

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กิดานันท์ มลิทอง. เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์, 2543.
- วิชาการ, กรม. กระทรวงศึกษาธิการ. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2533). กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์การศาสนา, 2533.
- กันยา สุวรรณแสง. จิตวิทยาทั่วไป. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์อักษรพิทยา, 2532.
- ขวัญใจ จินดานุรักษ์. แนวโน้มของสื่อการสอนวิทยาศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา ในปี พ.ศ. 2555. ระดับปริญญาบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2534.
- คณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, สำนักงาน. รายงานการประชุม เทคโนโลยีเพื่อการเรียนรู้ในทศวรรษหน้า. กรุงเทพมหานคร : 2543.
- ชีวาวัฒน์ บุญคิวนนท์. VRML: เทคนิคการสร้างกราฟิก 3 มิติ บนอินเทอร์เน็ต. กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดดูเคชั่นจำกัด, 2544.
- ธงชัย ชิวปรีชา และคณะ. "หน่วยที่ 11 ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์" และ "หน่วยที่ 12 การวัดและการประเมินผลการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์". เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช กรุงเทพมหานคร : ยูไนเต็ดโปรดักชั่น, 2526.
- ถนอม เลหาจรัสแสง. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. กรุงเทพฯ : วงกลมโปรดักชั่น, 2541.
- นิภาพร สุขสวัสดิ์อำนาจ. การศึกษาการใช้แหล่งชุมชนประกอบการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา ในระดับมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษาเขตการศึกษา 10. ระดับปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.
- นิคม ทาแดง . "หน่วยที่ 10 การใช้สื่อการสอนวิทยาศาสตร์" เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์ยูไนเต็โปรดักชั่น, 2526.
- นิรมล แสงศรี. การศึกษาการใช้สื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ของครูวิทยาศาสตร์ดีเด่นในระดับมัธยมศึกษา. ระดับปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

- นงลักษณ์ จำปาเทศ. ปัญหาและความต้องการสื่อการเรียนการสอนวิชาชีววิทยาสำหรับหลักสูตร
สถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
กรุงเทพมหานคร. ระดับปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2522.
- บุญเกื้อ ควรหาเวช. นวัตกรรมการศึกษา. กรุงเทพมหานคร : ศูนย์หนังสือจุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2542.
- บุญเรือง เนียมหอม. การพัฒนาระบบการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตในระดับอุดมศึกษา. ระดับ
ปริญญาโทบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, 2540.
- ราชบัณฑิตยสถาน. ศัพท์บัญญัติความเป็นจริงเสมือน ฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพมหานคร :
โรงพิมพ์คุรุสภาราษฎร์, 2530.
- ภพ เลานไพบูรณ์ รัช. การสอนวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา. เชียงใหม่ : เชียงใหม่คอม
เมอร์เชียล, 2534.
- วารินทร์ สายโอบเอื้อ และ สุณีย์ ธีรดากร. จิตวิทยาการศึกษา. พระนคร : วิทยาลัยครูพระนคร,
2522, หน้า 37.
- วชิราพร อัจฉริยโกศล. การประเมินสื่อการเรียนการสอน. วารสารครุศาสตร์. 2536 : 13-31.
- วรางคณา หอมจันทร์. ผลของโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บแบบเปิดและปิดและระดับผล
สัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. ระดับปริญญา
บัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2542.
- วรรณทิพา รอดแรงคำ ศ.ดร., การสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นทักษะกระบวนการ. สถาบันพัฒนาคุณ
ภาพวิชาการ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2540.
- สมจิตร สวธน์ไพบูลย์. เอกสารการสอนชุดวิชาการสอนวิทยาศาสตร์ หน่วยที่15. กรุงเทพมหานคร
: สาขาวิชาศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2527.
- อุทัย ภิรมย์รื่น. โฉมหน้ามหาวิทยาลัยในศตวรรษที่ 21. สารศรีปทุม ปีที่2 ฉบับที่ 2 กุมภาพันธ์-
พฤษภาคม : 2540.
- อัลแบก อชา, คอมพิวเตอร์กราฟิก & ภาพเคลื่อนไหว, แปลโดย พุทธิพงศ์ จิตรปฎิมา
กรุงเทพมหานคร : นามมีบุ๊คส์, 2542.

ภาษาต่างประเทศ

- Andrea, L., Ames, John, L., Moreland and David, R. N. The VRML 2.0 Sourcebook , Professional, Reference and Trade Group New York , 1996.
- Alan, R. W., Phillip, E., McClean and Brian, M. Slator. The Virtual Cell: An Interactive. Virtual Environment for Cell Biology , Departments of Botany/Biology, Plant Science, and Computer Science North Dakota State University, [online]. Available from : <http://www.ic.ndsu.edu/abstracts/ed-media.htm> [1999, June]
- Atsusi, H., and Andrea, B. Interactivity , Distance Education . and Instructional Systems Design Converge on Information Superhighway. Magazine : Journal of research on computing in Education, 1996.
- Anna, W. Computer Graphic Image Analysis. and Vision Overview (Computer Graphics Research) .Department of computer science. University of North Carolina , [online]. available from : <http://www.cs.unc.edu/Research/Graphics-Image> [2000, April]
- Andras Kemeny, SIMULATION AND PERCEPTION OF MOVEMENT. Research Division Technocentre Renault France, 1999.
- Andrew, J., Thomas, M., Stellan, O., and Mark, G. The Round Earth Project - Collaborative VR for Conceptual Learning. University of Illinois at Chicago, Chicago USA , [online]. available from : <http://www.evl.uic.edu/roundearth>. [1999].
- Brown, C. M. Human Computer Interface Design Guidelines , 1985.
- Bernhard Jung and Jan-Torsten Mildey, An Open Virtual Environment for Autonomous Agents Using VRML and Java. Faculty of Technology University of Bielefeld Germany, 1998.
- Bernie, D. Ph.D, Distance Learning on the World Wide Web , San Diego State University, [online]. available from : <http://edweb.adsu.edu/people/bdodge/ctptg/ctptg.htm> [1996]
- Bricken, M. Virtual Reality Learning Environments: Potentials and Challenges. Human Interface Technology Laboratory, University of Washington, Seattle WA, 1991.

- Bruce Damer, Karen Marcelo , Frank Revi . Nerve Garden: a Public Terrarium in Cyberspace . Biota.org ,Consortium Special Interest Group , Scotts Valley USA , [online]. available from : <http://www.biota.org/papers/ngalife.htm>[1994]
- Bylinsky, G. The Marvels of 'Virtual Reality'. Fortune, June 3: 38-9. 1991.
- Carin, Arthur A., and Robert B. Sund. Teaching Modern Science. 2nd. Ed. Columbus, Ohio : Charles E. Merrill Publishing Company, 1975.
- Cheryl, E. Virtual Reality , [online]. available from : <http://www.hitl.washington.edu/sciww/EVE/II.A.Education.html> [1991].
- Chris Scharver, Ben Goldstein, Alex Hill., Mars Explorer : Still from Cooperative Learning Experiment . available from : [online]. <http://www.evl.uic.edu/cavern/seminars/limbo2/Mars/>. [1999]
- Corbetta, M. Miezen, FM., Dobmeyer, S., Shulman, GL., et al, Attentional modulation of Neural processing of shape, colour and velocity in humans. Science (248),1990 : 1556-1557.
- Dniel, K., Schneider and Stylvere, M. M. VRML Primer and Tutorial. Faculte de Psychologie et des sciences de l'education : University of Geneva , March 1998.
- Denise, W., Paul, B.,and Simon, H. What is the Value of Virtual Reality for Conceptual Learning? Towards a Theoretical Framework .Computing Department : The Open University, England , [online]. available from : <http://www.cbl.leeds.ac.uk/~euroaied/papers/Whitelock1/> [1999]
- Eugenia Nikolou , Panayiotis Tsakalis , Tassos A. Mikropoulos , IN-SERVICE TEACHERS' ATTITUDES TOWARDS VIRTUAL REALITY (VR) . Department of Primary Education, School of Education, University of Ioannina, Greece , 1999.
- Gibson, JJ .The ecological approach to visual perception Houghton Mifflin, New York, 1979.
- Gombrich, EH. The sense of order: a study in the psychology of decorative art Phaidon, Oxford, 1979.
- Herris, M., Freeman, T. and Williams, G. Surface layout and retinal flow in Humphreys GW (ed) Understanding vision Blackwell. Oxford, 1992 : 231.
- E.R. Hilgard and G.H. Brown, Theories of Learning . New York : Appletton Crofts ,1960 : p.65.

- Harris MG. Optic and retinal flow, Smith AT and Snowden RJ (eds) Visual Detection of Motion Academic London ,1994 : pp307-332.
- Hildreth EC and Koch C. The analysis of visual motion: from computational theory to neuronal mechanisms , Annual review of neuroscience ,1987: pp477-533
- Jessica, K. H. Human Motion. Animation Lab , Graphics, Visualization & Usability Center, [online]. available from : <http://www.cc.gatech.edu/gvu/animation> [1998]
- Jorge F. Trindade , Carlos Fiolhais, Victor Gil , José C. Teixeira. Virtual Environment of Water Molecules for Learning and Teaching Science. Universidade de Coimbra , Coimbra, Portugal, [online]. available from : <http://www.hydra.ci.uc.pt> [1998]
- Kalawsky R.S. Professor. Exploiting Virtual Reality Techniques in Education an Training: Technological Issues , Advanced VR Research Centre, Loughborough University of Technology, [online]. available from : <http://www.lboro.ac.uk> [1996]
- Kimberley, O. Ethics and Virtual Reality: A Discussion , Human Interface Technology Laboratory of the Washington Technology Center : University of Washington, 1995.
- Klaus-Peter Beier , Dr. Virtual Reality : A Short Introduction, Virtual Reality Laboratory (VRL) : University of Michigan, [online]. available from : <http://www-vrl.umich.edu> [2001]
- Kuslan , Louis I., and A. Harris Stone. Teaching Children Science: an Inquiry Approach. Belmont, California : Wadsworth Publishing company , Inc.1969.
- Laurel, Brenda. Computers as Theatre Addison-Wesley.1991.
- LI Fung-Chun , Hu Jyr-Ching , Hsu Shih-Hao , Huang Chia-Hui , Chen Cheng-Hung , Su Yu-Ming , Tarnng Chau-Rong , LEE Chin-Hui and LIN Li-Fang., Create Virtual Reality of Rivers to Enhance Student Learning of National Tainan Teachers College in Earth Science. Department of Nature Science Education, National Tainan Teachers College, Taiwan, 2000.
- Loyd, P. Rieber. The Effect of Visual Grouping on Learning From Computer Animated Presentations. Proceedings of Selected. Research Presentations at the Annual Convention of the Association for Educational Communications and Technology, 1991.

- M.A. Gigante. Virtual Reality : Definitions, History and Applications, Academic Press Ltd. - Harcourt Brace & Company, 1993.
- Mark Green, Dr. Virtual Reality and Visualization, Department of Computing Science University of Alberta, Edmonton Alberta Canada, [online]. available from : <http://3dgraphics.about.com/gi/dynamic/offsite.htm> [1998]
- MIRALab, CUI ; Computer Animation 2002 (CA 2002). The 15th annual conference on Computer Animation will be organized by with the support of IFIP WG5.10 (ComputerGraphics and Virtual Worlds)University of Geneva Switzerland, [online]. available from : <http://www.miralab.unige.ch/MIRAhtml/mirahome.htm> [2002]
- Miles, John. Design for desktop publishing : a guide to layout and typography on the personal computer John Taylor Book Ventures, Hatfield UK,1987.
- Morgan and Richard A. King, Introduction to Psychology. New York : McGraw- Hill Book Company, 1997: pp. 256-258.
- Nakayama, K. Biological image motion processing : a review Vision research (252) 5, 1985:625-660.
- Norman, Don. "The psychology of everyday things Basic Books". New York,1998.
- Passini R. Wayfinding: people, signs and architecture. McGraw-Hill Ryerson,1992.
- Philip A. Warrick and W.R.J. Funnell . VRML: A TOOL FOR VISUALIZING ANATOMY IN MEDICAL EDUCATION . Departments of Electrical and Biomedical Engineering McGill University, Canada, 1994.
- Rick Gilmore Dr. and Sam Slobounov, Dr. VR in Research: Studying the Relationship Between Vision and Posture Stability. Visualization Group ,The Pennsylvania State University , 2001.
- Serres , M. " Language and space – from Oedipus to Zola " in Harai .Josue V and Bell.David F (eds) Hermes : Literature, Science and Philosophy John Hopkins University Press Baltimore,1997.
- Sekuler,R . "Visual motion perception" . in Carterrettle C and Freeman MP (eds). Handbook of Perception (Vol 5) , Academic, New York ,1975: 385-430.
- Shneiderman, Designing the user Interface – strategies for effective human-computer interaction. 2nd Edition Addison Wesley, 1992.

- Stephen, B. D. The Design of Virtual Environments With particular reference to VRML .
Center for Electronic Art : Middlesex University UK , [online]. available from :
<http://www.man.ac.uk> [1996]
- Steven Mizrach Dr., What do we mean by virtual reality? Florida International University,
Department of Sociology Anthropology , [online]. available from :
<http://www.fiu.edu/~mizrachs/cyberanthropos.html> [1995]
- Sutherland, I.E., "The Ultimate Display" . Proceedings of IFIPS Congress, New York, May
1965, Vol. 2, pp. 506-508.
- Tom, M., Andrew J., Stellan, O.,and Mark, G. Bridging Strategies for VR-Based Learning
. Electronic Visualization Laboratory EECS Department ,University of Illinois at
Chicago , Chicago, IL 60607 USA , [online]. available from :
<http://www.evl.uic.edu/roundearth> [1999]
- Toby Howard, Roger Hubbard, Alan Murta, Adrian West : Survey of Virtual Reality
Activity in the United Kingdom. Department of Computer Science University of
Manchester, [online]. available from :
<http://www.agocg.ac.uk/reports/virtual/27/report.htm> [1997]
- Tony, Parisi., Mr, and Neil, Trevett . VRML99 . the VRML99 Conference in Paderborn :
Germany .February , [online]. available from : <http://www.c-lab.de/vrml99/home.html> [1999]
- Veronica S. Pantelidis, Ph. D. Virtual Reality in Education and Howard Gardner's Theory
of Multiple Intelligences .Virtual Reality and Education Laboratory School of
Education, East Carolina University, Greenville, North Carolina USA, [online].
available from : <http://www.soe.ecu.edu/vr/vrel.htm> [1997]
- Vladimir Ilic . Virtual Reality Input and Output Devices: p. 2 : [online]. available from :
<http://www.esat.kuleuven.ac.be/~veycken/HJ84/info-VR/IO.pdf> [2000,December]
- William, W. A Conceptual Basis for Educational Applications of Virtual Reality . [online].
available from : http://www.hitl.washington.edu/projects/learning_center/pf/
[1993]
- William, W. Learning in Virtual Environments : A Theoretical Framework and
Consideration for Design : Washington USA Educational Media International ,
Volume 36 , Number 4 :p.271-276 : December 1999.

William, W. The Impact of Three-Dimension Immersive Virtual Environment on Modern Pedagogy. [online]. available from :

http://www.hitl.washington.edu/projects/learning_center/pf/ [1997]

Warren, W.H. Self – motion : vision perception and visual control. in Epstein W and Rogers S (eds) Perception of space and motion (2nd Edition) Academic Press, San Diego, 1995: 263-325.

Yam San Chee, Virtual Reality in Education: Rooting Learning in Experience. School of Computing, National University of Singapore, 2001.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา เรื่อง “ การย่อยอาหารของคน ”

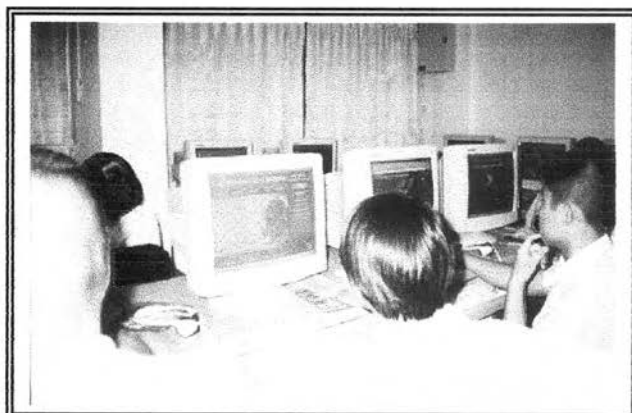
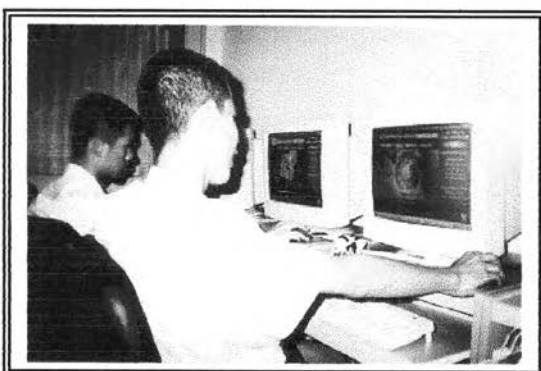
1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรวัดณ์ จริยาวัฒน์
ภาควิชาสรีรวิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
2. รองศาสตราจารย์ ดร. จันทร์เพ็ญ เชื้อพานิช
ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. อาจารย์ วิภา เกียรติธนะบำรุง
หมวดวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา โรงเรียนสาธิตจุฬาฯ ฝ่ายมัธยม
4. อาจารย์ จีรพันธ์ กาสา
หมวดวิทยาศาสตร์ วิชาชีววิทยา โรงเรียนสุรศักดิ์มนตรี

ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบการสร้างและการออกแบบ บทเรียนความเป็นจริงเสมือนผ่านเว็บ

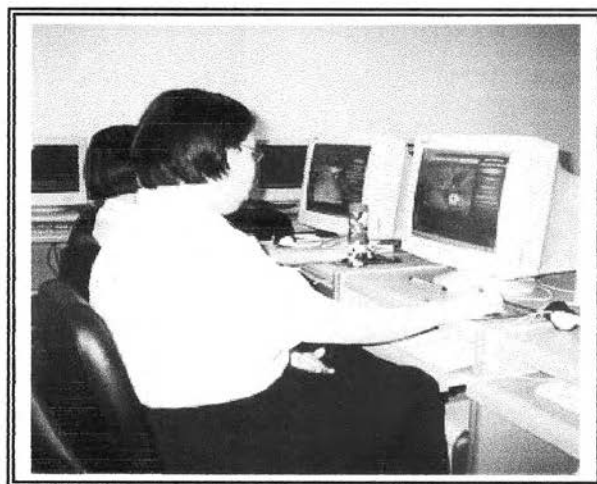
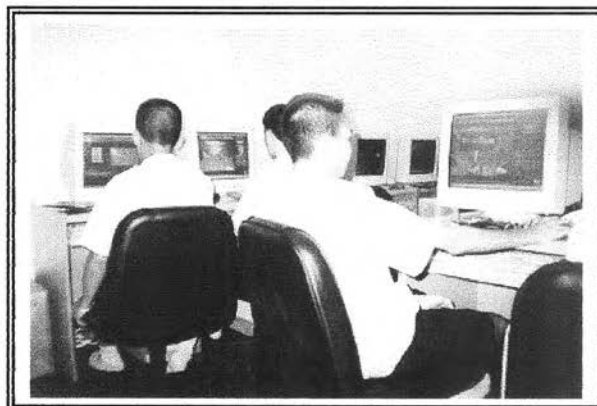
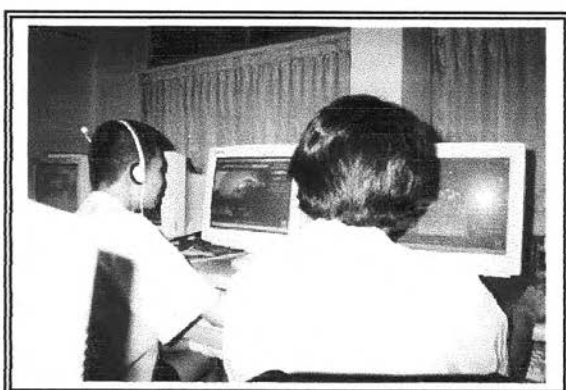
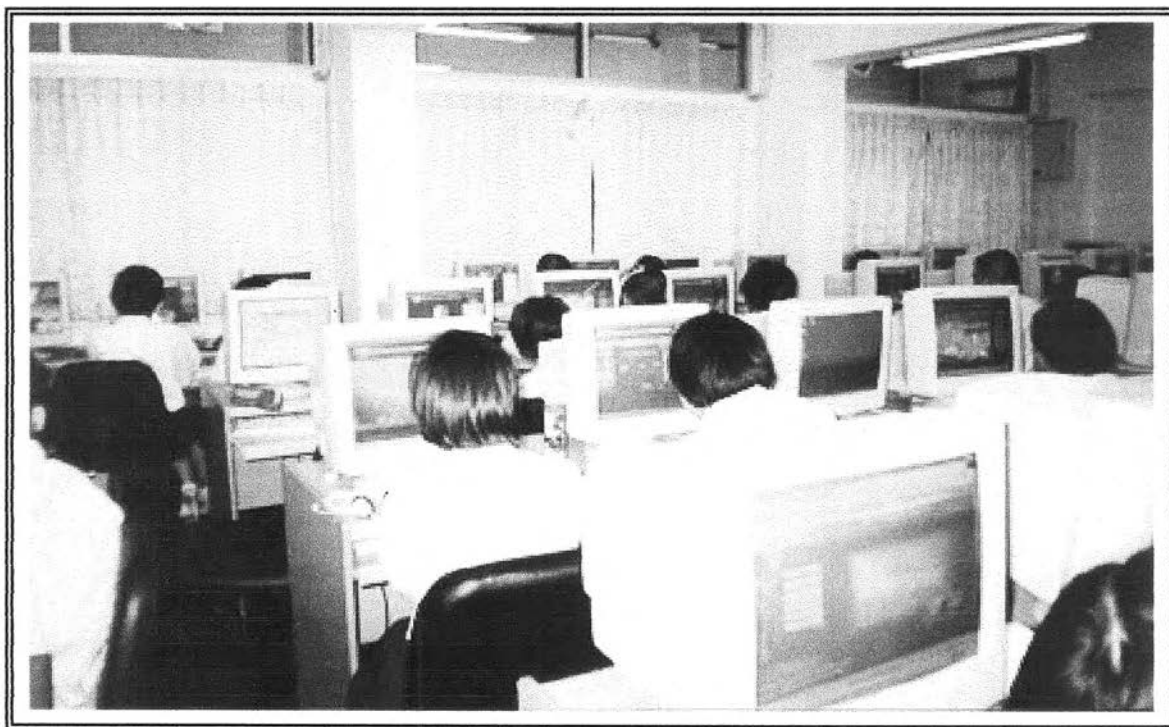
1. รองศาสตราจารย์ ดร. กิดานันท์ มลิทอง
ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. อาจารย์ ดร. บุญเรือง เนียมหอม
ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. อาจารย์ ชยการ ศิริรัตน์
หมวดวิชาคอมพิวเตอร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาฯ ฝ่ายมัธยม

ภาคผนวก ข.
ภาพการทดลองของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

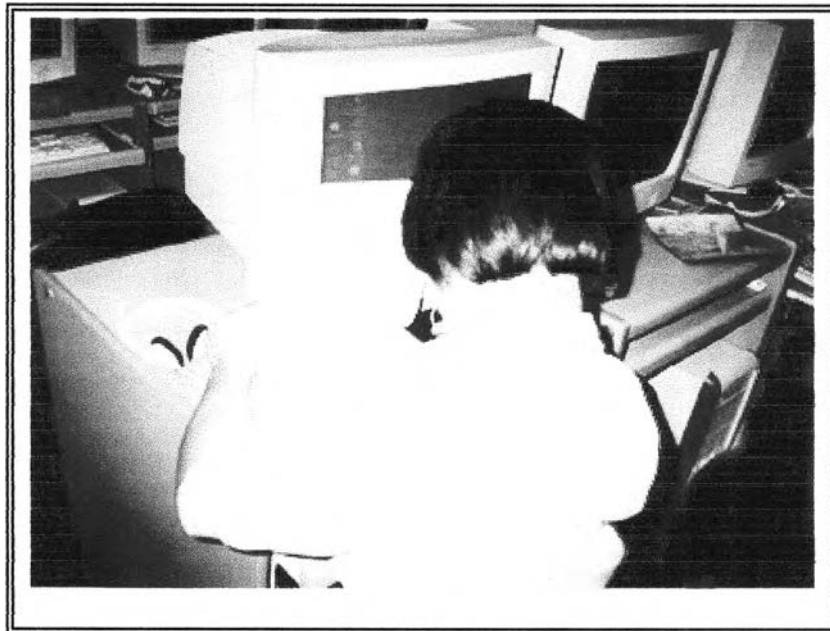
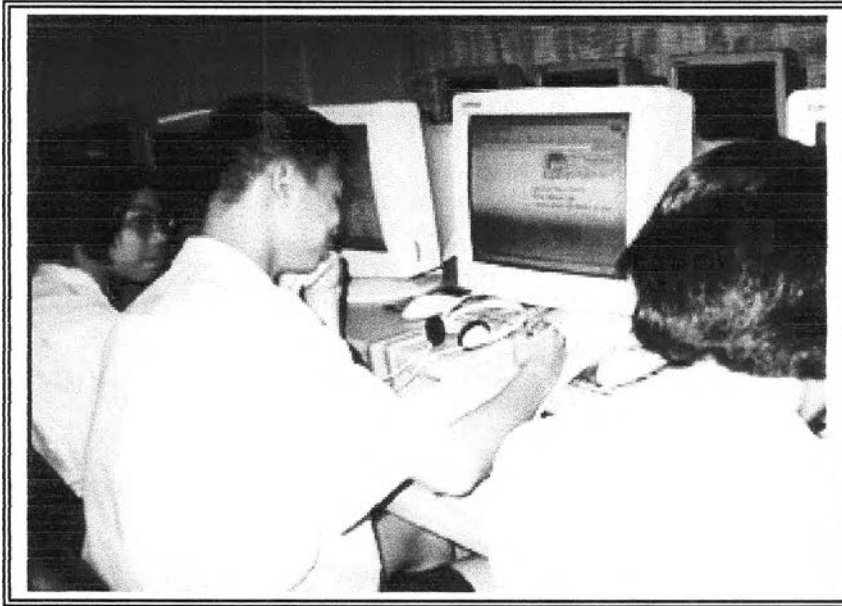
ภาพบรรยากาศภายในห้องทดลอง ขณะทำการทดลอง
ของกลุ่มตัวอย่างที่ 2...เมื่อวันที่ 27 พ.ย. 2545



ภาพบรรยากาศภายในห้องทดลอง ขณะทำการทดลอง
ของกลุ่มตัวอย่างที่ 1...เมื่อวันที่ 25 พ.ย. 2545



ภาพขณะที่กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบ



ภาคผนวก ค.
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ค่าสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

สถิติ t- test Independent

$$T = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2 - (\mu_1 - \mu_2)}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}}$$

ภาคผนวก ง.
การหาประสิทธิภาพสื่อตามเกณฑ์ 90/90

ตารางวิเคราะห์การหาประสิทธิภาพสื่อ บทเรียนความเป็นจริงเสมือนบนเว็บ
แบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ครั้ง ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 11 : แสดงผลการทดสอบหนึ่งต่อหนึ่ง (One - on – one testing)

ข้อสอบ นักเรียน	ข้อสอบ ในแต่ละตอนเรียน																				รวมคะแนน
	1. การย่อยอาหารในปาก					2. การย่อยในกระเพาะอาหาร					3. การย่อยในลำไส้เล็ก					4. ลำไส้ใหญ่และการขับถ่าย					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
คนที่ 1= เว็บที่ 1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1	15
คนที่ 2 = เว็บที่ 2	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
รวมคะแนน	2	1	2	2	1	1	2	1	2	1	2	2	2	2	1	2	1	1	2	2	32
รวมคะแนน (%)	8 ข้อ = 80 %					7 ข้อ = 70 %					9 ข้อ = 90 %					8 ข้อ = 80 %					32 ข้อ = 80 %

ตารางที่ 12 : แสดงผลการทดสอบกลุ่มเล็ก (Small group testing)

ข้อสอบ นักเรียน	ข้อสอบ ในแต่ละตอนเรียน																				รวมคะแนน
	1. การย่อยอาหารในปาก					2. การย่อยในกระเพาะอาหาร					3. การย่อยในลำไส้เล็ก					4. ลำไส้ใหญ่และการขับถ่าย					
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
ทดสอบ เว็บที่ 1																					
1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	17
2	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	16
3	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	16
4	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	11
5	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	0	1	1	11
ทดสอบ เว็บที่ 2																					
6	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
7	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	18
8	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1	1	1	14
9	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	14
10	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	14
รวมคะแนน	8	6	10	9	8	7	5	5	6	7	10	6	7	7	7	10	9	7	8	8	150
รวมคะแนน (%)	41 ข้อ = 82 %					30 ข้อ = 60 %					37 ข้อ = 74 %					42 ข้อ = 84 %					150 ข้อ = 76 %

ตารางที่ 13 : แสดงผลการทดสอบกลุ่มใหญ่ (Large group testing)

ข้อสอบ นักเรียน	ข้อสอบ สำนักรูปทรงสี่เหลี่ยมแต่ละตอนเรียน																				รวมคะแนน
	1. การขยอยอาหารไม่เผือก					2. การขยอยในกระเพาะอาหาร					3. การขยอยในลำไส้เล็ก					4. ลำไส้ใหญ่และการขับถ่าย					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
ทดสอบ เว้นที่ 1																					
1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	18
2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	18
3	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	18
4	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	17
6	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	18
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	18
7	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
8	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	17
9	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	17
10	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	17
ทดสอบ เว้นที่ 2																					
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	18
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	20
14	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
16	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	18
16	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	18
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	19
18	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	17
19	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	18
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	19
รวมคะแนน	20	16	20	20	15	18	16	19	17	19	19	17	19	18	17	20	17	17	17	20	362
รวมคะแนน (%)	91 ข้อ = 91 %					90 ข้อ = 90 %					90 ข้อ = 90 %					91 ข้อ = 91 %					362 = 90.50 %

ภาคผนวก จ.

ค่าความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเที่ยง ของข้อสอบ

ตารางวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (D) และค่าระดับความยาก (P) ของแบบทดสอบ

n = 10 (25% ของ 40)

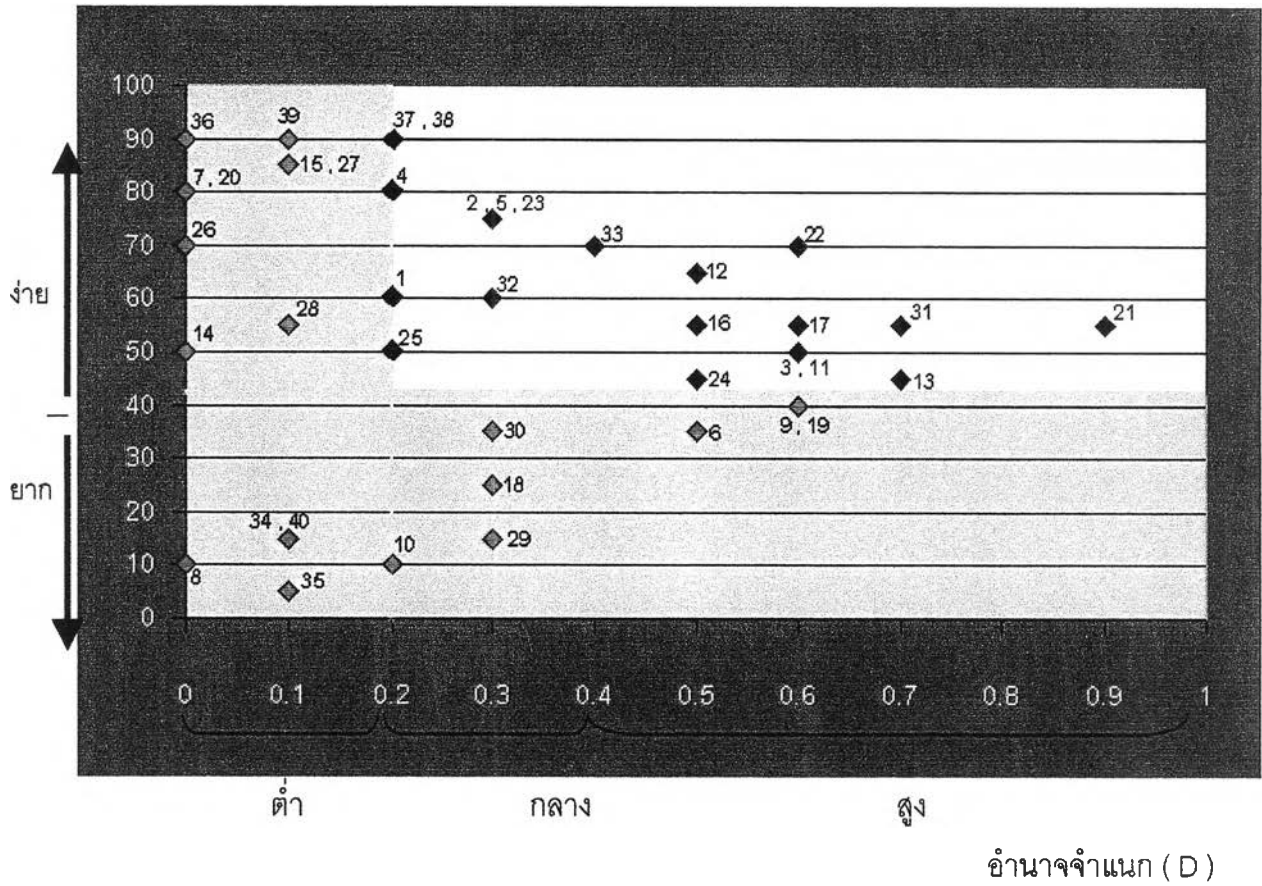
ข้อที่	U (กลุ่มสูง)	L (กลุ่มต่ำ)	D = $\frac{U-L}{n}$	P = $\frac{U+L}{2n}$	เป็นแบบสอบข้อที่
1	7	5	0.2	60	1
2	9	6	0.3	75	2
3	8	2	0.6	50	3
4	9	7	0.2	80	4
5	9	6	0.3	75	5
6	6	1	0.5	35	-
7	8	8	0	80	-
8	1	1	0	10	-
9	7	1	0.6	40	-
10	2	0	0.2	10	-
11	8	2	0.6	50	6
12	9	4	0.5	65	7
13	8	1	0.7	45	8
14	5	5	0	50	-
15	9	8	0.1	85	-
16	8	3	0.5	55	9
17	9	2	0.6	55	10
18	4	1	0.3	25	-
19	7	1	0.6	40	-
20	8	8	0	80	-
21	10	1	0.9	55	11
22	10	4	0.6	70	12
23	9	6	0.3	75	13

ข้อที่	U	L	D = $\frac{U-L}{n}$	P = $\frac{U+L}{2n}$	เป็นแบบสอบข้อที่
24	7	2	0.5	45	14
25	6	4	0.2	50	15
26	7	7	0	70	-
27	8	7	0.1	85	-
28	6	5	0.1	55	-
29	3	0	0.3	15	-
30	5	2	0.3	35	-
31	9	2	0.7	55	16
32	7	4	0.3	60	17
33	9	5	0.4	70	18
34	2	1	0.1	15	-
35	1	0	0.1	5	-
36	9	9	0	90	-
37	10	8	0.2	90	19
38	10	8	0.2	90	20
39	10	9	0.1	90	-
40	2	1	0.1	15	-

หมายเหตุ เครื่องหมายขีด (-) หมายถึงข้อที่ตัดออก

จุดกราฟ แสดงระดับความยากและอำนาจจำแนกของข้อสอบ 40 ข้อ

ระดับความยาก (P)



- ◆ หมายถึง ข้อสอบที่ระดับความยากอยู่ระหว่าง 44 ถึง 90 และค่าอำนาจจำแนก ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 20 ข้อ
- ◆ หมายถึง ข้อสอบที่คัดออก

ตารางวิเคราะห์ความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว 20 ข้อ

X	f	fX	X ²	fX ²
10	1	10	100	100
11	4	44	121	484
12	3	36	144	432
13	5	65	169	845
14	4	56	196	784
15	2	30	225	450
16	5	80	256	1280
17	5	85	289	1445
18	7	126	324	2286
19	2	38	361	722
20	2	40	400	800
N = 40		$\sum fX = 610$	$\sum X^2 = 2585$	$\sum fX^2 = 9628$

วิธีคำนวณหาความเที่ยงของแบบทดสอบ

มัชฌิมเลขคณิต (\bar{X})

$$\begin{aligned} \text{สูตร} \quad \bar{X} &= \frac{\sum Fx}{n} \\ \sum Fx &= 610 \\ n &= 40 \\ \therefore \bar{X} &= \frac{610}{40} \\ &= 15.25 \end{aligned}$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

$$\begin{aligned} \text{สูตร} \quad \text{S.D.} &= \sqrt{\frac{\sum fX^2}{N} - \left(\frac{\sum Fx}{N}\right)^2} \\ \sum fX^2 &= 2585 \\ \sum fX &= 610 \\ N &= 40 \\ \therefore \text{S.D.} &= \sqrt{\frac{2585}{40} - \left(\frac{610}{40}\right)^2} \\ &= \sqrt{64.62 - (15.25)^2} \\ &= \sqrt{64.62 - 232.56} \\ &= \sqrt{8.14} \\ &= 2.85 \\ \sigma^2 &= 8.14 \end{aligned}$$

ความเที่ยง (Reliability)

$$\text{สูตร } K_{r21} = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{M(K-M)}{K\sigma^2} \right]$$

$$K_{r21} = \text{สัมประสิทธิ์แห่งความเที่ยง (Reliability Coefficient)}$$

$$K = \text{จำนวนข้อสอบในแบบทดสอบที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว} = 20$$

$$M = \text{คะแนนเฉลี่ย} = 15.25$$

$$\sigma^2 = \text{ความแปรปรวนของคะแนน} = 8.14$$

แทนค่าสูตร

$$\therefore K_{r21} = \frac{20}{20-1} \left[1 - \frac{15.25(20-15.25)}{20(8.14)} \right]$$

$$= 1.05 \left[1 - \frac{15.25(4.75)}{162.80} \right]$$

$$= 1.05 \left[1 - \frac{72.43}{162.80} \right]$$

$$= 1.05 (1 - 0.4)$$

$$= 1.05 (0.6)$$

$$= 0.63$$



ภาคผนวก จ.

ตัวอย่างเครื่องมือ : แบบทดสอบวัดความเข้าใจ
เรื่อง “ การย่อยอาหารของคน ”

แบบทดสอบวัดความเข้าใจ หลังเรียน (Posttest)

วิชาชีววิทยา ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง.. “ การย่อยอาหารของคน ”

จำนวนข้อสอบ 20 ข้อ

ตอนที่ 1. การย่อยอาหารในปาก

วัตถุประสงค์ : นักเรียนสามารถอธิบายกระบวนการเคี้ยวและกลืนได้

1. ข้อใดอธิบายถึงกระบวนการย่อย ซาลาเปาไส้หมู ภายในปากของคน ?
 - ก. มีการใช้เอนไซม์ย่อยหมูหลังจากเคี้ยวอยู่สักครู่
 - ข. เคี้ยวให้ละเอียดก่อน และมีเอนไซม์ย่อยแป้งซาลาเปาได้
 - ค. นอกจากการเคี้ยวแล้ว ไม่มีเอนไซม์ใด ๆ ในปากสามารถย่อย ซาลาเปาไส้หมู ได้เลย
 - ง. เคี้ยวให้ละเอียดและมีเอนไซม์ย่อยไขมันในหมูได้
2. เมื่อเคี้ยวข้าวเป็นเวลานานพอสมควรจะรู้สึกหวานเพราะข้าวที่เคี้ยวประกอบด้วยสารประเภทใด ?
 - ก. น้ำตาลมอลโทส กลูโคส
 - ข. น้ำตาลซูโครส และแป้ง
 - ค. น้ำตาลโมเลกุลเดี่ยวและแป้ง
 - ง. น้ำตาลและคาร์โบไฮเดรต
3. การเคลื่อนที่แบบเพอริสตัลซิส มีลักษณะอย่างไร ?
 - ก. การเคลื่อนที่ในแนวตั้งอย่างรวดเร็วลงสู่กระเพาะอาหาร
 - ข. การหดและคลายตัวของกล้ามเนื้อในหลอดอาหารเพื่อลำเลียงอาหารสู่กระเพาะอาหาร
 - ค. คือการลำเลียงอาหารแบบบีบรัดอาหารให้แหลกเพื่อส่งต่อไปยังกระเพาะอาหาร
 - ง. การเคลื่อนที่ด้วยแรงดันให้อาหารหล่นลงสู่กระเพาะอาหารอย่างรวดเร็ว
4. หากฝาปิดกล่องเสียงไม่ทำงาน จะเกิดอะไรขึ้นในขณะกลืนอาหาร ?
 - ก. ทำให้หลอดลมไม่ทำงานไปด้วย
 - ข. ทำให้อาหารพลัดตกลงสู่หลอดอาหารอย่างรวดเร็ว
 - ค. ทำให้หลอดอาหารไม่ทำงานไปด้วย
 - ง. สำลักอาหาร
5. ข้อใดแสดงถึงกระบวนการย่อยอาหารภายในปาก อย่างครบถ้วน ?
 - ก. น้องบอส กัดเนื้อชิ้นโตเกินไปจนพิน้ำนมหนัก
 - ข. น้องแก้ว รู้สึกหวานหลังจากเคี้ยวข้าวสวยอยู่สักครู่
 - ค. ตัว ขอบอมข้าวอยู่นานเวลาแม่บ้วน จนโดนแม่ดุดบ่อยครั้ง
 - ง. น้องฮาร์ท ตีมนมแม่อย่างเดียวทุกมื้อ

ตอนที่ 2. การย่อยอาหารในกระเพาะอาหาร

วัตถุประสงค์ : อธิบายถึงการทำงานของน้ำย่อยแต่ละชนิดในกระเพาะอาหาร ได้

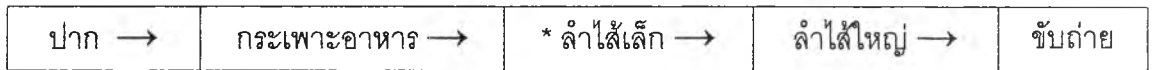
6. ลักษณะที่เป็นคลื่นแบบ รูกี้ (rugae) ภายในกระเพาะอาหารมีประโยชน์อย่างไร ?
 - ก. สัมผัสอาหาร และต่อมสร้างน้ำย่อยภายในกระเพาะอาหาร
 - ข. เป็นผนังที่แข็งแรงมากช่วยในการคลุกเคล้าอาหารกับน้ำดี
 - ค. ช่วยดูดซึมสารอาหารได้มาก
 - ง. ช่วยผลิตแบคทีเรียบางชนิด
7. ข้อใดกล่าวไม่ถูกต้องเกี่ยวกับน้ำย่อยในกระเพาะอาหาร ?
 - ก. น้ำย่อยในกระเพาะอาหารไม่พร้อมจะทำงานได้ทันที แต่ต้องเปลี่ยนสภาพก่อน
 - ข. ในกระเพาะอาหารมีน้ำย่อยหลายชนิดที่พร้อมจะทำงานได้ทันทีที่มีอาหารตกมาถึง
 - ค. ในกระเพาะอาหารมีน้ำย่อยที่ย่อยโปรตีนได้และมีสภาพเป็นกรด
 - ง. น้ำย่อยในกระเพาะอาหารต้องทำงานร่วมกับกรดไฮโดรคลอริก
8. ถ้ากระเพาะอาหารไม่สามารถสร้างกรดได้ อาหารประเภทใดที่ได้รับความกระทบกระเทือนต่อกระบวนการย่อยอาหารน้อยที่สุด ?
 - ก. คาร์โบไฮเดรต
 - ข. ไขมัน
 - ค. ไกลโคโปรตีน ในน้ำนม
 - ง. โปรตีน
9. อาหารในข้อใด จะไม่ถูกย่อยในกระเพาะอาหาร ?
 - ก. สลัดผัก
 - ข. นมแม่
 - ค. ไข่ตุ๋น
 - ง. ขนมปังทาเนย
10. ถ้าคุณรับประทานหมูย่างกับข้าวเหนียว แล้วอาหารจะถูกย่อยอย่างไร ?
 - ก. หมูย่างถูกเอนไซม์ในปากย่อย
 - ข. หมูย่างจะถูกย่อยในกระเพาะอาหาร
 - ค. ข้าวเหนียวจะถูกย่อยในกระเพาะอาหาร
 - ง. ทั้ง 2 อย่างผ่านกระเพาะอาหารไปโดยไม่ถูกย่อย

ตอนที่ 3. การย่อยอาหารในลำไส้เล็ก

วัตถุประสงค์ : อธิบายถึงกระบวนการย่อยและดูดซึม ภายใน ลำไส้เล็กได้

11. วิลลัส มีความสำคัญอย่างไร ?
 - ก. เป็นผนังด้านในของลำไส้เล็ก เป็นตุ่ม ช่วยในการดูดซึมสารอาหาร
 - ข. เป็นตัวช่วยผลิตเอนไซม์ทั้งหมด ซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมากในลำไส้เล็ก
 - ค. เป็นอวัยวะช่วยย่อย ให้การย่อยอาหารในลำไส้เล็กทำงานง่ายขึ้น
 - ง. เป็นส่วนรองรับสารอาหารที่ไม่สามารถย่อยได้จากลำไส้เล็ก

12. หลังจากทีสารอาหารถูกย่อยในลำไส้เล็กแล้ว จะเกิดอะไรขึ้นกับสารอาหารที่ได้ ?
- กลายเป็นสารโมเลกุลคู่ แล้วถูกส่งต่อให้กับลำไส้ใหญ่เพื่อดูดน้ำออกจากกากอาหาร
 - กลายเป็นสารโมเลกุลเดี่ยว แล้วขับถ่ายออก
 - กลายเป็นสารโมเลกุลคู่ แล้วลำเลียงเข้าสู่เซลล์
 - กลายเป็นสารโมเลกุลเดี่ยว แล้วถูกดูดซึมเข้าสู่เซลล์
13. จงศึกษาแผนภาพต่อไปนี้แล้วตอบคำถามด้านล่าง



ถ้าต้องย่อยครบทุกขั้นตอนตามแผนภาพควรจะเป็นการย่อยอาหารในข้อใด ?

และเมื่อเครื่องหมาย * หมายถึง การย่อยโดยใช้เอนไซม์

- ข้าวสวย
 - หมูสามชั้น
 - ไก่ทอด
 - น้ำเต้าหู้
14. เหตุใดในลำไส้เล็กจึงมีน้ำย่อยมากที่สุด ?
- เพราะผลิตเองได้ และรับจากตับได้อีก
 - ผลิตเองไม่ได้ แต่รับจากตับอ่อนได้มากกว่า 10 ชนิด
 - เพราะผลิตเองได้ และรับจากตับอ่อนได้อีก
 - ผลิตเองไม่ได้ แต่รับจากตับได้มากกว่า 10 ชนิด

15. ข้อใดถูกต้องเกี่ยวกับน้ำดีของคน ?

- สร้างจากถุงน้ำดีเพื่อส่งให้ลำไส้เล็ก
- ช่วยทำให้ไขมันแตกตัวก่อนที่เอนไซม์จะทำงาน
- ทำงานเป็นเอนไซม์ชนิดหนึ่ง
- ทำให้น้ำย่อยไขมัน ทำงานได้ดีในลำไส้ใหญ่

ตอนที่ 4. การย่อยอาหารในลำไส้ใหญ่

วัตถุประสงค์ : อธิบายถึงขั้นตอนการขับถ่ายของคนได้

16. คำอธิบายในข้อใดที่ไม่ใช่หน้าที่ของ ลำไส้ใหญ่ (large intestine) ?

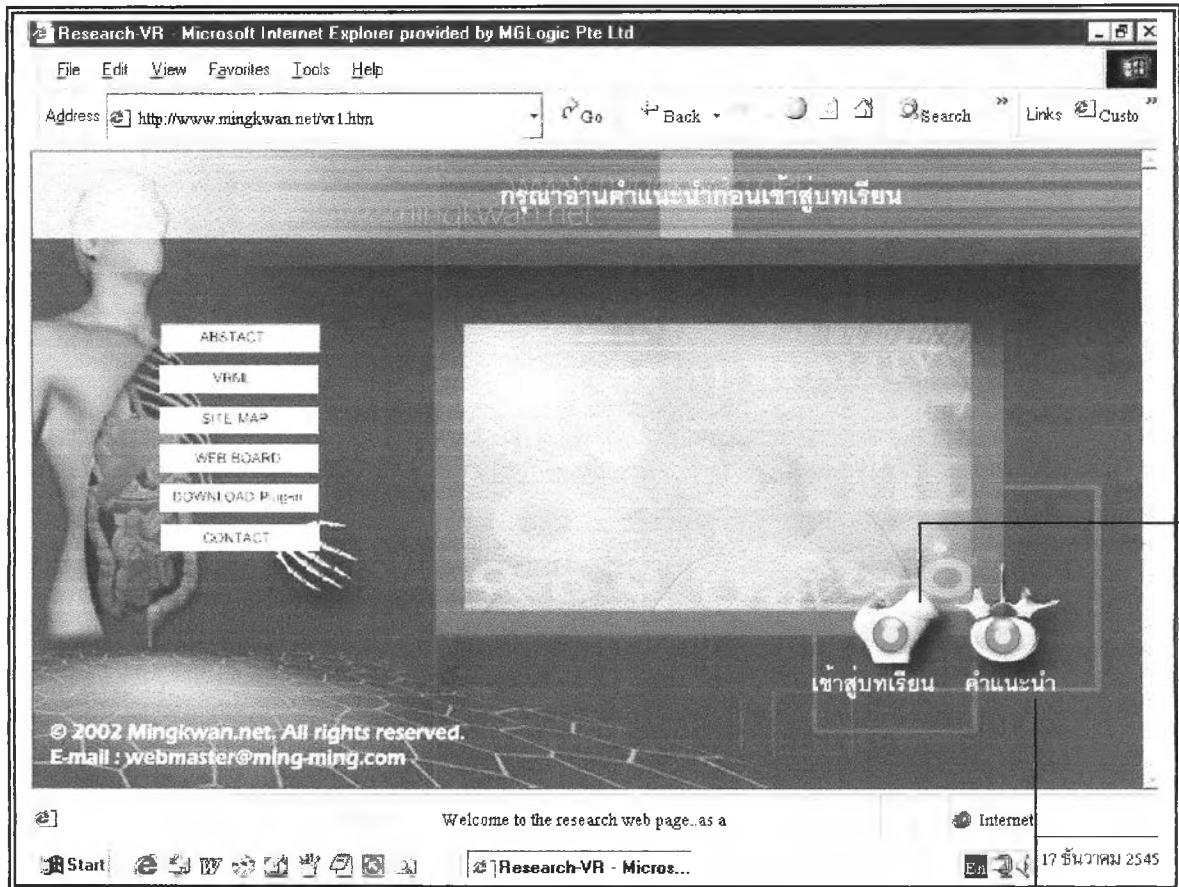
- ดูดซึมน้ำ
- ย่อยโปรตีน
- เป็นแหล่งพักกากอาหาร
- ดูดซึมเกลือแร่

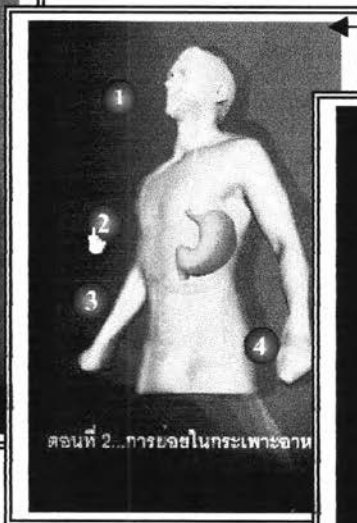
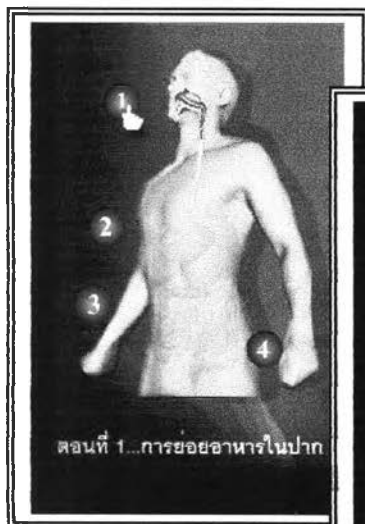
17. แบคทีเรียในลำไส้ใหญ่มีประโยชน์อย่างไร ?

- ช่วยในการย่อยสลายกากอาหารให้ขับถ่ายง่ายขึ้น
- ช่วยในการดูดซึมน้ำออกจากกากอาหาร
- ช่วยทำให้เกิดก๊าซและแรงดันกากอาหารในการขับถ่าย
- ช่วยสังเคราะห์วิตามินบางชนิดได้

ภาคผนวก ช.

ตัวอย่างเครื่องมือ : บทเรียนเสมือนจริงบนเว็บ
ที่มีการควบคุมการเคลื่อนที่แบบอิสระ
(Free Movement Control)









VR1_Free Movement Control... Designed By Mingkwan Suphaworn_Chulalongkorn University 2002 Microsoft Internet Expl...

1 การย่อยอาหารในปากวัตถุประสงค์.....

คั่งัก...รีรอาหาร

©2002 Mingkwan.net : All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

HUMAN DIGESTION

LESSONS

หลอดอาหาร (Oesophagus)

เป็นท่อตรงจากคอหอย
ไปกระเพาะอาหาร
ยาวประมาณ 25 ซม. ไม่มีน้ำย่อย
เพราะไม่มีต่อมสร้างน้ำย่อยใดๆ

.....

แต่สามารถลำเลียงอาหารโดยการ
บีบตัวและคลายตัวเป็นคลื่น
เรียกว่า...เพอริสตัลซิส peristalsis

.....

ช่วยเหลือ

Start [Icons] Research-VR - M... VR1_Free Mo... 05 - Paint 4:32



VR1_Free Movement Control... Designed By Mingkwan Suphaworn_Chulalongkorn University 2002 Microsoft Internet Expl...

1 การย่อยอาหารในปากวัตถุประสงค์.....

คั่งัก...รีรอาหาร

©2002 Mingkwan.net : All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

HUMAN DIGESTION

LESSONS

การเคี้ยว (chewing)

เป็นการย่อยอาหารครั้งแรก
และเป็นการย่อยเชิงกล
เพราะยังไม่ต้องใช้เอนไซม์
แต่ใช้เพียงฟันบดเคี้ยวอาหาร
ให้แหลกละเอียด เพื่อใหกลืนง่าย
และสมบัติทางเคมีของอาหาร

.....ยังคงเดิม.....

ช่วยเหลือ

Start [Icons] Research-VR - M... VR1_Free Mo... 06 - Paint 4:33



VR1_Free Movement Control...Designed By Mingkwan Supthaworn_Chulalongkorn University 2002 - Microsoft Internet Expl...

1 การย่อยอาหารในปากวัตถุประสงค์.....

คลิกที่รูปอาหารตามสีแล้ววางลงใน

©2002 Mingkwan.net ; All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

HUMAN DIGESTION

LESSONS

เอนไซม์ไธยาลิน (ptyalin)

เป็นอะไมเลสชนิดหนึ่ง
อยู่ในน้ำลาย
ซึ่งผลิตมาจากต่อมน้ำลาย

.....

ทำหน้าที่ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล

โมเลกุลเดี่ยว = กลูโคส
โมเลกุลคู่ = มอลโทส
เป็นสาย = เดกซ์ทริน
ซึ่ง เป็นการย่อยทางเคมี

www.ming-ming.com

Start | Research-VR - M... | VR1_Free Mo... | 06 - Paint | 4:33



VR1_Free Movement Control...Designed By Mingkwan Supthaworn_Chulalongkorn University 2002 - Microsoft Internet Expl...

1 การย่อยอาหารในปากวัตถุประสงค์.....

คลิกที่รูปอาหารตามสีแล้ววางลงใน

©2002 Mingkwan.net ; All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

HUMAN DIGESTION

LESSONS

เอนไซม์ไธยาลิน (ptyalin)

เป็นอะไมเลสชนิดหนึ่ง
อยู่ในน้ำลาย
ซึ่งผลิตมาจากต่อมน้ำลาย

.....

ทำหน้าที่ย่อยแป้งให้เป็นน้ำตาล

โมเลกุลเดี่ยว = กลูโคส
โมเลกุลคู่ = มอลโทส
เป็นสาย = เดกซ์ทริน
ซึ่ง เป็นการย่อยทางเคมี

www.ming-ming.com

Start | Research-VR - M... | VR1_Free Mo... | 06 - Paint | 4:33



VR1_Free Movement Control...Designed By Mingkwan Supthaworn_Chulalongkorn University 2002 - Microsoft Internet Expl...

2 การย่อยในกระเพาะอาหาร

...วัตถุประสงค์...



©2002 Mingkwan.net ; All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

HUMAN DIGESTION

LESSONS

ผืนังกระเพาะอาหาร (stomach wall)

ผืนังกระเพาะอาหารมีลักษณะเป็นคลื่น เรียกว่า rugae... รูกี้

ช่วยคลุกเคล้าอาหารยึดหยุ่นได้ดี เป็นกล้ามเนื้อหนาและแข็งแรงมาก

ที่ผืนังกระเพาะอาหาร มีต่อมสร้างน้ำย่อยจำนวนมาก ทำหน้าที่สร้างน้ำย่อย หรือ เอนไซม์ ในการย่อยอาหาร



ช่วยเหลือ

Start [Icons] Research-VR - M... VR1_Free Mo... 06 - Paint 5:16

VR1_Free Movement Control...Designed By Mingkwan Supthaworn_Chulalongkorn University 2002 - Microsoft Internet Expl...

2 การย่อยในกระเพาะอาหาร

...วัตถุประสงค์...



©2002 Mingkwan.net ; All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

HUMAN DIGESTION

LESSONS

ลักษณะทั่วไป

ลักษณะทั่วไปของกระเพาะอาหาร มีสภาวะเป็นกรด และมีน้ำย่อยอาหาร ที่ย่อยโปรตีนได้ ดังนั้นหากไม่มีอาหารตกมาถึง กรดก็สามารถสลายผนังกระเพาะ ให้เป็นแผล หรือ โรคกระเพาะอาหาร

ควรรับประทานอาหารให้เป็นเวลา เพราะน้ำย่อยจะทำงานเป็นเวลา



ช่วยเหลือ

Start [Icons] Research-VR - ... VR1_Free M... 05 - Paint 5:15

VR1_Free Movement Control... Designed By Mingkwan Supthaworn Chulalongkorn University 2002 - Microsoft Internet Expl...

2 การย่อยในกระเพาะอาหาร ...วัตถุประสงค์...

HUMAN DIGESTION

LESSONS

เพปซิน (Pepsin)

เพปซินเ็น ถูกเปลี่ยนเป็น เพปซิน ...พร้อมที่จะทำงานได้... เป็นน้ำย่อยที่ทำหน้าที่ ย่อยโปรตีน ช่วยสลายพันธะของโปรตีนให้สั้นลง

.....

และเนื่องจากไม่สามารถ ย่อย สารอาหารอื่นได้... ดังนั้นในกระเพาะอาหาร จึงมีแต่การย่อยโปรตีน เท่านั้น

©2002 Mingkwan.net : All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

Start | Research-VR - M... | VR1_Free Mo... | 09 - Paint | 5:18

VR1_Free Movement Control... Designed By Mingkwan Supthaworn Chulalongkorn University 2002 - Microsoft Internet Expl...

2 การย่อยในกระเพาะอาหาร ...วัตถุประสงค์...

HUMAN DIGESTION

LESSONS

คำแนะนำ

หากเข้าใจแล้ว ให้ลองทำแบบทดสอบด้วย

.....

เพื่อหากต้องการ จะเปลี่ยนเรื่องให้คลิกที่ เมนู

©2002 Mingkwan.net : All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

Start | Research-VR - M... | VR1_Free Mo... | 09 - Paint | 5:18

VR1_Free Movement Control... Designed By Mingkwan Supthaworn_Chulalongkorn University 2002 - Microsoft Internet Expl...

3 การย่อยอาหารในลำไส้เล็ก

...วัตถุประสงค์...

HUMAN DIGESTION

LESSONS

คำแนะนำ

อ่านวัตถุประสงค์

.....

ดูส่วนประกอบให้เข้าใจ

แล้ว เข้าไปสำรวจลำไส้เล็ก

.....

อาหารผ่านกระเพาะอาหาร มาถึงลำไส้เล็กแล้ว... จะ

หาคำตอบให้ได้ว่า... เหตุใด?

ลำไส้เล็กจึงมีน้ำย่อยมากที่สุด

น้ำย่อยเหล่านั้นมาจากไหนบ้าง?

การดูดซึมเป็นอย่างไร?

หากพร้อมแล้ว... เริ่มเลยนะ

คลิก... ENTER

<= ลองคลิกและลากเมาส์ได้ 360°

©2002 Mingkwan.net : All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

Start [Icons] Research-... VR1_Free... 11 - Paint New Pag... 5:21

VR1_Free Movement Control... Designed By Mingkwan Supthaworn_Chulalongkorn University 2002 - Microsoft Internet Expl...

3 การย่อยอาหารในลำไส้เล็ก

...วัตถุประสงค์...

HUMAN DIGESTION

LESSONS

ลำไส้เล็กส่วนต้น (Duodenum)

เป็นลำไส้เล็กส่วนต้นต่อจากกระเพาะอาหาร ยาวประมาณ 25-30 ซม. มีลักษณะโค้งเป็นรูปตัว ยู

.....

เป็นบริเวณที่มีน้ำย่อยมากที่สุด

2 กลุ่มใหญ่ ได้แก่

1. น้ำย่อยส่งมาจากตับอ่อน
2. น้ำย่อยที่ลำไส้เล็กสร้างขึ้นมาเองได้

.....

และยังมีน้ำดีจากตับ ช่วยสลายไขมัน

อวัยวะช่วยย่อย

ตับ

ถุงน้ำดี

ตับอ่อน

ลำไส้เล็ก 3 ส่วน

ส่วนต้นเว้า ซีไอดีบีเอ็ม

ส่วนกลาง : เจจูนัม

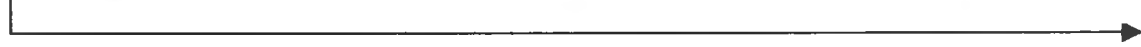
ส่วนท้าย : อีเลียม

เริ่มสำรวจดูภายใน

©2002 Mingkwan.net : All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

Start [Icons] Research-VR - M... VR1_Free Ma... 01 - Paint 5:24





VR1_Free Movement Control... Designed By Mingkwan Supthaworn_Chulalongkorn University 2002 - Microsoft Internet Expl...

4 ลำไส้ใหญ่และการขับถ่าย ...วัตถุประสงค์...

HUMAN DIGESTION

LESSONS

ลำไส้ใหญ่ส่วนขวาง

เป็นลำไส้ส่วนกลางยาวที่สุด
อยู่ขวางตามหน้าท้อง

.....

มีแบคทีเรีย
พวก E.Coli อาศัยอยู่
และเป็นบริเวณที่มีการดูดน้ำ
ออกจากกากอาหาร

.....

©2002 Mingkwan.net - All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

Start [Icons] Research-VR - M... VR1_Free Mo... Paint 5:48

VR1_Free Movement Control... Designed By Mingkwan Supthaworn_Chulalongkorn University 2002 - Microsoft Internet Expl...

4 ลำไส้ใหญ่และการขับถ่าย ...วัตถุประสงค์...

HUMAN DIGESTION

LESSONS

ทวารหนัก (Anus)

เป็นที่เก็บกากอาหาร
ก่อนการขับถ่าย
ของเสียออกนอกร่างกาย

.....

เป็นส่วนปลายสุดอยู่ติดกับไส้ตรง

.....

มีกล้ามเนื้อหูรูดทวารหนัก
ที่แข็งแรงมาก ทำหน้าที่บีบตัว
ช่วยป้องกันการขับถ่าย

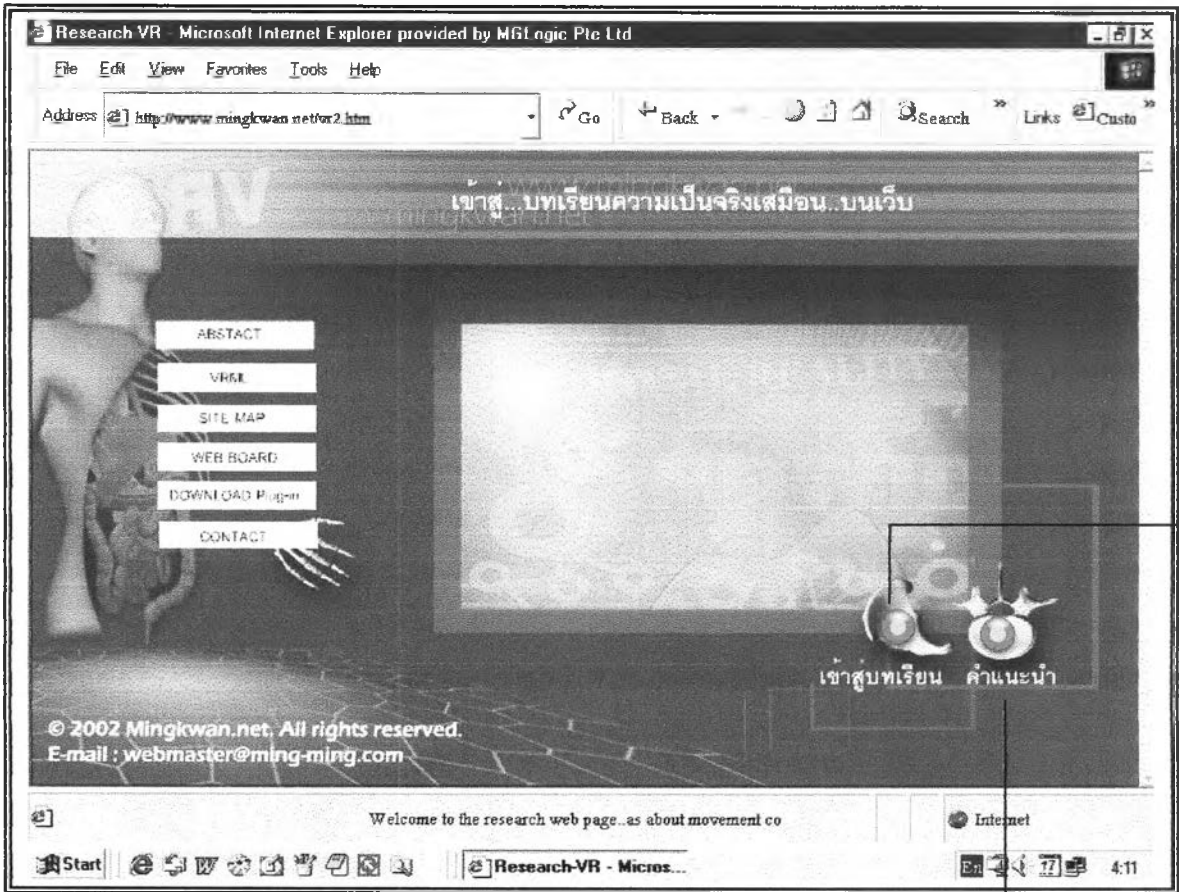
.....

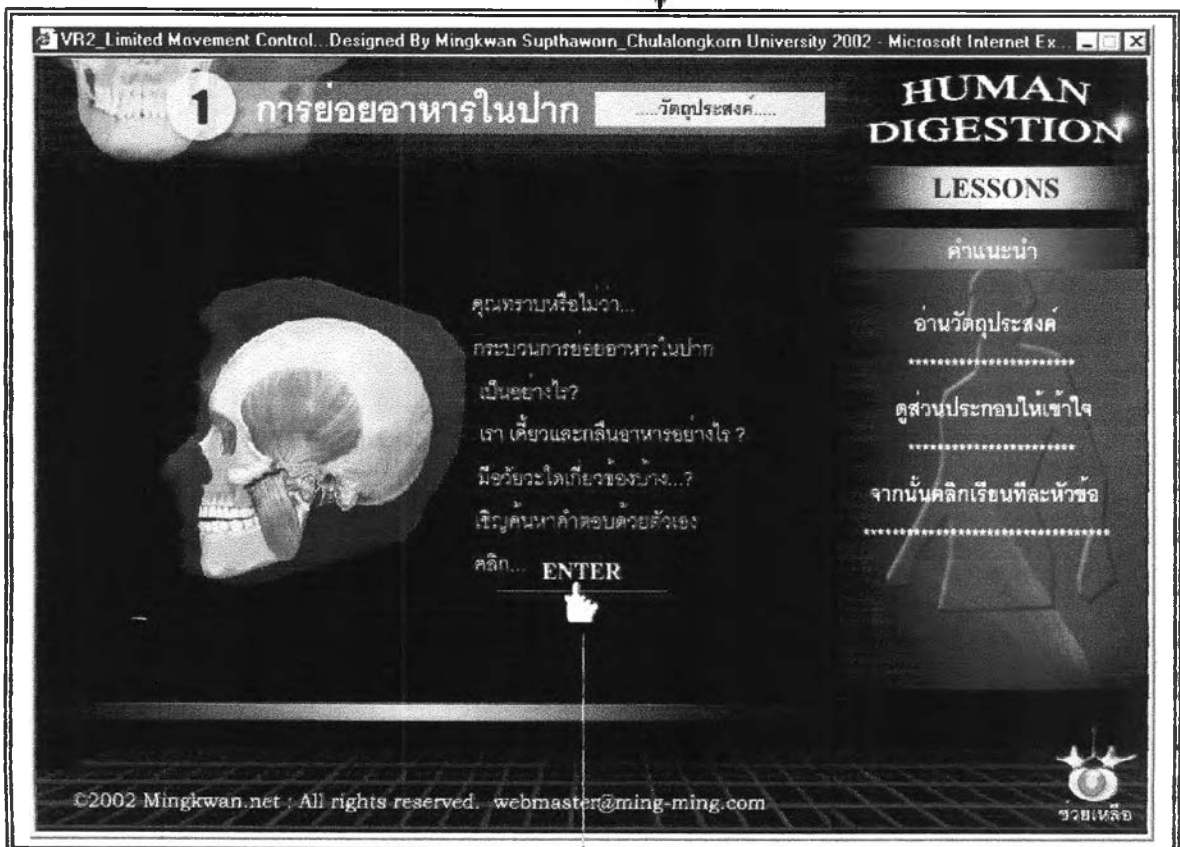
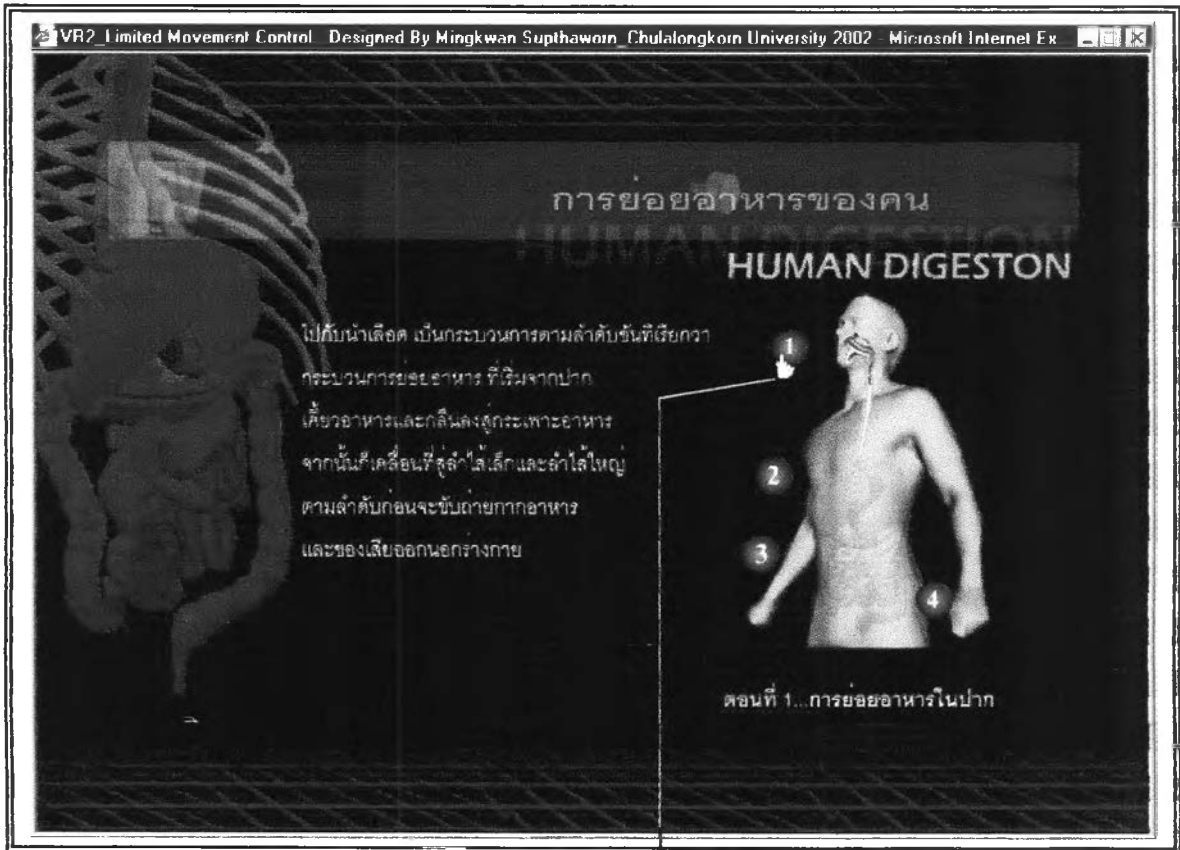
©2002 Mingkwan.net - All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

Start [Icons] Research-VR - M... VR1_Free Mo... Paint 5:51

ภาคผนวก ข.

ตัวอย่างเครื่องมือ : บทเรียนเสมือนจริงบนเว็บ
ที่มีการควบคุมการเคลื่อนที่แบบจำกัด
(Limited Movement Control)







VR2_Limited Movement Control... Designed By Mingkwan Supthaworn_Chulalongkorn University 2002 - Microsoft Internet Ex...

2 การย่อยในกระเพาะอาหาร

...วัตถุประสงค์...

HUMAN DIGESTION

LESSONS

คำแนะนำ

อ่านวัตถุประสงค์

.....

ดูส่วนประกอบให้เข้าใจ

.....

จากนั้นคลิกเรียนที่ละหัวข้อ

.....



ทราบไหมว่า...?

กระเพาะอาหารทำงานอย่างไร?

มีน้ำย่อยที่ชนิด...อะไรบ้าง?

ย่อยอาหารอะไรได้บ้าง...?

เขาไม่สำรวจกระเพาะอาหารได้เลยคะ

คลิก ENTER

<= คลิกปุ่มสีเหลือง หมุน 360°

©2002 Mingkwan.net : All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

จอยเหลือ

Start | Research... | VR2_Limit... | 10 - Paint | Test... | 6:14

VR2_Limited Movement Control... Designed By Mingkwan Supthaworn_Chulalongkorn University 2002 - Microsoft Internet Ex...

2 การย่อยในกระเพาะอาหาร

...วัตถุประสงค์...

HUMAN DIGESTION

LESSONS

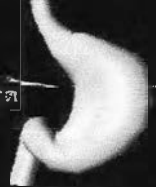
ลักษณะทั่วไป

ตั้งตำแหน่ง

นำออส

ทดสอบ

คลิกดู... ส่วนประกอบภายนอก



ส่วนบนสุด: คาร์ดีเย

ส่วนกลาง: พิวอีลิก

ส่วนล่างสุด: โพลอดีอัส

เป็นส่วนทางเดินอาหารที่ใหญ่ที่สุด

มีลักษณะเป็นถุง ภายในกลวง

มีกล้ามเนื้อยึดติดแน่นได้ แข็งแรงมาก

มีตำแหน่งอยู่ทางบนซ้ายของช่องท้อง

ถัดจากกระบังลม

.....

กระเพาะอาหารแบ่งออกเป็น 3 ตอน

.....

©2002 Mingkwan.net : All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

จอยเหลือ

Start | Research... | VR2_Limit... | 10 - Paint | Test-mm ... | 6:14

VR2_Limited Movement Control... Designed By Mingkwan Supthaworn_Chulalongkorn University 2002 - Microsoft Internet Ex...

2 การย่อยในกระเพาะอาหาร

...วัตถุประสงค์...

ลักษณะทั่วไป ผนังด้านใน น้ำย่อย ทดสอบ



HUMAN DIGESTION

LESSONS

ผนังกระเพาะอาหาร (stomach wall)
 ผนังกระเพาะอาหารมีลักษณะเป็นคลื่น เรียกว่า rugae... รูก็ช่วยคลุกเคล้าอาหารขีดย่อยได้ดี เป็นกล้ามเนื้อหนาและแข็งแรงมาก

ที่ผนังกระเพาะอาหาร มีต่อมสร้างน้ำย่อยจำนวนมาก ทำหน้าที่สร้างน้ำย่อย หรือ เอนไซม์ ในการย่อยอาหาร

©2002 Mingkwan.net : All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

Start Research... VR2_Limit... 10 - Paint Test-mm ... 6:14

VR2_Limited Movement Control... Designed By Mingkwan Supthaworn_Chulalongkorn University 2002 - Microsoft Internet Ex...

2 การย่อยในกระเพาะอาหาร

...วัตถุประสงค์...

ลักษณะทั่วไป ผนังด้านใน น้ำย่อย ทดสอบ



HUMAN DIGESTION

LESSONS

น้ำย่อย (gastric juice)
 บางชนิดยังไม่สามารถทำงานได้ทันที ต้องผสมกับกรดก่อน... คลิกรที่กรด

น้ำย่อยในกระเพาะอาหารถูกสร้างจากหลอมน้ำย่อยที่ผนังกระเพาะ มี 3 ชนิด ได้แก่

1. โพเรนนิน (prorennin)
2. เพปซินोजิน (pepsinogen)
3. ไลเปส (lipase)

แต่ละชนิดทำหน้าที่ย่อยอาหารต่างกัน

©2002 Mingkwan.net : All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

Start Research-VR - M... VR2_Limited ... 3 - Paint 17 ธันวาคม 2545 6:17

VR2_Limited Movement Control... Designed By Mingkwan Supthaworn, Chulalongkorn University 2002 - Microsoft Internet Ex...

3 การย่อยอาหารในลำไส้เล็ก

... วัตถุประสงค์...



อาหารผ่านกระเพาะอาหาร
มาถึงลำไส้เล็กแล้ว...คะ
หาคำตอบให้ได้ว่า...เหตุใด?
ลำไส้เล็กจึงมีน้ำย่อยมากที่สุด
น้ำย่อยเหล่านั้นมาจากไหนบ้าง?
การดูดซึมเป็นอย่างไร?
หากพร้อมแล้ว...เริ่มเลยคะ!
คลิก... ENTER

<= คลิกปุ่มสีเหลือง หมุน 360

HUMAN DIGESTION

LESSONS

คำแนะนำ

อ่านวัตถุประสงค์

.....

ดูส่วนประกอบให้เข้าใจ

.....

จากนั้นคลิกเรียนที่ละหัวข้อ

.....

©2002 Mingkwan.net : All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

ช่วยเหลือ

Start | Research-VR - M... | VR2_Limited ... | 1- Paint | 6:19

VR2_Limited Movement Control... Designed By Mingkwan Supthaworn, Chulalongkorn University 2002 - Microsoft Internet Ex...

3 การย่อยอาหารในลำไส้เล็ก

... วัตถุประสงค์...

อวัยวะที่เกี่ยวข้อง
ผนังลำไส้
น้ำย่อย
การดูดซึม
ทดสอบ



อวัยวะช่วยย่อย

ตับ

ถุงน้ำดี

ตับอ่อน

ลำไส้เล็ก 3 ส่วน

ส่วนต้น : ดูโอดีนัม

ส่วนกลาง : เจจูนัม

ส่วนท้าย : อีเลียม

HUMAN DIGESTION

LESSONS

ลำไส้เล็ก (small Intestine)

เป็นช่องทางเดินอาหารที่ยาวที่สุด
คือประมาณ 7-8 เมตร และ...

เป็นส่วนทางเดินอาหารที่มีน้ำย่อยมากที่สุด
เพราะนอกจากจะผลิตน้ำย่อยได้เองแล้ว
ยังรับน้ำย่อยจากอวัยวะช่วยย่อยได้อีก
คือ จากตับ และตับอ่อน

.....

ลำไส้เล็กแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. ส่วนต้น ชื่อ ดูโอดีนัม
2. ส่วนกลาง ชื่อ เจจูนัม
3. ส่วนท้าย ชื่อ อีเลียม

©2002 Mingkwan.net : All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

ช่วยเหลือ

Start | Research-VR - M... | VR2_Limited ... | 1- Paint | 6:21

VR2_Limited Movement Control... Designed By Mingkwan Supthaworn_Chulalongkorn University 2002 - Microsoft Internet Ex...

3 การย่อยอาหารในลำไส้เล็ก

...วัตถุประสงค์...

อวัยวะที่เกี่ยวข้อง ผนังลำไส้ใน น้ำย่อย การดูดซึม ทดสอบ



ผนังลำไส้ในประกอบด้วยลำไส้เล็ก มีวิลลัสจำนวนมาก

HUMAN DIGESTION

LESSONS

วิลลัส (villus)

เป็นตุ่มเล็กๆจำนวนมากยื่นออกมาอยู่ที่ ผนังลำไส้เล็ก ชื่อว่า วิลลัส (ถ้าเป็นพหูพจน์ เรียกว่า วิลไล villi) มีความหนาแน่นประมาณ 20-40 อันต่อ 1 ตารางมิลลิเมตร มีอยู่อย่างหนาแน่นตลอดลำไส้เล็ก

ทำหน้าที่ช่วยเพิ่มพื้นที่ในการดูดซึมสารอาหาร ทำให้ดูดซึมได้มากขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถผลิตน้ำย่อยได้

©2002 Mingkwan.net : All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

Start Research-VR - M... VR2_Limited ... 1-Point 6:21

VR2_Limited Movement Control... Designed By Mingkwan Supthaworn_Chulalongkorn University 2002 - Microsoft Internet Ex...

3 การย่อยอาหารในลำไส้เล็ก

...วัตถุประสงค์...

อวัยวะที่เกี่ยวข้อง ผนังลำไส้ใน น้ำย่อย การดูดซึม ทดสอบ



โหนดเล็กที่รูปอาหารเพื่อดูการย่อยที่ละขั้นตอน

HUMAN DIGESTION

LESSONS

น้ำย่อยในลำไส้เล็ก

ลำไส้เล็กส่วนต้น : ดูไลคินัม มีน้ำย่อยมากที่สุด 2 กลุ่มใหญ่ ๆ ดังนี้

กลุ่มที่ 1... น้ำย่อยจากตับอ่อน ส่งมาเหนทางท่อน้ำย่อย

กลุ่มที่ 2... น้ำย่อยที่ลำไส้เล็กสร้างเอง ได้จาก วิลลัส

และน้ำดี จากตับ และเก็บไว้ในถุงน้ำดี

©2002 Mingkwan.net : All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

Start Research-VR - M... VR2_Limited ... 1-Point 6:21

VR2_Limited Movement Control...Designed By Mingkwan Supthaworn_Chulalongkorn University 2002 - Microsoft Internet Ex...

3 การย่อยอาหารในลำไส้เล็ก ...วัตถุประสงค์...

วัตถุประสงค์ที่เกี่ยวข้อง **ผนังด้านใน** น้ำย่อย การดูดซึม ทดสอบ



HUMAN DIGESTION

LESSONS

การดูดซึมของลำไส้เล็ก

การดูดซึม.....

เป็นการรับสารอาหารที่ผ่านการย่อยจนเหลือเพียงโมเลกุลเดี่ยวเพื่อนำเข้าสู่เซลล์นำไปหล่อเลี้ยงร่างกาย

.....

วิลลัส...ที่ผนังลำไส้เล็กจะทำหน้าที่ของการดูดซึมได้เต็มที่ เพราะมีวิลลัสมาก ทำให้มีพื้นที่ในการดูดซึมมาก

.....

©2002 Mingkwan.net : All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

Start [Icons] [Research-VR - M...] [VR2_Limited ...] [1 - Paint] [Icons] 6:21

Test-sm - Microsoft Internet Explorer provided by MGLogic Pte Ltd - [Working Offline]

ทดสอบ

.....SCORE.....

3. ผนังด้านในของลำไส้เล็กเป็นแบบใด ?

- เป็นคลื่น แข็งแรงมากช่วยคลุกเคล้าอาหาร
- เป็นพื้นเรียบและมีต่อมสร้างน้ำย่อย
- เป็นตุ่มเล็ก ๆ จำนวนมากช่วยสร้างน้ำย่อยและดูดซึม

คลิกที่ปุ่มเลือกคำตอบได้เลยค่ะ

VR2_Limited Movement Control . Designed By Mingkwan Supthaworn Chulalongkorn University 2002 - Microsoft Internet Ex...

4 ลำไส้ใหญ่และการขับถ่าย

...วัตถุประสงค์...

HUMAN DIGESTION

LESSONS

คำแนะนำ
 อ่านวัตถุประสงค์

 ดูส่วนประกอบให้เข้าใจ

 จากนั้นคลิกเรียนที่ละหัวข้อ



ใกล้จะสิ้นสุดกระบวนการย่อยแล้ว
 ...ทราบใหม่ว่า.....
 ก่อนการขับถ่าย.....
 อาหารได้กลายเป็น.....
 กากอาหารได้อย่างไร.....?
 มีการย่อยอีกหรือไม่..?
 เข้าไปดูคะ ! คลิก... ENTER

<= คลิกปุ่มสี่เหลี่ยม หมุน 360

©2002 Mingkwan.net ; All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

Start [Icons] Resear... VR2... 6 - Paint Spazz3... 6:29

VR2_Limited Movement Control . Designed By Mingkwan Supthaworn Chulalongkorn University 2002 - Microsoft Internet Ex...

4 ลำไส้ใหญ่และการขับถ่าย

...วัตถุประสงค์...

HUMAN DIGESTION

LESSONS

ลักษณะทั่วไป การดูดน้ำ การขับถ่าย ทดสอบ

คลิกดู . ส่วนประกอบภายนอก

ลำไส้ใหญ่ส่วนขึ้น
 *กระพุ้งลำไส้ใหญ่
 ไส้ติ่ง

ลำไส้ใหญ่ส่วนขวาง
 ลำไส้ใหญ่ส่วนลง
 ลำไส้ใหญ่ส่วนคด
 ไส้ตรง พากายหนัก

กระพุ้งลำไส้ใหญ่ (Caecum)
 "ซีคัม"
 เป็นลำไส้ใหญ่ส่วนแรกต่อจากลำไส้เล็ก
 อยู่เหนือท้องน้อย ทางขวามือ

 มีไส้ติ่ง (appendix) หรือไส้ตัน
 ยื่นออกมาขนาดเท่านิ้วก้อย



©2002 Mingkwan.net ; All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

Start [Icons] Resear... VR2... 6 - Paint Spazz3... 6:29

VR2_Limited Movement Control...Designed By Mingkwan Supthaworn_Chulalongkorn University 2002 - Microsoft Internet Ex...

4 ลำไส้ใหญ่และการขับถ่าย ...วัตถุประสงค์...

ลักษณะทั่วไป การดูดน้ำ การขับถ่าย ทดสอบ

HUMAN DIGESTION

LESSONS

การดูดน้ำออกจากกากอาหาร
 ที่ลำไส้ใหญ่ส่วนขวาง
 จะมีการดูดน้ำและเกลือแร่
 ออกจากกากอาหาร
 หลังจากที่ผ่านมาการดูดซึม
 สารอาหารในลำไส้เล็กแล้ว

.....

และกากอาหารจะถูกส่งต่อไปยัง
 ลำไส้ใหญ่ส่วนท้ายเพื่อ.....
 เก็บกากอาหารก่อนขับถ่ายออก

.....

©2002 Mingkwan.net : All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

ช่วยเหลือ

Start [Icons] Resear... VR2... 6 - Paint Spazz3... 6:29

VR2_Limited Movement Control...Designed By Mingkwan Supthaworn_Chulalongkorn University 2002 - Microsoft Internet Ex...

4 ลำไส้ใหญ่และการขับถ่าย ...วัตถุประสงค์...

ลักษณะทั่วไป การดูดน้ำ การขับถ่าย ทดสอบ

HUMAN DIGESTION

LESSONS

ทวารหนัก (Anus)
 เป็นที่เก็บกากอาหาร
 ก่อนการขับถ่าย
 ร่องเสี้ยวอกนอกร่างกาย

.....

เป็นส่วนปลายสุดอยู่ติดกับไส้ตรง

.....

มีกล้ามเนื้อหูรูดทวารหนัก
 ที่แข็งแรงมาก ทำหน้าที่บีบตัว
 ช่วยป้องกันการขับถ่าย

.....

©2002 Mingkwan.net : All rights reserved. webmaster@ming-ming.com

ช่วยเหลือ

Start [Icons] Resear... VR2... 3 - Paint Spazz3... 6:36



ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวมิ่งขวัญ ทรัพย์ถาวร เกิดวันที่ 8 พฤษภาคม พ.ศ. 2518 ที่จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลายที่โรงเรียนประจวบวิทยาลัย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ในปีการศึกษา 2534 โปรแกรมวิชา วิทยุ-คณิต จากนั้นเข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ วิชาเอกเทคโนโลยีการศึกษา สถาบันราชภัฏสวนดุสิต ในปีการศึกษา 2535 และจบการศึกษาในปี 2538 เข้าทำงานในโรงเรียนศิริวิทยา ในสังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาเอกชน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ตำแหน่งครูประจำชั้น ระดับประถมศึกษาปีที่ 6 ตั้งแต่ปี 2539-2542 จากนั้นเข้าศึกษาต่อระดับบัณฑิตศึกษา สาขาวิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2543 ระหว่างเรียนทำงานในบริษัท เซอร์มาประเทศไทย ตำแหน่ง Web Designer และปัจจุบันทำงานที่บริษัท โปรเกรส อินฟอร์เมชันจำกัด ในตำแหน่ง Instructional Designer