกตรงข้อต่อนี้มีหลาย ๆ ลักษณะ ข้อต่อบางแห่งมีลักษณะเหมือนการตอของบานพับ ทำให้การเคลื่อนไหวของร่างกายตรงส่วนนั้นจำกัดได้เพียงทิศทางเดียว เช่นเดียวกับการเคลื่อนที่ของบานพับประตูหรือหน้าต่าง ข้อต่อของกระดูกนิ้วมือ จะเป็นลักษณะนี้



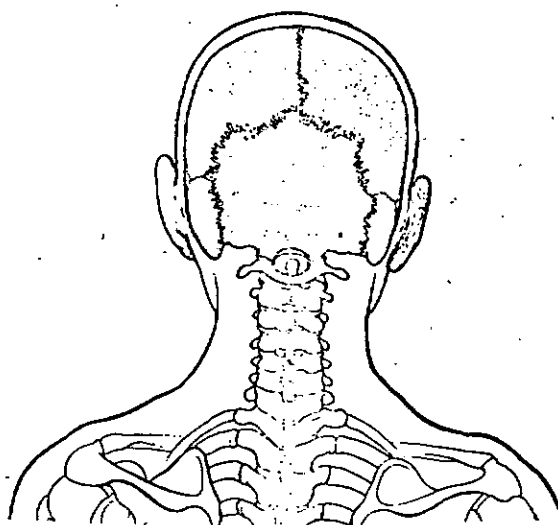
รูป 16 แสดงลักษณะของข้อต่อกระดูกนิ้วมือ

บางแห่งการเชื่อมกันของกระดูกเป็นไปในลักษณะคล้ายลูกกลมในเบ้าเหมือนลักษณะของที่เสียบปากกาตั้งโต๊ะ ซึ่งนักเรียนคงเคยเห็น การเชื่อมต่อกันของกระดูกในลักษณะเช่นนี้ทำให้ร่างกายส่วนนั้นเคลื่อนไหวอย่างอิสระได้หลาย ๆ ทิศทาง ตัวอย่างเช่น ข้อต่อที่หัวไหล่



รูป 17 แสดงลักษณะของข้อต่อที่หัวไหล่

ข้อต่อบางแห่งเป็นแบบชนิดประสานส่วนกันระหว่างเคียวกับหลุมเคียว ทำให้หมัด เจ็บ บิดไปทางซ้ายขวาได้ เช่น ข้อต่อที่คอที่ติดกับฐานของกระดูกสันหลัง เพราะข้อต่อของกระดูกส่วนใหญ่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวได้ แต่ก็มีข้อต่อบางแห่งที่ทำหน้าที่ยึดกระดูก และทำให้เกิดการเคลื่อนไหวเป็นเพียงอ้าจากกันได้เล็กน้อย หรือเคลื่อนไหวไม่ได้เลย เช่น ข้อต่อของกระดูกซี่โครง และข้อต่อของกระดูกสันหลังตามลำตัว



รูป 18 แสดงลักษณะข้อต่อที่คอ

○ ถ้าข้อต่อกระดูกข้อโครงอาจออกจากกันไม่ได้ นักเรียนคิดว่าจะมีผลเสียอย่างไรหรือไม่ จงอธิบาย

○ ลองขยับหัวเข้า สะโพก นิ้วเท้า บอกได้ไหมว่า ข้อต่อตรงส่วนนั้นเป็นข้อต่อชนิดใด

ข้อต่อของกระดูกที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวได้ก็เปรียบเหมือนกับข้อต่อของเครื่องยนต์ทุกชนิด ซึ่งต้องมีน้ำมันหล่อลื่นเพื่อป้องกันการเสียดสีและความฝืด ข้อต่อในร่างกายก็จะมีของเหลวเป็นเมือกคล้ายไขขาวหล่อลื่นอยู่เช่นกัน ทำให้เคลื่อนไหวได้สะดวก และไม่เกิดความเจ็บปวด เนื่องจากการขัดสีกันของกระดูก

สิ่งสำคัญอย่างหนึ่งที่จะช่วยยึดกระดูกให้ต่อกันตรงข้อต่อก็คือ เนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่มีความเหนียว ทนทาน ที่เรียกว่า ลิกาเมนต์ หรือเส้นเอ็นเชื่อมกระดูก บางครั้งถ้ามีแรงบิดหรือดึงตรงข้อต่อมาก ๆ อาจจะทำให้ข้อเคล็ดได้ อาการของข้อเคล็ดนี้เกิดจากเส้นเอ็นยึดกระดูกฉีกขาดหรือยึดตัวออกมา ๆ ตรงข้อจะมีอาการบวมและเจ็บปวดมาก เพราะมีน้ำเหลืองและเลือดซึมออกมาซึ่งอยู่ในเนื้อเยื่อ อาจจะทำให้ลดความเจ็บปวดได้โดยการใช้น้ำแข็งวางลงบนตำแหน่งนั้น อย่าใช้น้ำร้อน เพราะจะทำให้บวมและปวดมากยิ่งขึ้น อาการของข้อเคล็ดต้องให้แพทย์รักษา ถ้าหากแรงดึงนั้นเป็นการกระชากแรง ๆ กระดูกอาจจะเคลื่อนออกจากกัน ซึ่งก็ต้องให้แพทย์จัดให้เข้าตำแหน่งเดิม และอาจจะต้องใส่เฝือกจนกระดูกเข้าที่ ซึ่งต้องใช้เวลานานพอสมควร

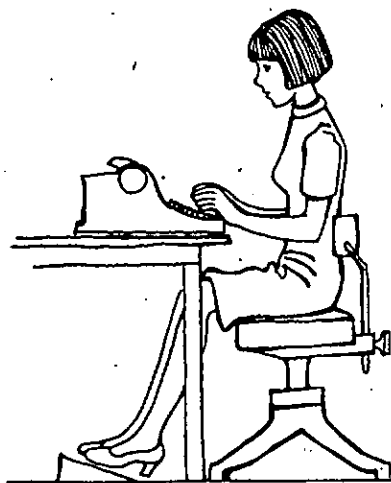
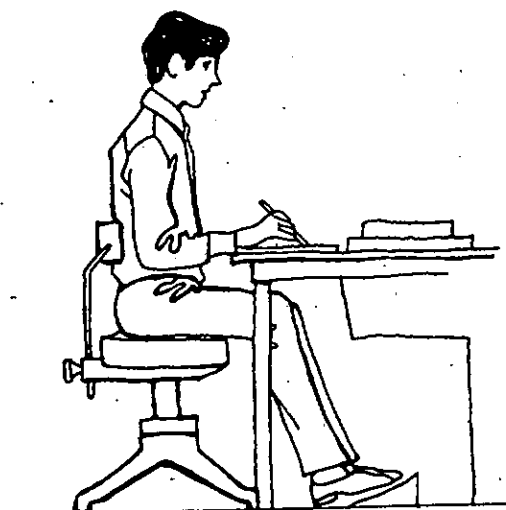
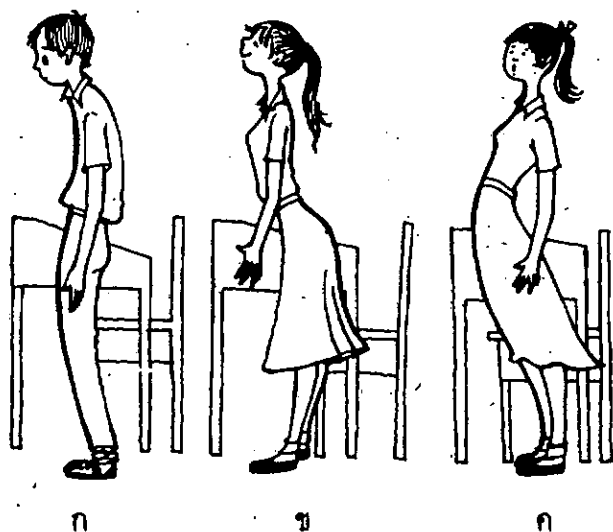
การบำรุงรักษากระดูกและการพัฒนาโครงร่างและท่าทางที่ดี

ความผิดปกติต่าง ๆ ของการเจริญเติบโตของกระดูกนั้น อาจเกิดจากสาเหตุหลาย ๆ อย่าง เช่น การเป็นโรค ความผิดปกติของฮอร์โมน การขาดสารอาหารพวกแร่ธาตุ แคลเซียมและวิตามินดี กรรมพันธุ์ หรือเป็นคั่งแต่กำเนิด และเกิดจากเคลื่อนไหวของร่างกายที่ไม่ถูกต้องติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ เป็นต้น โครงกระดูกของนักเรียนจะยังคงเจริญเติบโตไปอีกหลายปี ฉะนั้นสิ่งที่นักเรียนควรจะต้องใส่ใจสักก็คือ การบำรุงรักษาให้กระดูกเจริญเติบโตอย่างแข็งแรงเป็นปกติ และพัฒนาฝึกฝนท่าทางการเคลื่อนไหวของร่างกายให้ถูกต้องเพื่อจะได้มีโครงร่างและบุคลิกภาพที่ดี

○ นักเรียนทราบไหมว่า อาหารอะไรที่มีแร่ธาตุพวกแคลเซียมอยู่มาก ซึ่งจำเป็นสำหรับเด็กที่กำลังเจริญเติบโต

การพัฒนาท่าทางการทรงตัวของร่างกายไม่ว่าจะเป็นการเดิน การนั่ง การยืน ให้ออกต้องเป็นสิ่งหนึ่งที่จะทำให้ร่างกายมีสุขภาพและโครงร่างที่ดี คนที่มีท่าทางดี จะช่วยส่งเสริมบุคลิกภาพไปในตัวด้วย นักเรียนลองคิดว่าคนที่หน้าตาดีแต่เดินหลังค่อม หรือสายตัวไปมาจะทำให้เสียบุคลิกภาพ และลดความนิยมชมชื่นแก่ผู้

ได้พบเห็นเพียงไร และการเดินหลังค่อมมีผลเสียต่อการหายใจ หรือสภาพการทำงานของปอดอย่างไร ทำทางในการเดิน การยืน การนั่ง หรือการยกของที่คืบั้นเป็นอย่างไร เราจะได้ศึกษากันต่อไป



จ

ฉ

รูป 19 แสดงลักษณะการยืน และการนั่งที่ถูกต้องและไม่ถูกต้อง

○ให้นักเรียนวิจารณ์ท่ายืน และท่านั่ง แต่ละท่าว่าดีหรือไม่อย่างไร และจะมีผลต่อสุขภาพร่างกายอย่างไร หรือไม่

ต่อไปนี้ให้นักเรียนลองสำรวจร่างกายทางการขึ้น การเดิน ของตนเองดูบ้างว่า จะเป็นอย่างไร
ควรที่จะไปปรับปรุงแก้ไขตรงไหนหรือไม่

การทดลอง 6 การสำรวจท่าทางการขึ้นและการเดิน

วิธีทำ

1. ให้นักเรียนลุกขึ้นและเดินไปรอบ ๆ ห้อง สังเกตว่าตัวเองเดินโดยเอาส้นเท้า หรือ ปลายเท้าลงก่อน ลองทำทั้งสองวิธี เปรียบเทียบความแตกต่างและบันทึกผล
2. ยืนตัวตรงให้แผ่นหลังทาบผนังหรือกำแพง สังเกตว่าส่วนใดของร่างกายของนักเรียน จะแตะผนังหรือกำแพงบ้าง บันทึกผล
3. ยืนตัวตรง หันหน้าเข้ากำแพง หรือผนัง ให้หัวแตะเข้ากับกำแพงหรือผนัง สังเกตว่า ส่วนใดของร่างกายจะสัมผัสกับผนังหรือกำแพงบ้าง บันทึกผล

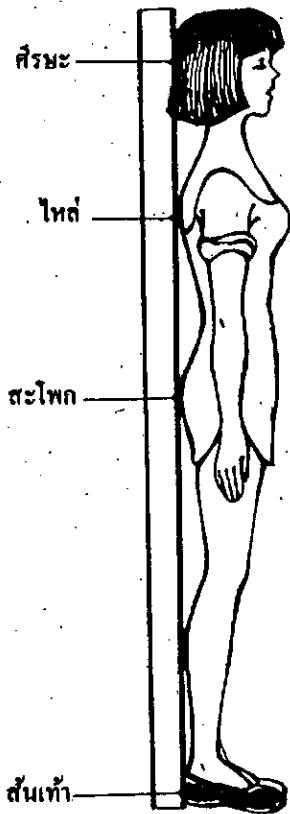
ผลการทดลอง

ท่าทางที่สังเกต	ลักษณะที่สังเกตได้
1. การเดินโดยเอาส้นเท้าลง	
2. การเดินโดยเอาปลายเท้าลง	
3. ยืนตัวตรงทาบผนัง	
4. ยืนตัวตรงหันหน้าเข้ากำแพง	

สรุปผลการทดลอง

☐ นักเรียนคิดว่า การเดินเอาปลายเท้าลงก่อน และการเดินเอาส้นเท้าลงก่อน แตกต่างกันอย่างใด
ให้อภิปราย

☐ ลักษณะการขึ้นของนักเรียนเป็นอย่างไร และนักเรียนคิดว่าท่าขึ้นของนักเรียนถูกต้องหรือไม่
เพราะเหตุใด โดยให้เปรียบเทียบกับลักษณะการขึ้นที่ถูกต้อง ดังรูปต่อไปนี้



รูป 20 แสดงลักษณะการยืนที่ถูกต้อง

ท่านั่งที่ดีก็เหมือนกับท่านยืนที่ดี และกระทำได้ไม่ยากนัก คือ ยืนให้เท้าแล้วจึงนั่งลงไปตรง ๆ โดยรักษาลำตัวส่วนบนนั้น ตั้งแต่คอลงไปให้เหมือนเดิม แต่ส่วนของหลังระดับเอวจะต้องแนบไปกับพนักของเก้าอี้ และเมื่อจำเป็นที่จะต้องโน้มตัวไปข้างหน้า อย่างเช่น ขณะกำลังทำงานบนโต๊ะ หรือรับประทานอาหารก็ให้โน้มตัวไปข้างหน้า โดยการงอสะโพกเพียงอย่างเดียว ซึ่งสภาพนี้จะรักษาคำแนะนำของกระดูกสันหลังทุกส่วนให้อยู่คงที่ในสภาพเดิม ไม่เป็นอุปสรรคต่อการทำงานตามปกติ การนั่งโน้มตัวไปข้างหน้าไม่ควรจะกระทำอยู่เป็นเวลานาน เวลานั่งควรจะพิงพนักพิงตลอดเวลา

○ การนั่งหลังงออยู่ตลอดเวลา มีผลเสียอย่างไรบ้าง

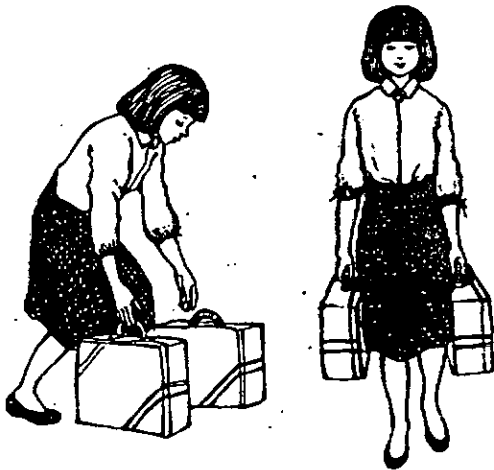
จงอภิปราย

ท่านั่งที่ถูกต้องและดีที่สุดถูกสุขลักษณะที่สุดนั้น กระดูกสันหลังจะต้องเรียงตัวอยู่ในลักษณะแอ่นเล็กน้อยที่ระดับคอ งอเล็กน้อยที่ระดับทรวงอก และแอ่นเล็กน้อยที่ระดับเอว ดังนั้น ถ้ายืนแอ่นหลังเกินไปแบบพาดกระดูกสันหลังระดับเอวจะแอ่นมากกว่าปกติ จะทำให้ยืนไม่ได้นาน เพราะปวดหลัง ในทางตรงข้าม ถ้ายืนงอจะเสียบุคลิกอย่างมาก แต่จะไม่ปวดหลัง ถ้ายืนไม่แอ่นหลังและไม่งอหลัง กระดูกสันหลังระดับเอวจะเรียงตัวเป็นเส้นตรง ซึ่งทางแพทย์ถือว่าดีที่สุด เพราะจะยืนได้นาน และไม่ปวดหลัง การจะยืนท่าดังกล่าวนี้ทำได้โดยง่าย เพียงแยกเท้าข้างหนึ่งพาดบนที่วางเท้า หรือบนตั้งรองเท้า สำหรับกระดูกสันหลังระดับทรวงอกจะงอหรือแอ่นไปจากปกติไม่ได้ เพราะเป็นส่วนที่ถูกยึดให้อยู่ในลักษณะนั้น กระดูกคอจะต้องแอ่นเล็กน้อย เมื่อมองดูภายนอกศีรษะจะตั้งตรง จะเป็นท่าที่ถูกต้องที่สุด

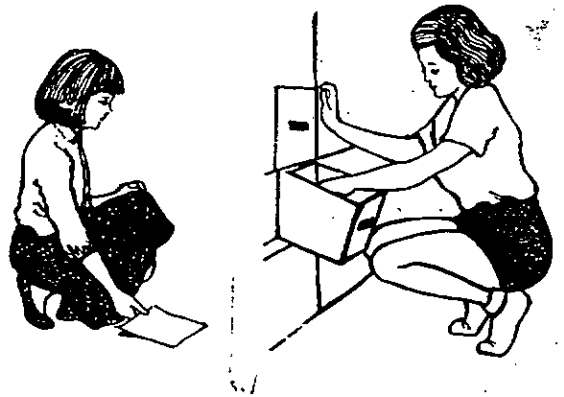


รูป 21 แสดงท่านั่งที่ถูกต้อง

การยกของหนักให้ถูกลักษณะด้วยท่าทางที่ดี และการก้มลงเก็บของหรือทำงานในที่ต่ำกว่าระดับเอว ด้วยลักษณะท่าทางที่ถูกต้องนั้นเป็นอย่างไร ลองศึกษาภาพต่อไปนี้



รูป 22 แสดงท่ายกของหนัก



รูป 23 แสดงท่าก้มลงเก็บของและทำงานในระดับต่ำกว่าเอว

○ จากภาพเวลายกของหนัก ๆ หรือทำงานในที่ต่ำกว่าระดับเอว ด้วยท่าที่ถูกต้องนั้น เขาทำอย่างไร จงอภิปราย

นักเรียนจะเห็นแล้วว่า การพัฒนาท่าทางที่ดีนั้น ส่วนใหญ่สำคัญที่ลักษณะของการยืน การเดิน การนั่ง ทุกอิริยาบถ สภาพร่างกายจะต้องอยู่ในสภาวะสมดุล กล่าวคือ ส่วนหลัง ไหล่ ลำคอ จะต้องตั้งตรงเสมอ ทำให้ทั้งสองข้างก็ต้องชนกันในขณะที่ยืนหรือเดิน น้ำหนักจะต้องตกลงที่อุ้งเท้า และต้องไม่อยู่ในลักษณะเกร็งหรือแข็งตัว เพราะจะทำให้ร่างกายเมื่อยล้าได้ง่าย

การฝึกลักษณะการเคลื่อนไหวในทุกท่าอิริยาบถของการทรงตัวให้เป็นไปอย่างองอาจ ผึ่งผาย ดูเป็นสง่า คล่องแคล่ว จนเป็นนิสัยนั้นไม่ยากเลย หากนักเรียนจะเอาใจใส่และสนใจ และจะช่วยทำให้นักเรียนมีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น ปัจจัยสำคัญที่จะฝึกท่าทางให้ดียิ่งขึ้นก็คือ การออกกำลังกายอย่างสม่ำเสมอ และมีอนามัยที่ดี กินอาหารให้ถูกสัดส่วน

○ อาหารที่ช่วยให้กระดูกเจริญเติบโตแข็งแรงนั้น คือ อาหารประเภทใดบ้าง

คนที่มิได้โครงร่างที่ดีก็คล้ายคนอยู่แล้ว นับว่าโชคดี แต่การเป็นเจ้าของโครงร่างที่ดีนั้นจะไม่มีประโยชน์อะไรเลย ถ้าหากมีกล้ามเนื้อที่ไม่แข็งแรง กระดูกเป็นแต่เพียงแกนโครงสร้าง มีข้อต่อที่ทำได้เพียง

อาหารหรือหมุนได้ แต่การที่จะเคลื่อนไหวร่างกายได้นั้นต้องอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อ กล้ามเนื้อจึงเป็นส่วนสำคัญของร่างกายที่ศึกษาอีกส่วนหนึ่ง ซึ่งนักเรียนจะได้ศึกษาต่อไป

แบบฝึกหัด

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ในร่างกายของคนเรามีกระดูกทั้งหมดจำนวนเท่าใด

ก. 206 ชิ้น	ข. 208 ชิ้น
ค. 210 ชิ้น	ง. 216 ชิ้น
2. กระดูกที่จัดเป็นกระดูกแกน และกระดูกซี่โครงมีจำนวนเท่าใด

ก. 126, 80	ข. 80, 126
ค. 100, 106	ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง
3. กระดูกในข้อใดแตกต่างจากพวก

ก. กระดูกแขน	ข. กระโหลกศีรษะ
ค. กระดูกสันหลัง	ง. กระดูกซี่โครง
4. ข้อใดเป็นกระดูกอ่อน

ก. กระดูกใบหู	ข. กระดูกซี่โครง
ค. กระดูกเชิงกราน	ง. กระดูกไหปลาร้า
5. กระดูกมีธาตุใดเป็นองค์ประกอบ

ก. P	ข. S
ค. Ca	ง. ก. และ ค.
6. ธาตุในข้อ 5 จะสลายตัวเมื่อถูกสารเคมีในข้อใด

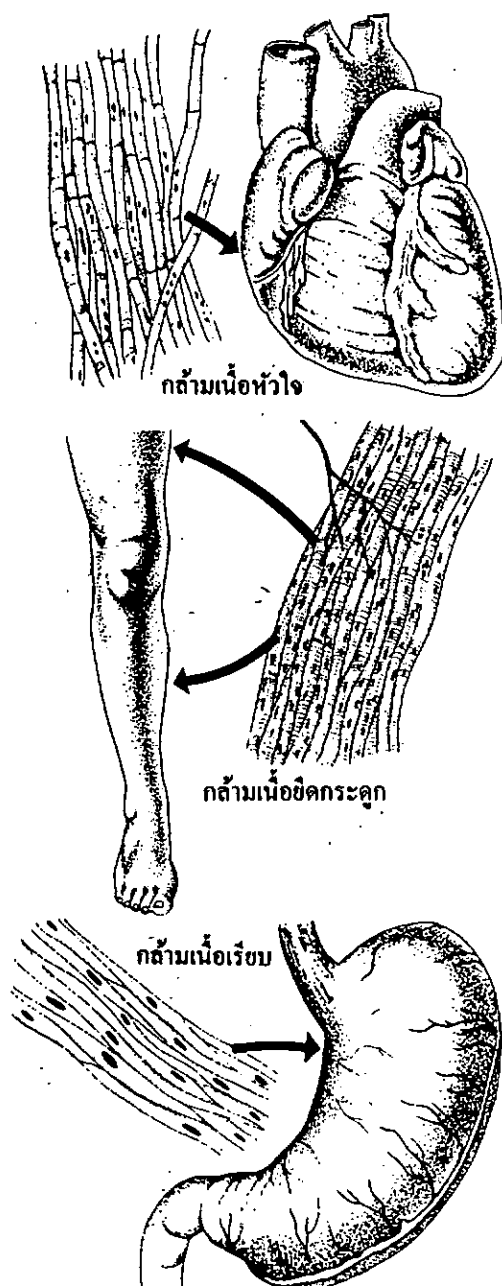
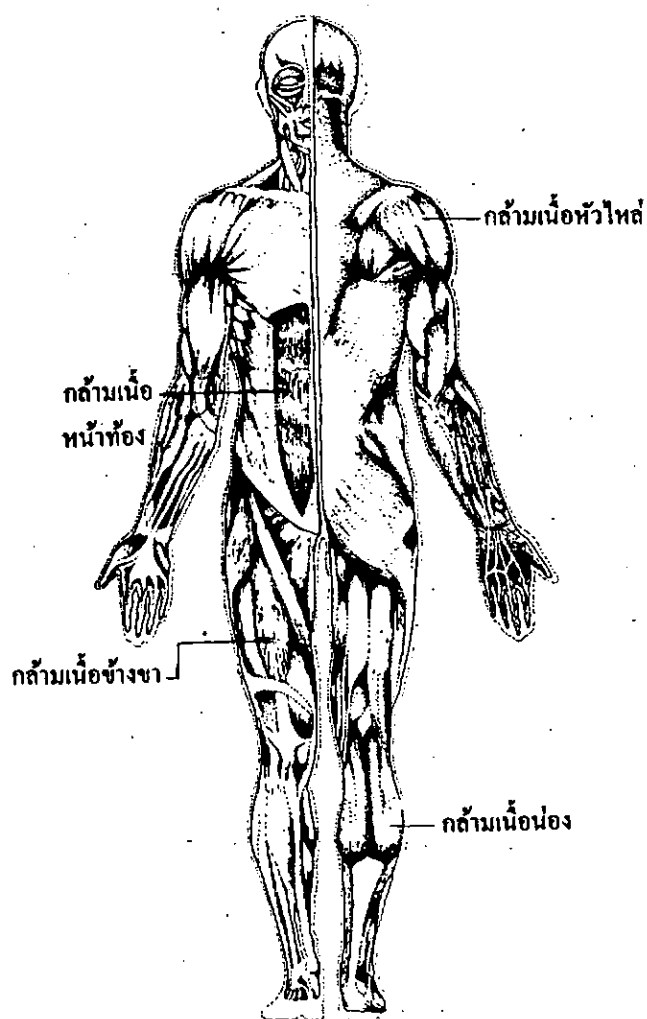
ก. HNO_3	ข. NaOH
ค. $\text{Ca}(\text{OH})_2$	ง. ถูกต้องทุกข้อ
7. ธาตุที่อยู่ในกระดูกนั้นจะอยู่ในสภาพใด

ก. ธาตุ	ข. อีสระ
ค. อีออน	ง. สารประกอบ

8. ข้อใดเป็นหน้าที่ของไขกระดูก
- ก. ทำหน้าที่สร้าง Ca ให้กระดูกแข็งแรง ข. ทำหน้าที่สร้างเม็ดโลหิตดำและโลหิตแดง
- ค. ทำหน้าที่สร้างเม็ดโลหิตขาวและโลหิตแดง ง. ถูกต้องทุกข้อ
9. ขอบเขตจำกัดในการเคลื่อนไหวของกระดูกคืออะไร
- ก. ข้อต่อ ข. เมลาโน
- ค. ไขกระดูก ง. ลิกกาเมนต์
10. การเคลื่อนไหวของกระดูกแบ่งได้เป็นกี่ลักษณะ
- ก. 1 ลักษณะ ข. 2 ลักษณะ
- ค. 3 ลักษณะ ง. 4 ลักษณะ
11. ข้อใดเป็นเนื้อเยื่อที่ช่วยยึดกระดูก
- ก. เนื้อเยื่อกระดูก ข. เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน
- ค. เนื้อเยื่อประสาท ง. เนื้อเยื่อไขมัน
12. ข้อใดไม่ใช่กระดูกแกน (Axial skeleton)
- ก. กระดูกอก ข. กระโหลกศีรษะ
- ค. กระดูกสะบัก ง. กระดูกซี่โครง
13. สารที่พบอยู่ในโพรงกระดูกท่อนยาว ๆ คืออะไร
- ก. ไขกระดูก (Bone marrow) ข. เยื่อหุ้มกระดูก (Periosteum)
- ค. Haversian canal ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง
14. วิตามินอะไรที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของกระดูก
- ก. วิตามิน A ข. วิตามิน B
- ค. วิตามิน C ง. วิตามิน D
15. "กระดูกเคลื่อน" หมายความว่าอย่างไร
- ก. กระดูกได้รับอุบัติเหตุ เช่น รดชน ข. การเคลื่อนไหวของกระดูกในร่างกาย
- ค. ปลายกระดูกที่รวมเป็นข้อหลุดออกจากที่ ง. เยื่อหุ้มข้อกระดูกอักเสบและเอ็นรอบ ๆ ฉีกขาด

5. ระบบกล้ามเนื้อ

กล้ามเนื้อเป็นส่วนประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของร่างกาย เป็นแหล่งพลังงานกลที่ใช้ในการเคลื่อนไหวของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย จึงเปรียบได้กับเครื่องยนต์ ร่างกายประกอบด้วยกล้ามเนื้อกว่า 500 มัด และมีน้ำหนักรวมกันทั้งหมดประมาณครึ่งหนึ่งของน้ำหนักร่างกาย นักเรียนจะศึกษาลักษณะของกล้ามเนื้อได้จาก รูป 24 และ 25



รูป 24 แสดงกล้ามเนื้อในส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย รูป 25 แสดงลักษณะเซลล์กล้ามเนื้อในอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย

○ กล้ามเนื้อในอวัยวะทุกส่วนของร่างกายเป็นกล้ามเนื้อชนิดเดียวกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

○ จากรูป 25 นักเรียนจะแบ่งกล้ามเนื้อออกเป็นกี่ชนิด และใช้อะไรเป็นเกณฑ์

กล้ามเนื้อที่ประกอบเป็นร่างกายสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

1. กล้ามเนื้อลาย (Striated muscles) เป็นกล้ามเนื้อส่วนใหญ่ของร่างกาย ยึดติดกับกระดูก ทำงานหนัก ๆ ได้ บางครั้งเรียกว่า กล้ามเนื้อกระดูก กล้ามเนื้อประเภทนี้การทำงานเป็นไปตามคำสั่งของสมองสามารถบังคับให้ทำงานตามคำสั่งได้ จึงเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า กล้ามเนื้อใต้อำนาจจิตใจ (Voluntary muscles)

2. กล้ามเนื้อเรียบ (Smooth muscles) กล้ามเนื้อชนิดนี้ทำงานเบา เป็นกล้ามเนื้ออยู่นอกอำนาจจิตใจ (Involuntary muscles) เราไม่สามารถบังคับได้ มักจะเป็นกล้ามเนื้อของอวัยวะภายใน เช่น กระเพาะ ลำไส้ เส้นเลือด กระเพาะปัสสาวะ เป็นต้น

3. กล้ามเนื้อหัวใจ (Cardiac muscles) เป็นกล้ามเนื้อหัวใจโดยเฉพาะ มีลักษณะผสมระหว่างกล้ามเนื้อลายและกล้ามเนื้อเรียบ เป็นกล้ามเนื้อไม่อยู่ภายใต้อำนาจจิตใจ (Involuntary muscles)

การทำงานของกล้ามเนื้อยึดกระดูก

กล้ามเนื้อที่ยึดติดกับกระดูกจะทำงานเป็นคู่เสมอ กล้ามเนื้อยึดกระดูกทำงานอย่างไร ให้นักเรียนลองทำการทดลองง่าย ๆ คือไปนี้

การทดลอง 7 การทำงานของกล้ามเนื้อยึดกระดูกที่แขน

จุดประสงค์

1. อธิบายการทำงานของกล้ามเนื้อกระดูก
2. อธิบายความสัมพันธ์ของกล้ามเนื้อและกระดูก

วิธีทำ

1. ให้นักเรียนจับกล้ามเนื้อคันทันเหนือข้อพับในขณะที่ปลายแขนวางราบไปกับพื้นโต๊ะ ในลักษณะหงายฝ่ามือ เปรียบเทียบกับกล้ามเนื้อคันทันเหนือข้อศอก บันทึกลักษณะของกล้ามเนื้อที่รู้สึก

2. วางหนังสือลงบนฝ่ามือ และยกหนังสือโดยการงอข้อตรงข้อศอกเท่านั้น ลองจับกล้ามเนื้อทั้งสองตรงตำแหน่งเดิมอีกครั้งหนึ่ง บันทึกความรู้สึก และลักษณะของกล้ามเนื้อที่สังเกตได้

3. เอาหนังสือออกจากฝ่ามือ เปลี่ยนเป็นออกแรงที่ปลายแขนยกขึ้นโต๊ะ ลองจับกล้ามเนื้อ พร้อมทั้งบันทึกเช่นเดียวกับข้อ 2

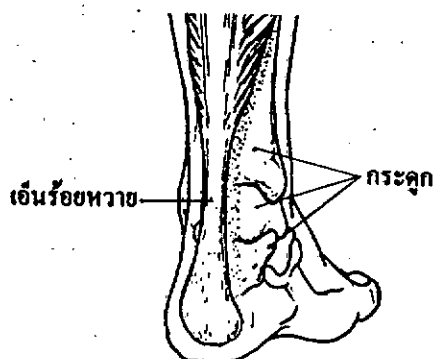
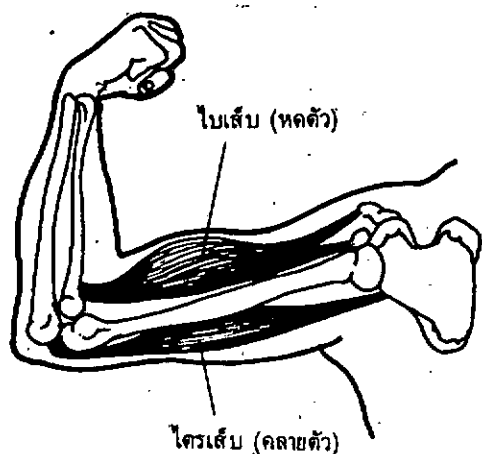
ผลการทดลอง

1. _____
2. _____
3. _____

สรุปผลการทดลอง

กล้ามเนื้อทำงานได้โดยมีเส้นประสาทมาบังคับ ฉะนั้นการเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อจึงขึ้นอยู่กับการสั่งงานของสมอง แต่จะบังคับให้กล้ามเนื้ออีกตัวไม่ได้ สามารถบังคับให้หดตัวได้เท่านั้น แต่การทำงานของกล้ามเนื้อจะทำงานเป็นคู่ในขณะที่กล้ามเนื้อหนึ่งหดตัวอีกมัดหนึ่งจะยืด มัดกล้ามเนื้อนั้นมักจะเรียกชื่อคู่กันว่า ไบเล็บ และ ไครเล็บ ฉะนั้นเมื่อไบเล็บหดตัวไครเล็บจะยืดออก เมื่อไครเล็บหดตัวไบเล็บจะยืดออกเช่นนี้สลับกันไป ถ้ากล้ามเนื้อหดตัวพร้อมกันทั้งสองมัดจะเกิดการเกร็ง เพราะกล้ามเนื้อทั้งสองมัดนี้จะอยู่คนละข้างของกระดูก เมื่อหดตัวทั้งสองมัดจึงยึดกระดูกไว้จนเคลื่อนไหวไม่ได้ ถ้ากล้ามเนื้อทั้งสองมัดยืดออกพร้อม ๆ กัน อวัยวะส่วนนั้นจะเคลื่อนไหวไม่ได้เลย สำหรับพลังงานที่กล้ามเนื้อนำมาใช้หดตัวนั้นได้มาจากสารเคมีที่อยู่ในเซลล์กล้ามเนื้อ ซึ่งเรียกว่า อะดีโนซีน ไตรฟอสเฟต (Adenosine triphosphate) ครีเอทีนฟอสเฟต (Creatine phosphate) และไกลโคเจน (Glycogen) สารเคมีเหล่านี้จะมีส่วนในการทำงานของกล้ามเนื้อเป็นอย่างมาก

กล้ามเนื้อไม่ได้ติดกับกระดูกโดยตรงทีเดียว ยังมีเนื้อเยื่อซึ่งจัดเป็นเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (Connective tissues) อีกเชื่อมอีกทีหนึ่ง เนื้อเยื่อนี้มีลักษณะเหนียว แข็งแรง ร่องรับน้ำหนักได้มาก มีลักษณะเป็นเส้นเหนียวซึ่งเรียกกันว่า ฟังดิล ถ้าเป็นเส้นเหนียวจะเรียกว่า เอ็น หรือ เทนดอน (tendon)



รูป 26 แสดงลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อ
ยึดกระดูกไห้เส้นและไตรเส้น

รูป 27 แสดงเอ็นยึดระหว่างกล้ามเนื้อกับกระดูกตรง
น่องและข้อเท้า

- ☐ นักเรียนบอกได้ไหมว่ากล้ามเนื้อแขนของนักเรียน อันไหนคือไห้เส้น และอันไหนคือไตรเส้น
- ☐ ถ้าไห้เส้นและไตรเส้น เกิดหดตัวและคลายตัวพร้อม ๆ กัน จะเป็นอย่างไร
- ☐ นักเรียนทราบหรือไม่ว่าเอ็นยึดกล้ามเนื้อกับกระดูกหรือเทนดอนที่ใหญ่ที่สุดรองรับน้ำหนักมากที่สุด
อยู่ตรงส่วนไหนของร่างกาย และเรียกชื่อสามัญโดยทั่ว ๆ ไปว่าอย่างไร

กำลังของกล้ามเนื้อ

ในการทำกิจกรรมใด ๆ เช่น ว่ายน้ำ ยกน้ำหนัก คีฬา หรือหิ้วของ หรือยืนอยู่กับที่ ต้องใช้แรงจากกล้ามเนื้อตามส่วนต่าง ๆ มากหรือน้อยแตกต่างกันไป การว่ายน้ำจะต้องอาศัยกำลังกล้ามเนื้อที่หัวไหล่ การพิมพ์ก็ต้องอาศัยแรงกดจากกล้ามเนื้อของนิ้วมือ เป็นต้น กำลังของกล้ามเนื้อสามารถวัดได้ในรูปของการออกแรง นักเรียนอยากทราบไหมว่า กำลังกล้ามเนื้อของนักเรียนเป็นอย่างไร อ่อนหรือแข็งแรงเพียงไร ลองทำการทดลองต่อไปนี้

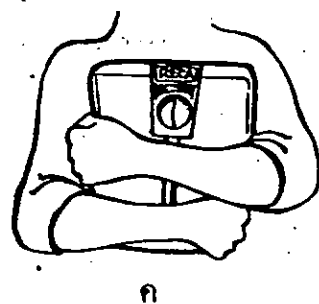
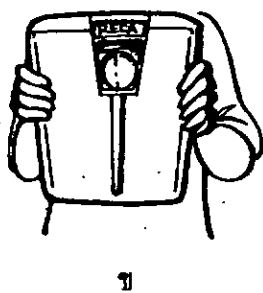
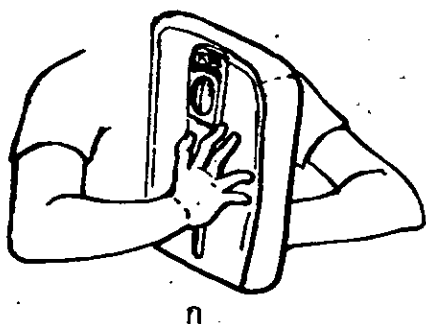
การทดลอง 8 การวัดกำลังแขน มือ และขา

จุดประสงค์

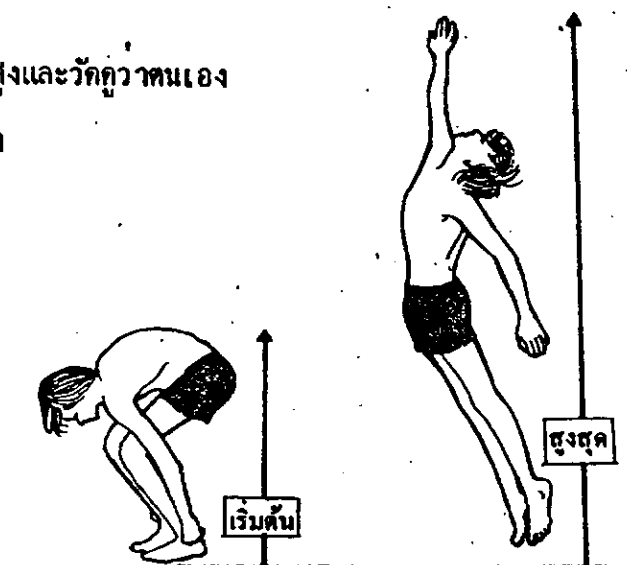
1. บอกได้ว่า แรงกด แรงกดอด แรงยัก และแรงที่ใช้ในการกระโดดนั้นแตกต่างกัน
2. อธิบายได้ว่า แรงต่าง ๆ ที่ใช้ในแต่ละกิจกรรม แต่ละอย่างนั้น แตกต่างกัน เพราะเหตุใด ในคนเดียวกันและในแต่ละคน

วิธีทำ

1. ให้นักเรียนแต่ละคนวัดกำลังของกล้ามเนื้อโดยใช้เครื่องชั่งน้ำหนัก ดังรูป ก ข และ ค แล้วอ่านน้ำหนักจากเข็มชี้หลังจากออกแรงกดลงไปแล้ว 5 วินาที และบันทึกผลลงในตาราง



2. ให้นักเรียนลองกระโดดสูงและวัดสูงกว่าตนเอง กระโดดโคสูงเท่าไร แล้วบันทึกผลลงในตาราง



ตารางบันทึกผลการทดลอง

กิจกรรม	น้ำหนักที่วัดได้(กิโลกรัม)	แรงที่ออก. (นิวตัน) นิวตัน = กิโลกรัม $\times$ 10
แรงกดฝ่ามือ		
แรงยืคของนิ้ว		
แรงกด (กดคเครื่องชั่ง)		

ความสูงที่ยกมือขึ้นสูงสุด (ซ.ม.)	ความสูงที่กระโดดถึง(ซ.ม.)	ความสูงที่กระโดดได้ (ซ.ม.)

สรุปผลการทดลอง _____

โดยปกติแล้วคนที่ออกกำลังกายสม่ำเสมอจะมีกล้ามเนื้อที่แข็งแรง มีความตึงตัวไม่เหนียวลึบหรือหย่อนยาน ทำให้การทำงานทั้งระบบมีประสิทธิภาพ เพราะได้ทำงานอย่างเต็มที่เสมอ ๆ กล้ามเนื้อสามารถที่จะยืดได้ นักกีฬากระโดดไกล เมื่อฝึกกำลังขาอยู่เป็นประจำจะทำให้กล้ามเนื้อขาแข็งแรง และสามารถกระโดดได้ไกลมากกว่าเดิมยิ่งขึ้น

คนที่ออกกำลังกายสม่ำเสมอจะไม่รู้สึกเหนื่อยเมื่อยล้าง่าย เมื่อต้องทำงานหนักไหม เพราะกล้ามเนื้ออยู่ในสภาพพร้อมที่จะทำงานอยู่แล้ว การออกกำลังกายที่สม่ำเสมอไม่เพียงแต่จะช่วยเสริมสร้างความแข็งแรงและกำลังให้กับกล้ามเนื้อเท่านั้น ยังช่วยทำให้การทำงานของปอด หัวใจ และการหมุนเวียนเลือดมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้นด้วย

ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ

นักเรียนคงเคยรู้สึกเห็นเคเห็นอยเมื่อยล้า หรือรู้สึกเจ็บปวดกล้ามเนื้อ หรือเป็นตะคริวมาบ้าง หรือไม่ว่าความเมื่อยล้า ความเจ็บปวดกล้ามเนื้อ หรือการเป็นตะคริวนั้นเกิดจากอะไร บางทีการทดลองต่อไปนี้อาจจะช่วยให้คุณนักเรียนอธิบายถึงสาเหตุเหล่านี้ได้

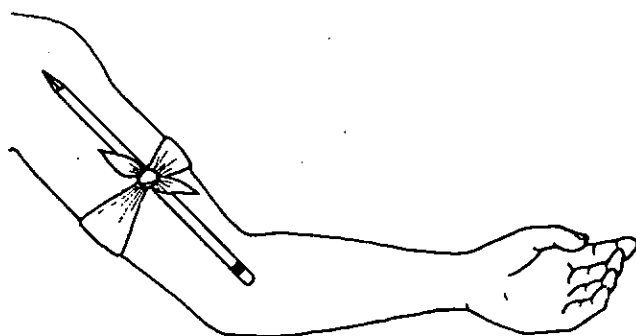
การทดลอง 9 การทดสอบเพื่อหาสาเหตุที่ทำให้กล้ามเนื้อเกิดการล้า

จุดประสงค์

สามารถอธิบายสาเหตุที่ทำให้กล้ามเนื้อเมื่อยล้าได้

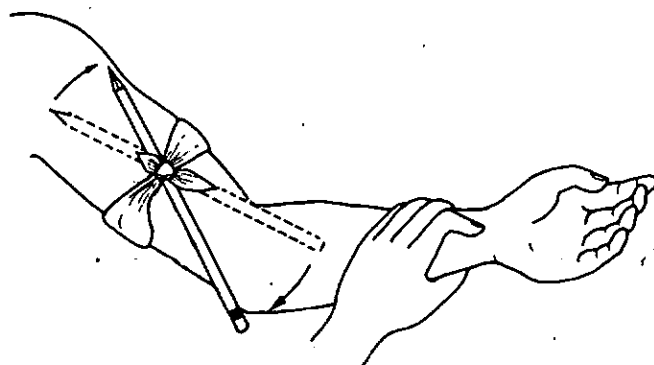
วิธีทำ

1. ให้นักเรียนคนที่ 1 วางแขนทั้งสองข้างราบลงบนโต๊ะ ให้คนที่ 2 ใช้ผ้าเช็ดหน้าผูกมัดแบบห้ามเลือดแขนซ้ายท่อนบนของคนที่ 1 แล้วใช้คินสอสอดเข้าไป (ดังรูป)



2. นักเรียนคนที่ 2 คลำชีพจรคนที่ 1 (ดังรูป) หมุนคินสอบิดผ้าเช็ดหน้ารัดให้แน่นจนชีพจร

ที่แขนหยุดเต้น



3. ให้คนที่ 1 กำมือทั้งสองข้างเข้าและคลายออกซ้ำ ๆ ด้วยอัตรา 1 ครั้ง/วินาที ทำไปเรื่อย ๆ จนทำต่อไปอีกไม่ไหวแล้ว ให้รับปล่อยที่รักแขนออก บันทึกเวลาที่ทำทั้งหมด

4. นักเรียนอาจทำ 1 - 3 ซ้ำ แต่ด้วยอัตราที่เร็วขึ้นกว่าเดิม เปรียบเทียบเวลาทั้งหมดกับครั้งแรกที่บันทึกไว้

ตารางบันทึกผลการทดลอง

ตั้งแต่เริ่มกำ - คลายมือจนไม่สามารถทำต่อไปอีกเพราะชาหรือปวด			
อัตรา 1 ครั้ง/วินาที		อัตรามากกว่า 1 ครั้ง/วินาที	
แขนซ้าย	แขนขวา	แขนซ้าย	แขนขวา

สรุปผลการทดลอง

ความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อ คือ การที่กล้ามเนื้อไม่สามารถหดตัวและคลายตัวได้ตามที่สมองสั่งการ ทั้งนี้เนื่องจากไกลโคเจนในกล้ามเนื้อสลายตัวไปหมด อาหารและก๊าซออกซิเจนจากเลือดเข้าไปหล่อเลี้ยงไม่พอ ในกรณีที่ร่างกายอ่อนแอแสดงว่าขาดอาหารหรือก๊าซออกซิเจนอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือบางครั้งเนื่องจากความเครียดทางอารมณ์ก็เช่นเดียวกัน ในบางครั้งที่ร่างกายต้องออกกำลังมาก และติดต่อกันเป็นเวลานาน ๆ มักจะเกิดอาการเกร็งที่เรียกว่าตะคริวก็มีสาเหตุเกี่ยวกับอาการเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อนั่นเอง ผิดกันตรงที่ว่าตะคริวจะเป็นอาการเกร็ง ดังนั้นหลังจากที่ออกกำลังกาย หรือทำงานทั้งวัน เราจึงจำเป็นต้องพักผ่อนให้พอเพียงเพื่อชดเชยความรู้สึกเหน็ดเหนื่อยเมื่อยล้าให้หมดไป

แบบทดสอบ

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

1. ส่วนประกอบของร่างกายส่วนใหญ่ประกอบด้วยอะไร

ก. กระดูก	ข. ผิวหนัง
ค. กล้ามเนื้อ	ง. ประสาทและเส้นเลือด
2. การจัดแบ่งประเภทของกล้ามเนื้อข้อใดถูกต้อง

ก. 2 ประเภท กล้ามเนื้อลาย และกล้ามเนื้อเรียบ	
ข. 3 ประเภท กล้ามเนื้อยึดกระดูก กล้ามเนื้อเรียบ กล้ามเนื้อหัวใจ	
ค. 2 ประเภท กล้ามเนื้อใช้อำนาจจิตใจ และกล้ามเนื้อนอกอำนาจจิตใจ	
ง. ข้อ ข และข้อ ค ถูก	
3. กล้ามเนื้อประเภทใดที่พบมากที่สุดในร่างกาย

ก. กล้ามเนื้อเรียบ	ข. กล้ามเนื้อหัวใจ
ค. กล้ามเนื้อยึดกระดูก	ง. กล้ามเนื้อนอกอำนาจจิตใจ
4. กล้ามเนื้อทำงานได้โดยวิธีใด

ก. หดตัว	ข. คลายตัว
ค. ขยายตัว	ง. หดตัวและคลายตัว
5. สิ่งใดที่ยึดกล้ามเนื้อติดกับกระดูก

ก. เทนคอน	ข. กล้ามเนื้อ
ค. เส้นเลือด	ง. กระดูกอ่อน
6. หน้าที่หลักของกล้ามเนื้อคืออะไร

ก. ห่อหุ้มกระดูก	ข. ห่อหุ้มอวัยวะภายใน
ค. ทำให้อวัยวะต่าง ๆ เคลื่อนไหว	ง. ประกอบกับกระดูกเป็นร่างกาย
7. หลังงานของกล้ามเนื้อได้มาจากไหน

ก. จากน้ำในกล้ามเนื้อ	ข. จากไขมันใต้ผิวหนัง
ค. เลือดที่เข้ามาหล่อเลี้ยง	ง. จากเซลล์ของกล้ามเนื้อที่สลายตัว

8. สาเหตุอะไรที่ทำให้นักกีฬาแข็งแรงกว่าคนปกติ

ก. นักกีฬามีเทคนิคดีกว่า

ข. นักกีฬามีพลังงานมากกว่า

ค. นักกีฬามีกล้ามเนื้อมากกว่า

ง. นักกีฬาฝึกฝนจนมีประสิทธิภาพกล้ามเนื้อดีกว่า

9. ผลพลอยได้จากการออกกำลังกายบ่อย ๆ คืออะไร

ก. ตัวใหญ่ขึ้น

ข. ปอดและหัวใจแข็งแรง

ค. รับประทานอาหารไ้มาก

ง. นอนหลับพักผ่อนได้เต็มที่

10. ทำอย่างไรจึงจะทำให้กล้ามเนื้อมีพลังงานมากขึ้น

ก. พักผ่อนมาก ๆ

ข. ฝึกฝนออกกำลังกายบ่อย ๆ

ค. รับประทานอาหารมาก ๆ

ง. ฝึกฝนออกกำลังกายและรับประทานอาหารให้ถูกส่วน

6. ระบบประสาท

หน้าที่สำคัญอย่างหนึ่งของระบบประสาทคือควบคุมการทำงานของร่างกาย การเคลื่อนไหวที่เกิดจากการทำงานของกล้ามเนื้อ ก็เป็นส่วนหนึ่งที่ควบคุมโดยระบบประสาท กล้ามเนื้อที่ปราศจากเส้นประสาทไปกระตุ้นก็เปรียบได้กับรถยนต์ที่ปราศจากแบตเตอรี่และคนขับ การที่นักเรีณเตะฟุตบอล ตีโป่งปอง เล่นยิมนาสติก วิ่ง เตะ ทุก ๆ ส่วนของร่างกายเคลื่อนไหวอย่างมีจังหวะเป็นระเบียบเรียบร้อย คล่องแคล่ว ว่องไว ไม่ งุ่มง่าม ตะกุกตะกักหรือชักเซิน ก็เพราะการทำงานที่ประสานกันอย่างดีระหว่างกล้ามเนื้อต่าง ๆ กับประสาท ที่เกี่ยวข้อง การประสานงานระหว่างกล้ามเนื้อกับประสาทที่ควบคุมสามารถที่จะฝึกได้ โ้ให้นักเรีณลองฝึกทำสิ่งต่อไปนี้

การทดลอง 10 การฝึกทักษะบางอย่าง

จุดประสงค์

1. สามารถสรุปได้ว่า ทักษะบางอย่างสามารถฝึกฝนได้
2. สามารถอธิบายได้ว่า ทักษะในการทำกิจกรรมบางอย่างที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นได้ เมื่อประสาทกับกล้ามเนื้อทำงานประสานกันเป็นอย่างดี

วิธีทำ

1. ให้เลี้ยงไม้บรรทัดหรือไม้กลม ๆ บนนิ้ว (ดูรูปประกอบ)



2. โยนลูกบอล 3 ลูก ไปมาระหว่างมือทั้งสองข้าง (ดูรูปประกอบ)

3. ทำการทดลองข้อ 1 - 2 เป็นเวลา 1 อาทิตย์ โดยใช้เวลาฝึกเท่า ๆ กันเสมอ ให้สังเกตว่าทำได้ดีขึ้นมากน้อยอย่างไร

○ ในการฝึกทั้งสองอย่าง นักเรียนใช้ประสาทส่วนใดช่วยมากที่สุดในการเรียนรู้ และแก้ไขข้อผิดพลาดจนกลายเป็นทักษะ

○ การฝึกทั้งสองอย่างจนกระทั่งชำนาญใช้เวลาเท่ากันหรือไม่ อย่างไร และถ้าหากใช้เวลาต่างกัน นักเรียนจะอธิบายถึงความแตกต่างนี้อย่างไร

การทำงานประสานกันระหว่างกล้ามเนื้อ กับระบบประสาทนั้นมีการพัฒนาเป็นขั้น ๆ นับตั้งแต่แรกเกิด นักเรียนคงเคยเห็นเด็กเล็ก ๆ หัดคลาน หัดยืนและหัดเดิน หัดพูด ว่ามีการเปลี่ยนแปลงเป็นขั้น ๆ อย่างไร เด็กที่มีระบบประสาทที่เจริญตามปกติจะมีการพัฒนาเรียนรู้และเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ตรงข้ามกับเด็กที่พิการทางสมอง หรือทางระบบประสาท การพัฒนาจะเป็นไปอย่างช้า ๆ หรือไม่พัฒนาเลย

สมอง

ระบบประสาทส่วนกลางประกอบด้วยสมอง และไขสันหลัง โดยมีสมองเป็นศูนย์กลางการควบคุมทั้งหมดเปรียบได้กับคอมพิวเตอร์ สมองมีหลายส่วน แต่ละส่วนมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด แม้จะทำหน้าที่คนละอย่าง ให้นักเรียนทำการทดลองต่อไปนี้

การทดลอง 11 การทดสอบความจำจากการสังเกต

จุดประสงค์

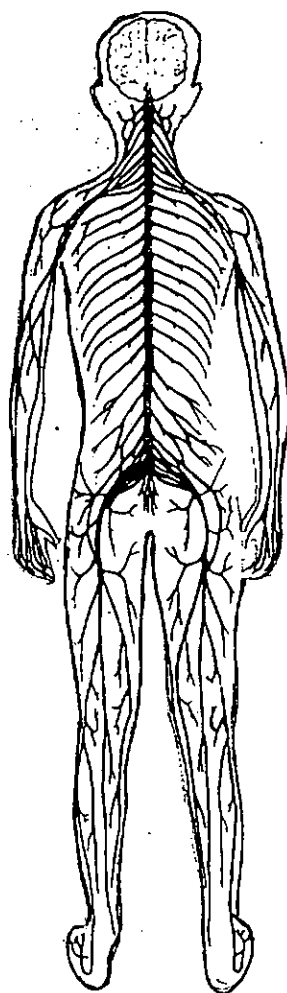
1. สามารถบอกได้ว่าตนเองมีความสามารถในการจดจำ และช่างสังเกตเพียงใด
2. สามารถสรุปได้ว่า สมองเป็นศูนย์กลางของความทรงจำ และความสามารถในการจำของแต่ละคนไม่เหมือนกัน

วิธีทำ

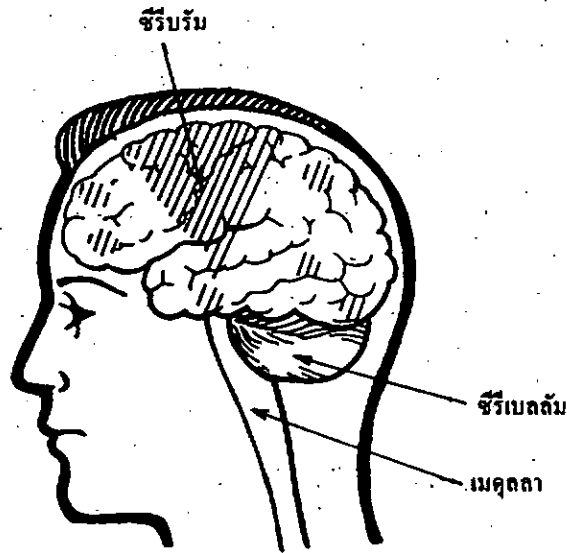
ให้นักเรียนศึกษาภาพโปรงใสซึ่งแต่ละคนในภาพกำลังทำกิจกรรมต่าง ๆ กันเป็นเวลา

ตารางบันทึกผลการทดลอง

บุคคลที่เห็นคนเฝ้า	เพศ	กิจกรรมที่กำลังทำ	ถูก ผิด	คะแนน
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				



รูป 28 แสดงระบบประสาท



รูป 29 แสดงส่วนประกอบที่สำคัญของสมอง

สมอง (Brain) อยู่ภายในกระโหลกศีรษะ สามารถแบ่งเป็นสามส่วนใหญ่ ๆ คือ

- ซีรีบรัม (Cerebrum) เป็นสมองส่วนใหญ่ ทำหน้าที่เกี่ยวกับความจำ สมองส่วนนี้มีคลื่นสมองมากมาย ซึ่งเป็นสิ่งบ่งบอกความฉลาด
- ซีรีเบลลัม (Cerebellum) อยู่ตรงท้ายทอย ทำหน้าที่เกี่ยวกับการทรงตัว
- เมดูลลา ออบลองกาตา (Medulla oblongata) เป็นสมองส่วนที่ติดต่อกับไขสันหลัง ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมกิจกรรมต่าง ๆ ในร่างกายที่เป็นไปแบบอัตโนมัติ

ตาราง 4 แสดงส่วนประกอบและหน้าที่ของสมอง

ส่วนของสมอง	หน้าที่การทำงาน
ซีรีบรัม	รับความรู้สึก ความจำ ความคิด บังคับส่วนต่าง ๆ ของร่างกายให้ทำงาน เช่น เขียนหนังสือ พูด เดิน ฯลฯ
ซีรีเบลลัม	รักษาสสมดุลของร่างกาย ประสานการทำงานของกล้ามเนื้อเมื่อทำกิจกรรมต่าง ๆ
เมดูลลา ออบลองกาตา	ควบคุมการเต้นของหัวใจ การหายใจ การย่อยอาหาร และปฏิกิริยาตอบสนองที่อยู่เหนืออำนาจจิตใจ

○ ส่วนใดของสมองที่ใหญ่ที่สุด และควบคุมประสาทสัมผัส

○ การเป็นลมเกิดจากสาเหตุอะไร และมีวิธีแก้ไขง่าย ๆ ที่ถูกต้องอย่างไร

สมองเป็นส่วนที่ทำให้เรารู้สึกเจ็บปวด และรู้สึกสัมผัส สมองต้องการพลังงานมาก เพราะเป็นเซลล์ที่ต้องทำงานอยู่ตลอดเวลา โดยการแปรสัญญาณซึ่งส่งมาจากประสาทรับสัมผัสต่าง ๆ ส่วนที่เป็นสมองหนักไม่เกิน 2 % ของน้ำหนักตัว เซลล์สมองซึ่งมีประมาณ 10 ล้านล้านเซลล์ ต้องใช้เลือกมาหล่อเลี้ยงถึง 20 % ของปริมาณเลือดทั้งหมดที่มีอยู่ในร่างกาย และใช้ก๊าซออกซิเจนถึง 25 % ของก๊าซออกซิเจนทั้งหมดที่มีอยู่ในกระแสเลือด เซลล์สมองจะขาดเลือดและออกซิเจนได้ไม่เกิน 4 นาที ถ้าหากเกินนี้ไปแล้ว เซลล์สมองจะถูกทำลายไปอย่างถาวร

ข้อสังเกต

ตามปกติเมื่อมีสิ่งเร้าซึ่งจะเป็นอะไรก็ได้จากสิ่งที่อยู่รอบ ๆ ตัว เราจะมีปฏิกิริยาตอบโต้ โดยตั้งใจหรือไม่ตั้งใจก็ได้ ปฏิกิริยาตอบโต้อย่างรวดเร็ว กระพริบตาโดยไม่ทันคิด เรียกว่า กริยาสนองฉับพลัน เป็นปฏิกิริยาที่น่าสนใจและสำคัญมาก ปฏิกิริยาหนึ่งของร่างกายที่อาจแสดงให้เห็นถึงสภาพบางอย่างเกี่ยวกับระบบ

ประสาทที่เกิดขึ้นในร่างกายของผู้ป่วยแก่แพทย์ผู้วินิจฉัยโรคได้ ลองทดสอบกริยาสนองฉับพลัน และเวลาที่ร่างกายใช้ในปฏิกิริยาตอบสนองจากการทดลองง่าย ๆ ดังต่อไปนี้



การทดลอง 12 กริยาสนองฉับพลันและความเร็วของปฏิกิริยาตอบสนอง

จุดประสงค์

1. สามารถอธิบายเกี่ยวกับกริยารีเฟล็กซ์พร้อมทั้งยกตัวอย่าง
2. สามารถบอกได้ว่าตนเองมีปฏิกิริยาตอบสนองรวดเร็วหรือช้าเพียงใด และฝึกให้ปฏิกิริยาตอบสนองรวดเร็วขึ้น

วิธีทำ ตอน 1

1. ให้นักเรียนนั่งไขว่ห้าง ทำตัวให้สบาย และหลับตาให้สนิท
2. ให้เพื่อนอีกคนใช้ส้อมคีบเบา ๆ ที่ใต้หัวเข่า สังเกตและบันทึกผล
3. ทำข้อ 1 - 2 ซ้ำ โดยสังเกต สังเกตและบันทึกผล

ตอน 2



1. ให้นักเรียนถือแผ่นกระดาษแข็งสำหรับวัดเวลาตอบสนองเหนือมือของนักเรียนอีกคนหนึ่ง (ครูประกอบ) ซึ่งทำท่าพร้อมที่จะจับแผ่นกระดาษแข็งนั้น
2. คนที่ถือปล่อยกระดาษแข็งทันที ไม่ให้อีกคนรู้ตัว บันทึกเวลาที่ปรากฏบนแผ่นกระดาษที่นิ้วจับไว้ได้
3. ทำข้อ 1 - 2 ประมาณ 5 ครั้ง แล้วเฉลี่ยผลหาเวลาที่ใช้ในการตอบสนอง

ผลการทดลอง ตอน 1

กิจกรรมที่ทดลอง	ผลการทดลอง
นั่งหลับตา	
นั่งลืมตา	

ผลการทดลอง ตอน 2

ครั้งที่	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
เวลา (วินาที)						

สรุปผลการทดลอง

กรีฑาส่งฉบับหลัก ควบคุมโดยไขสันหลัง และเส้นประสาท 2 เส้น คือ ประสาทรับและนำสัญญาณ กับประสาทสั่งการ ประสาทรับและนำสัญญาณทำหน้าที่รับและส่งสัญญาณความรู้สึกที่สัมผัสไปยังไขสันหลัง และไขสันหลังส่งสัญญาณให้ประสาทสั่งการไปกระตุ้นกล้ามเนื้อให้ทำงานในทันที ในปฏิกิริยาตอบสนองชนิดนี้ มีความเร็วมากประมาณ 40 - 75 ม./วินาที หรือ 140 ถึง 270 กม./ชม. กรีฑาส่งฉบับหลักเป็นปฏิกิริยาตอบสนองแบบอัตโนมัติฉบับหลัก โดยไม่ต้องผ่านสมอง คือไม่ต้องคิดเลยภายหลังจากการเกิดกรีฑาส่งฉบับหลัก แล้วจะมีปฏิกิริยาตอบสนองที่ต่อผ่านสมองตามมา ทำให้เกิดความรู้สึกและลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นได้

○ให้นักเรียนยกตัวอย่างกรีฑาส่งฉบับหลักอื่น ๆ มาอีกสัก 2 - 3 อย่าง

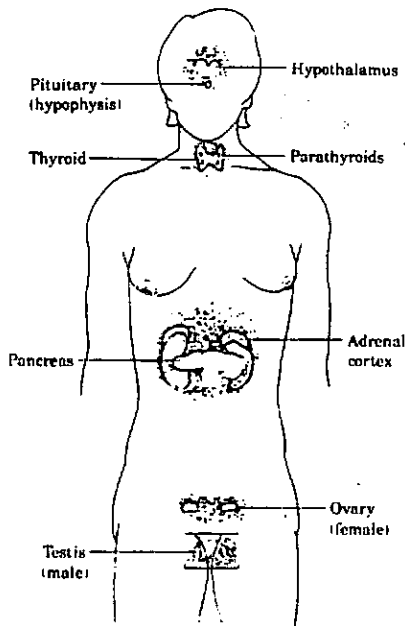
สำหรับปฏิกิริยาตอบสนองที่ผ่านสมองจะใช้เวลานานน้อยกว่ากัน จากการวัดเวลาที่ใช้ในการตอบสนองที่นักเรียนได้ทดสอบไปในการทดลอง 12 ตอน 2 ประสาทคาต้องส่งสัญญาณไปยังสมองและสมองสั่งการไปยังกล้ามเนื้อที่นิ้วมือ เวลาที่ใช้จะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น การรับรู้ของตาหรือประสาทสัมผัสอื่น ๆ ว่า รับรู้ใครวกรเร็วเพียงไร และขึ้นอยู่กับสภาพความพร้อมของร่างกายด้วย คนที่มีปฏิกิริยาตอบสนองรวดเร็วจะสามารถหลีกเลี่ยงภัยต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นได้ดีกว่าคนที่ปฏิกิริยาตอบสนองช้า ดังนั้นนักเรียนควรที่จะได้ฝึกสภาพร่างกาย ให้มีความว่องไว กลองแคล่วอยู่เสมอ หลีกเลี่ยงสิ่งที่จะเป็นตัวลบลปฏิกิริยาตอบสนองให้ช้าลง เช่น การดื่มเครื่องดื่มของเมาทุกชนิด ยากระตุ้นประสาท ยาระงับประสาท เป็นต้น

กระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในร่างกายนอกจากจะได้รับการกระตุ้น ควบคุมและประสานงาน โดยอาศัยระบบประสาทแล้วยังต้องอาศัยการกระตุ้นและควบคุมโดยสารเคมีที่เรียกว่า ฮอร์โมนอีกด้วย ฮอร์โมนเป็นสารเคมีที่ผลิตโดยต่อมไร้ท่อ และส่งไปทั่วร่างกายตามกระแสเลือด เพื่อไปกระตุ้นหรือหยุดหรือควบคุมประสานการทำงานของเนื้อเยื่อและอวัยวะให้เป็นไปอย่างปกติ

ต่อมไร้ท่อ

ต่อมไร้ท่อในร่างกายของเรามีดังนี้

1. ต่อมใต้สมอง (Pituitary gland) เป็นศูนย์กลางการใหญ่ของร่างกาย มีหน้าที่สร้างฮอร์โมนที่ควบคุมการทำงานของต่อมไร้ท่ออื่น ๆ ต่อมหมวกไต และระบบสืบพันธุ์ ควบคุมการตกไข่ และการสร้างตัวสุจิ (สเปิร์ม) นอกจากนี้ยังสร้างฮอร์โมนเกี่ยวกับการเจริญเติบโตของร่างกายควบคุมระดับน้ำในร่างกายและการบีบตัวของมดลูกในเพศหญิงขณะคลอดอีกด้วย



รูป 30 แสดงตำแหน่งของต่อมไร้ท่อ

2. ต่อมหมวกไต (Adrenal gland) อยู่ที่ยอดของไต แบ่งออกเป็น 2 ชั้น ชั้นในสร้างอะดรีนาลิน ซึ่งมีคุณสมบัติเหมือนสารที่หลั่งจากปลายประสาทอัตโนมัติ จะกระตุ้นร่างกายทุกส่วนให้เตรียมพร้อม ส่วนชั้นนอกสร้างฮอร์โมนควบคุมการเผาผลาญอาหาร (Cortisol) ควบคุมการดูดซึมเกลือที่ไต (aldosterone) และสร้างฮอร์โมนเพศโคโรน (แอนโดรเจน เอสโตรเจน)

3. ต่อมไทรอยด์ (Thyroid gland) สร้างฮอร์โมน มีหน้าที่ควบคุมการเผาผลาญของอาหาร และรักษาระดับอุณหภูมิของร่างกาย

4. ต่อมพาราไทรอยด์ (Parathyroid gland) อยู่ใต้ต่อมไทรอยด์ มีหน้าที่ควบคุมระดับแคลเซียมและฟอสฟอรัสของร่างกาย

5. ต่อมภายในตับอ่อน (Islet of Langerhan) สร้างฮอร์โมนที่เรียกว่าอินซูลิน ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมระดับน้ำตาลของร่างกาย ถ้าขาดฮอร์โมนชนิดนี้ จะทำให้เป็นโรคเบาหวาน

6. รังไข่ (Ovary) ในเพศหญิง และอัณฑะ (Testis) ในเพศชาย มีหน้าที่สร้างฮอร์โมนเพศ ซึ่งอยู่ภายใต้การควบคุมของต่อมใต้สมองอีกทอดหนึ่ง

ฮอร์โมนเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับร่างกายของเรา และจะต้องมีปริมาณพอดีกับความต้องการของร่างกาย จึงจะทำให้ร่างกายมีความเป็นปกติ ถ้าปริมาณของฮอร์โมนในร่างกายมากเกินไปหรือน้อยเกินไปก็จะทำให้ร่างกายมีอาการผิดปกติ ตัวอย่างที่เห็นได้บ่อย ๆ เช่น หงุดหงิด จากการทำงานของต่อมไทรอยด์สร้างฮอร์โมนมากเกินไปหรือน้อยไป คนแก่หรือคนที่เป็นโรคเบาหวาน จากต่อมใต้สมองทำงานผิดปกติ พวกที่เป็นเบาหวานจากต่อมในตับอ่อนสร้างฮอร์โมนอินซูลินน้อยไป เป็นต้น

7. พลังงานในร่างกาย

กิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นทั้งภายในและภายนอกร่างกายไม่ว่าจะเป็นการเต้นของหัวใจ การรู้สึกนึกคิด การแก้ปัญหา การหัวเราะ ร้องไห้ ร้องเพลง กระโดดโลดเต้น ที่ก่อให้เกิดความมีชีวิตชีวาทั้งหลายนั้น นักเรียนย่อมตระหนักดีแล้วว่าสิ่งเหล่านี้ต้องใช้พลังงานทั้งสิ้น พลังงานที่ใช้ในการทำงานของเครื่องจักรกล เราสามารถจะหาค่าออกมาเป็นตัวเลขได้ พลังงานที่ใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของร่างกายก็สามารถหาค่าได้เช่นกัน โดยการวัดปริมาณออกซิเจนที่ร่างกายใช้ไปตามวิธีการทดลองต่อไปนี้

การทดลอง 13 การวัดพลังงาน

จุดประสงค์

1. คำนวณค่าพลังงานที่ได้จากการหายใจใน 1 นาที
2. สรุปได้ว่า ปริมาตรของการใช้ออกซิเจนที่ใช้ในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับธรรมชาติของงานโดยตรง คือ งานที่ใช้พลังงานมากก็ใช้ออกซิเจน

อุปกรณ์

1. กระบอกตวงขนาด 100 ลบ.ซม.	1 อัน
2. อ่างพลาสติกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง	30 ซม. 1 ใบ
3. หลอดพลาสติกยาว 35 ซม.	1 อัน
4. นาฬิกา	1 เรือน

วิธีทำ ตอน 1

1. นั่งพักอย่างสงบประมาณ 1 นาที ใช้นิ้วชี้ชี้ที่รูจมูกสัมผัสผิวนิ่วหน้า นับจำนวนที่สูดลมเข้าออกใน 1 นาที บันทึกผล
2. ทำข้อ 1 ประมาณ 5 ครั้ง เพื่อหาค่าเฉลี่ย

ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอน 1

ครั้งที่	อัตราการสูดลมหายใจ (จำนวนครั้ง/นาที)
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
ค่าเฉลี่ย	

วิธีทำ ตอน 2



1. เติมน้ำให้เต็มกระบอกตวงขนาด 100 cm^3 แล้วคว่ำลงในเบ็กเกอร์ที่มีน้ำบรรจุอยู่อย่างให้น้ำในกระบอกตวงไหลออกมา
2. สูดลมหายใจเข้าในอัตราเดียวกับที่ทำในตอน 1 แล้วปล่อยลมออกทางหลอดพลาสติกซึ่งปลายอีกข้างหนึ่งจุ่มอยู่ในกระบอกตวง (ดูรูปประกอบ) อ่านปริมาตรที่ถูกอากาศแทนที่ บันทึกผล
3. ทำตามข้อ 1 - 2 อีก 2 ครั้ง หาค่าเฉลี่ย

ตารางบันทึกผลการทดลอง ตอน 2

ครั้งที่	ปริมาตรอากาศที่หายใจออก
1.	
2.	
3.	
ค่าเฉลี่ย	

อากาศที่สูดเข้าไปในจำนวน $20,000 \text{ cm}^3$ ปริมาตรของก๊าซออกซิเจนที่แพร่
เข้าในกระแสลีดอก จะมีค่าเพียง $1,000 \text{ cm}^3$ เท่านั้น

ปริมาตรออกซิเจน $1,000 \text{ cm}^3$ ในกระแสลีดอกเมื่อร่างกายนำไปใช้ให้
พลังงานออกมาซึ่งค่า 19.2 กิโลจูล

- ☐ ปริมาตรอากาศที่นักเรียนสูดลมหายใจเข้าไปใน 1 นาที มีค่าเท่ากับเท่าไร
- ☐ ปริมาตรของก๊าซออกซิเจนที่ถูกดูดซึมเข้าไปในกระแสลีดอกใน 1 นาที มีค่าเท่าไร
- ☐ ใน 1 นาที ของการหายใจของนักเรียนใช้พลังงานกี่จูล (หรือกิโลจูล)

ตารางแสดงปริมาณพลังงานที่ใช้ในกิจกรรมบางอย่าง

กิจกรรม	ปริมาตร O_2 ที่ใช้ cm^3 / นาที	ปริมาณพลังงานที่ใช้ กิโลจูล/นาที
นอน	230	4.4
นั่ง	250	4.5
ยืน	310	6.0
ทำสวน	1080	20.7
เทนนิส	1500	28.8
ชกมวย	2950	56.6

การที่จะวัดพลังงานที่ใช้ในแต่ละกิจกรรมโดยทางตรงนั้นเป็นการยากที่จะทำได้ แต่สามารถที่จะวัดได้โดยทางอ้อม คือการวัดปริมาณออกซิเจนที่สูดเข้าและออกขณะที่ทำกิจกรรมนั้น ๆ และคำนวณออกมา ถึงที่นักเรียนได้ทำการทดลองไปแล้ว จากตารางจะเห็นได้ว่า ยิ่งงานหนักยิ่งต้องใช้พลังงานมาก และปริมาณออกซิเจนที่ใช้ก็มากขึ้นและระบบหายใจ ระบบการหมุนเวียนเลือดมีส่วนเกี่ยวข้องมาก กว่าครึ่งหนึ่งของพลังงานที่ได้จากการหายใจจะถูกนำไปใช้เพื่อกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการมีชีวิตอยู่ของร่างกายไม่ว่าจะอยู่ในรูปของพลังงานกล พลังงานความร้อน พลังงานเคมี นอกจากนี้เรายังต้องใช้พลังงานอีกส่วนหนึ่ง เพื่อทำกิจกรรมอื่น ๆ ในการดำเนินชีวิตประจำวันและการเจริญเติบโต

○ พลังงานในร่างกายได้มาจากไหน และอย่างไร

เมื่อนักเรียนตอบคำถามข้างบนนี้แล้ว ขอให้คิดต่อไปว่า ในร่างกายเรามีระบบอะไรบ้างที่เกี่ยวข้องในการที่จะป้อนวัตถุดิบให้เซลล์เพื่อที่จะได้ผลิตพลังงานขึ้นมาใช้ในการดำรงชีวิต

ถ้าได้กล่าวมาแล้วว่า ร่างกายเราเปรียบได้กับเครื่องจักรกล เครื่องจักรกลทุกชนิดเมื่อทำงานก็อาศัยพลังงานที่ได้มาจากการเผาผลาญเชื้อเพลิง เมื่อเกิดการเผาผลาญเชื้อเพลิงก็ย่อมได้ทั้งพลังงานและของเสียซึ่งมีพิษและไร้ประโยชน์ จึงต้องมีการทำลายและขจัดทิ้งนั้นเพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและยืดอายุความคงทนของเครื่องกล ร่างกายของคนเราก็เช่นเดียวกัน เมื่อมีกระบวนการการหายใจเพื่อให้ได้พลังงานออกมานั้นก็เกิดของเสียขึ้นมาด้วย และของเสียเหล่านี้จะเกิดเป็นพิษขึ้นมา ถ้าหากไม่มีการกำจัดออกจากร่างกาย นักเรียนคงจะบอกได้ว่าร่างกายเรามีวิธีการหรือระบบอะไรบ้างในการที่จะขจัดของเสียเหล่านี้และของเสียที่ขจัดเหล่านี้อะไรบ้าง

นักเรียนคงจะเห็นแล้วว่าระบบต่าง ๆ มีส่วนเกี่ยวข้องและประสานงานกันอย่างไร และเท่าที่นักเรียนได้ศึกษามาในบทนี้ ก็ได้ครอบคลุมเนื้อหารายละเอียดเป็นบางระบบเท่านั้น ยังมีอีกหลายระบบที่ไม่ได้กล่าวถึง แต่ก็มีหลายระบบที่นักเรียนเคยและได้ศึกษามาบ้างแล้ว เช่น ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบขับถ่าย ระบบสืบพันธุ์ ระบบย่อยอาหาร ระบบหายใจ ซึ่งนักเรียนก็คงเข้าใจในหน้าที่และความสำคัญของแต่ละระบบเป็นอย่างดีว่าช่วยทำให้ร่างกายดำเนินชีวิตอย่างปกติได้อย่างไร และนักเรียนก็คงจะตระหนักดีว่าทุกระบบในร่างกายมีความสำคัญเท่าเทียมกัน แต่ละระบบทำหน้าที่สำคัญ ๆ ไม่ยิ่งหย่อนไปกว่ากันเลย การเอาใจใส่ การบำรุงรักษา ร่างกายทุก ๆ ส่วนจึงจำเป็นอย่างยิ่ง คงไม่มีใครที่จะไม่รักร่างกายของตนเอง และคงไม่มีอะไรที่จะมีค่ามากกว่า การเป็นเจ้าของร่างกายที่สมบูรณ์ แข็งแรง ปราศจากโรคภัยไข้เจ็บทั้งหมด สมดังคำกล่าวที่ว่า "อโรคยา ปรมา ลาภา" เป็นต้น

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบสอบถามเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

เรื่อง ร่างกายของเรา

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียน 2, 3

เวลา 1 ชั่วโมง คะแนนเต็ม 50 คะแนน

คำชี้แจง ข้อสอบฉบับนี้มีทั้งหมด 50 ข้อ

คำสั่ง จงพิจารณาเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ลงใน
กระดานคำตอบ

1. ในการจัดระบบงานอาจเป็นดังนี้ บุคลากร → แผนก → กอง → กระทรวง
บุคลากรอาจเปรียบได้กับสิ่งในร่างกาย

- ก. เซล
- ข. อวัยวะ
- ค. เนื้อเยื่อ
- ง. แขน ขา
- จ. ระบบอวัยวะ

2. ส่วนของร่างกายส่วนใดที่ทำหน้าที่คล้ายกับโรงงานผลิตสารเคมีเพื่อต่อต้านเชื้อโรค

- ก. ไต ขับ
- ข. ระบบประสาท
- ค. ผิวหนัง นัยน์ตา
- ง. ไชกระดูก ม้าม
- จ. ไชกระดูก ไชลำหลัง

3. เนื้อเยื่อชนิดใดที่เป็นส่วนประกอบของร่างกายทุกส่วน

- ก. เนื้อเยื่อผิวหนัง เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน
- ข. เนื้อเยื่อกระดูก เนื้อเยื่อประสาท
- ค. เนื้อเยื่อกระดูก เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ
- ง. เนื้อเยื่อกล้ามเนื้อ เนื้อเยื่อเกี่ยวพัน
- จ. เนื้อเยื่อประสาท เนื้อเยื่อประสาท

4. อวัยวะในข้อใดทำหน้าที่มากกว่า 1 อย่าง

- ก. ปาก ปอด หลอดลม
- ข. ปอด ผิวหนัง ลำไส้ใหญ่
- ค. ตับอ่อน ลำไส้ใหญ่ ถุงน้ำดี
- ง. สมอง กระดูก ระบบประสาท
- จ. ผิวหนัง กล้ามเนื้อ คอมโรทอ

5. ระบบใดในร่างกายที่ทำให้คนเราแตกต่างสิ่งมีชีวิตอื่น

- ก. ระบบหายใจ
- ข. ระบบขับถ่าย
- ค. ระบบประสาท
- ง. ระบบคอมโรทอ
- จ. ระบบโครงกระดูก

6. ในการสู่ลมหายใจเข้าออกโดยผ่านโพรงจมูกจะดีกว่าการหายใจผ่านทางปาก เพราะเหตุใด

- ก. เพราะโพรงจมูกเป็นทางผ่านของอากาศ ปากเป็นทางผ่านของอาหาร
- ข. เพราะโพรงจมูกอยู่ใกล้สมอง จึงควบคุมปริมาณอากาศเข้าออกได้ดีกว่า
- ค. เพราะขนเล็ก ๆ ในโพรงจมูกจะกรองอากาศที่ผ่านเข้าไป โดยดักฝุ่นละอองไว้
- ง. เพราะโพรงจมูกจะให้ความชื้นแก่อากาศที่ผ่านเข้าไป และกักน้ำจากคาร์บอนไดออกไซด์ไม่ให้เข้า
- จ. ถูกต้องทุกข้อ

7. ภายหลังจากการวิ่งแข่งขัน ร่างกายจะมีอัตราสู่ลมหายใจเข้าออกสูงมากขึ้น เพราะเหตุใด

- ก. เพราะเลือกขากอาหาร
- ข. เพราะสมองขาดออกซิเจน
- ค. เพราะมีการบอนด์ออกไซด์ในเลือดมากขึ้น
- ง. เพราะมียูเรียในเลือดมาก ไตต้องรับขจัดออก
- จ. ถูกต้องทุกข้อ

8. ข้อใดเป็นสถานการณ์ที่ถูกต้องในขณะที่คนรู้สึกลมหายใจเข้า

	กระดุกขึ้นหรือลง	กล้ามเนื้อกระบังลม	ปริมาตรทรวงอก
ก.	ยกขึ้น	ลดต่ำ	เพิ่มขึ้น
ข.	ยกขึ้น	ลดต่ำ	ลดลง
ค.	ลดลง	สูงขึ้น	เพิ่มขึ้น
ง.	ลดลง	สูงขึ้น	ลดลง
จ.	ยกขึ้น	คงเดิม	เพิ่มขึ้น

9. คนเราจะหายใจและกินอาหารพร้อมกันได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

- ก. ได้ เพราะหลอดลมและหลอดอาหารแยกจากกัน
- ข. ได้ เพราะระบบควบคุมการกิน และการหายใจไม่เกี่ยวข้องกัน
- ค. ไม่ได้ เพราะฝาปิดกล่องเสียงจะปิดหลอดลมเพื่อกินอาหาร
- ง. ไม่ได้ เพราะเพดานอ่อนจะถูกกลืนขึ้นไปปิดช่องอากาศ ทำให้อากาศไม่เข้าหลอดลม
- จ. ไม่มีเหตุผลใดถูกต้อง

10. เมื่อรับประทานขนมปัง หมูแฮม ไข่ดาว และเนย ท่านคิดว่าอาหารใดถูกย่อยเป็นอันดับแรก และอันดับสุดท้ายในทางเดินอาหาร

- ก. หมูแฮม เนย
- ข. ขนมปัง เนย
- ค. หมูแฮม ไข่ดาว
- ง. ขนมปัง ไข่ดาว
- จ. ขนมปัง หมูแฮม

11. อาหารชนิดใดจะถูกย่อยได้ดีในลำไส้เล็กของคน

- ก. เนย
- ข. ปลา
- ค. เตือก
- ง. น้ำผึ้ง
- จ. หนุ่ยยาง

12. โรคกระเพาะอาหารอักเสบเกิดจากกระเพาะหลั่งน้ำย่อย และกรดไฮโดรคลอริกออกมามากเกินไป ฉะนั้นผู้ป่วยเป็นโรคกระเพาะไม่ควรรับประทานอาหารในข้อใด

- ก. ไข่
- ข. ข้าว
- ค. ผัก
- ง. นม
- จ. เนื้อสัตว์

13. อวัยวะใดทำหน้าที่เสมือนเครื่องสูบลมโลหิต

- ก. ไต
- ข. ปอด
- ค. หัวใจ
- ง. หลอดลม
- จ. หลอดเลือด

14. ส่วนที่เป็นเซลล์ลอยอยู่ในน้ำเลือดเรียกว่าอะไร

- ก. เม็ดเลือด
- ข. แขนงเลือด
- ค. เกล็ดเลือด
- ง. หลอดเลือด
- จ. ฮีโมโกลบิน

15. พลาสมาซึ่งเป็นส่วนประกอบของเลือดทำหน้าที่อะไร
- ก. คอยต้านเชื้อโรค
 - ข. ลำเลียงกาซออกซิเจน
 - ค. ทำให้เลือดแข็งตัวเวลาเกิดแผล
 - ง. ลำเลียงของเสียไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
 - จ. ลำเลียงอาหาร เกลือแร่ และของเสียไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
16. ท่อน้ำเหลืองทำหน้าที่อะไร
- ก. สร้างสารพลาสมาโปรตีน
 - ข. ลำเลียง O_2 ไปสู่เซลล์ต่าง ๆ ของร่างกาย
 - ค. รับ CO_2 จากเซลล์และขับออกนอกร่างกายที่ปอด
 - ค. เป็นด่านจับเชื้อโรคไม่ให้ทำอันตรายต่อร่างกาย
 - จ. ลำเลียงอาหาร น้ำ และเกลือแร่ ไปยังส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย
17. ของเสียจากกระบวนการเผาผลาญอาหารของเซลล์เป็นสารพิษต่อร่างกายจะต้องกำจัดออกโดยวิธีใด
- ก. กำจัดทางปัสสาวะโดยไต
 - ข. ปอดกำจัดออกทางลมหายใจ
 - ค. ฉายอุจจาระออกทางทวารหนัก
 - ง. ข้อ ก และข้อ ข
 - จ. ข้อ ก, ข และ ค
18. ถ้าอุณหภูมิของอากาศสูงกว่าอุณหภูมิภายในร่างกาย ร่างกายจะระบายความร้อนโดยวิธีใด
- ก. ร่างกายขับเหงื่อเพิ่มขึ้น
 - ข. หายใจเข้าออกอย่างช้า ๆ
 - ค. หายใจเข้าออกอย่างรวดเร็ว
 - ง. ขมิ้นให้ผิวหนังละลาย เพื่อเป็นฉนวนกันความร้อน
 - จ. เพิ่มอัตราเมตาโบลิซึม เพื่อให้สารพลังงานสูงในร่างกายน้อยลง

19. การตกไข่ของเพศหญิงหมายถึงอะไร

- ก. การมีประจำเดือน
- ข. การที่ไข่ผสมกับอสุจิ
- ค. การที่ผนังมดลูกถูกเสริมให้หนาขึ้น
- ง. การที่ไข่ออกจากรังไข่เข้าสู่ท่อนำไข่
- จ. การที่ไข่ถูกผสมแล้วเคลื่อนที่ไปยังผนังมดลูก

20. ประจำเดือนของสตรีวัยเจริญพันธุ์เกิดจากอะไร

- ก. การสลายตัวของไข่
- ข. การสลายตัวของรังไข่
- ค. เลือดเสียที่ถูกขับออกมา
- ง. เลือดแดงที่ถูกขับออกมา
- จ. การสลายตัวของผนังมดลูก

21. อวัยวะในข้อใดเป็นแหล่งสร้างตัวอสุจิ

- ก. อัณฑะ
- ข. ท่อนำอสุจิ
- ค. คอมลูกหมา
- ง. หลอดเก็บอสุจิ
- จ. คอมนำน้ำเลี้ยง

22. คำกล่าวในข้อใดถูกต้องที่สุด

- ก. ผิวหนังมีหน้าที่ป้องกันอวัยวะภายในให้สะอาด
- ข. ชั้นหนังกำพร้าประกอบด้วยเซลล์ตายแล้วเท่านั้น
- ค. ผิวหนังแบ่งออกเป็น 2 ชั้นคือ ชั้นหนังกำพร้า และชั้นไขมัน
- ง. ชั้นหนังกำพร้าประกอบด้วย เซลล์ผิวหนังที่ทำหน้าที่ผลิตเซลล์ชั้นใหม่
- จ. การที่เราารู้สึกร้อน เพราะปลายประสาทรับความรู้สึกร้อนอยู่ในชั้นหนังกำพร้า

คำชี้แจง จงใช้ข้อมูลต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 23 - 24

นักวิทยาศาสตร์ใช้แท่งแก้วบรรจุสารละลายไอโอดีนป้ายบนนิ้วมือ ทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วกดนิ้วที่เปื้อนไอโอดีนลงบนกระดาษขาว จนกระทั่งแท่งแก้วออกมา ปรากฏว่าบนพื้นกระดาษนั้นมีจุดสีเทาน้ำเงินเป็นจำนวนมาก

23. จุดสีเทาน้ำเงินที่ปรากฏบนกระดาษนั้นเกิดจากสาเหตุใด

- ก. แท่งแก้วทำปฏิกิริยากับไอโอดีน
- ข. แท่งและไขมันทำปฏิกิริยากับไอโอดีน
- ค. ไขมันจากคอมแท่งแก้วทำปฏิกิริยากับไอโอดีน
- ง. แก้วที่ซับออกมาจากคอมแท่งแก้วทำปฏิกิริยากับไอโอดีน
- จ. น้ำจากแท่งรวมกับไอโอดีนแล้วทำปฏิกิริยากับแป้งในกระดาษ

24. การทดลองดังกล่าวมีจุดมุ่งหมายเพื่ออะไร

- ก. หาจุดของคอมแท่ง
- ข. หาจุดของคอมน้ำมัน
- ค. หาปริมาณของไขมันที่ผิวหนัง
- ง. หาปริมาณเกลือที่ถูกซับออกมา
- จ. หาปริมาณของน้ำที่ร่างกายซับออกมา

25. ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของผิวหนัง

- ก. สร้างวิตามินดี
- ข. ป้องกันเชื้อโรค
- ค. สร้างเซลล์เม็ดเลือดแดง
- ง. ควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย
- จ. ถูกทุกข้อ

26. ในร่างกายมนุษย์ชั้นของผิวหนังที่ประกอบด้วยเนื้อเยื่อไขมันทำหน้าที่เสมือนอะไร

- ก. สื่อไฟฟ้า
- ข. ฉนวนไฟฟ้า
- ค. เครื่องกักฝุ่น
- ง. ฉนวนความร้อน
- จ. เครื่องปรับอากาศ

27. สารตัวใดทำหน้าที่ถูกกลืนรังสีอุลตราไวโอเล็ต และทำให้ผิวหนังมีสีคล้ำ

- ก. สารลิกนิน
- ข. สารเคราติน
- ค. สารเมลานิน
- ง. สารเมลานิน
- จ. สารไฮโดรลีน

28. การใส่รองเท้าคับและไม่ถูกส่วนกับเท้า จะมีผลต่อเท้าอย่างไร

- ก. เป็นหูด
- ข. เป็นตะกริว
- ค. เป็นคางปลา
- ง. เป็นโรคเชื้อรา
- จ. เป็นโรคเท้าเปื่อย

29. ด้านอาหารต้องส่งเสริมสุขภาพของผิวหนังให้แข็งแรง ควรกินอาหารในข้อใด

- ก. ข้าว ส้ม ไข่
- ข. ตับ นม ผักบุ้ง
- ค. ข้าว ถั่ว เนื้อหมู
- ง. ส้ม ไข่ วุ้นเส้น
- จ. มะละกอ องุ่น เงาะ

30. กระจกในข้อใดจัดเป็นกระจกเงา

- ก. กระจกสับก กระจกสีระชะ
- ข. กระจกสันหลัง กระจกซี่โครง
- ค. กระจกสันหลัง กระจกแทน ขา
- ง. กระจกซี่โครง กระจกแทน ขา
- จ. กระจกเชิงกราน ไพลาร่า กระจกแทน ขา

31. กระจกอะไรมีรูปร่างแบน

- ก. กระจกแทน กระจกขา
- ข. กระจกนิ้วมือ กระจกนิ้วเท้า
- ค. กระจกข้อเท้า กระจกสันหลัง
- ง. กระจกสีระชะ กระจกซี่โครง
- จ. กระจกสับก กระจกสันหลัง

คำชี้แจง จงศึกษาตารางบันทึกผลการทดลองเรื่องกระจก แล้วตอบคำถามข้อ 32 - 35

ชนิดของกระจก	ลักษณะที่สังเกตเห็นเมื่อลองหักดู
กระจกธรรมดา	แข็ง ไม่สามารถหักให้โค้ง หรืองอได้
กระจกแซ่กรก	อ่อนนุ่ม โค้งงอได้ แต่หักไม่ได้
กระจกถูกเผา	แข็ง เปราะ หักง่าย โค้งงอไม่ได้

32. กระจกแซ่ในสารใดจะทำให้กระจกอ่อนตัว

- ก. น้ำ
- ข. น้ำปลา
- ค. น้ำกลั่น
- ง. โซดาไฟ
- จ. น้ำส้มสายชู

33. ส่วนประกอบอะไรของกระดูกทำให้กระดูกเหนียว

- ก. เซลล์กระดูก
- ข. โซเดียมคลอไรด์
- ค. คัลเซียมฟอสเฟต
- ง. แมกนีเซียมฟอสเฟต
- จ. คัลเซียมคาร์บอเนต

34. สิ่งใดสามารถทำลายส่วนประกอบของกระดูกส่วนที่มีชีวิตได้ง่ายที่สุด

- ก. ความเย็น
- ข. ความร้อน
- ค. ความเค็ม
- ง. สารละลายกรด
- จ. สารละลายเบส

35. ข้อใดเป็นการสรุปผลการทดลองที่ถูกต้อง

- ก. กระดูกประกอบด้วยสารหลายชนิด
- ข. กระดูกมีลักษณะกลวง มีหน้าที่สร้างเม็ดเลือด
- ค. กระดูกมีความแข็ง เป็นโครงร่างของร่างกาย
- ง. กระดูกหักเพราะสารกระดูกมีความร้อนทำลาย
- จ. ส่วนประกอบที่ทำให้กระดูกแข็งและกระดูกเหนียวไม่ใช่สารชนิดเดียวกัน

36. ข้อใดไม่ใช่หน้าที่ของกระดูก

- ก. ช่วยพยุงร่างกาย
- ข. สร้างเม็ดเลือดแดง
- ค. ควบคุมการเคลื่อนไหว
- ง. เป็นโครงสร้างทำให้ร่างกายเคลื่อนไหว
- จ. ช่วยป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับอวัยวะภายใน

37. ถ้าท่านต้องการให้กระดูกเจริญเติบโตแข็งแรง ควรเลือกกินอาหารในข้อใด
- ข้าวซ้อมมือ ฝรั่ง เนื้อ
 - คึบ นม กุ้ง ไข่แดง
 - วุ้นเส้น ผักสีเขียว มะละกอ
 - ข้าวซ้อมมือ น้ำมันตับปลา สับปะรด
 - ถูกต้องทุกข้อ
38. กล้ามเนื้อในข้อใดอยู่ในอวัยวะจิตใจ
- กล้ามเนื้อน่อง
 - กล้ามเนื้อหัวใจ
 - กล้ามเนื้อนั้งหลอกเลือก
 - กล้ามเนื้อในกระเพาะอาหาร
 - ข้อ ก, ค และ ง
39. ข้อใดคือหน้าที่ของกล้ามเนื้อที่อยู่นอกอวัยวะจิตใจ
- ทำให้ทรงตัวของร่างกายคงรูปร่างอยู่ได้
 - ทำให้สารเคลื่อนที่ไปตามทางที่มีในร่างกาย
 - ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย
 - ทำหน้าที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของร่างกาย
 - ถูกต้องทุกข้อ
40. ขณะที่นักเรียนนั่งสอบวิชานี้ สภาพการทำงานของกล้ามเนื้อที่แขนจะเป็นอย่างไร
- ไตร่เส้นหยักตัว ไบ่เส้นหยักตัว
 - ไตร่เส้นหยักตัว ไบ่เส้นคลายตัว
 - ไตร่เส้นคลายตัว ไบ่เส้นหยักตัว
 - ไตร่เส้นคลายตัว ไบ่เส้นคลายตัว
 - การทำงานของไตร่เส้นและไบ่เส้นไม่แน่นอน

41. เมื่อออกกำลังกายมาก ๆ เราจะรู้สึกเมื่อยล้าเพราะเหตุใด
- เพราะเซลล์กล้ามเนื้อขาด
 - เพราะเซลล์กล้ามเนื้อสะสม
 - เพราะมีการสะสมกรดแลคติกที่กล้ามเนื้อ
 - เพราะเซลล์กล้ามเนื้อขาดโลหิตไปหล่อเลี้ยง
 - ถูกต้องทุกข้อ
42. เมื่อทำถูกหนามตำ เราจะสะก๊ว และกระตุกขยาดออกอย่างรวดเร็ว ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า
- แอคชั่น
 - รีเฟล็กซ์
 - รีเฟล็กซ์
 - รีแอคชั่น
 - เอฟเฟล็กซ์
43. ศูนย์กลางการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติอยู่ที่อวัยวะส่วนใดของร่างกาย
- สมอง
 - ไขสันหลัง
 - ซิมพาทติก
 - พาราซิมพาทติก
 - สมองและไขสันหลัง
44. การที่เข้ากระดูกเนื่องจากถูกเคาะนั้น เป็นผลการทำงานของอะไร
- ไขสันหลัง
 - เส้นประสาทสัมผัส
 - เส้นประสาทไขสันหลัง
 - ระบบประสาทอัตโนมัติ
 - ไขสันหลัง และเส้นประสาทไขสันหลัง

คำชี้แจง จงใช้ข้อความต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 45 - 46

เด็กคนหนึ่งถูกตะปูตำที่เท้า แล้วมีกริยาตามลำดับดังนี้

- (1) ชักเท้าหนี (2) รู้สึกเจ็บ (3) เอามืออุดแผลเพื่อห้ามเลือด

45. ส่วนของระบบประสาทที่ทำหน้าที่อันแรกคือข้อใด

- ก. หน่วยรับความรู้สึก
- ข. เซลล์ประสาทนำคำสั่ง
- ค. เซลล์ประสาทรับความรู้สึก
- ง. หน่วยรับคำสั่งจากประสาท
- จ. เซลล์ประสาทรับและส่งสัญญาณ

46. ข้อใดเป็นผลของการทำงานของสมอง

- ก. รู้สึกเจ็บ
- ข. ชักเท้าหนี
- ค. เอามืออุดแผลเพื่อห้ามเลือด
- ง. ข้อ ก และข้อ ข
- จ. ข้อ ก และข้อ ค

47. สมองส่วนใดทำหน้าที่เกี่ยวกับการประสานงานของกล้ามเนื้อในขณะที่เคลื่อนไหว

- ก. ซีรีรัม
- ข. ซีรีเบลลัม
- ค. เมดัลลลา
- ง. สมองส่วนหน้า
- จ. สมองส่วนกลาง

คำชี้แจง จงศึกษตารางแสดงปริมาณพลังงานที่ใช้ในกิจกรรมต่าง ๆ แล้วตอบคำถามข้อ 48 - 50

กิจกรรม	อัตราการใช้ (ลบ.ชม./นาที)	ปริมาณพลังงานที่ใช้ กิโลจูล/นาที
การนอน	230	4.4
การนั่ง	250	4.5
การยืน	310	6.0
ทำสวน	1080	20.7
เล่นเทนนิส	1500	28.8
ชกมวย	2950	26.6

48. ถ้าท่านคิดอยู่ในลิฟท์ที่ยังเปิดไม่ได้ ท่านควรปฏิบัติตัวอย่างไรจึงจะเปลืองพลังงานน้อยที่สุด
- นั่ง
 - ยืน
 - นอน
 - เดินไป มา
 - ออกกำลังกาย
49. ถ้าร่างกายมีอัตราการใช้ออกซิเจน 1,000 ลบ.ชม./นาที จะมีพลังงานเกิดขึ้นเท่าใด
- 12.9 กิโลจูล/นาที
 - 19.2 กิโลจูล/นาที
 - 21.9 กิโลจูล/นาที
 - 29.1 กิโลจูล/นาที
 - 30.1 กิโลจูล/นาที

50. ในการทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการหายใจกับกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์
ตัวแปรใดไม่จำเป็นต้องควบคุม

ก. เพศ

ข. อายุ

ค. อาชีพ

ง. น้ำหนัก

จ. กิจกรรม

แบบสอบถามเจตคติต่อการเรียนการสอน

วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ

คำชี้แจงการตอบแบบสอบถาม

1. แบบสอบถามฉบับนี้ ต้องการถามความคิดเห็น หรือความรู้สึกของนักเรียนที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพว่า มีความคิดเห็น หรือความรู้สึกอย่างไร ในด้านกิจกรรมการเรียนการสอน ด้านสื่อการสอน และด้านการนำความรู้ไปใช้จากการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพในภาคเรียนนี้
2. แบบสอบถามนี้ไม่มีคำตอบใด ถูก หรือ ผิด เพราะแต่ละคนย่อมมีความคิดเห็นแตกต่างกัน และไม่มีผลต่อผลการเรียนของนักเรียน ฉะนั้นขอให้นักเรียนตอบให้ตรงกับสภาพความคิดเห็น หรือ ความรู้สึกของนักเรียนให้มากที่สุด เพื่อจะเป็นประโยชน์ ต่อการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพต่อไป
3. การตอบแบบสอบถามฉบับนี้ ให้นักเรียนอ่านข้อความในช่องข้อความอย่างละเอียดแล้วทำเครื่องหมาย ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นหรือความรู้สึกของนักเรียน ซึ่งมี 5 ระดับ คือ เห็นด้วยอย่างยิ่ง เห็นด้วย ไม่แน่ใจ ไม่เห็นด้วย และไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง ดังตัวอย่างข้างล่างนี้

ข้อที่.	ข้อความ	ความคิดเห็นหรือความรู้สึก				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
0 .				✓		

แบบสอบถามเจตคติต่อการเรียนการสอน

วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ

เมื่อนักเรียนเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา
จบแล้ว นักเรียนมีความคิดเห็นหรือความรู้สึกอย่างไร

ข้อที่	ข้อความ	ความคิดเห็นหรือความรู้สึก				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
1.	รู้สึกสนุกสนานในขณะที่เรียน	.....	.....	.....	.....	.....
2.	เสียเวลาโดยเปล่าประโยชน์	.....	.....	.....	.....	.....
3.	ไม่สบายใจทุกครั้งที่ยื่น	.....	.....	.....	.....	.....
4.	มีโอกาสดแสดงความคิดเห็น ในขณะที่เรียน	.....	.....	.....	.....	.....
5.	เข้าใจเนื้อหาวิชาที่เรียน	.....	.....	.....	.....	.....
6.	กระตือรือร้นอยากเรียน วิชาวิทยาศาสตร์	.....	.....	.....	.....	.....
7.	กิจกรรมการเรียนการสอน จำเจน่าเบื่อหน่าย	.....	.....	.....	.....	.....
8.	บรรยากาศในห้องเรียนเครียด	.....	.....	.....	.....	.....
9.	ครูสอนวิชาวิทยาศาสตร์ควร ดำเนินการสอนแบบนี้	.....	.....	.....	.....	.....
10.	การสอนแบบนี้ทำให้จดจำ เนื้อหาได้นาน	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อที่	ข้อความ	ความคิด เห็นหรือความรู้สึก				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
11.	การสอนแบบนี้ทำให้เข้าใจ เนื้อหาเป็นลำดับขั้นตอน					
12.	ควรเปลี่ยนแปลงกิจกรรม การเรียนการสอน					
13.	แผ่นภาพโปรงใสเหมาะกับการ เรียนการสอน					
14.	สไลด์เหมาะกับการเรียน การสอน					
15.	เทปโทรทัศน์เหมาะกับการ เรียนการสอน					
16.	หนังสือแบบเรียนเหมาะกับการ เรียนการสอน					
17.	สื่อการสอนทำให้เข้าใจ เนื้อหาในบทเรียนดีขึ้น					
18.	สื่อการสอนทำให้จดจำ เนื้อหาในบทเรียนนาน					
19.	สื่อการสอนกระตุ้นให้ใช้ ความคิดตลอดเวลา					
20.	การเรียนการสอนจำเป็นต้องใช้ แผ่นภาพโปรงใส					

ข้อที่	ข้อความ	ความคิด เห็นหรือความรู้สึก				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง	เห็นด้วย	ไม่แน่ ใจ	ไม่เห็น ด้วย	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง
21.	การเรียนการสอนจำเป็นต้องใช้สไลด์					
22.	การเรียนการสอนจำเป็นต้องใช้ เทปโทรทัศน์					
23.	การเรียนการสอนทำให้มีโอกาสแบ่งปันความรู้กับเพื่อน					
24.	การเรียนการสอนทำให้ได้รับความรู้ทางวิทยาศาสตร์					
25.	ความรู้ที่ได้รับสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตรประจำวัน					
26.	สามารถนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา					
27.	กิจกรรมการเรียนการสอนทำให้เกิดความคิดริเริ่ม					
28.	ทำให้ได้ฝึกฝนให้ใช้ความคิดของตนเอง					
29.	ทำให้เป็นคนมีเหตุผล					
30.	มีความสนใจวิทยาศาสตร์เพิ่มขึ้น					

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ - ชื่อสกุล นางสาวพนิดา ชื่อสกุล ภิลัช เพ็ญ
 วัน เดือน ปีเกิด 18 ธันวาคม 2489
 สถานที่เกิด อำเภอบ่อหมบราบศัตรูพ่าย จังหวัดพระนครศรี
 สถานที่อยู่ปัจจุบัน 204 ถนนคินสอ แขวงเสาชิงช้า เขตพระนคร
 กรุงเทพมหานคร 10200
 ตำแหน่งหน้าที่ปัจจุบัน อาจารย์ 2 ระดับ 6
 สถานที่ทำงานปัจจุบัน วิทยาลัยครูธนบุรี กรมการฝึกหัดครู
 กระทรวงศึกษาธิการ

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2508 มัธยมศึกษาตอนปลาย - สายสามัญ แผนกวิทยาศาสตร์
 จากโรงเรียนเบญจมราชูชาลัย
 พ.ศ. 2512 ครุศาสตร์บัณฑิต (วิชาเอกวิทยาศาสตร์ วิชาโทคณิตศาสตร์)
 จากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 พ.ศ. 2523 หลักสูตรอุดมศึกษาชั้นสูง จากโรงเรียนอุดมศึกษา
 พ.ศ. 2534 การศึกษามหาบัณฑิต (วิชาเอกการมัธยมศึกษา)
 จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ เจตคติต่อการ เรียนการสอน
 วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6
 ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพโดยใช้ชุดการสอน
 มินิคอร์สกับการสอนตามคู่มือครู

บทคัดย่อ
 ของ
 พนิดา ภิลัช เพ็ญ

เสนอต่อมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
 ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกการมัธยมศึกษา

มกราคม 2534

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและ
เจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยม
ศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับการสอนตามคู่มือครู

กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนมัธยมวัดคุสุติคาราม
เขตบางกอกน้อย กรุงเทพมหานคร ที่เรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ
จำนวน 66 คน โดยการจัดกลุ่ม กลุ่มทดลองได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส
กลุ่มควบคุมได้รับการสอนตามคู่มือครู ทดลองสอนกลุ่มทดลอง 18 คาบ และ
กลุ่มควบคุม 22 คาบ เครื่องมือที่ใช้ประกอบด้วย แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ แบบสอบถามเจตคติต่อการเรียน
การสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ชุดการสอนมินิคอร์ส เรื่องร่างกาย
ของเรา แผนการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์ส และแผนการสอนตามคู่มือครู
ทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่างก่อนการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง
การเรียนและเจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพเพื่อเป็น
ตัวแปรร่วม เมื่อสิ้นสุดการทดลองแล้วทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติ
ต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ทดสอบสมมติฐานใช้
การวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วมโดยใช้ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้ชุดการสอนมินิคอร์สกับ
นักเรียนที่ได้รับการสอนตามคู่มือครู มีผลการเรียนรู้แตกต่างกันดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ด้านความรู้ความจำ ด้านความเข้าใจ
ด้านการนำความรู้ไปใช้ และด้านทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ แตกต่างกัน
($P < .025$, $P < .005$, $P < .025$ และ $P < .01$ ตามลำดับ)
2. เจตคติต่อการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ ด้าน
กิจกรรมการเรียนการสอน ด้านสื่อการสอน และด้านการนำความรู้ไปใช้แตกต่างกัน
($P < .005$, $P < .005$ และ $P < .025$ ตามลำดับ)

A COMPARISON OF ACHIEVEMENT AND ATTITUDE TOWARDS PHYSICAL
AND BIOLOGICAL SCIENCES OF MATHAYOM SUKSA VI STUDENTS
USING MINICOURSES AND INSTRUCTION BASED ON
THE TEACHER'S MANUAL

AN ABSTRACT
BY
PANIDA PISUCHPEN

Presented in partial fulfillment of the requirements for the
Master of Education degree in Secondary Education
at Srinakharinwirot University
January 1991

The purposes of this investigation were to compare the achievements and the attitudes towards the settings of the Physical and Biological Sciences instruction as attained by Mathayom Suksa VI students taught by different approaches of instruction, namely; the Minicourses and the regular teacher's manual.

The samples used the experiment comprising 66 students of the Mathayom Watdusitharam School in Bangkok who enrolled in the Physical and Biological Sciences course. The experimental group was taught by using the Minicourses for 18 teaching periods, and the control group was taught by using the instruction guided by the regular teacher's manual for 22 teaching periods.

The instruments employed in the experiment were : the Physical and Biological Sciences Achievements test, the Attitudes Towards the Settings of the Physical and Biological Sciences Instruction Inventory, the Minicourses on the topic of Human Body, the Lesson Plans : ones for the Minicourses ; the others for the regular teacher's manual approach. Pretests were conducted on the achievements and on the attitudes. Measure of each variable was accounted as a covariate for its corresponding posttest result. The Analysis of Covariance was the inferential statistical technique used in testing the hypothesis at the .05 level of significance.

The results disclosed differences in the learning outcomes attained by the students taught by the two approaches as follows:

1) The achievements were found significantly different in all domains; Recall of Information, Comprehension, Application of Knowledge and Science Process Skills (with the probabilities of $<.025$, $<.005$, $<.025$, and $<.01$ respectively).

2) The attitudes were found significantly different in all domains; General Instructional Settings, Instructional Media, and Application of Knowledge (with the probabilities of $<.005$, $<.005$, and $<.025$, respectively).