

## บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- จรัญ จันทลักษณ์, คร. สถิติ: วิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. พระนคร: โรงพิมพ์  
ประเสริฐศิริ, 2513.
- จิตรภา นุชมี. "การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษา  
ตอนต้น ด้วยฟิล์มสตริปที่ผลิตขึ้นจากต่างประเทศกับที่ผลิตขึ้นในประเทศไทย".  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย, 2513.
- จำนง พรายแยมแซ, คู่มือวิชาการศึกษา: เทคนิคและวิธีสอนวิชาวิทยาศาสตร์. พระนคร:  
สหบัณฑิต, 2514.
- ชวาล แพรัตกุล, คร. เทคนิคการวัดผล. พระนคร: วัฒนาพานิช, 2509.
- ประทีป สยามชัย, คร. "บทเรียนสำเร็จรูป", เรื่องน่ารู้ในวงการการศึกษา. ชนบุรี: ร.ร.  
การช่างวุฒิศึกษาแผนกการพิมพ์, 2512.
- เป็รื่อง กุฑม, คร. "การใช้เทคนิควิทยาทางเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ",  
วิธีเพิ่มปริมาณการรับนักเรียนมัธยมศึกษา. แผนกวิชาบริหารการการศึกษา จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2513 พันจำเอกเพ็ญพรต สุนย์สาทร ผู้พิมพ์, 2514.
- เปี่ยมจิต เกียรติบรรลือ. "การเปรียบเทียบผลการสอนวิชาสังคมศึกษาในชั้นประถมปลาย  
(ป.5, 6, 7) ด้วยฟิล์มสตริป กับการสอนด้วยปากเปล่า". วิทยานิพนธ์ปริญญาโท  
บัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2511.

- ปรีชา อนุถาวรธนะ. "การศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้ทักษะทางช่างโดยใช้ภาพยนตร์  
 คลับ 8 มม. ร่วมกับการลงมือปฏิบัติ". วิทยานิพนธ์. วิทยาลัยวิชาการศึกษา  
 ประสานมิตร, 2514.
- การัตน์ คีตวงศ์. "การทดลองสอนวิชาภูมิศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลายโดยใช้สไลด์".  
 วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2515.
- เต็มทอง เสวตจินดา. "การศึกษาเปรียบเทียบประโยชน์ของอุปกรณ์ที่ส่งผลต่อการเรียน  
 ระหว่างสมุดคำกับภาพและฟิล์มสตริปที่ใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการสอน กับการ  
 สอนแบบอธิบายโดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบการสอน ทมวทวิชาวังคมนตรีศึกษาในระดับ  
 ชั้นประถมศึกษาตอนปลาย". วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชา  
 การศึกษาประสานมิตร, 2514.
- นันทา เนียมศรีจันทร์. "การทดลองสอนเรื่องความชันประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ฟิล์ม-  
 สตริป". วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2515.
- ภิญโญ สาร, คร. วิชาครูชด ป.ม. พระนคร: วัฒนาพานิช, 2514.
- ลักคา ชาญณรงค์. "การทดลองเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ข้อความจริง ( Factual Learn  
 ing ) จากการใช้ภาพยนตร์และฟิล์มสตริปวิธีต่าง ๆ ของนิสิตชั้นปีที่หนึ่ง  
 วิทยาลัยวิชาการศึกษาบางแสน". วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต  
 วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2513.
- วิชาการ, กรม กระทรวงศึกษาธิการ. อุปกรณ์การสอน. โครงการพัฒนาการศึกษา  
 กระทรวงศึกษาธิการ, 2506.

วางแผนการศึกษา, กอง, กระทรวงศึกษาธิการ. รายงานการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ  
2513. พระนคร: โรงพิมพ์คุรุสภา, 2514.

สำเนา วราภรณ์, "คำบรรยายวิชา Theory of Audio-Visual Instruction"  
แก่นิสิตปริญญาโท แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา. บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2513.

สนั่น บัณฑิต. "การถ่ายทำภาพยนตร์", ถ่ายทำภาพยนตร์. พระนคร: โรงพิมพ์ไทยสัมพันธ์,  
2506.

สมพงษ์ ศิริเจริญ และคณะ. คู่มือการผลิตโสตทัศนวัสดุ. พระนคร: โครงการพัฒนาการ  
ศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2506.

สุมน อินทรโฆสิต. "การศึกษาสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการใช้โสตทัศนอุปกรณ์ประเภทเครื่องฉาย  
ในโรงเรียนรัฐบาลสังกัดกรมวิสามัญศึกษา ในจังหวัดพระนคร". วิทยานิพนธ์  
ปริญญาามหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิท  
ยาลัย, 2510.

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. แผนพัฒนาการเศรษฐกิจ  
และสังคมแห่งชาติ ฉบับปรับปรุง ประจำปี 2513. พระนคร: โรงพิมพ์คุรุสภา,  
2513.

รายชื่อหนังสือ

Brown, James W., Richard D. and Harcleroad. A-V. Instruction: Media and Methods. 3 rd.ed.; New York: McGraw - Hill Book Company, 1969.

Brown, James W. A.V. Instruction Materials and Methods. New York: McGraw-Hill Book Company, 1964.

Botham, C.N. Audio - Visual Aids for Cooperative Education and Training. 2 d. ed.; Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, No. 86, 1969.

Biehler, Robert F. Psychology Applied to Teaching. Boston : Houghton Mifflin Company , 1971.

Beardslee, David C. and Wertheimer, Michael. Reading in Perception. New York: D. Van Nostrand Company, Inc., 1964.

Bryant, Edward C. Statistical Analysis . New York : McGraw-Hill Book Company, 1960.

Cable, Ralph. Audio-Visual Handbook. 3 rd.ed.; London: University of London Press Ltd., 1970.

"  
Carpenter, C. R. Psychological Concepts and Audio - Visual Instruction ;  
A-V. Communication Review. Vol.5, No.1 (Winter 1957) 361-69.  
"

Crowder, Gene Arnold. " Visual Slides and Assembly Models Compared with  
 " Conventional Methods in Teaching Industrial Arts , Dissertation  
Abstracts, Vol.29:3034 A.(March,1969)

Cushing, Nelson Norman. " Comparison of Super 8 mm. Silent-film Loops  
 Presentation Versus Life Presentation for Teaching Machine  
 Operation", Dissertation Abstracts. Vol.32, No.3.131G-A.  
 (September 1971)

Chao, Lincoln L. Statistics : Methods and Analysis. New York : McGraw -  
 Hill Book Company,1969.

De Reuck, A.V.S. and Knight, Julie. Colour Vision : Physiology and  
Experimental Psychology. Boston : Little Brown and Company,  
 1965.

Dale, Edgar. Audio-Visual Methods in Teaching. 3 rd.ed.; New York: the  
 Dryden Press, copyright 1939.

De Kieffer, R.E. and Cochran, Lee W. Manual of Audio-Visual Techniques.  
 4 th.ed.; N.J.:Englewood Cliffs,Prentice-Hall,Inc.,1965.

Dent, Ellsworth C. The Audio-Visual Handbook. Illinois: Society for  
 Visual Education Inc.,1949.

- Good, Carter V. Dictionary of Education. 2d. ed.; New York : McGraw-Hill Book Company, Inc., 1959.
- Gagne, Robert M. The Conditions of Learning. New York : Holt Rinehart and Winston, Inc., 1965.
- Guenther, William C. Concepts of Statistical Inferences. New York : McGraw-Hill Book Company Inc., 1935.
- Jerome, G.R.II. Statistical Inference. Michigan : Edwards Brothers, Inc., 1933.
- Kelly, Thomas D. "Utilization of Filmstrips as an Aid in Teaching Beginning Reading", Dissertation Abstracts. Vol.5, 1961.
- Keislar, Evan R. "A Descriptive Approach to Classroom Motivation", The Journal of Teacher Education. (November 1960)
- Kemp, Jerrold E. Planning and Producing Audiovisual Materials. 2nd. ed.; Pennsylvania : Scranton, Chandler Publishing Company, 1968.
- McClusky, F. Dean. Audio-Visual Teaching Techniques. 3 rd. ed.; Iowa : Dubuque, W M C. Brown Company Publishers, 1955.
- Montag Betty Jo. "Renovating General Science", Journal of Secondary Education. California : C.A.S.S.A., Vol.39, No.3 (March 1964 )
- Phillipines, Bureau of Public Schools. Audio-Visual Education. Manilla: The Bureau and Communication Media Division of I.C.A., 1961.



- Stampolis, Anthony and Sewell, Lawrence Jr. A Study of Filmstrips Communicating Economic Concepts. Boston : Boston University, School of Public Relations and Communication, 1952.
- Tyler, R.W. "The Relation Between Recall and Higher Mental Processes", in C.H. Judd and Others, Education as Cultivation of the Higher Mental Processes. New York : MacMillan Co., 1936.
- Washton, Nathan S. Teaching Science Creatively in The Secondary Schools. Philadelphia : W.B. Saunders Company, 1967.
- Wittich, Walter Arno and Schuller, Charles Francis. Audiovisual Materials: Their Nature and Use. 4 th. ed.; New York : Harper & Row, Ltd., 1968.

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

- จรัญ จันทลักษณ์, คร. สถิติ: วิธีวิเคราะห์และวางแผนงานวิจัย. พระนคร: โรงพิมพ์  
ประเสริฐศิริ, 2513.
- จิรา นุชมี. "การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษา  
ตอนต้น ด้วยฟิล์มสตริปที่ผลิตขึ้นจากต่างประเทศกับที่ผลิตขึ้นในประเทศไทย".  
วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2513.
- จำนง พรายเข้มแซ, คู่มือวิชาการศึกษา: เทคนิคและวิธีสอนวิชาวิทยาศาสตร์. พระนคร:  
สหบัณฑิต, 2514.
- ชวาล แพร์ทกุล, คร. เทคนิคการวัดผล. พระนคร: วัฒนาพานิช, 2509.
- ประทีป สยามชัย, คร. "บทเรียนสำเร็จรูป", เรื่องน่ารู้ในวงการการศึกษา. ชนบุรี: ร.ร.  
การช่างวุฒิศึกษาแผนกการพิมพ์, 2512.
- เป็รื่อง กุมุท, คร. "การใช้เทคนิควิทยาทางเครื่องมือและวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ",  
วิธีเพิ่มปริมาณการรับนักเรียนมัธยมศึกษา. แผนกวิชาบริหารการศึกษา จุฬาลงกรณ์  
มหาวิทยาลัย ปีการศึกษา 2513. พันจำเอกเพ็ญพรต สุนย์สาทร ผู้พิมพ์, 2514.
- เมียมจิต เกียรติบรรลือ. "การเปรียบเทียบผลการสอนวิชาสังคมศึกษาในชั้นประถมปลาย  
(ป.5, 6, 7) ด้วยฟิล์มสตริป กับการสอนด้วยปากเปล่า". วิทยานิพนธ์ปริญญาโท  
มหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2511.



- ปรีชา อนุภูลวรรณะ. "การศึกษาเกี่ยวกับการเรียนรู้ทักษะทางช่างโดยใช้ภาพยนตร์  
 คลับ 8 มม. ร่วมกับการลงมือปฏิบัติ". วิทยานิพนธ์: วิทยาลัยวิชาการศึกษา  
 ประสานมิตร, 2514.
- การัตน์ คีตวงศ์. "การทดลองสอนวิชาภูมิศาสตร์ระดับประถมศึกษาตอนปลายโดยใช้สไลด์".  
 วิทยานิพนธ์ปริญตามหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2515.
- เต็มดวง เสวตจินดา. "การศึกษาเปรียบเทียบประโยชน์ของอุปกรณ์ที่ส่งผลต่อการเรียน  
 ระหว่างสมุดคำกับภาพและฟิล์มสตริปที่ใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการสอน กับการ  
 สอนแบบอธิบายโดยไม่ใช้อุปกรณ์ประกอบการสอน หมวดวิชาสังคมศึกษาในระดับ  
 ชั้นประถมศึกษาตอนปลาย". วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิทยาลัยวิชา  
 การศึกษาประสานมิตร, 2514.
- นันทา เนียมศรีจันทร์. "การทดลองสอนเรื่องความชันประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ฟิล์ม-  
 สตริป". วิทยานิพนธ์ปริญตามหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2515.
- ภิญโญ สาร, คร. วิชาครูชก ป.ม. พระนคร: วัฒนาพานิช, 2514.
- ลักกา ชาญณรงค์. "การทดลองเกี่ยวกับผลการเรียนรู้ข้อความจริง ( Factual Learn  
 ing ) จากการใช้ภาพยนตร์และฟิล์มสตริปวิธีต่าง ๆ ของนิสิตชั้นปีที่หนึ่ง  
 วิทยาลัยวิชาการศึกษาบางแสน". วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต  
 วิทยาลัยวิชาการศึกษาประสานมิตร, 2513.
- วิชาการ, กรม กระทรวงศึกษาธิการ. อุปกรณ์การสอน . โครงการพัฒนาการศึกษา  
 กระทรวงศึกษาธิการ, 2506.

วางแผนการศึกษา, กอง, กระทรวงศึกษาธิการ. รายงานการศึกษากระทรวงศึกษาธิการ  
2513. พระนคร: โรงพิมพ์คุรุสภา, 2514.

ลำเนา วรางกูร, "คำบรรยายวิชา Theory of Audio-Visual Instruction"  
แก่นิสิตปริญญาโท แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2513.

สนั่น บัณฑิต. "การถ่ายทำภาพยนตร์", ถ่ายทำภาพยนตร์. พระนคร: โรงพิมพ์ไทยสัมพันธ์,  
2506.

สมพงษ์ ศิริเจริญ และคณะ. คู่มือการผลิตโสตทัศนวัสดุ. พระนคร: โครงการพัฒนาการ  
ศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2506.

สุมน อินทรโฆสิต. "การศึกษาสิ่งที่มีอิทธิพลต่อการใช้โสตทัศนอุปกรณ์ประเภท เครื่องฉาย  
ในโรงเรียนรัฐบาลสังกัดกรมวิสามัญศึกษา ในจังหวัดพระนคร". วิทยานิพนธ์  
ปริญญาโทมหาบัณฑิต แผนกวิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิท  
ยาลัย, 2510.

สำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจแห่งชาติ สำนักนายกรัฐมนตรี. แผนพัฒนาการเศรษฐกิจ  
และสังคมแห่งชาติ ฉบับปรับปรุง ประจำปี 2513. พระนคร: โรงพิมพ์คุรุสภา,  
2513.

ภาษาอังกฤ

Brown, James W., Richard B. and Harclerod. A-V. Instruction: Media and Methods. 3 rd.ed.; New York: McGraw - Hill Book Company, 1969.

Brown, James W. A.V. Instruction Materials and Methods. New York: McGraw-Hill Book Company, 1964.

Botham, C.N. Audio - Visual Aids for Cooperative Education and Training. 2 d. ed.; Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, No. 86, 1969.

Biehler, Robert F. Psychology Applied to Teaching. Boston : Houghton Mifflin Company , 1971.

Beardslee, David C. and Wertheimer, Michael. Reading in Perception. New York: D. Van Nostrand Company, Inc., 1964.

Dryant, Edward C. Statistical Analysis . New York : McGraw-Hill Book Company, 1960.

Cable, Ralph. Audio-Visual Handbook. 3 rd.ed.; London: University of London Press Ltd., 1970.

"  
Carpenter, C. R. Psychological Concepts and Audio - Visual Instruction ,  
" A-V. Communication Review. Vol.5, No.1 (Winter 1957) 361-69.

Crowder, Gene Arnold. " Visual Slides and Assembly Models Compared with  
 " Conventional Methods in Teaching Industrial Arts , Dissertation  
 Abstracts, Vol.29:3034 A.(March,1969)

Cushing, Nelson Norman. " Comparison of Super 8 mm. Silent-film Loops  
 Presentation Versus Life Presentation for Teaching Machine  
 Operation " , Dissertation Abstracts. Vol.32, No.3.1316-A.  
 (September 1971)

Chao, Lincoln L. Statistics : Methods and Analysis. New York : McGraw -  
 Hill Book Company,1969.

De Reuck, A.V.S. and Knight, Julie. Colour Vision : Physiology and  
 Experimental Psychology. Boston : Little Brown and Company,  
 1935.

Dale, Edgar. Audio-Visual Methods in Teaching. 3 rd.ed.; New York: ~~the~~  
 Dryden Press, copyright 1969.

De Kieffer, R.E. and Cochran, Lee W. Manual of Audio-Visual Techniques.  
 4 th.ed.; N.J.:Englewood Cliffs,Prentice-Hall,Inc.,1965.

Dent, Ellsworth C. The Audio-Visual Handbook. Illinois: Society for  
 Visual Education Inc.,1949.

- Good, Carter V. Dictionary of Education. 2d. ed.; New York : McGraw-Hill Book Company, Inc., 1959.
- Gagné, Robert M. The Conditions of Learning. New York : Holt Rinehart and Winston, Inc., 1965.
- Guenther, William C. Concepts of Statistical Inferences. New York : McGraw-Hill Book Company Inc., 1935.
- Jerome, C.R.II. Statistical Inference. Michigan : Edwards Brothers, Inc., 1963.
- Kelly, Thomas D. "Utilization of Filmstrips as an Aid in Teaching Beginning Reading", Dissertation Abstracts. Vol.5, 1961.
- Keislar, Evan R. "A Descriptive Approach to Classroom Motivation", The Journal of Teacher Education. (November 1960)
- Kemp, Jerrold E. Planning and Producing Audiovisual Materials. 2nd. ed.; Pennsylvania : Scranton, Chandler Publishing Company, 1963.
- McClusky, F. Dean. Audio-Visual Teaching Techniques. 3 rd. ed.; Iowa : Dubuque, W M C. Brown Company Publishers, 1955.
- Montag Betty Jo. "Renovating General Science", Journal of Secondary Education. California : C.A.S.S.A., Vol.39, No.3 (March 1964 )
- Phillipines, Bureau of Public Schools. Audio-Visual Education. Manilla: The Bureau and Communication Media Division of I.C.A., 1961.

- Stampolis, Anthony and Sewell, Lawrence Jr. A Study of Filmstrips Communicating Economic Concepts. Boston : Boston University, School of Public Relations and Communication, 1952.
- Tyler, R.W. "The Relation Between Recall and Higher Mental Processes", in C.H. Judd and Others, Education as Cultivation of the Higher Mental Processes. New York : MacMillan Co., 1936.
- Washton, Nathan S. Teaching Science Creatively in The Secondary Schools. Philadelphia : W.B. Saunders Company, 1937.
- Wittich, Walter Arno and Schuller, Charles Francis. Audiovisual Materials: Their Nature and Use. 4 th. ed.; New York : Harper & Row, Ltd., 1968.

## ภาคผนวก

	หน้า
ก. ตัวอย่างฟิล์มสตรีปขนาดเท่าของจริงและบทบรรยายประกอบเรื่อง	150
ข. ข้อทดสอบบทเรียนแต่ละเรื่อง ... ..	197
ค. การคำนวณหาค่าความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ ... ..	211
ง. แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	217
จ. การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยของอายุและความสามารถทางสติปัญญา ของกลุ่มประชากร ... ..	228
ฉ. การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร มากกว่า 2 กลุ่มโดยใช้ Student ' F-Test ... ..	233
ช. ภาพประกอบที่ได้จากการวิจัย ... ..	247

ภาคผนวก ก.

ตัวอย่างฟิล์มสตริปขนาดเท่าของจริง และบทบรรยายประกอบเรื่อง-



ENCYCLOPEDIA BRITANNICA  
EDUCATIONAL CORPORATION

THE  
CIRCULATORY  
SYSTEM

ENCYCLOPEDIA BRITANNICA  
EDUCATIONAL CORPORATION

ENCYCLOPEDIA BRITANNICA  
EDUCATIONAL CORPORATION

What is the circulatory system?  
What are its main parts?  
What is the function of the heart?  
What is the function of the arteries?  
What is the function of the veins?



ภาพที่ 1

ตัวอย่างภาพถ่ายที่ดัดแปลงเรื่อง "ระบบหมุนเวียนของโลหิต"

( THE CIRCULATORY SYSTEM )

เรียงตามลำดับภาพ

117 DC NAMTBAS

ภาพที่ 2

ตัวอย่างภาพถ่ายฟิล์มสตริปสี เรื่อง "ระบบหมุนเวียนของโลหิต"

( THE CIRCULATORY SYSTEM )

เรียงตามลำดับภาพ

ภาพที่ 3

ตัวอย่างภาพถ่ายฟิล์มสตริปดี เรื่อง "ระบบหมุนเวียนของโลหิต"

( THE CIRCULATORY SYSTEM )

เรียงตามลำดับภาพ

MILM  
VT338

EXLELA LIFW



ภาพที่ 4

ตัวอย่างภาพถ่ายฟิล์มสตริปสี เรื่อง "ระบบหมุนเวียนของโลหิต"

( THE CIRCULATORY SYSTEM )

เรียงตามลำดับภาพ

IV\*

## บทบรรยายฟิล์มสกริปต์เรื่อง

## "ระบบหมุนเวียนของโลหิต"

(เวลาฉายประมาณ 30 นาที)

ภาพที่ ๑

จากภาพของฟิล์มสกริปต์ต่อไปนี้ จะแสดงให้เห็นทราบถึงเรื่องของการหมุนเวียนของโลหิต และหน้าที่ของโลหิต ให้ท่านเตรียมตอบคำถามต่อไปนี้ด้วย

- เซลล์ของเม็ดโลหิต 3 แบบมีอะไรบ้าง ?
- ขบวนการอะไรที่สำคัญที่เกิดขึ้นในเส้นโลหิตฝอย ?
- ทำไมเราจึงกล่าวว่า หัวใจทำการสูบฉีดโลหิต 2 ครั้ง ?

ภาพที่ ๒

เปรียบเทียบเหมือนกับถนนสายต่าง ๆ ที่เข้าสู่ตัวเมือง และออกไปจากตัวเมือง ซึ่งข้อมจะเชื่อมโยงติดต่อกันไปเป็นวงจรโดยตลอด

ภาพที่ ๓

เส้นโลหิตจะทำหน้าที่พาโลหิตออกไปจากหัวใจ ไปสู่ทุก ๆ ส่วนของร่างกาย แล้วก็พาโลหิตนั้นไหลกลับเข้าสู่หัวใจ วนเวียนกันอยู่เช่นนี้ ประจวบเดียวกัน

หัวใจเป็นอวัยวะที่สำคัญที่สุดภายในร่างกายของเรา มันอยู่ภายในเยื่อหุ้มหัวใจที่เรียกว่า Pericardium หัวใจประกอบด้วยกล้ามเนื้อชนิดพิเศษที่ทำหน้าที่สูบฉีดโลหิตอย่างเป็นจังหวะสม่ำเสมอ โดยตลอดเวลา ทั้งกลางวันกลางคืน ไม่มีการหยุดพักนอนเลย ในวัยเด็กจะมีอัตราการเต้นของหัวใจเร็วกว่าในวัยที่เป็นผู้ใหญ่ ยิ่งมีอายุมากขึ้น อัตราการเต้นของหัวใจจะยิ่งลดช้าลง จนถึงระยะหนึ่งจึงจะคงที่ คนปกติจะมีอัตราการเต้นของหัวใจประมาณ 72 - 80 ครั้งต่อ นาที แต่ถ้านั้นระหว่างเวลาออกกำลังกาย หรือภายหลังจากออกกำลังกายแล้ว หัวใจจะเต้นเร็วขึ้น การสูบฉีดของกล้ามเนื้อหัวใจทำให้เกิดแรงดันในกระแสโลหิต โลหิตจึงไหลเวียนไปทั่วร่างกายได้

ภาพที่ ๔

ในขณะที่โลหิตไหลวนเวียนไปสู่นเนื้อเยื่อทั่วร่างกาย มันจะทำหน้าที่สำคัญหลายอย่าง เพื่อให้เราคงชีวิตอยู่ได้อย่างสมบูรณ์

ภาพที่ ๕

ถ้าเรานำโลหิตมาจำนวนหนึ่ง ใส่ในหลอดทดลอง

ภาพที่ ๖

ตั้งทิ้งไว้สักครู่ โลหิตจะแยกตัวออกจากกันเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นของเหลวสีเหลืองเรื่อ ๆ ค่อนข้างใส เราเรียกของเหลวใสนี้ว่า พลาสมา(Plasma) กับอีกส่วนหนึ่งเป็นส่วนที่ข้นกว่าอยู่กอนล่าง นั่นคือส่วนที่เป็นเม็ดโลหิต(Blood cells หรือ Corpuscles )

ภาพที่ ๗

ถ้าเอาส่วนที่เป็นเม็ดโลหิตมาหยกลงบนสไลด์ แล้วส่องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ...

ภาพที่ ๘

... เราจะเห็นว่าประกอบขึ้นด้วยเซลล์เป็นจำนวนมาก

ภาพที่ ๙

คราวนี้ท่านจะได้เห็นว่า มีเม็ดโลหิตอยู่ด้วยกันถึง 3 แบบ ได้แก่ เม็ดโลหิตแดง(Red blood cells หรือ Erythrocytes) เม็ดโลหิตขาว(White blood cells หรือ Leucocytes ) และแผ่นเลือด(Blood plabelets หรือ Thrombocytes)

ภาพที่ ๑๐

เม็ดโลหิตแดงมีจำนวนมากมายนับล้าน ๆ โดยเฉลี่ยแล้วคนปกติจะมีเม็ดโลหิตแดงประมาณ 5 ล้านเซลล์ต่อ 1 ลบ.มม. มีลักษณะเป็นเซลล์กลม ๆ ไม่มีนิวเคลียส ถ้าดูคานข้างจะเห็นว่าเข้าหึ่งสองข้าง เม็ดโลหิตแดงไม่มีนิวเคลียสเป็นลักษณะพิเศษของเซลล์เม็ดโลหิตแดงของสัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมแทบทุกชนิด ภายในเซลล์มีสารประกอบทางเคมีที่สำคัญอย่างหนึ่งซึ่งเรียกว่า ฮีโมโกลบิน(Haemoglobin) ซึ่งมีธาตุเหล็กเป็นองค์ประกอบที่สำคัญ ฮีโมโกลบินทำให้เซลล์ของเม็ดโลหิตมีสีแดง

ภาพที่ ๑๐

มีหน้าที่ดูดออกซิเจนจากปอดไปให้เซลล์และเนื้อเยื่อต่าง ๆ ทั่วร่างกาย ฮีโมโกลบิน ๑ กรัม ดูดกาซออกซิเจนได้ราว ๑.๓๔ คม.ชม.

ถ้าร่างกายมีเม็ดโลหิตแดงน้อย หรือมีฮีโมโกลบินน้อยเกินไป จะเป็นผลทำให้เกิดโรคโลหิตจางชนิดที่เรียกว่า Anemia ซึ่งอาจจะเกิดจากสาเหตุหลายอย่างเช่น

๑. เสียโลหิตมากเกินไป
๒. อาหารที่รับประทานขาดธาตุเหล็ก
๓. อวัยวะที่สร้างเม็ดเลือดแดงขาดสมรรถภาพ
๔. พิษของสารบางอย่างทำลายเม็ดโลหิตแดงได้

ภาพที่ ๑๑

ขณะที่เม็ดโลหิตไหลไปที่ปอด ฮีโมโกลบินจะถูกจับโมเลกุลของกาซออกซิเจนจากอากาศที่เราหายใจเข้าไปนั่นเอง

ภาพที่ ๑๒

.....แล้วนำไปให้แก่เนื้อเยื่อต่าง ๆ ของร่างกาย

ภาพที่ ๑๓

ส่วนเม็ดโลหิตขาวนั้น มีรูปร่างและหน้าที่ต่างไปจากเม็ดโลหิตแดง ขนาดก็ใหญ่กว่าเซลล์ของเม็ดโลหิตแดง ไม่มีสี มีนิวเคลียสรูปร่างแปลก ๆ และต่าง ๆ กัน มีจำนวนน้อยกว่า โดยเฉลี่ยแล้วคนปกติจะมีประมาณ ๘ พันเซลล์ต่อลูกบาศก์มิลลิเมตร มีหน้าที่คอยต่อสู้ป้องกันเชื้อโรค

ภาพที่ ๑๔

เมื่อแบคทีเรีย หรือเชื้อโรคใดแปลกปลอมเข้าไปในร่างกาย หรือเป็นพิษอยู่ในเนื้อเยื่อตอนใดตอนหนึ่ง เม็ดโลหิตขาวจะไปที่นั่น ปิดกั้นเซลล์สิ่งนั้นไว้ แล้วกลืนเชื้อโรคไว้ภายในเซลล์ ทำลายเชื้อโรคนั้นเสีย ดังนั้นถ้ามีเชื้อโรคเกิดขึ้นที่ใด เม็ดโลหิตขาวจะทวีจำนวนขึ้นเพื่อต่อต้าน ถ้าเม็ดโลหิตขาว

ภาพที่ ๑๘

ถูกเชื้อโรคทำลาย ก็จะสลายตัวกลายเป็น น้ำหนอง (Pus )  
ไขกระดูก (Bone marrow ) เป็นแหล่งสร้างเม็ดโลหิต  
แดง และเม็ดโลหิตขาวที่สำคัญ ถ้าสร้างเม็ดโลหิตขาวมาก  
เกินไป จะเป็นผลทำให้เกิดโรคแบบที่เรียกว่า ลิวคีเมีย  
(Leukemia) หรือมะเร็งในเม็ดโลหิต ซึ่งถ้าเป็นเรื้อรังอาจ  
รุนแรงถึงสิ้นชีวิตได้ ถ้าเม็ดโลหิตขาวน้อยเกินไป ก็จะทำให้เกิดโรค  
ที่เรียกว่า ลิวโคพีเนีย (Leucopenia) ซึ่งอาจเป็นผลจาก  
เชื้อโรคไทฟอยด์ หรือร่างกายได้รับรังสีจากสารกัมมันตภาพ  
มากเกินไป ก็ได้

ภาพที่ ๑๙

Blood platelets คือแผ่นเลือด เป็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ ใน  
โลหิต มีหน้าที่ช่วยทำให้โลหิตแข็งตัว เมื่อเวลามีบาดแผลหรือ  
เส้นโลหิตถูกทำลาย มีอยู่ราว ๆ ๓ แสนแผ่นต่อ ๑ ลูกบาศก์  
มิลลิเมตร

ภาพที่ ๒๐

การแข็งตัวของโลหิต

เมื่อเกิดบาดแผลขึ้น โลหิตจะไหลออกมา platelets  
ก็จะสลายตัวกลายเป็นสารใหม่เรียกว่า Thromboplastin  
ซึ่งมันจะไปรวมตัวกับ Prothrombin และ Calcium  
ที่อยู่ในพลาสมา ได้เป็น Thrombin ในที่สุด thrombin จะ  
รวมตัวกับสารเคมีอีกชนิดหนึ่งที่เรียกว่า Fibrinogen กลายเป็น  
Fibrin มีลักษณะเป็นเส้นใยเล็ก ๆ ห่อหุ้มเม็ดโลหิต  
หึ่งหลายไว้ ทำให้โลหิตแข็งตัว

Fibrinogen. และ Prothrombin ที่มีอยู่ในพลาสมา นั้นกับ  
เป็นตัวสร้าง



ภาพที่ ๑๓

เม็ดโลหิตต่าง ๆ เหล่านั้นลอยอยู่ในพลาสมา เป็นของเหลวที่มี  
หน้าที่นำอาหารที่ย่อยแล้ว และสิ่งจำเป็นอื่น ๆ ไปเลี้ยงเนื้อ  
เยื่อของร่างกาย

ภาพที่ ๑๔

คราวนี้ ขอให้เรามาศึกษากันถึงการหมุนเวียนของโลหิตใน  
ร่างกายของเรา

ภาพที่ ๑๕

โดยปกติ โลหิตจะถูกขับออกจากหัวใจไหลไปตามเส้นโลหิตแดง  
เส้นโลหิตแดงที่นำโลหิตออกจากหัวใจมักจะมีชื่อลงท้ายด้วยคำว่า  
อาร์เทอร์รี่ (arteries = พหูพจน์) เสมอ และเส้นโลหิตที่พา  
เลือดเข้าสู่หัวใจ มักจะลงท้ายด้วยคำว่า เวน (Vein) เสมอ

ภาพที่ ๒๐

เส้นโลหิตแดงส่วนที่อยู่ใกล้หัวใจจะมีขนาดใหญ่ ต่อจากนั้นจึง  
แตกสาขาย่อย ๆ เล็กลงเรื่อยเป็นเส้นเลือดที่เรียกว่า  
Arteriole

ภาพที่ ๒๑

Arteriole แตกสาขาลึกลงไปอีกเป็น เส้นโลหิตฝอย  
(Arteries )

ภาพที่ ๒๒

เส้นโลหิตฝอยที่ประสานกันตรงปลายสุดนั้นเล็กมากจนกระทั่ง  
เม็ดโลหิตแดงต้องไหลเรียงหนึ่งไปเรื่อย ๆ เส้นผ่าศูนย์กลาง  
ของเส้นโลหิตฝอยเล็กมากประมาณเพียง  $\frac{1}{10}$  เท่าของเส้นผม  
แตกไปตามเนื้อเยื่อทุกหนทุกแห่งของร่างกาย

ภาพที่ ๒๓

ผนังของเส้นโลหิตฝอยบางมาก ออกซิเจน, อาหารที่ย่อยแล้ว  
ของเสียและสิ่งอื่น ๆ จึงสามารถผ่านผนังบาง ๆ ของเส้น  
โลหิตฝอยได้ ดังนั้นการแลกเปลี่ยนก๊าซและอาหารต่าง ๆ  
ระหว่างเซลล์และโลหิตจึงเกิดขึ้นที่เส้นโลหิตฝอยเหล่านี้

ภาพที่ ๒๓

นั่นคือ อาหารที่ย่อยแล้วและออกซิเจนจะสามารถผ่านเส้นโลหิตฝอยเข้าไปภายในเซลล์ได้

ภาพที่ ๒๔

และของเสียรวมทั้งคาร์บอนไดออกไซด์ จะซึมออกจากเซลล์เข้าสู่เส้นโลหิตฝอย

ภาพที่ ๒๕

จากนั้นโลหิตก็พาของเสียไปสู่เส้นโลหิตดำที่ใหญ่กว่าขึ้นไปอีก ซึ่งเรียกว่า วีนูล (Venule) โโลหิตเสียจะมีสีแดงทึบเข้มจนเกือบดำ เป็นโลหิตที่ถูกดูดเอาออกซิเจนไปใช้หมดแล้ว

ภาพที่ ๒๖

โลหิตดำจาก Venule จะไหลไปสู่เส้นโลหิตดำที่ใหญ่กว่าอีก ซึ่งเราเรียกว่า Vein

ภาพที่ ๒๗

...พาโลหิตเข้าสู่หัวใจทางห้องบนขวา

ภาพที่ ๒๘

ผนังของเส้นโลหิตดำบางและหนานน้อยกว่าผนังของเส้นโลหิตแดง เพราะความดันในเส้นโลหิตดำต่ำมาก เราจะมองเห็นเส้นโลหิตดำได้ชัดเจนโดยเฉพาะที่หลังมือ  
ถึงตอนนี้ก็ถึงที่ห้องบนขวาแล้ว ภาระแล้วโลหิตมีการหมุนเวียนอย่างไร และมีหน้าที่อย่างไร ขอให้เรากลับมาดูภาพของหัวใจอีกครั้งว่า มันทำงานดูดฉีดโลหิตไปเลี้ยงร่างกายได้อย่างไรบ้าง

ภาพที่ ๒๙

โลหิตเสียที่ถูกเซลล์ของร่างกายดูดเอาออกซิเจนไปใช้แล้ว จะไหลกลับเข้ามารวมกันที่ห้องบนขวา (Right auricle) ของหัวใจ เส้นโลหิตดำที่นำโลหิตมาจากส่วนบนของร่างกายเข้าสู่หัวใจเรียกว่า Superior vena cava อยู่ ๑ เส้น และเส้นโลหิตดำที่มาจากส่วนล่างของร่างกายเข้าสู่หัวใจ

เรียกว่า Inferior vena cava

ภาพที่ ๓๐

ห้องบนขวามีบีบตัว ส่งโลหิตเสียเข้าไปยังห้องล่างขวาของหัวใจ  
( Right ventricle )

ภาพที่ ๓๑

กรันแล้วหัวใจห้องล่างขวาก็บีบตัวบีบโลหิตส่งไปทางเส้นโลหิต  
แดงที่มีชื่อเรียกว่า Pulmonary artery ซึ่งจะมีสาขาแยก  
ไปยังปอด ๒ เส้น ไปสู่ปอด ๒ ข้าง

ภาพที่ ๓๒

ที่ปอด ฮีโมโกลบินในเลือดจะถูกจับเอาก๊าซออกซิเจนจาก  
ลมหายใจเข้า ในขณะที่เดียวกันก็จะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์  
ออกไปแทน ก๊าซเสียส่วนหนึ่งจึงออกมาที่ลมหายใจออก

ภาพที่ ๓๓

โลหิตที่ฟอกแล้วจากปอด จะไหลกลับเข้าสู่หัวใจทางเส้นโลหิต  
ที่มีชื่อเรียกว่า Pulmonary vein เข้าสู่หัวใจทางห้องบน  
ซ้าย ๒ เส้น

จะเห็นได้ว่า เส้นโลหิตที่นำเลือดดีจากปอดมาสู่หัวใจมี  
ชื่อเรียก Pulmonary vein และเส้นโลหิตที่นำเลือดเสีย  
จากหัวใจไปสู่ปอด กลับมีชื่อเรียกว่า Pulmonary artery  
ก็เนื่องด้วยหลักการเรียกชื่อตามที่ได้เคยอธิบายมาแล้ว

ภาพที่ ๓๔

เมื่อหัวใจห้องบนซ้ายบีบตัว โลหิตก็ไหลลงสู่ห้องล่างซ้าย  
( Left ventricle )

ภาพที่ ๓๕

หัวใจห้องล่างซ้ายบีบตัวทำให้โลหิตที่ไหลออกจากหัวใจไปทาง  
เส้นโลหิตแดงใหญ่ Aorta เพื่อออกไปเลี้ยงร่างกาย

ภาพที่ ๓๖

เส้นโลหิตจะแตกกิ่งก้านสาขาเล็กลง ๆ จนเป็นเส้นโลหิตฝอย  
นำเลือดไปเลี้ยงร่างกายจนทั่ว

ภาพที่ ๓๗

จะเห็นได้ว่า หัวใจมีการสูบฉีดโลหิต ๒ ครั้ง ก็คือ ครั้งหนึ่งส่งโลหิตไปฟอกที่ปอด อีกครั้งหนึ่งในเวลาไล่เรียงกันนั้นก็มีการฉีดโลหิตไปเลี้ยงร่างกายอีกด้วย

ภาพที่ ๓๘

นักเรียนได้เห็นแล้วว่า หัวใจห้องบนและห้องล่างแยกกันเป็นคนละส่วน หัวใจห้องบนทั้งขวาและซ้ายขยายตัวรับโลหิตเข้ามาเต็มแล้วบีบตัวพร้อม ๆ กันครั้งหนึ่ง ระยะเวลาเรียกว่า ไดแอสโตลิส (Diastole)

ภาพที่ ๓๙

...และหัวใจห้องล่างทั้ง ๒ ห้องขยายตัวรับโลหิตจาก Atrium แล้วบีบตัวพร้อม ๆ กันอีกครั้งหนึ่ง เพื่อส่งเลือดออกจากหัวใจ ระยะเวลาเรียกว่า ซิสโตลิส (Systole)

ภาพที่ ๔๐

. ท่านทราบหรือไม่ว่า หัวใจเต้นตามปกติ นานี่ละก็ครั้ง  
. ละไร เป็นสาเหตุให้ได้ยินครั้งละ ๒ คูบ  
. อัตราการเต้นของหัวใจจะเปลี่ยนแปลงไปหรือไม่ในเวลาออกกำลังกาย หรือในเวลาหลับ  
โดยสรุปแล้ว นักเรียนควรจำไว้ว่า

- หัวใจคนปกติมีอัตราการเต้นของหัวใจประมาณ ๗๒-๘๐ ครั้งต่อนาที
- ระยะเวลาที่กล้ามเนื้อของหัวใจบีบโลหิตออกจากหัวใจ เรียก ซิสโตลิส
- ระยะเวลาที่กล้ามเนื้อของหัวใจคลายตัวเพื่อรับเลือดเข้าสู่หัวใจ เรียก ไดแอสโตลิส
- คนปกติจะมีแรงดันในเส้นเลือดประมาณ ๑๑๐-๑๒๐ มม. คือเท่ากับแรงดันในปรอทขึ้นสูง ๑๑๐ - ๑๒๐ มม. ถ้าหัวใจเต้นแรงและเร็วขึ้นหรือถ้าเส้นโลหิตขาดความยืดหยุ่นไปเช่น อายุมากขึ้นหรือเป็นโรคลมบางอย่าง ทำให้ความดันขึ้นสูงมากกว่าปกติ อาจขึ้นสูงถึง ๒๐๐ มม. หรือมากกว่านั้น นับว่าเป็นอัตราายแก่ร่างกาย เรียกว่าเป็น ความดันโลหิตสูง (Hypertension) อาจเป็นสาเหตุให้เส้นโลหิตฝอยในสมองแตกได้ง่าย ทำให้เป็นลม สลบ หรือเป็น ...

อัมพาตและอาจถึงตายได้ ถ้าความดันในเส้นโลหิตมีน้อยกว่าปกติ  
เรียกว่า เป็นความดันโลหิตต่ำ (Hypotension) โโลหิตอาจไป  
เลี้ยงสมองได้ไม่เพียงพอ อาจเป็นลม หน้ามืดง่าย ก็เป็นอันตราย  
ได้เช่นกัน.

---

ภาพที่ 5

ตัวอย่างภาพถ่ายฟิล์มสตริปเรื่อง "การย่อยอาหาร"

(DIGESTION OF FOODS)

เรียงตามลำดับของภาพ

เป็นฟิล์มสตริปชนิดขาว-ดำ.



ภาพที่ 6

ตัวอย่างภาพถ่ายฟิล์มสตริปเรื่อง "การย่อยอาหาร"

( DIGESTION OF FOODS )

เรียงตามลำดับของภาพ

เป็นฟิล์มสตริปชนิดขาว-ดำ.

ภาพที่ 7

ตัวอย่างภาพถ่ายฟิล์มสตริปเรื่อง "การย่อยอาหาร"

( DIGESTION OF FOODS )

เรียงตามลำดับของภาพ

เป็นฟิล์มสตริปชนิดขาว-ดำ.





ภาพที่ 8

ตัวอย่างภาพถ่ายฟิล์มสตริปเรื่อง "การย่อยอาหาร"

(DIGESTION OF FOODS)

เรียงตามลำดับของภาพ

เป็นฟิล์มสตริปชนิดขาว-ดำ.

ภาพที่ 9

ตัวอย่างภาพถ่ายฟิล์มสตริปเรื่อง "การย่อยอาหาร"

(DIGESTION OF FOODS)

เรียงตามลำดับของภาพ

เป็นฟิล์มสตริปชนิดขาว-ดำ.

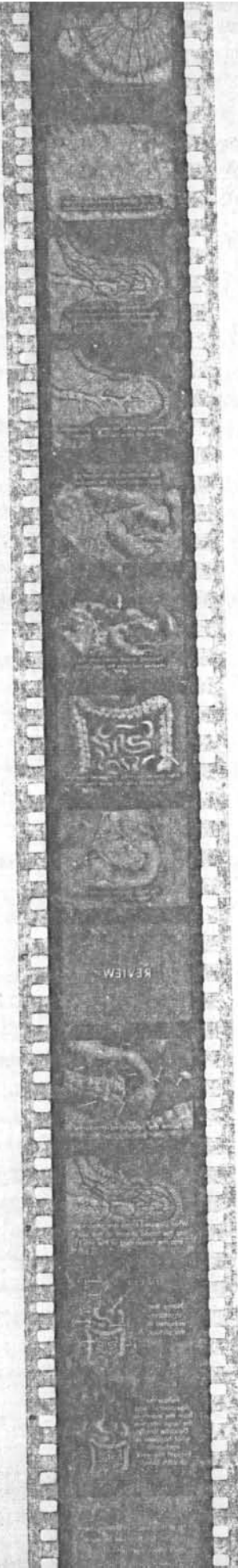
ภาพที่ 10

ตัวอย่างภาพถ่ายฟิล์มสตริปเรื่อง "การย่อยอาหาร"

( DIGESTION OF FOODS )

เรียงตามลำดับของภาพ

เป็นฟิล์มสตริปชนิดขาว-ดำ.



บทบรรยายฟิล์มสตรีปเรื่อง  
 "การย่อยอาหาร" (Digestion of Foods) (เวลาดฉาย ๒๕ นาที)

- ภาพที่ ๑ เมื่อดูฟิล์มสตรีปแล้วให้เตรียมตอบคำถามไว้ด้วย นักเรียนอาจจะถามปัญหาอื่นใดหรืออภิปรายถึงภาพต่าง ๆ ในขณะที่กำลังชมก็ได้
- ภาพที่ ๒ ภาพเลื่อนเหล่านี้ จะอธิบายให้ทราบถึง
- อวัยวะที่เป็นส่วนประกอบของระบบย่อยอาหาร
  - ปฏิกริยาทางเคมีของน้ำย่อย
  - ความสัมพันธ์ของเส้นประสาทและกล้ามเนื้อตามทางเดินอาหาร
- ภาพที่ ๓ ร่างกายของคนเราต้องการอาหารประเภทต่าง ๆ เช่น โปรตีน, คาร์โบไฮเดรต, ไขมันต่าง ๆ , วิตามิน เป็นต้น
- ภาพที่ ๔ ระบบย่อยอาหารมีหน้าที่เตรียมอาหารไว้ให้ร่างกายนำไปใช้ให้เป็นประโยชน์ ประกอบด้วยอวัยวะที่สำคัญ ๆ คือ ปาก, ฟัน, ลิ้น, ท่อน้ำลาย, คอหอย, หลอดอาหาร, กระเพาะอาหาร, ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ และอวัยวะสุดท้าย คือ ทวารหนัก.
- ภาพที่ ๕ ขบวนการย่อยอาหารจะเริ่มต้นในปากก่อน
- ภาพที่ ๖ อาหารจะถูกย่อยโดยมีฟันค้ำให้แตกเป็นชิ้นเล็ก ๆ และผสมกับน้ำลาย (Saliva)
- ภาพที่ ๗ น้ำลายผลิตจากต่อมน้ำลาย ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน ๓ คู่ คือ ต่อม้ำลายที่ข้างกกหู (เรียกว่า Parotid glands ) ๑ คู่ , ต่อม้ำลายที่โคนขากรรไกรล่าง (เรียกว่า Maxillary glands ) ๑ คู่ และต่อมน้ำลายใต้ลิ้น (เรียกว่า Sublingual glands) อีก ๑ คู่.
- ภาพที่ ๘ ตอนนี้เราใช้น้ำสมช่วยกระตุ้นให้ต่อมน้ำลายหลั่งน้ำย่อยออกมา
- ภาพที่ ๙ เรานำน้ำลายออกมาใส่ในบีกเกอร์

- ภาพที่ ๑๐ ค่อยไปเทน้ำแป้งลงในแก้ว ๒ ใบด้วยปริมาณเท่า ๆ กัน
- ภาพที่ ๑๑ นำเอาน้ำลายมาเทใส่ถ้วยแก้วข้างซ้ายมือ
- ภาพที่ ๑๒ น้ำลายและน้ำย่อยอาหารทุกชนิดประกอบด้วยสารประกอบทางเคมีที่เรียกทั่ว ๆ ไปว่า น้ำย่อย(Enzyme) ซึ่งมีหน้าที่ในการย่อยสลายอาหารซึ่งเป็นสารประกอบที่มีโมเลกุลใหญ่ จึงข้อนให้กลายเป็นสารประกอบเชิงเดี่ยวที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก
- ภาพที่ ๑๓ Enzyme ในน้ำลายคือ Ptyalin
- ภาพที่ ๑๔ นักเรียนจะเห็นได้ว่า สักครู Ptyalin จะละลายแป้งที่อยู่ในแก้วด้านซ้ายมือ มันทำให้แป้งแตกสลายโมเลกุลเล็กลง เราจึงเห็นใส
- ภาพที่ ๑๕ ในภาพนี้เป็นรูปภาพโคอะแกรมง่าย ๆ ที่แสดงให้เห็นโมเลกุลของแป้ง
- ภาพที่ ๑๖ Ptyalin จะย่อยโมเลกุลของแป้งให้สลายตัวกลายเป็นน้ำตาลที่มีโมเลกุลเล็ก ๆ จำพวก Simple carbohydrate ซึ่งได้แก่พวก Maltose เป็นต้น
- ภาพที่ ๑๗ น้ำเมือกที่อยู่ในน้ำลายจะช่วยทะลอมอาหารให้เป็นก้อน
- ภาพที่ ๑๘ เป็นเครื่องหล่อลื่นอาหาร เพื่อสะดวกแก่การกลืน
- ภาพที่ ๑๙ เราจะเห็นก้อนอาหารค่อย ๆ ผ่านไปตามหลอดอาหาร
- ภาพที่ ๒๐ ก้อนอาหารกำลังเลื่อนลงไปเรื่อย ๆ
- ภาพที่ ๒๑ หลอดอาหารเป็นท่อยาว, เรียบ ประกอบด้วยกล้ามเนื้อ
- ภาพที่ ๒๒ ในรูปภาพนี้เราจะศึกษาถึงขบวนการในการกลืนอาหาร
- ภาพที่ ๒๓ เส้นจุดดำ ๆ แทนกระแสประสาทที่มากระตุ้นผนังของกล้ามเนื้อ
- ภาพที่ ๒๔ กลูทธรอันบนซึ่งที่กล้ามเนื้อ
- ภาพที่ ๒๕ กลูทธรอันกลางเป็นเส้นประสาทใหญ่
- ภาพที่ ๒๖ และกลูทธร ๒ อันล่าง เป็นสาขาของเส้นประสาท

ภาพที่ ๒๔

กระแสประสาทจะกระตุ้นกล้ามเนื้อที่อยู่เหนือก่อนอาหารเสมอ

ภาพที่ ๒๕

เมื่อกดกล้ามเนื้อเหล่านั้นหัตถ์ก็จะส่งปฏิกิริยาโต้ตอบไปยังประสาทสั่งงาน

ภาพที่ ๒๖

...อาหารก็จะถูกดันไปถูกเส้นประสาทอันใหม่ที่อยู่ข้างล่าง  
เส้นประสาทใหม่ก็จะส่งกระแสความรู้สึกไปยังงานให้กล้ามเนื้อที่อยู่  
ถัดไปทางข้างล่างหัตถ์ต่อไปอีกเรื่อย ๆ

ภาพที่ ๒๗

ด้วยการหดตัวของกล้ามเนื้อที่หย่อนต่อกันไปเช่นนี้ เราเรียกว่า

Peristaltic waves

ภาพที่ ๒๘

ทบทวน - นักเรียนจงให้ชื่อโครงสร้างของส่วนต่าง ๆ ที่มีลูกศร  
กำกับไว้นี้ ๑..... ๒..... ๓.....

ภาพที่ ๒๙

ลองทบทวนดู

- Enzyme คืออะไร
- น้ำลายประกอบด้วยเอนไซม์ที่เรียกว่าอะไร
- Ptyalin จะทำให้เกิดอะไรขึ้นบ้างแก่โมเลกุลของแป้ง
- คออะไรบ้างที่ผลิตน้ำลาย
- น้ำเมือก ๆ จะช่วยในการกลืน ๒ วิธีนั้น อะไรบ้าง

ภาพที่ ๓๐

กระเพาะเป็นแหล่งรวบรวมอาหารไว้และจะมีการย่อยอาหารจำพวก  
โปรตีนเป็นส่วนใหญ่

ภาพที่ ๓๑

เนื่องจากภายในผนังของกระเพาะอาหารซึ่งมีลักษณะเป็นลูกคลื่นสูงๆ  
เรียกว่า Rugae มีต่อมผลิตน้ำย่อยของกระเพาะอาหาร  
(น้ำย่อยของกระเพาะอาหารเรียก Gastric juice )

ภาพที่ ๓๒

Gastric juice ประกอบด้วย น้ำ, เมือก, กรดเกลือ ,  
เอนไซม์ Pepsin มีหน้าที่ย่อยโปรตีนให้กลายเป็น Proteose  
และ Peptone และเอนไซม์ Rennin มีหน้าที่ย่อยน้ำนมให้เป็นดิมๆ

- ภาพที่ ๓๓ เพื่อเป็นการทดลองดูปฏิกิริยาเคมีของน้ำย่อย เราใช้วิธีกลั่นหลอด  
ยางเข้าไปลึก ๆ . . . เพื่อทำการดูดน้ำย่อยออกมาทดลอง
- ภาพที่ ๓๔ . . . แล้วทำให้หลอดยางเป็นที่ว่างเล็กน้อย จะดูดน้ำย่อยในกระเพาะ  
ออกมาได้
- ภาพที่ ๓๕ เราจะใช้ไซ้ขาวศึกษาปฏิกิริยาของ Gastric juice ที่มีต่อโปรตีน
- ภาพที่ ๓๖ ชั้นแรก เราดูดไซ้ขาวไว้ในหลอดแก้ว
- ภาพที่ ๓๗ นำไปต้มกับน้ำร้อน
- ภาพที่ ๓๘ ความร้อนจะทำให้ไซ้ขาวจับกันเป็นก้อน ๆ ตกตะกอน
- ภาพที่ ๓๙ เราเทน้ำย่อย gastric juice ลงไปในหลอดทดลอง
- ภาพที่ ๔๐ Pepsin จะเริ่มย่อยสลายไซ้ขาวที่บริเวณปลายหลอดทั้งสองข้าง
- ภาพที่ ๔๑ หลังจาก ๔ ชั่วโมงผ่านไป ไซ้ขาวก็จะถูกย่อยสลายหมดมากขึ้น
- ภาพที่ ๔๒ ภาพนี้แทนโมเลกุลของโปรตีน เพื่อเปรียบเทียบให้นักเรียนดูเข้าใจ  
ง่ายขึ้น
- ภาพที่ ๔๓ เอนไซม์ Pepsin จะย่อยสลายโมเลกุลให้แตกออกเป็นโมเลกุลที่มี  
ขนาดเล็ก ๆ ดังกล่าว นั่นคือ Pepsin ย่อยโปรตีนให้กลายเป็น  
Proteose และ Peptone
- ภาพที่ ๔๔ กระเพาะอาหารจะมีการเคลื่อนไหวทยอยกันต่อ ๆ ไปคล้ายลูกคลื่น  
ลักษณะการหด-ขยาย ๆ แบบลูกคลื่นนี้เรียกว่า Peristaltic  
movement ให้สังเกตตอนคลื่นที่ลูกศรชี้
- ภาพที่ ๔๕ คลื่นของการหดตัวจะเคลื่อนไปทั่วกระเพาะอาหาร เพื่อให้  
อาหารคลุกเคล้ากับน้ำย่อยได้ทั่วถึงนั่นเอง
- ภาพที่ ๔๖ ทบทวน -  
- หน้าที่ของกระเพาะอาหารมี ๒ อย่าง ๑. รับประทาน

- Gastric juice ประกอบด้วยน้ำย่อยที่สำคัญ ๓ ชนิด อะโรมาซ
- Pepsin มีปฏิกิริยากับโปรตีนอย่างไรบ้าง
- ไขมันอกซิดิเคชันเคลื่อนไหวของกล้ามเนื้อกระเพาะอาหารที่เคลื่อน  
ตัวคล้ายลูกคลื่นเพื่อช่วยให้น้ำย่อยคลุกเคล้ากับอาหารได้ง่าย
- ภาพที่ ๔๗ จากกระเพาะอาหาร อาหารที่ย่อยแล้วจนเกือบเป็นของเหลว  
จะถูกส่งผ่านไปยังลำไส้เล็กตอนบนซึ่งมีชื่อเรียกว่า Duodenum
- ภาพที่ ๔๘ ที่ลำไส้เล็กตอนบนนี้จะมีน้ำย่อยจากตับอ่อนส่งเข้ามาตามท่อตรงถูกสร้าง  
ภาพที่ ๔๙ คราวนี้ให้ลองดูปฏิกิริยาของน้ำย่อยจากตับอ่อน  
ได้เคยกล่าวไว้ว่า กระเพาะอาหารผลิตกรดเกลือได้...  
กรดเกลือจะไปกระตุ้นเซลล์ของคูโอรินที่มีให้ปล่อยฮอร์โมนชื่อ  
ภาพที่ ๕๐ Secretin ออกมา...
- ภาพที่ ๕๑ กระแสโลหิตจะพาฮอร์โมนไปที่ตับอ่อน
- ภาพที่ ๕๒ ไปกระตุ้นให้ตับอ่อนปล่อยน้ำย่อย Pancreatic juice ออกมาแล้ว  
ไหลไปสู่ Duodenum  
Pancreatic juices มีน้ำย่อยอาหารที่สำคัญ ๓ ชนิด คือ  
Lipase ช่วยย่อยไขมันให้กลายเป็น Fatty acid และ  
Glycerol, Trysin ย่อยโปรตีนและโปรตีนโอสให้กลายเป็น  
Peptides และ Amino acid  
Amylase ย่อยแป้ง ให้กลายเป็น น้ำตาลมอลต์ ( Maltose )
- ภาพที่ ๕๓ ด้วยกลไกแบบเดียวกันนี้ ทำให้ตับผลิตน้ำดีออกมาเป็นน้ำย่อยร่วม  
ด้วยอีกแรงหนึ่ง
- ภาพที่ ๕๔ ถุงน้ำดี ( Gall bladder ) ส่งน้ำดีไปให้ Duodenum  
น้ำดีช่วยทำให้ไขมันละลายผสมกับน้ำย่อยได้ดี เพื่อช่วยให้น้ำย่อย  
Lipase เข้าย่อยได้ง่ายขึ้น



- ภาพที่ ๕๕ เราเติมน้ำคิงไปในน้ำมันครีมทั้ง ๒ แก้ว
- ภาพที่ ๕๖ เหนือย้อยจากด้านบนลงไปในครีมแก้วซ้ายมือเท่านั้น
- ภาพที่ ๕๗ หลายชั่วโมงต่อมา จะเห็นได้ว่า น้ำคิงช่วยทำให้น้ำย้อย Lipase ย่อยสลายไขมันง่ายขึ้น
- ภาพที่ ๕๘ ภาพนี้แทนโมเลกุลของไขมัน ๘ โมเลกุล
- ภาพที่ ๕๙ น้ำย้อย Lipase จะช่วยย่อยให้โมเลกุลของไขมันสลายตัวออกจนในที่สุดได้เป็น Fatty acid(กรดมัน) และ Glycerol
- ภาพที่ ๖๐ มีเส้นโลหิตมากมายไปเลี้ยงลำไส้เล็ก
- ภาพที่ ๖๑ มีเส้นประสาทอีกมากมายไปสั่งงานที่ผนังของลำไส้เล็ก
- ภาพที่ ๖๒ รูปนี้แสดงให้เห็นกล้ามเนื้อ ๒ ชั้นที่ประกบกันเป็นผนังของลำไส้เล็ก ได้แก่กล้ามเนื้อตามแนววงกลม (Circular muscles) และกล้ามเนื้อตามแนวยาว (Longitudinal muscles)
- ภาพที่ ๖๓ ภายในผนังของลำไส้เล็กมีลักษณะเป็นปุ่มปมยื่นออกมาเต็มไปหมด เราเรียกว่า villi (พหูพจน์)
- ภาพที่ ๖๔ รูปถ่ายนี้ ถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์ขยายให้เห็น villi ชัดขึ้น
- ภาพที่ ๖๕ villi แต่ละอันเรียกว่า villus ภายในมีเส้นโลหิตฝอย และเส้นน้ำเหลืองมาหล่อเลี้ยงมากมาย น้ำตาลและโปรตีนที่ถูกย่อยแล้วจะถูกดูดซึมไปตามกระแสเลือดที่อยู่ภายในเส้นโลหิตฝอยนั้น
- ภาพที่ ๖๖ ส่วนไขมันที่ย่อยแล้วจะถูกดูดเข้าไปในน้ำเหลือง
- ภาพที่ ๖๗ การดูดซึมเหล่านี้ต้องอาศัยการเคลื่อนไหวแบบ Peristaltic movement ของลำไส้เล็กด้วยเหมือนกัน

- ภาพที่ ๖๘ Peristaltic waves จะเกิดขึ้นที่ลำไส้เล็กทั่ว ๆ ไปเพื่อทำให้  
อาหารเคลื่อนที่ไปเรื่อย ๆ
- ภาพที่ ๖๙ หลายชั่วโมงผ่านไป อาหารที่ย่อยไม่ได้แล้วและน้ำ ก็将通过  
ไปสู่ลำไส้ใหญ่
- ภาพที่ ๗๐ ลำไส้ใหญ่ไม่มีการย่อยอาหาร เป็นเพียงแหล่งสะสมอาหาร  
ที่จะกำจัดทิ้ง มีหน้าที่ดูดน้ำออกจากกากอาหารแค่เพียงอย่างเดียว  
สรุปได้ว่า ลำไส้เล็กจะเป็นแหล่งที่มีการย่อยอาหารมากที่สุด  
และมีการดูดอาหารเข้าสู่เส้นเลือดและเส้นน้ำเหลืองด้วย
- ภาพที่ ๗๑ โปรคทอมทวนโดยการท่าแบบฝึกหัดต่อไป
-

บทบรรยายเพิ่มเติมสรีรปเรื่อง

"การทำงานของไต"(Work of the Kidneys) วิชาอายุรเวท ๒๕ นาที

- ภาพที่ ๕ ภาพที่จะได้ชมจากฟิล์มสรีรปต่อไปนี้ จะอธิบายให้ทราบถึง..

  - โครงสร้างของระบบขับถ่าย
  - การกลั่นปัสสาวะของไต
  - การควบคุมองค์ประกอบของโลหิต(ซึ่งเป็นหน้าที่ของไตที่สำคัญ)
  - หน้าที่ของกระเพาะปัสสาวะ
  
- ภาพที่ ๕ ไตเป็นอวัยวะที่สำคัญของระบบขับถ่าย ซึ่งจะช่วยควบคุมองค์ประกอบของโลหิตและเนื้อเยื่อ ให้อยู่ในสภาวะที่สมดุลย์กัน
  
- ภาพที่ ๖ นี้คือภาพวาดอย่างง่าย ๆ แสดงให้เห็นไต ๒ อัน (ข้าง)
  
- ภาพที่ ๗ เส้นโลหิตแดง(arteries) ตามหมายเลข ๑ มี ๒ เส้น นำโลหิตมาเลี้ยงไต และเส้นโลหิตดำ(vein) นำโลหิตเสียออกไป มี ๒ เส้นเช่นเดียวกัน
  
- ภาพที่ ๘ ท่อที่นำปัสสาวะจากไตไปสู่กระเพาะปัสสาวะ(bladder) เรียกว่าท่อไต หรือ หลอดนำปัสสาวะ(Ureters) มี ๒ ท่อ ส่วนท่อที่นำปัสสาวะออกจากกระเพาะปัสสาวะอีกทีหนึ่งเรียกว่าท่อปัสสาวะ(Urethra) มีท่อเดียว
  
- ภาพที่ ๙ ลองดูซิว่า นักเรียนจะให้หรือส่วนต่างๆของระบบขับถ่ายได้ถูกต้องหรือไม่ (ให้นักเรียนตอบออกมาพร้อม ๆ กัน คัง ๆ )

๑..... ๒..... ๓..... ๔.....
  
- ภาพที่ ๑๐ ขอให้เรามาศึกษาบางสิ่งบางอย่างเกี่ยวกับโครงสร้างของไตต่อไปนี้ ชั้นแรกเราตรวจดูเนื้อไตซึ่งฝานออกเป็นชั้นบาง ๆ จะเห็นได้ว่า...
  
- ภาพที่ ๑๑ เนื้อเยื่อชั้นนอกของไต เรียกว่าCortex ประกอบด้วยท่อนขนาดเล็กมากมายนับเป็นพัน ๆ ท่อ ต้องขยายดูด้วยกล้องจุลทรรศน์จึงจะเห็น

- ท่อเหล่านั้นทำหน้าที่รวบรวมน้ำปัสสาวะส่งต่อไปยังท่อที่จะนำปัสสาวะ  
ออกจากไต ซึ่งเรียกว่า Pelvis เนื้อชั้นในของไตเรียก Medulla
- ภาพที่ ๑๒  
นี้เป็นภาพขยายใหญ่หลายพันเท่าของหลอดเล็ก ๆ เหล่านั้นแต่ละหน่วย  
ซึ่งจะได้อธิบายถึงส่วนต่าง ๆ ในภาพต่อไป
- ภาพที่ ๑๓  
เส้นโลหิตแดงที่มายังไตจะแตกแขนงเป็นกระจุกเส้นโลหิตฝอยขนาดเล็ก  
เรียกว่า กระจุกเส้นโลหิตฝอย (Capillaries tuft) ห่อมล้อม  
ด้วยถุงแคลซูลของโบว์แมน (Bowman's Capsules) มีลักษณะเป็นแฉ่ง  
กลม ๆ ข้างในถุงแคลซูลของโบว์แมนเป็น โกลเมอรูลัส (Glomerulus)  
ของเสียจะซึมออกจากเส้นโลหิตฝอยไปสู่แคลซูลของโบว์แมน และเข้าสู่  
โกลเมอรูลัส
- ภาพที่ ๑๔  
หลอดเล็ก ๆ เหล่านั้นจะรับของเสียส่งต่อไปให้ เพลวิส (Pelvis)
- ภาพที่ ๑๕  
กระแสโลหิตไหลออกจากเส้นโลหิตฝอย
- ภาพที่ ๑๖  
หมายเลข ๑ คือเส้นโลหิตแดง (artery) ซึ่งแตกแขนงออกเป็นหลาย  
เลข ๒ คือเส้นโลหิตฝอย เหมือนตาข่ายแทรกเข้าไปในผนังของหลอด  
คดที่สุด เส้นโลหิตฝอยเหล่านั้นก็จะไม่รวมกันเป็นเส้นโลหิตดำ (Vein)  
แสดงว่าโลหิตแดงที่ส่งอาหารและออกซิเจนไปเลี้ยงไตเสร็จแล้ว  
ถือว่าเป็นเส้นโลหิตฝอย ไหลออกไปทางเส้นโลหิตดำ
- ภาพที่ ๑๗  
ให้นักเรียนบอกชื่อส่วนต่าง ๆ ตามหมายเลข ๑....๒....จนถึง ๗....  
เพื่อดูว่าจะเข้าใจ หรือจำได้หรือไม่  
(ถ้านักเรียนตอบไม่ได้ โปรดกรุณาฉายซ้ำให้ดูใหม่ ตั้งแต่ภาพที่ ๑๒ ถึง ๑๗)
- ภาพที่ ๑๘  
ปัสสาวะก่อตัวขึ้น เมื่อของเสียที่อยู่ในพลาสมาของเส้นโลหิตถูกพามา  
ที่ไต ของเสียนั้นเป็นของเหลวบางอย่างในโลหิต

- ภาพที่ ๑๘ ในภาพจะเห็นได้ว่า เมื่อกระดูกเส้นโลหิตฝอยนำโลหิตมาที่ไต โกลเมอรูลัสก็ทำการกรอง สกัดเอาของเหลวออกมา รวมกันเป็น น้ำที่ใส
- ภาพที่ ๒๐ แสดงให้เห็นได้อย่างง่าย ๆ เหมือนกับเครื่องมือทดลองชนิดนี้ที่กรองน้ำ ผ่านเยื่อบาง ๆ ออกมาได้
- ภาพที่ ๒๑ ยิ่งยกคนโทแก้วน้ำนั้นให้สูงขึ้น น้ำก็จะยิ่งถูกกรองออกมาเร็วขึ้น
- ภาพที่ ๒๒ ความดันของโลหิตเป็นสาเหตุให้โกลเมอรูลัสกรองของเหลวออกจาก โลหิตได้เร็วหรือช้าต่างกัน - เช่นเดียวกัน
- ภาพที่ ๒๓ ถ้าเราเติมน้ำเกลือที่มีสีซึ่งมีโมเลกุลเล็กๆ ลงไปในน้ำ เกลือแร่จะผ่าน เครื่องกรองลงไปด้วย
- ภาพที่ ๒๔ แต่ถ้าเราเติมสีซึ่งมีโมเลกุลใหญ่กว่าลงไปด้วย มันจะไม่สามารถ ผ่านเยื่อกรองลงไปได้เลย
- ภาพที่ ๒๕ ในทำนองเดียวกัน เยื่อโกลเมอรูลัสจะยอมให้โมเลกุลของสารที่มีขนาดเล็กมากพอ-ผ่านไปได้ แต่โมเลกุลของสารที่มีขนาดใหญ่จะไม่ยอมให้ ผ่านไป คุณสมบัติของเยื่อที่มีชีวิตแบบนี้เรียกว่า Semipermeability
- ภาพที่ ๒๖ ของเสียที่กรองออกมาจากพลาสมาเรียกว่า Glomerular filtrate แผนภาพต่อไปจะแสดงให้เห็นว่า ส่วนใหญ่มักประกอบด้วยสารเคมีที่ วิเคราะห์ออกมาแล้ว มีดังนี้

ภาพที่ ๒๗

ส่วนประกอบคิดเป็นร้อยละ		
	พลาสมาในโลหิต	Glomerular filtrate
เกลือแร่ต่างๆ	๐.๘	๐.๘
ยูเรีย	๐.๐๓	๐.๐๓
น้ำตาล	๐.๑	๐.๑
โปรตีน	๗.๐	๐.๐

- ภาพที่ ๒๔ จะเห็นได้ว่าใน Glomerular filtrate ไม่มีโปรตีนถูกกรองออกมาเลย จะกรองออกมาที่พวกเกลือแร่ ยูเรีย น้ำตาล
- ภาพที่ ๒๕ และเมื่อของเสียผ่านไปตามหลอดนั้น น้ำจะถูกดูดกลับเข้าสู่กระแสโลหิตอีกมากกว่า ๙๕ % (ในภาพแสดงไว้ด้วยจุดไข่ปลาขาวๆ )
- ภาพที่ ๓๐ โมเลกุลของน้ำตาลที่กรองออกมาจะถูกดูดกลับเข้าไปในกระแสโลหิตเช่นเดียวกัน
- ภาพที่ ๓๑ ยูเรีย ของเสียอื่นๆ และน้ำอีกเล็กน้อยเท่านั้นที่กรองออกมา ก็จะไหลผ่านไปตามหลอด ไปรวมกันเป็นน้ำปัสสาวะ
- ภาพที่ ๓๒ ถ้าเรานำเอา Glomerular filtrate (ด้านซ้ายมือ) กับน้ำปัสสาวะ (ทางด้านขวามือ) ที่มีปริมาตรเท่า ๆ กันมาชั่งเทียบกันดู...
- ภาพที่ ๓๓ ...ปรากฏว่าน้ำปัสสาวะจะหนักกว่า แสดงว่าในน้ำปัสสาวะมียูเรีย และของเสียอื่น ๆ เข้มข้นมากกว่า ให้นักเรียนดูแผนภาพต่อไป
- ภาพที่ ๓๔ ร้อยละของส่วนประกอบ

	Glomerular filtrate	น้ำปัสสาวะ ( Urine )
เกลือแร่ต่างๆ	๐.๘	๑.๕
ยูเรีย	๐.๐๓	<u>๒.๐๐</u>
น้ำตาล	๐.๑	๐.๐

จะเห็นได้ว่า ปกติไตจะกั้นเกลือแร่และยูเรียออกมามากกว่าน้ำตาล คนปกติจึงมีปริมาณของน้ำตาลในกระแสเลือดประมาณ ๐.๐๘ - ๐.๑๒ %

โดยมีฮอร์โมนชนิดหนึ่ง ชื่ออินซูลิน (Insulin) ผลิตมาจากตับอ่อน ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณของน้ำตาลในกระแสเลือดให้คงที่ไว้เสมอ ถ้าอินซูลินน้อยเกินไป ร่างกายก็จะมีปริมาณของน้ำตาลในโลหิตมากกว่าปกติ ไตจะต้องกรองน้ำตาลออกมาในปัสสาวะมากกว่าปกติ จะเกิดเป็นอาการของโรคที่เรียกกันว่า โรคเบาหวาน (Diabetes mellitus) ถ้ามีปริมาณน้ำตาลในเลือดน้อยเกินไป ก็จะมีอาหารไปเลี้ยงสมองไม่เพียงพอ เกิดอาการชักง่าย ร่างกายไม่เป็นปกติเช่นกัน

ภาพที่ ๓๕

ขอให้เรากลับมาทบทวนดูใหม่อีกเล็กน้อย...

- การวิเคราะห์เปรียบเทียบพลาสมาในโลหิตและใน Glomerular filtrate แสดงว่า เยื่อบาง ๆ ของโกลเมอรูลัสมีคุณสมบัติเป็น Semipermeable อย่างไร
- โดยปกติ จะเกิดอะไรขึ้นกับน้ำตาลส่วนใหญ่ที่กรองออกมาในโกลเมอรูลัส
- ทำไมน้ำปัสสาวะจึงมีน้ำหนักมากกว่า Glomerular filtrate

ภาพที่ ๓๖

ต่อไป เราจะได้ศึกษาถึงแฟกเตอร์บางอย่างที่มีผลต่อการเกิดปัสสาวะ โดยเราใช้ยาสมทบทดลองกับสัตว์

ภาพที่ ๓๗

เครื่องมือในภาพนี้ ใช้บันทึกอัตราการไหลของน้ำปัสสาวะ และ บันทึกความกดดันของโลหิต

ภาพที่ ๓๘

เข็มอันบนเป็นหัว เข็มบันทึกอัตราการไหลของน้ำปัสสาวะ ข้างล่าง เป็นหลอดหยดน้ำปัสสาวะ ทุก ๆ หยดจะทำให้เข็มเคลื่อนที่ขึ้น บันทึกเป็นเส้นดังในภาพ

ภาพที่ ๓๙

หัว เข็มบันทึกอันบนสุด คอยบันทึกความดันของโลหิต

ภาพที่ ๔๐

ทรงที่ลูกศรชี้ โดดออกจากสัปดาห์ทดลองไหลผ่านไปแล้ว ๑ ควอทซ์  
(ราว ๑/๔ แกลลอน, ๑ แกลลอน ๔.๔๔๖ ลิตร)  
ท่านจะอธิบายได้ใหม่ว่า เส้นบันทึกเปลี่ยนแปลงอย่างไร

ภาพที่ ๔๑

ทรงที่ลูกศรชี้เป็นตอนที่เขาคีอูเรียเข้าไปในสัปดาห์นั้น นักเรียนจะ  
อธิบายความแตกต่างในอัตราการไหลของน้ำปัสสาวะได้หรือไม่ ?

ภาพที่ ๔๒

เรากลับมาพบหวนกันใหม่ว่า..

- แพลทเทอร์อะไร ๒ แพลทเทอร์ที่คอยควบคุมอัตราการไหลของ  
น้ำปัสสาวะ
- แต่ละภาพที่ทำการทดลอง แสดงถึงอะไรบ้าง
- การทดลองนี้จะช่วยให้เข้าใจหน้าที่ของไตเกี่ยวกับช่วยให้อ่าง  
กาสมคูลย์อยู่ได้อย่างไร

ภาพที่ ๔๓

เพื่อเป็นการแสดงให้เห็นชัดเจนขึ้น เราจะนำปัสสาวะจากสุนัข  
๒ ตัวที่มีขนาดเท่ากัน และมีอัตราการไหลของน้ำปัสสาวะเร็ว  
เท่า ๆ กัน

ภาพที่ ๔๔

เราฉีดน้ำตาลเข้าในกระแสดเลือดของสุนัขสีดำ ท่านคิดว่า จะเป็น  
ผลต่ออัตราการไหลของน้ำปัสสาวะอย่างไรหรือไม่ (ตอบไว้ในใจก่อน)

ภาพที่ ๔๕

ท่านคิดถูกหรือซ้มน้ (ไตของสุนัขสีดำจะกลั่นปัสสาวะออกมามากกว่า)

ภาพที่ ๔๖

ครั้นแล้ว เรานำตัวอย่างน้ำปัสสาวะจากแต่ละปีคเกอร์มาใส่ใน  
หลอดทดลอง ทดสอบด้วยสารละลาย Fehling's solution  
(ซึ่งเป็นน้ำยาที่ใช้ทดสอบน้ำตาลโดยเฉพาะ) ปรากฏว่า มีน้ำตาล  
ในปัสสาวะของสุนัขสีดำเท่านั้น)



ภาพที่ ๔๗

ไทม์บมหมาที่สำคัญในการรักษาความสมดุลของน้ำในร่างกาย  
 ในภาพข้อบนนี้ เราใช้แก้วใส่น้ำเต็มแทนปริมาณของน้ำที่เรา  
 ดื่ม ช้ำมือ-เป็นปริมาณของน้ำที่เราดื่มตามปกติ  
 ขวามือ-เป็นปริมาณของน้ำที่เราดื่มมากเกินไป

ในภาพต่อไปจะเป็นการแสดงให้เห็นว่า น้ำจะถูกกำจัด  
 ออกจากไตบ้าง เป็นปริมาณมากน้อยสักเท่าใด

ภาพที่ ๔๘

ช้ำมือ คือปริมาณของน้ำที่ดื่ม | ขวามือ คือปริมาณของน้ำที่ดื่ม  
 ตามปกติ | มากเกินไป

ปอด ผิวหนัง ไต | ปอด ผิวหนัง ไต  
 จะเห็นได้ว่า ถ้าเราดื่มน้ำเข้าไปมากกว่าปกติ ไตต้องทำ  
 งานหนัก เพื่อกำจัดน้ำที่เกินปริมาณความต้องการให้ออกมา  
 มากกว่าปกติ ปกติโดยเฉลี่ย ร่างกายขับเหงื่อประมาณวันละ  
๑,๕๐๐ ลบ.ซม. และถ่ายปัสสาวะวันละ ๑,๒๐๐ ลบ.ซม.

ภาพที่ ๔๙

ตามแผนภาพนี้แสดงให้เห็นการกำจัดน้ำออกจากร่างกาย  
 ในระหว่างวันที่มีอุณหภูมิของอากาศปกติ กับวันที่อากาศมี  
 อุณหภูมิสูง ในกรณีนี้ที่ดื่มน้ำเข้าไปมีปริมาณเท่า ๆ กัน  
 วันที่มีอากาศร้อน(อุณหภูมิสูง) ผิวหนังต้องพยายามกำจัด  
 น้ำออกจากร่างกายมากกว่าอวัยวะอื่น พอ ๆ กับปริมาณ  
 ของน้ำที่ไต กำจัดออกในวันที่มีอุณหภูมิปกติ

ภาพที่ ๕๐

ทบทวนอีกครั้งหนึ่ง

- สมดุลย์ทางเคมีจะยังคงเป็นอย่างไร เมื่อร่างกายได้รับ  
 น้ำตาลมากเกินไปความต้องการ ? จะสกักอยู่เร็วออกมา  
 เกินปกติหรือไม่ ?

ภาคผนวก ข.

แบบทดสอบวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

เรื่อง " การทำงานของไต "

( เวลาสอบ 20 นาที )

คำสั่ง ให้เขียนเครื่องหมาย X ทับลงบนหัวข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 ข้อต่อข้อ โดยให้ทำลงในกระดาษคำตอบทุกข้อ อย่าขีดเขียนข้อความใดลงบนกระดาษข้อสอบนี้

( ขอละ 1 คะแนน )

1. เส้นโลหิตแดง (arterios) มีหน้าที่
  - ก. นำออกซิเจนมาหล่อเลี้ยงไต
  - ข. นำของเสียออกจากไต
  - ค. นำอาหารออกจากไต
  - ง. นำอาหารและออกซิเจนมาหล่อเลี้ยงไต
2. กระเพาะปัสสาวะมีชื่อเรียกเป็นภาษาอังกฤษว่า
  - ก. Ureter
  - ข. Urethra
  - ค. Urine
  - ง. Bladder
3. ท่อสำหรับนำปัสสาวะออกจากไตไปเก็บพักไว้ที่กระเพาะปัสสาวะมีชื่อเรียกว่า
  - ก. Ureter
  - ข. Urethra
  - ค. Urine
  - ง. Bladder
4. ท่อนำปัสสาวะออกจากกระเพาะปัสสาวะเพื่อถ่ายเทออกทิ้งนอกร่างกาย เรียกว่า
  - ก. Ureter
  - ข. Urethra
  - ค. Urine
  - ง. Bladder
5. ระบบขับถ่ายของมนุษย์เราประกอบไปด้วย
  - ก. ไต (Kidneys) และกระเพาะปัสสาวะ
  - ข. หลอดนำปัสสาวะ
  - ค. ท่อปัสสาวะ
  - ง. ถูกต้องหมดทุกข้อ
6. เนื้อเยื่อชั้นนอกของไต มีชื่อเรียกว่า
  - ก. Glomerulus
  - ข. Pelvis
  - ค. Cortex
  - ง. Medulla

7. ของเสียที่ออกมาจากเส้นโลหิตฝอย  
เข้าสู่...เป็นอันดับแรก
- Pelvis
  - Glomerulus
  - Bowman's capsule
  - ไม่มีข้อใดถูกต้อง
8. ของเสียที่กรองออกจากพลาสมา  
ของโลหิตเป็นปริมาณมากกว่าอย่างอื่น  
ใดแก่
- เกลือแร่ต่าง ๆ
  - ยูเรีย
  - โปรตีน
  - น้ำตาล
9. เหตุใดน้ำบัสสาวะจึงมีน้ำหนักมากกว่า  
glomerular filtrate เมื่อนำ  
ปริมาตรเท่า ๆ กันมาเปรียบเทียบ
- มีความถ่วงจำเพาะมากกว่า.
  - มีความหนาแน่นมากกว่า
  - มีปริมาณของสารละลายต่างๆ  
ถูกกรองออกมามากกว่า.
  - มีปริมาณของน้ำมากกว่า.
10. ปริมาณของน้ำตาลในกระแสเลือดของ  
มนุษย์เรา ตามปกติจะมีอยู่มาก...
- 0.01 % - 0.05 %
  - 0.05 % - 0.09 %
  - 0.09 % - 0.12 %
  - 0.12 % - 0.15 %
11. อวัยวะไตทำหน้าที่ผลิตฮอร์โมนชื่ออินซูลิน
- ไต
  - สมอง
  - ตับ
  - ตับอ่อน
12. อินซูลินทำหน้าที่เกี่ยวกับการควบคุม...
- ปริมาณเกลือแร่ต่างๆในกระแสเลือด  
ให้คงที่
  - ปริมาณของโปรตีนในกระแสเลือด  
ให้คงที่
  - การกรองบัสสาวะให้เป็นปกติ
  - ปริมาณของน้ำตาลในกระแสเลือด  
ให้คงที่

13. ปริมาณของน้ำที่เก็บความตึงการของร่างกาย จะถูกกำจัดออกทางใดบ้าง
- ไต
  - ปอด
  - ผิวหนัง
  - ถูกทุกข้อ
14. ปกติ ร่างกายขับเหงื่อออกประมาณวันละเท่าใด โดยเฉลี่ย
- ๑,๕๐๐ ลบ.ซม.
  - ๑,๕๐๐ ลบ.ซม.
  - ๑,๓๐๐ ลบ.ซม.
  - ๑,๒๐๐ ลบ.ซม.
15. ปกติร่างกายจะมีการขับถ่ายปัสสาวะประมาณวันละเท่าใดโดยเฉลี่ย
- ๑,๕๐๐ ลบ.ซม.
  - ๑,๕๐๐ ลบ.ซม.
  - ๑,๓๐๐ ลบ.ซม.
  - ๑,๒๐๐ ลบ.ซม.
16. ในวันที่มีอากาศร้อน ร่างกายมักกำจัดเหงื่อออกทางอวัยวะใดมากกว่ากัน ?
- ปอด
  - ผิวหนัง
  - ไต
  - ทวารหนัก
17. ในวันที่มีอากาศปกติ ร่างกายมักกำจัดน้ำออกทางอวัยวะใดมากกว่ากัน
- ปอด
  - ผิวหนัง
  - ไต
  - ทวารหนัก
18. เส้นประสาทที่ควบคุมการทำงานของกระเพาะปัสสาวะมีกี่เส้น
- ๑ เส้น
  - ๒ เส้น
  - ๓ เส้น
  - ๔ เส้น
19. ในเด็กที่เกิดใหม่ ๆ ...
- ไตจะทำงานได้เองโดยอัตโนมัติ
  - สมองจะสั่งงานได้เองโดยอัตโนมัติ
  - ระบบประสาทไขสันหลัง (Spinal cord) จะควบคุมการขับถ่ายก่อนโดยอัตโนมัติ
  - เด็กสามารถควบคุมการขับถ่ายได้เองแต่แรกสร้าง เพื่อเรียกร้องความสนใจ
20. ถ้าไตไม่ทำงาน ร่างกายจะเป็นอย่างไร ?
- ร่างกายจะผายผอม
  - เนื้อเยื่อต่างๆจะมีของเสียอยู่มาก ไม่สามารถดูดซึมอาหารและออกซิเจน ร่างกายจะบวมและตายได้
  - เนื้อเยื่อจะมีอาหารอยู่มาก เซลล์ของร่างกายจะแบ่งตัวเร็ว ทำให้อ้วน
  - ไม่มีข้อใดถูกต้อง .

การทดสอบวัดผลความจำที่ได้จากการเรียนรู้เนื้อหาวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

เรื่อง.....

ชื่อ.....นามสกุล..... ชั้น..... ศิลป เลขประจำตัว..... เลขที่.....

ให้เขียนเครื่องหมาย X ับลงบนหัวข้อที่ถูกท้องมากที่สุด ( คะแนนเต็ม ๒๐ คะแนน )

ข้อ ๑.	ก.	ข.	ค.	ง.
ข้อ ๒.	ก.	ข.	ค.	ง.
ข้อ ๓.	ก.	ข.	ค.	ง.
ข้อ ๔.	ก.	ข.	ค.	ง.
ข้อ ๕.	ก.	ข.	ค.	ง.
ข้อ ๖.	ก.	ข.	ค.	ง.
ข้อ ๗.	ก.	ข.	ค.	ง.
ข้อ ๘.	ก.	ข.	ค.	ง.
ข้อ ๙.	ก.	ข.	ค.	ง.
ข้อ ๑๐.	ก.	ข.	ค.	ง.
ข้อ ๑๑.	ก.	ข.	ค.	ง.
ข้อ ๑๒.	ก.	ข.	ค.	ง.
ข้อ ๑๓.	ก.	ข.	ค.	ง.
ข้อ ๑๔.	ก.	ข.	ค.	ง.
ข้อ ๑๕.	ก.	ข.	ค.	ง.
ข้อ ๑๖.	ก.	ข.	ค.	ง.
ข้อ ๑๗.	ก.	ข.	ค.	ง.
ข้อ ๑๘.	ก.	ข.	ค.	ง.
ข้อ ๑๙.	ก.	ข.	ค.	ง.
ข้อ ๒๐.	ก.	ข.	ค.	ง.

แบบทดสอบวัดผลความเข้าใจในวิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

เรื่อง "ระบบหมุนเวียนของโลหิต"

(เวลาสอบ 20 นาที )

(คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

คำสั่ง ให้เขียนเครื่องหมาย X ทับลงบนหัวข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 หัวข้อใน  
 กระดาษคำตอบโดยเฉพาะ อย่าขีดเขียนเครื่องหมายใด ๆ ลงบนข้อทดสอบนี้

1. เยื่อหุ้มหัวใจ มีชื่อเรียกว่า..
  - ก. Pericardium
  - ข. Periostium
  - ค. Calcaneum
  - ง. Mesentery
2. คนปกติ จะมีอัตราการเต้นของหัวใจโดยเฉลี่ยประมาณ
  - ก. 50 - 62 ครั้งต่อนาที
  - ข. 62 - 78 ครั้งต่อนาที
  - ค. 72 - 80 ครั้งต่อนาที
  - ง. 80 - 92 ครั้งต่อนาที
3. Haemoglobin เป็นสารเคมีที่สำคัญซึ่งมีอยู่ใน..
  - ก. พลาสมา (Plasma)
  - ข. เม็ดโลหิตแดง (Red blood cells)
  - ค. เม็ดโลหิตขาว (white blood cells)
  - ง. แขนงเลือด (Blood platelets)
4. ในพลาสมาของโลหิตประกอบไปด้วย
  - ก. อาหารต่างๆ ที่ย่อยแล้ว
  - ข. สิ่งขับถ่ายจากส่วนต่างๆ ของร่างกาย
  - ค. ฮอโมนและสารที่ช่วยการแข็งตัวของโลหิต
  - ง. ถูกทั้งข้อ ก., ข. และ ค.
5. อัตราส่วนระหว่างเม็ดโลหิตแดง ต่อเม็ดโลหิตขาว ในเลือดของคนปกติ ประมาณ
  - ก. 500 : 1
  - ข. 700 : 1
  - ค. 900 : 1
  - ง. 1000 : 1
6. คนปกติจะมีแรงดันของโลหิตในเส้นเลือด
 

ประมาณ

  - ก. 90 - 100 มม. ของปรอท
  - ข. 90 - 110 " "
  - ค. 100 - 110 " "
  - ง. 110 - 120 " "

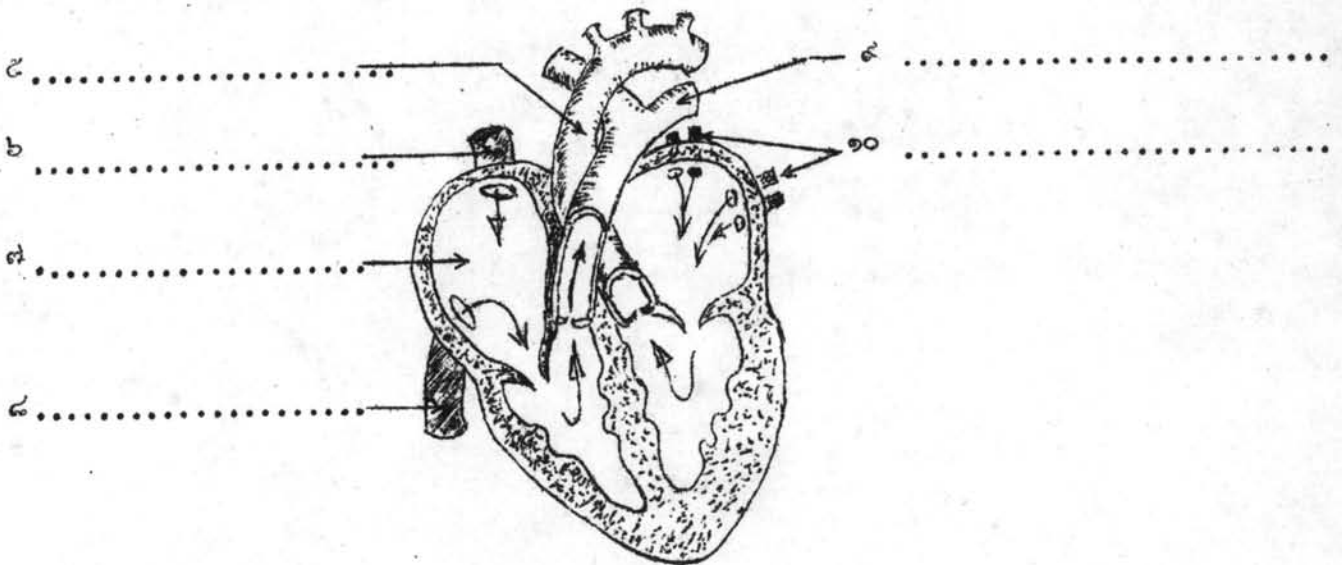
7. แหล่งสร้างเม็ดเลือด (Corpuscles) ที่สำคัญของร่างกาย คือ
- ตับ ( Liver )
  - ปอด ( Lung )
  - ไขกระดูก (Bone marrow )
  - หัวใจ ( Heart )
8. ถ้าสภาพของร่างกายมีเม็ดโลหิตขาวมากเกินไป จะทำให้เกิดโรคที่เรียกว่า
- Anemia
  - Leukemia
  - Leucopenia
  - Blood Clotting
9. ถ้าสภาพของร่างกายมีเม็ดโลหิตแดงน้อยเกินไป จะทำให้เกิดโรคที่เรียกว่า
- Anemia
  - Leukemia
  - Leucopenia
  - Blood Clotting
10. การแข็งตัวของโลหิตเกิดจากปฏิกิริยาของ
- Platelets รวมตัวกับ Thromboplastin
  - Thromboplastin รวมตัวกับ Prothrombin
  - Thromboplastin รวมตัวกับ Prothrombin, Calcium และ Fibrinogen ได้เป็น Fibrin.
  - ถูกเฉพาะข้อ ข. และ ค.

ตอนที่ ๒

ก. จงเติมคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ลงในช่องว่างให้ได้ความหมายสมบูรณ์ (๔ คะแนน)

- ๑. การแลกเปลี่ยนก๊าซ, อาหาร และของเสียต่าง ๆ ระหว่างเซลล์กับโลหิต จะเกิดขึ้นที่ ..... ( เส้นโลหิตฝอย หรือ เส้นโลหิตแดง หรือ เส้นโลหิตดำ )
- ๒. ระยะเวลาที่ Ventricle คลายตัวออก เพื่อรับโลหิตเสียจาก Auricle เรียกว่า.....
- ๓. ระยะเวลาที่ Ventricle บีบตัวเพื่อฉีดโลหิตออกจากหัวใจไปสู่ส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เรียกว่า.....
- ๔. สัตว์ที่เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม มีลักษณะที่สำคัญร่วมกันอย่างหนึ่งคือ ( แขนเลือด หรือ เม็ดโลหิตแดง หรือ เม็ดโลหิตขาว ) ..... ไม่มีนิวเคลียส.

ข. จงบอกชื่อส่วนต่าง ๆ ในภาพ ตามหัวข้อที่ไลกำกับไว้ (๖ คะแนน)



แผนภาพแสดงการหมุนเวียนของโลหิตผ่านหัวใจ.



เรื่อง " การย่อยอาหาร "

เวลา ๒๐ นาที เต็ม ๒๐ คะแนน

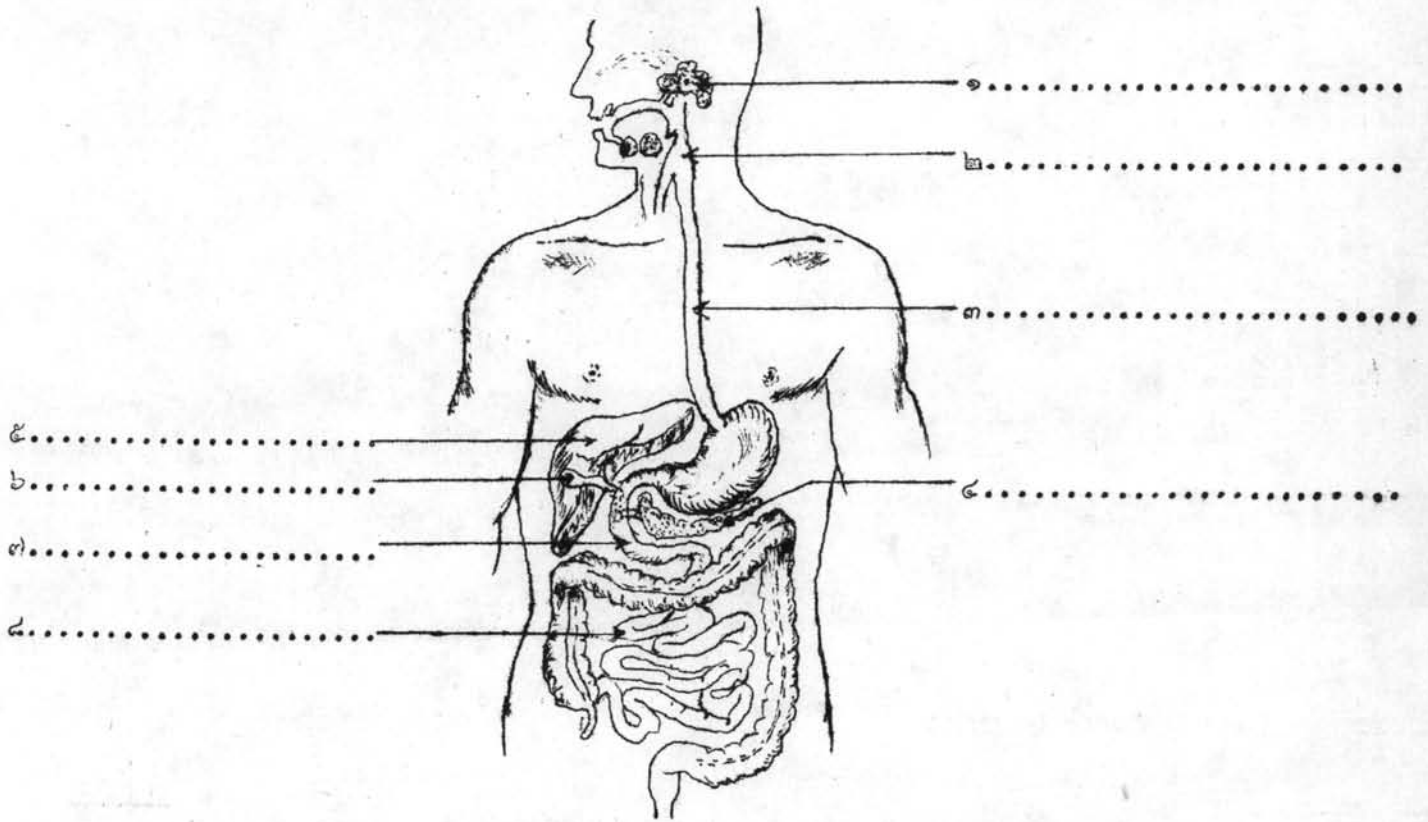
คำสั่ง ทำทุกข้อลงในข้อทดสอบนี้

ตอนที่ ๑ ให้เลือกจับคู่ โดยใช้ตัวเลขทางด้านขวามือมาใส่ไว้ในวงเล็บหน้าข้อความ หรือ คำทางด้านซ้ายมือ  
ที่มีใจความสัมพันธ์กันมากที่สุด (เลือกแล้วห้ามเลือกซ้ำ) ( ๑๐ คะแนน )

- |  |                            |
|--|----------------------------|
| ( ) a. Sublingual gland  | 1. Pepsin                  |
| ( ) b. Ptyalin   | 2. Trypsin                 |
| ( ) c. ย่อย Protein ให้ได้ Proteose และ Peptone  | 3. Pancreatic juices       |
| ( ) d. ย่อยไขมันให้ได้เป็น Fatty acid และ Glycerol   | 4. Saliva                  |
| ( ) e. เปลี่ยนสารประกอบเชิงซ้อนที่มีโมเลกุลใหญ่ ให้เป็นสารประกอบเชิงเดี่ยวที่มีโมเลกุลเล็กๆ ละลายได้ง่าย | 5. คอมน้ำลาย               |
| ( ) f. ย่อย Protein และ Proteose ให้ได้เป็น Peptides และ Amino acid                                      | 6. Gastric juices          |
| ( ) g. Peristaltic movement  | 7. Rugae and Villi         |
| ( ) h. กระตุ้นให้ตับอ่อนผลิตน้ำย่อย Pancreatic juices  | 8. Lipase                  |
| ( ) i. Circular muscles and Longitudinal muscles   | 9. น้ำดี ( Bile )          |
| ( ) j. เส้นโลหิตฝอย, เส้นน้ำเหลือง   | 10. Enzyme                 |
|  | 11. Secretin               |
|  | 12. Rennin                 |
|  | 13. การดูดซึม (Absorption) |
|  | 14. Amylase                |
|  | 15. กล้ามเนื้อในลำไส้เล็ก  |

ตอนที่ ๒

ก. ให้เติมคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ลงในที่ว่างตามที่มีหัวข้อกำกับไว้ (๙ คะแนน)



ข. เราจะมีวิธีการทดลองง่าย ๆ ได้อย่างไรว่า แป้งที่อยู่ในอาหารที่กำลังรับประทานในปากจะถูก  
 น้ำลายย่อย เปลี่ยนไปเป็นน้ำตาล จธิบายย่อ ๆ พอเข้าใจ (๒ คะแนน)

.....

.....

.....

\_\_\_\_\_

## แบบทดสอบวัดผลความรู้เรื่อง วิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป

## เรื่อง "ตา และการเห็น"

(เวลาสอบ 20 นาที)

คำสั่ง ให้เขียนเครื่องหมาย ✕ ทับลงบนหัวข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียง 1 หัวข้อ-ในกระดาษสำหรับคำตอบโดยเฉพาะ อย่าขีดเขียนข้อความใดลงบนข้อทดสอบนี้ (20 คะแนน)

1. ดวงตาหาภาพชัด (focus) ได้อย่างไร
  - ก. โดยการเปลี่ยนเลนส์ตา
  - ข. โดยการเปลี่ยนทางยาวโฟกัสของเลนส์ตา
  - ค. โดยการหรี่ตา
  - ง. โดยวิธีการเดินเข้าไปใกล้วัตถุนั้น
2. Aqueous humor เป็นของเหลวที่มีลักษณะโปร่งใส บรรจุอยู่ใน..
  - ก. Cornea
  - ข. เลนส์ตา
  - ค. ภายในลูกตา (Eyeball)
  - ง. ระหว่างม่านตากับเลนส์ตา
3. Vitreous humor เป็นของเหลวที่มีลักษณะโปร่งใส บรรจุอยู่ใน..
  - ก. Cornea
  - ข. เลนส์ตา
  - ค. ภายในลูกตา (Eyeball)
  - ง. ระหว่างม่านตา กับเลนส์ตา
4. Ciliary muscles มีหน้าที่สำหรับ..
  - ก. เปลี่ยนรูปร่างของเลนส์ตา เพื่อปรับระยะให้เกิดภาพชัดที่เรตินา
  - ข. เปลี่ยนขนาดของม่านตา
  - ค. เปลี่ยนผิวโค้งของ Cornea
  - ง. ยึดกล้ามเนื้อตา (Eye muscles)
5. Cone cells ทำหน้าที่รับ..
  - ก. แสงสว่างและภาพต่างๆไปของสิ่งที่เห็น
  - ข. สีและส่วนละเอียดของสิ่งที่เห็น
  - ค. ทั้งแสงสว่างและสีของสิ่งที่มองเห็น
  - ง. ถูกต้องหมดทุกข้อ
6. สภาพผิดปกติของตาที่เรียก Astigmatism เกิดจาก..
  - ก. กล้ามเนื้อของเลนส์ตาหดตัวไม่สม่ำเสมอ
  - ข. สายตาเอียง
  - ค. ผิวโค้งของเลนส์ตาโค้งไม่สม่ำเสมอ
  - ง. แสงสะท้อนจากส่วนต่าง ๆ ของภาพมาถึงเลนส์ตาไม่พร้อมกัน

7. คนสายตาสั้นอาจแก้ไขได้โดยวิธี

..... ช่วย.

- ก. กระจกนูน
- ข. กระจกเว้า
- ค. เลนส์นูน
- ง. เลนส์เว้า.

8. คนสายตายาว มักเห็น...

- ก. วัตถุที่อยู่ไกล ๆ ใกล้เคียงเห็น  
แต่วัตถุที่อยู่ใกล้ๆ จะเห็นได้ไม่ชัด
- ข. วัตถุที่อยู่ไกล ๆ ใกล้เคียงเห็น  
แต่วัตถุที่อยู่ไกล ๆ จะเห็นได้  
ไม่ชัด
- ค. วัตถุที่อยู่ใกล้กว่า 20 ซม. จะ  
สามารถเห็นได้ชัดเจน แต่  
วัตถุที่อยู่ไกล ๆ เห็นได้ไม่ชัด
- ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

9. ในเวลาที่มองดูวัตถุที่อยู่ไกล ๆ รูปทรง  
ของเลนส์ตาจะมีลักษณะ...

- ก. บวมเข้า ผิวเลนส์โค้งมากขึ้น
- ข. ยืดยาวออก ผิวเลนส์โค้งน้อยลง
- ค. คงรูปร่างได้เป็นปกติ สมองสามารถ  
ตั้งงานได้เอง
- ง. ไม่มีข้อใดถูกต้อง

10. ระยะใกล้สุดของคนสายตาสั้นที่สามารถ  
มองเห็นสิ่งต่าง ๆ ใกล้เคียง มีระยะห่างจาก  
วัตถุโดยประมาณ....

- ก. 10 ซม.
- ข. 20 ซม.
- ค. 25 ซม.
- ง. 35 ซม.



บททดสอบวิชา วิทยาศาสตร์ทั่วไป  
เรื่อง " กาลอากาศ "

( เวลาสอบ ๒๐ นาที เก็บ ๒๐ คะแนน )

คำสั่ง ให้ออบทุกข้อลงในกระดาษคำตอบโดยเฉพาะ

ตอนที่ ๑ โปรดเติมคำศัพท์ทางวิทยาศาสตร์ หรือ เติมข้อความลงในช่องว่างที่กำหนดให้ ตามความรู้ที่ได้  
เรียนมา ( ๑๐ คะแนน )

๑. ก้าวการ ( factors ) สำคัญที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของอากาศ ได้แก่

๑.๑ ..... ๑.๒ .....

๒. เครื่องมือที่ใช้สำหรับตรวจวัดความกดดันของอากาศได้ตลอดเวลา โดยมีเข็มบันทึกลงเป็นเส้นกราฟได้  
มีชื่อเรียกว่า.....

๓. เครื่องมือที่ใช้สำหรับบันทึกอุณหภูมิของอากาศได้ตลอดเวลาลงบนแผ่นกราฟ มีชื่อเรียกว่า.....

๔. เครื่องมือสำหรับตรวจหาความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศโดยใช้เส้นผมเป็นเครื่องแสดงการเปลี่ยนแปลงความชื้น  
แห้งของอากาศได้ เรียกว่า.....

๕. เครื่องมือที่ใช้สำหรับตรวจหาทิศทางของกระแสลม เรียกว่า.....

๖. เครื่องมือที่ใช้สำหรับตรวจวัดความเร็วของกระแสลม เรียกว่า .....

๗. เครื่องมือที่ใช้วัดได้ทั้งความกดดันของอากาศ และ ระดับความสูง เรียกว่า.....

๘. ปรากฏการณ์ต่าง ๆ ในทางอุตุนิยมวิทยาส่วนใหญ่ จะเกิดขึ้นในบรรยากาศชั้นใด ตอบ.....

๙. ถ้าความกดดันของอากาศในขณะนั้นทำให้ปรอทในหลอดแก้วของบารอมิเตอร์ขึ้นไปถึง ๗๐๐ มม.

ถามว่า ถ้าจะเทียบเป็นความกดดันของอากาศมาตรฐาน จะได้เป็นกี่มิลลิบาร์ ตอบ.....

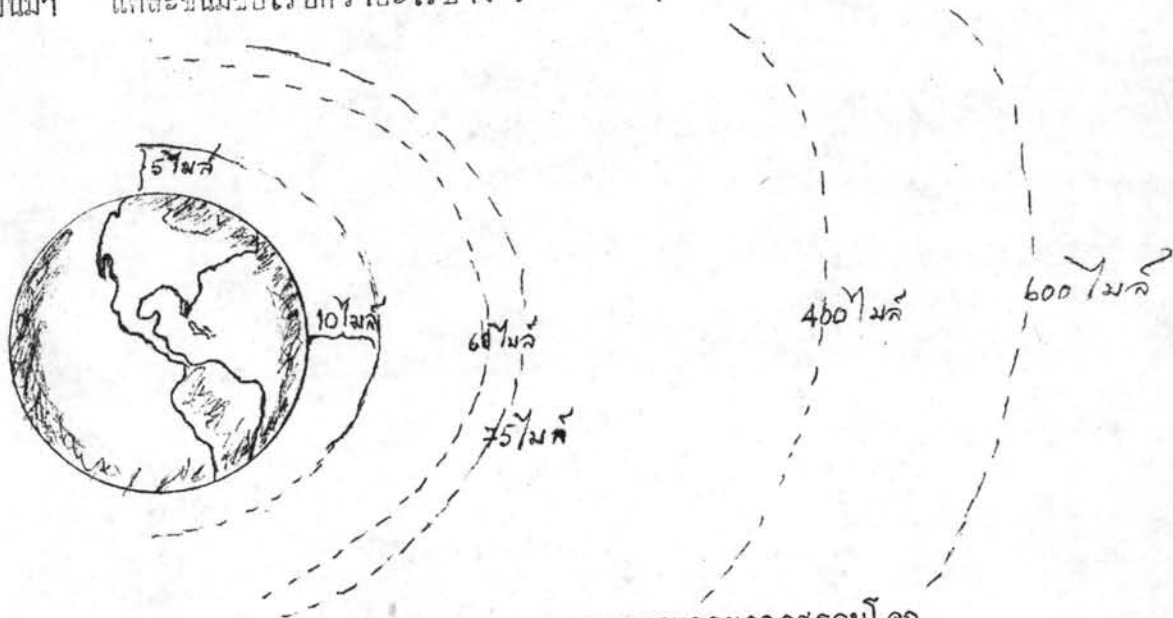
(ตอบทศนิยมเพียง ๑ ตำแหน่ง)

๑๐. ถ้าอุณหภูมิของอากาศที่กรุงเทพมหานครวัดได้ในขณะนั้นเป็น  $๕๐^{\circ}\text{F}$ . เหนือน้ำที่สูงขึ้นไปเบื้องบน ณ ที่  
ระดับสูง ๔,๐๐๐ ฟุต ควรจะมีอุณหภูมิของอากาศเป็นเท่าใด ตอบ.....

ตอนที่ ๒

๑. จากภาพที่ได้เรียนมาแล้ว ให้เขียนเส้นกราฟอย่างง่าย ๆ ที่แสดงให้เห็นว่า จุดหมอกที่ระดับความสูง ประมาณ ๘ - ๑๐ ไมล์ มีค่าคงที่ราว ๆ กี่องศาฟาเรนไฮต์ (ให้แกนตั้งแทนระยะความสูง เริ่มจาก ๐ ไมล์ ขึ้นไป แกนนอนแทนอัตราการลดของอุณหภูมิเริ่มจากอุณหภูมิ ๖๐° ฟ.) ( ๑ คะแนน )

๒. ให้นักเรียนระบายสีลงในแผนภาพนี้ เพื่อแสดงอาณาเขตของบรรยากาศรอบโลก ๕ ชั้นตามความสูงที่ได้เรียนมา แต่ละชั้นมีชื่อเรียกว่าอะไรบ้าง ? ( ๕ คะแนน )



แผนภาพแสดงขอบเขตของบรรยากาศรอบโลก

๓. ให้นักเรียนเขียนแผนภาพแสดงการเกิดลมบก และ ลมทะเลอย่างง่าย แสดงทิศทางของลมด้วยลูกศร ( ๒ คะแนน )
๔. บรรยากาศในชั้นโทรโปสเฟียร์ที่อยู่ในระดับสูงๆขึ้นไป จะยังมีอุณหภูมิของอากาศ..... (สูงขึ้นหรือต่ำลง) ( ๑ คะแนน )
๕. บรรยากาศในชั้นสตราโทสเฟียร์ในระดับที่สูงๆขึ้นไป จะยังมีอุณหภูมิ ..... (สูงขึ้นหรือต่ำลง) ( ๑ คะแนน )

ภาคผนวก ค.

การวิเคราะห์ความเชื่อถือได้ของข้อทดสอบ

การวิเคราะห์ความเชื่อถือได้ของข้อทดสอบและความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ  
ในการทดสอบความเข้าใจเกี่ยวกับบทเรียน ใช้วิธี Short Method of Item Ana-  
lysis \* ของ Henry E. Garrett ซึ่งใช้สูตรดังนี้. -

$$V_i = \frac{R_h - R_l}{N_h}$$

$$D_i = \frac{R_h + R_l}{N_h + N_l}$$

เมื่อ.-

$V_i$  คำนีความเชื่อถือได้ (Validity Index) หรืออำนาจจำแนกคนเก่ง  
และไม่เก่งออกจากกัน. จะมีค่าตั้งแต่ 0 (แยกได้น้อยที่สุด) จนถึง 1  
(แยกได้มากที่สุด)

$D_i$  คำนีความยากง่ายของคำถาม (Difficulty Index) จะมีค่าตั้งแต่ 0  
(ยากที่สุด) จนถึง 1 (ง่ายที่สุด)

$R_h$  จำนวนคนที่ตอบคำถามได้ถูกต้องในกลุ่มคนที่ได้คะแนนต่ำ

$R_l$  จำนวนคนที่ตอบคำถามได้ถูกต้อง ในกลุ่มคนที่ได้คะแนนต่ำ

$N_h$  จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มคนที่ได้คะแนนสูง คิดเป็น 25 % ของจำนวนผู้ตอบ  
ทั้งหมด.

$N_l$  จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มคนที่ได้คะแนนต่ำ คิดเป็น 25 % ของจำนวนผู้  
ตอบทั้งหมด



ตาราง 1 การวิเคราะห์ผลของข้อทดสอบเรื่อง " การทำงานของไต "

ข้อที่ จำนวน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$R_h$	10	10	10	9	10	9	5	8	7	10	10	8	11	3	10	10	10	9	8	10
$R_l$	4	3	1	1	2	4	0	1	1	5	3	2	4	0	2	3	1	2	3	2
$R_h - R_l$	6	7	9	8	8	5	5	7	6	5	7	6	7	3	8	7	9	7	5	8
$R_h + R_l$	14	13	11	10	12	13	5	9	8	15	13	10	15	3	12	13	11	11	11	12
$V_i$	.50	.58	.75	.37	.37	.42	.42	.58	.50	.42	.58	.50	.58	.25	.37	.58	.75	.50	.42	.67
$D_i$	.58	.54	.45	.42	.50	.54	.21	.38	.33	.62	.54	.42	.62	.13	.50	.54	.45	.45	.45	.50

จากตาราง 1 จะเห็นได้ว่า ข้อทดสอบมีระดับความยากง่ายแตกต่างกันคือ มีตั้งแต่ค่อนข้างง่าย (.6๒ ) จนถึงค่อนข้างยาก (.๑๓ ) ส่วนใหญ่ค่อนข้างยาก. และมีอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง (.๓๕ ในข้อ ๓ และ ๑๓) นอกนั้นมีอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ต่ำ

ตาราง 2 การวิเคราะห์ผลของข้อทดสอบ เรื่อง "ระบบหมุนเวียนของโลหิต"

ข้อที่ จำนวน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$R_h$	9	10	11	9	10	11	10	4	2	5	9	11	4	9	5	8	10	10	6	4
$R_l$	5	8	2	3	2	3	8	2	0	1	3	5	1	6	0	2	4	6	2	1
$R_h - R_l$	4	2	9	6	8	8	2	2	2	4	6	6	3	3	5	6	6	4	4	3
$R_h + R_l$	14	18	13	12	12	14	18	6	2	6	12	16	5	15	5	10	14	16	8	5
$V_i$	.33	.17	.75	.50	.67	.67	.17	.17	.17	.33	.50	.50	.25	.25	.42	.50	.50	.33	.33	.25
$D_i$	.58	.75	.54	.50	.50	.58	.75	.25	.08	.25	.50	.67	.21	.32	.21	.42	.58	.37	.33	.21

จากตาราง 2 จะเห็นได้ว่าข้อทดสอบมีระดับความยากแตกต่างกันดังนี้ คือ ตั้งแต่ข้อข้างล่าง (.๓๕ ในข้อ ๒ และ ๓) จนถึงข้อข้างยาก (.๐๘ ในข้อ ๘) และมีอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างต่ำ ยกเว้นข้อ ๓ ซึ่งมีอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างสูง (.๗๕)

ตาราง 3 การวิเคราะห์ผลของข้อทดสอบ เรื่อง " การย่อยอาหาร "

ข้อที่ จำนวน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$R_h$	8	11	5	10	9	3	10	9	8	10	10	11	11	10	9	8	8	7	11	10
$R_l$	2	2	1	4	3	1	4	5	2	4	1	2	6	5	6	3	2	4	3	3
$R_h - R_l$	6	9	4	6	6	5	6	4	6	6	9	9	5	5	3	5	6	3	5	7
$R_h + R_l$	10	13	6	14	12	7	14	14	10	14	11	13	17	15	15	11	10	11	17	13
$V_i$	.50	.75	.33	.50	.50	.42	.50	.33	.50	.50	.75	.75	.42	.42	.25	.42	.50	.25	.42	.58
$D_i$	.42	.54	.25	.58	.50	.29	.58	.50	.42	.58	.45	.54	.71	.32	.32	.45	.42	.45	.71	.54

จากตาราง 3 จะเห็นได้ว่าข้อทดสอบมีระดับความยากแตกต่างกัน คือ ตั้งแต่ค่อนข้างง่าย (.๓๑ ในข้อ ๑๓ และ ๑๘ ) จนถึงค่อนข้างยาก (.๖๕ ในข้อ ๓ ) และมีอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง (.๘๕ ในข้อ ๒, ๑๑ และ ๑๒ ) นอกเหนืออำนาจจำแนกค่อนข้างต่ำ

ตาราง 4 การวิเคราะห์ผลของข้อทดสอบ เรื่อง "ตาและการเห็น"

ข้อที่ จำนวน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$R_h$	11	10	10	9	11	9	11	10	10	11	8	8	9	6	8	7	8	8	11	10
$R_l$	5	3	2	4	3	2	4	8	6	6	3	2	1	2	2	3	4	5	3	3
$R_h - R_l$	6	7	8	5	5	7	7	2	4	5	5	6	8	6	6	4	4	3	8	7
$R_h + R_l$	16	13	12	13	17	11	15	18	16	17	11	10	10	8	10	10	12	13	14	13
$V_i$	.50	.58	.37	.42	.42	.58	.59	.17	.35	.42	.42	.50	.37	.50	.50	.33	.33	.25	.37	.58
$D_i$	.67	.54	.50	.54	.71	.45	.62	.75	.67	.71	.48	.42	.42	.33	.42	.42	.50	.54	.58	.54

จากตาราง 4 จะเห็นได้ว่าข้อทดสอบมีระดับความยากง่ายต่างกันดังนี้คือ ตั้งแต่ข้อ ๑๕ ถึง ๑๘ (๑๕, ๑๖, ๑๗ และ ๑๘) จนถึงข้อ ๑๙ (๑๙ ในข้อ ๑๘) และมีอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง (.๖๗ ในข้อ ๓, ๑๓, และ ๑๘) นอกนั้นมีอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ต่ำ .

ตาราง 5 การวิเคราะห์ผลของข้อทดสอบเรื่อง "กาสะอากาศ"

ข้อที่ จำนวน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
$R_h$	8	11	11	7	11	10	9	10	6	9	8	9	11	11	10	8	9	10	11	11
$R_l$	4	4	6	2	6	5	1	4	2	2	3	4	5	5	3	4	4	3	4	6
$R_h - R_l$	4	7	5	5	3	5	8	6	4	7	5	5	6	6	7	4	5	4	7	5
$R_h + R_l$	12	15	17	9	17	15	10	14	8	11	11	13	16	16	13	12	13	13	15	17
$T_i$	.33	.58	.42	.42	.25	.42	.67	.50	.33	.58	.42	.42	.50	.50	.58	.33	.42	.33	.58	.42
$D_i$	.50	.62	.71	.38	.71	.62	.42	.58	.33	.45	.45	.54	.67	.67	.54	.50	.54	.67	.62	.71

จากตาราง 5 จะเห็นได้ว่า ข้อทดสอบมีระดับความยากง่ายแตกต่างกันคือ ตั้งแต่ค่อนข้างง่าย (.๓๑ ในข้อ ๑, ๔ และ ๒๐) จนถึงค่อนข้างยาก (คือ .๑๓ ในข้อ ๘) และมีอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ต่ำ (.๒๕ ในข้อ ๕) นอกนั้น อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง .

## ภาคผนวก ง.

แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับแบบจำลองประกอบการสอน

วิชา วิทยาศาสตร์ทั่วไป

ชื่อ.....โรงเรียน.....ชั้น.....เลขที่.....

โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านอย่างจริงใจที่สุด

	ความคิดเห็น		
	มาก	ปานกลาง	น้อย
1. ท่านเห็นแบบจำลองแล้ว มีความรู้สึกว่าจะจำลองได้คล้ายคลึงกับของจริง .....	.....	.....	.....
2. ท่านชอบแบบจำลองที่มีสีสันสุกใสมากกว่าสีอ่อน เพราะสังเกตเห็นความแตกต่างได้ชัดเจน ..	.....	.....	.....
3. เมื่อดูแบบจำลองแล้ว มักเข้าใจว่าจะต้องมีขนาดเท่ากับของจริงเสมอไป ..	.....	.....	.....
4. ขนาดของแบบจำลองใกล้เคียงกับของจริง .....	.....	.....	.....
5. แบบจำลองมีรายละเอียดถูกต้องเหมาะสมก็เพียงพอ .....	.....	.....	.....
6. ท่านสนใจแบบจำลองที่สามารถถอดได้เป็นชิ้น ๆ และประกอบกันเข้าไปได้ใหม่ได้ ...	.....	.....	.....
7. แบบจำลองช่วยให้จกจำรายละเอียดได้แม่นยำเพราะสามารถเห็น และ จับต้องได้ .....	.....	.....	.....
8. แบบจำลองช่วยถ่ายทอดลักษณะที่ตรงกับความเป็นจริง .....	.....	.....	.....
9. เมื่อดูแบบจำลองแล้วทำให้เข้าใจเรื่องราวได้ง่ายขึ้น .....	.....	.....	.....
10. เมื่อศึกษาจากแบบจำลองแล้ว สามารถช่วยย่นเวลาในการที่จะต้องไปอ่านจากตำราหรือคนควาเอง ได้ .....	.....	.....	.....

	ความคิดเห็น		
	มาก	ปานกลาง	น้อย
11. ท่านชอบแบบจำลองที่มีขนาดใหญ่กว่าของจริง เพราะเห็นรายละเอียดชัดเจน, เข้าใจได้ง่ายกว่า	.....	.....	.....
12. ท่านชอบแบบจำลองที่มีขนาดเท่ากับของจริง เพราะเห็นความสัมพันธ์กับของจริงได้ง่ายกว่า	.....	.....	.....
13. แบบจำลองที่ท่านได้ศึกษาไปแล้วมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาในหลักสูตรที่เรียน มากน้อยเพียงใด	.....	.....	.....
14. เหมาะสมกับจุดประสงค์ของบทเรียนเพียงใด	.....	.....	.....
15. แบบจำลองมีประโยชน์ในการแสดงถึงสิ่งที่ยากจะเข้าใจได้	.....	.....	.....
16. แบบจำลองสลับซับซ้อนเกินไป ยากที่จะเข้าใจได้	.....	.....	.....
17. แบบจำลองช่วยให้บทเรียนน่าสนใจมากขึ้นเพียงใด	.....	.....	.....
18. แบบจำลองช่วยให้นักเรียนตั้งใจเรียนมากขึ้น	.....	.....	.....
19. การผลิตแบบจำลองแต่ละครั้ง ท่านคิดว่าจะต้องสิ้นเปลืองเงินทองมากเสมอไป หรือไม่	.....	.....	.....
20. ท่านชอบเรียนกับแบบจำลองชนิดที่สร้างสำเร็จรูปเรียบร้อยแล้ว มากกว่าจะหามาสร้างกันในห้องเรียน	.....	.....	.....
21. ท่านชอบเรียนกับแบบจำลองชนิดที่ให้นักเรียนช่วยกันผลิตขึ้นในห้องเรียน	.....	.....	.....
22. ท่านชอบผลิตแบบจำลอง ตามแบบที่เห็นในบทเรียน	.....	.....	.....
23. ท่านชอบผลิตแบบจำลองเอง ตามความคิดเห็นและความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของตนเอง	.....	.....	.....
24. ท่านคิดว่าการผลิตแบบจำลองเพื่อใช้ในการเรียนบทเรียนในบทเรียนหนึ่ง สิ้นเปลืองเวลานาน	.....	.....	.....
25. ท่านเห็นด้วยกับความจริงที่ว่า การผลิตแบบจำลองอาจจะใช้วัสดุที่ไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมากนัก เช่น อาจจะใช้ดินเหนียว, กินน้ำมัน, เศษไม้, เศษโลหะ ฯลฯ ได้	.....	.....	.....

26. ท่านมีความเห็นว่า ต้องมีฝีมือ หรือมีความรู้ใน การแกะสลัก, กลดแบบ หรือขึ้น มาบาง ึ่งจะ สร้างแบบจำลองได้
27. ท่านรู้สึกว่่า ไม่มีความสามารถจะประดิษฐ์แบบ จำลองใดเลยสักชิ้นเดียว.
28. ท่านมีความคิดเห็นว่า แบบจำลองควรใช้ ประกอบกับอุปกรณ์ประเภทอื่น ๆ อีก นอกเหนือไป จากแผนภาพต่าง ๆ

	ความคิดเห็น		
	มาก	ปานกลาง	น้อย
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....
.....	.....	.....	.....

29. โปรดระบุชนิดของอุปกรณ์ที่ท่านต้องการให้นำมาใช้ประกอบการเรียนการสอนในชั้นเรียน (เรียงตามลำดับความต้องการจากมากไปหาน้อย )

- 29.1 . . . . .
- 29.2 . . . . .
- 29.3 . . . . .
- 29.4 . . . . .
- 29.5 . . . . .

ก ล ก

30. โปรดแสดงความคิดเห็น เพื่อปรับปรุงการใช้แบบจำลองประกอบการสอนวิชา วิทยาศาสตร์ทั่วไปให้ได้ผลดียิ่งขึ้น เพื่อประโยชน์ของนักเรียนโดยส่วนรวมในอนาคต.

.....

.....

.....

.....



ตาราง 6. ร้อยละของความถี่เห็นเกี่ยวกับแบบจำลองที่ใช้ประกอบการสอน

ลำดับข้อที่	ความถี่เห็นโดยเฉลี่ย			ไม่ออกของความถี่เห็น..
	มาก	ปานกลาง	น้อย	
1	82	14	-	4
2	83	13	-	4
3	4	56	36	4
4	48	36	6	10
5	66	30	-	4
6	92	2	2	4
7	90	8	-	2
8	92	4	-	4
9	94	4	-	2
10	78	10	-	12
11	84	12	-	4
12	62	32	-	6
13	86	14	-	-
14	82	16	-	2
15	78	20	-	2
16	2	38	52	8
17	82	16	-	2
18	74	20	-	6
19	22	64	8	6
20	38	50	6	6
21	56	32	6	6
22	24	62	2	12
23	54	44	2	-
24	16	68	12	4
25	66	26	-	8
26	26	60	4	10
27	6	48	44	2
28	66	34	-	-

จากตาราง 6 แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความเห็นว่าแบบจำลองที่เรียน นั้นจำลองได้คล้ายคลึงกับของจริงเป็นส่วนมากถึงร้อยละ 82 ไม่ออกความคิดเห็นเสียร้อยละ 4 ในข้อที่ 2 นั้น ส่วนใหญ่ชอบแบบจำลองที่มีสีสรรสดใสมากกว่าสีอ่อน ๆ เพราะสังเกตเห็นความแตกต่างได้ชัดเจนกว่า ที่ชอบสีอ่อน ๆ มีเพียงร้อยละ 14 โดยเฉลี่ยแล้ว นักเรียนชอบแบบจำลองที่สามารถถอดออกและประกอบกันเข้าไปใหม่ได้ มีจำนวนร้อยละถึง 92 ที่ไม่ชอบเพราะไม่สนใจเลยมีเพียง 2 % เท่านั้น ผู้เรียนมีความเห็นว่าแบบจำลองช่วยให้จำรายละเอียดได้แม่นยำมาก เพราะสวมำรดจับทดลองได้ และเห็นได้จริง ๆ ร้อยละ 90 เห็นว่าช่วยถ่ายทอดลักษณะที่ตรงกับความเป็นจริงได้มากถึงร้อยละ 92 แต่มีความเห็นตรงกันข้ามน้อยมากเพียงร้อยละ 2 เท่านั้น ที่สำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ ผู้เรียนเห็นด้วยเป็นส่วนมากกว่า ทำให้เข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น และช่วยย่นเวลาในการที่จะต้องไปอ่านหรือทำความเข้าใจจากตำราและค้นคว้าเองได้มากถึงร้อยละ 94 และ 78 ตามลำดับ ส่วนมากชอบศึกษาแบบจำลองที่มีขนาดใหญ่กว่าของจริงร้อยละ 84 ชอบแบบจำลองที่มีขนาดเท่าของจริงราวร้อยละ 62 โดยสรุปแล้ว ผู้เรียนส่วนมากเห็นด้วยว่า แบบจำลองเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กับเนื้อหาในหลักสูตร, เหมาะสมกับจุดประสงค์ของบทเรียน, ทำให้บทเรียนน่าสนใจมาก และมีประโยชน์ในการแสดงถึงสิ่งที่ยากจะเข้าใจได้โดยการอธิบายหรือแสดงด้วยอักษร มีจำนวนร้อยละ 86, 82, 82 และ 78 ตามลำดับ มีจำนวนร้อยละของประชากรเป็นส่วนน้อยที่มีความคิดเห็นปานกลาง หรือไม่เห็นด้วย ส่วนความเห็นของอื่น ๆ อยู่ในเกณฑ์เห็นด้วยมากปานกลาง

ส่วนความคิดเห็นในข้อที่ 29 นั้น ผู้เรียนต้องการที่จะให้ใช้อุปกรณ์อย่างอื่น ๆ มาประกอบด้วยอีกหลายประเภท เช่น ภาพยนตร์ เครื่องมือเครื่องจักรขนาดเล็ก สไลด์ फिल्मสตริป การ์ตูน บัตรคำ ภาพ หนังสือค้นคว้า ของจริง แผนภาพต่าง ๆ โทรทัศน์ ประกอบบทเรียน และเครื่องขยายเสียง เพื่อให้บทเรียนเป็นที่น่าสนใจมากยิ่งขึ้น

เรื่อง .....

โรงเรียน..... ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านอย่างจริงจังที่สุด

	ความคิดเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1. ท่านชอบคุณภาพแผ่น (ฟิล์มสตริป) ในห้องโสตทัศนศึกษา	.....	.....	.....	.....	.....
2. ท่านชอบคุณภาพแผ่นในห้องเรียนธรรมดา.....	.....	.....	.....	.....	.....
3. เมื่อคุณภาพแผ่นเหล่านั้นแล้ว รู้สึกไม่ชอบ.....	.....	.....	.....	.....	.....
4. ท่านชอบคุณภาพแผ่นสี มากกว่าภาพขาว-ดำ.....	.....	.....	.....	.....	.....
5. ความแจ่มชัดของภาพมีมากน้อยเพียงใด.....	.....	.....	.....	.....	.....
6. ช่วงระยะเวลาที่ฉายประมาณมันละ 25 นาทีนั้น ท่านคิดว่ามีความเหมาะสมเพียงใด .....	.....	.....	.....	.....	.....
7. รายละเอียดของภาพ โดยเฉลี่ยแล้วมีความเหมาะสม เพียงใด .....	.....	.....	.....	.....	.....
8. คำบรรยายภาษาอังกฤษที่อยู่ในฟิล์มนั้นเหมาะสมหรือไม่ เพียงใด .....	.....	.....	.....	.....	.....
9. ลักษณะของรูปภาพ และ ตัวอักษรที่บรรยายไว้ในฟิล์ม มีความเหมาะสมเพียงใด.....	.....	.....	.....	.....	.....
10. ส่วนมากของคำศัพท์ภาษาอังกฤษที่บรรยายไว้ที่ท่านมี ความรู้สึกว่ายากเพียงใด .....	.....	.....	.....	.....	.....
11. ถ้าให้นักเรียนแปลคำบรรยายภาษาอังกฤษเขาเอง ท่านคิดว่า จะเข้าใจเนื้อหาของเรื่องที่เรียนได้ก็ขึ้นเพียงใด.....	.....	.....	.....	.....	.....
12. ท่านต้องการให้มีคำบรรยายในฟิล์มเป็นภาษาไทย .....	.....	.....	.....	.....	.....
13. ภาพแผ่นที่ดูมาแล้วมีเนื้อหาสัมพันธ์กับหลักสูตรที่เรียน มากน้อยเพียงใด.....	.....	.....	.....	.....	.....

	ความกึกเห็น				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
14. ภาพเคลื่อนไหวแต่ละเรื่อง ท่านคิดว่า จะช่วยให้สามารถจดจำเนื้อหา ของบทเรียนได้มากน้อยเพียงใด .....	.....	.....	.....	.....	.....
15. ท่านคิดว่า ภาพเคลื่อนไหวเหล่านั้นช่วยให้เข้าใจบทเรียนได้มากกว่า การสอนแบบบรรยายหรือไม่ เพียงใด .....	.....	.....	.....	.....	.....
16. ท่านเคยได้กึกเห็น ว่า เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องได้เพียงใด .....	.....	.....	.....	.....	.....
17. ท่านคิดว่า ภาพเคลื่อนไหว จะช่วยพัฒนาการเรียนรู้ คำศัพท์ต่างๆ ของท่านได้กี่เพียงใด.....	.....	.....	.....	.....	.....
18. ความต่อเนื่อง (Continuity) ของภาพเคลื่อนไหวในแต่ละ ม้วนมีความเหมาะสมเพียงใด.....	.....	.....	.....	.....	.....
19. ท่านสามารถติดตาม การสอนของครูโดยใช้ฟิล์มสตริป ประกอบวิธีนั้น ได้ผลเป็นที่พอใจมากน้อยเพียงใด..	.....	.....	.....	.....	.....
20. การสอนของครูโดยใช้ภาพเคลื่อนไหวประกอบ ช่วยให้ความ เข้าใจและกระจ่างแจ้งในเนื้อหา ของวิชาได้มากน้อย เพียงใด.....	.....	.....	.....	.....	.....
21. อุปกรณ์การสอนที่นำมาใช้ร่วมกับภาพเคลื่อนไหว ช่วยให้นักเรียน เกิดความสนใจ และเข้าใจบทเรียนได้มากน้อยเพียงใด .....	.....	.....	.....	.....	.....
22. ท่านคิดว่า ภาพเคลื่อนไหวเหล่านั้นสามารถช่วยย่นเวลาในการ เรียนการสอนได้มากน้อยเพียงใด.....	.....	.....	.....	.....	.....
23. ภาพเคลื่อนไหวมีส่วนช่วยให้ได้เห็นการทดลอง, เห็นสิ่งต่างๆ ที่เป็นรายละเอียด อยู่ภายใน, เข้าใจปฏิกิริยา, และได้รู้เห็น ในสิ่งที่ไม่สามารถจะไปเห็นด้วยตาตนเองได้.....	.....	.....	.....	.....	.....



ตาราง 7 ร้อยละของความบกพร่องเกี่ยวกับฟิล์มสตริปที่ใช้ประกอบการสอน

ลำดับข้อ	การทำงานของไต			ระบบหมุนเวียนโลหิต			การย่อยอาหาร		
	มาก	ปานกลาง	น้อย	มาก	ปานกลาง	น้อย	มาก	ปานกลาง	น้อย
1	58	56	6	44	52	4	68	30	2
2	8	38	54	10	38	52	12	36	52
3	10	18	72	8	20	72	6	6	88
4	86	14	-	86	14	-	68	22	10
5	50	42	8	60	40	-	40	60	-
6	42	54	4	48	46	6	40	60	-
7	60	34	6	50	40	10	38	58	4
8	60	36	4	44	42	14	44	56	-
9	54	40	6	64	34	2	46	54	-
10	24	58	18	30	60	10	28	62	10
11	16	34	50	16	44	40	6	58	36
12	52	26	22	64	18	18	62	26	12
13	94	6	-	86	12	2	88	12	-
14	70	30	-	60	40	-	84	16	-
15	76	22	2	56	42	2	76	24	-
16	54	46	-	54	44	2	76	24	-
17	64	30	6	44	50	6	60	38	2
18	36	58	6	36	54	10	28	70	2
19	50	42	8	52	44	4	50	50	-
20	70	30	-	78	20	2	84	16	-
21	82	16	2	74	24	2	82	18	-
22	80	20	-	72	26	2	88	12	-
23	82	18	2	80	18	2	98	2	-
24	66	34	-	60	36	4	80	20	-
25	72	26	2	64	34	2	86	14	-
26.1	46	48	6	50	38	12	66	32	2
26.2	46	36	18	40	40	20	56	28	16
26.3	58	36	6	40	38	22	74	20	6
26.4	48	38	14	48	36	16	38	48	14
26.5	64	32	4	50	38	12	64	32	4
26.6	16	38	46	32	32	36	14	38	48
26.7	26	26	48	14	40	46	18	32	50
26.8	58	28	14	54	26	20	50	20	30

ตาราง 7 (ต่อ)

ลำดับข้อ	ตาและกระจกเห็น			กาลอากาศ			ความชื้นเห็นโดยเฉลี่ย		
	มาก	ปานกลาง	น้อย	มาก	ปานกลาง	น้อย	มาก	ปานกลาง	น้อย
1	82	18	-	50	42	8	60.40	35.60	4.00
2	14	50	36	10	34	56	10.80	39.20	50.00
3	4	2	94	16	32	52	8.80	15.60	75.60
4	92	8	-	88	10	2	84.40	13.60	2.40
5	58	42	-	52	44	4	52.00	45.60	2.40
6	46	48	6	32	40	28	41.60	49.60	8.80
7	56	44	-	48	44	8	50.40	44.00	5.60
8	58	40	2	56	34	10	52.40	41.60	6.00
9	58	36	6	50	44	6	54.40	41.60	4.00
10	42	52	6	28	36	16	30.40	57.60	12.00
11	10	44	46	12	46	42	12.00	45.20	42.80
12	60	28	12	66	20	14	60.80	23.60	15.60
13	92	8	-	86	14	-	89.20	10.40	0.40
14	76	24	-	70	26	4	72.00	27.20	0.80
15	82	16	8	66	34	-	71.20	27.60	1.20
16	78	22	-	56	36	8	63.60	34.40	2.00
17	62	38	-	62	36	2	58.40	38.40	3.20
18	60	40	-	34	56	10	38.80	55.60	5.60
19	64	36	-	52	44	4	53.60	43.20	3.20
20	86	14	-	68	30	2	77.20	22.00	0.80
21	82	18	-	78	16	6	79.60	18.40	2.00
22	88	12	-	64	28	8	78.40	19.60	2.00
23	100	-	-	82	16	2	88.40	10.20	0.80
24	82	18	-	52	38	10	68.00	29.20	2.80
25	88	12	-	76	20	4	77.20	21.20	1.60
26.1	64	34	2	50	24	26	55.20	35.20	9.60
26.2	32	52	16	46	32	22	44.00	37.60	18.40
26.3	62	34	4	46	36	18	56.00	11.20	32.80
26.4	36	46	18	46	32	22	43.20	40.00	16.80
26.5	46	46	8	66	16	18	58.00	32.80	9.20
26.6	10	52	38	12	32	56	16.80	38.40	44.80
26.7	26	30	44	20	36	44	20.80	32.80	46.40
26.8	54	28	18	46	34	20	52.40	27.20	20.40

จากตาราง 7 จะเห็นได้ว่า นักเรียนชอบดูฟิล์มสตรีปส์มากกว่าชนิดขาว-ดำ เพราะเน้นให้เห็นความแตกต่างได้ดีกว่า ถึงกับให้ความสนใจและความตั้งใจได้ดีกว่า รวมความคิดเห็นโดยเฉลี่ยสูงถึงร้อยละ 84.00 ส่วนที่ชอบดูฟิล์มสตรีปส์ชนิดขาว-ดำ มีน้อยมากจากร้อยละ 2.40 เท่านั้น และนักเรียนที่ไล้ชมฟิล์มสตรีปส์ทั้ง 5 เรื่อง กังวลว่านั้นมีความเห็นพ้องต้องกันว่าฟิล์มสตรีปส์เหล่านั้นมีเนื้อหาสัมพันธ์กับหลักสูตรที่เรียน เป็นอย่างก็ถึงร้อยละ 89.20 นักเรียนเห็นด้วยกันข้อที่ว่าทุกเรื่องช่วยให้สามารถ จดจำเนื้อหาที่เรียนได้มากถึงร้อยละ 72.00 ช่วยให้เข้าใจบทเรียนได้มากกว่าการสอน แบบบรรยายถึงร้อยละ 71.20

ในเรื่องการย่อยอาหาร และเรื่อง ตาและการเห็น นั้นช่วยให้ผู้เรียนมีความ เข้าใจได้ถูกต้องร้อยละ 76.00 และ 78.00 ตามลำดับ นักเรียนสนใจการเรียนแบบนี้ มากถึงร้อยละ 79.60 ทุกเรื่องที่เรียนไปแล้วนักเรียนเห็นพ้องต้องกันว่าการศึกษา ฟิล์ม-สตรีปส์ จะช่วยย่นเวลาในการเรียนการสอนได้มากที่สุดถึงร้อยละ 78.84

ฟิล์มสตรีปส์มีประโยชน์มากอยู่อีกอย่างหนึ่งก็คือ มีส่วนช่วยให้นักเรียนได้เห็น การทดลอง เห็นปฏิกิริยา หรือรายละเอียดที่อยู่ภายใน และใ้รู้ได้เห็นในสิ่งที่ไม่สามารถ จะไปเห็นด้วยตาตนเองได้ โดยอาศัยเทคนิคของการถ่ายทำบางอย่าง นักเรียนจึงมีความ เห็นคล้ายคลึงกันถึงร้อยละ 88.40 และต้องการให้ครูผู้สอนใช้ฟิล์มสตรีปส์ประกอบบท เรียน ไปตลอดปีถึงร้อยละ 68.00 นอกจากนั้น ก็ยังมีความเห็นในข้ออื่น ๆ โดยเฉลี่ยอยู่ใน เปอร์ เซนต์ปานกลางเป็นส่วนมาก

โดยสรุปแล้ว ก่อนจะดูฟิล์มสตรีปส์ ผู้เรียนต้องการให้แนะนำคำศัพท์ใหม่ ๆ ที่ ยากให้ก่อน ต่อจากนั้นควรแนะนำให้สนใจตอนใดตอนหนึ่งเป็นพิเศษไว้ หรือสรุปเนื้อเรื่องย่อ ให้ฟังก่อน เมื่อจบบทเรียนแต่ละเรื่องแล้ว ควรทำการทดสอบ หรืออภิปราย หรือให้ ค้นคว้าทำรายงานติดตามผลของการเรียน เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องต่อไป



## ภาคผนวก จ.

ตาราง 8 อายุ และคะแนน Progressive Matrices Test ของกลุ่มประชากร

หมายเลข รหัส	กลุ่มทดลองที่ 1		กลุ่มทดลองที่ 2		กลุ่มทดลองที่ 3	
	อายุ	คะแนน Progressive Matrices Test	อายุ	คะแนน Progressive Matrices Test	อายุ	คะแนน Progressive Matrices Test
1	16	113	15	113	16	112
2	17	113	17	107	16	113
3	15	110	16	115	17	112
4	16	116	17	110	17	110
5	16	113	16	114	17	115
6	17	111	17	113	16	113
7	15	110	17	114	16	109
8	16	115	17	117	16	108
9	16	118	17	114	17	112
10	17	112	17	113	17	114
11	17	112	16	115	16	116
13	15	110	17	115	17	113
14	17	115	16	116	16	113
15	16	115	16	113	16	113
16	16	110	17	109	16	118
17	16	114	18	112	16	114
18	17	115	17	116	17	117
19	17	111	18	112	17	109
20	16	117	15	109	14	113
21	18	115	17	113	17	115
22	18	114	16	118	18	108
23	16	110	18	117	16	118
24	17	109	16	115	16	107
25	19	114	16	113	17	110

(ต่อ)

หมายเลข ระดับ	กลุ่มทดลองที่ 1		กลุ่มทดลองที่ 2		กลุ่มทดลองที่ 3	
	อายุ	คะแนนProgressive Matrices Test	อายุ	คะแนน Progressive Matrices Test	อายุ	คะแนน Progressive Matrices Test
26	17	114	17	110	15	108
27	18	116	16	114	15	114
28	16	118	15	118	17	112
29	17	112	16	117	17	115
30	17	112	17	115	17	108
31	17	114	16	109	15	114
32	18	112	18	115	17	112
33	15	116	19	110	16	110
34	17	114	15	109	16	114
35	16	109	17	110	17	115
36	17	110	18	112	17	114
37	17	109	16	113	16	118
38	15	115	17	109	16	114
39	18	114	16	115	16	117
40	16	116	16	115	18	111
41	16	109	17	109	17	114
42	17	109	17	114	17	113
43	17	118	16	111	16	113
44	18	115	17	113	17	118
45	18	112	16	115	16	115
46	16	114	16	112	17	109
47	16	110	17	114	17	114
48	17	114	16	108	17	115
49	16	110	17	109	19	114
50	16	111	16	118	17	115

ตาราง 9 คะแนนเฉลี่ย, ความถดถอยเกิดอนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ความแปรปรวน  
ของอายุประชากร แยกตามกลุ่มทดลอง

อายุ	กลุ่มทดลองที่ 1 ความถี่ ( $f_1$ )	กลุ่มทดลองที่ 2 ความถี่ ( $f_2$ )	กลุ่มทดลองที่ 3 ความถี่ ( $f_3$ )	
14	--	--	1	
15	5	4	3	
16	19	19	19	
17	18	20	24	
18	7	6	2	
19	1	1	1	
$\Sigma x$	830	831	826	$x_{..} = 2487$
$(\Sigma x)^2$	688900	690561	682276	$\Sigma x_{i.}^2 = 2061737$
$\Sigma x^2$	13820	13849	13680	$\Sigma x_{ij}^2 = 41349$
$s^2 = \frac{1}{n} (\Sigma x^2 - \frac{\Sigma x^2}{n})$	.8571	.7711	.7037	
s	.9257	.8781	.8388	

$$\text{Correction factor (C.F.)} = \frac{(2487)^2}{150} = 41234.46$$

ตาราง ANOVA

S.V.	df	Sum Square	Mean Square	F
Bet.Samp.	2	$SSB = 41234.74 - 41234.46 = .28$	$MSB = .14$	$F_c = .0556$
Error	147	$SSE = 114.54 - .28 = 114.26$	$MSE = .7773$	
TOTAL	149	$SST = 41349 - 41234.46 = 114.54$		

$$\text{ดังนั้น } F_c(2, 147); .05 = .0556 < F_t(2, 147); .05 = 3.07$$

$\therefore$  Accept  $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$

คะแนนเฉลี่ยของอายุไม่ต่างกัน

ตาราง 10 สรุปผลการวิเคราะห์คะแนนเฉลี่ย, และความแปรปรวนของคะแนนความ  
สามารถทางสติปัญญา แยกตามกลุ่มทดลอง

คะแนนความสามารถทางสติปัญญา(I.Q.)	กลุ่มทดลองที่ 1 ความถี่ ( f )	กลุ่มทดลองที่ 2 ความถี่ ( f )	กลุ่มทดลองที่ 3 ความถี่ ( f )	TOTAL
107	-	1	1	
108	-	1	4	
109	5	7	3	
110	8	5	4	
111	3	1	1	
112	6	4	5	
113	3	8	8	
114	9	6	10	
115	8	9	7	
116	4	2	1	
117	1	3	2	
118	3	3	4	
$\bar{x}$	113	112.94	112.96	338.90
$\sum x$	5650	5647	5648	$\sum x = 16945$
$(\sum x)^2$	31,922,500	31,888,609	31,899,904	$\frac{(\sum x)^2}{n} = 1914220.1666$
$\frac{(\sum x)^2}{50}$	638,450	637,772.18	637,998.08	1914220.26
$\sum x^2$	638,728	638,181	638,406	$\sum x^2 = 1,915,375$
$s = \frac{1}{149} \left( \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{50} \right)$	6.8979	8.3432	8.3248	
s	2.6263	2.8884	2.8852	

$$\text{Correction Factor (C.F.)} = \frac{(338.90)^2}{150} = 1914220.1666$$

ตาราง 10(ต่อ)

## ตาราง ANOVA

S.V.	df	Sum Square	Mean Square	F
Bet. S.	2	$SSB = 1914220.26 - 1914220.1666 = .0934$	$MSB = .0467$	$F_c = .0059$
Error	147	$SSE = 1154.8334 - .0934 = 1154.74$	$MSE = 7.8553$	
TOTAL	149	$SST = 1915375 - 1914220.1666 = 1154.8334$		

ค่า  $F_c (2, 147) .05 = .0059 < F_t (2, 147) .05 = 3.07$  ที่เปิดจากตาราง

$\therefore$  Accept  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ .

นั่นคือ นักเรียนในกลุ่มทดลองทั้งสามมีความสามารถทางสถิติปัญหาไว้เหมือนกันจริง.

การวิเคราะห์ความแปรปรวนระหว่างค่าเฉลี่ยของประชากร (Population Mean )  
มากกว่า 2 ตัว

การทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย  $r$  ตัว จาก  $r$  population โดยที่  $r \geq 2$  และมีข้อสมมติ: (Assumptions) ว่า

- (1) The  $r$  populations are normal
- (2) The  $r$  samples are drawn randomly
- (3) The  $r$  populations variances are equal

เราใช้ F-test โดยวิธี Analysis of Variance ( ANOVA )

ขั้นตอนการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ย  $r$  ตัว

ขั้นที่ 1 ขั้นตอนสมมติฐาน ( Hypothesis )

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \dots$$

$H_a$  : not all  $r$  means are equal

Where  $\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_r$  are the means of the  $r$  population

ขั้นที่ 2 กำหนดระดับความมีนัยสำคัญ ( Level of Significance )

ในการวิจัยนี้ได้กำหนดระดับความมีนัยสำคัญไว้ .05 (หรือ 95 %)

ขั้นที่ 3 หาตัวสถิติ ( Statistics ) : F

Observe  $x_{ij}$  ;  $i = 1, 2, \dots, r$ .

$j = 1, 2, \dots, n_i$  .

ตาราง Analysis of Variance

Source of Variation	df	Sum Square	Mean Square	F
Between Samples	$r-1$	$SSB = \sum_i \frac{x_{i.}^2}{n_i} - \frac{x_{..}^2}{n}$	$MSB = SSB / (r-1)$	$F_{(r-1, n-r)}$
Error (Within Samples)	$n-r$	$SSE = SST - SSB$	$MSE = SSE / (n-r)$	$= MSB / MSE$
TOTAL	$n-1$	$SST = \sum_i \sum_j x_{ij}^2 - \frac{x_{..}^2}{n}$		

$$\begin{aligned} \text{Where } x_{ij} &= \frac{n_i}{j=1} x_{ij} \\ x_{..} &= \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \\ n &= \sum_{i=1}^r n_i \end{aligned}$$

ขั้นที่ 4 ทา Critical Region ( C. R. )

$$\text{C.R. คือ } F_{(r-1, n-r)} > F_{(r-1, n-r), 1-\alpha}$$

ขั้นที่ 5 ขั้นสรุป ( Conclusion )

ถ้า  $F_{(r-1, n-r)}$  ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า  $F_{(r-1, n-r), 1-\alpha}$  ที่เปิดจากตาราง หรือ Accept  $H_0$  แสดงว่า  $r$  population มีค่าเฉลี่ยเท่ากันหมด

ถ้า  $F_{(r-1, n-r)}$  ที่คำนวณได้มีค่ามากกว่า  $F_{(r-1, n-r), 1-\alpha}$  ที่เปิดจากตาราง หรือ Reject  $H_0$  แสดงว่า  $r$  population มีค่าเฉลี่ยไม่เท่ากัน

ค่าเฉลี่ยของ population ใดจะมาก หรือน้อยเท่าใด พิจารณาจากค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง (Sample mean:  $\bar{X}$ ) ของแต่ละ population

$$\begin{aligned} \text{สูตรที่ใช้} \\ \bar{x}_i &= \frac{1}{n_i} \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \\ s_i^2 &= \frac{1}{n_i - 1} \left\{ \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2 - \frac{\left( \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij} \right)^2}{n_i} \right\} * \\ s_i &= \sqrt{s_i^2} \end{aligned}$$

\*

William C. Guenther, Concepts of Statistical Inference,

(New York: McGraw - Hill Book Company Inc., 1935), pp. 209 - 222.

ตัวอย่างการทดสอบความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยของนักเรียน 3 กลุ่ม

- กลุ่มที่ 1 ใช้วิธีสอนแบบบรรยาย ( จำนวนประชากร 50 คน)  
 กลุ่มที่ 2 ใช้วิธีสอนโดยมีฟิล์มสตรีปประกอบ (จำนวนประชากร 50 คน)  
 กลุ่มที่ 3 ใช้วิธีสอนโดยมีแบบจำลองประกอบ(จำนวนประชากร 50 คน)

เรื่องที่สอน "การทำงานของไทย"

Observe :  $x_{ij}$  = คะแนนที่ได้จาก Post test I - คะแนนที่ได้จาก Pretest  
 = ผลสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้

$$i = 1, 2, 3$$

$$j = 1, 2, \dots, 50$$

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

$H_a$  : not all 3 means are equal

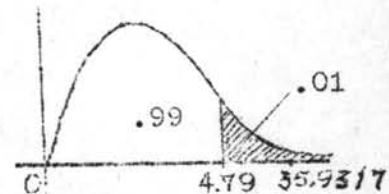
$$\alpha = .05$$

ตาราง Analysis of Variance

Source of Variat.	df	Sum Square	Mean Square	F
Between Samples	2	SSB = 6922.44	MSB = 346.22	$F_c$ = 35.9317 **
Error(Within Sam- ples)	147	SSE = 1416.42	MSE = 9.6355	
TOTAL	149	SST = 2108.86		

$$\therefore F_c(2, 147) = 35.9317 \quad F_t(2, 147); .99 = 4.79$$

$$F_t(2, 147); .95 = 3.07$$



นั่นคือ นักเรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนต่างๆ กัน 3 แบบข้างต้นนั้น จะมีความสามารถในการเรียนรู้บทเรียนได้ไม่เท่ากัน ด้วยระดับความเชื่อมั่น .05

\*\* 35.9317 หมายความว่า 35.9317 Significant ที่ระดับความเชื่อมั่น .05 และ .01  
 หรือกล่าววา 35.9317 Highly significant



ตาราง 11 คะแนนเฉลี่ย, ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ความแปรปรวน  
เรื่อง "การทำงานขงโต" แยกตามกลุ่มทดลอง

	กลุ่มที่1(N=50)	กลุ่มที่2 (N = 50)	กลุ่มที่3 (N = 50)	TOTAL
	13 4 11 6	16 14 13 7	9 10 12 13	
	9 2 10 7	10 10 16 8	12 15 16 12	
	11 10 6 5	14 8 14 11	13 13 12 13	
	10 15 10 5	11 8 15 13	13 19 11 15	
	12 5 7	16 12 11 5	19 14 9 15	
	9 8 9 9	10 15 6 9	17 11 14 15	
	5 9 7 11	9 11 7 3	7 8 12 9	
	7 6 13 9	14 16 9 15	11 13 16 13	
	11 10 10 6	12 8 15 8	16 14 13 17	
	1 4 7 5	7 16 12 5	17 16 17 13	
	11 12 8	8 15 12 5	12 14 14 16	
	9 8 5	13 13 7	13 14 11	
	1 12 9	9 12 9	10 15	
$\Sigma x$	$x_{1.} = 403$	$x_{2.} = 542$	$x_{3.} = 666$	$x_{..} = 1611$
$(\Sigma x)^2$	$x_{1.}^2 = 162409$	$x_{2.}^2 = 293764$	$x_{3.}^2 = 443556$	$x_{..}^2 = 17994.58$
$\Sigma x^2$	3715	6474	9222	19411
$\bar{X}$	$\bar{X}_1 = 8.06$	$\bar{X}_2 = 10.84$	$\bar{X}_3 = 13.32$	
$s^2$	$s_1^2 = 9.5269$	$s_2^2 = 12.2187$	$s_3^2 = 7.1608$	
$s$	$s_1 = 3.0865$	$s_2 = 3.4955$	$s_3 = 2.6759$	

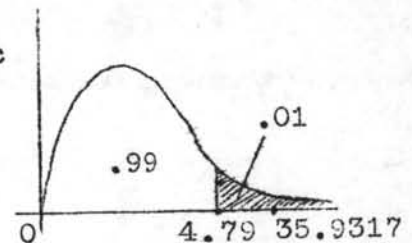
$$\text{Correction Factor(C.F.)} = \frac{(1611)^2}{150} = 17302.14$$

ตาราง 11(ต่อ)

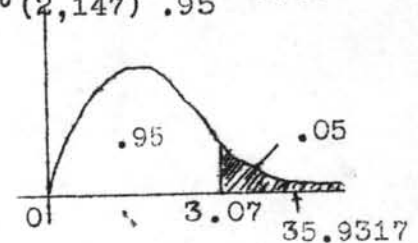
## ตาราง ANOVA

Source of Variation	df	Sum Square	Mean Square	F
Bet. S.	2	$SSB = 17944.58 - 17302.14 = 642.44$	$MSB = 346.22$	$346.22 / 9.6355$
Error	147	$SSE = 2108.86 - 642.44 = 1466.42$	$MSE = 9.6355$	$F_c = 35.9317 *$
TOTAL	149	$SST = 19411 - 17302.14 = 2108.86$		

ที่ระดับความเชื่อมั่น .05 เปิดตารางหาค่าของ  $F_c$   
 ค่าของ  $F_t(2,147) = 3.07$   
 $F_t(2,147) = 4.79$



ดังนั้น  $F_c(2,147) .95 = 35.9317 *$  มีค่ามากกว่า  $F_t(2,147) .95 = 3.07$



ดังนั้นจึงไม่ยอมรับสมมติฐานที่ได้ตั้งไว้ (Reject Hypothesis)  
 นั่นคือทั้งสามกลุ่มที่คะแนนเฉลี่ยไม่เท่ากัน.

ตาราง 12 คะแนนเฉลี่ย, ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ความแปรปรวน  
เรื่อง "ระบบหมุนเวียนของโลหิต" แยกตามกลุ่มทดลอง

	กลุ่มที่1(N=50)	กลุ่มที่2(N=50)	กลุ่มที่3(N=50)	TOTAL
	12 11 9 10	10 14 14 17	11 15 13 14	
	10 13 5 12	14 13 13 14	14 11 11 17	
	9 8 9 13	17 18 13 13	10 13 9 15	
	8 10 8 11	17 13 16 17	16 17 15 17	
	11 8 9 9	12 14 8 15	16 15 17 15	
	9 11 8 14	12 15 15 9	9 18 16 11	
	9 6 11 10	17 15 5 16	12 9 17 8	
	8 7 8 9	16 12 14 13	13 17 17 12	
	7 7 11 8	11 12 15 11	14 10 19 16	
	10 8 11 9	14 13 13 8	14 16 19 16	
	11 7 9 4	17 8 11 12	12 9 12 13	
	9 8 9	13 11 16	14 13 10	
	5 8 15	16 10 18	18 10 14	
$\Sigma x$	$x_1 = 461$	$x_2 = 670$	$x_3 = 689$	$\Sigma x = 1820$
$(\Sigma x)^2$	$x_1^2 = 212521$	$x_2^2 = 448900$	$x_3^2 = 474721$	$\frac{\Sigma x^2}{50} = 22722.84$
$\Sigma x^2$	4489	9382	9923	23794
$\bar{X}$	$\bar{X}_1 = 9.22$	$\bar{X}_2 = 13.4$	$\bar{X}_3 = 13.78$	
$s^2$	$s_1^2 = 4.8689$	$s_2^2 = 8.2448$	$s_3^2 = 8.7465$	
$s$	$s_1 = 2.2065$	$s_2 = 2.8713$	$s_3 = 2.9574$	

$$\text{Correction Factor(C.F.)} = \frac{(1820)^2}{150} = 22082.6666$$

ตาราง 12. (ต่อ)

ตาราง ANOVA

Source of Variation	df	Sum Square	Mean Square	F
Between Samples	2	$SSB = 22722.84 - 22082.6666 = 640.1734$	$MSB = 320.0867$	$F_c = 43.9269^*$
Error (within S.)	147	$SSE = 1711.3334 - 640.1734 = 1071.16$	$MSE = 7.2868$	
TOTAL	149	$SST = 23794 - 22082.6666 = 1711.3334$		

$$F_{c(2,147)} = 43.9267^* \text{ มีค่ามากกว่า } F_{t(2,147); .99} = 4.79$$

$$\therefore \text{ Reject } H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$$

Accept  $H_a$  : not all 3 means are equal

นั่นคือ นักเรียนทั้งสามกลุ่มเรียนบทเรียนเรื่อง "การหมุนเวียนของโลหิต" ได้ไม่เท่ากัน คะแนนเฉลี่ยของแต่ละกลุ่มจึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

และ .01

ตารางที่ 13 คะแนนเฉลี่ย, ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ความแปรปรวน  
เรื่อง "การย่อยอาหาร" แยกตามกลุ่มทดลอง

	กลุ่มที่ 1 (N=50)	กลุ่มที่ 2 (N=50)	กลุ่มที่ 3 (N=50)	TOTAL
	12 12 14 10	15 13 8 4	15 17 12 14	
	14 5 16 12	9 14 10 8	15 10 17 12	
	9 8 7 10	8 11 7 11	9 17 11 14	
	12 10 10 10	11 12 6 6	12 12 12 10	
	6 14 9 6	11 16 6 6	12 13 15 13	
	10 13 6 12	13 9 12 7	16 15 11 11	
	10 11 8 11	7 13 9 8	17 14 14 14	
	12 7 7 10	11 11 10 4	15 8 15 15	
	14 4 13 7	16 17 12 10	13 11 14 12	
	8 9 9 12	10 13 7 9	10 15 14 14	
	10 7 5 12	15 6 6 10	11 15 17 14	
	7 11 12	10 11 11	9 12 15	
	14 7 13	11 2 8	18 16 15	
$\sum x$	$x_{1.} = 497$	$x_{2.} = 500$	$x_{3.} = 672$	$x_{..} = 1669$
$(\sum x)^2$	$x_{1.}^2 = 247009$	$x_{2.}^2 = 250000$	$x_{3.}^2 = 451584$	$\frac{\sum x_{i.}^2}{50} = 19871.86$
$\sum x^2$	5335	5516	9310	20161
$\bar{X}$	9.94	10.0	13.44	
$s^2$	$s_1^2 = 8.0575$	$s_2^2 = 10.5306$	$s_3^2 = 5.68$	
$s$	$s_1 = 2.8385$	$s_2 = 3.2450$	$s_3 = 2.3832$	

$$\text{Correction Factor (C.F.)} = \frac{(1669)^2}{150} = 18570.4066$$

ตาราง 13 (ตบ)

## ตาราง ANOVA

S.V.	df	Sum Square	Mean Square	F
Det. Sam.	2	$SSB = 18971.86 - 18570.4066 = 401.4534$	$MSB = 200.7267$	$F_c = 24.8138^*$
Error	147	$SSE = 1590.5934 - 401.4534 = 1189.14$	$MSE = 8.0893$	
TOTAL	149	$SST = 20161 - 18570.4066 = 1590.5934$		

$F_c(2,147) = 24.8138^*$  มีค่ามากกว่า  $F_{\alpha}(2,147) .05 = 3.07$  จากตาราง

∴ Reject  $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$ .

Accept  $H_a : \text{not all 3 means are equal}$

ตาราง 14 คะแนนเฉลี่ย, ความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน, และการวิเคราะห์ความแปรปรวน  
เรื่อง "ตาและการเห็น" แยกตามกลุ่มทดลอง

	กลุ่มที่ 1 (N=50)	กลุ่มที่ 2 (N=50)	กลุ่มที่ 3 (N=50)	TOTAL
	11 7 10 11	4 8 16 12	8 18 16 12	
	7 5 13 11	7 17 12 14	10 12 15 14	
	9 7 9 9	9 9 17 13	14 14 12 11	
	9 11 6 2	14 7 5 18	8 12 16 6	
	15 12 8 10	15 15 10 10	19 15 13 8	
	15 12 9 5	15 8 13 10	16 18 13 10	
	12 8 10 6	8 14 8 15	13 8 12 14	
	11 8 11 7	12 10 8 13	14 12 16 8	
	6 11 8 11	12 13 8 12	7 6 10 10	
	9 9 6 14	8 16 4 13	15 11 15 14	
	6 9 7 6	16 14 7 8	12 14 17 10	
	7 7 11	12 11 6	11 15 12	
	7 10 9	8 18 10	14 18 12	
x	$x_1 = 449$	$x_2 = 562$	$x_3 = 630$	$x_{..} = 1641$
$(\sum x)^2$	$x_1^2 = 201601$	$x_2^2 = 315844$	$x_3^2 = 396900$	$\frac{x_{..}^2}{50} = 18286.9$
$\sum x^2$	4383	6986	8482	19851
$\bar{X}$	8.98	11.24	12.6	
$s^2$	$s_1^2 = 7.1628$	$s_2^2 = 13.6555$	$s_3^2 = 11.1020$	
s	$s_1 = 2.6763$	$s_2 = 3.6953$	$s_3 = 3.3318$	

$$\text{Correction Factor (C.F.)} = \frac{(1641)^2}{150} = 17952.54$$

ตาราง ANOVA

S.V.	df	Sum Square	Mean Square	F
Bet. Sam.	2	$SSD = 18286.9 - 17952.54 = 334.36$	$MSD = 167.18$	$F_c = 15.7122$
Error	147	$SSE = 1898.46 - 334.34 = 1564.10$	$MSE = 10.6401$	
TOTAL	149	$SST = 19851 - 17952.54 = 1898.46$		

$$\text{ดังนั้น } F_{(2,147).05} = 15.7122 > F_{(2,147).95} = 3.07$$

ตาราง 15 คณิตศาสตร์, ความถนัดเคลื่อนไหวมาตรฐาน, และการวิเคราะห์ความแปรปรวน  
เรื่อง "กาลอากาศ" แยกตามกลุ่มทดลอง

	กลุ่มที่ 1 (N=50)	กลุ่มที่ 2 (N=50)	กลุ่มที่ 3 (N=50)	TOTAL
	16 12 11	9 14 15 7	14 15 16 11	
	12 13 10 5	10 14 15 15	11 14 16 15	
	14 6 9 11	11 10 15 16	14 13 14 17	
	6 9 11 9	12 14 15 12	16 7 12 18	
	13 13 10 9	17 17 12 17	10 14 13 13	
	11 12 11 15	4 18 14 14	12 15 11 17	
	4 10 12 8	7 11 12 14	17 12 10 19	
	7 9 11 13	12 12 12 20	13 12 15 16	
	1 5 15 9	12 17 12 9	14 14 12 15	
	2 13 10 9	13 14 10 14	17 14 13 14	
	9 11 10 8	12 15 13 16	15 13 16 15	
	8 6 7	16 12 12	11 13 11	
	14 12 13	15 11 16	14 11 14	
$\Sigma x$	$x_1 = 498$	$x_2 = 646$	$x_3 = 691$	$x_{..} = 1835$
$\Sigma (x)^2$	$x_1^2 = 248004$	$x_2^2 = 417316$	$x_3^2 = 477481$	$\frac{\Sigma x_{..}^2}{50} = 22856.02$
$\Sigma x^2$	5476	8792	9811	24079
$\bar{X}$	9.96	12.92	13.82	
$s^2$	$s_1^2 = 10.5289$	$s_2^2 = 9.0955$	$s_3^2 = 5.3342$	
$s$	3.2448	3.0158	2.3095	

$$\text{Correction Factor (C.F.)} = \frac{(1835)^2}{150} = 224481.1666$$

ตาราง ANOVA

S.V.	df	Sum Square	Mean Square	F
Det. S.	2	$SSD = 22856.02 - 224481.1666 = 407.8534$	$MSD = 203.9267$	$F_c = 24.5118$
Error	147	$SSE = 1630.8334 - 407.8534 = 1222.98$	$MSE = 8.3195$	
TOTAL	149	$SST = 24079 - 224481.1666 = 1630.8334$		

$$\text{ดังนั้น } F_{c(2,147)} .05 = 24.5118 > F_{t(2,147)} .05 = 3.07$$



ตาราง 16 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม แยกตามบทเรียน โดยวิธี Duncan's new multiple range Test

$\alpha = .05$ ,  $df = 147 \rightarrow \infty$ , and \* หมายความว่า แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

บทเรียนเรื่อง	$s_{\bar{X}} = \sqrt{\frac{MSE}{n}}$	Rank Mean	L S R		เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่ม
			p = 2 SSR = 2.77	p = 3 SSR = 2.92	
การทำงานของไต	0.4539	8.06, 10.84, 13.32	1.2158	1.2816	13.32 - 8.06 = 5.26 > 1.2816 *
					13.32 - 10.84 = 2.48 > 1.2158 *
					10.84 - 8.06 = 2.78 > 1.2158 *
ระบบหมุนเวียนของโลหิต	0.3817	9.22, 13.40, 13.78	1.0573	1.1143	13.78 - 9.22 = 4.56 > 1.1143 *
					13.78 - 13.40 = 0.38 < 1.0573
					13.40 - 9.22 = 4.18 > 1.0573 *
การย่อยอาหาร	0.4022	9.94, 10.00, 13.44	1.1141	1.1744	13.44 - 9.94 = 3.50 > 1.1744 *
					13.44 - 10.00 = 3.44 > 1.1141 *
					10.00 - 9.94 = 0.06 < 1.1141
ตาและการเห็น	0.4613	8.98, 11.24, 12.60	1.2778	1.3470	12.60 - 8.98 = 3.62 > 1.3470 *
					12.60 - 11.24 = 1.36 > 1.2778 *
					11.24 - 8.98 = 2.26 > 1.2778 *
กาลอากาศ	0.4079	9.96, 12.92, 13.82	1.1299	1.1911	13.82 - 9.96 = 3.86 > 1.1911 *
					13.82 - 12.92 = 0.90 < 1.1299
					12.92 - 9.96 = 2.96 > 1.1299 *

จากตาราง 16 จะเห็นได้ว่า

บทเรียนเรื่อง "การทำงานของไต" นั้น นักเรียนทั้ง 3 กลุ่มได้คะแนนเฉลี่ย เป็น 8.06 , 10.84 และ 13.32 ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบการสอบระหว่างกลุ่ม โดยการเปิดตารางหาค่า SSR (Significant Studentized Range For 5 % and 1 % Level New Multiple Range Test ) และหาค่า p แล้ว สรุปได้ว่าทั้ง 3 กลุ่มได้คะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ  $\alpha = 0.05$  นั่นคือ กลุ่มที่สอนโดยวิธีใช้แบบจำลองประกอบจะเรียนได้ผลดีที่สุด และกลุ่มที่สอนโดยวิธีใช้ฟิล์มสตริปประกอบ กับ กลุ่มที่สอนแบบบรรยายจะเรียนได้ผลดีรองลงมาตามลำดับ.

สำหรับบทเรียนเรื่อง "ระบบหมุนเวียนของโลหิต" นักเรียนกลุ่มที่สอนโดยวิธีแบบจำลอง กับกลุ่มที่สอนโดยวิธีฟิล์มสตริปประกอบเรียนได้ผลดีใกล้เคียงกัน และ เรียนได้ดีกว่ากลุ่มที่สอนแบบบรรยาย คะแนนเฉลี่ยจึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ  $\alpha = 0.05$

บทเรียนเรื่อง "การย่อยอาหาร" นั้น นักเรียนกลุ่มที่สอนแบบบรรยายกับกลุ่มที่สอนโดยวิธีฟิล์มสตริปประกอบได้คะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญ แต่กลุ่มที่สอนโดยวิธีแบบจำลองประกอบ การสอนได้คะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ วิธีแบบจำลองประกอบ การสอน จะช่วยให้ผู้เรียน เรียนได้ดีกว่าอีก 2 กลุ่มข้างต้น

ส่วนในเรื่อง "ตาและการเห็น" นั้นก็สามารถกล่าวได้ว่าทั้ง 3 กลุ่มมีคะแนนเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ กลุ่มที่เรียนโดยมีแบบจำลองประกอบ เรียนได้ผลดีกว่ากลุ่มที่เรียนโดยมีฟิล์มสตริปประกอบ กับกลุ่มที่เรียนจากการบรรยายตามลำดับ

และในบทเรียนเรื่อง "กาลอากาศ" ก็จะใกล้เคียงกันเกี่ยวกับว่า นักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยมีแบบจำลองประกอบ เรียนได้ดีกว่ากลุ่มที่สอนแบบบรรยายแต่เพียงอย่างเดียว

แต่เรียนได้ผลก็ไร่ เรียบกับนักเรียนกลุ่มที่เรียนโดยมีฟิล์มสตรีปประกอบ

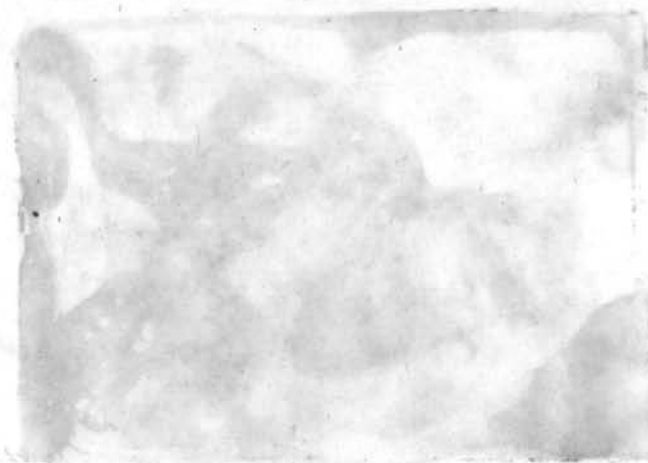
โดยสรุปแล้ว สามารถจะกล่าวแน้นให้เห็นได้ว่า วิธีการสอน 3 แบบใน  
บทเรียนต่าง ๆ เหล่านี้ทำให้เกิดผลของการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับของ  
ค่า  $p < .05$  เป็นส่วนมาก การถ่ายทอดความรู้โดยใช้อุปกรณ์ทางโสตทัศนะที่จะช่วยให้  
ผู้เรียนได้รับรู้จากประสาทสัมผัสหลาย ๆ ทางจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด

ภาคผนวก ข.

ภาพประกอบที่ได้จากการวิจัย



ภาพที่ 1 แบบจำลองของดวงตามนุษย์ภายนอก ปนด้วยดินเหนียว ทาสีน้ำมัน  
เลนส์ทำด้วยพลาสติก อัดประกบกันเข้าเป็นรูปเลนส์นูน



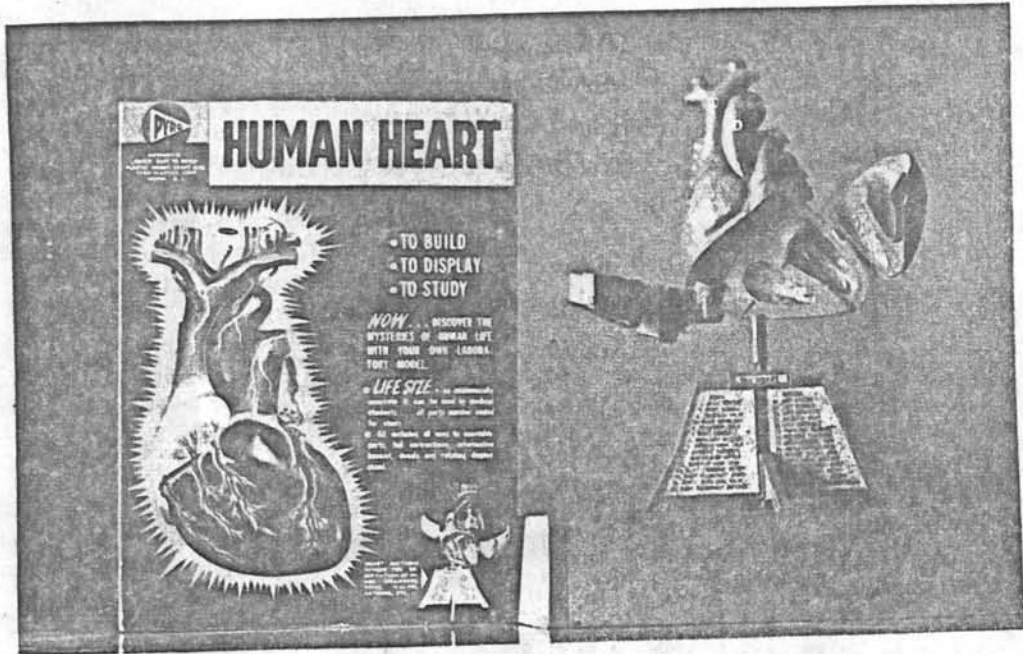
ภาพที่ 2 แบบจำลองของดวงตามนุษย์ เช่นเดียวกับภาพบน แต่ถอดออกเป็นส่วน ๆ  
เพื่อให้เห็นลักษณะภายใน



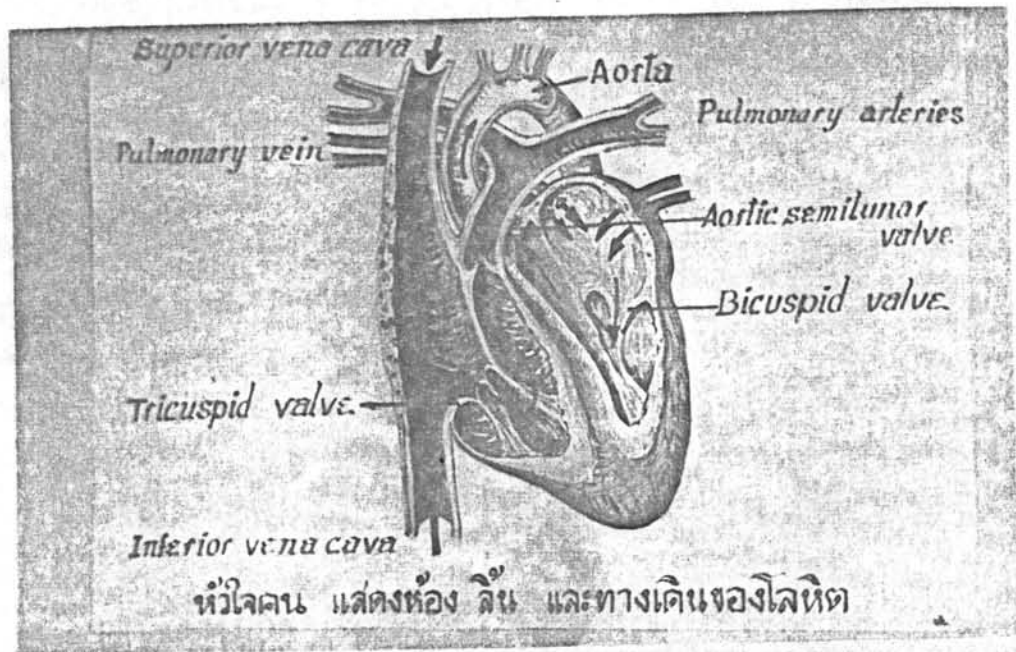
ภาพที่ 3 แผนภาพแสดงส่วนต่าง ๆ ของดวงตา



ภาพที่ 4 แผนภาพแสดงสาเหตุของคอนสายคาสั้น สายตายาว และวิธี  
นักเรียนเขียนลงบนผ้าคิบบัวสีแมจิก มีขนาด 1 เมตร X 2 เมตร.



ภาพที่ 5 แบบจำลองของหัวใจมนุษย์ขนาดเท่าของจริง มีถ้วยดินน้ำมันสีต่างๆ แสดงให้เห็นลักษณะภายในอย่างละเอียด สามารถดึงออกเป็นส่วน ๆ และประกอบกันเข้าไปใหม่ได้



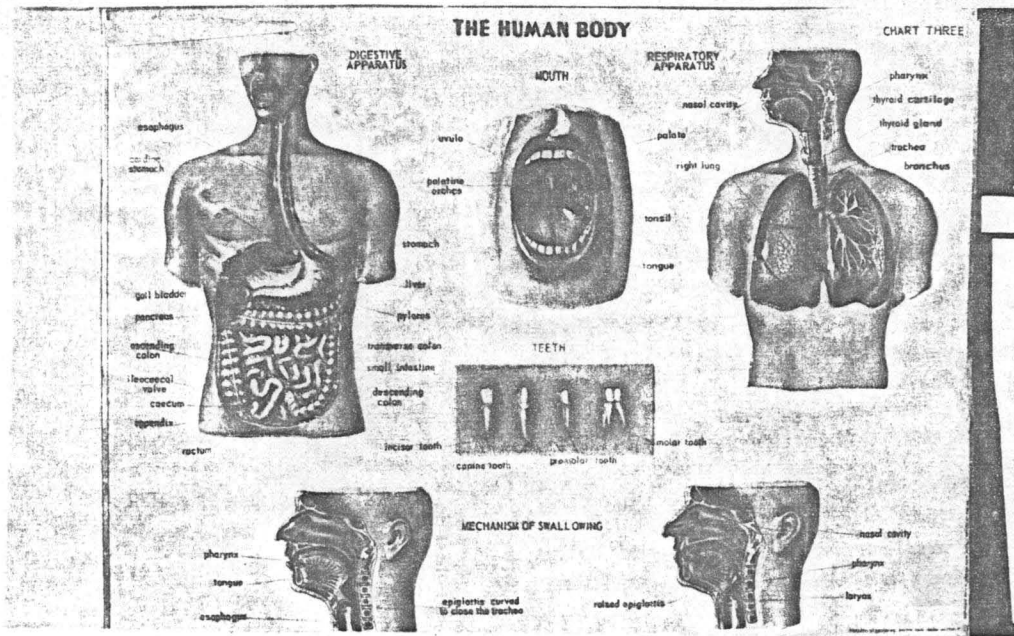
ภาพที่ 6 เป็นแบบจำลองของหัวใจผ่าซีก เพื่อให้เห็นการไหลเวียนของโลหิต สร้างขึ้นจากฝีมือของนักเรียน โดยวิธีแกะสลักจากแผ่นโฟลัมแล้วระบายสีโปสเตอร์



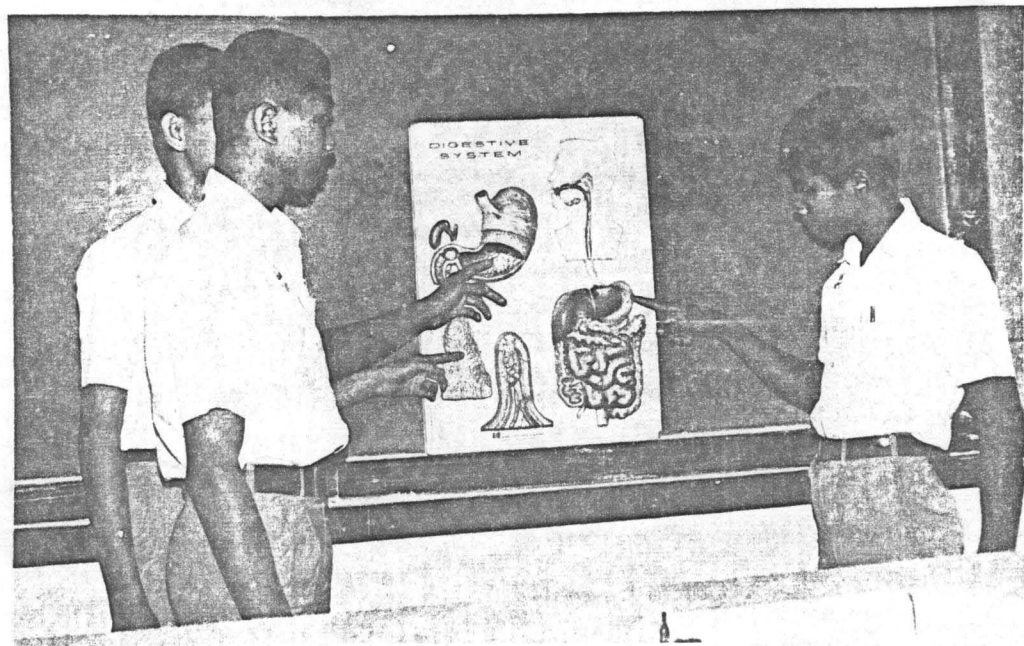
ภาพที่ 7 แผนภาพแสดงระบบหมุนเวียนของโลหิต นักเรียนเขียนด้วยสีแมจิก  
วางลงบนผ้าดิบ มีขนาด 1.50 เมตร / 1.10 เมตร



ภาพที่ 8 แผ่นโพลีโฟมชนิดหนา 3 นิ้ว แกะสลักเป็นแบบจำลองของหัวใจภายใน-  
นอก แสดงเส้นโลหิตที่สำคัญ(รูปซ้ายมือ) และผ่าซีกแบ่งให้เห็นลักษณะภายใน(รูปขวามือ)  
ระบายด้วยสีโปสเตอร์สีเข้ม ๆ ตัดกันมาก ๆ เพื่อให้เห็นต่างกันอย่างชัด



ภาพที่ 9 แบบจำลองของระบบย่อยอาหารของมนุษย์ ประดิษฐ์ด้วยโพลีโฟมทาสีโปสเตอร์  
แต่ระบายสีน้ำมันทับลง ไปอีกครั้งหนึ่ง



ภาพที่ 10 กลุ่มหนึ่งของนักเรียนที่ทดลองสอนด้วยหุ่นจำลอง กำลังช่วยกันอธิบายถึงอวัยวะ  
ที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหาร จากโพลีโฟมที่ช่วยกันประดิษฐ์ขึ้น





ภาพที่ 11 นักเรียนในกลุ่มทดลองสอนด้วยแบบจำลองอภิปรายถึงแบบจำลองที่สร้างขึ้นได้ในห้องเรียน



ภาพที่ 12 นักเรียนในกลุ่มทดลองสอนโดยใช้ฟิล์มสตริปประกอบ กำลังชมฟิล์มสตริป หลังจากเรียนบทเรียนจบแล้ว เพื่อเตรียมทดสอบต่อไป.

## ประวัติของผู้วิจัย

ชื่อ นางสาวนิภา สุโขชนัง

วุฒิการศึกษา อนุปริญญาวิทยาศาสตร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2503

ครุศาสตรบัณฑิต คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2505

ตำแหน่งหน้าที่ อาจารย์โท โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย กรุงเทพมหานคร

การวิจัยเรื่องนี้ ได้รับทุนอุดหนุนจากบัณฑิตวิทยาลัยเป็นจำนวนเงิน  
600 บาท.

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย.