

การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ  
วิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน



บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)  
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)  
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา  
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2558  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

DEVELOPMENT OF THREE - TIRE DIAGNOSTIC TESTS  
BASED ON MISCONCEPTIONS IN BIOLOGY OF PRE - SERVICE TEACHERS

Miss Lertsbusaya Taichareon



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Education Program in Educational Measurement and  
Evaluation

Department of Educational Research and Psychology

Faculty of Education

Chulalongkorn University

Academic Year 2015

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาแบบสออบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบ
	เลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน
โดย	นางสาวเลิศบุษยา ไทยเจริญ
สาขาวิชา	การวัดและประเมินผลการศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร. วรณี แกมเกตุ

---

คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทมหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะครุศาสตร์  
(รองศาสตราจารย์ ดร.บัญชา ชลาภิรมย์)

คณะกรรมการสออบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธีรยุทธภรณ์ หลาวทอง)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก  
(รองศาสตราจารย์ ดร. วรณี แกมเกตุ)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย  
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุวิมล กฤษศยาสา)

เลิศบุษยา ไทยเจริญ : การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน (DEVELOPMENT OF THREE - TIRE DIAGNOSTIC TESTS BASED ON MISCONCEPTIONS IN BIOLOGY OF PRE - SERVICE TEACHERS) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร. วรณี แกมเกตุ, 245 หน้า.

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อวิเคราะห์เนื้อหา มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน และ 2) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน ขั้นตอนในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือ แบบสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน ตัวอย่างวิจัย คือนิสิตฝึกสอนระดับปริญญาตรีวิชาเอกชีววิทยาชั้นปีที่ 4 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต ศึกษาศาสตรบัณฑิต และการศึกษาศาสตรบัณฑิต 44 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติบรรยาย ประกอบด้วย การแจกแจงความถี่ และการหาค่าร้อยละ ขั้นตอนที่ 2 การพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา ตัวอย่างวิจัย คือนิสิตฝึกสอนระดับปริญญาตรีวิชาเอกชีววิทยาชั้นปีที่ 4 จำนวน 164 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ (1) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา โดยผ่านการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา มีค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์อยู่ระหว่าง 0.6 ถึง 1.0 มีค่าความยากอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.93 มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.13 ถึง 0.88 ค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน เท่ากับ 0.81 วิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติบรรยาย ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน มัธยฐาน พิสัย ความเบ้และความโด่ง (2) เครื่องมือตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพันธของแบบสอบวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง (thinking aloud) ตัวอย่างวิจัย คือนิสิตฝึกสอนระดับปริญญาตรีวิชาเอกชีววิทยาชั้นปีที่ 4 จำนวน 25 คน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สันระหว่างคะแนนที่ได้จากการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและการใช้วิธีการคิดออกเสียง

ผลการวิจัยสรุปได้ดังนี้

1 ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน พบว่านิสิตฝึกสอนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย ประกอบด้วย 3 มวลเนื้อหา ได้แก่ 1) ระบบหายใจ 2) ระบบหมุนเวียนเลือด 3) ระบบขับถ่าย มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด 17 มโนทัศน์ และลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนส่วนใหญ่ คือมโนทัศน์ที่เกิดจากความเข้าใจผิดของตัวผู้เรียน และมโนทัศน์ที่เกิดจากความเข้าใจผิดทางภาษา และการตีความหมายผิด

2 ผลการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาเรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย ประกอบด้วย 3 มวลเนื้อหา มวลเนื้อหาละ 8 ข้อ รวมทั้งฉบับมีจำนวนข้อสอบ 24 ข้อ แบบสอบประกอบด้วย 3 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ระดับที่ 2 เป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก เพื่อแสดงผลในการตอบข้อสอบระดับที่ 1 โดยตัวเลือกที่ 5 จะเว้นไว้ให้เติมคำตอบเพื่อผู้สอบสามารถแสดงผลนอกเหนือจากตัวเลือกที่กำหนดให้ ระดับที่ 3 เป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก ซึ่งเป็นการยืนยันคำตอบในระดับที่ 1 และ 2 เพื่อแสดงความมั่นใจในการตอบ

3 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา พบว่าแบบสอบมีความตรงตามเนื้อหา (IOC อยู่ระหว่าง 0.6 ถึง 1.0) มีค่าความยากอยู่ในระดับค่อนข้างยากถึงค่อนข้างง่าย ( $P=0.2-0.6$ ) มีค่าอำนาจจำแนกในระดับพอใช้จนถึงดีมาก ( $r=0.25-0.88$ ) ค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน เท่ากับ 0.85 ผลการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธของผลที่ได้จากแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยเทคนิคการคิดออกเสียงมีค่าเท่ากับ 0.56 แสดงว่าคะแนนที่ได้จากการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับมีความสอดคล้องกับคะแนนที่ได้จากการวินิจฉัยโดยใช้วิธีการคิดออกเสียงในระดับปานกลาง แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับสามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ได้คงเส้นคงวาวอยู่ในระดับดี โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์เท่ากับ 0.705 และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์เท่ากับ 0.690

4 ผลการวินิจฉัย พบว่านิสิตส่วนใหญ่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน เรื่อง ระบบหายใจ มากที่สุด รองลงมา คือ เรื่องระบบขับถ่าย และระบบหมุนเวียนเลือด ตามลำดับ

ภาควิชา วิจัยและจิตวิทยาการศึกษา

ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา การวัดและประเมินผลการศึกษา

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก .....

ปีการศึกษา 2558

# # 5683876027 : MAJOR EDUCATIONAL MEASUREMENT AND EVALUATION

KEYWORDS: THREE-TIER DIAGNOSTIC TESTS / MISCONCEPTIONS / BIOLOGY / PRE-SERVICE TEACHERS

LERTSBUSAYA THAICHAREAON: DEVELOPMENT OF THREE - TIRE DIAGNOSTIC TESTS BASED ON MISCONCEPTIONS IN BIOLOGY OF PRE - SERVICE TEACHERS. ADVISOR: ASSOC. PROF. WANNEE KAEMKATE, Ph.D., 245 pp.

The purposes of this study were 1) to analyze the content of misconceptions and the characteristics of misconceptions in Biology of pre-service teachers 2) to develop and check the quality of three - tire diagnostic tests based on misconceptions in Biology of pre-service teachers. The research methodology was divided into 2 steps. Step 1: To survey misconceptions in Biology; the research instruments were tests for surveying misconceptions in Biology of pre-service teachers. The research samples consisted of 44 pre-service teachers who were the forth-year undergraduates in Biology majors in Bachelor of Education degree, Bachelor of Education and Education Bachelor. The data were analyzed by using descriptive statistics, including frequency and percentage. Step 2: To develop and check the quality of three - tire diagnostic tests in Biology; the research samples were 164 pre-service teachers who were the forth-year undergraduates in Biology majors. The research instruments were 1. Three - tire diagnostic tests in Biology auditing the content validity. The average of the questionnaires with Items-Objective Congruence (IOC) was at 0.6-1.0. The average of the difficulty was at 0.2-0.93. The average of the discrimination was at 0.13-0.88. The validity on internal consistency was at 0.81. The data was analyzed by using descriptive statistics, including mean, standard deviation, median, range, skewedness and kurtosis. (2)To check the quality of criterion - related validity of diagnostic tests with using Thinking Aloud method; the research samples were 25 pre-service teachers who were the forth-year undergraduates in Biology majors. The data was analyzed by calculating Pearson's correlation between the scores receiving from the diagnosis with using three - tire diagnostic tests and Thinking Aloud method.

The research results were as follows:

1. The result of misconception analysis in Biology of pre-service teachers revealed that the most of pre-service teachers possessed misconceptions on homeostasis, including 3 content mass: 1) respiratory system 2) circulatory system 3) excretory system. 17 misconceptions were found. Most characteristics of misconceptions were the conception occurring from misunderstanding of learners and the conception occurring from language misunderstanding and misinterpretation.

2. The result of developing three - tire diagnostic tests based on misconceptions in Biology on homeostasis included 3 content mass; 8 items of each one, 24 total items. The tests consisted of 3 levels. The first level was 4 multiple choice questions. The second level was 5 multiple choice questions for showing reasons on answering the first level test. The fifth choice would be omitted in order that examiners could show reasons apart from the defined choices. The third level was 2 multiple choice questions for assuring the answers at the first level and the second level in order to show confident in answering.

3. The result of checking the quality of three - tire diagnostic tests based on misconceptions, it was found that the tests was on the content validity (IOC = 0.6-1.0), the difficulty ranged from fairly difficult to fairly easy (P=0.25-0.88), and the discrimination ranged from moderate to very good (r=0.25-0.88), The validity on internal consistency was at 0.85 The scores receiving from the diagnosis with using three - tire diagnostic tests corresponded with the scores receiving from the diagnosis with using Thinking Aloud method at moderate level. The developed three - tire diagnostic tests could measure conception constantly at good level. The generalizability coefficient for related decision was at 0.705. The generalizability coefficient for absolute decision was at 0.690 The correlation was at 0.56.

4. The result of the diagnosis showed that the most of pre-service teachers possessed misconceptions on respiratory system, circulatory system and excretory system, respectively.

Department: Educational Research and Psychology  
 Field of Study: Educational Measurement and Evaluation  
 Academic Year: 2015

Student's Signature .....  
 Advisor's Signature .....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีโดยได้รับความเมตตากรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณิ แกมเกตุอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้สละเวลาให้ความดูแลเอาใจใส่ ให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ พร้อมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐภรณ์ หลาวทอง ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล กฤษณกุลหาสน์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของงานวิจัยทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ได้สละเวลาในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือวิจัยให้คำแนะนำในการปรับแก้เครื่องมือวิจัย ตลอดจนมหาวิทยาลัยที่ทดลองใช้เครื่องมือ อาจารย์ผู้สอนสาขาชีววิทยาทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือและความร่วมมือในการเก็บข้อมูลแก่ผู้วิจัย ตลอดจนอาจารย์ทุกท่านที่โรงเรียนสามเสนวิทยาลัยและโรงเรียนศิลาจารพิพัฒน์ที่ให้ความช่วยเหลือผู้วิจัยเป็นอย่างดีมาโดยตลอด

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆ ให้คำปรึกษา คำแนะนำและแนวทางในการทำงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณ รุ่นพี่และเพื่อนๆ สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา และเพื่อนๆ สาขามัธยมศึกษา – วิทยาศาสตร์ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกคนที่คอยให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือกับผู้วิจัยตลอดมา นอกจากนี้ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือที่ผู้วิจัยอาจจะไม่ได้เอ่ยนาม

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ พ.ท.ธงชัย – คุณแม่ยุพา ไทยเจริญ และทุกคน ในครอบครัวที่มอบความรักความห่วงใย ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจผลักดันให้กับผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษาลุล่วงไปได้ด้วยดี

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ .....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
คำถามวิจัย.....	6
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	6
ขอบเขตของการวิจัย .....	6
คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย.....	7
ประโยชน์ที่ได้รับ.....	10
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน.....	11
ตอนที่ 2 วิธีการและเครื่องมือวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน .....	21
ตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ .....	44
ตอนที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย .....	75
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	76
1. การกำหนดประชากรและตัวอย่าง .....	76
2. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย.....	77
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล .....	86

4. การวิเคราะห์ข้อมูล .....	90
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	93
ตอนที่ 1 ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย ด้วยแบบ สอบเชิงสำรวจ.....	93
ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชา ชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน.....	102
ตอนที่ 3 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบ เลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา.....	111
ตอนที่ 4 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาคุณภาพใน ร่างกายโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ.....	124
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	134
สรุปผลการวิจัย.....	135
อภิปรายผลการวิจัย.....	143
ข้อเสนอแนะ .....	149
รายการอ้างอิง .....	152
ภาคผนวก.....	161
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ .....	245



## สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1	การสังเคราะห์สาระสำคัญเกี่ยวกับลักษณะแบบสอบบินิจฉัย.....	29
ตารางที่ 2.2	การสังเคราะห์สาระสำคัญเกี่ยวกับขั้นตอนการสร้างแบบสอบบินิจฉัย.....	39
ตารางที่ 2.3	ความหมายและวิธีการตรวจคุณภาพของความตรงประเภทต่างๆ .....	54
ตารางที่ 2.4	ความหมาย วิธีประมาณค่า ข้อดี/ข้อจำกัดของความเที่ยงแต่ละประเภท.....	55
ตารางที่ 3.1	จำนวนนิตติฝึกสอนที่ใช้ในการเก็บข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ .....	77
ตารางที่ 3.2	แสดงแผนผังการสร้างแบบสอบบเพื่อสำรวจเนื้อหาหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชา ชีววิทยา.....	79
ตารางที่ 3.3	แสดงแผนผังการสร้างแบบสอบบินิจฉัยหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสาม ระดับวิชาชีววิทยา เรื่องการรักษาคุณภาพในร่างกาย .....	81
ตารางที่ 3.4	ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบบินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ..	83
ตารางที่ 3.5	จำนวนนิตติฝึกสอนที่ใช้เป็นตัวอย่างวิจัยในการเก็บข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์.....	88
ตารางที่ 3.6	เกณฑ์การให้คะแนนของแบบสอบบินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ.....	89
ตารางที่ 3.7	ผลการวิเคราะห์คำตอบตามหมโนทัศน์ของนิตติ .....	89
ตารางที่ 3.8	G- Study สำหรับ p x(i:c) design .....	91
ตารางที่ 4.1	จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแต่ละตัวเลือกในการทำแบบสอบบเพื่อสำรวจหมโนทัศน์ ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา.....	94
ตารางที่ 4.2	จำนวนและร้อยละของผู้ตอบตัวเลือกถูก-ผิด ในการทำแบบสอบบเพื่อสำรวจหม ทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา.....	95
ตารางที่ 4.3	จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบบเพื่อสำรวจหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชา ชีววิทยาแบบอัตนัยที่ได้ 0 คะแนน.....	96
ตารางที่ 4.4	ตัวอย่างลักษณะของหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา ของนิตติฝึกสอนที่มีหม ทัศน์คลาดเคลื่อนเกิดจากความเข้าใจผิดของตัวผู้เรียน .....	99
ตารางที่ 4.5	ตัวอย่างลักษณะของหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา ของนิตติฝึกสอนที่มีหม ทัศน์คลาดเคลื่อนเกิดจากความเข้าใจผิดทางภาษา การตีความหมายผิด .....	101

<b>ตารางที่ 4.6</b> แผนผังการสร้างแบบสอบบินิจฉยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ วิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน .....	102
<b>ตารางที่ 4.7</b> ค่าความยากและอำนาจจำแนกตามรายชื่อของแบบสอบบินิจฉยมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย.....	105
<b>ตารางที่ 4.8</b> ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบบินิจฉยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบ เลือกตอบสามระดับ เมื่อนำไปทดลองใช้กับนิสิตฝึกสอน จำนวน 164 คน .....	110
<b>ตารางที่ 4.9</b> ค่าค่าสถิติพื้นฐานที่ได้จากการทดลองใช้แบบสอบบินิจฉยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แบบเลือกตอบสามระดับ.....	110
<b>ตารางที่ 4.10</b> ผลคะแนนที่ได้จากการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยใช้วิธีการคิดออกเสียง (Thinking aloud) และการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบบินิจฉยมแบบเลือกตอบสามระดับ.....	111
<b>ตารางที่ 4.11</b> ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจาก G-Study (Pxl:C) ของแบบสอบบินิจฉยมโน ทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ ที่ประกอบด้วย 3 มวลเนื้อหา.....	115
<b>ตารางที่ 4.12</b> ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างอิงของคะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบ สอบบินิจฉยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ.....	116
<b>ตารางที่ 4.13</b> ผลการศึกษา D-Study (D-study of Px(l:C) design) แสดงค่าความแปรปรวน ของคะแนนเอกภพ และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างอิงในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชา ชีววิทยาด้วยแบบสอบบินิจฉยมแบบเลือกตอบสามระดับ กรณีมีมวลเนื้อหาอยู่ระหว่าง 1-5 มวล เนื้อหา.....	117
<b>ตารางที่ 4.14</b> ผลการศึกษา D-Study (Px (l:C) design) แสดงค่าความแปรปรวนของคะแนน ....	118
<b>ตารางที่ 4.15</b> ผลการศึกษา D-Study (Px (l:C) design) แสดงค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างอิงในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชา ชีววิทยาด้วยแบบสอบบินิจฉยมแบบเลือกตอบสามระดับ กรณีมีมวลเนื้อหา 2 มวลเนื้อหา.....	119
<b>ตารางที่ 4.16</b> ผลการศึกษา D-Study (Px (l:C) design) แสดงค่าความแปรปรวนของคะแนน เอกภพ ความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างอิงในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา ด้วยแบบสอบบินิจฉยมแบบเลือกตอบสามระดับ กรณีมีมวลเนื้อหา 3 มวลเนื้อหา .....	120

<b>ตารางที่ 4.17</b> ผลการศึกษา D-Study (Px (I:C) design) แสดงค่าความแปรปรวนของคะแนน เอกภพ ความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างอิงในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา ด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ กรณีมีมวลเนื้อหา 4 มวลเนื้อหา .....	121
<b>ตารางที่ 4.18</b> ผลการศึกษา D-Study (Px (I:C) design) แสดงค่าความแปรปรวนของคะแนน เอกภพ ความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างอิงในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อน วิชาชีววิทยา ด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ กรณีมีมวลเนื้อหา 5 มวลเนื้อหา .....	122
<b>ตารางที่ 4.19</b> ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบ เลือกตอบสามระดับ .....	125
<b>ตารางที่ 4.20</b> เกณฑ์ในการวิเคราะห์คำตอบตามมโนทัศน์ของนิสิต.....	126
<b>ตารางที่ 4.21</b> จำนวนนิสิตที่มีมโนทัศน์รูปแบบต่างๆ ในแต่ละมวลเนื้อหา.....	127
<b>ตารางที่ 4.22</b> จำนวนผู้ตอบในแต่ละตัวเลือกของข้อสอบในระดับที่ 2.....	131

## สารบัญภาพ

ภาพที่ 2.1	กรอบแนวคิดในการวิจัย .....	75
ภาพที่ 3.1	ตัวอย่างรูปแบบของแบบสอบถามวิจัยแบบเลือกตอบสามระดับ .....	80
ภาพที่ 4.1	ตัวอย่างแบบสอบถามวิจัยแบบเลือกตอบสามระดับที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น .....	104
ภาพที่ 4.2	เปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนคิดเป็นร้อยละ ระหว่างการวิจัย .....	113
ภาพที่ 4.3	ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างของคะแนนจากแบบสอบถามมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ ที่มีจำนวนข้อ 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20 ข้อ และ จำนวนมวลเนื้อหา 1, 2, 3, 4 และ 5 มวลเนื้อหา การออกแบบตามแบบแผนการวัด $p \times (i : c) \dots$	123



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ชีววิทยาเป็นวิทยาศาสตร์สาขาหนึ่งที่ศึกษาเกี่ยวกับธรรมชาติของสิ่งมีชีวิต การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต และปฏิสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2549) ตลอดจนสภาวะแวดล้อมรอบๆตัวเรา ความรู้ทางชีววิทยาจึงนับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในด้านต่างๆ ทั้งทางตรงและทางอ้อม เช่น ด้านโภชนาการ ด้านการแพทย์และสาธารณสุข ด้านการควบคุมศัตรูพืชและสัตว์ และที่สำคัญด้านการพัฒนาประเทศ เป็นต้น ในปัจจุบันความรู้ทางชีววิทยาได้ถูกนำมาใช้ประโยชน์ในหลายๆ ด้านที่มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ซึ่งต้องอาศัยพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจทางด้านชีววิทยาเป็นอย่างดีจึงสามารถประยุกต์เพื่อใช้ประโยชน์ได้ในที่สุด ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเรียนรู้วิชาชีววิทยาเพราะเป็นการศึกษาสิ่งที่ใกล้ตัวมนุษย์มาก การที่เราสามารถเข้าใจสิ่งมีชีวิตและกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสิ่งมีชีวิต ก็เปรียบเสมือนเราเข้าใจตนเอง จนสามารถนำความรู้ดังกล่าวมาพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น (ปรีชา สุวรรณพินิจ และนางลักษณ สุวรรณพินิจ, 2553) ซึ่งการจัดการเรียนการสอนในวิชาชีววิทยานั้นครูผู้สอนควรจะต้องวางแผนการสอนอย่างเป็นระบบ มีการวัดและประเมินผลอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้อง

จากการติดตามผลการทดสอบวิชาสามัญ 7 วิชา ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งสถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (สทศ.) เป็นผู้จัดสอบ เนื้อหาที่ใช้สอบตามหลักสูตรที่อยู่ในบทเรียนตั้งแต่ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6 โดยข้อสอบจะมีความยากมากกว่าข้อสอบ O-net เพราะเป็นข้อสอบที่ใช้คัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาด้วยระบบรับตรง จากการศึกษาพบว่า คะแนนเฉลี่ยในวิชาชีววิทยา มีแนวโน้มลดลง กล่าวคือ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2555 - 2557 คะแนนเฉลี่ยจากคะแนนเต็ม 100 คะแนน มีแนวโน้มลดลง ดังนี้ 32.75 , 30.40 และ 28.56 คะแนน ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการสอบระดับชาติ (O-net) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ในวิชาวิทยาศาสตร์ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2552 -2556 จะเห็นได้ว่าคะแนนเฉลี่ยมีแนวโน้มลดต่ำลง ถึงแม้ว่าในปีการศึกษา 2555 คะแนนเฉลี่ยจะมีค่าเพิ่มขึ้นก็ตาม แต่คะแนนเฉลี่ยก็ยังคงต่ำกว่าเกณฑ์ที่สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติกำหนดไว้ (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2556) สาเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้นักเรียนมีคะแนนตกต่ำ คือ ปัญหาด้านครูผู้สอน สมพงษ์ จิตระดับ

(2556) กล่าวว่า สาเหตุของปัญหาดังกล่าวเกิดจากสิ่งแรก คือ "คุณภาพของครู" ในปัจจุบันพบว่า การผลิตครูเฉพาะสาย เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และภาษาอังกฤษ เป็นสาขาที่ขาดแคลน ทำให้ต้องนำครูจากสาขาอื่นมาทดแทน นอกจากนี้ นโยบายที่จะให้ผลคะแนน O-net มีค่าเฉลี่ยสูงขึ้น 50% ทุกวิชา และพยายามจะให้ครูเปลี่ยนบทบาทในการสอนความรู้ความจำมาสอนเชิงวิเคราะห์นั้นเป็นเรื่องที่ยาก โดยการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะสำเร็จได้นั้นครูผู้สอนจะต้องมีความเชี่ยวชาญในการสอนเป็นอย่างดี มีมีโนทัศน์ที่ถูกต้องเกี่ยวกับเนื้อหาที่สอน สามารถถ่ายทอดมโนทัศน์นั้นๆต่อผู้เรียนได้ ซึ่งจะต้องมีประสบการณ์ในการสอนสูง

ในปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนของประเทศไทยยังคงเป็นการถ่ายทอดการเรียนรู้ที่ผู้สอนถ่ายทอดให้แก่ผู้เรียนเป็นหลัก วิธีการจัดการเรียนการสอนพบว่าครูส่วนใหญ่เน้นการอธิบายและสาธิตเป็นหลัก และเน้นการถ่ายทอดความรู้ด้วยการป้อนข้อมูลโดยตรงให้นักเรียน จึงมักเป็นผลให้นักเรียนได้รับความรู้ในด้านการจดจำ หรือท่องจำทฤษฎีมากกว่าได้พัฒนาทางด้านความคิด ทักษะ และเจตคติ ไปประยุกต์ใช้ในการทำงาน ทำให้เกิดการต้อยทักษะในการสื่อสาร การทำงานเป็นทีม ขาดการใฝ่รู้ เพื่อนำความรู้ไปใช้ในการแก้ปัญหา (วิภาณีย์ จิรธรรมาภรณ์, 2554) จากการศึกษาพบว่าการศึกษาระดับมัธยมศึกษาเน้นเป้าหมายสำคัญ คือ การสอบเข้ามหาวิทยาลัย ทางด้านผู้เรียนมีความสนใจใฝ่รู้ในวิชาวิทยาศาสตร์ค่อนข้างน้อย เนื่องจากกระบวนการเรียนการสอนไม่น่าสนใจเท่าที่ควร การจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยานั้น ครูส่วนใหญ่จะใช้วิธีการสอนแบบบรรยายอย่างเดียว โดยไม่เห็นความจำเป็นของการใช้สื่อประกอบการเรียนการสอน เข้มงวดกดขี่จนผู้เรียนไม่กล้าแสดงความคิดเห็น ตลอดจนไม่ค่อยให้ความสนใจนักเรียนที่เรียนอ่อน โดยครูส่วนใหญ่มักให้ความสนใจนักเรียนที่เรียนเก่งมากกว่านักเรียนที่เรียนอ่อน การสอนในโรงเรียนแทบทั้งหมดเป็นการสอนแบบกลุ่มใหญ่คือ สอนเป็นชั้น วิธีสอนและสื่อการเรียนการสอนอย่างเดียวกัน โดยมีได้คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลว่า เด็กบางคนต้องใช้เวลาเรียน เวลาทำความเข้าใจมากกว่าเด็กคนอื่น (ประภาศ มากมีทรัพย์, 2530)

ในการจัดการเรียนการสอนบ่อยครั้งพบว่านักเรียนมีความบกพร่องในกระบวนการคิด ก่อให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (misconceptions) ซึ่งเป็นความเข้าใจผิดที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนของกฎ หรือความคลาดเคลื่อนตามลักษณะทั่วไปหรือผลของการตีความที่ไม่สอดคล้องกับความคิดทางวิทยาศาสตร์นักเรียนยังมีบางสิ่งที่ยังไม่เข้าใจอย่างชัดเจนเกี่ยวกับการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ซึ่งมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะเป็นสิ่งที่ยากต่อการแก้ไขหรือมีความทนทานต่อการ

เปลี่ยนแปลงแก้ไข (Griffiths and others 1989 : 611-628) ผู้เรียนอาจมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ก่อนศึกษาเล่าเรียน ระหว่างศึกษาเล่าเรียน หรือเกิดหลังจากการศึกษาเล่าเรียน (Hewson and Hewson 1983 : 732-734) และเกิดขึ้นได้ทุกระดับอายุ (Clough and Diver 1986: 473-479) Ashlock (2010) Dove (1996) Odom and Barrow (1995) Simson and Marek (1988) Fisher (1985) ได้กล่าวถึงสาเหตุของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้หลายประการสาเหตุหนึ่งที่น่าสนใจ คือ ประสบการณ์ในโรงเรียนไม่ใช่สาเหตุเดียวที่ทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แต่อาจเกิดจาก คำอธิบายของครูที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องที่สอน จึงทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยไม่รู้ตัว และคิดว่าตัวเองเข้าใจถูกต้องแล้ว เมื่อเรียนรู้เรื่องใหม่ต่อไปก็จะเป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ ทำให้การเชื่อมโยงประสบการณ์ทำได้ช้าลงและไม่บังเกิดผล ซึ่งสอดคล้องกับ นงลักษณ์ วิรัชชัย (2557) ได้กล่าวถึงสาเหตุที่ก่อให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ 3 ข้อ คือ 1) การสอนของผู้สอนที่คลาดเคลื่อน 2) การเรียนของผู้เรียนที่ขาดการพิจารณา 3.) ตำรา งานวิจัยที่คลาดเคลื่อนไม่ถูกต้อง ทำให้สับสน ไม่เข้าใจ ไม่รู้เรื่อง ซึ่งก่อให้เกิดผลเสีย คือ อันตรายต่อผู้เรียนทำให้สูญเสียโอกาสในการพัฒนาศักยภาพ อันตรายต่อผู้สอน ทำให้เสียงาน ทำให้เสียหน้า และอันตรายต่อสังคมซึ่งผลงานที่คลาดเคลื่อนไม่สมบูรณ์จะส่งผลให้เกิดความเสียหายเมื่อนำไปใช้ เป็นต้น

ปัญหาที่เกิดในการเรียนการสอน วิชาชีววิทยา พบว่า เกิดจากนักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (misconception) ดังรายงานการวิจัยของ ทศนีย์ คงบุญ (2544) ประกิต ผลมูล (2546) หรืองานในวิชาวิทยาศาสตร์สาขาอื่นๆ ดังรายงานพันธ์ ทองชุมนุญ (2544) สุวิมล เขี้ยวแก้ว (2540) สุทธิดา จำรัส (2549) และนฤมล ยุตาคม (2542) โดยนักเรียนที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ทำให้ไม่สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่งผลเสียต่อกระบวนการเรียนการสอนอย่างยิ่ง (ยุวดี เขี่ยมแสง, 2542) และสาเหตุที่สำคัญอีกประการหนึ่งมาจากครูผู้สอนนั่นเอง

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (misconception) เป็นประเด็นที่นักการศึกษาให้ความสำคัญและพยายามหาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อปรับแก้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมาโดยตลอด (พงศพรหม พรเพิ่มพูน, 2557) ซึ่งในการปรับแก้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ครูผู้สอนเป็นกุญแจที่สำคัญที่สุดที่จะทำให้นักเรียนเกิดการปรับแก้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ ดังนั้นจำเป็นอย่างยิ่งที่ครูจะต้องเข้าใจธรรมชาติของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ความสำคัญและสาเหตุในการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเสียก่อนจึงจะช่วยให้การพัฒนาการเรียนการสอนดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการประชุมคณาจารย์นิเทศก์ของภาควิชาชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปีการศึกษา 2554 คณาจารย์นิเทศได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ปัญหาและวิธีการแก้ปัญหาชนิดฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูที่ฝึกสอนในสถานศึกษาต่าง ๆ พบว่า ปัญหาที่นิสิตพบระหว่างฝึกประสบการณ์การสอน ได้แก่ ปัญหาด้านสมรรถนะของนิสิตฝึกสอน คือ 1) นิสิตขาดความรู้เชิงลึกในเนื้อหาบางเรื่อง ทำให้การอธิบายเหตุผลยังไม่ดีเท่าที่ควร 2) นิสิตออกเสียงคำศัพท์เทคนิค (technical term) เป็นภาษาอังกฤษผิด อาจทำให้นักเรียนเข้าใจความหมายของคำศัพท์ดังกล่าวผิดไปด้วย นอกจากนี้ยังมีปัญหาด้านการจัดการเรียนการสอน ปัญหาเรื่องการจัดเตรียมสื่อการสอน และปัญหาการทำงานวิจัยในชั้นเรียน เป็นต้น จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่า ปัญหาด้านสมรรถนะของนิสิตฝึกสอนเป็นปัญหาที่สำคัญที่ส่งผลต่อมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน

จากการศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาเกี่ยวกับการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชา ชีววิทยา ของนิสิตฝึกสอน จากการศึกษาค้นคว้าพบว่าแบบสอบวินิจฉัยมีการถูกนำมาใช้เป็นเวลานานตั้งแต่ปี พ.ศ.2537 ศิริเดช สุชีวะ (2537) ได้ให้คำจำกัดความของแบบสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบสอบที่ใช้สำหรับค้นหาจุดอ่อน จุดเด่น และจุดด้อยของนักเรียน ทั้งในด้านวิชาการและทางด้านจิตใจ เพื่อแยกนักเรียนที่มีความสามารถดีและด้อยในเรื่องใด และหาสาเหตุว่านักเรียนมีผลการเรียนด้อยเนื่องมาจากเหตุใด จากการศึกษาค้นคว้ามีวิธีจำนวนมากในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ทั้งแบบที่ไม่เป็นทางการ (informal technique) และการวินิจฉัยอย่างเป็นทางการ (formal technique) นอกจากนี้ยังค้นพบพัฒนาการของรูปแบบของแบบสอบวินิจฉัย ทำให้ได้ข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างมีระบบและแบบแผน ซึ่งได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายสามารถแบ่งได้เป็น 3 รูปแบบ คือ 1) แบบสอบวินิจฉัยแบบประเพณีนิยม (Traditional Diagnostic Test) เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 - 5 ตัวเลือก ข้อดี คือสามารถค้นหาสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนเป็นเรื่องๆ วิเคราะห์คำตอบเป็นรายข้อ ประหยัดเวลาและแรงงานในการสร้าง แต่มีข้อจำกัดตรงที่แบบสอบรูปแบบนี้วินิจฉัยข้อบกพร่องได้จากตัวลวงที่กำหนดเท่านั้น ทำให้ไม่สามารถมั่นใจได้ว่าการเลือกตัวลวงใดจะแสดงถึงการมีแบบการคิดตามที่ระบุไว้ และสามารถเดาสุ่มจากตัวลวงที่กำหนดไว้ 2) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับ (Two-tier diagnostic test) โดยระดับแรกประกอบด้วยคำถามและคำตอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ส่วนระดับสองเป็นการให้ผู้ตอบได้เลือกหรือแสดงเหตุผลของการตอบในระดับแรกโดยเป็นแบบปรนัยเช่นเดียวกับระดับที่ 1 แต่จะเพิ่มตัวลวงที่ 5 ให้ผู้สอบสามารถแสดงมโนทัศน์ของตนนอกเหนือจากตัวลวงที่กำหนด วิธีนี้จะช่วยลด



ข้อจำกัดเรื่องความคิดที่ไม่ได้ใส่ไว้ในตัวลวง ช่วยลดการเดาสุ่ม แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับนี้เป็นเครื่องมือหนึ่งที่ใช้อย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นวิชาเคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ หรือวิทยาศาสตร์ (Odom & Barrow, 1995; Tan et.al, 2005; Treagust, 1988,1995) โดยเป็นแบบวัดแนวคิดที่เน้นการศึกษาความเข้าใจ และกระตุ้นให้ผู้เรียนตอบคำถามโดยใช้ความเข้าใจมากกว่าความจำ (Chandrasegaran et al, 2007; วนิดา ภูเอี่ยม, 2550 ) ต่อมาได้มีการพัฒนาคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการวินิจฉัยได้อย่างถูกต้อง และตรงประเด็นมากที่สุด ช่วยปรับปรุงข้อจำกัดของแบบสอบ จึงเกิดเป็น 3) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ (Three-tier diagnostic test) ซึ่งผู้วิจัยมีความสนใจศึกษาลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยที่เป็นแบบเลือกตอบสามระดับ เนื่องจากเป็นรูปแบบใหม่ที่ประเทศไทยยังไม่มีนำมาใช้ แต่พบการนำไปใช้ส่วนใหญ่ในประเทศแถบยุโรป เช่น อังกฤษ สหรัฐอเมริกา เป็นต้น ซึ่งมีรูปแบบคล้ายกับแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับ แต่จะเป็นการเพิ่มคำถามระดับที่ 3 ที่เป็นการยืนยันคำตอบใน 2 ระดับแรกว่าผู้สอบมีความมั่นใจในการตอบมากน้อยเพียงไร วิธีนี้จะช่วยตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้เป็นอย่างดี ช่วยลดปัญหาในการเดาคำตอบ และสามารถจำแนกลักษณะมโนทัศน์ของผู้สอบได้ (Harika Ozge Arslan,Ceyhan Cigdemoglu and Christine Moseley, 2012; Imelda Caleon, 2010; Ayla Cetin-Dindar, 2011)

จากการศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของครูผู้สอนที่มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง โดยศึกษาและรวบรวมสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนในเนื้อหาย่อยวิชาชีววิทยา เพื่อนำมาสร้างเป็นตัวลวงในแบบสอบ เพื่อเป็นการวิเคราะห์ข้อบกพร่องในการเรียนรู้ ซึ่งพบว่าหากผู้สอนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะส่งผลกระทบต่อผู้เรียนโดยตรง ทำให้เกิดการถ่ายทอดความรู้ที่ผิด มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และส่งผลต่อการศึกษาในระดับสูงยิ่งขึ้นไป ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนิสิตฝึกสอน ที่จะต้องออกไปฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ในปีการศึกษา 2559 เพื่อเป็นการตรวจสอบและวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน และเพื่อแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนิสิตฝึกสอนให้ถูกต้อง ซึ่งในอนาคตกลุ่มตัวอย่างเหล่านี้จะต้องประกอบอาชีพครู หรือนักวิชาการทางการศึกษา หากผลการวินิจฉัยพบว่านิสิตมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องปรับปรุงแก้ไขอย่างเร่งด่วน โดยทำให้

ผู้สอนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้องและพร้อมที่จะถ่ายทอดความรู้ให้แก่ผู้เรียนทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

### คำถามวิจัย

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน ประกอบไปด้วยเนื้อหาสาระในเรื่องใดบ้าง และมีลักษณะที่คลาดเคลื่อนอย่างไร
2. แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอนที่มีคุณภาพควรเป็นอย่างไร

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ทั่วไปเพื่อการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน โดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะ ดังนี้

1. เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน
2. เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน

### ขอบเขตของการวิจัย

กลุ่มเป้าหมายที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คือนิสิตฝึกสอนระดับปริญญาตรีวิชาเอกชีววิทยา ชั้นปีที่ 4 หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต ศึกษาศาสตรบัณฑิต และการศึกษาศาสตรบัณฑิต จากมหาวิทยาลัยของรัฐบาล สาเหตุที่ทำการศึกษากับนิสิตฝึกสอนกลุ่มนี้เนื่องจากนิสิตกลุ่มนี้จะออกไปฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู เพื่อเป็นการตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาซึ่งจะมีผลต่อการพัฒนาคุณภาพการจัดการเรียนการสอน และเพื่อให้ผู้สอนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องก่อนที่จะสอนจริง และที่สำคัญคือนิสิตกลุ่มนี้จะต้องประกอบอาชีพครูต่อไปในอนาคต

แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในงานวิจัยนี้เป็นแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา โดยมีลักษณะของแบบสอบที่แตกต่างจากแบบสอบประเพณีนิยม โดยแบบสอบจะแบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้ ระดับที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ระดับที่ 2 เป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก

โดยตัวเลือกที่ 5 จะเว้นให้ผู้สอบเติมคำตอบ เพื่อเป็นการแสดงเหตุผลในการตอบคำถามระดับที่ 1 เนื่องจากตัวลวงที่กำหนดไว้อาจไม่สามารถครอบคลุมโมทัศน์การคิดได้ทั้งหมด จึงควรเว้นตัวเลือกที่สามารถใส่เหตุผลได้เพื่อไม่เป็นการจำกัดความคิดของผู้สอบ ระดับที่ 3 เป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก ซึ่งเป็นการยืนยันคำตอบในระดับที่ 1 และ 2 ที่แสดงถึงความมั่นใจในการตอบ ซึ่งลักษณะของ แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับนี้ จะช่วยตรวจสอบโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้เป็นอย่างดี ช่วยลดปัญหาในการเดาคำตอบ และสามารถจำแนกลักษณะโมทัศน์ของผู้สอบได้ (Harika Ozge Arslan et al., 2012)

การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ วิชาชีววิทยา เน้นการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ดังนี้ คุณภาพของข้อสอบรายข้อ ประกอบด้วย 1) ค่าความยาก 2) ค่าอำนาจจำแนก 3) ประสิทธิภาพ ตัวลวง นอกจากนี้ยังทำการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือทั้งฉบับ ประกอบด้วย 1) ความตรง โดยมีการวิเคราะห์ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ด้วยเทคนิค (thinking aloud) 2) ความเที่ยง โดยมีการหาค่าสัมประสิทธิ์สรุปร่างอ้างอิง โดยใช้ทฤษฎีสรุปร่างอ้างอิง (Generalizability Theory) ออกแบบการวัด คือ การวัด 2 ฟาเซท (facets) ดังนี้ Facet ที่ 1 : จำนวนมวลเนื้อหา Facet ที่ 2 : จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหา (I : C) รูปแบบการให้คะแนนเป็น Px (I:C) Confounded Design

### คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1. **แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ (Three – Tier Diagnostic Test)** หมายถึง แบบสอบที่มุ่งวินิจฉัยโมทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนิสิตฝึกสอน ประกอบด้วย 3 ระดับ ระดับแรก ประกอบด้วยคำถามและคำตอบแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ระดับที่สองประกอบด้วยตัวเลือกที่แสดงเหตุผลสนับสนุนในการเลือกระดับแรกซึ่งมี 5 ตัวเลือก โดยในตัวเลือกที่ 5 สามารถใส่เหตุผลอย่างอิสระได้ เพื่อไม่เป็นการจำกัดความคิดของนิสิต ระดับที่สามแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก เป็นการยืนยันความมั่นใจในการตอบคำถามทั้ง 2 ระดับ ผู้ตอบต้องเลือกตัวเลือกเพียงตัวเลือกเดียว การให้คะแนนเป็นแบบตอบถูกได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

2. **มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา** หมายถึง ความเข้าใจผิดที่เกิดจากความคลาดเคลื่อนของกฎหรือความคลาดเคลื่อนตามลักษณะทั่วไปหรือผลของการตีความที่ไม่สอดคล้อง

กับ มโนทัศน์ทางชีววิทยา ความไม่เข้าใจอย่างชัดเจนเกี่ยวกับการเรียนรู้ชีววิทยา เรื่อง การรักษา  
คุณภาพในร่างกาย

**3. คุณภาพของแบบสอบ** หมายถึง คุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน  
แบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน แบ่งออกเป็นคุณภาพของข้อสอบรายข้อและ  
คุณภาพของเครื่องมือทั้งฉบับ ดังนี้

**3.1 คุณภาพของข้อสอบรายข้อ** จะพิจารณาเกี่ยวกับค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก  
และประสิทธิภาพตัวลองเป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญในการพิจารณาตัดสินคุณภาพข้อสอบแต่ละข้อตาม  
หลักการประเมินแบบอิงกลุ่ม ดังนี้

1) ความยาก (P: power of difficulty or difficulty index) หมายถึง สัดส่วนของ  
จำนวนคนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นได้ถูกต้องต่อจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด สำหรับกรณีที่มีการให้คะแนน  
แบบ 0 -1 ดังนั้นหากข้อสอบที่มีผู้สอบตอบข้อสอบได้เป็นจำนวนมาก ก็จะถือว่าเป็นข้อสอบที่ง่าย  
และข้อสอบที่ผู้สอบตอบได้จำนวนน้อย จะถือว่าเป็นข้อสอบที่มีความยาก

2) อำนาจจำแนก (D: discrimination index หรือค่า r) หมายถึง ความสามารถ  
ของข้อสอบในการจำแนก/แยกความแตกต่างระหว่างผู้สอบที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันออก  
จากกันได้

3) ประสิทธิภาพตัวลอง หมายถึง ความสามารถของตัวลองในการจูงใจให้มีผู้  
เลือกตอบ และกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำเลือกตอบมากกว่ากลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์สูง

**3.2 คุณภาพของเครื่องมือทั้งฉบับ** โดยจะพิจารณาคูณสมบัติด้านความตรงและ  
ความเที่ยงของแบบสอบ ด้านความตรงพิจารณา 2 ประเภท คือ ความตรงตามเนื้อหา และความตรง  
ตามเกณฑ์สัมพัทธ์ ส่วนด้านความเที่ยงพิจารณา 2 ประเภท คือ การตรวจสอบความสอดคล้องภายใน  
และสัมประสิทธิ์การสรุปล้างอิง

**3.2.1 ความตรง (validity)** หมายถึง ความถูกต้องแม่นยำของเครื่องมือในการวัดสิ่ง  
ที่ต้องการจะวัด โดยพิจารณาความตรง 2 ประเภท คือ

1) ความตรงตามเนื้อหา หมายถึง ความสามารถของแบบสอบวินิจฉัยในการ  
วัดกลุ่มตัวอย่างเนื้อหา ได้อย่างครอบคลุมและเป็นตัวแทนของมวลเนื้อหาที่มุ่งวัด โดยพิจารณาจาก  
ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย ด้วยวิธีการตัดสินความ

สอดคล้องของโรวินลลี และแฮมเบลตัน โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (IOC : item objective congruency)

2) ความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ หมายถึง ความสามารถของแบบสอบวินิจฉัยในการวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้สอดคล้องกับเกณฑ์ภายนอก โดยใช้เกณฑ์ภายนอกคือ ผลการวินิจฉัยจากผู้เชี่ยวชาญ วิชาชีววิทยา ด้วยเทคนิคคิดออกเสียง (thinking aloud)

3.2.2 ความเที่ยง (reliability) หมายถึง ความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของคะแนนที่ได้จากแบบสอบ ความสอดคล้องของคะแนนที่วัดในเนื้อหาเดียวกัน โดยพิจารณา 2 ประเภท คือ

1) การตรวจสอบความสอดคล้องภายใน หมายถึง การประมาณค่าความเที่ยงของแบบสอบโดยใช้การทดสอบเพียงครั้งเดียว แบบสอบฉบับเดียว ผู้สอบกลุ่มเดียวเพื่อวัดระดับความเป็นเอกพันธ์ของข้อสอบในแบบสอบนั้นว่า วัดเนื้อหาเรื่องเดียวกันเพียงใด ถ้าแบบสอบวัดในเรื่องเดียวกันเมื่อทำการวัดซ้ำๆ ก็จะทำให้มีความสอดคล้องภายในผลการวัดสูง ในการวิจัยนี้ใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

2) สัมประสิทธิ์การสุปร้องอิง หมายถึง คุณภาพด้านความเที่ยงของคะแนนที่ได้จากการประเมินแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ โดยใช้ทฤษฎีสุปร้องอิง แบ่งออกเป็น

สัมประสิทธิ์การสุปร้องอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ ( $\rho_{ABS}^2$ ) ซึ่งสัมประสิทธิ์นี้จะบอกความเที่ยงของแบบสอบในสถานการณ์ของการตัดสินใจที่ขึ้นอยู่กับคะแนนของผู้สอบกับเกณฑ์

สัมประสิทธิ์การสุปร้องอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ ( $\rho_{REL}^2$ ) ซึ่งสัมประสิทธิ์นี้จะบอกความเที่ยงของแบบสอบในสถานการณ์ของการตัดสินใจที่มีการเปรียบเทียบคะแนนระหว่างผู้สอบภายในกลุ่ม

จำนวนมวลเนื้อหา หมายถึง เนื้อหาวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย ที่นำมาพัฒนาเป็นแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ผู้วิจัยจำแนกออกเป็น 3 มวลเนื้อหา ได้แก่ มวลเนื้อหาเรื่องระบบหายใจ มวลเนื้อหาเรื่องระบบหมุนเวียนเลือด และมวลเนื้อหาเรื่องระบบขับถ่าย

จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหา หมายถึง จำนวนข้อคำถามที่สร้างขึ้นในแต่ละมวลเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ โดยเป็นคำถามที่มุ่งวัดมโนทัศน์ที่

คลาดเคลื่อนของนิสิตฝึกสอน ผู้วิจัยสร้างข้อสอบจำนวนเท่ากันคือ 8 ข้อ ต่อ 1 มวลเนื้อหา รวมทั้งฉบับมีจำนวนข้อสอบ 24 ข้อ

**4. เทคนิคคิดออกเสียง (thinking aloud)** หมายถึง การใช้คำถามที่กระตุ้นให้ผู้ตอบแสดงความคิดออกมาเป็นคำพูด การสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์จะใช้คำถามทีละคำถามถามผู้ถูกสัมภาษณ์ การถามคำถามต่อไปจะต้องพิจารณาคำตอบของผู้ถูกสัมภาษณ์เพื่อดูว่าผู้ถูกสัมภาษณ์มีความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่ถามอย่างไร จากนั้นจึงค่อยถามคำถามที่สอง ที่สาม ตามมา และในระหว่างการสัมภาษณ์นั้นผู้สัมภาษณ์จะทำการอัดเสียงเอาไว้เพื่อจะได้นำมาฟังย้อนหลังจากที่ทำการสัมภาษณ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว

### ประโยชน์ที่ได้รับ

#### ประโยชน์ในทางวิชาการ

1. ได้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา ที่ช่วยในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนิสิตฝึกสอน ทำให้ทราบเนื้อหาที่นิสิตมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน และลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
2. ได้แนวทางในการสร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนิสิตฝึกสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### ประโยชน์ในทางปฏิบัติ

1. ได้สารสนเทศเกี่ยวกับคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา ในด้านความเที่ยง และความตรง เพื่อนำไปพัฒนาคุณภาพของแบบสอบ โดยเครื่องมือที่มีคุณภาพนั้นจะทำให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพ ส่งผลต่อการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น
2. ได้แนวทางในการศึกษาเพื่อพัฒนาแนวทางในการสร้างแบบสอบวินิจฉัยวิชาชีววิทยาที่มีคุณภาพเหมาะสมกับการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
3. ได้ข้อมูลเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนิสิตฝึกสอนที่สามารถนำมาใช้ในการประเมินการจัดการเรียนการสอนของอาจารย์ระดับมหาวิทยาลัย เพื่อส่งเสริมให้นิสิตมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง สามารถพัฒนาตนเองได้เต็มขีดความสามารถของแต่ละบุคคล สำหรับนำไปใช้ประกอบอาชีพในอนาคต

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาบทเรียนที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอนและเพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอประเด็นที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แบบสอบวินิจฉัย และคุณภาพของแบบสอบ โดยแบ่งเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ตอนที่ 2 วิธีการและเครื่องมือวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

ตอนที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

#### ตอนที่ 1 แนวคิดเกี่ยวกับการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยต่างๆ เกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน สามารถแบ่งการนำเสนอได้เป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ 1 ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ส่วนที่ 2 สาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ส่วนที่ 3 ผลเสียของการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และส่วนที่ 4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา

##### 1.1 ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

จากการศึกษาพบว่า มีคำจำนวนมากที่มีความหมายเดียวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ได้แก่ สังกัที่บกพร่อง สังกัที่ผิดพลาด มโนคติที่คลาดเคลื่อน และความคิดรวบยอดที่ผิดพลาด ส่วนคำภาษาอังกฤษ ใช้คำว่า Misconception, Alternative conception หรือ Erroneous idea หรือ Alternative framework, Preconception, Naive Theory ซึ่งมีนักวิชาการได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างหลากหลาย ดังนี้

คิวลี ส่งบุญ (2538) เกษสุตา บุรณพันศักดิ์ (2545) และบุญรื่น ปานประสงค์ (2545) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือ มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นความคิดและความเข้าใจที่แตกต่างไปจากความเป็นจริง ที่มีที่มาจากแนวคิดที่ไม่ถูกต้อง ไม่ชัดเจน หรือจากประสบการณ์ที่ไม่ถูกต้อง ที่ยากต่อการแก้ไขเปลี่ยนแปลง ซึ่งสอดคล้องกับ กรรณิกา แจ่มหมื่นไวย (2535) และศิริเดช สุชีวะ (2537) ที่ได้กล่าวเพิ่มเติมเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ โดยกล่าวว่า

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นการแก้ปัญหาด้วยความรู้ ความเข้าใจที่ไม่สมบูรณ์หรือคลาดเคลื่อนไปจากความเป็นจริง ที่ได้รับการยอมรับในทางวิทยาศาสตร์หรือการยอมรับในสังคม หรือเป็นแนวคิดที่ต่างจากการยอมรับในสังคม นอกจากนี้ Gowin (1982 : 34) , Halloun and Hestenes (1985 : 14) และ Peterson and Treagust (1989) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เป็นความคิด ความเข้าใจที่แตกต่างจากแนวคิดที่ได้รับการยอมรับของเนื้อหาแต่ละเรื่อง เป็นความรู้ที่ได้มาจากการประสบการณ์ส่วนตัวของแต่ละบุคคล ซึ่งไม่สอดคล้องกับทฤษฎี ยากแก่การเปลี่ยนแปลง ซึ่ง Fisher (1985) ได้กล่าวถึงของลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไว้ สรุปไว้ดังนี้ 1) เป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไปจากมโนทัศน์ที่ยอมรับว่าถูกต้องในศาสตร์นั้น 2) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะขยายวงกว้างออกไป จากเรื่องที่ย้ายไปสู่เรื่องที่ยากขึ้นและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจำนวนไม่น้อย ที่ยากต่อการเปลี่ยนแปลงแก้ไขหรือแก้ไขได้น้อยมากเมื่อใช้วิธีการสอนแบบดั้งเดิม 3) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางเรื่องก็เกี่ยวข้องกับความจริงอื่น ๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกันอย่างมีระบบและทำให้นักเรียนมีแนวโน้มจะนำไปใช้ในชีวิตของเขาด้วย 4) มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางเรื่องเป็นสิ่งที่ถ่ายทอดกันมาแต่อดีต จากผู้นำทางความรู้ในศาสตร์นั้นๆ แล้วถ่ายทอดมาสู่นักเรียน

จากการที่มีผู้ให้ความหมายของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนดังกล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่ามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นความคิดความเชื่อและความเข้าใจผิด เกิดจากแนวคิดซึ่งได้มาจากการประสบการณ์หรือความรู้ที่ไม่ถูกต้อง แตกต่างจากแนวคิดที่ได้รับการยอมรับ และไม่มีเหตุผลเพียงพอปราศจากพื้นฐานทางวิทยาศาสตร์

## 1.2 สาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

การเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นผลเนื่องมาจากการประสบการณ์ เมื่อได้ปะทะสัมพันธ์กับสิ่งเร้าจนในที่สุดเกิดการสร้างของมโนทัศน์ขึ้นมาได้ มีกระบวนการเป็นลำดับดังนี้ การรับรู้หรือสัญชาตญาณความจำ การคิดหาเหตุผล การจัดระเบียบหรือการประสานความคิด เกี่ยวกับสิ่งเหล่านั้นเป็นหมวดหมู่แล้วก็จำเก็บเอาไว้เป็นความจำ เมื่อได้รับรู้กลุ่มของสิ่งเร้าใดมากเข้าความจำเกี่ยวกับกลุ่มของสิ่งเร้านั้นมีมากขึ้น ก็เกิดการคิดหาเหตุผล มีการประสานกันระหว่าง การรับรู้ ความจำ และความคิดเกี่ยวกับสิ่งนั้น การมองเห็นความแตกต่างของกลุ่มสิ่งเร้าต่างๆ ว่าต่างไปจากกลุ่มสิ่งเร้าอื่นๆ อย่างไร และการสรุป รวบรวมต่อลักษณะของกลุ่มสิ่งเร้าเหล่านั้นว่าคล้ายคลึงกับสิ่งเร้าประเภทเดียวกันในแง่ใดบ้าง จากลักษณะการเกิดมโนทัศน์ หรือการสร้างมโนทัศน์ของคนเราดังได้กล่าวมา มีนักวิชาการได้เสนอสาเหตุการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่คล้ายคลึงกัน สามารถสังเคราะห์ได้ ดังนี้



1. เกิดจากความเชื่อตามผู้ทรงคุณวุฒิในอดีต ซึ่งในอดีตเครื่องมือที่ใช้สำหรับทดลองหาข้อเท็จจริงมีจำนวนจำกัด ดังนั้นจึงทำให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ตามที่ Halloun and Hestenes, 1985 กล่าวว่า ในบางครั้งการแปลความหมายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ธรรมชาติตาม ความเชื่อของนักปราชญ์ในอดีต ก็เป็นผลทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เช่น อริสโตเติล เชื่อว่าดินคืออาหารของพืช เป็นต้น

2. เกิดจากความรู้ความสามารถของครูผู้สอน จากงานวิจัยพบว่า ในบางครั้งครูไม่มีความเข้าใจพอในมโนทัศน์ที่สอน ครูมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องที่ตนเองสอน ทำให้นักเรียนได้รับการถ่ายทอดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องนั้นด้วย (สุวิมล เขี้ยวแก้ว, 2531; ศิริเดช สุชีวะ, 2537) ซึ่งสอดคล้องกับ Simson and Marek, 1988 ได้กล่าวว่า “ประสบการณ์ในโรงเรียน” ไม่ใช่สาเหตุเดียวที่ทำให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แต่อาจเกิดจากคำอธิบายของผู้ใหญ่ที่ยังไม่เข้าใจ มโนทัศน์นั้นๆดีพอ จึงทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจที่ผิดโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์

3. เกิดจากตำราเรียน ที่เขียนไม่ชัดเจนหรือให้ความรู้ที่ไม่ถูกต้อง ตำราบางเล่มเสนอความหมายในเรื่องไม่ชัดเจน ทำให้นักเรียนบางส่วนคิด หรือตีความหมายขึ้นมาเองเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในเรื่องนั้นๆ (Osborne และ Frey, 1985; สุวิมล เขี้ยวแก้ว, 2531; ศิริเดช สุชีวะ, 2537; เกษสุดา บุรณพันธ์ศักดิ์, 2545)

4. เกิดจากภาษาและสัญลักษณ์ จากการศึกษา พบว่า นักเรียนมักนำภาษาที่ใช้ในชีวิตประจำวันมาปะปนกับศัพท์เฉพาะทางวิทยาศาสตร์ คำบางคำที่ใช้ในชีวิตประจำวันกับที่ใช้ในวิทยาศาสตร์ใช้คำเดียวกัน แต่ความหมายไม่เหมือนกัน นักเรียนมักนำคำที่ใช้ทางวิทยาศาสตร์ไปเทียบกับความหมายกับคำที่ใช้ในชีวิตประจำวันจึงเป็นสาเหตุให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน (สุวิมล เขี้ยวแก้ว, 2531; ศิริเดช สุชีวะ, 2537) เช่นเดียวกับ Pines and West, 1983 ที่กล่าวว่า การให้ความรู้โดยใช้สัญลักษณ์ที่ผิดก็ทำให้เกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ง่ายเช่นกัน

5. วุฒิภาวะและพัฒนาการทางด้านปัญญาของนักเรียน ในการที่นักเรียนจะศึกษามโนทัศน์ในบางเรื่องให้เข้าใจทั้งหมดจะต้องอาศัยวุฒิภาวะ และพัฒนาทางด้านสติปัญญาในระดับหนึ่งซึ่งถ้าระดับวุฒิภาวะ และการพัฒนาการทางด้านสติปัญญายังไม่เพียงพอก็จำทำให้สามารถทำความเข้าใจในเรื่องนั้น ๆ ได้หรือเข้าใจได้เพียงพอบางส่วนแต่บางส่วนคลาดเคลื่อนไป บางครั้งพบว่าระดับความรู้ของนักเรียนยังไม่เพียงพอต่อการรับรู้มโนทัศน์ที่ยากเกินความสามารถได้ (สุวิมล เขี้ยวแก้ว, 2531; ศิริเดช สุชีวะ, 2537; เกษสุดา บุรณพันธ์ศักดิ์, 2545)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าการที่ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่บกพร่องหรือผิดพลาดมักขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่อไปนี้ คือ เกิดจากความเชื่อตามผู้ทรงคุณวุฒิในอดีต เกิดจากความรู้ความสามารถของครูผู้สอน เกิดจากตำราเรียน ที่เขียนไม่ชัดเจนหรือให้ความรู้ที่ไม่ เกิดจากภาษาและสัญลักษณ์ และวุฒิภาวะและพัฒนาการทางด้านปัญญาของนักเรียน ซึ่งการขาดประสบการณ์หรืออาจมีประสบการณ์จำกัด มีการรับรู้ที่ผิดพลาด ความจำคลาดเคลื่อน มีการหาสาเหตุที่ผิดพลาด โดยอาจเนื่องมาจากลักษณะส่วนตัวของผู้นั้น เช่น มีความลำเอียงไม่รอบคอบสรุปข้อมูลที่ได้มาอย่างไม่ถ่วงถ่วงหรือข้อมูลมีน้อยเกินไป เป็นต้น

### 1.3 ผลเสียของการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

จากการศึกษาสาเหตุของการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ทำให้ผู้วิจัยสนใจผลเสียของการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่าส่งผลอย่างไรต่อผู้เรียนมีรายละเอียดดังนี้

เกษสุตา บุรณพันธ์ศักดิ์ (2545) กล่าวว่า จากการที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน จะทำให้นักเรียนไม่สามารถทำความเข้าใจเนื้อหาใหม่ที่เกี่ยวข้องกันหรือเนื้อหาในระดับสูงขึ้น และการเชื่อมโยงความรู้เก่ากับความรู้ใหม่ก็จะเกิดขึ้นได้ช้าหรือไม่เกิดเลย ซึ่งจะส่งผลให้เกิดความล้มเหลวในการเรียนของนักเรียนในที่สุด ส่วน Fisher (1985) ได้กล่าวถึงผลเสียที่เกิดขึ้นจากการที่นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน สรุปได้ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเพียงเรื่องเดียวหรือจำนวนหนึ่งก็จะขยายออกไปได้ เนื่องจากคนเรามีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นที่แตกต่างกับบุคคลจำนวนมาก
2. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะขยายวงกว้างออกไป จากเรื่องที่เกี่ยวข้องเรื่องที่ยากขึ้น และมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจำนวนไม่น้อยที่ยากต่อการเปลี่ยนแปลงแก้ไขถ้ายังคงใช้วิธีเดิม
3. มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนบางเรื่องที่เกี่ยวข้องกับความเชื่ออื่นๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกันอย่างมีระบบและทำให้นักเรียนมีแนวโน้มที่จะนำไปใช้ใน ชีวิตของเขาด้วย

ในขณะที่ ศิริเดช สุชีวะ (2537) ได้เสนอผลกระทบและความจำเป็นที่ต้องมีการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนว่า นักเรียนมักจะไม่รู้ตัวว่าตนเองมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนอย่างไร และครูก็ไม่มีเวลาที่จะวินิจฉัยนักเรียนเป็นรายบุคคลได้ในทุกๆ เนื้อหา หรือทุกๆ ทักษะ ทำให้เป็นอุปสรรคต่อการเรียนรู้มโนทัศน์ที่สูงขึ้น หากครูสามารถให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของแต่ละคนได้ภายหลังการประเมินผลการเรียนรู้ในแต่ละเนื้อหาก่อนที่จะเรียนรู้เรื่องต่อไปนับเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ทั้งตัวนักเรียนเองและการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนของครู ทำให้นักเรียนรู้

ตนเองว่าตนเองยังมีความบกพร่องที่จุดใด ควรปรับปรุงตนเองอย่างไรเพื่อผลการเรียนที่ดีขึ้น ขณะเดียวกันครูผู้สอนเมื่อทราบข้อมูลเกี่ยวกับตัวผู้เรียนแล้วก็สามารถนำมาใช้ปรับปรุงการสอนของตน เพื่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์กับผู้เรียนที่มากขึ้นอันเป็นการใช้กระบวนการวัดและการประเมินผลที่คุ้มค่า และเกิดประโยชน์อย่างสูงต่อผู้เรียน

มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นสิ่งที่สามารถปรับให้เกิดความถูกต้องได้ยาก และเมื่อเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแล้วจะคงอยู่กับนักเรียนเป็นเวลานาน ซึ่งหากไม่ทำการแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนก็จะส่งผลต่อการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ทำให้นักเรียนเกิดการยอมรับมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องในระดับมโนทัศน์ที่สูงขึ้นลดลง (Treagust and Duit, 2008) การจะทำการปรับแก้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจำเป็นต้องอาศัยกระบวนการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ที่เน้นให้นักเรียนเกิดการสร้างความรู้ที่สำคัญ และเกิดจากการที่นักเรียนนั้นใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์โดยการสังเกตข้อเท็จจริง รวบรวมข้อมูลจากประสบการณ์ที่นักเรียนได้พบในชีวิตประจำวัน รวมทั้งมีกระบวนการจัดกระทำข้อมูลอธิบายข้อมูลที่ได้พบเจออย่างมีเหตุผล เพื่อสร้างองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (Martin et al., 2005; She, 2002)

ผลเสียของการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน จากที่กล่าวมานั้นสรุปได้ว่า ถ้าผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน จะส่งผลกระทบต่อตัวผู้เรียนเอง ทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้มโนทัศน์ที่สูงขึ้น เนื่องจากเนื้อหาที่มีความเกี่ยวเนื่องจากเนื้อหาที่ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ผู้เรียนอาจเกิดความท้อแท้หมดกำลังใจในการเรียน ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียน

#### 1.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา

จากการศึกษาค้นคว้างานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา ผู้วิจัยได้รวบรวมและนำเสนอไว้ดังต่อไปนี้

ประกิต ผลมูล (2546 : บทคัดย่อ) ศึกษาการใช้แผนภูมิโนมตีในการปรับเปลี่ยนมโนมตีที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาเรื่องรากและลำต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีมโนทัศน์ที่ถูกต้องและมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนลดน้อยลง กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2545 จังหวัดชุมพร จำนวน 32 คน โดยการเลือกแบบมีจุดมุ่งหมาย (Purposive Sampling) วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานโดยการทดสอบค่าที (t-test) ผลการวิจัยพบว่า หลังจากทีนักเรียนกลุ่มตัวอย่างผ่านการ

ทดลองแล้ว มีคะแนนรวมของแผนภูมิโมโนทัศน์รวมครั้งสุดท้าย (ครั้งที่ 4) แตกต่างจากแผนภูมิโมโนทัศน์ย่อยครั้งที่ 1 , 2 และ 3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นักเรียนมีการปรับเปลี่ยนโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นโมโนทัศน์ที่ถูกต้อง 10 ข้อ จากข้อสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทั้งหมด 17 ข้อ นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหลังเรียนลดน้อยลงกว่าก่อนเรียน โดยมีจำนวนนักเรียนที่สอบได้คะแนนผ่านเกณฑ์คะแนนจุดตัดมากกว่าก่อนเรียนและมีคะแนนการทำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

สาขาชีววิทยา สสวท. (2532) ได้ศึกษาแนวความคิดที่คลาดเคลื่อน และความเข้าใจผิดในบทเรียนเรื่อง การสังเคราะห์ด้วยแสง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สายสามัญ ในปีการศึกษา 2530 ที่เลือกเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ จำนวน 1,297 คน จากโรงเรียนซึ่งกระจายอยู่ในภาคต่างๆ จำนวน 29 โรงเรียน โดยมีจุดประสงค์เพื่อสำรวจ และวิเคราะห์แนวความคิดที่คลาดเคลื่อนและความเข้าใจที่ผิดเฉพาะบทเรียนเรื่อง การสร้างอาหารของพืช และกลไกการสังเคราะห์ด้วยแสง เครื่องมือที่ใช้วิจัยเป็นแบบทดสอบให้นักเรียนตอบ แสดงเหตุผลจากสถานการณ์ที่กำหนดให้ แล้วนำคำตอบและเหตุผลนั้นมาจัดลำดับแนวความคิดออกเป็น 4 กลุ่มคือ

- 1) แนวความคิดที่สมบูรณ์ (Complete Understanding) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และให้เหตุผลถูกต้องตรงองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละแนวคิด
- 2) แนวความคิดที่ไม่สมบูรณ์ (Partial Understanding) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูก และให้เหตุผลถูกต้อง แต่ขาดองค์ประกอบบางส่วนที่สำคัญของแต่ละแนวความคิด
- 3) แนวความคิดที่คลาดเคลื่อน (Misconception) หมายถึง คำตอบของนักเรียนถูกหรือผิด แต่การให้เหตุผลของนักเรียนไม่ถูกต้อง ผลการวิจัยพบว่า

1. เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างการรับและปล่อยก๊าซ  $O_2$  และ  $CO_2$  ประกอบด้วย 3 เรื่องย่อยพบว่า นักเรียนมีแนวความคิดคลาดเคลื่อนคิดเป็นร้อยละ ดังนี้

- 1.1 การหายใจของพืช จำนวนร้อยละ 25.21
- 1.2 การรับและปล่อยก๊าซของพืช จำนวนร้อยละ 4.36
- 1.3 การรับและปล่อยก๊าซของพืช และสัตว์ในขณะที่ไม่มีแสง จำนวนร้อยละ 11.95

จากบทเรียนเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างการรับและปล่อยก๊าซ  $O_2$  และ  $CO_2$  พบว่านักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (Misconception) ในหัวข้อ การหายใจของพืช มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 25.21

2. เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงในระดับโมเลกุล ประกอบด้วย 7 เรื่องย่อย พบว่านักเรียนมีแนวความคิดคลาดเคลื่อนคิดเป็นร้อยละ ดังนี้

2.1 การอธิบายผลการทดลองที่เกิดขึ้น ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ในภาวะที่ไม่มีแสง จำนวนร้อยละ 7.10

2.2 การอธิบายการทดลองที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เมื่อให้แสงแต่ไม่ให้  $\text{NaDP}^+$  , Pi และ ADP จำนวนร้อยละ 31.97

2.3 การอธิบายเหตุผลของการตรวจไม่พบน้ำตาลและ Pi ในชุดการทดลองแบ่งออกเป็น 2 เรื่องย่อย คือ 1) การอธิบายเหตุผลของการตรวจไม่พบน้ำตาลในชุดการทดลอง จำนวนร้อยละ 2.04  
2) การอธิบายเหตุผลของการตรวจไม่พบ Pi ในชุดการทดลอง จำนวนร้อยละ 1.46

2.4 การอธิบายการทดลองที่เกิดขึ้น ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เมื่อไม่เติมก๊าซ  $\text{CO}_2$  จำนวนร้อยละ 4.25

2.5 การอธิบายเหตุผลของการทดลองที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ถ้าให้แสงในปฏิกิริยาที่ไม่ใช้แสง จำนวนร้อยละ 10.64

2.6 การอธิบายการเกิด  $\text{O}_2$  ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง จำนวนร้อยละ 12.26

2.7 บทบาทของคลอโรฟิลล์และคลอโรพลาสต์ จำนวนร้อยละ 0.46

จากการวิจัยพบว่าบทเรียนเรื่อง กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงในระดับโมเลกุล นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดที่คลาดเคลื่อน (Misconception) ในหัวข้อ การอธิบายการทดลองที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง เมื่อให้แสงแต่ไม่ให้  $\text{NaDP}^+$  , Pi และ ADP สูงสุด คิดเป็นร้อยละ 31.97

ซึ่งจากข้อมูลสามารถสรุปได้ว่านักเรียนส่วนใหญ่มีโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่องการสังเคราะห์ด้วยแสงในหัวข้อ กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงในระดับโมเลกุล ทั้งนี้มีสาเหตุมาจากเนื้อหาค่อนข้างลึกซึ้งซึ่งเป็นการศึกษาในระดับโมเลกุล ทำให้ยากต่อการเข้าใจและจดจำ

ฐิติมา สุขภิมนตรี (2531 : บทคัดย่อ) ศึกษาโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดสุราษฎร์ธานี มีจุดมุ่งหมายในการวิจัยเพื่อ 1) ศึกษาโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดสุราษฎร์ธานี 2) เปรียบเทียบโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา ระหว่างนักเรียนหญิงและนักเรียนชาย 3) เปรียบเทียบโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา ของนักเรียนที่ศึกษาอยู่ในโรงเรียนที่มีขนาดต่างกัน โดยใช้

กลุ่มตัวอย่างจำนวน 318 คน ได้จากการสุ่มแบบแบ่งกลุ่ม (Cluster Sampling) วิเคราะห์ข้อมูลโดยหาค่าร้อยละ และไคสแควร์ ผลการวิจัยพบว่า

1. นักเรียนมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง การลำเลียงสารเข้าออกจากเซลล์ การสืบพันธุ์ การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมค่อนข้างสูง ส่วนเรื่องการสร้างอาหารของพืช นักเรียนมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนต่ำ

2. นักเรียนหญิงและนักเรียนชายมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05 ยกเว้นมีโนทัศน์การแพร่และผลผลิตที่ได้จากการสร้างอาหารของพืช พบว่า นักเรียนชายมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากกว่านักเรียนหญิง

3. นักเรียนในโรงเรียนขนาดต่างกันมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยนักเรียนในโรงเรียนขนาดกลางและขนาดใหญ่มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมากกว่านักเรียนในโรงเรียนขนาดใหญ่พิเศษ ยกเว้นมีโนทัศน์การสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศ การสืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ การสืบพันธุ์ของสัตว์ ลักษณะทางพันธุกรรม ลักษณะเด่น ลักษณะด้อย การถ่ายทอดลักษณะเด่นไม่สมบูรณ์ มัลติเปิลอัลลีล พบว่านักเรียนในโรงเรียนขนาดต่างๆ มีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนไม่แตกต่างกัน

ฉันทนา เชาว์ปรีชา (2533) ศึกษาโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย กรุงเทพมหานคร โดยใช้กลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่ม ได้แก่ ครูวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ จำนวน 45 คน และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 แผนการเรียนศิลป์ จำนวน 800 คน พบว่า มีโนทัศน์ที่ครูส่วนใหญ่ (ร้อยละ 75) เห็นด้วยว่ามีความคลาดเคลื่อน และสาเหตุของการมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ตัวอย่างประชากรส่วนใหญ่เห็นด้วยมากที่สุด ได้แก่ 1) แสงอาทิตย์และพลังงาน 2) สีส้น 3) แสงสี 4) ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก 5) กินดีอยู่ดี เป็นต้น จากงานวิจัยพบว่าสาเหตุของการมีมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน สาเหตุหลักเกิดจากนักเรียนและครูผู้สอน ดังนี้

สาเหตุจากนักเรียน ได้แก่ 1) นักเรียนมีความรู้พื้นฐาน หรือประสบการณ์เดิมไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างถูกต้อง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากนักเรียนมีความรู้พื้นฐานในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นไม่ดีพอ 2) นักเรียนส่วนมากเน้นด้านการจดจำมากกว่าการทำความเข้าใจในเนื้อหา ทำให้นักเรียนมีความรู้แคบและจำกัด และไม่ลึกซึ้งพอจึงไม่สามารถนำความรู้ไปประยุกต์ให้เกิดความรู้ใหม่ หรือนำไปใช้ในการแก้ปัญหาได้ 3) นักเรียนเกิดความสับสนกับเนื้อหาในบางบทเรียน อาจเนื่องจาก

รายละเอียดในหนังสือยังไม่ชัดเจนพอที่จะอธิบายให้นักเรียนเข้าใจ และเกิดการเรียนรู้อย่างถูกต้อง แท้จริง 4) นักเรียนขาดประสบการณ์ตรงในเนื้อหา

สาเหตุจากครูผู้สอน ได้แก่ 1) ครูอาจไม่ได้ระบุดมมุ่งหมายในการเรียนการสอนหรือระบุไม่ชัดเจน ขาดการเตรียมการสอน 2) ครูอาจขาดประสบการณ์และเทคนิคการสอนที่ทำให้ผู้เรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง 3) ครูบางคนไม่เห็นคุณค่าหรือประโยชน์ของการทดลอง จึงใช้การอธิบายเนื้อหาแทนการทดลองที่มีในบทเรียน ทำให้นักเรียนขาดประสบการณ์ตรงที่จะก่อให้เกิดการเรียนรู้มโนทัศน์อย่างถูกต้องและชัดเจน 4) ครูมีการใช้วิธีสอนวิทยาศาสตร์แบบเดิม หรือจัดกิจกรรมการเรียนการสอนไม่เหมาะสม เป็นต้น

เฟอร์รี่ และคณะ (Ferry, et al : abstract) ทำการวิจัย เรื่อง คุณครูฝึกสอนจะมีวิธีอย่างไรในการใช้แผนภูมิโนทัศน์สร้างความเข้าใจในเนื้อหาสาระหลักสูตร งานวิจัยนี้ รายงานผลของการที่ครูฝึกสอนใช้แผนภูมิโนทัศน์เป็นเครื่องมือ ในการสร้างและปรับปรุงแก้ไขแผนภูมิโนทัศน์ที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์ซึ่งสัมพันธ์กับความเข้าใจในเนื้อหาสาระของหลักสูตร เหล่าคุณครูฝึกสอนใช้เครื่องมือดังกล่าวได้วางแผนการสร้างเนื้อหาที่อยู่บนพื้นฐานของวิทยาศาสตร์ โดยคาดว่าจะนำไปใช้ในห้องเรียนระดับชั้นประถมศึกษาได้ ข้อมูลมีการรวบรวมมาจากการสัมภาษณ์ วารสาร และผลการวิเคราะห์การสร้างแผนภูมิโนทัศน์ ที่แสดงว่านักเรียนฝึกสอนใช้เครื่องมือมโนทัศน์อย่างไรในการสร้างความเข้าใจสาระหลักสูตรของตัวเอง ในแบบแผนที่เป็นรูปแบบเดียวกันซึ่งมีประสิทธิภาพมาก มันเป็นการค้นพบอีกว่ากระบวนการของการสร้างแผนภูมิโนทัศน์ยังเพิ่มทักษะในการวางแผนการสร้างให้แก่เหล่าครูฝึกสอน

ประภัสสร บุญทวีกุลสวัสดิ์ (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง การรับรู้ และตอบสนอง โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบบ 5Es มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา 1) สภาพการจัดการเรียนการสอนวิชาชีววิทยา เรื่อง การรับรู้ และตอบสนอง 2) แนวคิดในเรื่อง การรับรู้ และตอบสนองของนักเรียน 3) ผลการจัดการเรียนรู้โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์แบบ 5Es ต่อการพัฒนาแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ในเรื่อง การรับรู้ และตอบสนองของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย 4) ปัจจัยที่มีผลต่อการนำหน่วยการจัดการเรียนรู้เรื่อง การรับรู้และการตอบสนองโดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปใช้ ดำเนินการวิจัย 3 ระยะ คือ ระยะที่ 1 การสำรวจความต้องการจำเป็นในการสอน ระยะที่ 2 การนำหน่วยการจัดการเรียนรู้ เรื่อง การรับรู้ และตอบสนองโดยใช้วิธีการสืบเสาะหา

ความรู้แบบ 5Es ไปใช้ และประเมินผล และระยะที่ 3 การขยายผลการวิจัย ผลการวิจัย พบว่า ผลการวิจัยในระยะที่ 1 ครูใช้วิธีการสอนแบบบรรยายเป็นหลัก มีการใช้สื่อการสอนน้อย แต่มีการวัด และประเมินผลตามสภาพจริง นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบบางส่วน แต่พบว่า นักเรียนเกิดแนวคิดคลาดเคลื่อน ในเรื่องโครงสร้างระบบประสาทในส่วนของระบบประสาทส่วนกลาง และรอบนอก ผลการวิจัยในระยะที่ 2 และ 3 พบว่า การจัดการเรียนรู้เรื่อง การรับรู้ และตอบสนอง โดยใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์สามารถพัฒนาให้นักเรียนมีแนวคิดที่ดีขึ้น โดย นักเรียนส่วนใหญ่มีแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และแนวคิดเชิงวิทยาศาสตร์แบบบางส่วนเพิ่มมากขึ้น แต่พบว่าแนวคิดเรื่อง การทำงานของเซลล์ประสาท เป็นแนวคิดที่ยากต่อความเข้าใจ โดยพบบริบทที่ แตกต่างทั้งทางด้านพื้นฐานความรู้ของนักเรียน ประสบการณ์ของครู และความพร้อมด้านสื่อการสอน มีผลทำให้พัฒนาการแตกต่างกัน

พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน (2556) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบสถานการณ์สอง บทบาทที่มีต่อมโนทัศน์เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกายและความสามารถในการให้เหตุผลเชิง วิทยาศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า มโนทัศน์เรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกาย เป็นมโนทัศน์เรื่องหนึ่งที่สำคัญในการศึกษาชีววิทยา ทั้งนี้เพราะเป็นมโนทัศน์พื้นฐานที่สำคัญในการทำ ความเข้าใจองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ เป็นระบบที่เป็นศูนย์กลางการทำงานของร่างกายในระบบ ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น ระบบหายใจ ระบบย่อยอาหาร ระบบขับถ่าย ระบบการรักษาสมดุลกรด-เบส ระบบฮอร์โมน รวมทั้งระบบภูมิคุ้มกัน ซึ่งหากนักเรียนไม่สามารถเรียนรู้มโนทัศน์ของระบบไหลเวียน เลือดได้อย่างถูกต้อง ก็จะส่งผลให้การศึกษาในระบบต่างๆดังกล่าวเป็นไปได้ยากขึ้น

จากการสังเคราะห์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ในเนื้อหา เรื่อง กระบวนการสังเคราะห์แสง เนื่องจากเป็น การศึกษาระดับโมเลกุล เนื้อหาค่อนข้างมีความละเอียดยากต่อการเข้าใจและจดจำ เรื่อง การรับรู้และ การตอบสนองในหัวข้อ โครงสร้างระบบประสาทในส่วนของระบบประสาทส่วนกลาง และรอบนอก เนื่องจากเนื้อหามาก และยากต่อการทำความเข้าใจ ครูผู้สอนจึงเน้นการสอนแบบบรรยายเป็นหลัก ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายและเข้าใจเนื้อหาได้ยาก ต้องอาศัยความรู้พื้นฐานเดิมเพื่อนำมาต่อ ยอดความเข้าใจในแนวคิดใหม่ที่จะเรียนต่อไป และต้องใช้ความรู้พื้นฐานในเรื่องอื่นๆมาเชื่อมโยงกับ เรื่องที่เรียนเพื่อให้เกิดความเข้าใจ ด้วยสาเหตุนี้จึงทำให้นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และเรื่อง การรักษาดุลยภาพของร่างกาย (ระบบไหลเวียนเลือด) เนื่องจากเนื้อหามีความซับซ้อน ต้อง



อาศัยมโนทัศน์พื้นฐานหลายมโนทัศน์คล้ายคลึงกับเรื่องการรับรู้และการตอบสนอง นอกจากนี้ยังมีสาเหตุที่สำคัญจากครูผู้สอน ในบางครั้งครูผู้สอนเองที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ไม่เข้าใจมโนทัศน์นั้นจริง หรือบางครั้งครูใช้คำศัพท์ที่เด็กเข้าใจยาก เป็นต้น ซึ่งสาเหตุของการเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสามารถสรุปได้ว่า เกิดจาก 1) ครูผู้สอนไม่ชัดเจน 2) นักเรียนสรุปเอาตามความเข้าใจของตนเอง 3) นักเรียนไม่เข้าใจภาษาที่สื่อสารและสัญลักษณ์ 4) นักเรียนขาดประสบการณ์ตรง 5) นักเรียนเชื่อตามผู้อื่นที่นักเรียนให้ความเชื่อถือ 6) ตำราเรียนมีเนื้อหาเป็นนามธรรม เป็นต้น (ทัศนีย์ คงบุญ, 2544)

## ตอนที่ 2 วิธีการและเครื่องมือวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

จากการศึกษาเอกสาร และงานวิจัยต่างๆ เกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัย (Diagnostic Test) สามารถแบ่งได้เป็น 8 ส่วน ได้แก่ ประเภทของการวินิจฉัย รูปแบบและวิธีการประเมินเพื่อวินิจฉัย ความหมายของแบบสอบวินิจฉัย ลักษณะของแบบสอบวินิจฉัย ประเภทของแบบสอบวินิจฉัย ขั้นตอนการสร้างแบบสอบวินิจฉัย ข้อจำกัดของแบบสอบวินิจฉัย ประโยชน์ของแบบสอบวินิจฉัย ดังนี้

### 2.1 ประเภทของการวินิจฉัยทางการศึกษา

Underhill (1972 อ้างถึงใน ปิยาพร ขาวสะอาด, 2541) และดวงเดือน อ่อนน่วม (2533) ได้จำแนกประเภทของการวินิจฉัยตามระดับความละเอียดในการวินิจฉัยเป็น 3 ประเภท สรุปได้ดังนี้

1. การวินิจฉัยแบบทั่วไป (general diagnosis) การวินิจฉัยแบบทั่วไปเป็นการวินิจฉัยระดับทั่วไป (General level) ขั้นการสำรวจเพื่อทราบระดับความสามารถทั่วไป ของนักเรียนทั้งรายบุคคลและรายกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นแบบทดสอบทั้งแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ครูสร้างขึ้นและแบบทดสอบมาตรฐาน อาจใช้การวินิจฉัยโดยการเปรียบเทียบกับเกณฑ์ปกติ (norm) ซึ่งจะทำให้ทราบข้อบกพร่องในด้านต่างๆของนักเรียนอย่างกว้างๆ

2. การวินิจฉัยแบบวิเคราะห์ (analytical diagnosis) การวินิจฉัยแบบวิเคราะห์เป็นการวินิจฉัยระดับเฉพาะ (Specific Level ) โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลอย่างละเอียดเกี่ยวกับความสามารถของนักเรียนเพื่อทราบจุดที่ควรพัฒนาของนักเรียนในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เครื่องมือที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นแบบทดสอบที่มีเนื้อหาเฉพาะเจาะจงในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง การวินิจฉัยแบบวิเคราะห์มักดำเนินการภายหลังจากการวินิจฉัยแบบทั่วไป เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีรายละเอียดที่ลึกซึ้งมากขึ้น

**3. การวินิจฉัยแบบคลินิก (Clinical Diagnosis)** เป็นการวินิจฉัยระดับละเอียดลึกซึ้ง (Intensive Level) เพื่อให้เห็นถึงสาเหตุของปัญหา หรือจุดที่ควรพัฒนาที่พบในตัวนักเรียนซึ่งมีความซับซ้อน การใช้ข้อมูลจากแหล่งใดแหล่งหนึ่งเพียงแหล่งเดียวจึงไม่พอ จำเป็นต้องใช้ข้อมูลจากหลายแหล่งประกอบกัน เช่น การใช้ข้อมูลจากแบบทดสอบ ประกอบการสัมภาษณ์ การสังเกต การศึกษาสภาพครอบครัว เป็นต้น

## 2.2 รูปแบบและวิธีการประเมินเพื่อวินิจฉัย

จากการศึกษาพบว่ารูปแบบของการวินิจฉัย สามารถจำแนกได้เป็น 2 ประเภท (วลี สมสมัย, 2539 ; ศิริเดช สุชีวะ, 2537 ; ดวงเดือน อ่อนน่วม, 2533 ) ดังนี้

**1) การวินิจฉัยที่ไม่เป็นทางการ (informal diagnosis )** เป็นการค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียนด้วยวิธีง่าย ๆ ไม่มีแบบแผนที่แน่นอน วิธีการที่ใช้ได้แก่ การสังเกต การสอบถาม การสัมภาษณ์ การตรวจผลงาน

**2) การวินิจฉัยที่เป็นทางการ (formal diagnosis)** เป็นการค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียนโดยวิธีการที่สร้างขึ้นมาอย่างเป็นระบบและมีแบบแผน วิธีการที่ใช้ ได้แก่ การใช้แบบทดสอบวินิจฉัย หรือการวินิจฉัยจากแบบแผนตอบข้อสอบ โดยใช้ดัชนีบ่งชี้ความผิดปกติของแบบแผนการตอบข้อสอบ การใช้วิธีการ Rule space หรือการใช้การย้อนรอยกระบวนการคิด เป็นต้น

วิธีการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แบ่งได้เป็น 2 วิธีการ ได้แก่ การวินิจฉัยอย่างไม่เป็นทางการ และการวินิจฉัยอย่างเป็นทางการ โดยในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยสนใจการการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัย จึงได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่าแบบสอบวินิจฉัยถือเป็นเครื่องมือที่นิยมใช้กันมาก ในการศึกษามโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน จากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ สามารถสรุปได้ว่ารูปแบบของแบบสอบวินิจฉัยที่นิยมสร้างสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ แบบเลือกตอบ แบบเติมคำตอบ และแบบสองระดับ โดยแบบเลือกตอบและเติมคำตอบมีลักษณะและวิธีการสร้างแบบสอบที่คล้ายคลึงกันเป็นรูปแบบที่นิยมนำมาสร้างเป็นส่วนมาก นับเป็นรูปแบบประเพณีนิยม (Traditional Diagnostic Test) นอกจากนี้ยังพบรูปแบบเลือกตอบสองระดับ (Two-tier diagnostic test) ที่มักพบในงานวิจัยแถบเอเชียตะวันออก เช่น ไต้หวัน เกาหลี เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันมีการพัฒนาเป็นแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ (Three-tier diagnostic test) ที่ผู้วิจัยสนใจเพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน พบได้ในงานวิจัยแถบยุโรป ประเทศอเมริกา อังกฤษ เนื่องจากเป็นการพัฒนารูปแบบของแบบสอบที่มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

### 2.3 ความหมายของแบบสอบวินิจฉัย

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบวินิจฉัย พบว่ามีนักการศึกษาได้ให้ความหมายเกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

Adams and Torgerson (1964) กล่าวว่าแบบสอบวินิจฉัย เป็นแบบสอบที่ชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่อง และสาเหตุของความบกพร่อง โดยไม่ให้ความสำคัญในด้านคะแนนรวม แต่จะเน้นรูปแบบของคำตอบเป็นสำคัญ ผลของการสอบจะทำให้ทราบว่า นักเรียนคนใดมีปัญหา หรือบกพร่องในเรื่องใด เช่นเดียวกับ Eble (1965) , Karmel (1966) และ ศิริเดช สุชีวะ (2537) ได้ให้คำจำกัดความของแบบสอบวินิจฉัยว่าเป็นแบบสอบที่ใช้สำหรับค้นหาจุดอ่อน จุดเด่น และจุดด้อยของนักเรียนทั้งในด้านวิชาการและทางด้านจิตใจ เพื่อแยกนักเรียนว่ามีความสามารถดีและด้อยในเรื่องใด และหาสาเหตุว่านักเรียนมีผลการเรียนด้อยเนื่องมาจากเหตุใด และบอกชนิดของจุดอ่อนนั้นด้วยหรือข้อบกพร่องในการเรียนวิชาต่างๆ ของนักเรียน เช่น การอ่าน และเลขคณิต เป็นต้น แบบสอบนี้จะสนใจคะแนนในแต่ละข้อ หรือสนใจคะแนนของกลุ่มเล็กๆ ที่ทดสอบในแบบสอบที่คล้ายๆกัน แบบสอบวินิจฉัยนี้ นอกจากจะเป็นประโยชน์ทางวิชาการแล้ว ยังเป็นประโยชน์ในการตรวจสอบความผิดปกติทางด้านร่างกายและทางจิตใจของนักเรียนด้วย

Brown (1970) และ Singha (1974) ได้กล่าวว่า แบบสอบวินิจฉัยยังมุ่งเน้นในการสอนซ่อมเสริมและให้การแนะแนว ดังนั้นแบบสอบประเภทนี้จึงจำเป็นต้องมีขั้นตอนการคิดและวิธีการมาก แบบสอบควรเป็นแบบสอบที่ง่าย และไม่จำกัดเวลา การสุ่มเนื้อหาจึงจำเป็นต้องละเอียดมาก สอดคล้องกับ Payne (1968) ที่กล่าวว่า แบบสอบวินิจฉัยเป็นแบบสอบที่สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของหลักสูตรและจุดมุ่งหมายของการสอน ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบที่ได้จากการวิเคราะห์รายละเอียดของเนื้อหา และครอบคลุมลำดับขั้นในการเรียนรู้เรื่องนั้น อีกทั้งเป็นข้อสอบที่จะช่วยชี้แนวทางในการแก้ไขข้อบกพร่องว่าควรแก้ที่จุดใด

Gronlund (1990) และ Gipps (1995) ได้กล่าวว่า แบบสอบวินิจฉัย เป็นการประเมินเพื่อค้นหาสาเหตุของปัญหาในการเรียนรู้ที่มีอยู่ของผู้เรียน การระบุปัญหาเฉพาะที่มีต่อความคิดหรือทักษะของนักเรียนแต่ละบุคคล และใช้ในการวางแผนแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนรู้สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บุญชม ศรีสะอาด (2523) กล่าวว่าแบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นและนำไปทดสอบกับนักเรียนเพื่อให้เห็นถึงข้อบกพร่องที่เป็นปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนเรื่องหนึ่ง ๆ ของ

นักเรียนแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อครูและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทั้งหลายจะได้ร่วมมือเพื่อที่จะหาทางแก้ไขได้ตรงจุดมากยิ่งขึ้น อันจะสามารถทำให้ช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาหรืออุปสรรคในการเรียนหรือเกิดการเรียนรู้ได้เหมือนคนอื่น สอดคล้องกับ สมณี กัททิตยณี (2553) ที่กล่าวว่าแบบสอบวินิจฉัยเป็นแบบที่ใช้ในการวัดผลเพื่อค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียนที่มีปัญหาว่า ยังไม่เกิดการเรียนรู้ตรงจุดใดเพื่อหาทางช่วยเหลือ ที่จะช่วยให้นักเรียนเจริญงอกงามบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ ช่วยให้ครูสามารถซ่อมเสริมได้ถูกต้อง โดย ชีรรัตน์ นาชัยฤทธิ์ (2550) กล่าวว่าแบบทดสอบ วินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่ได้จากการวิเคราะห์เนื้อหา อย่างละเอียดและมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาสูง แยกออกเป็นฉบับย่อย ๆ หลายฉบับ โดยแต่ละฉบับวัด เนื้อหาย่อยอย่างเดียวกัน สอดคล้องกับ กรมวิชาการ (2539: 2) ได้ให้ความหมายแบบทดสอบวินิจฉัยว่า เป็นแบบทดสอบที่ใช้ค้นหาความบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล ผลจากการตอบแบบสอบสามารถบอกได้ว่านักเรียนบกพร่องในทักษะจุดใดรวมทั้งบอกสาเหตุของความบกพร่องนั้น ข้อบกพร่องอาจเป็นความบกพร่องของนักเรียนหรือของครูผู้สอนก็ได้ บางโอกาสอาจเจอจุดเด่นหรือความสามารถพิเศษของผู้เรียนก็ได้ ผลการวินิจฉัยนำมาเพื่อการแก้ไขและส่งเสริมการเรียนของนักเรียนให้ถูกต้องและตรงจุด ตลอดจนปรับปรุงการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ทั้งนี้จะใช้แบบสอบในระหว่างการเรียนการสอนในหน่วยบทเรียนนั้นๆ

นอกจากนี้ เยาวดี วิบูลย์ศรี (2549) , ศิริชัย กาญจนวาสี (2548) และกฤษรัตน์ วิทยาเวช (2551) กล่าวในลักษณะที่สอดคล้องกัน ว่า แบบสอบวินิจฉัย เป็นแบบสอบผลสัมฤทธิ์ที่ทำหน้าที่ในการวินิจฉัยเกี่ยวกับจุดเด่นและจุดด้อยขององค์ประกอบทางด้านทักษะต่างๆ ของนักเรียน สามารถแบ่งออกเป็นแบบสอบชุดย่อยๆ ได้อีก คะแนนจากแบบสอบยังแยกตามองค์ประกอบที่สำคัญของแต่ละองค์ประกอบ คะแนนที่ได้จากแต่ละองค์ประกอบของแบบสอบวินิจฉัยดังกล่าว จะช่วยให้นักจิตวิทยาหรือครูสามารถที่จะตัดสินใจได้ว่า อะไรคือจุดบกพร่องของผู้สอบซึ่งจะช่วยให้สามารถสอนเสริมในส่วนของเนื้อหาวิชาหรือทักษะที่ยังขาดอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการสังเคราะห์สาระสำคัญเกี่ยวกับความหมายของแบบสอบวินิจฉัยสามารถสรุปได้ว่าแบบสอบวินิจฉัย คือ แบบสอบที่ใช้ค้นหาข้อบกพร่องทางการเรียนในรายวิชาต่างๆ และความสามารถพิเศษของนักเรียน สามารถวิเคราะห์จุดเด่น และจุดด้อยของนักเรียน ใช้ระหว่างการเรียนการสอน ให้ครูได้ใช้เป็นสารสนเทศในการปรับปรุงการเรียนการสอน นำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องเหล่านั้นได้อย่างตรงประเด็นและมีประสิทธิภาพ

จะเห็นได้ว่าแบบสอบวินิจฉัยเป็นแบบสอบที่สร้างขึ้นโดยมีจุดประสงค์เฉพาะ ซึ่งมีลักษณะของแบบสอบแตกต่างจากแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยทั่วไป สามารถนำเสนอลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยในหัวข้อถัดไป

## 2.4 ลักษณะของแบบสอบวินิจฉัย

นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึง ลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

บลูม (Bloom. 1971 : 91 -92) และสิงห์ (Singha. 1974 : 200 - 202) มีความคิดเห็นเกี่ยวกับลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยเช่นเดียวกันในข้อที่ว่า แบบสอบวินิจฉัยเป็นข้อสอบที่ง่าย โดยบลูมกำหนดค่าความยาก (P) ตั้งแต่ 0.65 ขึ้นไป นอกจากนี้สิงห์ยังได้เน้นว่า แบบสอบวินิจฉัยจะต้องวัดเนื้อหาเฉพาะเจาะจง ครอบคลุมองค์ประกอบ และจุดมุ่งหมายของแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้ แต่ไม่กำหนดเวลาในการสอบ ซึ่ง บุญชม ศรีสะอาด (2523 : 10 - 11) มีความคิดเห็นสอดคล้องในเรื่องกำหนดเวลา โดยกล่าวว่าแบบสอบวินิจฉัยมักเป็นแบบสอบที่ไม่เร่งรัดเวลาในการทำ ส่วนเมห์เนส์ และ เลห์มาน (Mehrens and Lehmann. 1973 : 462 - 464) นั้นกล่าวทำนองเดียวกับสิงห์ว่า แบบสอบย่อยที่วัดทักษะต่างๆ แต่ละฉบับจะต้องวัดเฉพาะเจาะจงเพียงด้านเดียว และ อัดัมส์ และทอร์เจอร์สัน (Adams and Torgerson. 1964 - 782) ได้กล่าวถึง ลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. แบบสอบวินิจฉัยจะแยกออกเป็นแบบสอบย่อยๆ (Subtests) เพื่อวัดทักษะเฉพาะอย่างของการเรียนวิชาต่างๆ และจะต้องกำหนดเกณฑ์ขั้นต่ำในการวินิจฉัยที่เหมาะสมกับความบกพร่องแต่ละชนิด
2. แบบสอบย่อยแต่ละฉบับ จะต้องมีความยาวพอดีที่จะวัดความสามารถของแต่ละบุคคลได้อย่างมีความเที่ยง
3. ปกติแบบทดสอบวินิจฉัยจะใช้กับนักเรียนที่มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ ดังนั้นข้อสอบส่วนใหญ่จึงมีจำนวนข้อมาก และเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย
4. เกณฑ์ปกติ (Norm) ไม่มีความสำคัญในแบบสอบวินิจฉัย เพราะว่าจุดประสงค์ที่สำคัญที่สุดของแบบสอบวินิจฉัย คือ เพื่อที่จะค้นหาว่าสิ่งใดที่นักเรียนไม่สามารถจะทำได้ และมีสาเหตุใดมากกว่าที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน

อาห์แมนน์ และคล็อค (Ahmann and Clock. 1967: 364 -365) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. แบบสอบวินิจฉัยเน้นความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นสำคัญ
2. เกณฑ์ปกติ ไม่มีความสำคัญในแบบสอบวินิจฉัย
3. แบบสอบวินิจฉัยประกอบด้วยกลุ่มข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายข้อ แล้วรวบรวมข้อสอบที่เป็นปัญหา ซึ่งเกิดขึ้นกับนักเรียนจำนวนมากไว้ เพื่อค้นหาจุดบกพร่องต่อไป
4. แบบสอบวินิจฉัยมักใช้เพื่อแก้ไขปัญหาทางการเรียนให้กับนักเรียนที่มีคะแนนต่ำจากแบบสอบเพื่อสำรวจ (Survey Test)

บลูม (Bloom. 1971 : 91 - 92) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. แบบสอบวินิจฉัยใช้สำหรับชี้ให้เห็นถึงความบกพร่องในทักษะพื้นฐาน และระดับความรู้ของนักเรียน นอกจากนี้ยังเป็นประโยชน์ต่อครูในด้านการปรับปรุงการสอน และการค้นหาสาเหตุของความบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน เพื่อทำการสอนซ่อมเสริมในจุดบกพร่องที่เกิดขึ้นซ้ำๆ กัน ของนักเรียนจำนวนมาก
2. ใช้เมื่อนักเรียนได้เรียนบทเรียนแต่ละบทเสร็จสิ้นแล้ว
3. สามารถประเมินผลได้ทั้งด้านความรู้ ด้านอารมณ์ และด้านทักษะต่างๆ
4. แบบสอบวินิจฉัยประกอบด้วยกลุ่มข้อสอบจำนวนมากๆ และเป็นข้อสอบที่ง่ายโดยมีระดับความยากตั้งแต่ 0.64 ขึ้นไป
5. การให้คะแนนสามารถประเมินผลได้ทั้งแบบอิงกลุ่ม และอิงเกณฑ์
6. วิธีการรายงานคะแนนจะอยู่ในรูปเส้นภาพ (Profile) ของคะแนนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละทักษะย่อยๆ

สิงห์ (Singha. 1974 : 200 204) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. ต้องมีการวิเคราะห์ และสุ่มเนื้อหาอย่างระมัดระวัง
2. คำถามจะมีจำนวนข้อหลายๆ ที่ครอบคลุมจุดประสงค์ทางการเรียนรู้ที่ต้องการทดสอบ
3. คำถามมักเป็นคำถามที่ค่อนข้างง่าย

4. จัดแยกคำถามไว้เป็นพวงๆ ในแบบสอบย่อย ซึ่งประกอบไปด้วยกลุ่มข้อสอบที่วัดในแต่ละจุดประสงค์ของการเรียนรู้ โดยจะมีการวิเคราะห์คะแนนในแต่ละส่วนของแบบสอบย่อย

5. ไม่มีการสร้างเกณฑ์ปกติ เพราะแบบสอบต้องการที่จะค้นหาจุดอ่อน หรือจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลมากกว่าที่จะเปรียบเทียบ

กรอนลัน (Gronlund. 1976: 139) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ว่ามีลักษณะดังนี้

1. มีจุดมุ่งหมายที่ชี้ให้เห็นถึงจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล
2. ประกอบด้วยกลุ่มข้อสอบจำนวนมาก ซึ่งมีความเกี่ยวข้องกันในแต่ละขอบเขตของเนื้อหาวิชาที่สอบ
3. คะแนนรวมจากแบบสอบ มีความสำคัญน้อยกว่าการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนเป็นรายข้อ
4. ข้อสอบมักเป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย

โชติ เพชรชื่น (2544: 7) ได้กล่าวถึงลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ ดังนี้

1. มุ่งวัดความสามารถหรือทักษะในเรื่องหนึ่งเป็นการเฉพาะ
2. แบ่งเป็นส่วนๆ หรือเป็นฉบับย่อยๆ การแบ่งเป็นส่วนหรือฉบับย่อยขึ้นอยู่กับลักษณะความสามารถหรือทักษะแต่ละอย่าง ซึ่งมีองค์ประกอบไม่เหมือนกัน
3. จำนวนข้อสอบในแต่ละส่วน หรือในฉบับย่อยมีจำนวนข้อมากพอที่จะวัดความสามารถหรือทักษะย่อยได้ด้วยความมั่นใจ
4. มีเกณฑ์คะแนนขั้นต่ำไว้สำหรับเทียบ เพื่ออธิบายถึงความบกพร่องแต่ละความสามารถและทักษะ
5. เน้นความตรงเชิงเนื้อหาเป็นสำคัญ
6. ตรวจคำตอบแยกเป็นส่วน ๆ หรือแยกแต่ละทักษะย่อยของนักเรียนเป็นรายบุคคล

ธีรรัตน์ นาชัยฤทธิ์ (2550 : 21) ลักษณะที่สำคัญของแบบทดสอบวินิจฉัย มีดังนี้

1. วัดได้ทั้งแบบอิงเกณฑ์ และแบบอิงกลุ่ม
2. เกณฑ์ปกติ (Norm) ไม่มีความสำคัญ
3. เน้นความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นหลัก
4. เป็นข้อสอบที่ง่ายและมีข้อสอบจำนวนมากข้อ
5. แยกเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ หลายฉบับ เพื่อวัดทักษะเฉพาะอย่าง
6. ควรเป็นข้อสอบที่ไม่จำกัดเวลาในการตอบ (Power test )
7. ใช้กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำและชี้ให้เห็นจุดบกพร่องของนักเรียนเพื่อ

ปรับปรุงการเรียนการสอน

สุชาติ สิริมินนนท์ (2542:12) ลักษณะที่สำคัญของแบบทดสอบวินิจฉัย มีดังนี้

1. เน้นความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity)
2. สร้างจากหลักฐานการวิเคราะห์ทักษะและข้อบกพร่องที่มักเกิดขึ้นกับนักเรียน
3. ข้อสอบแต่ละข้อได้มาจากการรวบรวมและวิเคราะห์จากคำตอบที่มีปัญหาของนักเรียน

ส่วนใหญ่ จึงสามารถบ่งบอกสาเหตุของการตอบผิดได้

4. แยกเป็นแบบทดสอบย่อย ๆ หลายฉบับ แต่ละฉบับวัดทักษะเฉพาะอย่าง
5. ในแต่ละฉบับย่อยจะมีข้อสอบมากข้อซึ่งวัดในทักษะเดียวกัน เพื่อให้สามารถจำแนก

นักเรียนที่มีความบกพร่องได้ชัดเจน

6. เป็นข้อสอบที่ค่อนข้างง่าย มีค่าความยากตั้งแต่ .65 ขึ้นไป มักใช้กับนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนต่ำ

7. ใช้ทดสอบระหว่างการเรียนการสอน
8. มีลักษณะเป็นแบบทดสอบประดมพลัง ( Power Test )
9. การให้คะแนนแยกเป็นด้านๆ เพื่อค้นหาข้อบกพร่อง และไม่สนใจคะแนนรวมของนักเรียน

แต่ละคน

10. ไม่มีการสร้างเกณฑ์ปกติ เพราะจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาความบกพร่องในการเรียนของ

นักเรียนเป็นรายบุคคล



ตารางที่ 2.1 การสังเคราะห์สาระสำคัญเกี่ยวกับลักษณะแบบทดสอบวินิจฉัย

ชื่อนักการศึกษา	เป็นแบบทดสอบย่อย เพื่อวัดทักษะเฉพาะอย่าง	มีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ไขปัญหาทางการเรียนให้แก่นักเรียนที่มีคะแนนต่ำ ประโยชน์ต่อครูผู้สอนในด้านการปรับปรุงการสอน	แบบสอบมีความยาวเหมาะสมพอดี มีความเที่ยง	มีจำนวนข้อมากมาย ครอบคลุมจุดประสงค์	ไม่จำเป็นต้องสร้างเกณฑ์ปกติ แต่ต้องมีเกณฑ์ขั้นต่ำ สามารถประเมินผลในระบบอิงกลุ่ม และอิงเกณฑ์	เน้นความตรงเชิงเนื้อหา	สามารถประเมินผลด้านความรู้ อารมณ์ และทักษะต่างๆ	เกิดจากการวิเคราะห์คำตอบของผู้เรียนเป็นรายข้อ แล้วรวบรวมข้อสอบที่เป็นปัญหา
Adams and Torgerson (1964)	/	/	/	/	/			
Ahmann and Clock(1967)		/			/	/		/
Bloom (1971)		/		/	/		/	
Singha (1974)	/			/	/			
Gronlund (1976)		/		/				/
โชติ (2544)	/	/		/	/	/		
ธีรรัตน์ (2550)	/	/		/	/	/		
สุชาติ (2542)	/		/	/		/		/

จากลักษณะของแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียน ที่กล่าวข้างต้นนั้น ผู้วิจัยได้สรุปลักษณะที่สำคัญของแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องในการเรียนดังนี้

1. เป็นแบบทดสอบที่แยกออกเป็นฉบับย่อย ๆ หลายฉบับ แต่ละฉบับย่อยวัดวัดทักษะใดทักษะหนึ่ง โดยเฉพาะที่แตกต่างกัน ซึ่งมีจุดมุ่งหมายที่จะทดสอบให้ครอบคลุมถึงเนื้อหา และพฤติกรรมที่สำคัญๆ ทำให้วินิจฉัยได้ว่านักเรียนมีความบกพร่องในด้านใด และมีสาเหตุใด เพื่อจะได้ช่วยแก้ไขความบกพร่องนั้นได้ตรงจุด

2. เนื้อหาที่ต้องการวัดจะต้องสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้ในหลักสูตร
3. เป็นแบบทดสอบที่เน้นความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) เป็นสำคัญ ดังนั้นการวิเคราะห์ และการสุ่มเนื้อหาต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ
4. ควรสร้างแบบสอบเพื่อสำรวจ (Survey test) ขึ้นมาก่อน เพื่อนำผลการสอบจากแบบสอบนี้ไปเลือกใช้แบบสอบวินิจฉัยเฉพาะเรื่อง เฉพาะตอน ได้ตรงยิ่งขึ้น
5. ข้อสอบแต่ละข้อในแบบสอบวินิจฉัย สามารถสืบค้นหาสาเหตุของการตอบข้อสอบผิดได้ หรือสาเหตุของข้อบกพร่องของการตอบผิดได้
6. เวลาที่ให้ทำแบบสอบ ต้องให้เวลากับนักเรียนอย่างเพียงพอ จนกระทั่งนักเรียนทำเสร็จ หรือนักเรียนบอกว่าทำไม่ได้ ทั้งนี้เพราะแบบสอบนี้มุ่งค้นหาข้อบกพร่องของนักเรียน และการใช้แบบสอบนี้ใช้สอบเมื่อเรียนแต่ละบทเสร็จสิ้นแล้ว
7. ไม่จำเป็นต้องสร้างเกณฑ์ปกติ เพราะมีจุดมุ่งหมายเพื่อค้นหาจุดบกพร่องในการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคล แต่ต้องมีเกณฑ์ขั้นต่ำที่ใช้ในการวินิจฉัยนักเรียนว่ามีความบกพร่องหรือไม่ ถ้าหากจะประเมินผลในระบบอิงกลุ่มก็สามารถหาได้
8. คะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคนจะมีความสำคัญน้อยกว่าการวิเคราะห์คำตอบของนักเรียนรายข้อ

## 2.5 ประเภทของแบบสอบวินิจฉัย

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ พบว่า แบบสอบวินิจฉัยที่นิยมสร้าง คือ แบบสอบแบบเลือกตอบ แบบเติมคำตอบ แบบสองระดับ และแบบสามระดับ ซึ่งแบบสอบแบบเลือกตอบและแบบเติมคำตอบมีลักษณะและวิธีการสร้างที่คล้ายคลึงกัน เป็นรูปแบบที่นิยมนำมาสร้างส่วนมาก จึงเรียนว่าเป็นแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม นอกจากนี้ยังมีการพัฒนาการสร้างแบบสอบเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการวินิจฉัยเพิ่มมากขึ้น ได้แก่ แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับ และสามระดับ ตามลำดับ

**แบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม** หมายถึง แบบสอบที่ใช้สำหรับค้นหาข้อบกพร่องและมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนเป็นรายบุคคล ผลการตอบแบบสอบวินิจฉัยสามารถบอกได้ว่านักเรียนบกพร่องในทักษะจุดใด และสาเหตุของความบกพร่องนั้น ข้อบกพร่องอาจเป็นความบกพร่องของนักเรียน หรือของครูผู้สอนก็ได้ ผลการวินิจฉัยนำมาเพื่อการแก้ไขและส่งเสริมการเรียนของ

นักเรียนได้ถูกต้องและตรงจุด ตลอดจนปรับปรุงการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น (วนิดา ภูเอี่ยม, 2550)

### ลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม

แบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม มีลักษณะที่เฉพาะถึงแม้ว่ารูปแบบส่วนใหญ่เป็นแบบเลือกตอบแต่ตัวเลือกทุกตัวเป็นตัวแทนของแบบแผนการคิดในรายวิชานั้น โดยมีผู้ระบุลักษณะแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยมไว้อย่างหลากหลาย เช่น สุดารัตน์ มนต์นิมิต (2545) , ศิริเดช สุชีวะ (2537), สุเทพ สันติวรานนท์ (2533) โชติ เพชรชื้อ (2544 ) ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

1. ต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์ของหลักสูตรและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. สร้างจากรากฐานของการวิเคราะห์ทักษะเฉพาะที่ส่งผลให้นักเรียนได้สำเร็จ และจากการศึกษาข้อผิดพลาด หรือความบกพร่องที่มักเกิดขึ้นกับนักเรียน
3. ใช้สำหรับค้นหาจุดบกพร่องในเนื้อหา ทักษะพื้นฐานที่จำเป็น เพื่อคัดแยกผู้เรียนเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน
4. มีการวิเคราะห์เนื้อหา ประกอบด้วยข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์คำตอบ (ระบุสาเหตุที่เลือกตอบ) ของนักเรียนแล้วรวบรวมส่วนที่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียนจำนวนมาก ๆไว้เพื่อหาจุดบกพร่องต่อไป
5. ประกอบด้วยข้อสอบที่เกิดจากการวิเคราะห์คำตอบ (ระบุสาเหตุที่เลือกตอบ) ของนักเรียนแล้วรวบรวมส่วนที่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับนักเรียนจำนวนมาก ๆไว้เพื่อค้นหาจุดบกพร่อง

### ลักษณะแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ

จากการศึกษาลักษณะของแบบสอบวินิจฉัย พบว่า ลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ (Two-tier diagnostic test) มีความแตกต่างจากแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยม อย่างเห็นได้ชัด คือเป็นแบบสอบประกอบด้วย 2 ระดับ โดยระดับแรกจะประกอบด้วย คำถามและคำตอบแบบเลือกตอบ ในระดับที่สองจะให้ผู้เรียนได้ใส่เหตุผลของการตอบในระดับแรก (Treagust , 1985 อ้างถึงใน Chung-Chin Chen and Ming – Liang Lin,2001) ซึ่งแบบสอบทั้งสองแบบคือแบบสอบวินิจฉัยประเพณีนิยมและแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ เป็นแบบสอบที่มุ่งวัดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียนเหมือนกัน

การสร้างแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ พบว่า มีผู้ที่เสนอแนวทางการสร้างสำคัญ คือ Jing-Ru Wang (2001) โดยอธิบายขั้นตอนการ

สร้าง สรุปได้ดังนี้ ชั้นแรกสามารถแบ่งการสร้างเป็น 3 ส่วน คือ 1) จำกัดนิยามเนื้อหาที่จะสอบ 2) ระบุความคลาดเคลื่อนทางมโนทัศน์ของนักเรียน 3) พัฒนาเครื่องมือ โดยทั้ง 3 ส่วนสามารถแบ่งขั้นตอนย่อยได้เป็น 14 ขั้นตอน ดังนี้

#### 1. จำกัดนิยามเนื้อหาที่จะสอบ (ขั้นที่ 1-5)

1. ศึกษาเนื้อหาและวิธีการสอนเกี่ยวกับเรื่องที่ต้องการสร้างแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ
2. ระบุค่านิยมหรือสิ่งสำคัญในเนื้อหานั้นๆ
3. พัฒนาให้เป็นแผนภาพมโนทัศน์
4. ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างค่านิยมกับแผนภาพมโนทัศน์
5. ตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา

#### 2. ระบุความคลาดเคลื่อนทางมโนทัศน์ของนักเรียน (ขั้นที่ 6-9)

6. ตรวจสอบความสัมพันธ์กับเนื้อหาหรืองานวิจัย
7. ฝึกครูให้มีทักษะการวินิจฉัย
8. สัมภาษณ์เพื่อเป็นสื่อ นำให้ทราบมโนทัศน์ที่ผิดพลาด
9. พัฒนาแบบทดสอบแบบหลายตัวเลือกประกอบด้วยคำถามและตัวเลือก

#### 3. พัฒนาเครื่องมือ

10. พัฒนาเป็นแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ
11. ออกแบบตัวบ่งชี้หรือคำตอบที่ถูกต้อง
12. ผ่านการรับรองให้เป็นเครื่องมือ
13. นำไปทดลองใช้
14. นำไปวิเคราะห์ทางสถิติ

#### ลักษณะแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ

จากการศึกษาลักษณะของแบบสอบวินิจฉัย พบว่า ลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยสามระดับ (Three-tier diagnostic test) มีความคล้ายคลึงกับแบบสอบวินิจฉัยสองระดับ (Two-tier diagnostic test) แต่จะแตกต่างในระดับที่สาม จะเป็นคำถามเพื่อยืนยันความเชื่อมั่นของคำตอบ เพื่อบ่งชี้มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ช่วยลดปัญหาการเดาคำตอบ และทำให้ผลการวิจัยมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Harika Ozge Arslan , Ceyhan Cigdemoglu, 2012) แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ เป็นแบบสอบที่จะต้องมีความเที่ยงสูง แต่ยังคงมีข้อจำกัดขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ของวิชานั้นๆ

ซึ่งการสร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามารถมีขั้นตอนที่ค่อนข้างยุ่งยาก แต่มีประสิทธิภาพในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนสูง ตามที่ Harika Ozge Arslan (2012) ได้ทำการสร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสำหรับวัด มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนิสิตฝึกสอน เรื่อง Global Warming, Greenhouse Effect, Ozone Layer Depletion, and Acid Rain พบว่าการใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบสามารถ ทำให้ศึกษาเข้าใจเรื่อง บรรยากาศที่ส่งผลต่อปัญหาสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น จากการวิจัยสามารถจำแนกผู้สอบได้เป็น 4 ประเภท คือ 1. ผู้ที่มีความรู้ 2. ผู้ที่เดาเก่ง 3. ผู้ที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ เชิงบวก และเชิงลบ 4. ผู้ที่ขาดความรู้ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับข้อสอบแบบเลือกตอบ 2 ระดับ พบว่า 1. แบบเลือกตอบสามารถมีแบบสอบมีความเกี่ยวข้องของคะแนน ระดับคะแนน และความมั่นใจในการตอบคำถามในแต่ละข้อ ทั้งนี้ทั้งนั้นผู้ที่ขาดความรู้ กับผู้ที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้นมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน คือ ความเข้าใจทางความคิด การแก้ไขจุดบกพร่องในการเรียนการสอน ซึ่งการแก้ไขดังกล่าวจำเป็นต้องใช้กลยุทธ์ในการจัดการเรียนการสอนที่พิเศษมากกว่าการเรียนการสอนแบบปกติ สืบเนื่องจากการมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนนั้นลงรากฐานมานาน ยากที่จะเปลี่ยนแปลง 2.แบบสอบสามารถแยกผู้ที่ตอบผิดทางบวก (ตอบถูกเหตุผลผิด) และทางลบ (ตอบผิดเหตุผลถูก) โดยไม่ ต้องทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติม 3. ช่วยในการเปรียบเทียบแบบสอบแต่ละระดับ โดยทดสอบกับนักเรียน 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และกลุ่มที่มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง เป็นการพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนในอนาคตของนิสิตฝึกสอน (Appleton & Kindt, 1999) กล่าวว่าทุกๆคนมีความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์อย่างจำกัด ทำให้ในบางครั้งจึงไม่มีความมั่นใจในความสามารถของตน ส่งผลให้ครูผู้สอนวิทยาศาสตร์ได้ไม่ดีเท่าที่ควร เพราะเน้นการสอนแบบเก่า (การท่องจำ) หรือที่แย่ไปกว่านั้นคือการไม่สอน ข้ามเนื้อหาในส่วนนั้นไป แต่การทดสอบความรู้ของครูผู้สอนโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามารถจะช่วยพัฒนาการสอนของครูให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับ Ayla Cetin – Dindar (2011)

จากการศึกษาลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยทั้ง 3 รูปแบบ คือ แบบประเพณีนิยม แบบเลือกตอบสองระดับ และแบบเลือกตอบสามารถ จะเห็นได้ว่าทั้งสามรูปแบบจะมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ซึ่งทั้งสามรูปแบบมีข้อจำกัดในการเลือกใช้ที่แตกต่างกัน โดยแบบเลือกตอบสองระดับนั้นถูกพัฒนามาจากแบบประเพณีนิยม จากงานวิจัยจะเห็นได้ว่าแบบสอบนั้นสามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้โดยสามารถช่วยลดปัญหาการเดาคำตอบของนักเรียน และแบบสอบวินิจฉัยแบบ

เลือกตอบแบบสามระดับนั้นถูกพัฒนาจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสองระดับ ซึ่งเป็นแบบสอบที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อพัฒนาความตรงและความเที่ยงของแบบสอบ เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน และวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของผู้เรียน

## 2.6 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบวินิจฉัย

แบบสอบวินิจฉัยเป็นแบบสอบที่มีลักษณะพิเศษที่แตกต่างจากแบบสอบทั่วไป การสร้างแบบสอบวินิจฉัยให้มีคุณภาพจำเป็นต้องมีเทคนิคและวิธีการในการสร้าง การสร้างแบบสอบวินิจฉัยนั้น มีผู้เสนอหลักเทคนิคและหลักในการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัย ไว้ดังนี้

ธอร์นไดค์ และเฮเกน (Thorndike & Hagen. 1969: 269-271) ได้เสนอแนะขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. วิเคราะห์ทักษะหรือเนื้อหาวิชาที่ต้องการทดสอบออกเป็นทักษะหรือองค์ประกอบย่อย ๆ
2. สร้างและปรับปรุงแบบทดสอบที่ใช้วัดทักษะย่อย ๆ เหล่านั้น เพื่อให้สามารถค้นหาจุดบกพร่องในแต่ละทักษะย่อย ๆ นั้นได้

Brown (1970) กล่าวว่า การสร้างแบบสอบวินิจฉัยประกอบด้วยขั้นตอนดังนี้

1. แบ่งทักษะที่ต้องการวัดออกเป็นองค์ประกอบย่อยได้ชัดเจน
2. ในแบบทดสอบย่อยแต่ละฉบับสามารถวัดองค์ประกอบของทักษะนั้นๆ ได้เพียงองค์ประกอบเดียว
3. แบบทดสอบทุกฉบับต้องวัดทักษะย่อยที่จะต้องวัดได้จริง เพราะถ้าไม่สามารถวัดได้จริงแล้ว จะไม่สามารถพิจารณาสาเหตุของความบกพร่องทางการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลได้อย่างถูกต้อง
4. คะแนนจากแบบทดสอบย่อยจะต้องกำหนดแนวทางที่เหมาะสม เพื่อให้สามารถหาวิธีการสอนซ่อมเสริมได้ตรงจุด

Singha (1974 201-202) ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยว่าคล้ายกับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทั่วๆ ไป ดังนี้

1. วางแผน
2. เขียนข้อสอบ

3. รวบรวมเป็นแบบทดสอบ
4. เขียนคู่มือการใช้แบบทดสอบ
5. เตรียมเฉลยข้อสอบ
6. วางแผนใช้แบบทดสอบ
7. ทบทวนแบบทดสอบ

สำนักทดสอบทางการศึกษา (2539 : 11) ได้กล่าวถึงแนวปฏิบัติในการสร้างและพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหา กำหนดขอบเขตของเนื้อหา และระดับพฤติกรรมอย่างละเอียด
2. สร้างตารางวิเคราะห์โครงสร้างของวิชา/รายวิชา
3. สร้างแบบสอบเพื่อสำรวจ (Survey Test)
4. เขียนจุดประสงค์การเรียนรู้/สมรรถภาพ/สมรรถภาพย่อย
5. หาแบบผิด หรือข้อบกพร่องที่คิดว่าน่าจะเกิดในขณะที่นักเรียนทำกิจกรรมหรือแบบฝึกหัด

ในแต่ละจุดประสงค์การเรียนรู้

6. เขียน Script ของข้อสอบหรือลักษณะเฉพาะของข้อสอบ (Item Specification)
7. เขียนข้อสอบตาม Script หรือ Item Specification
8. ตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบรายข้อค่าความหมายรายข้อ (IOC) ความลำเอียง (bias)
9. ทดลองสอบ หาค่าสถิติ ปรับปรุงคุณภาพข้อสอบ
10. จัดฉบับแบบสอบ ทดลองสอบหาคุณภาพของแบบสอบ
11. เขียนคู่มือการสร้าง และการพัฒนาแบบสอบ คู่มือการใช้แบบสอบและแปลความหมาย

ของคะแนน และคู่มือในการวิจัย

ประภาพรรณ มั่นสวัสดิ์ (2548: 21) ได้ออกแบบเทคนิคและวิธีการสร้างแบบสอบวินิจฉัย ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
2. ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. วิเคราะห์จุดมุ่งหมายของเนื้อหาและแบ่งเนื้อหาเป็นฉบับย่อยๆ
4. สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

5. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจความพร้อม
6. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา
7. นำไปทดลองเพื่อหาจุดบกพร่องของนักเรียน
8. นำผลที่ได้มาปรับปรุงเพื่อสร้างแบบทดสอบวินิจัย โดยใช้ผลที่ได้จากการสำรวจมาสร้างเป็น

#### ตัวลวง

9. สร้างแบบทดสอบวินิจัย
10. ทดสอบครั้งที่ 1 เพื่อวิเคราะห์ข้อสอบรายข้อ คัดเลือกและปรับปรุงข้อสอบ
11. นำไปทดสอบครั้งที่ 2 เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ
12. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบวินิจัย
13. จัดพิมพ์เป็นรูปเล่ม

สุพรรณิ ภรณ์รักษ์ดี (2541:14) ได้ออกแบบเทคนิคและวิธีการสร้างแบบสอบวินิจัย ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนในการดำเนินการสอบ
2. วิเคราะห์ทักษะและเนื้อหาออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ
3. เขียนคำถามตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้
4. สร้างแบบทดสอบเพื่อสำรวจหาข้อบกพร่องที่ไม่สัมฤทธิ์ผลตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น
5. สร้างแบบทดสอบวินิจัย ใช้คำตอบผิดที่วิเคราะห์แล้วเป็นตัวลวง
6. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้และพัฒนาให้มีคุณภาพ

บุญชม ศรีสะอาด (2535: 29) ได้ออกแบบเทคนิคและวิธีการสร้างแบบสอบวินิจัย ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ
2. ศึกษาทฤษฎี วิธีการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเทคนิคการสร้างแบบทดสอบวินิจัยและ

#### วิธีเขียนข้อสอบ

3. วิเคราะห์เนื้อหา จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. กำหนดจุดประสงค์องค์ประกอบหรือทักษะย่อยและแบบทดสอบย่อยที่จะสอบเพื่อวินิจัย
5. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเหมาะสม ในการกำหนดรายละเอียดตามขั้นตอนที่ 4
6. เขียนคำถามเพื่อสำรวจเป็นแบบเติมคำตอบ



7. นำแบบทดสอบเพื่อสำรวจไปทดสอบ
8. วิเคราะห์ค่าความยากรายข้อ
9. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยโดยใช้ผลจากขั้นที่ 8 คัดเลือก ปรับปรุงข้อสอบและสร้างตัวलगจากคำตอบผิด

10. ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาและกำหนดจุดตัด
11. ทดสอบครั้งที่ 1
12. วิเคราะห์หาค่าความยาก อำนาจจำแนกและปรับปรุงข้อสอบ
13. ทดสอบครั้งที่ 2
14. วิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบรายข้อและของแบบทดสอบ
15. จัดทำคู่มือการใช้แบบทดสอบและจัดพิมพ์แบบทดสอบเป็นรูปเล่ม

สุชาติ สิริมินนนท์ (2542:16) มีดังนี้

1. ตั้งจุดหมายและวางแผนในการดำเนินการสร้างแบบทดสอบ
2. วิเคราะห์ทักษะหรือเนื้อหาออกเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ให้ชัดเจน
3. สร้างแบบทดสอบสำรวจ โดยเขียนข้อคำถามตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้
4. นำไปสอบและวิเคราะห์คำตอบเพื่อหาสาเหตุของการไม่สัมฤทธิ์ผลตามจุดประสงค์เชิง

พฤติกรรม

5. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัย โดยใช้คำตอบที่ผิดที่วิเคราะห์แล้วเป็นตัวलग
6. นำแบบทดสอบไปใช้และพัฒนาแบบทดสอบเขียนคู่มือการใช้แบบทดสอบ

ศิริเดช สุชีวะ (2550: 259-260) ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาหรือทักษะอย่างละเอียดแล้วแบ่งออกเป็นเนื้อหาย่อยๆ
2. ศึกษาและรวบรวมสาเหตุของข้อบกพร่องทางการเรียนในเนื้อหาย่อยเหล่านั้น เพื่อนำมาสร้างเป็นตัวलगในแบบทดสอบ
3. เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์และข้อบกพร่องที่ต้องการวัดในแต่ละด้าน
4. เรียบเรียงข้อสอบไว้เป็นด้านๆ เพื่อสะดวกในการวินิจฉัย โดยในแต่ละด้านควรมีข้อสอบค่อนข้างง่ายไม่น้อยกว่า 3 ข้อ

5. ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบ แล้วนำไปทดลองใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไข
6. เขียนคู่มือและแบบแผนการวินิจฉัย

วิทยา ซ่อนขำ (2551: 22) ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. วิเคราะห์ทักษะตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือสาระสำคัญที่ต้องการทดสอบ
2. แบ่งทักษะเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือสาระสำคัญ
3. กำหนดตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถให้ครอบคลุมตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือสาระสำคัญ
4. สร้างแบบทดสอบสำรวจตามตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถ มีจำนวนข้อคำถามเพียงพอที่จะ

อธิบายถึงความบกพร่องหรือจุดด้อยของนักเรียนได้

5. นำไปทดสอบแล้วนำผลการตอบผิดมาสร้างเป็นตัวเลือกของแบบทดสอบวินิจฉัยต่อไป
6. สร้างแบบทดสอบวินิจฉัยโดยใช้ข้อคำถามจากแบบทดสอบสำรวจและสร้างตัวเลือกจาก

คำตอบที่รวบรวมจากการตอบผิดของนักเรียน

7. นำไปทดสอบแล้วนำผลมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงและหาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น
8. วิเคราะห์หาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน
9. จัดพิมพ์แบบทดสอบและคู่มือดำเนินการสอบ

ญาณัจฉรา สุตแท้ (2551: 24) ได้สรุปขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยไว้ดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนในการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย
2. วิเคราะห์เนื้อหาอย่างละเอียด แบ่งเนื้อหาออกเป็นเนื้อหาเรื่องย่อย ๆ และเขียน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้สอดคล้องกับเนื้อหานั้น

3. เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั้น
4. วิเคราะห์จุดบกพร่องของนักเรียนจากการเลือกตอบแบบทดสอบวินิจฉัย
5. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้และปรับปรุงแบบทดสอบซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนการทดสอบ

เพื่อสร้างตัวลอง ทดสอบเพื่อวิเคราะห์รายข้อและทดสอบเพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับเทคนิคการสร้างแบบสอบวินิจฉัย ผู้วิจัยทำการสังเคราะห์ สาระสำคัญเกี่ยวกับขั้นตอนการสร้างแบบสอบวินิจฉัย

ตารางที่ 2.2 การสังเคราะห์สาระสำคัญเกี่ยวกับขั้นตอนการสร้างแบบสอบวินิจัย

ชื่อนักการ ศึกษา	กำหนดจุดมุ่งหมายในการสร้างแบบทดสอบ	วิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา	แบ่งเป็นเนื้อหาย่อยๆ	เขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้	รวบรวมสาเหตุของจุดบกพร่องที่เกิดขึ้น	สร้างและนำแบบสอบสำรวจไปทดสอบ	นำมาปรับปรุงและสร้างตัวกลาง	สร้างแบบทดสอบวินิจัยให้สอดคล้องกับพฤติกรรมที่จะวัด	นำแบบทดสอบวินิจัยไปทดสอบ	นำแบบทดสอบวินิจัยที่ทดสอบแล้วไปปรับปรุง	นำแบบทดสอบวินิจัยไปตรวจสอบคุณภาพ	จัดทำคู่มือ
Thorndike & Hagen (1969)	/	/	/	/								
Singha (1974)			/					/				
Brown (1983)		/	/					/				
บุญชม (2535)	/	/		/	/	/	/	/	/		/	/
ศิริเดช (2537)		/	/	/	/			/	/	/		/
สำนักทดสอบทางการศึกษา (2539)	/	/		/	/			/	/	/	/	/
ประภาพรรณ (2548)	/	/	/			/	/	/	/	/	/	/
สุพรรณณี 2541	/	/				/				/	/	
สุชาติ (2542)	/	/				/	/	/				/
วิยดา (2551)		/	/	/		/		/	/	/		/
ญาณัจฉรา (2551)	/	/		/	/	/	/					

จากขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวินิจัยที่มีผู้เสนอแนะไว้ข้างต้นนั้น พอจะสรุปเป็นขั้นตอนในการสร้างแบบทดสอบวินิจัย ดังนี้

1. วิเคราะห์ทักษะตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือสาระสำคัญที่ต้องการทดสอบ
2. แบ่งทักษะเป็นองค์ประกอบย่อย ๆ ตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือสาระสำคัญ
3. กำหนดตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถให้ครอบคลุมตามมาตรฐานการเรียนรู้หรือสาระสำคัญ
4. สร้างแบบทดสอบสำรวจตามตัวบ่งชี้ทักษะความสามารถ มีจำนวนข้อคำถามเพียงพอที่จะอธิบายถึงความบกพร่องหรือจุดด้อยของนักเรียนได้
5. นำไปทดสอบแล้วนำผลการตอบผิดมาสร้างเป็นตัวเลือกของแบบสอบวินิจัยต่อไป
6. สร้างแบบทดสอบวินิจัยโดยใช้ข้อคำถามจากแบบทดสอบสำรวจและสร้างตัวเลือกจากคำตอบที่รวบรวมจากการตอบผิดของนักเรียน
7. นำไปทดสอบแล้วนำผลมาวิเคราะห์เพื่อปรับปรุงและหาคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างขึ้น
8. วิเคราะห์หาจุดบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน
9. จัดพิมพ์แบบทดสอบ คู่มือดำเนินการสอบ และแบบแผนการวินิจัย

### ขั้นตอนในการสร้างแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับ

การประเมินเพื่อวินิจัยสามารถทำได้หลายวิธี แต่วิธีที่นิยมใช้อีกวิธีหนึ่ง คือ การใช้แบบทดสอบเพื่อวินิจัย ซึ่งแบบสอบที่ใช้นั้นมีหลายรูปแบบ จากการศึกษาค้นคว้าพบว่ารูปแบบใหม่ที่น่าสนใจ คือแบบเลือกตอบแบบสามระดับ Treagust (1988) ได้ออกแบบการสร้างแบบสอบไว้ดังนี้

1. ศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาหรือทักษะอย่างละเอียด แล้วแบ่งออกเป็นเนื้อหาย่อย ๆ
2. ตรวจสอบโน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจากการศึกษาค้นคว้างานวิจัย การสัมภาษณ์ และการใช้แบบสอบที่เป็นคำถามปลายเปิด (open - ended questions) หรือสร้างแบบสอบสำรวจโน้ตทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยมีจำนวนข้อคำถามเพียงพอที่จะอธิบายถึงความบกพร่องหรือจุดด้อยของนักเรียนได้
3. นำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาโดยใช้ผลการตอบผิดมาสร้างเป็นตัวเลือกของแบบสอบวินิจัยสร้างแบบสอบเลือกตอบ 2 ระดับ ในขั้นแรก โดยนำข้อมูลที่ได้มาสร้างเป็นตัวลวง ซึ่งข้อสอบชุดแรกมักมีตัวเลือก 2-5 ตัวเลือก ขั้นที่สอง สร้างคำถามที่เป็นการให้เหตุผลที่อาจเป็นไปได้ในการตอบคำถามแบบ

สอบในชั้นแรก ซึ่งอาจเป็นแบบเลือกตอบ หรือการเติมคำตอบลงในช่องว่าง และขั้นที่สาม เป็นคำถามที่ยืนยันความมั่นใจในการตอบ

4. ตรวจสอบความถูกต้องของแบบสอบ ความตรงเชิงเนื้อหา และความเหมาะสมของเนื้อหา โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ
5. นำแบบทดสอบไปทดลองใช้ เพื่อปรับปรุงแก้ไข
6. ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบ

### ข้อเสนอแนะในการสร้างแบบทดสอบวินิจัย

นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ข้อเสนอแนะการสร้างแบบทดสอบวินิจัยให้มีคุณภาพไว้ดังนี้ สิงห์ (Singha. 1974: 201-202) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวินิจัย ดังนี้

1. ในกรณีที่สร้างเป็นปรนัยชนิดเลือกตอบหรือแบบตอบสั้น ๆ ควรมีจำนวนมากข้อ เพื่อที่จะครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้ที่จะทดสอบ
2. ไม่จำเป็นต้องสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Blue-print) ทั้งนี้เพราะไม่ต้องการหาความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิชาและวิธีการ
3. ไม่ต้องสร้างเกณฑ์ปกติในการวินิจัย เพราะจุดมุ่งหมายของแบบทดสอบเพื่อค้นหาจุดบกพร่องและสาเหตุมากกว่าจะเป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์
4. แบบทดสอบวินิจัยจะสร้างข้อสอบตามเนื้อหา คือเอาข้อความที่อยู่ในเนื้อหาเดียวกันเข้าไว้ด้วยกันโดยไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงความยาก
5. แบบทดสอบวินิจัยอาจสร้างเป็นแบบทดสอบมาตรฐาน (Standardized Test) หรือเป็นแบบทดสอบที่ครูสร้าง (Teacher-made Test) แต่แบบที่ครูสร้างขึ้นมักจะคุ่มค่ามากกว่าเพราะประหยัดเวลาและกำลังงานมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน

บุญชม ศรีสะอาด (2523: 10-12) ได้เสนอแนะเกี่ยวกับการสร้างแบบทดสอบวินิจัยการเรียนรู้ ดังนี้

1. การสร้างแบบทดสอบวินิจัยการเรียนรู้จะต้องครอบคลุมจุดประสงค์ในการเรียนและทักษะพื้นฐานทุกด้าน
2. แบบทดสอบวินิจัยการเรียนรู้สามารถใช้ค้นหาจุดอ่อนของการเรียนได้ และสามารถชี้ให้เห็นชนิดของความผิดพลาดได้

3. ข้อมูลที่ได้จากแบบทดสอบวินิจฉัยการเรียนรู้ สามารถใช้ประกอบการวินิจฉัยอุปสรรคหรือปัญหาของนักเรียนได้
4. เรียบเรียงข้อสอบไว้เป็นด้าน ๆ เพื่อสะดวกในการวินิจฉัย โดยในแต่ละด้าน ควรมีข้อสอบซึ่งค่อนข้างง่ายไม่น้อยกว่า 3 ข้อ
5. ตรวจสอบความถูกต้องของแบบทดสอบ แล้วนำไปใช้เพื่อปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบให้มีประสิทธิภาพ

## 2.7 ประโยชน์ของแบบสอบวินิจฉัย

ในปัจจุบันนี้ในการสร้างแบบทดสอบมีความสำคัญมากเพราะแบบทดสอบนั้นต้องมีคุณภาพและมีประโยชน์เพราะจะนำไปสู่การวัดและประเมินผลที่มีคุณภาพด้วย เราจึงเห็นว่ามีหลายท่านที่ให้ความสนใจและให้ความสำคัญในเรื่องของแบบทดสอบวินิจฉัยมากจึงพอสรุปประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยดังนี้

โชติ เพชรชื่น (2544: 10-11) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยว่ามีประโยชน์ต่อนักเรียน ครู ผู้สอน และผู้บริหารดังนี้

1. ช่วยให้นักเรียนรู้ข้อบกพร่องของตนเองโดยดูคะแนนผลการสอบแต่ละส่วนว่ามีส่วนไหนบ้างที่ได้คะแนนน้อยกว่าปกติ หรือต่ำกว่าคะแนนเกณฑ์เมื่อรู้ข้อบกพร่องหรือจุดด้อยแล้ว ก็จะได้ปรับปรุงหรือฟื้นฟูความรู้ความเข้าใจหรือฝึกทักษะในเรื่องนั้น ๆ เป็นการเฉพาะเป็นการแก้ปัญหาในส่วนของตัวนักเรียนบางคนอาจมีข้อบกพร่องเพียงจุดเดียว ด้านเดียว แต่บางคนอาจบกพร่อง หลาย ๆ จุด หลาย ๆ ด้าน ก็ได้ไม่เท่ากัน
2. ครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาสามารถช่วยเหลือนักเรียนได้ตรงจุด ทำให้ปัญหาของนักเรียนหมดไปโดยเร็วเป็นการประหยัดเวลา นอกจากนั้นยังต้องตระหนักว่าวิธีการสอนที่เคยใช้ก่อนอาจไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้สอนเสริม ควรแสวงหาหรือเลือกวิธีสอนใหม่ ซึ่งแตกต่างไปจากวิธีการสอนแบบเดิมที่เคยใช้สอนเรื่องนั้น ๆ มาก่อนแล้ว
3. ผู้บริหารโรงเรียนสามารถจัดการ สนับสนุนและอำนวยความสะดวกให้แก่ครูผู้สอนหรือครูที่ปรึกษาตลอดทั้งตัวนักเรียนเองได้ตรงประเด็นหรือตรงความต้องการ ผลที่เกิดขึ้นก็คือ ผู้เรียนบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ของหลักสูตร โชติ เพชรชื่น (2544: 10-11)

วิยะดา ช่อนคำ (2551:30-31) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของแบบทดสอบวินิจฉัยว่ามีประโยชน์  
ต่อนักเรียน ครู ผู้สอน และผู้บริหารดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่ครูใช้ในการค้นหาจุดบกพร่องการเรียนของนักเรียน  
ในแต่ละเนื้อหาย่อย ๆ ว่านักเรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาการเรียนในแต่ละตอน

2. เป็นแนวทางในการปรับปรุง แก้ไข ถึงกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เกิดจากความ  
บกพร่องของตัวครูผู้สอน

3. ผู้เรียนสามารถประเมินตนเองได้ถึงจุดบกพร่องในการเข้าใจเนื้อหาเพื่อทำความเข้าใจใน  
เนื้อหาอีกครั้ง และทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน เตรียมพร้อมในการเรียนอยู่เสมอ

โดยสรุปแล้วแบบทดสอบวินิจฉัยให้ผลประโยชน์กับผู้มีส่วนเกี่ยวข้องที่สำคัญคือ ครูและ  
นักเรียน ดังนี้

1. แบบทดสอบวินิจฉัยเป็นแบบทดสอบที่ครูใช้ในการค้นหาจุดบกพร่องการเรียนของนักเรียน  
ในแต่ละเนื้อหาย่อย ๆ ว่านักเรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาการเรียนในแต่ละตอน

2. เป็นแนวทางในการปรับปรุง แก้ไข ถึงกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่เกิดจากความ  
บกพร่องของตัวครูผู้สอน

3. ผู้เรียนสามารถประเมินตนเองได้ถึงจุดบกพร่องในการเข้าใจเนื้อหาเพื่อทำความเข้าใจใน  
เนื้อหาอีกครั้ง และทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียน เตรียมพร้อมในการเรียนอยู่เสมอ

## 2.8 ข้อจำกัดของแบบสอบวินิจฉัย

แบบสอบวินิจฉัยที่เป็นแบบสอบเลือกตอบหลายตัวเลือก สามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ที่  
คลาดเคลื่อนได้จากตัวลวงที่นักเรียนเลือก มีข้อจำกัด 2 ประการ คือ ประการแรก ครูผู้สร้าง  
แบบทดสอบวินิจฉัยต้องเป็นผู้มีประสบการณ์และมีความรู้ที่นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์ที่  
คลาดเคลื่อนแบบใด สามารถนำแบบการคิดตามมโนทัศน์ที่ผิดนั้นมาสร้างตัวลวง ครูผู้สอนที่ไม่มี  
ความรู้เรื่องดังกล่าวจะไม่สามารถสร้างแบบสอบวินิจฉัยที่ดีได้ ประการที่สองแบบสอบวินิจฉัยมีข้อจ  
กััดเนื่องจากข้อสอบแต่ละข้อบรรจุตัวลวง อันเป็นตัวแทนของแบบการคิดที่ผิดแบบต่างๆ ได้ 15  
จำนวนจำกัดเพียง 3 ถึง 4 แบบเท่านั้น ในขณะที่บางเนื้อหาสามารถวิเคราะห์แบบการคิดที่ผิดของ  
นักเรียนได้เป็นจำนวนมาก จึงไม่อาจจะมั่นใจได้ว่าการที่นักเรียนเลือกตัวลวงใดจะแสดงถึงการมีแบบ  
การคิดตามที่ระบุไว้ในแต่ละตัวลวงเสมอไป นักเรียนอาจจะมีแบบการคิดแบบอื่นที่ไม่ได้ใส่ไว้ในตัวลวง

ของข้อนั้นก็ได้นอกจากนั้นในตัวลวงเดียวกันก็สามารถจะมาจากแบบการคิดที่ผิดได้หลายแบบ จึงเป็นไปได้ยากที่จะสร้างแบบสอบวินิจฉัยชุดหนึ่งให้ครอบคลุมเนื้อหาของเรื่องนั้น และมีตัวลวงที่ครอบคลุมแบบการคิดที่ผิดของนักเรียนได้ทั้งหมด อีกทั้งการที่นักเรียนตอบถูกในบางข้อ ก็ไม่ได้หมายความว่า นักเรียนจะใช้แบบการคิดที่ถูกต้องเสมอไป เพราะแบบการคิดที่ผิดก็สามารถให้คำตอบที่ถูกต้องในบางข้อได้

### ตอนที่ 3 การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

มโนทัศน์ในส่วนนี้ศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม โมเดลทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบตามแนวทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบตามทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่ (ทฤษฎีการสรุปอ้างอิง ความน่าเชื่อถือของผลการวัด Generalizability Theory) เทคนิคการคิดออกเสียง (Think Aloud) นำเสนอตามลำดับ

#### 3.1 แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม

ตอนต้นศตวรรษที่ 20 Charle Spearman (1904, 1907, 1913 อ้างถึงใน ศิริชัย กาญจนวสี, 2548ข: 4) นักสถิติชาวอังกฤษ ได้เสนอโมเดลคะแนนจริงของการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical True Score Model) ซึ่งเป็นฐานความคิดของนักทฤษฎีการทดสอบรุ่นต่อมา เช่น Guilford 1936, Gulliksen 1950, Magnusson 1967, Lord และ Novick 1968 เป็นต้น Spearman จึงได้รับการยกย่องว่าเป็นผู้วางรากฐานทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory) ขณะเดียวกันในปี ค.ศ. 1904 Thorndike นักจิตวิทยาชาวเยอรมันได้เขียนตำราเล่มแรกของทฤษฎีการทดสอบชื่อ “An Introduction to the Theory of Mental and Social Measurement” ความพยายามดังกล่าวได้ช่วยพัฒนาการวัดและการทดสอบให้เป็นกระบวนการที่มีระบบ ช่วยให้ทฤษฎีการทดสอบเป็นที่รู้จัก และศึกษากันอย่างแพร่หลายในมหาวิทยาลัยต่างๆ (ศิริชัย กาญจนวสี, 2548ข: 4)

แนวคิดของทฤษฎีแบบดั้งเดิมนี้ กล่าวถึงการศึกษความสัมพันธ์ระหว่างคะแนน 3 ส่วน คือ คะแนนที่วัดได้หรือคะแนนที่สังเกตได้ คะแนนความสามารถที่แท้จริง และคะแนนคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการวัด ซึ่งตั้งอยู่บนพื้นฐานของสมการเชิงเส้นตรงและแบบสอบคู่ขนาน การประยุกต์ใช้ทฤษฎีดังกล่าวได้นำมาใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์คุณภาพของข้อสอบรายข้อ และแบบสอบโดยภาพรวม



อย่างไรก็ดีค่าสถิติที่ได้จากการวิเคราะห์เป็นสิ่งที่บ่งบอกถึงคุณภาพข้อสอบซึ่งเป็นค่าที่เปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับกลุ่มผู้สอบแต่ละกลุ่ม

แม้ว่าจะมีข้อจำกัดเรื่องความเป็นอิสระของกลุ่มผู้สอบ (Sample-free) และความเป็นอิสระของข้อสอบ (Item-free) แต่การวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมก็ยังคงมีส่วนช่วยในการเขียนข้อสอบอย่างมาก โดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับทฤษฎีตอบสนองข้อสอบแล้วนั้น การวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมสามารถใช้ปฏิบัติได้กับกลุ่มผู้สอบที่มีจำนวนน้อยกว่าทฤษฎีตอบสนองข้อสอบ จึงมีประโยชน์อย่างยิ่งในขั้นตอนการสร้างและพัฒนาแบบสอบ (McCallon & Schumacker, 2002)

### 3.2 โมเดลทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม

โมเดลคะแนนจริงแบบดั้งเดิม กล่าวว่า คะแนนที่ได้จากการวัดหรือสังเกต (observed score,  $X$ ) เกิดจากผลบวกขององค์ประกอบที่สังเกตไม่ได้ 2 ส่วน คือ คะแนนจริง (True score,  $T$ ) และคะแนนความคลาดเคลื่อน (Error score,  $E$ ) ดังนั้นคะแนนที่สังเกตได้จากแบบสอบจึงมีความสัมพันธ์กับคะแนนจริงตามสมการ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2548: 37)

$$X = T + E$$

เมื่อ  $X$  คือ คะแนนที่สังเกตหรือวัดได้จากแบบสอบ

$T$  คือ คะแนนจริง

$E$  คือ คะแนนความคลาดเคลื่อน

### 3.3 การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory: CTT)

คุณภาพของแบบทดสอบนั้นแบ่งออกเป็นคุณภาพของข้อสอบรายข้อและคุณภาพของเครื่องมือทั้งฉบับซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

#### คุณภาพของข้อสอบรายข้อ

การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบรายข้อตามแนวคิดทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม โดยทั่วไปจะพิจารณาเกี่ยวกับค่าความยากและค่าอำนาจจำแนกจำแนก เป็นตัวบ่งชี้ที่สำคัญในการพิจารณาตัดสินคุณภาพข้อสอบแต่ละข้อตามหลักการประเมินแบบอิงกลุ่ม โดยมีรายละเอียดของสูตรในการคำนวณและเกณฑ์การแปลความหมายคุณภาพข้อสอบแต่ละด้าน ดังรายละเอียดต่อไปนี้

(ศิริชัย กาญจนวาสี, 2552; ณีฎฐกรรณ์ หลาวทอง, 2548; เอมอร จังศิริพรปกรณม์; 2549; รณิดา เขยชุ่ม, 2551; เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี, 2552)

### 1. ความยาก

ความยาก (P: power of difficulty or difficulty index) หมายถึง สัดส่วนของจำนวนคนที่ตอบข้อสอบข้อนั้นได้ถูกต้องต่อจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด สำหรับกรณีที่มีการให้คะแนนแบบ 0 -1 ดังนั้นหากข้อสอบที่มีผู้สอบตอบข้อสอบได้เป็นจำนวนมาก P จะมีค่าสูง คือมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นง่าย ในทางตรงกันข้ามถ้าข้อสอบข้อใดมีผู้สอบได้จำนวนน้อย P จะมีค่าต่ำ คือมีค่าเข้าใกล้ 0 แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นยาก

ความยากนั้นถือเป็นลักษณะที่สำคัญอย่างหนึ่งของเครื่องมือวัดทางด้านสติปัญญา ได้แก่ แบบสอบวัดผลสัมฤทธิ์ แบบสอบวัดความถนัด โดยเครื่องมือเหล่านี้ต้องมีความยากพอเหมาะ ข้อสอบที่ง่ายเกินไปนั้นไม่มีประโยชน์เพราะทั้งคนเก่งคนไม่เก่งสามารถตอบถูกเหมือนกันหมด ข้อสอบที่ยากมากเกินไปถือว่าไม่มีประโยชน์เช่นกัน เพราะมีผู้ตอบถูกเพียงไม่กี่คน แสดงว่าข้อสอบไม่สามารถเร้าให้ผู้ตอบแสดงคุณลักษณะที่ต้องการวัดออกมาได้

ความยาก มีรายละเอียดของสูตรการคำนวณและเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้

ความยากของข้อสอบ	เกณฑ์
$P = \frac{R_H + R_L}{N_H + N_L}$ <p>หรือ</p> $P = \frac{P_H + P_L}{2}$	$0.20 \leq p \leq 0.80$

เมื่อ  $R_H$  = จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง

$R_L$  = จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ

$N_H$  = จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูง

$N_L$  = จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ

$P_H$  =  $\frac{R_H}{N_H}$

$P_L$  =  $\frac{R_L}{N_L}$

## เกณฑ์การแปลความหมายผลการวิเคราะห์คำตอบถูก

ความยากง่ายของข้อสอบ	ความหมาย
0.80-1.00	ข้อสอบง่าย ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
0.60-0.79	ข้อสอบค่อนข้างง่าย สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
0.40-0.59	ข้อสอบยากพอเหมาะ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
0.20-0.39	ข้อสอบค่อนข้างยาก สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
0.00-0.19	ข้อสอบยาก ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง

## 2. อำนาจจำแนก

อำนาจจำแนก (D: discrimination index หรือค่า  $r$ ) หมายถึง ความสามารถของข้อสอบในการจำแนก/แยกความแตกต่างระหว่างผู้สอบที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่างกันให้ออกจากกันได้ Johnson (1951 อ้างถึงใน ศิริชัย, 2548: 219) ซึ่งเป็นผู้เริ่มให้ความหมายของดัชนีอำนาจจำแนก ได้เสนอการคำนวณหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ( $r$ ) อย่างง่าย โดยคำนวณจากผลต่างระหว่างสัดส่วนจำนวนคนตอบถูกในกลุ่มเก่ง กับสัดส่วนจำนวนคนตอบถูกในกลุ่มอ่อน อำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 ค่าอำนาจจำแนกที่ใช้ได้จะต้องมีค่า สูงกว่า 0.20 ขึ้นไป

อำนาจจำแนกของเครื่องมือ ถือเป็นลักษณะที่สำคัญอีกอย่างหนึ่ง เป็นการพิจารณาว่าเครื่องมือที่สร้างขึ้นนั้นสามารถวัดได้ตรงตามความเป็นจริงหรือไม่ ซึ่งแสดงถึงความสัมพันธ์ของระดับคุณลักษณะของสิ่งที่ต้องการวัดกับระดับคำตอบที่เลือกตอบ โดยคนที่มีความสามารถสูงควรเลือกตอบถูก คนที่มีความสามารถต่ำควรเลือกตอบผิด ดังนั้นเครื่องมือที่วัดควรมีค่าอำนาจจำแนกที่สามารถแยกหรือจำแนกกลุ่มผู้ตอบออกเป็นระดับต่างๆ ได้ถูกต้องว่าผู้ตอบคนใดมีความสามารถมาก คนใดมีความสามารถน้อยออกจากกันได้

อำนาจจำแนก มีรายละเอียดของสูตรการคำนวณและเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้

อำนาจจำแนกของข้อสอบ	เกณฑ์
$r = \frac{R_H + R_L}{N_H}$	+ 0.20 ≤ $r$
หรือ $r = \frac{R_H + R_L}{N_L}$	
หรือ $r = P_H - P_L$	

เมื่อ	$R_H$	=	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
	$R_L$	=	จำนวนคนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
	$N_H$	=	จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูง
	$N_L$	=	จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ
	$P_H$	=	$\frac{R_H}{N_H}$
	$P_L$	=	$\frac{R_L}{N_L}$

เกณฑ์การพิจารณาค่าอำนาจจำแนก (Ebel, 1965: 364)

อำนาจจำแนกของข้อสอบ	ความหมาย
0.60-1.00	ดีมาก
0.40-0.59	ดี
0.20-0.39	พอใช้ได้ แต่ต้องปรับปรุง
0.10-0.19	ค่อนข้างต่ำ ควรปรับปรุง
0.00-0.09	ใช้ไม่ได้ ต้องพิจารณาปรับปรุงใหม่หรือตัดทิ้ง

การคำนวณหาค่าอำนาจจำแนกอีกวิธีหนึ่งที่สำคัญคือ การหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนของข้อสอบข้อนี้กับคะแนนรวม ค่าสหสัมพันธ์ที่คำนวณได้คือค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบข้อนี้มีสูตรสำหรับหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนรายข้อกับคะแนนรวมอยู่ 2 สูตร คือ สหสัมพันธ์พ้อยไบซีเรียล (Point biserial correlation) และสหสัมพันธ์ไบซีเรียล (Biserial correlation) คำนวณจากสมการ

$$r_{p.bis} = \frac{\mu_p + \mu_t}{\sigma} \sqrt{\frac{p}{q}}$$

$$r_{bis} = \frac{\mu_p + \mu_t}{\sigma} \cdot \frac{p}{y}$$

เมื่อ	$r_{p.bis}$	แทน	สหสัมพันธ์พอยไปซีเรียล
	$r_{bis}$	แทน	สหสัมพันธ์ไปซีเรียล
	$\mu_p$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก
	$\mu_t$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของแบบสอบทั้งฉบับ
	$\sigma$	แทน	คะแนนเบี่ยงเบนมาตรฐานของแบบสอบ
	p	แทน	สัดส่วนของผู้สอบที่ทำข้อนั้นถูก
	q	แทน	สัดส่วนของผู้สอบที่ทำข้อนั้นผิด หรือ (1 - p)
	y	แทน	ความสูงของโค้งปกติ หรือค่า Ordinate

### 3. ประสิทธิภาพตัวलग

ประสิทธิภาพตัวलग หมายถึง ความสามารถของตัวलगในการจูงใจให้มีผู้เลือกตอบ และกลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์ต่ำเลือกตอบมากกว่ากลุ่มที่มีผลสัมฤทธิ์สูง ความสามารถของตัวलगในการ ลวงผู้สอบที่ไม่รู้จริง พิจารณาจากสัดส่วนการเลือกตัวलग ซึ่งผู้สอบที่อ่อนหรือไม่รอบรู้ควร เลือกตอบมากกว่าผู้สอบที่เก่งหรือรอบรู้

ประสิทธิภาพของตัวलगสามารถพิจารณาได้จากสัดส่วนของผู้เลือกตัวलगและ อำนาจจำแนกของตัวलग แนวทางหนึ่งในการศึกษาการตอบตัวलगคือการสร้างตารางแสดงความถี่ (Frequency table) ซึ่งตารางนี้จะบอกจำนวนและ/หรือร้อยละของนักเรียนที่เลือกตัวलग ตัวलगใด ที่มีนักเรียนเลือกเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีใครเลือกเลยถือเป็นตัวलगที่ไม่น่าเชื่อถือ ยากที่ใครจะเลือก นับเป็นตัวलगที่ควรต้องปรับปรุง (DIIA, 2003: 3)

ประสิทธิภาพตัวलगสามารถพิจารณาได้ดังนี้

#### 1. สัดส่วนของผู้เลือกตัวलग

สัดส่วนของผู้เลือกตัวलग ( $P_w$ ) หมายถึง สัดส่วนของจำนวนคนที่เลือกตัวलगนั้นๆ ค่า สัดส่วนของผู้เลือกตัวलगมีค่าจาก 0 ถึง 1 สำหรับตัวलगที่ดีควรมีค่า  $P_w$  ตั้งแต่ 0.05 ขึ้นไป

#### 2. อำนาจจำแนกของตัวलग

อำนาจจำแนกของตัวलग ( $r_w$ ) หมายถึง ผลต่างระหว่างสัดส่วนของคนในกลุ่มอ่อนที่เลือก ตัวलगกับสัดส่วนของคนในกลุ่มเก่งที่เลือกตัวलगนั้น  $r_w$  มีค่าตั้งแต่ -1 ถึง +1 สำหรับตัวलगที่ดี ควรมี ค่า  $r_w$  ตั้งแต่ 0.05 ขึ้นไป

การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบตามดัชนีบ่งชี้ดังกล่าว สามารถกระทำได้โดยการวิเคราะห์ผลการตอบของผู้สอบทุกคนในกรณีที่มีผู้สอบจำนวนมาก เพื่อความสะดวกต่อการวิเคราะห์ อาจทำการวิเคราะห์ผลการตอบของผู้สอบเพียงบางส่วนได้

### ดัชนีความลวงร่วม

ธีระ อาชวเมธี (Archwamety, 2003) ได้เสนอดัชนีความสอดคล้องของการเลือกตัวลวง หรือดัชนีความลวงร่วม ไว้ในบทความเรื่อง “Choice – Agreement Index and Its Application to Item Analysis” ซึ่งศิริชัย กาญจนวาสี (2546: 731-734) ได้แสดงความคิดเห็นว่าดัชนีความลวงร่วมนี้ จะเป็นประโยชน์สำหรับการพิจารณาคุณภาพของกลุ่มตัวลวง ซึ่งเป็นสิ่งที่ขาดหายไปในการวิเคราะห์ข้อสอบตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม

วิธีการแบบดั้งเดิมในการวิเคราะห์ข้อสอบเกี่ยวข้องกับ 1) ดัชนีความยากง่ายของข้อสอบ (Item difficulty index) 2) ดัชนีอำนาจจำแนกของข้อสอบ (Item discrimination index) และ 3) ดัชนีตัวลวงของข้อสอบ (Item distractor index) ขณะที่ดัชนีความยากง่ายของข้อสอบและดัชนีอำนาจจำแนกของข้อสอบได้รับความนิยมนำมาใช้กันแพร่หลาย แต่ดัชนีตัวลวงของข้อสอบค่อนข้างถูกนำไปใช้น้อยกว่า (French, 2001, cited in Archwamety, 2003: 721) นอกจากนี้ที่ผ่านมามีการวิเคราะห์ตัวลวงมักจะเน้นไปที่ลักษณะของตัวลวงแต่ละตัวแยกขาดจากกันแต่แนวคิดในการสร้างดัชนีความลวงร่วมจะเน้นไปที่ลักษณะของตัวลวงทุกตัวในข้อสอบข้อนั้น

ความสามารถในการลวงของตัวเลือกที่ผิด สามารถวัดได้ง่ายๆ จากร้อยละของสัดส่วนในการเลือกตัวลวงตัวนั้นของผู้สอบ ซึ่งสามารถเรียกได้ว่าเป็นดัชนีความลวงรายตัวลวง (Individual distraction index) ในแบบสอบหลายตัวเลือกที่มีตัวลวง 3 ตัว จะมีดัชนีความลวงรายตัวลวง 3 ตัว จะมีดัชนีความลวงรายตัวลวง 3 ตัว จะมีดัชนีความลวงรายตัวลวง 3 ตัว หากรวมดัชนีความลวงรายตัวลวงเข้าด้วยกันจะได้ค่าที่อาจเรียกได้ว่าเป็นดัชนีรวมของความลวงรายตัวลวง (Total item distraction index) อย่างไรก็ตามดัชนีรวมของความลวงรายตัวลวงนี้เป็นแนวคิดที่ไม่มีประโยชน์เนื่องจากเหตุผลหลัก 2 ประการ คือ 1) ขัดแย้งกับดัชนีความยากง่ายของข้อสอบ ซึ่งเป็นสัดส่วนของผู้สอบที่ตอบข้อนั้นได้ถูกต้อง กล่าวได้ว่าดัชนีรวมของความลวงรายตัวลวง หาได้ง่ายๆ จาก 1 ลบด้วยดัชนีความยากง่ายของข้อสอบ (1-p) และ 2) เมื่อพิจารณาข้อสอบแบบหลายตัวเลือก 2 ข้อ ที่ต่างมีตัวลวง 3 ตัว โดยข้อสอบทั้ง 2 ข้อ มีดัชนีรวมของความลวงรายตัวลวงเท่ากัน เรา

สามารถแก้ด้วยการใช้ดัชนีความลงร่วม ซึ่งพัฒนาบนพื้นฐานของจำนวนคู่ที่สอดคล้องกันของการเลือกและจำนวนคู่ที่ไม่สอดคล้องกัน

ดัชนีความลงร่วม คำนวณจากสูตร

$$I_{CA} = \sqrt{1 - \frac{2K \sum_{i < j} n_i n_j}{(K-1)N^2}}$$

เมื่อ  $N$  = จำนวนผู้ตอบตัวลง

$K$  = จำนวนตัวลง

$i$  = สัญลักษณ์แทนตัวเลือก จาก 1 ถึง  $K-1$

$j$  = สัญลักษณ์แทนตัวเลือก

การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบตามดัชนีบ่งชี้ดังกล่าว สามารถกระทำได้โดยการวิเคราะห์ผลการตอบของผู้สอบทุกคนในกรณีที่มีผู้สอบจำนวนมาก เพื่อความสะดวกต่อการวิเคราะห์ อาจทำการวิเคราะห์ผลการตอบของผู้สอบเพียงบางส่วนได้

ประสิทธิภาพตัวลงคำนวณจากสูตรความยากและอำนาจจำแนก โดยมีรายละเอียดของสูตรการคำนวณและเกณฑ์การแปลความหมาย ดังนี้

สัดส่วนของผู้เลือกตัวลง	เกณฑ์
$P_w = \frac{W_H + W_L}{N_H + N_L}$ <p>หรือ</p> $P_w = \frac{P_{WH} + P_{WL}}{2}$	$P_w \geq 0.05$

อำนาจจำแนกของตัวลง	เกณฑ์
$r_w = \frac{W_L - W_H}{N_L}$ <p>หรือ</p> $r_w = \frac{W_L - W_H}{N_H}$ <p>หรือ</p> $r_w = P_{WL} - P_{WH}$	$r_w \geq 0.05$

$$\begin{aligned}
 \text{เมื่อ } W_H &= \text{จำนวนคนในกลุ่มสูงที่เลือกตัวลวงนั้น} \\
 W_L &= \text{จำนวนคนในกลุ่มต่ำที่เลือกตัวลวงนั้น} \\
 N_H &= \text{จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มสูง} \\
 N_L &= \text{จำนวนคนทั้งหมดในกลุ่มต่ำ} \\
 P_{WL} &= \frac{W_L}{N_L} \\
 P_{WH} &= \frac{W_H}{N_H}
 \end{aligned}$$

เกณฑ์การพิจารณาตัวลวง

สัดส่วนของผู้เลือกตัวลวง (p)	ความหมาย
เท่ากับ 0	ใช้ไม่ได้ เพราะไม่มีคนเลือก
มากกว่า 0	ใช้ได้ เพราะมีคนเลือก
น้อยกว่า 0	จำแนกได้ เพราะลวงให้คนกลุ่มต่ำตอบมากกว่ากลุ่มสูง
เท่ากับ 0	จำแนกไม่ได้ เพราะกลุ่มสูงตอบเท่ากับกลุ่มต่ำ
มากกว่า 0	จำแนกไม่ได้ เพราะลวงให้กลุ่มสูงตอบมากกว่ากลุ่มต่ำ

### คุณภาพของเครื่องมือทั้งฉบับ

การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือเป็นคุณสมบัติเบื้องต้นของทุกแบบวัด เพื่อให้ได้ข้อมูลที่มีคุณภาพ ถูกต้อง สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ ซึ่งสิ่งที่บ่งบอกคุณภาพของเครื่องมือที่เป็นคุณสมบัติที่ต้องผ่านการตรวจสอบและรายงานคุณภาพเครื่องมือทั้งฉบับเสมอ นั่นก็คือความตรงและความเที่ยง

#### 1. ความตรง (Validity)

จากการศึกษาของนักการศึกษาไทยเกี่ยวกับ Validity ซึ่งนักวัดผลการศึกษาในไทยใช้ชื่อเรียกว่า ความเที่ยงตรง ความตรง ความแม่นยำ เป็นต้น ตามหลักพจนานุกรมฉบับเฉลิมพระเกียรติ พ.ศ. 2530 ได้ให้ความหมายของคำไว้อย่างหลากหลาย เช่น

เที่ยงตรง หมายถึง ยุติธรรม , ไม่เอนเอียง , ตั้งตรง



ตรง หมายถึง ไม่คดโค้ง, ไม่งอ, ไม่เอียง, ซื่อ, ไม่โกง, เทียงตามกำหนด, เปิดเผย  
 ไม่มีความลับคมใน, ไม่ปิดบังอำพราง, ไม่อ้อมค้อม, รี, ปรี, ถูกต้องตาม

แม่นยำ หมายถึง จำได้อย่างถูกต้อง, ถูกต้องแน่นอน

เที่ยง หมายถึง ตรง, แน่นนอน, แม่นยำ

ดังนั้นความตรง จึงหมายถึง ความถูกต้อง แม่นยำ เครื่องมือในการวัดสิ่งที่ต้องการวัดได้  
 ถูกต้อง

ผลการวัดตรงกับสภาพที่แท้จริงของสิ่งที่ต้องการวัดเมื่ออธิบายให้เป็นรูปธรรม ทำให้  
 สามารถนำคะแนนที่ได้ไปแปลความหมายสิ่งที่มุ่งวัดได้อย่างเหมาะสม ความตรงจะหมายถึงความ  
 สอดคล้องเหมาะสมของผลการวัดกับเนื้อหา เกณฑ์คุณภาพภายนอก หรือทฤษฎีเกี่ยวกับลักษณะที่มุ่ง  
 วัด เป็นต้น ความตรงของแบบทดสอบจะเป็นตัวบ่งบอกว่าอะไรที่แบบทดสอบวัดและแบบทดสอบนั้น  
 สามารถวัดได้ดีเพียงใด ซึ่งจากการศึกษาพบว่า กระบวนการทั้งหมดสำหรับการตรวจสอบความตรง  
 นั้นมักจะเป็นความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนจากแบบทดสอบกับข้อเท็จจริงที่สังเกตได้อื่นๆ โดยบท  
 นิยามของ Bingham (1937), Guilford (1946) และ Cureton (1950) กล่าวว่า ความตรง คือ  
 ความสัมพันธ์อย่างง่ายของคะแนนสอบที่สร้างขึ้นกับแบบทดสอบอื่นๆ มีสหสัมพันธ์ของคะแนนที่  
 สังเกตได้ของแบบทดสอบกับเกณฑ์ของคะแนนจริง มีจุดมุ่งหมายเฉพาะ โดยค่าความเที่ยงตรงที่สูง  
 ที่สุดของแบบทดสอบควรจะมีความสัมพันธ์กับคะแนนของแบบทดสอบที่วัดได้กับคะแนนจริงของ  
 แบบทดสอบ ซึ่งมีวิธีที่สามารถตรวจสอบความสัมพันธ์นั้นโดยใช้ชื่อที่หลากหลายแตกต่างกันออกไป  
 ความตรงที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแบบสอบวินิจัยคือ ความตรงเชิงเนื้อหา โดยความตรงนั้นนักวัดผล  
 ต่างแบ่งออกเป็นหลายประเภทแตกต่างกันสามารถแบ่งเป็นประเภทใหญ่ๆ 3 ประเภท คือ ความตรง  
 ตามเนื้อหา (content validity) ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (criterion related validity)  
 ความตรงตามทฤษฎีหรือความตรงตามโครงสร้าง (construct validity) (ฉัตรศิริ ปิยะพิมลสิทธิ์,  
 2541) และ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2548)

**ตารางที่ 2.3** ความหมายและวิธีการตรวจสอบคุณภาพของความตรงประเภทต่างๆ

ประเภท	ความหมาย	วิธีการตรวจ
1. ความตรงตามเนื้อหา (content validity)	ความสามารถในการวัดพฤติกรรม การเรียนรู้ได้ครอบคลุม เป็นตัวแทน ของเนื้อหาทั้งหมดที่ต้องการจะวัด	- ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ นิยามขอบเขตและ ครอบคลุมเนื้อหาของสิ่งที่ต้องการวัด ด้วยการใช้ดัชนีตรวจสอบความสอดคล้อง ของเนื้อหา (IOC: item-objective congruence) ให้ผู้เชี่ยวชาญเปรียบเทียบ สัดส่วนข้อคำถาม ว่าเหมาะสมกับน้ำหนัก ความสำคัญของแต่ละเนื้อหาที่มุ่งวัด ผ่าน ตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือผังการสร้าง ข้อสอบ
2. ความตรงตามเกณฑ์ สัมพันธ์ (criterion related validity)	ความสามารถของเครื่องมือใน การวัดพฤติกรรมหรือคุณลักษณะ ที่ต้องการวัดได้สอดคล้องกับ เกณฑ์ภายนอก	- คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่าง คะแนนที่วัดได้จากเครื่องมือที่สร้างขึ้นกับ คะแนนเกณฑ์ภายนอก หรือเครื่องมืออื่นที่มี คุณภาพและเป็นมาตรฐาน
2.1 ความตรงตาม สภาพ หรือความตรง ร่วมสมัย(concurrent validity)	ความสามารถของเครื่องมือในการ วัดคุณลักษณะที่สนใจได้ตรง กับความสามารถที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน	คำนวณได้จากค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ระหว่างคะแนนจากเครื่องมือที่สร้างขึ้น กับคะแนนจากเครื่องมืออื่น ๆ ที่ผ่านการ ตรวจสอบมาแล้วว่ามีคุณภาพและมี มาตรฐาน
3. ความตรงตามทฤษฎี หรือความตรงตาม โครงสร้าง (construct validity)	ความสามารถในการวัดคุณลักษณะที่ มุ่งวัดได้สอดคล้องกับนิยามและ โครงสร้างของทฤษฎีของคุณลักษณะ นั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณลักษณะ ทางจิตวิทยาต่างๆ	ศึกษาความสอดคล้องระหว่างผลการวัดจาก เครื่องมือที่สร้างขึ้น กับโครงสร้างหรือ คำนิยามทางทฤษฎีของคุณลักษณะที่มุ่งวัดด้วย การวิเคราะห์ต่างๆ เช่นการตัดสินใจโดย ผู้เชี่ยวชาญ วิธีเปรียบเทียบคะแนนระหว่าง กลุ่มที่ทราบผล (knowngroup) วิธี เปรียบเทียบจากคะแนน การทดลอง วิธี วิเคราะห์เมทริกซ์พหุลักษณะ พหุวิธี(multi- trait muti-method: MTMM)และวิธี วิเคราะห์องค์ประกอบ (factor analysis)

## 2. ความเที่ยง (Reliability)

ความเที่ยง หมายถึง ความคงที่หรือความคงเส้นคงวาของคะแนนในช่วงเวลาต่างกัน หรือความสอดคล้องของคะแนนที่วัดในเนื้อหาเดียวกัน เป็นการทำให้ได้ผลการทดสอบที่ใกล้เคียงของเดิม เมื่อผู้สอบทำการทดสอบซ้ำภายใต้สภาพการทดสอบที่เหมือนเดิม ความเที่ยงแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ ความเที่ยงแบบความคงที่ ความเที่ยงแบบสมมูลหรือแบบคู่ขนาน ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายในและความเที่ยงแบบอิงเกณฑ์ ซึ่งความเที่ยงแต่ละประเภทมีความหมาย วิธีประมาณค่า ข้อดีและข้อจำกัดในการนำไปใช้แตกต่างกัน ดังรายละเอียดในตารางต่อไปนี้

**ตารางที่ 2.4** ความหมาย วิธีประมาณค่า ข้อดี/ข้อจำกัดของความเที่ยงแต่ละประเภท

ประเภท (type of reliability measures)	ความหมาย (meaning and methods)	วิธีประมาณค่า (procedures)	ข้อดี/ข้อจำกัด
1. ความเที่ยงแบบความคงที่ (measure of stability)	ความคงเส้นคงวาของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาที่ต่างกัน โดยวิธีสอบซ้ำด้วยแบบสอบเดิม (test – retest method)	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากคนกลุ่มเดียวกัน ด้วยเครื่องมือชนิดเดียวกัน โดยทำการวัดซ้ำสองครั้งในเวลาที่แตกต่างกัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีปัญหาเรื่องการจำข้อสอบได้</li> <li>- สำหรับคุณลักษณะที่มีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็ว ควรเว้นระยะการวัดไม่น้อยกว่า 2 สัปดาห์</li> <li>- ก่อให้เกิดความเบื่อหน่ายจากการสอบซ้ำ</li> </ul>
2. ความเที่ยงแบบความคงที่และสมมูล (measure of stability and equivalence )	ความสอดคล้องกันของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาที่ต่างกัน โดยวิธีสอบซ้ำด้วยแบบสอบที่สมมูลกัน (test-retest equivalent forms)	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้ในช่วงเวลาต่างกัน จากคนกลุ่มเดียวกัน โดยใช้เครื่องมือ 2 ฉบับที่คู่ขนานกัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แบบสอบที่มีความเป็นคู่ขนานกัน ต้องมีคะแนนเฉลี่ยและค่าความแปรปรวนของแบบสอบเท่ากัน ดังนั้น การสร้างข้อสอบคู่ขนานอย่างแท้จริงทำได้ยาก</li> <li>- -เหมาะสมกับแบบสอบจำกัดเวลา(speed test) และแบบสอบที่มีเนื้อหาเป็นวิวิธพันธ์ (heterogeneity)</li> </ul>

ตารางที่ 2.4 ความหมาย วิธีประมาณค่า ข้อดี/ข้อจำกัดของความเที่ยงแต่ละประเภท (ต่อ)

ประเภท (type of reliability measures)	ความหมาย (meaning and methods)	วิธีประมาณค่า (procedures)	ข้อดี/ข้อจำกัด
3. ความเที่ยงแบบความคงที่และสมมูล (measure of stability and equivalence)	ความสอดคล้องกันของคะแนนจากการวัดในช่วงเวลาที่ต่างกัน โดยวิธีสอบซ้ำด้วยแบบสอบที่สมมูลกัน(test - retest equivalent forms)	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้ในช่วงเวลาต่าง ๆ จากคนกลุ่มเดียวกัน โดยใช้เครื่องมือ 2 ฉบับที่คู่ขนานกัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แบบสอบที่มีความเป็นคู่ขนานกัน ต้องมีคะแนนเฉลี่ย และ ค่าความแปรปรวนของแบบสอบเท่ากัน ดังนั้น การสร้างข้อสอบคู่ขนานอย่างแท้จริงทำได้ยาก</li> <li>- ก่อให้เกิดความเบื่อหน่ายจากการสอบซ้ำ</li> </ul>
4. ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน (measure of internal consistency)	ความสอดคล้องกันระหว่างคะแนนรายข้อหรือความเป็นเอกพันธ์ของเนื้อหารายข้อ อันเป็นตัวแทนของคุณลักษณะที่วัดอย่างเดียวกัน โดยใช้วิธีคำนวณต่างๆ ดังนี้	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความเป็นเอกพันธ์ระหว่างคะแนนของกลุ่มข้อสอบ 2 กลุ่มจากการวัดด้วยแบบสอบเดียวกัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ค่าความเที่ยงที่ได้จากแต่ละสูตรจะมีความแตกต่างกัน</li> <li>- ไม่เหมาะสมสำหรับใช้หาความเที่ยงแบบสอบจำกัดเวลา (speed test)</li> <li>- เหมาะสมสำหรับแบบสอบที่มีความเป็นเอกพันธ์ (homogeneity)</li> </ul>
	4.1 วิธีแบ่งครึ่งข้อสอบ (split-half method)	คำนวณค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่วัดได้จากการแบ่งครึ่งข้อสอบที่คู่ขนานกัน เช่น แบ่งออกเป็นข้อคู่และข้อคี่ เป็นต้นจากนั้นจึงใช้สูตรของสเปียร์แมน บราวน์ คำนวณหาค่าความเที่ยงทั้งฉบับ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เหมาะสมกับแบบสอบที่ให้คะแนนแบบ 0-1</li> <li>- แบบสอบที่แบ่งครึ่งต้องมีความคู่ขนานกันจริง หรือมีค่าสถิติเท่ากัน <math>(\bar{X} - \bar{X}, s_x^2 = s_x^2)</math></li> </ul>

ตารางที่ 2.4 ความหมาย วิธีประมาณค่า ข้อดี/ข้อจำกัดของความเที่ยงแต่ละประเภท (ต่อ)

ประเภท (type of reliability measures)	ความหมาย (meaning and methods)	วิธีประมาณค่า (procedures)	ข้อดี/ข้อจำกัด
	4.2 วิธีของคูเดอร์- ริชาร์ดสัน (Kuder- Richardson method)	คำนวณค่าสถิติของคะแนนรายข้อ (ซึ่งให้คะแนนแบบ 0-1) และ คะแนนรวม จากนั้นจึงใช้สูตรของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน	KR-20 - เหมาะสำหรับแบบสอบที่ให้คะแนนแบบ 0-1 - การคำนวณมีความซับซ้อนกว่าวิธี KR-21 KR-21 - เหมาะสำหรับแบบสอบที่ให้คะแนนแบบ 0-1 - มีข้อตกลงเบื้องต้น คือ ข้อสอบทุกข้อ มีความยากง่ายเท่ากัน- ถ้าข้อสอบมีความยากง่ายเท่ากัน ค่าความเที่ยงของ $KR-20 = KR-21$ หากความยากง่ายต่างกัน $KR-20 > KR-21$
	4.3 วิธีสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's alpha method)	คำนวณค่าสถิติของคะแนนรายข้อและคะแนนรวม จากนั้นจึงใช้สูตรคำนวณสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค	- แบบสอบต้องวัดคุณลักษณะเดียว แต่ละข้อมีความเป็นเอกพันธ์ (homogeneity) - ข้อดีคือใช้ได้กับแบบสอบทุกประเภท ทั้งที่ให้คะแนนแบบ 0-1 ให้คะแนนแบบถ่วงน้ำหนัก (rating scale) หรือแบบสอบอัตนัย (essay test)

ตารางที่ 2.4 ความหมาย วิธีประมาณค่า ข้อดี/ข้อจำกัดของความเที่ยงแต่ละประเภท (ต่อ)

ประเภท (type of reliability measures)	ความหมาย (meaning and methods)	วิธีประมาณค่า (procedures)	ข้อดี/ข้อจำกัด
	4.4 วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวนของฮอยท์ (Hoyt's analysis of variance method)	วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบสองทาง จากนั้นจึงใช้สูตรของฮอยท์	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ข้อดีคือใช้ได้กับแบบสอบทุกประเภท ทั้งที่ให้คะแนนแบบ 0-1 ให้คะแนนแบบมาตรฐานประมาณค่า (rating scale) หรือแบบสอบอัตนัย (essay test)</li> <li>- ข้อจำกัดมีความซับซ้อนในการคำนวณมากกว่าสูตรของ คูเตอร์-ริชาร์ดสันหรือของครอนบาค</li> </ul>

ในการใช้แบบสอบวินิจฉัยเป็นเครื่องมือที่ใช้วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน การตรวจสอบคุณภาพจึงต้องเลือกวิธีที่มีความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุดและมีความครอบคลุม จากการศึกษางานวิจัยของนักการศึกษาพบว่าวิธีการที่เหมาะสมในการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือในด้านความเที่ยง โดยใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิง (Generalizability Theory) มาใช้ในการวิเคราะห์และพัฒนาแบบสอบเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โดยมีรายละเอียดเกี่ยวกับ ความเป็นมาของทฤษฎีการสรุปอ้างอิง ความหมายของค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎี แนวคิดสำคัญและข้อตกลงเบื้องต้น ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับโครงสร้างของการศึกษาทฤษฎีการสรุปอ้างอิง ขั้นตอนการหาความเที่ยงด้วยทฤษฎีการสรุปอ้างอิง ดังนี้

### 3.4 การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบตามทฤษฎีการทดสอบแนวใหม่

#### ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory)

##### ความเป็นมาของทฤษฎี

ในอดีตปัญหาที่เกิดขึ้นกับการวัดทางจิตวิทยาและการศึกษา คือ การศึกษาความเชื่อมั่นและวิธีการประเมินค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบ ซึ่งได้รับการแก้ไขปัญหานั้นโดยใช้หลักการของทฤษฎี การทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory) คือคะแนนของการวัด (X) ได้มาจากคะแนนจริง (T) รวมกับคะแนนจากแหล่งความคลาดเคลื่อน (E) ซึ่งเขียนสมการได้ดังนี้  $X = T + E$  โดยแหล่งความคลาดเคลื่อนถือเป็นการรวมทุกแหล่งความคลาดเคลื่อนเข้าไว้ด้วยกัน ทำให้ไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ว่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากการวัดมาจากแหล่งใดจึงมีนักทฤษฎีหลายท่านพยายามศึกษาแหล่งความคลาดเคลื่อนและวิเคราะห์เพื่อจำแนกแหล่งความคลาดเคลื่อนของการวัด โดยการนำเทคนิคการวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) มาใช้ ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางสถิติที่เป็นการประมาณค่าความเชื่อมั่นของแบบสอบ และในเวลาต่อมา Cronbach, Rajaratnam and Gleser (1963 อ้างอิงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) ได้มีการพัฒนาทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) หรือ G – Theory ขึ้นเป็นครั้งแรก เพื่อประมาณค่าความเที่ยงทั่วไปของแบบสอบในสถานการณ์ ของการทดสอบหรือเงื่อนไขการวัดแบบต่างๆ นอกจากนี้ Rajaratnam, Cronbach & Gleser, Nanda (1965-1972 อ้างอิงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555 ) ได้พัฒนาทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัดให้มีรูปแบบของโมเดล และการประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ทดสอบที่ชัดเจนขึ้น ซึ่งเป็นทฤษฎีที่สามารถวิเคราะห์ความแปรปรวนของแหล่งความคลาดเคลื่อนได้อย่างเป็นระบบ ภายใต้เงื่อนไขและสถานการณ์ของการวัด ประโยชน์ที่ได้รับคือสามารถควบคุมแหล่งความคลาดเคลื่อนของการวัดได้ และยังสามารถประมาณค่าความเชื่อมั่นหรือความเที่ยงของแบบสอบในสถานการณ์ต่างๆที่ต้องการวัดได้

##### ความหมายของค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา มีผู้ให้ความหมายค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงแตกต่างกัน สามารถสรุปได้ดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง เป็นดัชนีที่สามารถอธิบายความแม่นยำของการวัด เช่นเดียวกับค่าสัมประสิทธิ์ความเที่ยงแบบดั้งเดิม สามารถใช้คำนวณช่วงความเที่ยงของคะแนนเอกภพหรือใช้ในสมการถดถอยในการประมาณค่าคะแนนเอกภพและใช้ปรับแก้ค่าสหสัมพันธ์ที่ลดลง

อันเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อน (correcting correlation for attenuation) (Cronbach, et al. 1963 อ้างถึงใน วนิดา ภู่อี่ยม, 2550)

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปล้างอิง เป็นค่าประมาณของค่าเฉลี่ยของสหสัมพันธ์ระหว่างค่าการวัดที่สุ่มมาจากเอกภาพรายคู่ (Cronbach, 1972 อ้างถึงใน วนิดา ภู่อี่ยม, 2550) เช่น ค่าสัมประสิทธิ์/การสรุปล้างอิงเมื่ออ้างอิงไปยังชุดข้อสอบ (แบบสอบ) ซึ่งประกอบด้วยข้อสอบ 20 ข้อ มีค่าเป็น 0.83 หมายความว่า ถ้าเราสุ่มนักเรียนจากประชากรหนึ่ง สมมติเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของอำเภอหนึ่งมาทำการทดสอบ สุ่มแบบสอบมาทีละฉบับ ฉบับละ 20 ข้อ ที่ไม่ซ้ำกัน ค่าเฉลี่ยของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างแบบสอบที่สุ่มมาจะมีค่าเป็น 0.83

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปล้างอิง เป็นค่ากำลังสองของค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเอกภพกับคะแนนสังเกต (Brennan and Kane, 1979 อ้างถึงใน วนิดา ภู่อี่ยม, 2550) ตัวอย่างเช่น ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปล้างอิงของแบบสอบคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการของชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 20 ข้อ มีค่าเป็น 0.90 แสดงว่า ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเอกภพ เรื่องสมการกับคะแนนสังเกตของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ยกกำลังสองมีค่าเป็น 0.90 ถ้าถอดรากที่ 2 จะได้ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนเอกภพเรื่องสมการกับคะแนนสังเกต

ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปล้างอิง สามารถอธิบายในรูปอัตราส่วนระหว่างความแปรปรวนของคะแนนเอกภพกับคะแนนสังเกต (Cronbach, et al. 1972 อ้างถึงใน วนิดา ภู่อี่ยม, 2550) เช่น ค่าสัมประสิทธิ์การล้างอิงเป็น 0.90 แสดงว่า ความแตกต่างที่วัดได้ ร้อยละ 90 เป็นความแตกต่างเนื่องมาจากคะแนน เอกภพ อีกเพียงร้อยละ 10 เป็นความแตกต่างเนื่องมาจากความคลาดเคลื่อน

### แนวคิดพื้นฐานของทฤษฎี

ทฤษฎีการสรุปล้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (G - Theory) มีแนวคิดพื้นฐานมาจากข้อจำกัด 2 ประการของทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (Classical Test Theory) คือ ประการที่ 1 เครื่องมือที่จะใช้ในการวัดจะต้องมีความเท่าเทียมกัน คือ มีเนื้อหาเดียวกัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน มีความแปรปรวนเท่ากัน และมีค่าสหสัมพันธ์ระหว่างกันเท่ากัน นั้นหมายถึงแบบสอบคู่ขนาน (Parallel form) ซึ่งในทางปฏิบัติจริงไม่สามารถสร้างเครื่องมือที่มีลักษณะเป็นคู่ขนานกันอย่างสมบูรณ์ได้ ประการที่ 2 การประมาณค่าความเชื่อมั่นมีความเชื่อว่า ความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้ ( $\sigma_x^2$ ) ประกอบด้วยความแปรปรวน 2 แหล่งคือ ความแปรปรวนของคะแนนจริง ( $\sigma_T^2$ ) ซึ่งเป็น



ความแตกต่างของบุคคลที่แท้จริง และความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อน ( $\sigma^2_E$ ) ซึ่งเป็นความคลาดเคลื่อนรวมทุกแหล่งที่ไม่สามารถแยกได้ (Single error source) นอกจากนั้นทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิมไม่ได้ให้ความสนใจในการพิจารณาปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบและเงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่วัด ซึ่งล้วนแต่ส่งผลต่อค่าความเที่ยงของการวัด ทำให้เกิดการพัฒนามันเป็นทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (G – Theory) ตามแนวความคิดของครอนบาคและคณะ (1972 อ้างอิงใน ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555) โดยให้มีลักษณะเป็นโมเดลการวัด และมีการประยุกต์ใช้กับสถานการณ์ของการวัดที่เพิ่มความชัดเจนมากขึ้น โดย G – Theory ได้ให้แนวคิดใหม่ที่แก้ไขข้อจำกัดในการวัดตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม คือ มีการแยกส่วนความคลาดเคลื่อนเป็นหลายแหล่ง (Multiple error source) ซึ่งประกอบด้วย ความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ (Systematic source) และความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม (Random source) ดังภาพประกอบ

$$\sigma^2_x = \sigma^2_T + \sigma^2_E$$

Systematic error variance          Random error variance

การแยกส่วนความคลาดเคลื่อนใน G – Theory

จากแนวคิดพื้นฐานของทฤษฎี G – Theory จะพบว่า การวิเคราะห์เพื่อหาความสัมพันธ์ของความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบ ทำให้ทราบแหล่งความคลาดเคลื่อนที่ส่งผลต่อการวัดที่ชัดเจนขึ้น และสามารถควบคุมแหล่งความคลาดเคลื่อนนั้นได้ตรงประเด็น ซึ่งส่งผลทำให้สัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของผลการวัดสูงขึ้น และสามารถออกแบบการวัดให้มีระดับความน่าเชื่อถือตามระดับที่ต้องการเพื่อนำผลไปใช้เป็นสารสนเทศสำหรับการตัดสินใจในการวัดที่มีประสิทธิภาพ

ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (G – Theory) ได้พิจารณาแหล่งความคลาดเคลื่อนพหุ (Multiple sources of error) ที่สามารถวิเคราะห์ความคลาดเคลื่อนจากหลายแหล่งได้พร้อมๆกัน ผลการวิเคราะห์ด้วย G – Theory จะให้ค่าสัมประสิทธิ์เชิงสรุป ที่แสดงถึงระดับความน่าเชื่อถือของคะแนนที่ได้จากการวัด (Level of dependability) เรียกว่า สัมประสิทธิ์การสรุป

อ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Coefficient) ซึ่งคล้ายกับสัมประสิทธิ์ความเที่ยง (Reliability Coefficient) ในทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม

G – Theory ได้สนใจความน่าเชื่อถือของคะแนนที่ได้จากการวัดพฤติกรรมในสถานการณ์เป้าหมาย โดยคะแนนแต่ละคะแนนที่สังเกตได้ ในสถานการณ์หนึ่ง ถือเป็นคะแนนของกลุ่มตัวอย่างผู้สอบ (Sample) ที่สุ่มจากประชากรผู้สอบ (Population) ซึ่งในการวัดพฤติกรรมนั้นสามารถใช้เครื่องมือต่างๆที่หลายหลาย เช่น แบบสอบผลสัมฤทธิ์ แบบสังเกตพฤติกรรม แบบสำรวจความคิดเห็น เป็นต้น สถานการณ์ที่ต้องการสรุปอ้างอิง เรียกว่า เอกภพ (Universe) ซึ่งอาจมี 1 เอกภพหรือมากกว่า ขึ้นอยู่กับเป้าหมายการสรุปอ้างอิง

เอกภพ (Universe) เป็นสถานการณ์ของการทดสอบที่เป็นแหล่งสำคัญของความคลาดเคลื่อนของการวัด แต่ละแหล่งของความคลาดเคลื่อน เรียกว่า องค์ประกอบของความคลาดเคลื่อน หรือ Facet ซึ่ง 1 เอกภพ อาจประกอบด้วย 1 แหล่งความคลาดเคลื่อน หรือ 1 Facet หรือหลายแหล่งความคลาดเคลื่อน

การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของผลการวัดโดยใช้ G-Theory ทำให้สามารถตัดสินความน่าเชื่อถือของผลการวัดได้ 2 ลักษณะ ได้แก่

1. ความน่าเชื่อถือของคะแนนในการนำไปใช้เชิงสัมพัทธ์ (Relative) เพื่อแปลผลเปรียบเทียบระหว่างบุคคล (อิงกลุ่ม)
2. ความน่าเชื่อถือของคะแนนในการนำไปใช้ในเชิงสัมบูรณ์ (Absolute) เพื่อแปลผลเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน (อิงเกณฑ์)

### **แนวคิดสำคัญและข้อตกลงเบื้องต้นของทฤษฎีการสรุปอ้างอิง (Generalizability Theory)**

ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (G – Theory) เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้วิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของผลการวัดตามสถานการณ์ต่างๆที่เป็นเป้าหมายของการใช้เครื่องมือ ซึ่งความน่าเชื่อถือของผลการวัด หมายถึง ความถูกต้องของการสรุปอ้างอิงจากคะแนนที่สังเกตได้ไปยังคะแนนจริงของแต่ละคน โดยเป็นคะแนนเฉลี่ยที่พึงได้ของผู้สอบแต่ละคน จากการสอบภายใต้สถานการณ์หรือเงื่อนไขของการวัดที่สามารถเกิดขึ้นได้จริงทั้งหมด โดยความน่าเชื่อถือของผลการวัดตามแนวคิดทฤษฎีการสรุปอ้างอิงมีข้อตกลงเบื้องต้น ดังนี้

1. คุณลักษณะที่ต้องการวัดของแต่ละคน เช่น ความรู้ ทักษะ หรือคุณลักษณะอื่นๆ และต้องเป็นสถานะที่คงที่
2. ผู้สอบแต่ละคนที่ได้คะแนนแตกต่างกันจากสอบในแต่ละสถานการณ์ต้องเกิดจากความคลาดเคลื่อนอย่างน้อย 1 แหล่ง โดยมีองค์ประกอบที่ไม่เป็นแหล่งความคลาดเคลื่อนของคะแนนที่วัดได้คือ วุฒิภาวะ หรือการเรียนรู้
3. เมื่อพิจารณาผู้สอบทั้งกลุ่ม ความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้ ต้องประกอบด้วย ความแปรปรวนของคะแนนจริง ซึ่งเป็นความแตกต่างที่แท้จริงระหว่างบุคคล ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนอย่างสุ่ม และความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนที่เป็นระบบอย่างน้อย 1 แหล่ง

### ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับโครงสร้างของการศึกษาทฤษฎีการสรุปอ้างอิง

องค์ประกอบ (Facet) หมายถึง ชุดของเงื่อนไขการวัดที่คล้ายคลึงกัน (Similar Conditions of Measurement) เช่น องค์ประกอบของข้อสอบ (Item Facet) องค์ประกอบของผู้ตรวจข้อสอบ (Rater Facet) เป็นต้น

เงื่อนไขการวัด (Condition) หมายถึง ระดับขององค์ประกอบที่ทำให้ได้ค่าสังเกตแต่ละค่าขึ้นมาในการวัดครั้งหนึ่ง ๆ อาจกล่าวได้ว่า เป็นขนาดของกลุ่มตัวอย่างขององค์ประกอบนั้น เช่น ข้อสอบ แต่ละข้อเป็นเงื่อนไขการวัดหนึ่งๆ ขององค์ประกอบแบบทดสอบ

รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบ หมายถึง องค์ประกอบที่เป็นสิ่งที่ใช้ถึงแหล่งความแปรปรวนของรูปแบบการวัด ในแบบจำลองการวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งรูปแบบความสัมพันธ์นี้แบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. ความสัมพันธ์แบบไขว้ (Crossed) หมายถึง ความสัมพันธ์แต่ละลักษณะที่แต่ละระดับของสิ่งที่ถูกวัด ถูกวัดภายใต้เงื่อนไขเดียวกันทั้งหมด สัญลักษณ์ “X” อ่านว่า “Crossed with” กำหนดรูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเป็น  $P \times i \times r$  หมายถึง นักเรียน (p) ทำข้อสอบ (i) ทุกข้อ และผู้ตรวจข้อสอบ (r) ตรวจของนักเรียนทุกคน ทุกๆข้อ
2. ความสัมพันธ์แบบแฝง (Nested) หมายถึง ลักษณะที่แต่ละระดับของสิ่งที่ถูกวัด ถูกวัดภายใต้เงื่อนไขที่แตกต่าง สัญลักษณ์คือ “:” อ่านว่า “Nested within” รูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบเป็น  $i : r$  หมายถึง ผู้ตรวจข้อสอบ (r) ตรวจข้อสอบ ต่างข้อกัน

3. ความสัมพันธ์แบบผสม (Confounded) หมายถึง ความสัมพันธ์ที่มีทั้งความสัมพันธ์แบบไขว้ และความสัมพันธ์แบบแฝงปนกันอยู่

เอกภพ (Universe) หมายถึง เงื่อนไขของการวัดทั้งหมดของแต่ละองค์ประกอบ เช่น จำนวนข้อสอบทุกข้อ จำนวนผู้ตรวจทั้งหมด นักเรียนทุกคน เอกภพมีความหมายคล้ายกันกับคำว่า ประชากร (Population) คำว่า เอกภพนิยมใช้กับองค์ประกอบที่เกี่ยวกับการวัด ส่วนคำว่า ประชากร ใช้กับองค์ประกอบที่เป็นสิ่งที่ถูกวัดคะแนนเอกภพ (Universe Scores ;  $M_p$ ) หมายถึง คะแนนของเงื่อนไขของการวัดทั้งหมดของแต่ละองค์ประกอบซึ่งคล้ายกับคะแนนจริง (Ideal Scores) ของสิ่งที่วัด ในทฤษฎีการวัดแบบดั้งเดิม (Brennan, 1993 อ้างถึงใน วนิดา ภูเอี่ยม, 2550)

$$X_{pi} = T_{pi} + E_{pi} + e_{pi}$$

$$\sigma_{Xp}^2 = \sigma_{\mu p}^2 + \sigma_{Ei}^2 + \sigma_{ep}^2$$

เอกภพของการสรุปอ้างอิง (Universe of Generalization) คือ การวัดที่ครอบคลุมเงื่อนไขที่สนใจทั้งหมดนั้น หลังจากการออกแบบจำนวนพาเซท (องค์ประกอบ) และจำนวนเงื่อนไข (ระดับการวัด) ของแต่ละองค์ประกอบแล้ว ซึ่งเป็นเงื่อนไขการวัดทั้งหมดที่เป็นเป้าหมายของการสรุปอ้างอิงคุณภาพของแบบสอบ

เอกภพของค่าที่ได้จากการสังเกตทั้งหมด (Universe of Admissible Observation) คือ การเก็บรวบรวมข้อมูลการทดสอบของประชากรผู้ทำการทดสอบภายใต้เงื่อนไขของการวัดที่สนใจทั้งหมด ดังนั้นเงื่อนไขขององค์ประกอบในเอกภพของการสรุปอ้างอิง จึงเป็นส่วนย่อยๆ (Subset) ในเอกภพของการสังเกตที่ยอมรับได้

### การศึกษา G (G-study) และการศึกษา D (D-study)

ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงทางการทดสอบ ประกอบด้วยขั้นตอนของการศึกษาที่สำคัญ 2 ขั้นตอน ได้แก่ การศึกษาเชิงสรุปอ้างอิง หรือการศึกษา G (Generalizability Study or G-Study) กับการศึกษาเชิงตัดสินใจ หรือการศึกษา D (Decision Study or D-Study)

2.1 การศึกษา G (G-Study) เป็นการสรุปอ้างอิงผลจากการศึกษาตัวอย่างการวัด ตามเงื่อนไขที่สนใจ บรรยายความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนจากแหล่งความคลาดเคลื่อนต่างๆ เพื่อสรุปอ้างอิงไปยังเอกภพของการวัด

2.2 การศึกษา D (D-Study) เป็นการใช้ข้อมูลจากการศึกษา G ที่สอดคล้องกับจุดประสงค์เฉพาะของการตัดสินใจ โดยเลือกใช้แบบสอบในสถานการณ์ต่างๆ ของการวัด

การศึกษา G มีจุดประสงค์เพื่อประมาณค่าความแปรปรวนของคะแนนจริงและความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนจากแหล่งความคลาดเคลื่อนที่สนใจ และใช้ในการวางแผนเพื่อตัดสินใจในการศึกษา D เกี่ยวกับค่าความเที่ยงของแบบสอบในสถานการณ์การวัดต่างๆ โดยการกำหนดเงื่อนไขหรือสถานการณ์การวัดที่สนใจ แล้วคำนวณค่าความเที่ยง เปรียบเทียบค่าความเที่ยง และตัดสินใจเลือกสถานการณ์หรือเงื่อนไขของการวัดที่เหมาะสม ซึ่งเมื่อทำการทดสอบแล้วจะได้ค่าความเที่ยงตามระดับที่ต้องการ ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า การออกแบบ G Study จึงควรครอบคลุมเงื่อนไขของการวัด ที่ต้องการตัดสินใจนำแบบสอบไปใช้ใน D Study

ตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (CTT) คะแนนจริงของผู้สอบ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการสอบซ้ำๆ ด้วยแบบสอบคู่ขนาน และความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้เป็นผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนจริงกับความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อน ซึ่งแตกต่างจาก G-Theory โดยคะแนนเอกภพ คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการวัดซ้ำหลายๆครั้ง ตามเงื่อนไขการในเอกภพของการสอบอ้างอิง ส่วนความคลาดเคลื่อนของการวัด ( $E_{pi}$ ) แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1) ความคลาดเคลื่อนจาก ฟาเซท หรือกลุ่มเงื่อนไขของการวัด ( $E_i$ ) 2) ความคลาดเคลื่อนจากแหล่งอื่นๆ ( $e_{pi}$ ) ซึ่งการวัดแต่ละครั้งไม่จำเป็นต้องใช้แบบทดสอบคู่ขนาน ส่วนความแปรปรวนของค่าคาดหวังของคะแนนที่สังเกตได้ เป็นผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ กับความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนจาก ฟาเซทหรือองค์ประกอบต่างๆของการวัด และความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนจากแหล่งอื่นๆ

ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ (Absolute Error Variance) คือ เป็นความแปรปรวนของผลต่างระหว่างคะแนนที่สังเกตได้กับคะแนนเอกภพ ซึ่งมีค่าเท่ากับผลรวมของความแปรปรวนที่ประมาณได้ทั้งหมด ยกเว้นความแปรปรวนของแหล่งบุคคล

ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ (Relative Error Variance) คือ ความแปรปรวนของผลต่างระหว่างส่วนเบี่ยงเบนของคะแนนสังเกต (ความแตกต่างของคะแนนสังเกตจากคะแนนเฉลี่ยของประชากรของคะแนนสังเกต) และส่วนเบี่ยงเบนของคะแนนเอกภพ (ความแตกต่างของคะแนนเอกภพจากคะแนนเฉลี่ยของประชากรของคะแนนเอกภพ) ซึ่งคำนวณได้จากผลรวมของความแปรปรวนของคะแนนจากแหล่งต่างๆ ที่มีปฏิสัมพันธ์ร่วมกับผู้สอบ

**สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient)** คือ อัตราส่วนของความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ และความแปรปรวนของคะแนนสังเกตที่คาดหวัง ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงประมาณค่าได้จากกำลังสองของค่าสัมประสิทธิ์ระหว่างคะแนนเอกภพและคะแนนสังเกต ดังนี้

$$G\text{-Coefficient} = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_p^2 + \text{ErrorVariance}}$$

เนื่องจากความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนจากองค์ประกอบต่างๆ ของการวัดมี 2 ประเภท จึงทำให้สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมี 2 ประเภท ได้แก่

สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ ( $\rho^2_{Abs}$ ) เป็นการวัดแบบอิงเกณฑ์ เมื่อคะแนนความคลาดเคลื่อนเป็นความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์ ซึ่งสัมประสิทธิ์นี้บ่งบอกความเที่ยงของแบบสอบ ในสถานการณ์ของการตัดสินใจที่ขึ้นกับคะแนนของผู้สอบตามลำพัง ไม่มีการเปรียบเทียบภายในกลุ่มหรือระหว่างกลุ่ม

สัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ ( $\rho^2_{Rel}$ ) เป็นการวัดแบบอิงกลุ่ม เมื่อคะแนนความคลาดเคลื่อนเป็นความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์ ซึ่งสัมประสิทธิ์นี้บ่งบอกความเที่ยงของแบบสอบ ในสถานการณ์ของการตัดสินใจที่มีการเปรียบเทียบคะแนนระหว่างผู้สอบ

#### กระบวนการวิเคราะห์การสรุปอ้างอิง

ครอนบาคและคณะรวมทั้งเบรนแนน (Cronbach, et al, 1972 and Brennan, อ้างถึงใน วนิดา ภูเอี่ยม, 2550) ได้เสนอวิธีการประมาณค่าการสรุปอ้างอิงเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นที่ 1 การศึกษาเพื่อการสรุปอ้างอิง (Generalizability Study ย่อว่า G study) และขั้นที่ 2 การศึกษาเพื่อการตัดสินใจ (Decision Study ย่อว่า D study) โดย G study เป็นขั้นแรกของการวิเคราะห์ความแปรปรวน เพื่อการประมาณค่าความแปรปรวนจากแหล่งต่างๆ ส่วน D study เป็นการวิเคราะห์ขั้นสุดท้าย โดยนำผลจาก G study มาใช้เพื่อประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง และปรับรูปแบบการวัดเพื่อเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงให้สูงขึ้น Cardinet, Toumeur and Allal (1981) ได้เสนอกระบวนการวิเคราะห์การสรุปอ้างอิง ซึ่งแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 2 แบบจำลอง คือ แบบจำลองการวิเคราะห์ความแปรปรวน (Anova Model) และแบบจำลองทฤษฎีการสรุปอ้างอิง (Generalizability Theory Model) ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ของ Cronbach และคณะ

แบบจำลองการวิเคราะห์ความแปรปรวนประกอบด้วย รูปแบบการสังเกต (Observation Design) และรูปแบบการประมาณค่า (Estimation Design) ส่วนแบบจำลองทฤษฎีการสรุปอ้างอิงนั้น ประกอบด้วย รูปแบบการวัด (Measurement Design) และรูปแบบการปรับรูปแบบการวัดเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด (Optimization Design)

ตามแนวคิด G-Theory คะแนนที่ได้จากการวัดภายใต้สถานการณ์หรือเงื่อนไขเดียวด้วยแบบทดสอบเดียว และทำการสอบครั้งเดียว คะแนนที่ได้จะไม่สามารถเชื่อถือได้อย่างเต็มที่ เพราะคะแนนที่ได้จะไม่เป็นตัวแทนที่ดีของคะแนนจริง ซึ่งเป็นคะแนนเฉลี่ยที่ได้จากการทดสอบในหลายๆ สถานการณ์ด้วยแบบสอบหลายๆ ชุด และทำการสอบหลายๆ ครั้ง

ในการออกแบบสถานการณ์การวัดหรือการทดสอบตามหลักการของ G-Theory นั้น ชั้น G-Study เป็นการกำหนดเป้าหมายของการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของคะแนนที่ได้ไปยังเงื่อนไขการวัดที่สนใจ เช่น One - Facet , Two - Facet , Three - Facet เป็นต้น เพื่อทำการเก็บรวบรวมข้อมูลวิเคราะห์ความแปรปรวนของแหล่งความคลาดเคลื่อนต่างๆ ที่สนใจ ในชั้น D - Study เป็นการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของคะแนนที่ได้จากเครื่องมือวัด ไปยังเงื่อนไขเป้าหมายของการวัด เพื่อตัดสินใจสำหรับนำเครื่องมือไปใช้วัดในเงื่อนไข ที่จะทำให้ความน่าเชื่อถือถึงระดับที่พึงประสงค์

นอกจากนี้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (G - Theory) ยังสามารถวิเคราะห์ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนอย่างเป็นระบบจากแหล่งต่างๆ ที่เป็นสถานการณ์ของการวัดที่สามารถเกิดขึ้นได้จริง อาทิ จำนวนผู้ตรวจ ความยาวของแบบสอบ จำนวนครั้งในการตรวจ รวมทั้งปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอบและสถานการณ์หรือเงื่อนไขในการวัดต่างๆ จุดประสงค์เพื่อให้ได้แหล่งความแปรปรวนหลัก และควบคุมความแปรปรวนในการวัดครั้งต่อไปให้น้อยลง นอกจากนี้ผลที่ได้ยังสามารถหาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของการวัดได้อีกด้วย (Generalizability coefficient) ซึ่งค่านี้เป็นค่าแสดงถึงระดับความเชื่อถือได้ ที่มีลักษณะคล้ายกับสัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่น (Reliability coefficient) ในทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ดังนั้นทฤษฎีการสรุปอ้างอิงจึงสามารถใช้ในการประเมินความเที่ยงของเครื่องมือวัด และช่วยในเรื่องของการออกแบบการสอบเพื่อให้การวัดมีความเที่ยงตามระดับที่ต้องการ นอกจากนี้ยังสามารถนำสารสนเทศที่ได้ไปใช้ในการตัดสินใจได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### 3.5 เทคนิคการคิดออกเสียง (Thinking Aloud)

เทคนิคการคิดออกเสียง (Think Aloud) เป็นวิธีการวิจัยเชิงประจักษ์ (Empirical research method) (Nguyen & Shanks, n.d.) ซึ่งช่วยให้เข้าใจถึงความคิดที่ไม่อาจมองเห็นได้เพื่อใช้ในการศึกษาความคิดหรือกระบวนการคิด (Cognitive process) ของผู้เข้าร่วมการวิจัยตลอดจนพฤติกรรมด้านจิตใจ (Nielsen & Yssing, 2004) โดยอาศัยการรายงานด้วยคำพูด (Verbal report) ที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยรายงานเกี่ยวกับลำดับความคิดของตนในขณะที่ปฏิบัติงานอยู่ (Ericsson, 2002; Oh & Wildemuth, 2009) ในการรายงานด้วยคำพูดนั้น ผู้เข้าร่วมการวิจัยจะต้องพูดดังๆ ในสิ่งที่ตนคิดออกมาตามธรรมชาติ กล่าวคือ อะไรก็ตามที่ตนคิดโดยปราศจากการวิเคราะห์หรือการตีความพฤติกรรมของตน (Katalin, 2000) เพราะกุญแจสำคัญในการใช้เทคนิคการคิดออกเสียง คือ สารสนเทศที่อยู่ในความทรงจำระยะสั้น (Short Term Memory) ของผู้เข้าร่วมการวิจัย (Mathison, Meyer)

การคิดออกเสียง (Think – aloud) เป็นวิธีการที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูลที่ได้จากการทดสอบช่วยให้เข้าใจถึงความคิดที่ไม่อาจมองเห็นได้เพื่อใช้ในการศึกษาความคิดหรือกระบวนการคิด (Cognitive process) ของผู้เข้าร่วมการวิจัยตลอดจนพฤติกรรมด้านจิตใจเป็นเทคนิคที่มีความสัมพันธ์กับการสัมภาษณ์ สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการอธิบายประสบการณ์การเรียนรู้ในเรื่องนั้น ๆ ของแต่ละบุคคล คำจำนวนมากที่มีความหมายเดียวกับ การคิดออกเสียง ได้แก่ การคิดเป็นถ้อยคำ การคิดดังๆ เป็นต้น ส่วนคำภาษาอังกฤษ ใช้คำว่า think aloud protocol (Oh & Wildemuth, 2009) protocol analysis (Nguyen & Shanks, n.d.; Benbunan-Fich, 2001; Ericsson, 2002; Griffith, Hartley, & Willson, 2002) verbal protocol (Mathison, Meyer, & Vargas, 1999; Oh & Wildemuth, 2009; Bourg 2011) และ verbal report (Van Gog & Paas, 2008; Oh & Wildemuth, 2009) นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของการคิดออกเสียง (Think – aloud) ไว้หลายแง่มุม ดังนี้

Lester (1980, อ้างถึงใน กำจร มุณีแก้ว, 2539) สุदारัตน์ มนตร์นิมิต (2545) ได้ให้ความหมายของการคิดออกเสียง (Think – aloud) ที่คล้ายคลึงกัน กล่าวคือ การคิดออกเสียงหมายถึง การเน้นให้ผู้แก้ปัญหาพูดในสิ่งที่เกิดขึ้น พูดรายงานความคิด เป็นวิธีการที่สัมพันธ์กับการสัมภาษณ์ เหมาะสมในการใช้ศึกษากระบวนการคิดแก้ปัญหา มีการใช้แถบบันทึกภาพ วีดิทัศน์บันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้น มักนิยมใช้กับโปรโตคอล โค้ดดิ้ง (protocol coding) เพื่อบันทึกพฤติกรรมที่



คาดหมาย การคิดออกเสียงนั้นสามารถใช้เป็นเครื่องมือในการอธิบายประสบการณ์การเรียนรู้ในเรื่องนั้นๆ ของแต่ละบุคคล เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างเป็นระบบตามลำดับขั้นตอน ทำให้ทราบกระบวนการคิดของผู้เรียน ค้นพบกระบวนการแก้ปัญหาของนักเรียน

Davey (1983), Bereiter and Bird (1985) และ Nist and Kirby (1986 อ้างถึงใน บุขยาร์ตน์ จันทรประเสริฐ, 2550) ได้นิยามการคิดออกเสียง หมายถึง การที่ครูพูดแสดงความคิดในขณะทำความเข้าใจกับบทอ่าน เป็นวิธีการที่ครูแสดงพฤติกรรมความคิดให้นักเรียนดูเป็นแบบอย่าง พฤติกรรมความคิดเหล่านี้เป็นพฤติกรรมที่ผู้มีทักษะในการอ่านใช้ในการทำความเข้าใจกับบทอ่าน เพื่อแสดงให้นักเรียนเห็นว่าครูใช้กลวิธีการอ่านใดบ้างในการทำความเข้าใจ จากนั้นนักเรียนก็จะสามารถทำตามแบบอย่างที่ครูแสดงให้เห็น

กำจร มุณีแก้ว (2539), Posner (1989), Ward และ Traweek (1993), Oster (2001), Ghaith (2001 อ้างถึงใน บุขยาร์ตน์ จันทรประเสริฐ, 2550) ได้นิยามว่าการคิดออกเสียง เป็นกระบวนการที่ก่อให้เกิดการรายงานด้วยคำพูด ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่สังเกตได้ สามารถนำไปสู่การวิเคราะห์กระบวนการข่าวสารประมวลผลข้อมูล แสดงให้เห็นวิธีการที่นักเรียนใช้ในการทำความเข้าใจ เป็นวิธีที่ช่วยให้ผู้อ่านได้รับรู้ถึงกลวิธีในการทำความเข้าใจความรู้คิดขั้นสูง (metacognitive comprehension strategies) อย่างมีประสิทธิภาพ

สุธารัตน์ มนตรีนิมิต (2545 อ้างถึงใน บุขยาร์ตน์ จันทรประเสริฐ, 2550) ได้ให้ความหมายของการคิดออกเสียงที่คล้ายคลึงกับนักการศึกษาข้างต้น คือ การคิดออกเสียงเป็นวิธีการที่สัมพันธ์กับการสัมภาษณ์ เหมาะสมในการศึกษากระบวนการคิดแก้ปัญหา โดยใช้วิธีให้ผู้แก้ปัญหาพูดรายงานความคิด และการกระทำออกมาในขณะที่เขาอยู่ในกระบวนการคิด โดยมีการใช้แถบบันทึกภาพ วีดิทัศน์บันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้น มักนิยมใช้โปรโตคอล โค้ดดิ้ง (protocol coding) เพื่อบันทึกพฤติกรรมที่คาดหมาย ซึ่งเทคนิคนี้สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการอธิบายประสบการณ์การเรียนรู้ในเรื่องนั้นๆ ของแต่ละบุคคล เป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดเป็นลำดับขั้นตอน ทำให้รู้ถึงกระบวนการคิดของนักเรียน ค้นพบวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียน อีกทั้งยังมีประโยชน์ที่ทำให้ได้รับข้อมูลความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียน เจตคติ ความสนใจ และทักษะความสามารถ

ชาญวิทย์ คำเจริญ (2550) ได้กล่าวถึง กระบวนการคิดออกเสียง เป็นเทคนิคในการใช้คำถามที่กระตุ้นให้ผู้ตอบแสดงความคิดออกมาเป็นคำพูด การสัมภาษณ์ ผู้สัมภาษณ์จะใช้คำถามทีละคำถามถามผู้ถูกสัมภาษณ์ การถามคำถามต่อไป จะต้องพิจารณาคำตอบของผู้ถูกสัมภาษณ์เพื่อดูว่า

ผู้ถูกสัมภาษณ์มีความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องที่ถูกถามอย่างไร จากนั้นจึงค่อยถามคำถามที่สอง ที่สาม ตามมา และในระหว่างการสัมภาษณ์นั้น ผู้สัมภาษณ์จะทำการอัดเทปภาพและเสียงเอาไว้ เพื่อจะได้นำมาดูย้อนใหม่หลังจากที่ทำการสัมภาษณ์เสร็จเรียบร้อยแล้ว

จากที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การคิดออกเสียง เป็นเทคนิคที่สัมพันธ์กับการสัมภาษณ์ เหมาะในการศึกษากระบวนการคิดแก้ปัญหา โดยวิธีให้ผู้แก้ปัญหาพุดรายงานความคิด และการกระทำออกมาในขณะที่เขาอยู่ในกระบวนการคิด โดยการใช้คำถามที่กระตุ้นให้ผู้ตอบแสดงความคิดออกมาเป็นคำพูด อาจมีการใช้แถบบันทึกภาพ วิดีทัศน์ บันทึกพฤติกรรมที่เกิดขึ้น เทคนิคการคิดออกเสียงนี้สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการอธิบายประสบการณ์การเรียนรู้ในเรื่องนั้นๆของแต่ละบุคคล อีกทั้งยังเป็นการฝึกให้นักเรียนรู้จักคิดเป็นลำดับขั้นตอน ทำให้รู้ถึงกระบวนการคิดของนักเรียน เหมาะสมในการศึกษากระบวนการคิดแก้ปัญหา ช่วยให้รับรู้ถึงกลวิธีในการทำความเข้าใจ ความรู้คิดขั้นสูงอย่างมีประสิทธิภาพ

### ประเภทของเทคนิคการคิดออกเสียง

เราสามารถแบ่งประเภทเทคนิคการคิดออกเสียงได้หลากหลายรูปแบบขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง ดังนี้ (Ericsson & Simon, 1993; Olmsted-Hawala, Murphy, Hawala, & Ashenfelter, 2010 อ้างถึงใน อรุณช ศเวตรัตนเสถียร, 2556)

1. การแบ่งโดยใช้สถานที่ในการดำเนินการคิดออกเสียง สามารถแบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่
  - 1.1 การคิดออกเสียงแบบทางไกล (Remote protocols)
  - 1.2 การคิดออกเสียงแบบตัวต่อตัว (Face to face Protocols)
  - 1.3 การคิดผ่านทางโทรศัพท์ ผ่านบริการพูดคุยแบบออนไลน์ (Online Chat Service) หรือผ่านเทคโนโลยีอื่นๆ ที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อ
2. การแบ่งตามช่วงเวลาในการดำเนินการคิดออกเสียง สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่
  - 2.1 การคิดออกเสียงขณะปฏิบัติงาน (Concurrent protocols / Concurrent Think Aloud) การคิดออกเสียงขณะปฏิบัติงาน เป็นการรวบรวมข้อมูลโดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยปฏิบัติงาน และพูดสิ่งที่ตนคิดออกไปพร้อมๆ กัน (Van Gog & Paas, 2008, ทองหล่อ วงษ์อินทร์, 2537 อ้างถึงใน สุदारัตน์ มนต์นิมิตร, 2545) งานวิจัยจำนวนหนึ่งแสดงให้เห็นว่า การคิดออกเสียงขณะปฏิบัติงานและการคิดออกเสียงภายหลังการปฏิบัติงานจะนำมาซึ่งผลการศึกษาที่คล้ายคลึงกัน

(Nguyen & Shanks, n.d.) แต่งงานวิจัยส่วนใหญ่ ร้อยละ 96 พบว่าจะใช้เทคนิคการคิดออกเสียงขณะปฏิบัติงาน (Nielsen, Clemmensen, & Yssing, 2002 อ้างถึงใน อรณุช เศรษฐรัตน์เสถียร, 2556)

2.2 การคิดออกเสียงภายหลังปฏิบัติงาน (Retrospective protocols / Retrospective Think Aloud) การคิดออกเสียงภายหลังการปฏิบัติงาน เป็นการรวบรวมข้อมูลโดยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัย ปฏิบัติงานให้เสร็จก่อนโดยไม่ต้องพูดไปพร้อมๆ กับการปฏิบัติงาน และทันทีหลังจากที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยปฏิบัติงานเสร็จแล้วผู้เข้าร่วมการวิจัยจะต้องพูดถึงสิ่งที่ตนคิดในขณะที่ปฏิบัติงานอยู่ (Van Gog & Paas, 2008, ทองหล่อ วงษ์อินทร์, 2537 อ้างถึงใน สุดารัตน์ มนตรีมิตร, 2545) ทั้งนี้ การเก็บรวบรวมข้อมูลโดยใช้วิธีการดังกล่าว จะได้รับผลดีที่สุดหากมีการกระตุ้นผู้เข้าร่วมการวิจัยให้พูด โดยแสดงวิถีทัศนกรรมการบันทึกการใช้งาน (Transaction Log) (Oh & Wildemuth, 2009) หรือการติดตามการเคลื่อนไหวของดวงตา (Eye Tracking) ซึ่งได้บันทึกไว้ในขณะที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยกำลังปฏิบัติงาน

3. การแบ่งโดยการรายงานด้วยคำพูด มีอยู่ 3 รูปแบบ (สิริมาศ สิทธิหล่อ, 2534 อ้างถึงใน สุดารัตน์ มนตรีมิตร, 2545) ได้แก่

1. การพูดโดยตรง (Direct verbalization) เป็นการพูดข่าวสารออกมาอย่างง่ายๆ ซึ่งอยู่ในความจำระยะสั้นของผู้พูด โดยผู้ที่ได้รับการทดสอบจะพูดออกมาตามความคิด และจะพูดกับตัวเองอย่างเป็นธรรมชาติ ขณะกำลังแก้ปัญหาเป็นการแสดงออกด้วยภาษาโดยตรง ผู้ที่ได้รับการทดสอบจะได้รับการแนะนำหรือสอนให้รู้จักการพูดออกเสียงอย่างเป็นธรรมชาติ

2. การบันทึกเนื้อหาของความจำระยะสั้น (Recording the contents of a short-term memory) คือ การพูดโดยพูดประกอบในการรายงานเป็นคำพูด การอธิบายในเนื้อหาของความจำระยะสั้น เมื่อสิ่งเหล่านั้นยังไม่ออกมาเป็นถ้อยคำ ดังนั้นผู้ที่ได้รับการทดสอบได้รับการสอนให้พูดออกเสียง ขณะกำลังปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับจินตนาการ อันอาจจะบันทึกได้ในบางส่วนของการทำงานที่จะสามารถรายงานออกมาเป็นคำพูด

3. การอธิบาย (Explanation) เป็นการพูดที่ประกอบกรรายงานเป็นคำพูด ซึ่งเป็นกระบวนการที่นอกเหนือจากการบันทึกอย่างง่าย แสดงให้เห็นถึงความพยายามในการอธิบายอย่างต่อเนื่อง เมื่อถูกให้พูดถึงกระบวนการในแต่ละขั้น ทำให้ใช้เวลาเพิ่มมากขึ้น และลำดับขั้นตอนส่งผลให้เกิดความยุ่งยากในส่วนของการอธิบาย ขึ้นอยู่กับแบบฝึกปฏิบัติ เนื้อหา และธรรมชาติของความพยายามในการอธิบายของผู้พูด

## ข้อดีและข้อจำกัดของเทคนิคการคิดออกเสียง

### ข้อดีของเทคนิคการคิดออกเสียง

1. เทคนิคการคิดออกเสียง เป็นเทคนิคการวิจัยที่สามารถให้ข้อมูลได้อย่างมาก (Griffiths, Hartley, & Willson, 2002; Oh & Wildemuth, 2009) โดยเทคนิคการคิดออกเสียงสามารถรวบรวมได้ทั้งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปฏิริยาตอบกลับ อารมณ์ความรู้สึก และปัญหาที่ผู้เข้าร่วมการวิจัยประสบในขณะที่ปฏิบัติงานอยู่

2. จำนวนผู้เข้าร่วมการวิจัย ไม่จำเป็นต้องใช้ผู้ร่วมวิจัยจำนวนมาก Hughes & Parkes, 2003) เนื่องจากปริมาณของข้อมูลที่รวบรวมได้มักมีเป็นจำนวนมาก (Benbunan-Fich, 2001) ดังนั้น ในการรวบรวมข้อมูลด้วยเทคนิคการคิดออกเสียง จึงจำเป็นต้องมีผู้เข้าร่วมการวิจัยเพียงจำนวน 5-8 คน (Nielsen & Yssing, 2004) หรืออาจจะเป็น 10-30 คนเท่านั้น (Hoppmann, 2009) อีกทั้งใน

3. การดำเนินการรวบรวมข้อมูล ก็สามารถกระทำได้ง่าย เพราะเป็นการดำเนินการที่ตรงไป ตรงมา ไม่จำเป็นต้องมีทักษะขั้นสูงใดๆ ผู้เข้าร่วมการวิจัยมักจะสามารถพูดถึงสิ่งที่ตนกำลังคิดไปพร้อมๆ กับการปฏิบัติงานได้ตามปกติ หลังจากที่ได้รับคำแนะนำง่ายๆ จากผู้วิจัยแล้ว (Oh & Wildemuth, 2009)

4. ข้อมูลที่รวบรวมจากผู้เข้าร่วมการวิจัยจะเป็นข้อมูลที่รวบรวมได้จากผู้ใช้จริง โดยตรง ซึ่งเป็นตัวแทนของประชากรทั้งหมด และเป็นข้อมูลที่สะท้อนออกมาจากการใช้งานจริงของผู้ร่วมการวิจัย (Van den Haak , De Jong, & Schellens, 2003 อ้างถึงใน อรรนุช เศวตรัตนเสถียร, 2556)

5. ข้อมูลที่ได้มีความน่าเชื่อถือ เนื่องจากข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลที่ปราศจากอิทธิพลที่เกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เข้าร่วมการวิจัยอื่นๆ (Peer interaction) (Young, 2005 อ้างถึงใน อรรนุช เศวตรัตนเสถียร, 2556) ซึ่งสามารถเกิดขึ้นได้ในการรวบรวมข้อมูลด้วยการใช้กลุ่มสนทนา จากการศึกษาพบว่า การรวบรวมข้อมูลด้วยเทคนิคการคิดออกเสียง ผู้เข้าร่วมแต่ละคนจะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการดำเนินงานและความคิดของตนในขณะที่กำลังให้ข้อมูล

6. เทคนิคการคิดออกเสียงยังเป็นเทคนิคการวิจัยที่ช่วยให้สามารถใช้ประโยชน์จากการวิเคราะห์ข้อมูลได้ทั้งในงานวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) และการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) (Hoppmann, 2009)

7. การคิดออกเสียงขณะปฏิบัติงาน สามารถลดปัญหาที่มีสาเหตุเกิดจากความทรงจำที่ผิดพลาด (Hoppmann, 2009 อ้างถึงใน อรรนุช เศวตรรัตนเสถียร, 2556) เพราะผู้เข้าร่วมการวิจัยต้องปฏิบัติงานและพูดสิ่งที่ตนคิดไปพร้อมๆ กัน คำตอบที่ให้อาจเป็นไปตามเวลาที่เกิดขึ้นจริง (Real-time Response) (Nguyen & Shanks, n.d.) ข้อมูลที่ได้จึงเป็นข้อมูลที่เกิดจากความคิดในขณะนั้น โดยทันที ผู้เข้าร่วมการวิจัยจึงไม่มีเวลาในการคิดเพื่อเตรียมข้อมูลให้เป็นความคิดที่พึงปรารถนา (Young, 2005)

8. การคิดออกเสียงภายหลังการปฏิบัติงาน ทำให้ได้ข้อมูลที่เป็นธรรมชาติ โดยการคิดออกเสียงไปพร้อมๆ กับการปฏิบัติงานอาจส่งผลให้ผู้ร่วมการวิจัยมีกระบวนการคิดที่เป็นระบบมากขึ้น จึงส่งผลให้เกิดพฤติกรรมการปฏิบัติงานที่ดีขึ้น ในทางตรงกันข้ามอาจส่งผลให้เกิดพฤติกรรมการปฏิบัติงานที่แย่ลง นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้เข้าร่วมการวิจัยเปิดเผยข้อมูลซึ่งมีคุณภาพได้มากกว่า หากกระตุ้นให้ผู้ร่วมการวิจัยพูดด้วยสื่อที่มีการบันทึกไว้ในขณะที่กำลังปฏิบัติงานอยู่อย่างเหมาะสม (Hyrskykari, Ovaska, Majaranta, Rähä, & Lehtinen, 2008 อ้างถึงใน อรรนุช เศวตรรัตนเสถียร, 2556) เนื่องจากผู้ร่วมการวิจัยไม่ต้องพูดในระหว่างที่กำลังปฏิบัติงาน ซึ่งสามารถดึงดูดผู้ร่วมการวิจัยได้มากกว่าหากการคิดออกเสียงนั้น ต้องพูดเป็นภาษาต่างประเทศ เพราะโดยปกติการพูดถึงความคิดที่เกิดขึ้นเป็นภาษาต่างประเทศและปฏิบัติงานไปพร้อมๆ กันเป็นสิ่งที่ยาก (Van den Haak, De Jong, & Schellens, 2003)

### ข้อจำกัดของเทคนิคการคิดออกเสียง

1. เทคนิคการคิดออกเสียงเป็นเทคนิคการวิจัยที่สามารถให้ได้เฉพาะข้อมูลเกี่ยวกับความคิดและกระบวนการทำงานที่ผู้ร่วมการวิจัยรับรู้เท่านั้น แต่ไม่รวมถึงข้อมูลที่เป็นกระบวนการอัตโนมัติต่างๆ (Bourg, 2011) ซึ่งในบางครั้งการแปลงความคิดหรือการกระทำซึ่งซับซ้อนให้เป็นคำพูดนั้นเป็นเรื่องที่ยาก
2. ในบางครั้งผู้ร่วมการวิจัยบางคนรู้สึกง่วงหรือไม่สะดวกใจที่จะคิดออกเสียง โดยเฉพาะหากการปฏิบัติงานและการคิดออกเสียงของตนนั้น จะได้รับการบันทึก ทั้งนี้ การคิดออกเสียงของผู้ร่วมการวิจัยบางคนยังอาจให้ข้อมูลที่ไม่น่าเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยมากนักด้วย (Nguyen & Shanks, n.d.)

3. การเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลนั้น การคิดออกเสียงเป็นเทคนิคการวิจัยที่ต้องใช้แรงงานมากกว่าหากเปรียบเทียบกับเทคนิคการวิจัยอื่นๆ ข้อมูลที่ได้มีจำนวนน้อย การวิเคราะห์ข้อมูลจึงต้องใช้เวลา

4. เนื่องจากการคิดออกเสียงเป็นข้อมูลที่ได้จากผู้เข้าร่วมการวิจัยเพียงจำนวนน้อย (Hoppmann, 2009) จึงอาจก่อให้เกิดปัญหาในเรื่องความสามารถในการสรุปอ้างอิง (Generalizability) ไปยังประชากร (Katalin, 2000) นอกจากนี้ยังก่อให้เกิดปัญหาในเรื่อง ความตรง (Validity) ความเที่ยง (Reliability) และความสามารถในการเปรียบเทียบ (Comparability) เพราะข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลเกี่ยวกับพฤติกรรมการทำงานและความคิดของผู้เข้าร่วมการวิจัยที่รู้ตัวอยู่ตลอดเวลาว่ากำลังมีผู้สังเกตการณ์สิ่งที่ตนกระทำ (Nguyen & Shanks, n.d.) สิ่งที่ยังรายงานออกมานั้น จึงอาจไม่ตรงตามความเป็นจริง

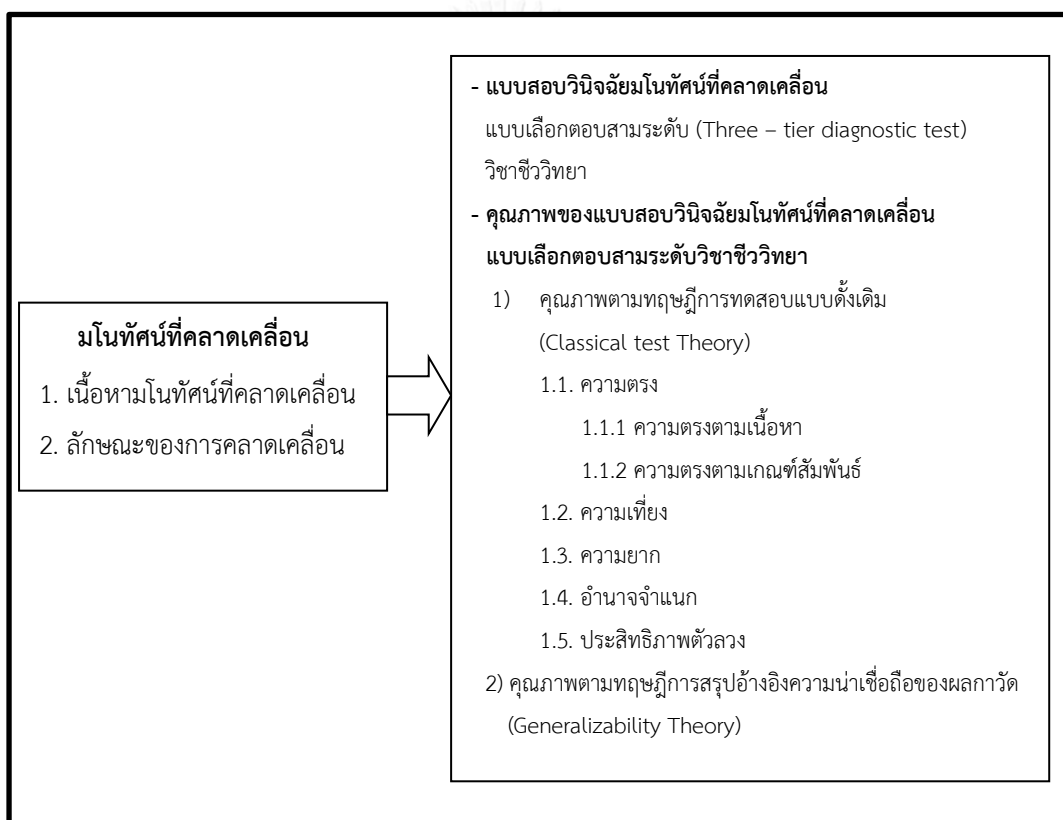
5. การคิดออกเสียงภายหลังการปฏิบัติงาน มีข้อจำกัดในเรื่องความจำ เพราะผู้ร่วมการวิจัยจะปฏิบัติงานให้เสร็จก่อนแล้วจึงพูดถึงความคิดของตนในขณะที่ปฏิบัติงานอยู่ ถึงแม้จะได้รับการกระตุ้นให้พูดด้วยสื่อต่างๆ ความสามารถในการจำในสิ่งที่ตนคิดในขณะที่ปฏิบัติงานนั้นยังมีข้อจำกัด (Young, 2005) ซึ่งข้อมูลที่ได้อาจไม่ถูกต้องหรือไม่ครบถ้วนสมบูรณ์

6. เนื่องจากการเข้าร่วมการวิจัยต้องใช้เวลาส่วนหนึ่งในการปฏิบัติงานและหลังจากที่ปฏิบัติงานเสร็จแล้ว ยังต้องใช้เวลาอีกส่วนหนึ่งเพื่อพูดถึงความคิดของตนในขณะที่กำลังปฏิบัติงาน จึงทำให้การคิดออกเสียงจึงมีข้อจำกัดเกี่ยวกับระยะเวลาในการรวบรวมข้อมูล (Van den Haak, De Jong, & Schellens, 2003)

การใช้เทคนิคการคิดออกเสียง (Thinking Aloud) เป็นการใช้อำนาจที่กระตุ้นให้ผู้ตอบ แสดงความคิดออกมาเป็นคำพูด แม้ว่าเทคนิคการคิดออกเสียงจะเป็นเทคนิคการวิจัยหนึ่งที่ได้รับ ความนิยมในการนำมาใช้ในการศึกษาวิจัยต่างๆ แต่เนื่องจากเทคนิคการคิดออกเสียงเป็นเทคนิค การวิจัยที่สามารถจำแนกออกได้หลายประเภท และเหมือนกับเหรียญที่มี 2 ด้าน คือ เทคนิคการวิจัย ดังกล่าวเป็นเทคนิคการวิจัยที่มีทั้งข้อดีและข้อเสีย ดังนั้น ในการพิจารณาใช้เทคนิคการคิดออกเสียงใน งานวิจัยเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลนั้น ความรู้ความเข้าใจในประเด็นต่างๆ เพื่อให้ สามารถตัดสินใจและประยุกต์ใช้เทคนิคการคิดออกเสียงได้อย่างเหมาะสม อันจะส่งผลให้งานวิจัยนั้น เกิดประโยชน์ และนำมาซึ่งการพัฒนาองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องต่อไป

#### ตอนที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย

จากการสรุปและสังเคราะห์องค์ความรู้จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแบบสอบวินิจฉัย มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ ผู้วิจัยได้สนใจวิเคราะห์เนื้อหา มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา ของนิติตฝึกสอน เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัย มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ ผู้วิจัยจึงทำการตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของแบบสอบวินิจฉัยโดยใช้วิธีการคิดออกเสียง (Thinking aloud) และวิเคราะห์ความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัย มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) เพื่อพัฒนาให้แบบสอบมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น



ภาพที่ 2.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย



### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และลักษณะของหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน และเพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพแบบสอบวินิจฉัยหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอนที่จะออกไปฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู ซึ่งมีรายละเอียดในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. การกำหนดประชากรและตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. การกำหนดประชากรและตัวอย่าง

##### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้มี ได้แก่ นิสิตระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 เอกชีววิทยา สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ และมัธยมศึกษา-วิทยาศาสตร์ 5 สถาบัน ได้แก่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร

##### ตัวอย่างวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นิสิตระดับปริญญาตรี วิชาเอกชีววิทยาชั้นปีที่ 4 ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2558 ที่จะต้องออกไปฝึกประสบการณ์วิชาชีพครูในปีการศึกษา 2559 จากสถาบันอุดมศึกษาในจังหวัดกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ทั้ง 5 สถาบัน ได้แก่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ในพระบรมราชูปถัมภ์ และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร จำนวน 213 คน

สาเหตุที่ผู้วิจัยพิจารณาเลือกนิสิตระดับปริญญาตรี วิชาเอกชีววิทยา ชั้นปีที่ 4 เป็นตัวอย่างวิจัยในครั้งนี้ เนื่องจากงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และลักษณะของหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน จึงต้องการตัวอย่างวิจัยที่มี



ประสบการณ์และความรู้เฉพาะสาขา เพื่อให้ได้ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของคุณลักษณะที่ต้องการวัด ตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ดังแสดงในตารางที่ 3.1

**ตารางที่ 3.1** จำนวนนิสิตฝึกสอนที่ใช้ในการเก็บข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์

มหาวิทยาลัย	ตัวอย่าง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	25
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	30
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	30
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ฯ	96
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร	32
รวม	213

## 2. การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลครั้งนี้ มีดังนี้

1. เครื่องมือสำรวจเนื้อหาหมอนัทศน์ที่ตลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย เป็นแบบสอบถามสำรวจ (survey test) ทั้งหมด 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบถูกผิด และแบบอัตนัย จำนวน 34 ข้อ ซึ่งสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อสำรวจและรวบรวมหมอนัทศน์การคิด โดยหมอนัทศน์ที่ได้จะนำมาสร้างตัวลงในแบบสอบวินิจฉัยหมอนัทศน์ที่ตลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาต่อไป

2. เครื่องมือวินิจฉัยหมอนัทศน์ที่ตลาดเคลื่อน เป็นแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย ประกอบด้วย 3 มวลเนื้อหา คือ ระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบขับถ่าย ซึ่งเป็นแบบสอบที่มุ่งวินิจฉัยหมอนัทศน์ที่ตลาดเคลื่อนของนิสิตฝึกสอน ประกอบด้วย 3 ระดับ ระดับแรกประกอบด้วยคำถามและคำตอบแบบเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก ระดับที่สองประกอบด้วยตัวเลือกที่แสดงผลสนับสนุนในการเลือกตอบระดับแรก ซึ่งมี 5 ตัวเลือกโดยตัวเลือกที่ 5 จะเว้นให้เติมเหตุผลอย่างอิสระได้ ระดับที่ 3 เป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก เพื่อเป็นการยืนยันคำตอบในระดับที่ 1 และ 2 ที่แสดงความมั่นใจในการตอบผู้ตอบต้องเลือกเพียงตัวเลือกเดียวในแต่ละระดับ การให้คะแนนเป็นแบบตอบถูกทั้งสองระดับ และระดับที่ 3 ตอบมั่นใจ ได้ 1 คะแนน ตอบถูกระดับใดระดับหนึ่ง ตอบผิดทั้งสองระดับ และตอบถูกทั้งสองระดับในระดับที่ 3 ไม่มั่นใจ ได้ 0 คะแนน

3. เครื่องมือตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของแบบสอบวินิจฉัย โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง (thinking aloud) วินิจฉัยมโนทัศน์วิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย ของนิสิตฝึกสอนเป็นรายบุคคล โดยนำผลคะแนนวินิจฉัยมาเป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบความตรงเชิงเกณฑ์สัมพัทธ์ของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ

### กระบวนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ

ในกระบวนการสร้างและพัฒนาเครื่องมือ ผู้วิจัยแบ่งการนำเสนอได้เป็น 3 ส่วน ดังนี้

**1. เครื่องมือสำรวจเนื้อหา มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา เป็นแบบสอบเชิงสำรวจ (survey test) มีกระบวนการสร้าง ดังนี้**

1. ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ มาตรฐานการศึกษาวิชาชีววิทยา หนังสือเรียนและคู่มือครูวิชาชีววิทยา (สสวท. 2547) และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา

2. วิเคราะห์มวลเนื้อหาวิชาชีววิทยา จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องและข้อมูลที่ได้จากการสัมภาษณ์อาจารย์นิเทศสถานศึกษาโรงเรียนอาจารย์นิเทศคณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์จากมหาวิทยาลัยเกี่ยวกับเนื้อหาส่วนใหญ่ที่นิสิตฝึกสอนเกิดมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน

3. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

4. สร้างแผนผังการสร้างข้อสอบ (table of specification)

5. ผู้วิจัยสร้างแบบสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา (survey test) ผู้วิจัยกำหนดรูปแบบของแบบสอบ 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก แบบถูกผิด และแบบอัตนัย เพื่อให้ครอบคลุมกับวัตถุประสงค์ที่กำหนด ทั้งหมดจำนวน 55 ข้อตามแผนผังการสร้างข้อสอบ

6. ให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบความตรงด้านเนื้อหาและความถูกต้องของมโนทัศน์ชีววิทยา ผลการตรวจสอบอยู่ในภาคผนวก ข

7. นำข้อมูลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญมาปรับแก้ ก่อนนำไปใช้จริง เพื่อวิเคราะห์เนื้อหา มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน

ตารางที่ 3.2 แสดงแผนผังการสร้างแบบสอบเพื่อสำรวจเนื้อหาหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา

มวลเนื้อหา (เรื่อง)	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	จำนวน ข้อ	น้ำหนัก (%)
<b>การรักษาคุณภาพในร่างกาย</b>			
<b>1. ระบบหายใจ</b>			
1.1 โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์	1. อภิปราย เปรียบเทียบและสรุปโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	1	1.82
	2. อภิปราย เปรียบเทียบและสรุปโครงสร้างกระบวนการต่างๆที่เกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์	4	7.27
1.2 โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน	3. อภิปราย เปรียบเทียบและสรุปโครงสร้างและกระบวนการต่างๆที่เกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน	13	23.64
	4. อภิปราย สรุป และนำเสนอเกี่ยวกับความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับปอดและโรคของระบบทางเดินหายใจ	3	5.45
<b>2. ระบบขับถ่าย</b>			
2.1 การขับถ่ายของสัตว์	5. อภิปราย และสรุปความหมายของของเสียและการขับถ่าย	2	3.64
	6. อธิบายกระบวนการขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์บางชนิด	2	3.64
2.2 การขับถ่ายของคน	7. สรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของไต และอวัยวะที่เกี่ยวข้อง	3	5.45
	8. สรุปเกี่ยวกับการทำงานของไตกับการรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุของร่างกาย	4	7.27
	9. เปรียบเทียบลักษณะอวัยวะที่ใช้ในการขับถ่ายระหว่างของคนและของสัตว์	1	1.82
	10.อธิบายความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับไตและโรคของไต พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางในการดูแลสุขภาพ	2	3.64
<b>3. ระบบหมุนเวียนเลือด</b>			
<b>ระบบน้ำเหลือง</b>			
<b>และระบบภูมิคุ้มกัน</b>			
3.1 การลำเลียงสารในร่างกายของสัตว์	11.อธิบายการลำเลียงสารในร่างกายของสัตว์บางชนิด	1	1.82
3.2 การลำเลียงสารในร่างกายของคน	12. สรุปเกี่ยวกับการลำเลียงสารในร่างกายของคน	9	16.36
	13.สรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของเลือด หมู่เลือด การให้และรับเลือด	7	12.73
3.3 ระบบน้ำเหลือง	14.อภิปราย และสรุปเกี่ยวกับระบบน้ำเหลือง ระบบภูมิคุ้มกัน และกลไกการสร้างภูมิคุ้มกัน	3	5.45
3.4 ระบบภูมิคุ้มกัน			
	รวม	55	100.00

## 2. เครื่องมือวิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เป็นแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย

เมื่อได้เนื้อหาบทเรียน และลักษณะของมโนทัศน์วิชาชีววิทยา สำหรับนำมาใช้สร้างตัวลวงที่เป็นตัวแทนมโนทัศน์การคิดที่คลาดเคลื่อน ในแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ผู้วิจัยจึงสร้างแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาบทเรียนการคิดที่ได้จากการสำรวจของแบบสอบเชิงสำรวจสร้างแผนผังมโนทัศน์ และเขียนคำอธิบายข้อความรู้ซึ่งเชื่อมโยงเข้ากับแผนผังมโนทัศน์ซึ่งจะได้มโนทัศน์ย่อยที่ครอบคลุมเรื่องที่คลาดเคลื่อนจากมโนทัศน์หลัก

2. สร้างแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ โดยสร้างแผนผังการสร้างข้อสอบ(table of specification) จากนั้นจึงสร้างข้อคำถามของแต่ละมโนทัศน์สร้างตัวลวงที่เป็นตัวแทนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ได้จากการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยแบบสอบที่ผู้วิจัยสร้างนั้น เป็นแบบสอบวินิจฉัย 3 ระดับ โดยระดับที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ระดับที่ 2 เป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือกโดยตัวเลือกที่ 5 จะเว้นให้เติม (เป็นการแสดงเหตุผลสนับสนุนในการตอบคำถามระดับที่ 1) ระดับที่ 3 เป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก (เป็นการยืนยันคำตอบในระดับที่ 1 และ 2 ที่แสดงความมั่นใจในการตอบ) ขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือพัฒนาจาก Treagust (1988,1995,2010); Griffard & Wandersee, (2001) และ Wang (2004)

### ตัวอย่าง รูปแบบของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ

(Harika Ozge Arslan ,Ceyhan Cigdemoglu & Christine Moseley, 2012)

**คำถาม** ปัจจัยใดที่มีผลต่ออัตราการหายใจ

- |                 |                         |
|-----------------|-------------------------|
| 1) อุณหภูมิ     | 2) ความเป็นต่างของเลือด |
| 3) แก๊สออกซิเจน | 4) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ |

**เหตุผลที่ใช้ในการตอบ**

- 1) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายนอก เมื่ออุณหภูมิต่ำ ทำให้หายใจถี่ขึ้น
- 2) การเพิ่มสภาพความเป็นต่างของเลือด เมื่อเลือดมีความเป็นต่างมากขึ้นทำให้หายใจถี่ขึ้น
- 3) ภายในร่างกายของเราต้องการแก๊สออกซิเจนเพื่อใช้ในกระบวนการทำงานต่างๆ
- 4) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สูง จะไปกระตุ้นการทำงานของสมอง ทำให้หายใจถี่ขึ้น
- 5) .....

**คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่**

- 1) มั่นใจ
- 2) ไม่มั่นใจ

ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างรูปแบบของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ

ตารางที่ 3.3 แสดงแผนผังการสร้างแบบสอบถามวิจัยมโนทัศน์ที่ตลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ  
วิชาชีพวิทยา เรื่องการรักษาคุณภาพในร่างกาย

หมวดเนื้อหาเรื่อง	ข้อที่	ผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน		
		ระดับที่ 1	ระดับที่ 2	ระดับที่ 3
ระบบหายใจ	1	0.8	1.0	1.0
	2	0.8	0.8	1.0
	3	1.0	1.0	1.0
	4	0.6	0.6	1.0
	5	0.8	0.8	1.0
	6	0.6	0.6	1.0
	7	0.2	0.4	1.0
	8	0.8	0.8	1.0
	9	1.0	1.0	1.0
	10	1.0	1.0	1.0
ระบบหมุนเวียนเลือด	11	1.0	1.0	1.0
	12	1.0	1.0	1.0
	13	1.0	1.0	1.0
	14	1.0	1.0	1.0
	15	0.6	0.8	1.0
	16	1.0	1.0	1.0
	17	0.6	0.6	1.0
	18	1.0	1.0	1.0
	19	-0.2	0.6	1.0
	20	1.0	1.0	1.0
ระบบขับถ่าย	21	0.6	0.6	1.0
	22	1.0	1.0	1.0
	23	0.6	0.8	1.0
	24	0.6	0.6	1.0
	25	1.0	1.0	1.0
	26	1.0	1.0	1.0
	27	1.0	1.0	1.0
	28	0.8	1.0	1.0
	29	1.0	0.8	1.0
	30	0.8	0.8	1.0

3. ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบ เมื่อสร้างแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับเสร็จเรียบร้อยแล้ว จำเป็นต้องมีการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยการตรวจสอบความตรง เพื่อความถูกต้องแม่นยำของแบบสอบในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ผู้วิจัยได้ทำการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาโดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้พิจารณา ด้วยวิธีการตัดสินความสอดคล้องของโรวินลลี และแฮมเบิลตัน โดยใช้ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม(IOC: item objective congruence) ดังนี้

$$IOC = \frac{\Sigma R}{N}, \quad IOC = \frac{\text{ผลรวมความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในข้อนั้น}}{\text{จำนวนผู้เชี่ยวชาญ}}$$

เมื่อ	IOC	คือ	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา, วัตถุประสงค์, ทฤษฎี
	$\Sigma R$	คือ	ผลรวมการตัดสินข้อคำถามของผู้เชี่ยวชาญ
	N	คือ	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เกณฑ์ในการแปลความหมาย

ถ้า  $IOC \geq 0.5$  แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นวัดได้สอดคล้องกับเนื้อหา, วัตถุประสงค์

ถ้า  $IOC \leq 0.5$  แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นวัดไม่สอดคล้องกับเนื้อหา, วัตถุประสงค์

ใช้ค่าเฉลี่ยของคะแนนการตัดสินของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมดเป็นเกณฑ์ ใช้เกณฑ์ดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (วรณณี แกมเกตุ, 2551)แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นสอดคล้องวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม และเนื้อหา หากข้อสอบข้อใดมีค่า IOC น้อยกว่า 0.5 สามารถตัดทิ้งหรือปรับแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญโดยแบบประเมินเพื่อตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาและรายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ เสนอในภาคผนวก ก และ ค

ตารางที่ 3.4 ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ

มวลเนื้อหาเรื่อง	ข้อที่	ผลการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน		
		ระดับที่ 1	ระดับที่ 2	ระดับที่ 3
ระบบหายใจ	1	0.8	1.0	1.0
	2	0.8	0.8	1.0
	3	1.0	1.0	1.0
	4	0.6	0.6	1.0
	5	0.8	0.8	1.0
	6	0.6	0.6	1.0
	7	0.2	0.4	1.0
	8	0.8	0.8	1.0
	9	1.0	1.0	1.0
	10	1.0	1.0	1.0
ระบบหมุนเวียนเลือด	11	1.0	1.0	1.0
	12	1.0	1.0	1.0
	13	1.0	1.0	1.0
	14	1.0	1.0	1.0
	15	0.6	0.8	1.0
	16	1.0	1.0	1.0
	17	0.6	0.6	1.0
	18	1.0	1.0	1.0
	19	-0.2	0.6	1.0
	20	1.0	1.0	1.0
ระบบขับถ่าย	21	0.6	0.6	1.0
	22	1.0	1.0	1.0
	23	0.6	0.8	1.0
	24	0.6	0.6	1.0
	25	1.0	1.0	1.0
	26	1.0	1.0	1.0
	27	1.0	1.0	1.0
	28	0.8	1.0	1.0
	29	1.0	0.8	1.0
	30	0.8	0.8	1.0

จากตาราง ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหา ปรากฏว่าข้อสอบส่วนใหญ่มีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ แต่มีบางข้อที่ไม่สอดคล้องคือ ข้อที่ 19 เนื่องจากตัวเลือกที่ถูกต้องมี 2 คำตอบ ผู้วิจัยจึงทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

5. นำแบบสอบวินิจฉัย ฉบับแก้ไขแล้วไปทดลองเก็บข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นิสิตฝึกสอนระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 เอกชีววิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒจำนวน 30 คน เพื่อพิจารณาความถูกต้องและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้จากนั้นนำมาปรับปรุงแก้ไข และนำคะแนนที่ได้มาหาคุณภาพของแบบสอบได้แก่ 1) คุณภาพของข้อสอบรายข้อ คือ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และประสิทธิภาพตัวलग 2) คุณภาพของเครื่องมือทั้งฉบับ คือ ค่าความเที่ยงเพื่อทำการคัดเลือกข้อสอบที่มีคุณภาพ

6. นำแบบสอบวินิจฉัยมาตรวจให้คะแนนโดยให้คะแนนเป็น 0-1 การให้คะแนนเป็นแบบตอบถูกทั้งสองระดับ และระดับที่ 3 ตอบมั่นใจ ได้ 1 คะแนน ตอบถูกระดับใดระดับหนึ่ง ตอบผิดทั้งสองระดับ และตอบถูกทั้งสองระดับในระดับที่ 3 ตอบไม่มั่นใจ ได้ 0 คะแนนตรวจสอบค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ ประสิทธิภาพตัวलगของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายผลการวิเคราะห์ ตามเกณฑ์ (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2544) และพิจารณาค่าความยากเฉลี่ย และค่าอำนาจจำแนกเฉลี่ยของแบบสอบแต่ละฉบับ โดยใช้โปรแกรม TAP

7. ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบด้านความเที่ยง ซึ่งในที่นี้ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีการทดสอบค่าความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน โดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Alpha – Coefficient's Cronbach) โดยคำนวณค่าสถิติคะแนนรายข้อ และคะแนนรวม จากนั้นจึงใช้สูตรคำนวณสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค

8. นำข้อมูลด้านคุณภาพของแบบสอบที่ได้ ทำการแก้ไขและปรับปรุงแบบสอบวินิจฉัยสามระดับเพื่อให้ได้แบบสอบฉบับสมบูรณ์สำหรับนำไปเก็บข้อมูลจริง

### 3. เครื่องมือตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ของแบบสอบวินิจฉัย โดยใช้วิธีคิดการคิดออกเสียง (thinking aloud)

เมื่อได้แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยาแบบเลือกตอบสามระดับฉบับสมบูรณ์ ผู้วิจัยนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนิสิตฝึกสอน จากนั้นจึงตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัย ในงานวิจัยนี้มีการตรวจสอบค่าความตรง และความเที่ยง โดยในด้านความตรงผู้วิจัยได้มีการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ด้วยเทคนิคการคิดออกเสียง



จึงต้องสร้างเครื่องมือสำหรับตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา ด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์โดยใช้วิธีการคิดออกเสียง (thinking aloud) มีกระบวนการสร้างดังนี้

1. ศึกษาโครงสร้างและวิธีการวินิจฉัยด้วยเทคนิคการคิดออกเสียง
2. นำข้อคำถามของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับมาเป็นข้อคำถามในการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ด้วยวิธีคิดออกเสียง
3. ทำการคัดเลือกข้อคำถามจากแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ ที่ประกอบด้วย 3 มวลเนื้อหา จำนวน 24 ข้อ โดยคัดเลือกมาจำนวน 9 ข้อ มวลเนื้อหาละ 3 ข้อ โดยจะทำการคัดเลือกข้อคำถาม 3 อันดับแรกที่นิสิตส่วนใหญ่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนในแต่ละมวลเนื้อหา
4. นำเครื่องมือที่สร้างให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมของข้อคำถาม จากนั้นนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปใช้
5. ผู้วิจัยหาความสัมพันธ์ระหว่างผลการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา เปรียบเทียบกับผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการคิดออกเสียงตามคะแนนที่ได้ตามมวลเนื้อหา โดยใช้สูตรสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient)

**ความยาก:** เกณฑ์การแปลความหมายผลการวิเคราะห์คำตอบถูก

ความยากง่ายของข้อสอบ	ความหมาย
0.80-1.00	ข้อสอบง่าย ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง
0.60-0.79	ข้อสอบค่อนข้างง่าย สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
0.40-0.59	ข้อสอบยากพอเหมาะ สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
0.20-0.39	ข้อสอบค่อนข้างยาก สามารถเก็บไว้ใช้ได้ต่อไป
0.00-0.19	ข้อสอบยาก ควรตัดทิ้งหรือปรับปรุง

**อำนาจจำแนก: เกณฑ์การแปลความหมายผลการวิเคราะห์คำตอบถูก**

อำนาจจำแนกของข้อสอบ	ความหมาย
0.60-1.00	ดีมาก
0.40-0.59	ดี
0.20-0.39	พอใช้ได้แต่ต้องปรับปรุง
0.10-0.19	ค่อนข้างต่ำ ควรปรับปรุง
0.00-0.09	ใช้ไม่ได้ ต้องพิจารณาปรับปรุงใหม่หรือตัดทิ้ง

**ตัวลวง: เกณฑ์การพิจารณาตัวลวง**

สัดส่วนของผู้เลือกตัวลวง (p)	ความหมาย
เท่ากับ 0	ใช้ไม่ได้ เพราะไม่มีคนเลือก
มากกว่า 0	ใช้ได้ เพราะมีคนเลือก

อำนาจจำแนกของตัวลวง (r)	ความหมาย
น้อยกว่า 0	จำแนกได้ เพราะลวงให้คนกลุ่มต่ำตอบมากกว่ากลุ่มสูง
เท่ากับ 0	จำแนกไม่ได้ เพราะกลุ่มสูงตอบเท่ากับกลุ่มต่ำ
มากกว่า 0	จำแนกไม่ได้ เพราะลวงให้กลุ่มสูงตอบมากกว่ากลุ่มต่ำ

### 3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการเก็บข้อมูลด้วยตนเอง ในกระบวนการเก็บรวบรวมข้อมูลนั้น ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นที่ 1 การสำรวจเนื้อหาบทสนทนาที่ตลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา ขั้นที่ 2 การทดลองใช้แบบสอบถามวิจัยแบบเลือกตอบสามระดับเพื่อตรวจสอบคุณภาพและปรับปรุงแก้ไข ขั้นที่ 3 วิจัยมโนทัศน์ที่ตลาดเคลื่อนโดยใช้แบบสอบถามวิจัยแบบเลือกตอบสามระดับ ขั้นที่ 4 ตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถามวิจัยแบบเลือกตอบสามระดับ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

**ขั้นที่ 1** การสำรวจเนื้อหาหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา มีกระบวนการดังนี้

1. ประสานงานและทำจดหมายขออนุญาตและเข้าไปติดต่อกับมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวัน เวลา และสถานที่ที่ใช้ในการสอบ

2. เก็บข้อมูลด้วยตนเอง ตามวัน และเวลาที่นัดกับทางมหาวิทยาลัย ให้นิสิตอ่านคำชี้แจงให้ เข้าใจก่อนลงมือทำแบบสอบโดยกำหนดให้นิสิตทุกคนทำแบบสอบให้ครบทุกข้อ โดยไม่กำหนดเวลา

3. ตรวจสอบให้คะแนนและสำรวจหมโนทัศน์การคิดของนิสิตกลุ่มตัวอย่าง

4. นำหมโนทัศน์ที่ได้จากแบบสอบเพื่อสำรวจหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมาสร้างเป็นแบบสอบ วินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ

**ขั้นที่ 2** ทดลองใช้แบบสอบวินิจฉัยหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ เพื่อตรวจสอบ และปรับปรุงพัฒนาคุณภาพของแบบสอบมีกระบวนการดังนี้

1. เลือกมหาวิทยาลัย 1 มหาวิทยาลัย จากตัวอย่างวิจัย ผู้วิจัยเลือกมหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ได้กลุ่มตัวอย่างคณะศึกษาศาสตร์ สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ เอกชีววิทยา จำนวน 30 คน

2. ประสานงานและทำจดหมายขออนุญาตและเข้าไปติดต่อกับมหาวิทยาลัยที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง เพื่อกำหนดวัน เวลาและสถานที่ที่ใช้ในการสอบ

3. เก็บข้อมูลด้วยตนเอง ตามวัน และเวลาที่นัดกับทางมหาวิทยาลัย ให้นิสิตอ่านคำชี้แจงให้ เข้าใจก่อนลงมือทำแบบสอบโดยกำหนดให้นิสิตทุกคนทำแบบสอบให้ครบทุกข้อ

4. ตรวจสอบให้คะแนนและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบ เลือกตอบสามระดับ

5. นำข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบคุณภาพมาปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้แบบสอบมีประสิทธิภาพ มากขึ้น

**ขั้นที่ 3** วินิจฉัยหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับของนิสิต ฝึกสอน

1. นำหนังสือขอความร่วมมือในการวิจัย พร้อมแนบเครื่องมือ ส่งไปยังกลุ่มตัวอย่าง มหาวิทยาลัย ทั้ง 5 มหาวิทยาลัยได้แก่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ และ มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร โทศัพท์ติดต่อกับอาจารย์ผู้สอนแต่ละมหาวิทยาลัยเพื่อนัดวันเก็บข้อมูล

2. เก็บข้อมูลจากตัวอย่างวิจัยที่กำหนด 213 คน เนื่องจากในกระบวนการเก็บข้อมูลกลุ่ม ตัวอย่างวิจัยได้สูญหายไปบางส่วน จึงทำให้ได้ตัวอย่างวิจัย 164 คน แสดงดังตารางที่ 3.5

**ตารางที่ 3.5** จำนวนนิสิตฝึกสอนที่ใช้เป็นตัวอย่างวิจัยในการเก็บข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์

มหาวิทยาลัย	ตัวอย่างที่กำหนด	ตัวอย่างที่เก็บ	ร้อยละ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	25	23	92
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ	30	30	100
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	30	30	100
มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ฯ	96	49	51
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร	32	32	100
รวม	213	164	76

จากการเก็บข้อมูลมีกลุ่มตัวอย่างขาดหายบางส่วน ได้แก่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เนื่องจากมีนิสิตขาดเรียน และมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ เนื่องจากติดกิจกรรมของทางมหาวิทยาลัยทำให้สามารถเก็บข้อมูลได้เพียงกลุ่มหนึ่ง จึงทำให้ได้ตัวอย่างวิจัย คิดเป็นร้อยละ 92 และร้อยละ 51 ตามลำดับ ดังนั้นจึงทำให้ได้ตัวอย่างวิจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์จริง จำนวน 164 คน คิดเป็นร้อยละ 76

3. เก็บข้อมูลด้วยตนเอง ตามวัน และเวลาที่นัดกับทางมหาวิทยาลัย โดยกำหนดให้กลุ่ม ตัวอย่างทุกคนทำแบบสอบให้ครบทุกข้อ ก่อนการสอบผู้วิจัยทำความเข้าใจกับผู้สอบเกี่ยวกับ รายละเอียดของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ รวมไปถึงวิธีการตอบข้อสอบ ซึ่งแบบสอบ วินิจฉัยเป็นแบบสอบเลือกตอบ 3 ระดับ ซึ่งผู้ตอบจะต้องทำครบทั้ง 3 ระดับ

4. ตรวจสอบให้คะแนนและดำเนินการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยใช้เกณฑ์ในการ วินิจฉัยดังนี้ การตรวจให้คะแนนแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ใช้วิธีการตรวจให้คะแนน แบบ 0-1 ในแต่ละส่วน ตรวจให้คะแนนแบบตอบถูกให้ 1 คะแนน ตอบผิดให้ 0 คะแนน เกณฑ์การ ให้คะแนน ดังนี้ (สำหรับการให้คะแนนในระดับที่ 2 นิสิตที่ตอบตัวเลือกที่ 5 มีเกณฑ์การให้คะแนน เสนอในภาคผนวก ฉ)

**ตารางที่ 3.6** เกณฑ์การให้คะแนนของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ

ระดับที่ 1	ระดับที่ 2	ระดับที่ 3	คะแนนที่ได้
ตอบถูก	ตอบถูก	มั่นใจ	1 คะแนน
ตอบถูก	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	0 คะแนน
ตอบผิด	ตอบถูก	มั่นใจ	0 คะแนน
ตอบผิด	ตอบถูก	ไม่มั่นใจ	0 คะแนน
ตอบถูก	ตอบผิด	มั่นใจ	0 คะแนน
ตอบถูก	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	0 คะแนน
ตอบผิด	ตอบผิด	มั่นใจ	0 คะแนน
ตอบผิด	ตอบผิด	ไม่มั่นใจ	0 คะแนน

5. นำคะแนนที่ได้จากการตรวจ มาจัดจำแนกกลุ่มนิสิตตามตาราง

**ตารางที่ 3.7** ผลการวิเคราะห์คำตอบตามมโนทัศน์ของนิสิต

กลุ่มที่	ระดับที่ 1	ระดับที่ 2	ระดับที่ 3	ผลการวิเคราะห์
1	ถูก	ถูก	มั่นใจ	มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์มโนทัศน์ถูกต้อง
2	ถูก	ผิด	มั่นใจ	มโนทัศน์คลาดเคลื่อน(ผิดเชิงบวก)
3	ผิด	ถูก	มั่นใจ	มโนทัศน์คลาดเคลื่อน(ผิดเชิงลบ)
4	ผิด	ผิด	มั่นใจ	มโนทัศน์คลาดเคลื่อน
5	ถูก	ถูก	ไม่มั่นใจ	เดาเก่ง , ความมั่นใจขาดหาย
6	ถูก	ผิด	ไม่มั่นใจ	ความรู้ขาดหาย
7	ผิด	ถูก	ไม่มั่นใจ	ความรู้ขาดหาย
8	ผิด	ผิด	ไม่มั่นใจ	ความรู้ขาดหาย

ที่มา Harika Ozge Arslan , Ceyhan Cigdemoglu & Christine Moseley (2012)

**ขั้นที่ 4** ตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ

1. สุ่มนิสิตที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน โดยวิธีการสุ่มอย่างง่าย จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 5 มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยละ 5 คน รวมนิสิตทั้งหมด 25 คน เพื่อทำการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง (thinking aloud)

2. ติดต่อกับนิสิตเพื่อนัดและอธิบายการตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง (thinking aloud)

3. เก็บข้อมูล ตาม วันและเวลาที่นัดกับนิสิตแต่ละมหาวิทยาลัย โดยเก็บข้อมูลเป็นรายบุคคล โดยใช้เวลาที่นิสิตว่าง มีขั้นตอน คือ ผู้วิจัยเสนอแบบสัมภาษณ์โดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงวิชาชีววิทยา เรื่องการรักษาคุณภาพในร่างกาย ให้นิสิตคิดแล้วพูดออกมาดังๆ ในขณะที่นิสิตตอบคำถามจากแบบสัมภาษณ์ ผู้วิจัยบันทึกคำตอบของนิสิตโดยการจดบันทึก จากนั้นวินิจฉัยว่านิสิตมีมโนทัศน์อย่างไร

4. ผู้วิจัยทำการตรวจสอบคุณภาพความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์

5. นำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์การวิจัย และนำผลที่ได้รับแจ้งกับอาจารย์แต่ละมหาวิทยาลัยเพื่อปรับปรุงการสอน และแก้ไขมโนทัศน์นั้นๆให้ถูกต้อง

#### 4. การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน ที่พัฒนาขึ้นมาวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม SPSS for windows และ Excel ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน

1.1 การวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานโดยใช้สถิติบรรยาย คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) คะแนนสูงสุด (Maximum) คะแนนต่ำสุด (Minimum) ความเบ้ (Skewness) และความโด่ง (Kurtosis)

1.2 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ โดยวิเคราะห์ 1) คุณภาพของข้อสอบรายข้อ ได้แก่ ค่าความยาก ค่าอำนาจจำแนก และประสิทธิภาพตัวลอง 2) คุณภาพของเครื่องมือทั้งฉบับ คือ ค่าความเที่ยงตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม โดยใช้โปรแกรม TAP (Test Analysis Program)

1.3 วิเคราะห์ค่าความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) ระหว่างคะแนนจากการทำแบบทดสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน และการวินิจฉัยโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง (thinking aloud)

2. การวิเคราะห์ค่าความเที่ยงของแบบสอบวินิฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบ สามารถทำได้ โดยใช้ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory) การออกแบบการวัด คือ การวัด 2 ฟาเซท (facets) ดังนี้ Facet ที่ 1 : จำนวนมวลเนื้อหา Facet ที่ 2 : จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหา (I:C) ออกแบบการวัดแบบ (Confounded design)  $P \times (I:C)$  โดย นิสิตทุกคนทำแบบสอบทุกมวลเนื้อหา และทุกข้อของแบบสอบ โดยมีมวลเนื้อหาแต่ละมวลเนื้อหา ประกอบด้วยจำนวนข้อสอบแตกต่างกัน แล้ววิเคราะห์ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS (ศิริชัย กาญจนวาสี, 2555)

การวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบ 3 ทาง (3-WAY ANOVA) จากกลุ่มตัวอย่างนิสิต 164 คน โดยให้นิสิตทุกคนทำแบบสอบจำนวน 3 มวลเนื้อหา มวลเนื้อหาละ 8 ข้อ รวม 24 ข้อ ทำการวิเคราะห์โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ประเด็นคือ

2.1 การศึกษาเชิงสรุปอ้างอิง (G-Study) ที่มีการออกแบบ Two-Facet Confounded design คือ  $P \times (I:C)$  เพื่อคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของผลการวัด (G-Coefficient) โดยค่าความแปรปรวนของแหล่งต่างๆ คำนวณจากค่าเฉลี่ยกำลังสอง (Mean Square)

สูตรคำนวณค่าเฉลี่ยของกำลังสองของความเบี่ยงเบน (Means Square of Deviation) หรือ  $MS_\alpha$

$$MS_\alpha = \frac{SS_\alpha}{df_\alpha}$$

เมื่อ  $MS_\alpha$  แทน ค่าเฉลี่ยกำลังสองของค่าความเบี่ยงเบน

$SS_\alpha$  แทน ผลรวมกำลังสองของค่าความเบี่ยงเบน

$df_\alpha$  แทน ชั้นแห่งความเป็นอิสระที่สอดคล้องกับผลขององค์ประกอบ

ตารางที่ 3.8 G- Study สำหรับ  $p \times (i:c)$  design

SOURCE OF VARIATION	DF	VARIANCE COMPONENT	ESTIMATED VARIANCE COMPONENT
P	$N_p - 1$	$\sigma_p^2$	$\sigma^2_{(p\dot{i}:c,e)} + n_{i:c}\sigma^2_{(pc)} + n_c n_{i:c}\sigma^2_{(p)}$
C	$N_c - 1$	$\sigma_c^2$	$\sigma^2_{(p\dot{i}:c,e)} + n_p\sigma^2_{(ic)} + n_p n_{i:c}\sigma^2_{(c)}$
I:C	$(n_i - 1)(N_c)$	$\sigma^2_{i:c}$	$\sigma^2_{(p\dot{i}:c,e)} + n_p\sigma^2_{(i:c)}$
PC	$(n_p - 1)(n_c - 1)$	$\sigma^2_{pc}$	$\sigma^2_{(p\dot{i}:c,e)} + n_c\sigma^2_{(pc)}$
RESIDUAL (Pi:C)	$(n_p - 1)(n_i - 1)(N_c)$	$\sigma^2_{p\dot{i}:c,e}$	$\sigma^2_{(p\dot{i}:c,e)}$

เมื่อ	P	แทน	นิสิตฝึกสอน
	C	แทน	มวลงเนื้อหา
	I:C	แทน	จำนวนข้อสอบต่อมวลงเนื้อหา
	PC	แทน	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนิสิตฝึกสอนต่อมวลงเนื้อหา
	PI:C	แทน	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนิสิตฝึกสอน จำนวนข้อสอบต่อมวลงเนื้อหา

ความคลาดเคลื่อน หรือส่วนที่เหลือที่ไม่สามารถระบุแหล่งได้

2.2 การศึกษาเชิงตัดสินใจ (D-Study) สำหรับ P x (I:C) Design การออกแบบการวัด คือ การวัด 2 ฟ้าเซท (facets) ดังนี้ Facet ที่ 1 คือจำนวนมวลงเนื้อหา และ Facet ที่ 2 คือจำนวนข้อสอบต่อมวลงเนื้อหา กำหนดมวลงเนื้อหา 1-5 มวลงเนื้อหา จำนวนข้อสอบต่อมวลงเนื้อหา 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20 ตามลำดับ

การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G- Coefficient) โดยใช้สูตรของ Brennan (1983)

$$\rho_{Abs}^2 = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_p^2 + \sigma_{Abs}^2}$$

เมื่อ	$\rho_{Abs}^2$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงสัมบูรณ์ (Absolute G- coefficient)
	$\sigma_p^2$	แทน	ความแปรปรวนคะแนนเอกภาพ
	$\sigma_{Abs}^2$	แทน	ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์

$$\rho_{Rel}^2 = \frac{\sigma_p^2}{\sigma_p^2 + \sigma_{Rel}^2}$$

เมื่อ	$\rho_{Rel}^2$	แทน	ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เชิงสัมพัทธ์ (Relative G- coefficient)
	$\sigma_p^2$	แทน	ความแปรปรวนคะแนนเอกภาพ
	$\sigma_{Rel}^2$	แทน	ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนสัมพัทธ์



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

งานวิจัย เรื่อง การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ วิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน 2) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตฝึกสอน ชั้นปีที่ 4 ปริญญาตรี หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต ศึกษาศาสตรบัณฑิต และการศึกษาบัณฑิต สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ และสาขามัธยมศึกษา-วิทยาศาสตร์ เอกชีววิทยา ของมหาวิทยาลัยในจังหวัดกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวน 164 คน

ในบทนี้ผู้วิจัยได้เสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลออกเป็น 4 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ

ตอนที่ 3 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ

ตอนที่ 4 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา

#### ตอนที่ 1 ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย ด้วยแบบสอบเชิงสำรวจ

จากการนำแบบสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย ไปใช้กับนิสิตที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 44 คน ได้แก่ นิสิตคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จำนวน 12 คน นิสิตคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จำนวน 10 คน นิสิตคณะวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 22 คน พบว่านิสิตมีมโนทัศน์การคิดที่แตกต่างกัน รายละเอียดดังตารางที่ 4.1-4.3

**ตารางที่ 4.1** จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแต่ละตัวเลือกในการทำแบบสอบถามเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา

มวลเนื้อหา (เรื่อง)	จำนวนผู้ตอบแต่ละตัวเลือก (คน)			
	1	2	3	4
<b>ตอนที่ 1 แบบเลือกตอบ(ปรนัย) จำนวน 12 ข้อ</b>				
<b>1. ระบบหายใจ</b>				
ข้อ 1 ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการสูดลมหายใจ [4]	10 (22.73%)	10 (22.73%)	2 (4.55%)	22 (50.00%)
ข้อ 2 ปฏิกริยาการแลกเปลี่ยนแก๊ส คาร์บอนไดออกไซด์ [1]	25 (56.82%)	10 (22.73%)	2 (4.55%)	7 (15.91%)
ข้อ 3 สาเหตุของโรคถุงลมโป่งพอง [1]	29 (65.91%)	0 (0.00%)	9 (20.45%)	6 (13.64%)
<b>2. ระบบขับถ่าย</b>				
ข้อ 4 การขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว [1]	37 (84.09%)	6 (13.64%)	0 (0.00%)	1 (2.27%)
ข้อ 5 สารที่ได้จากกระบวนการกรองที่ โกลเมอรูลัส [3]	11 (25.00%)	11 (25.00%)	20 (45.45%)	2 (4.55%)
ข้อ 6 สารละลายที่อยู่ในของเหลวหลังจาก ผ่านกระบวนการกรอง [3]	1 (2.27%)	1 (2.27%)	39 (88.64%)	3 (6.82%)
<b>3. ระบบหมุนเวียนเลือด ระบบน้ำเหลือง และระบบภูมิคุ้มกัน</b>				
ข้อ 7 ลักษณะของหลอดเลือดอาร์เทอร์รี่ [1]	37 (84.09%)	4 (9.09%)	1 (2.27%)	2 (4.55%)
ข้อ 8 อัตราการไหลของเลือด [4]	2 (4.55%)	0 (0.00%)	11 (25.00%)	31 (70.45%)
ข้อ 9 ความดันเลือด [4]	8 (18.18%)	3 (6.82%)	10 (22.73%)	23 (52.27%)
ข้อ 10 หลอดเลือดที่ใช้ในการวัดชีพจร [1]	35 (79.55%)	9 (20.45%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)
ข้อ 11 หลักที่ใช้ในการจำแนกหมู่เลือดใน ระบบ ABO [3]	1 (2.27%)	0 (0.00%)	43 (97.73%)	0 (0.00%)
ข้อ 12 การให้และรับเลือด [1]	40 (90.91%)	1 (2.27%)	2 (4.55%)	1 (2.27%)

**หมายเหตุ** ตัวเลขในเครื่องหมาย [ ] หมายถึง คำตอบที่ถูกต้อง

**ตารางที่ 4.2** จำนวนและร้อยละของผู้ตอบตัวเลือกถูก-ผิด ในการทำแบบสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา

มวลงเนื้อหา (เรื่อง)	จำนวนผู้ตอบ (คน)	
	✓	X
<b>ตอนที่ 2 แบบถูก – ผิด จำนวน 15 ข้อ</b>		
<b>1. ระบบหายใจ</b>		
ข้อ 1 การหายใจ (Respiration) เกิดขึ้นในปอดเท่านั้น [X]	6 (13.6%)	38 (86.36%)
ข้อ 2 แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นสารที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของพลาสมา [✓]	41 (93.18%)	3 (6.82%)
ข้อ 3 การหายใจออกเป็นการนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกเพียงอย่างเดียว [X]	3 (6.82%)	41 (93.18%)
ข้อ 4 เราสามารถควบคุมการหายใจได้โดยสมองส่วน ซีรีบัลลัมคอร์เทกซ์ไฮโปทาลามัส และเซรีเบลลัม [✓]	14 (31.82%)	30 (68.18%)
ข้อ 5 การหายใจเข้าจะทำให้อากาศเข้าไปในปอด ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ปอดแผ่ขยาย [X]	29 (65.91%)	15 (34.09%)
<b>2. ระบบขับถ่าย</b>		
ข้อ 6 หลอดเลือดรีนัลอาร์เทอรี (renal artery) จะนำเลือดไปยังหน่วยไตเดียวในไตหลังจากนั้นเลือดที่กรองแล้วจะย้อนกลับหน่วยไตในไตโดยหลอดเลือดเวน (renal vein) [X]	13 (29.55%)	31 (70.45%)
ข้อ 7 ไตแบ่งออกเป็น 2 บริเวณ โดยบริเวณส่วนนอก เรียกว่า คอร์เทกซ์ (cortex) และบริเวณส่วนใน เรียกว่า เมดัลลา (medulla) [✓]	40 (90.91%)	4 (9.09%)
ข้อ 8 ฮอร์โมน ADH และแอลโดสเทอโรล เป็นฮอร์โมนชนิดเดียวกันที่ทำหน้าที่ดูดกลับน้ำและแร่ธาตุ [X]	15 (34.09%)	29 (65.91%)
ข้อ 9 ไตเทียม (Artificial kidney) เป็นอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ใส่เข้าไปในร่างกายของผู้ที่มีไตพิการ เพื่อทำหน้าที่แทนไต [X]	13 (29.55%)	31 (70.45%)
ข้อ 10 น้ำอืดลมที่มีสารคาเฟอีน และเบียร์ซึ่งมีแอลกอฮอล์ เป็นสารไดยูเรติกทำให้ร่างกายสูญเสียน้ำออกไป มากกว่าการดูดกลับ [✓]	35 (79.55%)	9 (20.45%)
<b>3. ระบบหมุนเวียนเลือด</b>		
ข้อ 11 หลอดเลือดอาร์เทอรี คือหลอดเลือดที่ลำเลียงเลือดที่มีออกซิเจนสูงในขณะที่หลอดเลือดเวนคือหลอดเลือดที่ลำเลียงเลือดที่มีออกซิเจนต่ำ [X]	8 (18.18%)	36 (81.82%)
ข้อ 12 Blood clot (การที่เกล็ดเลือดจับตัวเป็นลิ่มหรือเป็นก้อน) เกิดขึ้นเมื่อเนื้อเยื่อเปิดออก หรือมีบาดแผลเท่านั้น [X]	26 (59.09%)	18 (40.91%)

มวลงเนื่อหา (เรื่อง)	จำนวนผู้ตอบ (คน)	
	✓	X
<b>3. ระบบหมุนเวียนเลือด (ต่อ)</b>	<b>41</b>	<b>3</b>
ข้อ 13 หลอดเลือดพัลโมนารีอาร์เทอร์รี่เป็นหลอดเลือดที่นำเลือดที่มีแก๊สออกซิเจนน้อย แต่มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มากออกจากหัวใจไปยังปอด [✓]	(93.18%)	(6.82%)
ข้อ 15 อัตราการไหลของหลอดเลือดฝอยของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมมีค่าน้อยที่สุด เพราะขนาดของหลอดเลือดฝอยมีขนาดเล็กทำให้เกิดความต้านทานในการไหลของเลือดสูง [X]	27 (61.36%)	17 (38.64%)
ข้อ 14 การที่เกิดการรับเลือดมาแล้วเกิดการตกตะกอนเนื่องจากปฏิกิริยาของแอนติเจนบนผิวเม็ดเลือดแดงไม่ตรงกัน [X]	3 (6.82%)	41 (93.18%)

หมายเหตุ ตัวเลขในเครื่องหมาย [ ] หมายถึง คำตอบที่ถูกต้อง

**ตารางที่ 4.3** จำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถามเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยาแบบอัตนัยที่ได้ 0 คะแนน

มวลงเนื่อหา (เรื่อง)	จำนวนผู้ตอบ (คน)
<b>ตอนที่ 3</b> แบบอัตนัยจำนวน 7 ข้อ	
ข้อ 1 โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์	11 (25%)
ข้อ 2 การแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์	10 (22.73%)
ข้อ 3 สาเหตุของการเกิดปัญหาที่เกี่ยวข้องกับระบบหายใจ	6 (13.63%)
ข้อ 4 การถ่ายออกจาระออกจากร่างกายถือว่าการขับถ่าย	15 (34.09%)
ข้อ 5 นิสิตสามารถวัดชีพจรจากหลอดเลือด	13 (29.54%)
ข้อ 6 ลักษณะของเซลล์เม็ดเลือดแดง ที่ส่งผลต่อหน้าที่และอายุของเซลล์	4 (9.09%)
ข้อ 7 ความแตกต่างระหว่างวัคซีนและเซรุ่ม	2 (4.55%)

จากตารางมโนทัศน์การคิดวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย ของนิสิตฝึกสอน ซึ่งทำแบบสอบจำนวน 34 ข้อ ข้อสอบแบ่งเป็น 3 ตอน ได้แก่ แบบสอบตอนที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ จำนวน 12 ข้อ แบบสอบตอนที่ 2 เป็นแบบถูกผิด จำนวน 15 ข้อ แบบสอบตอนที่ 3 เป็นแบบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ ผู้วิจัยได้วินิจฉัยว่านิสิตมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน โดยใช้เกณฑ์ของกรรณิกา แจ่มพินัย (กรรณิกา แจ่มพินัย, 2535) ที่กำหนดว่ามโนทัศน์ใดที่มีตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไป เลือกตอบจัดเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ผลการทดสอบสามารถสรุปมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนิสิตได้ดังนี้

แบบสอบตอนที่ 1 จำนวน 12 ข้อ พบว่า นิสิตมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน เรื่อง ระบบขับถ่าย ข้อ 5 นิสิตตอบตัวลวงที่เป็นตัวเลือกที่ 1 และตัวเลือก 2 คิดเป็นร้อยละ 25 เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ข้อ 8 นิสิตตอบ ตัวลวงที่เป็นตัวเลือกที่ 3 คิดเป็นร้อยละ 25

แบบสอบตอนที่ 2 จำนวน 15 ข้อ พบว่า นิสิตมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน เรื่อง ระบบหายใจ ข้อ 4 นิสิตตอบผิดคิดเป็นร้อยละ 68.18 ข้อ 5 นิสิตตอบผิดคิดเป็นร้อยละ 65.91 เรื่อง ระบบขับถ่าย ข้อ 6 นิสิตตอบผิดคิดเป็นร้อยละ 29.55 ข้อ 8 นิสิตตอบผิดคิดเป็นร้อยละ 34.09 ข้อ 9 นิสิตตอบผิดคิดเป็นร้อยละ 29.55 และระบบหมุนเวียนเลือด ข้อ 12 นิสิตตอบผิดคิดเป็นร้อยละ 59.09 ข้อ 15 นิสิตตอบผิดคิดเป็น ร้อยละ 61.36

แบบสอบตอนที่ 3 จำนวน 7 ข้อ นิสิตมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน เรื่อง ระบบหายใจ ข้อ 1 นิสิตได้ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 25 เรื่อง ระบบขับถ่าย ข้อ 4 นิสิตได้ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 34.09 เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ข้อ 5 นิสิตได้ 0 คะแนน จำนวน 13 คน คิดเป็นร้อยละ 29.54

สามารถสรุปได้ว่า จากการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย ซึ่งประกอบด้วย 3 มวลเนื้อหา คือ 1) ระบบหายใจ 2) ระบบขับถ่าย 3) ระบบหมุนเวียนเลือด เนื้อหาที่นิสิตส่วนใหญ่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนคือ เรื่อง ระบบขับถ่าย ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบหายใจ ตามลำดับ

จากการรวบรวมข้อมูลพบว่า มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่องการรักษาคุณภาพในร่างกาย ประกอบด้วย 3 มวลเนื้อหา เรื่อง ระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบขับถ่าย มีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน 17 มโนทัศน์ ดังนี้

(1) ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการสูดลมหายใจ คือ เกิดจากการเพิ่มสภาพความเป็นต่างของเลือด และการดูดซึ่มออกซิเจน

- (2) ปฏิกิริยาการแลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นที่พลาสมา โดยสารที่ถูกขนส่งจะอยู่ในรูป  $\text{HCO}_3^- \text{CO}_2$
- (3) โรคถุงลมโป่งพองเกิดจากการมีน้ำเหลืองและน้ำเมือกเต็มหลอดลมฝอยและถุงลม
- (4) สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่อยู่ในน้ำจืดขับถ่ายของเสียไนโตรเจนในรูปยูเรีย เนื่องจากยูเรียมีความเป็นพิษสูง
- (5) กลูโคสและโปรตีนมีโมเลกุลขนาดใหญ่ และมีความสำคัญต่อร่างกาย โกลเมอรูลัสจึงกรองสารทั้ง 2 ชนิดเก็บไว้ก่อนลำดับแรก
- (6) หลอดเลือดเวนมีความดันเลือดต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหลอดเลือดอื่นๆ เพราะผนังหลอดเลือดบางที่สุด และเป็นผลมาจากแรงโน้มถ่วง
- (7) หลอดเลือดฝอยเป็นหลอดเลือดที่มีขนาดเล็กกว่าหลอดเลือดเวน ค่าความดันเลือดจึงสูงกว่าหลอดเลือดเวน
- (8) อัตราการไหลของเลือดในหลอดเลือดฝอยมีค่าน้อยที่สุดเพราะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กที่สุดและอยู่ห่างไกลจากหัวใจ
- (9) หลอดเลือดที่ใช้ในการวัดชีพจรคือหลอดเลือดเวน
- (10) เราสามารถควบคุมการหายใจได้โดยสมองส่วนพอนส์ และเมดัลลาออบลองกาตา
- (11) การหายใจเข้าจะทำให้อากาศเข้าไปในปอด ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ปอดแผ่ขยายใหญ่
- (12) หลอดเลือดรีนัลอาร์เทอรี (renal artery) จะนำเลือดไปยังหน่วยไตเดียวในไต หลังจากนั้นเลือดที่กรองแล้วจะย้อนกลับหน่วยไตในไตโดยหลอดเลือดเวน (renal vein)
- (13) ฮอร์โมน ADH (antidiuretic hormone) เป็นฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการดูดน้ำและแร่ธาตุ
- (14) ไตเทียมเป็นอุปกรณ์ที่ใส่เข้าไปในร่างกายของผู้ป่วยโรคไต
- (15) การเรียกชื่อหลอดเลือดนั้น พิจารณาจากปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในเลือด
- (16) Blood clot คือการที่เกล็ดเลือดจับตัวเป็นลิ่มหรือเป็นก้อน เกิดขึ้นเมื่อเนื้อเยื่อเปิดออกหรือมีบาดแผลเท่านั้น
- (17) การถ่ายอุจจาระออกจากร่างกายถือว่าการขับถ่าย

การศึกษาลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางวิทยาศาสตร์ (Science Teaching Reconsidered, 1997) สามารถแบ่งลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้เป็น 5 ลักษณะ ดังนี้

1. มโนทัศน์ที่เกิดจากความคิดเดิมๆ ซึ่งเป็นรากฐานของมโนทัศน์ส่วนใหญ่ที่เกิดจากประสบการณ์หรือความรู้เก่าๆ
2. มโนทัศน์ที่เกิดจากความเชื่อซึ่งไม่เกี่ยวข้องกับกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เกิดจากการ

เรียนรู้ด้วยตนเองจากแหล่งอื่นๆ นอกจากการศึกษาด้วยกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เช่น การศึกษาเกี่ยวกับศาสนา เกี่ยวกับเรื่องราวในอดีต ทำให้เกิดข้อโต้แย้งอย่างรุนแรง

3. มโนทัศน์ที่เกิดจากความเข้าใจผิดของตัวผู้เรียนเอง ซึ่งเกิดจากผู้เรียนถูกสอนและให้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ตรงกับความคิดของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสน และไม่มั่นใจในมโนทัศน์ของตนเอง

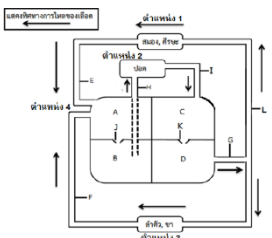
4. มโนทัศน์ที่เกิดจากความเข้าใจผิดทางภาษา การตีความหมายผิด เช่น ศัพท์เฉพาะทางต่างๆ ศัพท์เทคนิคต่างๆ เป็นต้น

5. มโนทัศน์ที่เป็นข้อเท็จจริงซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ถูกต้อง ที่เกิดจากการเรียนรู้ตั้งแต่ในวัยเด็ก และถูกจดจำจนกระทั่งโตขึ้น มโนทัศน์ดังกล่าวทำให้ยากต่อการแก้ไข

ซึ่งจากการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน พบว่าลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนิสิตส่วนใหญ่ คือมโนทัศน์ที่เกิดจากความเข้าใจผิดของตัวผู้เรียน และมโนทัศน์ที่เกิดจากความเข้าใจผิดทางภาษา และการตีความหมายผิด รายละเอียดดังตารางที่ 4.4 และ 4.5

**ตารางที่ 4.4** ตัวอย่างลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา ของนิสิตฝึกสอนที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเกิดจากความเข้าใจผิดของตัวผู้เรียน

ตัวอย่างคำถามแบบปรนัย	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
<p>1. ปัจจัยใดที่มีผลต่ออัตราการสูดลมหายใจ</p> <p>1) การดูดซึ่มออกซิเจนของเนื้อเยื่อ</p> <p>2) การเพิ่มสภาพความเป็นต่างของเลือด</p> <p>3) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายนอก</p> <p>4) ปริมาณการผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ของเนื้อเยื่อ</p>	<p>นิสิตมักจะเกิดความเข้าใจว่า ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการสูดลมหายใจเกิดจากการเพิ่มสภาพความเป็นต่าง โดยนิสิตให้เหตุผลว่า ร่างกายมีการปรับสมดุลโดยการเพิ่มอัตราการหายใจ เมื่อเลือดมีความเป็นกรดมากขึ้น ทำให้อัตราการหายใจเพิ่มขึ้น และเกิดจากการดูดซึ่มออกซิเจนของเนื้อเยื่อ โดยกล่าวว่า เมื่อสูดออกซิเจนเข้ามาทำให้เลือดเป็นกรด ร่างกายต้องการออกซิเจนในกระบวนการทำงานออกซิเจนจึงเป็นปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการสูดลมหายใจ</p>

ตัวอย่างคำถามแบบปรนัย	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
<p>2. เหตุใดผู้ที่เป็นโรคถุงลมโป่งพองจึงมีการหายใจเข้าออกลำบาก เหนื่อย หอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>ผนังถุงลมถูกทำลายทะลุถึงกัน</b></li> <li>2) มีเชื้อแบคทีเรียหรือไวรัสเข้าสู่หลอดลม</li> <li>3) มีน้ำเหลืองและน้ำเมือกเต็มหลอดลมฝอยและถุงลม</li> <li>4) ช่องอกแฟบ ปอดขยายตัวไม่ได้</li> </ol>	<p>นิสิตมักมีความเข้าใจว่าโรคถุงลมโป่งพองเกิดจากการมีน้ำเหลืองและน้ำเมือกเต็มหลอดลมฝอยและถุงลม การมีสารบางอย่างอยู่ในถุงลมจึงทำให้ถุงลมโป่งพอง คว้นจากบุหรี่ส่งผลให้ปอดมีการสร้างเมือก ทำให้ประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนแก๊สลดลง ทำให้หายใจเข้าออกลำบาก มีการเหนื่อยและหอบ</p>
<p>3. สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่อยู๋ในน้ำจืดขับถ่ายของเสียไนโตรเจนในรูปใดมากที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>แอมโมเนีย</b></li> <li>2) ยูเรีย</li> <li>3) กรดยูริก</li> <li>4) ยูเรียและแอมโมเนีย</li> </ol>	<p>นิสิตมักจะเกิดความเข้าใจผิดคิดว่า สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่อยู๋ในน้ำจืดขับถ่ายของเสียไนโตรเจนในรูปยูเรีย เนื่องจากยูเรียมีความเป็นพิษสูง สัตว์จึงต้องใช้น้ำในการขับมาก และสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวอาศัยอยู่ในน้ำจึงขับถ่ายของเสียในรูปยูเรีย เพราะยูเรียสามารถละลายน้ำได้</p>
<p>4. หลอดเลือดชนิดใดที่ใช้ในการวัดชีพจร</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) <b>หลอดเลือดอาร์เทอร์รี่ (Artery)</b></li> <li>2) หลอดเลือดเวน (Vein)</li> <li>3) หลอดเลือดฝอย (Capillary)</li> <li>4) หลอดเลือดเวนาคาเวา (Venacava)</li> </ol>	<p>นิสิตมักจะเกิดความเข้าใจผิดคิดว่าเป็นหลอดเลือดเวน เนื่องจากมีผนังกัน ซึ่งจะทำได้ยินเสียงเลือดกระทบผนังหลอดเลือด หลอดเลือดเวนจะอยู่ใกล้ชั้นผิวหนังมากกว่าจึงสัมผัสได้ง่าย รวมถึงการหดและคลายตัวของหลอดเลือด หลอดเลือดเวนจะสังเกตได้ชัดเจนกว่า</p>
<p>5. จากภาพความดันเลือดที่ตำแหน่งใดมีค่าน้อยที่สุด</p>  <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ตำแหน่ง 1</li> <li>2) ตำแหน่ง 2</li> <li>3) ตำแหน่ง 3</li> <li>4) <b>ตำแหน่ง 4</b></li> </ol>	<p>นิสิตมักจะเกิดความเข้าใจผิดคิดว่า ตำแหน่งที่ 3 โดยให้เหตุผลว่า มีค่าความดันน้อยที่สุดเพราะต้องแพร่เลือดส่งไปยังอวัยวะต่างๆของร่างกาย และอยู่ไกลหัวใจเลือดจึงมีแรงดันน้อย มีแรงโน้มถ่วงต้านทานน้อย และตำแหน่งที่ 1 โดยอธิบายว่าเป็นหลอดเลือดฝอยและอยู่ที่อวัยวะสำคัญ มีการไหลตามแรงโน้มถ่วง ถ้ามีความดันมากเส้นเลือดในสมองอาจแตกได้ เพราะเลือดไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ</p>



**ตารางที่ 4.5** ตัวอย่างลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา ของนิสิตฝึกสอนที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเกิดจากความเข้าใจผิดทางภาษา การตีความหมายผิด

ตัวอย่างคำถาม(แบบถูกผิด)	มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน
<p>1. Blood clot (การที่เกล็ดเลือดจับตัวเป็นลิ่มหรือเป็นก้อน) เกิดขึ้นเมื่อเนื้อเยื่อเปิดออก หรือมีบาดแผลเท่านั้น</p> <p><b>คำตอบคือ X</b></p>	<p>เนื่องจากข้อนี้เป็นศัพท์เฉพาะทางชีววิทยา ผู้ที่ไม่ได้ศึกษาก็จะไม่มีความรู้เกี่ยวกับกระบวนการดังกล่าว นิสิตส่วนใหญ่ตอบว่าถูกต้อง เพราะกระบวนการดังกล่าวเกิดเมื่อเนื้อเยื่อเปิดออก หรือมีบาดแผลเท่านั้น ซึ่งเมื่อศึกษาจะพบว่ากระบวนการดังกล่าวสามารถเกิดขึ้นภายในหลอดเลือด ที่ทำให้หลอดเลือดอุดตัน</p>
<p>2. น้ำอืดลมที่มีสารคาเฟอีน และเบียร์ ซึ่งมีแอลกอฮอล์ เป็นสารไดยูเรติกทำให้ร่างกายสูญเสียน้ำออกไปมากกว่าการดูดกลับ</p> <p><b>คำตอบคือ ✓</b></p>	<p>นิสิตจะต้องรู้และเข้าใจสารไดยูเรติก ซึ่งเป็นคำศัพท์เฉพาะทาง ทำให้นิสิตเข้าใจผิดคิดว่า น้ำอืดลมที่มีสารคาเฟอีน และเบียร์ซึ่งมีแอลกอฮอล์จะไปยังยังฮอร์โมน ADH ไม่ให้ดูดน้ำกลับ ทำให้ร่างกายสูญเสียน้ำออกไป คาเฟอีน และแอลกอฮอล์มีผลต่อการทำงานของ ADH ส่วนแอลกอฮอล์มีผลต่อการสูญเสียน้ำ</p>
<p>3. ฮอร์โมน ADH และแอลโดสเตอโรล เป็นฮอร์โมนชนิดเดียวกันที่ทำให้ทำหน้าที่ดูดกลับน้ำและแร่ธาตุ</p> <p><b>คำตอบคือ X</b></p>	<p>นิสิตมักคิดว่า ฮอร์โมน แอลโดสเตอโรล (aldosterone) เป็นฮอร์โมนที่ไม่เกี่ยวข้องกับการดูดกลับของน้ำและแร่ธาตุ แต่ฮอร์โมน ADH (antidiuretic hormone) เป็นฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการดูดน้ำและแร่ธาตุ</p>
<p>4. เราสามารถควบคุมการหายใจได้โดยสมองส่วนเซรีบัลลัมคอร์เทกซ์ ไฮโปทาลามัส และเซรีเบลลัม</p> <p><b>คำตอบคือ ✓</b></p>	<p>นิสิตมักมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเนื่องจากการตีความหมายที่ผิด คำว่าควบคุมการหายใจ คือ การควบคุมแบบอัตโนมัติ และการควบคุมภายใต้อำนาจจิตใจ นิสิตมักเข้าใจว่าเป็นการควบคุมแบบอัตโนมัติเพียงรูปแบบเดียว สมองที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการหายใจ ได้แก่ พอนส์ และเมดัลลา ออบลองกาตา สมองส่วนเซรีเบลลัมจะเกี่ยวข้องกับการทรงตัว การเคลื่อนไหวของร่างกาย</p>

## ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน

ผลการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน ในตอนที่ 2 นี้ ผู้วิจัยนำเสนอโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนสำคัญ คือ ส่วนที่ 1 แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน ส่วนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับรายละเอียดดังต่อไปนี้

### ส่วนที่ 1 แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน

แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา ของนิสิตฝึกสอนที่ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาขึ้นเป็นแบบสอบแบบเลือกตอบสามระดับ เรื่องการรักษาดุลยภาพในร่างกายประกอบด้วย 3 มวลเนื้อหา ได้แก่ เรื่อง ระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบขับถ่าย มวลเนื้อหาละ 10 ข้อ รวมทั้งหมด 30 ข้อ ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาแบบสอบโดยสร้างแผนผังการสร้างข้อสอบ (table of specification) ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แผนผังการสร้างแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน

มวลเนื้อหา (เรื่อง)	วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน	ข้อ	จำนวนข้อ
<b>1. ระบบหายใจ</b>			
1.1 โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและสัตว์	1. สามารถสรุปโครงสร้างและกระบวนการต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน	1,2,3,4,5	5
	2. สามารถสรุปโครงสร้างและกระบวนการต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์	6,9	2
1.2 โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน	3. อธิบาย สรุป และนำเสนอเกี่ยวกับความ ผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับปอดและโรคของระบบทางเดินหายใจ	7,8,10,11	4

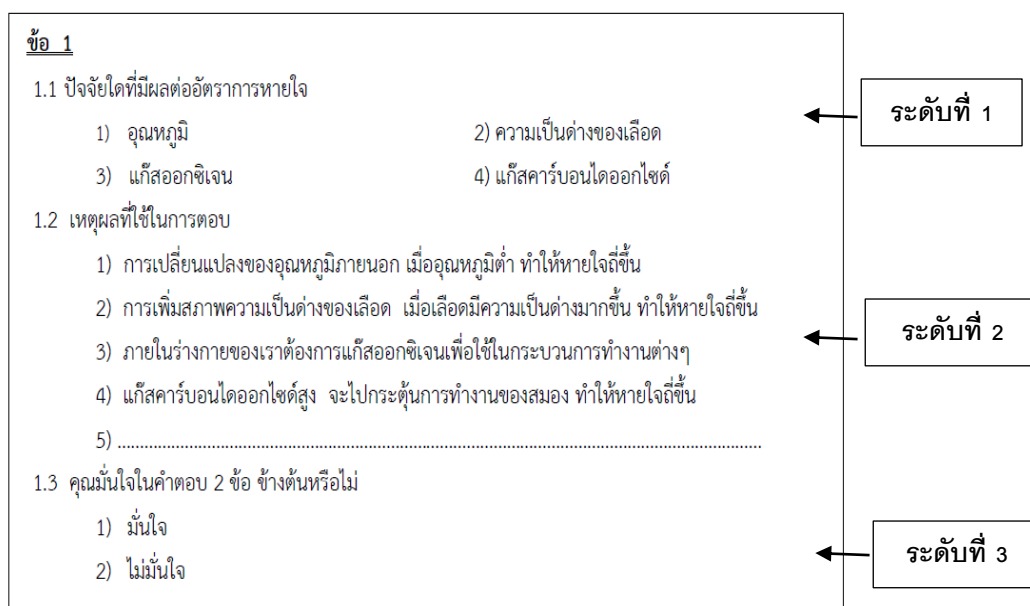
<b>2. ระบบหมุนเวียนเลือด</b>				
2.1 การลำเลียงสารในร่างกายของคน	4. สรุปรเกี่ยวกับการลำเลียงสารในร่างกายของคน	12,13,14,15,16,18	6	
2.2 ระบบน้ำเหลือง	5. สรุปรเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของเลือด หมู่เลือด การให้และรับเลือด	17,19,20	3	
2.3 ระบบภูมิคุ้มกัน	6. สรุปรเกี่ยวกับระบบน้ำเหลือง ระบบภูมิคุ้มกัน และกลไกการสร้างภูมิคุ้มกัน	21	1	
<b>3. ระบบขับถ่าย</b>				
3.1 การขับถ่ายของสัตว์	7. อธิบายกระบวนการขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์บางชนิด	22	1	
3.2 การขับถ่ายของคน	8. สรุปรเกี่ยวกับโครงสร้างของไต และอวัยวะที่เกี่ยวข้อง	23,24,29	3	
	9. สรุปรเกี่ยวกับการทำงานของไตกับการรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุของร่างกาย	25,27,30	3	
	10. อธิบายความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับไตและโรคของไต พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางในการดูแลสุขภาพ	26,28	2	
	รวม	30	30	

รูปแบบของแบบสอบวินิจัยมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ประกอบด้วย

ระดับที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก

ระดับที่ 2 เป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก เพื่อเป็นการแสดงผลในการตอบคำถามระดับที่ 1 โดยตัวเลือกที่ 5 จะเว้นให้ผู้สอบสามารถเติมคำตอบ ในกรณีที่ผู้สอบมีมีโนทัศน์นอกเหนือจากตัวเลือกที่กำหนดให้

ระดับที่ 3 เป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก เพื่อเป็นการยืนยันคำตอบในระดับที่ 1 และ 2 แสดงถึงความมั่นใจในการตอบคำถามระดับที่ 1 และ 2 ดังตัวอย่างโดยมีรายละเอียดของแบบสอบทั้งฉบับแสดงในภาคผนวก จ



ภาพที่ 4.1 ตัวอย่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น

## ส่วนที่ 2 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา

ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา เป็นผลที่ได้จากการนำแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับไปทดลองใช้ ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพประกอบด้วย คุณภาพของข้อสอบรายข้อ ได้แก่ 1) ค่าความยาก 2) ค่าอำนาจจำแนก 3) ประสิทธิภาพตัวलग นอกจากนี้ยังทำการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือทั้งฉบับ ประกอบด้วย 1) ความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) 3) ความเที่ยง (reliability) โดยการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Cronbach's Coefficient) โดยมีรายละเอียดดังนี้

### 1) ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity)

ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา พบว่าค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (ค่า IOC) มีค่าระหว่าง -0.2-1.0 โดยข้อคำถามระดับที่ 1 ที่มีค่า IOC เท่ากับ 1.0 มีจำนวนทั้งหมด 15 ข้อ ค่า IOC เท่ากับ 0.8 มีจำนวน 6 ข้อ ค่า IOC เท่ากับ 0.6 มีจำนวน 7 ข้อ ค่า IOC เท่ากับ 0.2 มีจำนวน 1 ข้อ และค่า IOC เท่ากับ -0.2 จำนวน

1 ข้อ ข้อคำถามระดับที่ 2 มีค่า IOC เท่ากับ 1.0 มีจำนวนทั้งหมด 16 ข้อ ค่า IOC เท่ากับ 0.8 มีจำนวน 7 ข้อ ค่า IOC เท่ากับ 0.6 มีจำนวน 6 ข้อ ค่า IOC เท่ากับ 0.4 มีจำนวน 1 ข้อ สรุปว่าค่า IOC เมื่อเทียบกับเกณฑ์  $\geq 0.5$  จำนวน 28 ข้อ ซึ่งแสดงว่าแบบสอบดังกล่าวมีความตรงเชิงเนื้อหา และมีข้อสอบจำนวน 2 ข้อ คือ ข้อที่ 7 และ 19 ค่า IOC  $< 0.5$  ผู้วิจัยจึงได้ทำการปรับปรุงและแก้ไขข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ โดยในข้อที่ 7 ได้ทำการปรับตัวเลือกให้มีความชัดเจนยิ่งขึ้น จากตัวเลือก ข้อ 1 “ปัสสาวะ” เปลี่ยนเป็น “น้ำหนอง” และในข้อที่ 19 ทำการปรับตัวเลือกเนื่องจากสามารถตอบได้ 2 คำตอบ (เสนอในภาคผนวก ค)

หลังจากการปรับปรุงคุณภาพตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา พบว่าค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา และวัตถุประสงค์ตามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ (ค่า IOC) ของแบบสอบมีค่าระหว่าง 0.6-1.0 แสดงว่าแบบสอบดังกล่าวมีความตรงเชิงเนื้อหา

## 2) ผลการตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบรายข้อ และคุณภาพของเครื่องมือทั้งฉบับ

จากกระบวนการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ ทำให้ผู้วิจัยได้แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ ซึ่งผู้วิจัยได้นำแบบสอบไปทดลอง (try out) ใช้กับนิสิตชั้นปีที่ 4 เอกชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 30 คน โดยมีรายละเอียด ดังตารางที่ 4.7

**ตารางที่ 4.7** ค่าความยากและอำนาจจำแนกตามรายข้อของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่ม สูง	กลุ่ม ต่ำ	รวม	p	r	การแปลความหมาย
1	1	0	0	0	0	0	ควรปรับปรุงตัวलगใหม่
	2	0	3	3	0.18	-0.30	ตัวलगใช้ได้
	3	1	7	8	0.40	-0.58	ตัวलगใช้ได้
	(4)	7	0	7	0.43	0.88	ข้อสอบยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดีมาก

ตารางที่ 4.7 ค่าความยากและอำนาจจำแนกตามรายชื่อของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาตุลยภาพในร่างกาย (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่ม สูง	กลุ่ม ต่ำ	รวม	p	r	การแปลความหมาย
2	(1)	4	1	5	0.30	0.40	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก
	2	0	2	2	0.17	-0.20	ตัวลวงใช้ได้
	3	1	2	3	0.13	-0.08	ตัวลวงใช้ได้
	4	3	5	8	0.40	-0.13	ตัวลวงใช้ได้
3	1	0	5	5	0.17	-0.50	ตัวลวงใช้ได้
	2	0	4	4	0.170	-0.40	ตัวลวงใช้ได้
	(3)	7	1	8	0.50	0.78	ข้อสอบยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดีมาก
	4	1	0	1	0.17	0.13	ควรปรับปรุงตัวลวงใหม่
4 (ตัดทิ้ง)	1	0	0	0	0.00	0.00	ควรปรับปรุงตัวลวงใหม่
	(2)	8	10	18	0.97	0.00	ข้อสอบง่ายมาก อำนาจจำแนกไม่ดี
	3	0	0	0	0.00	0.00	ควรปรับปรุงตัวลวงใหม่
	4	0	0	0	0.33	0.00	ควรปรับปรุงตัวลวงใหม่
5 (ตัดทิ้ง)	1	4	2	6	0.33	0.30	ควรปรับปรุงตัวลวงใหม่
	2	1	1	2	0.13	0.03	ควรปรับปรุงตัวลวงใหม่
	(3)	3	5	8	0.43	-0.13	ข้อสอบยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกไม่ดี
	4	0	2	2	0.10	-0.20	ตัวลวงใช้ได้
6	(1)	3	0	3	0.20	0.38	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดี
	2	3	9	12	0.70	-0.53	ตัวลวงใช้ได้
	3	2	0	2	0.07	0.25	ควรปรับปรุงตัวลวงใหม่
	4	0	1	1	0.03	-0.10	ตัวลวงใช้ได้
7	1	0	1	1	0.13	-0.10	ตัวลวงใช้ได้
	(2)	8	4	12	0.60	0.60	ข้อสอบค่อนข้างง่าย อำนาจจำแนกดีมาก
	3	0	2	2	0.17	-0.20	ตัวลวงใช้ได้
	4	0	3	3	0.10	-0.30	ตัวลวงใช้ได้
8	1	0	3	3	0.23	-0.30	ตัวลวงใช้ได้
	2	1	1	2	0.13	0.03	ควรปรับปรุงตัวลวงใหม่
	3	0	3	3	0.13	-0.30	ตัวลวงใช้ได้
	(4)	7	3	10	0.50	0.58	ข้อสอบยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดีมาก

ตารางที่ 4.7 ค่าความยากและอำนาจจำแนกตามรายชื่อของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาตุลยภาพในร่างกาย (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่ม สูง	กลุ่ม ต่ำ	รวม	p	r	การแปลความหมาย
9	1	6	9	15	0.77	-0.15	ตัวลงใช้ได้
	2	0	0	0	0.00	0.00	ควรปรับปรุงตัวลงใหม่
	(3)	2	0	2	0.20	0.25	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้
	4	0	1	1	0.03	-0.10	ตัวลงใช้ได้
10 (ตัดทิ้ง)	1	2	1	3	0.17	0.15	ควรปรับปรุงตัวลงใหม่
	2	6	1	7	0.40	0.65	ควรปรับปรุงตัวลงใหม่
	(3)	0	6	6	0.37	-0.60	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกไม่ดี
	4	0	2	2	0.07	-0.20	ตัวลงใช้ได้
11	1	1	0	1	0.03	0.13	ควรปรับปรุงตัวลงใหม่
	2	0	4	4	0.30	-0.40	ตัวลงใช้ได้
	(3)	6	2	8	0.40	0.55	ข้อสอบยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดีมาก
	4	1	4	5	0.27	-0.28	ตัวลงใช้ได้
12	1	1	4	5	0.33	-0.28	ตัวลงใช้ได้
	2	0	2	2	0.07	-0.20	ตัวลงใช้ได้
	3	1	2	3	0.17	-0.08	ตัวลงใช้ได้
	(4)	6	2	8	0.43	0.55	ข้อสอบยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดีมาก
13	1	0	1	1	0.07	-0.10	ตัวลงใช้ได้
	2	1	0	1	0.07	0.13	ควรปรับปรุงตัวลงใหม่
	3	3	8	11	0.50	-0.43	ตัวลงใช้ได้
	(4)	4	1	5	0.37	0.40	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก
14	1	1	3	4	0.23	-0.18	ตัวลงใช้ได้
	2	3	4	7	0.30	-0.03	ตัวลงใช้ได้
	(3)	4	0	4	0.27	0.50	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก
	4	0	3	3	0.20	-0.30	ตัวลงใช้ได้
15	1	2	6	8	0.40	-0.35	ตัวลงใช้ได้
	(2)	5	0	5	0.20	0.63	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก
	3	1	4	5	0.33	-0.28	ตัวลงใช้ได้
	4	0	0	0	0.07	0.00	ควรปรับปรุงตัวลงใหม่

ตารางที่ 4.7 ค่าความยากและอำนาจจำแนกตามรายชื่อของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาตุลยภาพในร่างกาย (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่ม สูง	กลุ่ม ต่ำ	รวม	p	r	การแปลความหมาย
16	1	0	9	9	0.50	-0.90	ตัวลงใช้ได้
	2	0	0	0	0.00	0.00	ควรปรับปรุงตัวลงใหม่
	(3)	6	1	7	0.43	0.65	ข้อสอบยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดีมาก
	4	2	0	2	0.07	0.25	ควรปรับปรุงตัวลงใหม่
17 (ปรับปรุง)	1	6	8	14	0.73	-0.05	ตัวลงใช้ได้
	2	1	0	1	0.07	0.13	ตัวลงใช้ได้
	3	0	1	1	0.07	-0.10	ควรปรับปรุงตัวลงใหม่
	(4)	1	1	2	0.13	0.03	ข้อสอบยากมาก อำนาจจำแนกไม่ดี
18	(1)	6	3	9	0.47	0.45	ข้อสอบยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดีมาก
	2	2	3	5	0.17	-0.05	ตัวลงใช้ได้
	3	0	3	3	0.17	-0.30	ตัวลงใช้ได้
	4	0	1	1	0.20	-0.10	ตัวลงใช้ได้
19 (ตัดทิ้ง)	1	0	0	0	0.00	0.00	ควรปรับปรุงตัวลงใหม่
	2	0	0	0	0.07	0.00	ควรปรับปรุงตัวลงใหม่
	3	0	0	0	0.00	0.00	ควรปรับปรุงตัวลงใหม่
	(4)	8	10	18	0.93	0.00	ข้อสอบง่ายมาก อำนาจจำแนกไม่ดี
20 (ตัดทิ้ง)	1	1	3	4	0.23	-0.18	ตัวลงใช้ได้
	(2)	3	2	5	0.30	0.18	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกต่ำ
	3	0	4	4	0.20	-0.40	ตัวลงใช้ได้
	4	4	1	5	0.27	0.40	ควรปรับปรุงตัวลงใหม่
21 (ปรับปรุง)	1	0	0	0	0.03	0.00	ควรปรับปรุงตัวลงใหม่
	2	0	0	0	0.03	0.00	ควรปรับปรุงตัวลงใหม่
	(3)	1	0	1	0.03	0.13	ข้อสอบยากมาก อำนาจจำแนกไม่ดี
	4	7	10	17	0.90	-0.13	ตัวลงใช้ได้
22	(1)	7	2	9	0.57	0.68	ข้อสอบยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดีมาก
	2	1	4	5	0.17	-0.28	ตัวลงใช้ได้
	3	0	1	1	0.13	-0.10	ตัวลงใช้ได้
	4	0	3	3	0.13	-0.30	ตัวลงใช้ได้



**ตารางที่ 4.7** ค่าความยากและอำนาจจำแนกตามรายชื่อของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาตุลยภาพในร่างกาย (ต่อ)

ข้อที่	ตัวเลือก	กลุ่มสูง	กลุ่มต่ำ	รวม	p	r	การแปลความหมาย
23	1	0	5	5	0.37	-0.50	ตัวลวงใช้ได้
	2	0	3	3	0.13	-0.30	ตัวลวงใช้ได้
	(3)	5	1	6	0.33	0.53	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก
	4	3	1	4	0.17	0.28	ควรปรับปรุงตัวลวงใหม่
24	(1)	6	1	7	0.27	0.65	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก
	2	2	0	2	0.23	0.25	ควรปรับปรุงตัวลวงใหม่
	3	0	9	9	0.47	-0.90	ตัวลวงใช้ได้
	4	0	0	0	0.03	0.00	ควรปรับปรุงตัวลวงใหม่
25 ปรับปรุง	1	2	0	2	0.10	0.25	ควรปรับปรุงตัวลวงใหม่
	(2)	2	0	2	0.27	0.25	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้
	3	3	0	3	0.13	0.38	ควรปรับปรุงตัวลวงใหม่
	4	1	10	11	0.50	-0.88	ตัวลวงใช้ได้
26	(1)	6	2	8	0.37	0.55	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก
	2	0	2	2	0.10	-0.20	ตัวลวงใช้ได้
	3	0	1	1	0.10	-0.10	ตัวลวงใช้ได้
	4	2	5	7	0.43	-0.25	ตัวลวงใช้ได้
27	1	1	0	1	0.23	0.13	ควรปรับปรุงตัวลวงใหม่
	2	0	2	2	0.17	-0.20	ตัวลวงใช้ได้
	3	0	8	8	0.30	-0.80	ตัวลวงใช้ได้
	(4)	7	0	7	0.30	0.88	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก
28	(1)	5	2	7	0.47	0.43	ข้อสอบยากพอเหมาะ อำนาจจำแนกดีมาก
	2	2	7	9	0.40	-0.45	ตัวลวงใช้ได้
	3	1	0	1	0.07	0.13	ควรปรับปรุงตัวลวงใหม่
	4	0	1	1	0.07	-0.10	ตัวลวงใช้ได้
29	1	5	10	15	0.70	-0.38	ตัวลวงใช้ได้
	(2)	2	0	2	0.27	0.25	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกพอใช้
	3	1	0	1	0.03	0.13	ควรปรับปรุงตัวลวงใหม่
	4	0	0	0	0.00	0.00	ควรปรับปรุงตัวลวงใหม่
30 ตัดทิ้ง	1	0	0	0	0.03	0.00	ควรปรับปรุงตัวลวงใหม่
	2	1	8	9	0.57	-0.68	ตัวลวงใช้ได้
	3	2	2	4	0.17	0.05	ควรปรับปรุงตัวลวงใหม่
	(4)	5	0	5	0.23	0.63	ข้อสอบค่อนข้างยาก อำนาจจำแนกดีมาก

จากตารางที่ 4.7 เมื่อพิจารณาค่าความยาก ( $p$ ) อำนาจจำแนก ( $r$ ) และความเที่ยง ( $r_{tt}$ ) จากการพิจารณารวม พบว่าข้อคำถามมีค่าความยากอยู่ระดับง่ายมากถึงค่อนข้างยาก ( $p=0.20-0.97$ ) มีความสามารถในการจำแนกผู้สอบ ( $r=-0.13-0.88$ ) คือ ความสามารถในการจำแนกไม่ดีขึ้นถึงจำแนกได้ดีมาก จึงทำการปรับข้อคำถาม และตัดข้อคำถามทิ้ง 6 ข้อ คือ ข้อที่ 4,5,10,19,20,30 มีการปรับปรุงข้อคำถามข้อที่ 17,21,25 หลังจากการปรับปรุงข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ พบว่าแบบสอบมีความยากอยู่ระดับค่อนข้างง่ายถึงค่อนข้างยาก ( $p=0.20-0.60$ ) มีความสามารถในการจำแนกผู้สอบ ( $r=0.25-0.88$ ) ความสามารถในการจำแนกพอใช้จนถึงจำแนกได้ดีมากมีค่าความเที่ยงสูง ( $r_{tt}=0.85$ ) แสดงในตารางที่ 4.8

**ตารางที่ 4.8** ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ เมื่อนำไปทดลองใช้กับนิสิตฝึกสอน จำนวน 164 คน

ข้อมูล	คุณภาพแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ
ค่าความยาก	0.20-0.60
อำนาจจำแนก	0.25-0.88
ความเที่ยงแบบความสอดคล้องภายใน	0.85

**ตารางที่ 4.9** ค่าค่าสถิติพื้นฐานที่ได้จากการทดลองใช้แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ

ข้อมูล	แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ
คะแนนเต็ม	30
คะแนนเฉลี่ย	4.68
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	2.66
คะแนนสูงสุด (max)	11.00
คะแนนต่ำสุด (min)	1.00

### ตอนที่ 3 ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบ สามระดับวิชาชีววิทยา

ผลการตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา ผู้วิจัยได้นำผลคะแนนที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 164 คน มาตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือทั้งฉบับ ประกอบด้วย 1) ความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ (criterion related validity) ด้วยเทคนิค (thinking aloud) 2) ความเที่ยง โดยมีการหาค่าสัมประสิทธิ์สรุปร่างอิง โดยใช้ทฤษฎีสรุปร่างอิง (Generalizability Theory) โดยมีรายละเอียดดังนี้

#### 3.1 การตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์

หลังจากที่ได้ผลคะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบความตรงของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ประเภทความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ เกณฑ์ที่ใช้คือผลการวินิจฉัยโดยให้นิสิตใช้วิธีการคิดออกเสียง (thinking aloud) ทำการสุ่มนิสิตที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนโดยใช้การสุ่มแบบอย่างง่าย (simple random sampling) จากนิสิตที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนทั้งหมด สถาบันละ 5 คน รวมนิสิตทั้งหมด 25 คน เสนอผลการวินิจฉัยดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลคะแนนที่ได้จากการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยใช้วิธีการคิดออกเสียง (Thinking aloud) และการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ

คนที่ ชื่อ ที่	คะแนนที่ได้จากการวินิจฉัย (คะแนน)																			
	การคิดออกเสียง (thinking aloud)									แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ										
	มวลเนื้อหา 1			มวลเนื้อหา 2			มวลเนื้อหา 3			รวม มโนทัศน์ที่ถูกต้อง	มวลเนื้อหา 1			มวลเนื้อหา 2			มวลเนื้อหา 3			รวม มโนทัศน์ที่ถูกต้อง
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	4	1	1	1	0	0	1	0	0	0	4
2	0	1	0	0	0	1	0	1	1	4	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2
3	0	1	0	0	0	1	1	1	0	4	0	1	0	0	0	1	1	0	0	3
4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
5	0	1	0	1	0	1	1	1	1	6	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
6	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2	0	0	1	0	0	1	1	0	0	3

ตารางที่ 4.10 ผลคะแนนที่ได้จากการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยใช้วิธีการคิดออกเสียง (Thinking aloud) และการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ (ต่อ)

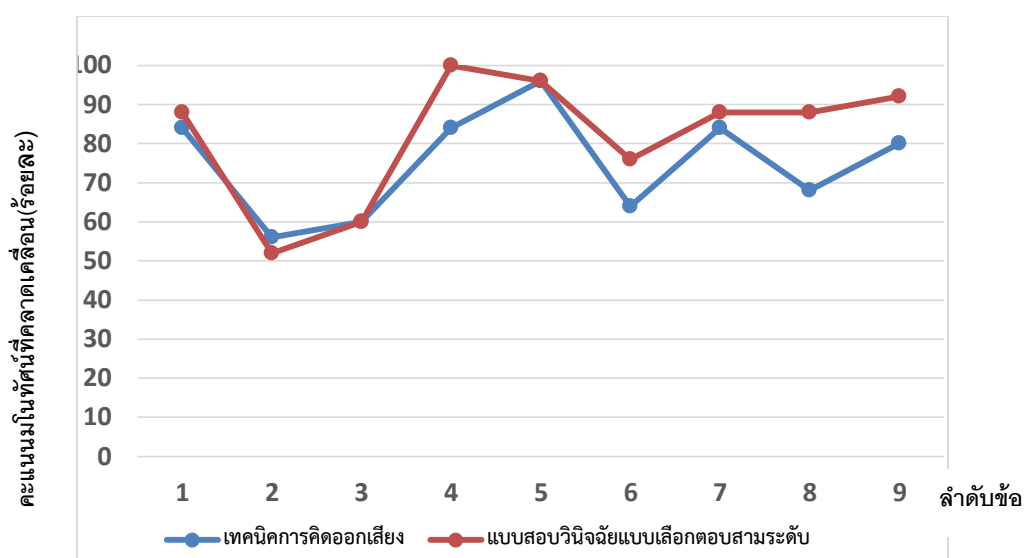
คนที่ ข้อที่	คะแนนที่ได้จากการวินิจฉัย (คะแนน)																			
	การคิดออกเสียง (thinking aloud)										แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ									
	มวลเนื้อหา 1			มวลเนื้อหา 2			มวลเนื้อหา 3			รวม มโนทัศน์ที่ถูกต้อง	มวลเนื้อหา 1			มวลเนื้อหา 2			มวลเนื้อหา 3			รวม มโนทัศน์ที่ถูกต้อง
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
7	1	1	0	1	0	1	0	1	1	6	1	1	0	0	0	1	0	0	0	3
8	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
9	0	0	1	1	0	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	1	0	1	0	0	1	0	0	0	3	1	0	1	0	0	1	0	0	0	3
11	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
14	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
15	0	0	1	0	0	1	0	0	0	2	0	1	1	0	0	1	0	0	0	3
16	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
18	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2
19	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
20	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
22	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
23	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
24	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
25	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
รวม มโนทัศน์ คลาดเคลื่อน	21	14	15	21	24	16	21	17	20		22	13	15	25	24	19	22	22	23	
ร้อยละ	84	56	60	84	96	64	84	68	80		88	52	60	100	96	76	88	88	92	

หมายเหตุ เกณฑ์ในการให้คะแนน ตอบถูก ได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน

จากตารางที่ 4.10 แสดงคะแนนผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยใช้วิธีการคิดออกเสียง (Thinking aloud) และการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ พบว่าจากนิสิตทั้งหมด 25 คน วิธีการวินิจฉัยด้วยวิธีการคิดออกเสียงนิสิตส่วนใหญ่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนมวลเนื้อหาที่ 2 ข้อ 5 คิดเป็น ร้อยละ 96 มวลเนื้อหาที่ 1 ข้อ 1 มวลเนื้อหาที่ 2 ข้อ 4 มวลเนื้อหาที่ 3 ข้อ 7 คิดเป็นร้อยละ 84

ผลการวิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ พบว่านิสิตส่วนใหญ่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนมวลเนื้อหาที่ 2 ข้อที่ 4 คิดเป็นร้อยละ 84 ข้อที่ 5 คิดเป็นร้อยละ 96 และมวลเนื้อหาที่ 3 ข้อ 9 คิดเป็นร้อยละ 92

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบ ระหว่างการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยใช้วิธีการคิดออกเสียง (Thinking aloud) และการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ เพื่อความชัดเจนผู้วิจัยจึงนำเสนอข้อมูลเป็นกราฟเส้น ดังแสดงในแผนภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.2 เปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนคิดเป็นร้อยละ ระหว่างการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยใช้วิธีการคิดออกเสียง (Thinking aloud) และการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ

จากกราฟแสดงการเปรียบเทียบผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนิสิตฝึกสอนด้วยวิธีการคิดออกเสียง (Thinking aloud) และการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ พบว่า ผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการคิดออกเสียง (Thinking aloud) มีความสอดคล้อง และมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกับการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ จากการทดสอบกับนิสิต 25 คน นักเรียนส่วนใหญ่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนในมวลเนื้อหาที่ 2 มวลเนื้อหาที่ 3 และมวลเนื้อหาที่ 1 ตามลำดับ และผลคะแนนมีความสอดคล้องเหมือนกันในข้อ 3 คิดเป็นร้อยละ 60 และข้อ 5 คิดเป็นร้อยละ 96

การตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ จากผลการวิเคราะห์ค่าความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ ด้วยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) ระหว่างคะแนนที่ได้จากการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ และการใช้วิธีการคิดออกเสียง (Thinking aloud) ได้ค่า  $r_{xy} = 0.56$  ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 (ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.56)

สรุปได้ว่า คะแนนที่ได้จากการวินิจฉัยโดยใช้วิธีการคิดออกเสียง (Thinking aloud) มีความสอดคล้องกับคะแนนที่ได้จากการวินิจฉัยโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับในระดับปานกลาง

### 3.2 ผลการตรวจสอบความเที่ยงซึ่งแทนด้วยสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง

หลังจากได้ผลคะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยวิชาชีววิทยาแบบเลือกตอบสามระดับ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ซึ่งแทนด้วยค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient) มีขั้นตอนการตรวจสอบความเที่ยงคือ ขั้นที่ 1 ประมาณค่าความแปรปรวนคะแนนที่ได้จากการวินิจฉัย ขั้นที่ 2 ประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนที่ได้จากการวินิจฉัย ขั้นที่ 3 การศึกษาเพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง (D-study)

**ส่วนที่ 1 ผลการประมาณค่าความแปรปรวนคะแนนที่ได้จากการวินิจฉัยขององค์ประกอบ 3 องค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (Generalizability Coefficient) ของคะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา**

ผู้วิจัยเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาดุลยภาพในร่างกาย ซึ่งประกอบด้วย 3 มวลเนื้อหา แต่ละมวลเนื้อหาประกอบด้วยข้อสอบจำนวน 8 ข้อ ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อคำนวณหาความแปรปรวนตามแหล่งความแปรปรวนต่างๆ ในเอกภพค่าที่สังเกตที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่แยกเป็นอิสระจากกันขององค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ ได้แก่ นิสิต ฝึกสอน (P) มวลเนื้อหา (C) จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหา (I:C) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนิสิตฝึกสอนต่อมวลเนื้อหา (PC) ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนิสิตฝึกสอนจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหากับความคลาดเคลื่อน หรือส่วนที่เหลือที่ไม่สามารถระบุแหล่งได้

ออกแบบการวัดเป็นแบบ Two-Facet Design ดังนั้นจึงใช้รูปแบบการวัดเป็น  $P \times I : C$  (Nested Design) ดังนั้นใช้การวิเคราะห์ความแปรปรวน 3 ทาง (3-WAY ANOVA) รายละเอียดดังตารางที่ 4.11

**ตารางที่ 4.11** ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนจาก G-Study ( $P \times I : C$ ) ของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ ที่ประกอบด้วย 3 มวลเนื้อหา

จำนวนข้อสอบ 8 ข้อ ในแต่ละมวลเนื้อหา

SOURCE OF VARIATION	DF	SS	MS	ESTIMATED VARIANCE COMPONENT	%OF TOTAL VARIANCE
P	163	67.7592	0.4157	0.0121	7.92
C	2	23.7871	11.8936	0.0081	5.30
I:C	21	31.1509	1.4834	0.0083	5.43
PC	326	39.1296	0.1200	0	0
PI:C	3423	420.0991	0.1227	0.1243	81.35
TOTAL	3935	581.926	-	0.1528	100.00

เมื่อ	P	แทน	นิสิตฝึกสอน
	C	แทน	มวลเนื้อหา
	I:C	แทน	จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหา
	PC	แทน	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนิสิตฝึกสอนต่อมวลเนื้อหา
	PI:C	แทน	ปฏิสัมพันธ์ระหว่างนิสิตฝึกสอน จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหากับความคลาดเคลื่อน หรือส่วนที่เหลือที่ไม่สามารถระบุแหล่งได้

จากตารางที่ 4.11 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนขององค์ประกอบจากแหล่งความแปรปรวนต่างๆ ที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับคะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา พบว่าความแปรปรวนรวมทั้งหมดเท่ากับ 0.1528 ค่าความแปรปรวนของแหล่งต่างๆ เมื่อเทียบกับค่าความแปรปรวนรวมมีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย ดังนี้ ความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนเชิงสุ่มที่ไม่สามารถระบุแหล่งได้ชัดเจนมีค่า 0.1243 คิดเป็นร้อยละ 81.35 รองลงมาคือ ความแปรปรวนของนิสิตฝึกสอนมีค่า 0.0121 คิดเป็นร้อยละ 7.92 และความแปรปรวน

ของจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหามีค่า 0.0083 คิดเป็นร้อยละ 5.43 ตามลำดับ แสดงว่าความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้จากการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาประกอบด้วยความแปรปรวนของคะแนนจริงและความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อน โดยความแปรปรวนความคลาดเคลื่อนส่วนใหญ่เกิดจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างนิสิตฝึกสอน จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหากับความคลาดเคลื่อนหรือส่วนที่เหลือที่ไม่สามารถระบุแหล่งได้ ซึ่งแสดงถึงความแตกต่างของคะแนนที่สังเกตได้มากที่สุด ส่วนความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนปฏิสัมพันธ์ระหว่างนิสิตฝึกสอนต่อมวลเนื้อหามีผลต่อความแปรปรวนของคะแนนที่สังเกตได้น้อยมาก

## ส่วนที่ 2 การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงของคะแนนการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ

ผู้วิจัยหาค่าความเที่ยงของคะแนนการวินิจฉัยจากค่าสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิง ที่ได้จากคะแนนของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ รูปแบบแผน  $P \times (I:C)$  นำเสนอการประมาณค่าตามตารางที่ 4.12

**ตารางที่ 4.12** ผลการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงของคะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ

เอกภพการสุรूपอ้างอิง	$\sigma^2 (P)$	$\sigma^2 (Rel)$	$P^2 (Rel)$
P,I,I:C Random	0.0121	0.0052	0.7050

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลตามตารางที่ 4.12 พบว่าค่าความแปรปรวนของนิสิตมีค่า 0.0121 ซึ่งแสดงว่าความแปรปรวนของความคลาดเคลื่อนส่วนใหญ่เกิดจากความแปรปรวนของนิสิตที่มีความรู้ความสามารถ และความเข้าใจที่แตกต่างกันส่งผลต่อคะแนนความแปรปรวนที่สังเกตได้ จากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ความแปรปรวนของคะแนนความคลาดเคลื่อนแบบสัมพัทธ์มีค่า 0.0051 สัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ของคะแนนการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับมีค่าเท่ากับ 0.705 หมายความว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับสามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ได้คงเส้นคงวาอยู่ในระดับดี



ส่วนที่ 3 ผลการศึกษาเพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง (D-study) ของแบบสอบวินิจฉัย มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ ที่มีเนื้อหาและจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาที่ต่างกัน

การวิเคราะห์เป็นการนำข้อมูลจาก G-Study มาสรุปอ้างอิงคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ โดยเลือกจำนวนมวลเนื้อหาและจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา ซึ่งผู้วิจัยมีความประสงค์เพื่อลดความคลาดเคลื่อนและเพิ่มความแม่นยำในการสรุปอ้างอิงโดยมีเงื่อนไขในการวัดคือ จำนวนมวลเนื้อหาและจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหา โดยให้จำนวนมวลเนื้อหาอยู่ระหว่าง 1-5 และจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาแต่ละฉบับจะมีจำนวน 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20 ข้อ ซึ่งเป็นจำนวนที่อยู่ในวิสัยที่สามารถนำไปปฏิบัติได้ โดยการตัดสินใจจากการวิเคราะห์ว่าจำนวนมวลเนื้อหาเท่าใด และจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาเท่าใด ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง 0.7 ขึ้นไป ปรากฏผลดังตารางที่ 4.13

**ตารางที่ 4.13** ผลการศึกษา D-Study (D-study of Px(I:C) design) แสดงค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยาด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ กรณีมีมวลเนื้อหาอยู่ระหว่าง 1-5 มวลเนื้อหา

Effect	Estimated Variance Component in D-Study									
		1	1	1	3	3	3	5	5	5
Px(I:C)	$N'_{c=}$	1	1	1	3	3	3	5	5	5
Design	$N'_{i=}$	8	10	12	8	10	12	8	10	12
$\sigma^2_p = 0.0121$	$\sigma^2_p =$	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121
$\sigma^2_c = 0.0081$	$\sigma^2_c =$	0.0081	0.0081	0.0081	0.0027	0.0027	0.0027	0.0016	0.0016	0.0016
$\sigma^2_{IC} = 0.0083$	$\sigma^2_{IC} =$	0.0010	0.0008	0.0007	0.0003	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001
$\sigma^2_{PC} = 0$	$\sigma^2_{PC} =$	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
$\sigma^2_{Pc} = 0.1243$	$\sigma^2_{Pc} =$	0.0155	0.0124	0.0104	0.0052	0.0041	0.0035	0.0031	0.0025	0.0021
Error Variance	$\sigma^2_{Rel} =$	0.0155	0.0124	0.0104	0.0052	0.0041	0.0035	0.0031	0.0025	0.0021
	$\sigma^2_{Abs} =$	0.0247	0.0214	0.0192	0.0082	0.0071	0.0064	0.0049	0.0043	0.0038
G-Coefficient	$\rho^2_{Rel} =$	0.4385	0.4940	0.5395	0.7009	0.7455	0.7785	0.7961	0.8300	0.8542
	$\rho^2_{Abs} =$	0.3295	0.3621	0.3877	0.5959	0.6301	0.6551	0.7108	0.7395	0.7600

จากตารางที่ 4.13 ผลการศึกษา D (D-study of Px(I:C) design) ผลการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) ในการศึกษา D (D-Study) เมื่อกำหนดมวลเนื้อหา 1-5 มวลเนื้อหาจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหามีจำนวน 8-12 ข้อ พบว่า คะแนนของแบบสอบวินิจฉัยแบบ

เลือกตอบสามระดับประมาณค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพมีค่าเท่ากับ 0.0121 ทุกเงื่อนไขการวัด ค่าความคลาดเคลื่อนในกรณีมวลเนื้อหา 1 มวลเนื้อหา มีค่าเท่ากับ 0.0155, 0.0124 และ 0.0104 ตามลำดับ ค่าความคลาดเคลื่อนในกรณีมวลเนื้อหา 3 มวลเนื้อหา มีค่าเท่ากับ 0.0052, 0.0041 และ 0.0035 ตามลำดับ กรณีมวลเนื้อหา 5 มวลเนื้อหา มีค่าเท่ากับ 0.0031, 0.0025 และ 0.0021 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเมื่อจำนวนมวลเนื้อหาเพิ่มขึ้นส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์สรุปร่างมีค่ามากขึ้น และในแต่ละมวลเนื้อหาเมื่อเพิ่มจำนวนข้อสอบส่งผลให้ค่าสัมประสิทธิ์สรุปร่างมีค่าเพิ่มขึ้นเช่นกัน

**ตารางที่ 4.14** ผลการศึกษา D-Study (Px (I:C) design) แสดงค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างในการวินิจฉัยบัณฑิตที่คลาดเคลื่อน วิชาชีววิทยา ด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ กรณีมีมวลเนื้อหา 1 มวลเนื้อหา

Effect	Estimated Variance Component in D-Study							
	N' <sub>c</sub> =	1	1	1	1	1	1	1
Design	N' <sub>r</sub> =	8	10	12	14	16	18	20
$\sigma^2_p = 0.0121$	$\sigma^2_p =$	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121
$\sigma^2_c = 0.0081$	$\sigma^2_c =$	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081	0.0081
$\sigma^2_{Ic} = 0.0083$	$\sigma^2_{Ic} =$	0.0010	0.0008	0.0007	0.0006	0.0005	0.0005	0.0004
$\sigma^2_{PC} = 0$	$\sigma^2_{PC} =$	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
$\sigma^2_{PIc} = 0.1243$	$\sigma^2_{PIc} =$	0.0155	0.0124	0.0104	0.0089	0.0078	0.0069	0.0062
Error Variance	$\sigma^2_{Rel} =$	0.0155	0.0124	0.0104	0.0089	0.0078	0.0069	0.0062
	$\sigma^2_{Abs} =$	0.0247	0.0214	0.0192	0.0176	0.0164	0.0155	0.0148
G-Coefficient	$\rho^2_{Rel} =$	0.4385	0.4940	0.5395	0.5775	0.6097	0.6373	0.6613
	$\rho^2_{Abs} =$	0.3295	0.3621	0.3877	0.4083	0.4252	0.4394	0.4514

จากตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ถ้ากำหนดมวลเนื้อหา 1 มวลเนื้อหา จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหามีจำนวน 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20 ข้อ คะแนนของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับประมาณค่าสัมประสิทธิ์สรุปร่างมีค่าเท่ากับ 0.4385, 0.4940, 0.5395, 0.5775, 0.6373 และ 0.6613 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มจำนวนข้อสอบมากขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างมีค่าเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ดังนั้นเมื่อกำหนดมวลเนื้อหา 1 มวลเนื้อหา ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างอยู่ระหว่าง 0.44-0.66

**ตารางที่ 4.15** ผลการศึกษา D-Study (Px (I:C) design) แสดงค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา ด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ กรณีมีมวลเนื้อหา 2 มวลเนื้อหา

Effect	Estimated Variance Component in D-Study							
	N' C=	2	2	2	2	2	2	2
Design	N' I=	8	10	12	14	16	18	20
$\sigma^2_p = 0.0121$	$\sigma^2_p =$	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121
$\sigma^2_c = 0.0081$	$\sigma^2_c =$	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041	0.0041
$\sigma^2_{IC} = 0.0083$	$\sigma^2_{IC} =$	0.0005	0.0004	0.0003	0.0003	0.0003	0.0002	0.0002
$\sigma^2_{PC} = 0$	$\sigma^2_{PC} =$	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
$\sigma^2_{PlC} = 0.1243$	$\sigma^2_{PlC} =$	0.0078	0.0062	0.0052	0.0044	0.0039	0.0035	0.0031
Error Variance	$\sigma^2_{Ret} =$	0.0078	0.0062	0.0052	0.0044	0.0039	0.0035	0.0031
	$\sigma^2_{Abs} =$	0.0123	0.0107	0.0096	0.0088	0.0082	0.0077	0.0074
G-Coefficient	$\rho^2_{Ret} =$	0.6097	0.6613	0.7009	0.7322	0.7575	0.7785	0.7961
	$\rho^2_{Abs} =$	0.4957	0.5317	0.5588	0.5798	0.5967	0.6105	0.6220

จากตารางที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ถ้ากำหนดมวลเนื้อหา 2 มวลเนื้อหา จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหามีจำนวน 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20 ข้อ คะแนนของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับประมาณค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.6097, 0.6613, 0.7009, 0.7322, 0.7575, 0.7785 และ 0.7961 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มจำนวนข้อสอบมากขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมีค่าเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ดังนั้นเมื่อกำหนดมวลเนื้อหา 2 มวลเนื้อหา ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงอยู่ระหว่าง 0.61-0.80

**ตารางที่ 4.16** ผลการศึกษา D-Study (Px (I:C) design) แสดงค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงในการวินิจฉัยมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชา ชีววิทยา ด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ กรณีมีมวลเนื้อหา 3 มวลเนื้อหา

Effect	Estimated Variance Component in D-Study							
	N <sub>c</sub> =	3	3	3	3	3	3	3
Px(I:C) Design	N <sub>i</sub> =	8	10	12	14	16	18	20
$\sigma^2_p = 0.0121$	$\sigma^2_p =$	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121
$\sigma^2_c = 0.0081$	$\sigma^2_c =$	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027	0.0027
$\sigma^2_{IC} = 0.0083$	$\sigma^2_{IC} =$	0.0003	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001
$\sigma^2_{PC} = 0$	$\sigma^2_{PC} =$	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
$\sigma^2_{PIC} = 0.1243$	$\sigma^2_{PIC} =$	0.0052	0.0041	0.0035	0.0030	0.0026	0.0023	0.0021
Error Variance	$\sigma^2_{Ret} =$	0.0052	0.0041	0.0035	0.0030	0.0026	0.0023	0.0021
	$\sigma^2_{Abs} =$	0.0082	0.0071	0.0064	0.0059	0.0055	0.0052	0.0049
G-Coefficient	$\rho^2_{Ret} =$	0.7009	0.7455	0.7785	0.8039	0.8241	0.8406	0.8542
	$\rho^2_{Abs} =$	0.5959	0.6301	0.6551	0.6743	0.6894	0.7016	0.7117

จากตารางที่ 4.16 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ถ้ากำหนดมวลเนื้อหา 3 มวลเนื้อหา จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหามีจำนวน 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20 ข้อ คะแนนของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับประมาณค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.7009, , 0.7009, 0.7322, 0.7575, 0.7785 และ 0.7961 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มจำนวนข้อสอบมากขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมีค่าเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ดังนั้นเมื่อกำหนดมวลเนื้อหา 2 มวลเนื้อหา ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงอยู่ระหว่าง 0.61-0.80

**ตารางที่ 4.17** ผลการศึกษา D-Study (Px (I:C) design) แสดงค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงในการวินิจฉัยมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชา ชีววิทยา ด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ กรณีมีมวลเนื้อหา 4 มวลเนื้อหา

Effect	Estimated Variance Component in D-Study							
	N' c=	4	4	4	4	4	4	4
Px(I:C) Design	N' i=	8	10	12	14	16	18	20
$\sigma^2_p = 0.0121$	$\sigma^2_p =$	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121
$\sigma^2_c = 0.0081$	$\sigma^2_c =$	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020	0.0020
$\sigma^2_{IC} = 0.0083$	$\sigma^2_{IC} =$	0.0003	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
$\sigma^2_{PC} = 0$	$\sigma^2_{PC} =$	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
$\sigma^2_{PcC} = 0.1243$	$\sigma^2_{PcC} =$	0.0039	0.0031	0.0026	0.0022	0.0019	0.0017	0.0016
Error Variance	$\sigma^2_{Ret} =$	0.0039	0.0031	0.0026	0.0022	0.0019	0.0017	0.0016
	$\sigma^2_{Abs} =$	0.0062	0.0053	0.0048	0.0044	0.0041	0.0039	0.0037
G-Coefficient	$\rho^2_{Ret} =$	0.7575	0.7961	0.8241	0.8454	0.8620	0.8755	0.8865
	$\rho^2_{Abs} =$	0.6628	0.6943	0.7169	0.7340	0.7474	0.7582	0.7670

จากตารางที่ 4.17 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ถ้ากำหนดมวลเนื้อหา 4 มวลเนื้อหา จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหามีจำนวน 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20 ข้อ คะแนนของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับประมาณค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.7575, 0.7961, 0.8241, 0.8454, 0.8620, 0.8755 และ 0.8865 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มจำนวนข้อสอบมากขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมีค่าเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ดังนั้นเมื่อกำหนดมวลเนื้อหา 4 มวลเนื้อหา ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงอยู่ระหว่าง 0.76-0.89

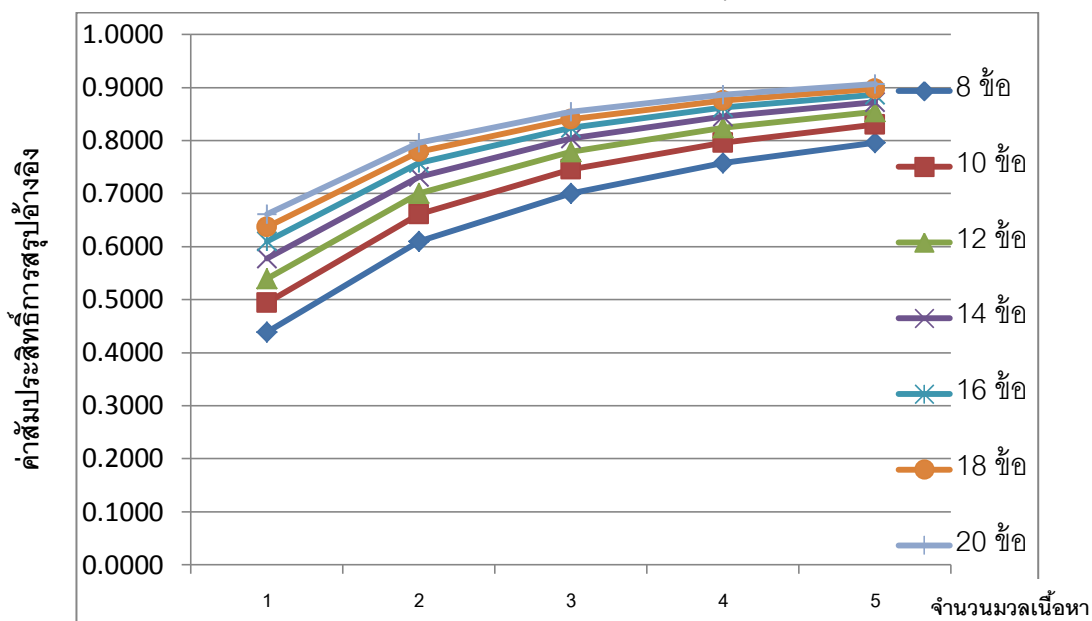
**ตารางที่ 4.18** ผลการศึกษา D-Study (Px (I:C) design) แสดงค่าความแปรปรวนของคะแนนเอกภพ ความคลาดเคลื่อน และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน วิชา ชีววิทยา ด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ กรณีมีมวลเนื้อหา 5 มวลเนื้อหา

Effect	Estimated Variance Component in D-Study							
	N' <sub>C</sub> =	5	5	5	5	5	5	5
Design	N' <sub>I</sub> =	8	10	12	14	16	18	20
$\sigma^2_p = 0.0121$	$\sigma^2_p =$	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121	0.0121
$\sigma^2_c = 0.0081$	$\sigma^2_c =$	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016	0.0016
$\sigma^2_{IC} = 0.0083$	$\sigma^2_{IC} =$	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
$\sigma^2_{PC} = 0$	$\sigma^2_{PC} =$	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
$\sigma^2_{PtC} = 0.1243$	$\sigma^2_{PtC} =$	0.0031	0.0025	0.0021	0.0018	0.0016	0.0014	0.0012
Error Variance	$\sigma^2_{Ret} =$	0.0031	0.0025	0.0021	0.0018	0.0016	0.0014	0.0012
	$\sigma^2_{Abs} =$	0.0049	0.0043	0.0038	0.0035	0.0033	0.0031	0.0030
G-Coefficient	$\rho^2_{Ret} =$	0.7961	0.8300	0.8542	0.8724	0.8865	0.8978	0.9071
	$\rho^2_{Abs} =$	0.7108	0.7395	0.7600	0.7753	0.7872	0.7967	0.8045

จากตารางที่ 4.18 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล พบว่า ถ้ากำหนดมวลเนื้อหา 5 มวลเนื้อหา จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหามีจำนวน 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20 ข้อ คะแนนของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับประมาณค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงเท่ากับ 0.7961, 0.8300, 0.8542, 0.8724, 0.8865, 0.8978 และ 0.9071 ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าเมื่อเพิ่มจำนวนข้อสอบมากขึ้น ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงมีค่าเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ดังนั้นเมื่อกำหนดมวลเนื้อหา 4 มวลเนื้อหา ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงอยู่ระหว่าง 0.80-0.91

เพื่อแสดงให้เห็นการเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนจากแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ การออกแบบการศึกษารูปแบบ  $p \times (i : c)$  ในกรณีมวลเนื้อหา ต่อจำนวนข้อที่แตกต่างกัน โดยมีจำนวนมวลเนื้อหา 1-5 มวลเนื้อหา และจำนวนข้อ 8-20 ข้อ ต่อมวลเนื้อหา ดังแสดงในแผนภาพที่ 4.3

ภาพที่ 4.3 ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างของคะแนนจากแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ ที่มีจำนวนข้อ 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20 ข้อ และจำนวนมวลเนื้อหา 1, 2, 3, 4 และ 5 มวลเนื้อหา การออกแบบตามแบบแผนการวัด  $p \times (i : c)$



จากตารางที่ 4.14-4.18 และแผนภาพ 4.3 พบว่า การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ ช่วงการตัดสินใจที่จำนวนมวลเนื้อหา 1-5 มวลเนื้อหา จำนวนข้อสอบ 8, 10, 12, 14, 16, 18 และ 20 ข้อ ให้ค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างสูงขึ้น เมื่อเพิ่มจำนวนข้อต่อมวลเนื้อหา โดยมีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างระหว่าง 0.44-0.91 จากกราฟจะเห็นว่าเมื่อเพิ่มจำนวนมวลเนื้อหาตั้งแต่ 4 มวลเนื้อหาขึ้นไป ความชันของกราฟเริ่มเปลี่ยนแปลงน้อยลง แสดงว่าเมื่อจำนวนมวลเนื้อหามากขึ้นก็จะมีผลต่อการเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์สรุปร่าง

การศึกษาเพื่อการตัดสินใจ (D-STUDY) จำนวนมวลเนื้อหา และจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาที่เหมาะสมสำหรับนำไปใช้ เมื่อสร้างแบบสอบมวลเนื้อหา 1 มวลเนื้อหา ซึ่งเป็นวิธีที่ปฏิบัติในการเรียนการสอนทั่วไป และกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างเป็น 0.5 สำหรับการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ต้องใช้ข้อสอบจำนวนอย่างน้อย 12 ข้อ กำหนดค่าสัมประสิทธิ์สรุปร่างเป็น 0.6 สำหรับการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ต้องใช้ข้อสอบจำนวนอย่างน้อย 16 ข้อ

เมื่อใช้ 2 มวลเนื้อหา กำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.6 สำหรับการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ต้องใช้ข้อสอบจำนวนอย่างน้อย 8 ข้อ ถ้ากำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.7 สำหรับการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ต้องใช้ข้อสอบจำนวนอย่างน้อย 12 ข้อ

เมื่อใช้ 3 มวลเนื้อหา กำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.7 สำหรับการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ต้องใช้ข้อสอบจำนวนอย่างน้อย 8 ข้อ ถ้ากำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.8 สำหรับการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ต้องใช้ข้อสอบจำนวนอย่างน้อย 14 ข้อ

เมื่อใช้ 4 มวลเนื้อหา กำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.8 สำหรับการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ต้องใช้ข้อสอบจำนวนอย่างน้อย 12 ข้อ

เมื่อใช้ 5 มวลเนื้อหา กำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.8 สำหรับการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ต้องใช้ข้อสอบจำนวนอย่างน้อย 10 ข้อ ถ้ากำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเป็น 0.9 สำหรับการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ต้องใช้ข้อสอบจำนวนอย่างน้อย 20 ข้อ

#### **ตอนที่ 4 ผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย โดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ**

จากการนำแบบสอบวินิจฉัยวิชาชีววิทยาแบบเลือกตอบสามระดับไปใช้สอบนิสิตฝึกสอนจำนวน 164 คน สามารถเสนอรายละเอียด 2 ส่วน ได้แก่ ค่าสถิติพื้นฐาน และผลการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน มีรายละเอียด ดังนี้

##### **4.1 ค่าสถิติพื้นฐานที่ได้จากแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ**

ผลการนำแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับไปใช้สอบนิสิตฝึกสอน โดยนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน ได้ผลการแจกแจงข้อมูลสถิติพื้นฐาน มีรายละเอียดดังตารางที่ 4.19



**ตารางที่ 4.19** ค่าสถิติพื้นฐานของคะแนนแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ

ค่าสถิติ	แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ
คะแนนเต็ม	24
ฐานนิยม (mode)	3.00
คะแนนเฉลี่ย (mean)	4.33
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	3.15
มัธยฐาน (median)	4.00
พิสัย (range)	13
คะแนนสูงสุด (max)	13
คะแนนต่ำสุด (min)	0
ความเบ้ (skewness)	0.71
ความโด่ง (kurtosis)	-0.11

จากตารางที่ 4.19 พบว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับที่พัฒนาขึ้นประกอบด้วย 3 มวลเนื้อหา มวลเนื้อหาละ 8 ข้อ จากคะแนนเต็มของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ 24 คะแนน นิสิตได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 4.33 คะแนน การแจกแจงคะแนนเป็นแบบเบ้ขวา (skewness=0.71) หมายความว่านิสิตส่วนใหญ่ได้คะแนนอยู่ในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยความโด่งต่ำกว่าโค้งปกติ (kurtosis=-0.11) หมายความว่าคะแนนของนิสิตส่วนใหญ่มีการกระจายของข้อมูลมาก

#### 4.2 ผลการวิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนิสิตฝึกสอนจากผลคะแนนรวมแบบสอบ วิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ

จากการนำแบบสอบวิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ วิชาชีววิทยา ไปทดสอบกับนิสิตฝึกสอนชั้นปีที่ 4 เอกชีววิทยา จำนวน 164 คน โดยแบบสอบประกอบด้วย 3 มวล เนื้อหา มวลเนื้อหาละ 8 ข้อ รวมในแต่ละฉบับมีข้อสอบ 24 ข้อ โดยเกณฑ์วิจัยว่านิสิตคนใดมี มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ของ Harika Ozge Arslan , Ceyhan Cigdemoglu & Christine Moseley (2012) ดังตารางที่ 4.20 ซึ่งสามารถแบ่งนิสิตได้เป็น 8 กลุ่ม รายละเอียดดัง ตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.20 เกณฑ์ในการวิเคราะห์คำตอบตามมโนทัศน์ของนิสิต

กลุ่มที่	ระดับที่ 1	ระดับที่ 2	ระดับที่ 3	ผลการวิเคราะห์
1	ถูก	ถูก	มั่นใจ	มีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ มโนทัศน์ถูกต้อง
2	ถูก	ผิด	มั่นใจ	มโนทัศน์คลาดเคลื่อน(ผิดเชิงบวก)
3	ผิด	ถูก	มั่นใจ	มโนทัศน์คลาดเคลื่อน(ผิดเชิงลบ)
4	ผิด	ผิด	มั่นใจ	มโนทัศน์คลาดเคลื่อน
5	ถูก	ถูก	ไม่มั่นใจ	เดาเก่ง , ความมั่นใจขาดหาย
6	ถูก	ผิด	ไม่มั่นใจ	ความรู้ขาดหาย
7	ผิด	ถูก	ไม่มั่นใจ	ความรู้ขาดหาย
8	ผิด	ผิด	ไม่มั่นใจ	ความรู้ขาดหาย

ตารางที่ 4.21 จำนวนนิสิตที่มีมีโน้ตค้นรูปแบบต่างๆ ในแต่ละหมวดเนื้อหา

เรื่อง	ข้อที่	จำนวนคน (ร้อยละ)							
		1. นิสิตที่มีโน้ตค้นถูกต้อง	2. นิสิตที่มีโน้ตค้นคลาดเคลื่อน(เชิงบวก)	3. นิสิตที่มีโน้ตค้นคลาดเคลื่อน(เชิงลบ)	4. นิสิตที่มีโน้ตค้นคลาดเคลื่อน	5. นิสิตเดาคำตอบได้บ้าง หรือไม่มั่นใจในโน้ตค้นตนเอง	6. นิสิตมีความรู้ขาดหาย	7. นิสิตมีความรู้ขาดหาย	8. นิสิตมีความรู้ขาดหาย
ระบบหายใจ	1	56 (34.15)	2 (1.22)	3 (1.83)	50 (30.49)	28 (17.07)	6 (3.66)	2 (1.22)	17 (10.37)
	2	40 (24.39)	1 (0.61)	0 (0.00)	35 (21.34)	41 (25.00)	7 (4.27)	3 (1.83)	37 (22.56)
	3	65 (39.63)	5 (3.05)	1 (0.61)	46 (28.05)	15 (9.15)	6 (3.66)	3 (1.83)	23 (14.02)
	4	37 (22.56)	7 (4.27)	26 (15.85)	22 (13.41)	20 (12.20)	6 (3.66)	25 (15.24)	21 (12.80)
	5	67 (40.85)	1 (0.61)	2 (1.22)	20 (12.20)	32 (19.51)	0 (0.00)	2 (1.22)	40 (24.39)
	6	51 (31.10)	0 (0.00)	0 (0.00)	19 (11.59)	37 (22.56)	3 (1.83)	0 (0.00)	54 (32.93)
	7	16 (9.76)	15 (9.15)	3 (1.83)	70 (42.68)	11 (6.71)	10 (6.10)	7 (4.27)	32 (19.51)
	8	47 (28.66)	2 (1.22)	16 (9.76)	32 (19.51)	34 (20.73)	3 (1.83)	2 (1.22)	25 (17.07)
	เฉลี่ย	47.38 (28.89)	41.25 (2.52)	6.38 (3.89)	36.75 (22.41)	27.25 (16.52)	5.13 (3.13)	5.5 (3.35)	31.13 (19.21)

หมายเหตุ นิสิตมีความรู้ขาดหาย กลุ่มที่ 6 คือ ระดับที่ 1 ตอบถูก ระดับที่ 2 ตอบผิด ระดับที่ 3 ไม่มั่นใจ กลุ่มที่ 7 คือระดับที่ 1 ตอบผิด ระดับที่ 2 ตอบถูก ระดับที่ 3 ไม่มั่นใจ กลุ่มที่ 8 คือ ระดับที่ 1 และ 2 ตอบผิด ระดับที่ 3 ไม่มั่นใจ

ตารางที่ 4.21 จำนวนนิสิตที่มีมีโน้ตค้นรูปแบบต่างๆ ในแต่ละมวลเนื้อหา (ต่อ)

เรื่อง	ข้อที่	จำนวนคน (ร้อยละ)							
		1. นิสิตที่มีโน้ตค้นถูกต้อง	2. นิสิตที่มีโน้ตค้นคลาดเคลื่อน(เชิงบวก)	3. นิสิตที่มีโน้ตค้นคลาดเคลื่อน(เชิงลบ)	4. นิสิตที่มีโน้ตค้นคลาดเคลื่อน	5. นิสิตเดาคำตอบได้เก่ง หรือไม่มั่นใจโน้ตค้นตนเอง	6. นิสิตมีความรู้ขาดหาย	7. นิสิตมีความรู้ขาดหาย	8. นิสิตมีความรู้ขาดหาย
ระบบทฤษฎีเวกเตอร์	9	39 (23.78)	17 (10.37)	3 (1.83)	14 (8.54)	20 (12.20)	23 (14.02)	11 (6.71)	37 (22.56)
	10	9 (5.49)	13 (7.93)	6 (3.66)	21 (12.80)	9 (5.49)	27 (16.46)	25 (15.24)	54 (32.93)
	11	22 (13.41)	2 (1.22)	0 (0.00)	46 (28.05)	39 (23.78)	2 (1.22)	2 (1.22)	51 (31.10)
	12	43 (26.22)	10 (6.10)	35 (21.34)	29 (17.68)	12 (7.32)	9 (5.49)	15 (9.15)	11 (6.71)
	13	33 (20.12)	24 (14.63)	2 (1.22)	35 (21.34)	17 (10.37)	10 (6.10)	6 (3.66)	37 (22.56)
	14	2 (1.22)	0 (0.00)	1 (0.61)	85 (51.83)	7 (4.27)	1 (0.61)	1 (0.61)	67 (40.85)
	15	45 (27.44)	15 (9.15)	8 (4.88)	23 (14.02)	30 (18.29)	13 (7.93)	4 (2.44)	26 (15.85)
	16	22 (13.41)	48 (29.27)	4 (2.44)	5 (3.05)	25 (15.24)	35 (21.34)	6 (3.66)	19 (11.59)
	เฉลี่ย	26.87 (16.39)	16.13 (9.83)	7.38 (4.50)	32.25 (19.66)	19.88 (12.12)	15 (9.15)	8.75 (5.34)	37.75 (23.02)

หมายเหตุ นิสิตมีความรู้ขาดหาย **กลุ่มที่ 6** คือ ระดับที่ 1 ตอบถูก ระดับที่ 2 ตอบผิด ระดับที่ 3 ไม่มั่นใจ **กลุ่มที่ 7** คือระดับที่ 1 ตอบผิด ระดับที่ 2 ตอบถูก ระดับที่ 3 ไม่มั่นใจ **กลุ่มที่ 8** คือ ระดับที่ 1 และ 2 ตอบผิด ระดับที่ 3 ไม่มั่นใจ

ตารางที่ 4.21 จำนวนนิสิตที่มีมโนทัศน์รูปแบบต่างๆ ในแต่ละมวลเนื้อหา (ต่อ)

เรื่อง	ข้อที่	จำนวนคน (ร้อยละ)							
		1. นิสิตที่มีมโนทัศน์ถูกต้อง	2. นิสิตที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน(เชิงบวก)	3. นิสิตที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน(เชิงลบ)	4. นิสิตที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน	5. นิสิตเดาคำตอบได้เก่ง หรือไม่มั่นใจในมโนทัศน์ตนเอง	6. นิสิตมีความรู้ขาดหาย	7. นิสิตมีความรู้ขาดหาย	8. นิสิตมีความรู้ขาดหาย
ระบบขับถ่าย	17	21 (12.80)	37 (22.56)	13 (7.93)	22 (13.41)	20 (12.20)	15 (9.15)	8 (4.88)	28 (17.07)
	18	13 (7.93)	10 (6.10)	10 (6.10)	47 (28.66)	3 (1.83)	22 (13.41)	18 (10.98)	41 (25.00)
	19	12 (7.32)	10 (6.10)	5 (3.05)	52 (31.71)	12 (7.32)	15 (9.15)	2 (1.22)	56 (34.15)
	20	9 (5.49)	1 (0.61)	7 (4.27)	44 (26.83)	17 (10.37)	6 (3.66)	4 (2.44)	76 (46.34)
	21	50 (30.49)	10 (6.10)	11 (6.71)	29 (17.68)	12 (7.32)	9 (5.49)	7 (4.27)	36 (21.95)
	22	5 (3.05)	14 (8.54)	17 (10.37)	46 (28.05)	2 (1.22)	19 (11.59)	31 (18.90)	30 (18.29)
	23	8 (4.88)	31 (18.90)	1 (0.61)	13 (7.93)	18 (10.98)	26 (15.85)	7 (4.27)	60 (36.59)
	24	6 (3.66)	13 (7.93)	2 (1.22)	40 (24.39)	3 (1.83)	43 (26.22)	22 (13.41)	35 (21.34)
	เฉลี่ย	15.50 (9.45)	15.75 (9.60)	8.25 (5.03)	36.63 (22.33)	10.88 (6.63)	19.38 (11.81)	12.38 (7.55)	45.25 (27.59)

หมายเหตุ นิสิตมีความรู้ขาดหาย **กลุ่มที่ 6** คือ ระดับที่ 1 ตอบถูก ระดับที่ 2 ตอบผิด ระดับที่ 3 ไม่มั่นใจ **กลุ่มที่ 7** คือ ระดับที่ 1 ตอบผิด ระดับที่ 2 ตอบถูก ระดับที่ 3 ไม่มั่นใจ **กลุ่มที่ 8** คือ ระดับที่ 1 และ 2 ตอบผิด ระดับที่ 3 ไม่มั่นใจ

จากตารางที่ 4.21 พบว่า นิสิตฝึกสอนชั้นปีที่ 4 ที่ทำแบบสอบถามวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ สามารถวินิจฉัยได้ว่า มวลเนื้อหาที่ 1 เรื่องระบบหายใจ นิสิตส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ 1 คือนิสิตมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 28.89 รองลงมาคือนิสิตกลุ่มที่ 4 คือนิสิตมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน คิดเป็นร้อยละ 22.41 ส่วนนิสิตที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ 8 คือนิสิตที่ความรู้ขาดหาย คิดเป็นร้อยละ 19.21 ส่วนนิสิตที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ 5 คือนิสิตที่เดาคำตอบได้เก่ง หรือไม่มั่นใจในมโนทัศน์ของตนเอง คิดเป็นร้อยละ 16.62 ส่วนนิสิตที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ 3 คือนิสิตที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนทางลบ คิดเป็นร้อยละ 3.89 ส่วนนิสิตที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ 7 คือนิสิตที่มีความรู้ขาดหาย คิดเป็นร้อยละ 3.35 ส่วนนิสิตที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ 6 คือนิสิตที่มีความรู้ขาดหาย คิดเป็นร้อยละ 3.13 ส่วนนิสิตที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ 2 คือนิสิตที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเชิงบวก คิดเป็นร้อยละ 2.52

มวลเนื้อหาที่ 2 เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด นิสิตส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ 8 คือนิสิตที่ความรู้ขาดหาย คิดเป็นร้อยละ 23.02 รองลงมาคือนิสิตกลุ่มที่ 4 คือนิสิตมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน คิดเป็นร้อยละ 19.66 ส่วนกลุ่มที่ 1 คือนิสิตมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 16.39 ส่วนกลุ่มที่ 5 คือนิสิตที่เดาคำตอบได้เก่ง หรือไม่มั่นใจในมโนทัศน์ของตนเอง คิดเป็นร้อยละ 12.12 ส่วนนิสิตที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ 2 คือนิสิตที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเชิงบวก คิดเป็นร้อยละ 9.83 กลุ่มที่ 6 คือนิสิตที่มีความรู้ขาดหาย คิดเป็นร้อยละ 9.15 กลุ่มที่ 7 คือนิสิตที่มีความรู้ขาดหาย คิดเป็นร้อยละ 5.34 ส่วนนิสิตที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ 3 คือนิสิตที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนทางลบ คิดเป็นร้อยละ 4.50

มวลเนื้อหาที่ 3 เรื่องระบบขับถ่าย นิสิตส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ 8 คือนิสิตที่ความรู้ขาดหาย คิดเป็นร้อยละ 27.59 รองลงมาคือ นิสิตกลุ่มที่ 4 คือนิสิตมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน คิดเป็นร้อยละ 22.33 ส่วนนิสิตที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ 6 คือนิสิตที่มีความรู้ขาดหาย คิดเป็นร้อยละ 11.81 ส่วนนิสิตที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ 2 คือนิสิตที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนเชิงบวก คิดเป็นร้อยละ 9.60 ส่วนนิสิตที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ 1 คือนิสิตมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง คิดเป็นร้อยละ 9.45 ส่วนนิสิตที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ 7 คือนิสิตที่มีความรู้ขาดหาย คิดเป็นร้อยละ 7.55 ส่วนนิสิตที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ 5 คือนิสิตที่เดาคำตอบได้เก่ง หรือไม่มั่นใจในมโนทัศน์ของตนเอง คิดเป็นร้อยละ 6.63 ส่วนนิสิตที่จัดอยู่ในกลุ่มที่ 3 คือนิสิตที่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนทางลบ คิดเป็นร้อยละ 5.03

จากตารางสามารถสรุปได้ว่านิสิตส่วนใหญ่ มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน (นิสิตกลุ่มที่ 4) ได้แก่มโนทัศน์ ข้อ14 เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด นิสิตมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนคิดเป็นร้อยละ 51.83

รองลงมาคือ มโนทัศน์ข้อ 7 เรื่อง ระบบหายใจ นิสิตมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนคิดเป็นร้อยละ 42.68 และมโนทัศน์ข้อ 19 นิสิตมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนคิดเป็นร้อยละ 31.71

#### 4.3 ผลการเลือกตอบตัวเลือกในระดับที่ 2

ผู้วิจัยได้นำแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง นิสิตชั้นปีที่ 4 เอกชีวะวิทยา จำนวน 164 คน พบว่า การตอบข้อสอบระดับที่ 2 ซึ่งเป็นการแสดงเหตุผลสนับสนุนข้อสอบระดับที่ 1 ในแต่ละตัวเลือกสามารถแจกแจงความถี่ โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 จำนวนผู้ตอบในแต่ละตัวเลือกของข้อสอบในระดับที่ 2

มวลเนื้อหา	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบแต่ละตัวเลือกของข้อสอบระดับที่ 2 (คน)				
		1	2	3	4	5
1. ระบบหายใจ	1	6 (3.66%)	14 (8.54%)	51 (31.10%)	<b>92</b> <b>(56.10%)</b>	1 (0.61%)
	2	<b>84</b> <b>(51.22%)</b>	6 (3.66%)	10 (6.10%)	62 (37.80%)	2 (1.22%)
	3	3 (1.83%)	27 (16.46%)	<b>84</b> <b>(51.22%)</b>	50 (30.49%)	0 (0.00%)
	4	51 (31.10%)	<b>101</b> <b>(61.59%)</b>	9 (5.49%)	3 (1.83%)	0 (0.00%)
	5	19 (11.59%)	<b>103</b> <b>(62.80%)</b>	13 (7.93%)	26 (15.85%)	3 (1.83%)
	6	25 (15.24%)	18 (10.98%)	32 (19.51%)	<b>88</b> <b>(53.66%)</b>	1 (0.61%)
	7	72 (43.90%)	<b>37</b> <b>(22.56%)</b>	20 (12.20%)	28 (17.07%)	7 (4.27%)
	8	10 (6.10%)	<b>101</b> <b>(61.59%)</b>	37 (22.56%)	11 (6.71%)	5 (3.058%)
2. ระบบหมุนเวียนเลือด	9	37 (22.56%)	<b>73</b> <b>(44.51%)</b>	22 (13.41%)	30 (18.29%)	2 (1.22%)
	10	18 (10.98%)	<b>50</b> <b>(30.49%)</b>	46 (28.05%)	46 (28.05%)	4 (2.44%)
	11	13 (7.93%)	59 (35.98%)	<b>64</b> <b>(39.02%)</b>	25 (15.24%)	3 (1.83%)

หมายเหตุ ตัวเลขหนา หมายถึง ตัวเลือกที่ถูกต้อง

ตารางที่ 4.22 จำนวนผู้ตอบในแต่ละตัวเลือกของข้อสอบในระดับที่ 2 (ต่อ)

มวลเนื้อหา	ข้อที่	จำนวนผู้ตอบแต่ละตัวเลือกของข้อสอบระดับที่ 2 (คน)				
		1	2	3	4	5
2. ระบบหมุนเวียนเลือด(ต่อ)	12	<b>105</b> (64.02%)	30 (18.29%)	19 (11.59%)	10 (6.10%)	0 (0.00%)
	13	50 (30.49%)	27 (16.46%)	<b>58</b> (35.37%)	25 (15.24%)	4 (2.44%)
	14	96 (58.54%)	49 (29.88%)	8 (4.88%)	<b>11</b> (6.71%)	0 (0.00%)
	15	<b>87</b> (53.05%)	16 (9.76%)	38 (23.17%)	23 (14.02%)	0 (0.00%)
	16	37 (22.56%)	<b>57</b> (34.76%)	22 (13.41%)	47 (28.66%)	1 (0.61%)
	17	76 (46.34%)	13 (7.93%)	13 (7.93%)	<b>62</b> (37.80%)	0 (0.00%)
3. ระบบขับถ่าย	18	36 (21.95%)	36 (21.95%)	48 (29.27%)	<b>44</b> (26.83%)	0 (0.00%)
	19	<b>31</b> (18.90%)	66 (40.24%)	50 (30.49%)	15 (9.15%)	2 (1.22%)
	20	39 (23.78%)	<b>38</b> (23.17%)	44 (26.83%)	40 (24.39%)	3 (1.83%)
	21	12 (7.32%)	<b>80</b> (48.78%)	43 (26.22%)	29 (17.68%)	0 (0.00%)
	22	77 (46.95%)	55 (33.54%)	16 (9.76%)	<b>16</b> (9.76%)	0 (0.00%)
	23	<b>34</b> (20.73%)	82 (50.00%)	24 (14.63%)	22 (13.41%)	2 (1.22%)
	24	47 (28.66%)	46 (28.05%)	<b>33</b> (20.12%)	37 (22.56%)	1 (0.61%)

หมายเหตุ ตัวเลขหนา หมายถึง ตัวเลือกที่ถูกต้อง



จากตารางที่ 4.8 พบว่า มวลเนื้อหาที่ 1 เรื่อง ระบบหายใจ การเลือกตอบในแต่ละตัวเลือกของข้อสอบระดับที่ 2 ข้อที่นิสิตส่วนใหญ่ตอบถูกต้อง คือ ข้อที่ 5 คิดเป็นร้อยละ 62.80 รองลงมา คือ ข้อที่ 4 และข้อที่ 8 คิดเป็นร้อยละ 61.59 ตามลำดับ

มวลเนื้อหาที่ 2 เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด การเลือกตอบในแต่ละตัวเลือกของข้อสอบระดับที่ 2 ข้อที่นิสิตส่วนใหญ่ตอบถูกต้อง คือ ข้อที่ 12 คิดเป็นร้อยละ 64.02 รองลงมา คือ ข้อที่ 15 คิดเป็นร้อยละ 53.05 และข้อที่ 9 คิดเป็นร้อยละ 44.51 ตามลำดับ

มวลเนื้อหาที่ 3 เรื่อง ระบบขับถ่าย การเลือกตอบในแต่ละตัวเลือกของข้อสอบระดับที่ 2 ข้อที่นิสิตส่วนใหญ่ตอบถูกต้อง คือ ข้อที่ 21 คิดเป็นร้อยละ 48.71 รองลงมา คือ ข้อที่ 17 คิดเป็นร้อยละ 37.80 และข้อที่ 18 คิดเป็นร้อยละ 26.83



## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง “การพัฒนาแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน” มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน 2) เพื่อพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน

การดำเนินการวิจัยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ดังนี้ ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนิสิตระดับปริญญาตรีที่กำลังศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ และมัธยมศึกษา วิทยาศาสตร์ เอกชีววิทยา จากมหาวิทยาลัยในจังหวัดกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่มีการเปิดสอนหลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต ศึกษาศาสตรบัณฑิต และการศึกษาศึกษาบัณฑิต จำนวน 44 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยาเป็นแบบสอบที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น โดยผู้วิจัยได้ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือทั้งการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) ค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามและวัตถุประสงค์อยู่ระหว่าง 0.6 ถึง 1.0 นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ โดยสถิติบรรยาย การแจกแจงความถี่ และร้อยละ จากนั้นวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน โดยใช้เกณฑ์ของกรรณิกา แจ่มพินัย (กรรณิกา แจ่มพินัย, 2535) ที่กำหนดความโนทัศน์ใดที่มีตัวอย่างประชากรตั้งแต่ร้อยละ 25 ขึ้นไปเลือกตอบจัดเป็นมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน รวบรวมมโนทัศน์ของนิสิตทั้งหมดเพื่อนำมาใช้ในงานวิจัยขั้นต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 การสร้างและพัฒนาแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน ผู้วิจัยนำมโนทัศน์ที่ได้จากการสำรวจด้วยแบบสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยามาสร้างเป็น ตัวलग โดยแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ประกอบด้วยข้อคำถาม 24 ข้อ เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย แบ่งเป็น 3 มวลเนื้อหา ได้แก่ ระบบหายใจ ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบขับถ่าย มวลเนื้อหาละ 8 ข้อ รูปแบบของแบบสอบเป็นแบบเลือกตอบสามระดับ ระดับแรกประกอบด้วยคำถามและคำตอบแบบเลือกตอบจำนวน 4 ตัวเลือก ระดับที่สองประกอบด้วยตัวเลือกที่แสดงเหตุผลสนับสนุนในการเลือกตอบระดับแรก ซึ่งมี 5 ตัวเลือก โดยตัวเลือกที่ 5 จะเว้นให้เติมเหตุผลอย่างอิสระได้ ระดับที่ 3 เป็นแบบ

เลือกตอบ 2 ตัวเลือก เพื่อเป็นการยืนยันคำตอบในระดับที่ 1 และ 2 ที่แสดงความมั่นใจในการตอบ ผู้ตอบต้องเลือกเพียงตัวเลือกเดียวในแต่ละระดับ ผู้วิจัยตรวจสอบคุณภาพคุณภาพของเครื่องมือทั้ง การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (content validity) จากนั้นนำแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่ คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับไปทดลองใช้ (try out) กับนิสิตปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 เอก ชีววิทยาที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน ตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงของเครื่องมือ ตรวจสอบความยากและอำนาจจำแนก และประสิทธิภาพตัวลวงรายชื่อ จากนั้นจึงนำแบบสอบ วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง คือ นิสิตระดับปริญญา ตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาการสอนวิทยาศาสตร์ และมัธยมศึกษา-วิทยาศาสตร์ เอกชีววิทยา รวมทั้งสิ้น 164 คน ผู้วิจัยตรวจให้คะแนนและวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนิสิตฝึกสอนในวิชาชีววิทยา ทำการ วิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานโดยใช้สถิติบรรยาย คือ ค่าเฉลี่ย (Mean) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) คะแนนสูงสุด (Maximum) คะแนนต่ำสุด (Minimum) ความเบ้ (skewness) ความโด่ง (kurtosis) จากนั้นตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบดังนี้ 1) คุณภาพของข้อสอบรายชื่อ ได้แก่ ความยาก อำนา จจำแนก และประสิทธิภาพตัวลวง 2) ตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือทั้งฉบับ ได้แก่ 2.1) ความตรง ตามเกณฑ์สัมพัทธ์ โดยผู้วิจัยหาความสัมพันธ์ระหว่างการวินิจฉัยด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบ สามระดับกับผลการวินิจฉัยด้วยวิธีการคิดออกเสียง (Thinking aloud) โดยใช้แบบสัมภาษณ์ วิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยใช้สูตรสหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson's Product Moment Correlation Coefficient) 2.2) ความเที่ยงประมาณค่าด้วยสัมประสิทธิ์สรูปอ้างอิง โดยออกแบบการ วัดที่มี 2 ฟาเซต (G-Coefficient for two facet design) ได้แก่ จำนวนมวลเนื้อหา และจำนวนข้อ ต่อจำนวนมวลเนื้อหาที่แตกต่างกัน โดยใช้ทฤษฎีการสรูปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด (Generalizability Theory)

### สรุปผลการวิจัย

1. ผลการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่องการรักษาคุณภาพในร่างกาย พบว่านิสิตส่วนใหญ่มีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน 3 มวลเนื้อหา ได้แก่ มวลเนื้อหาที่ 1 เรื่อง ระบบหายใจ มวลเนื้อหาที่ 2 เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด และมวลเนื้อหาที่ 3 เรื่อง ระบบขับถ่าย รวม 17 มโนทัศน์ ดังนี้

มวลเนื้อหาที่ 1 เรื่อง ระบบหายใจ นิสิตมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อนดังนี้

(1) ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการสูดลมหายใจ คือ เกิดจากการเพิ่มสภาพความเป็นต่างของเลือด และการดูดซึ่มออกซิเจน

(2) ปฏิกิริยาการแลกเปลี่ยนแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เกิดขึ้นที่พลาสมา โดยสารที่ถูกขนส่งจะอยู่ในรูป  $\text{HCO}_3^-$  และ  $\text{CO}_2$

(3) โรคถุงลมโป่งพองเกิดจากการมีน้ำเหลืองและน้ำเมือกเต็มหลอดลมฝอยและถุงลม

(4) เราสามารถควบคุมการหายใจได้โดยสมองส่วนพอนส์ และเมดัลลาออบลองกาตา

(5) การหายใจเข้าจะทำให้อากาศเข้าไปในปอด ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ปอดแผ่ขยายใหญ่

มวลเนื้อหาที่ 2 เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด นิสิตมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน ดังนี้

(6) หลอดเลือดเวนมีความดันเลือดต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหลอดเลือดอื่นๆ เพราะผนังหลอดเลือดเวนบางที่สุด และเป็นผลมาจากแรงโน้มถ่วง

(7) หลอดเลือดฝอยเป็นหลอดเลือดที่มีขนาดเล็กกว่าหลอดเลือดเวน ค่าความดันเลือดจึงสูงกว่าหลอดเลือดเวน

(8) อัตราการไหลของเลือดในหลอดเลือดฝอยมีค่าน้อยที่สุดเพราะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กที่สุดและอยู่ห่างไกลจากหัวใจ

(9) หลอดเลือดที่ใช้ในการวัดชีพจรคือหลอดเลือดเวน

(10) การเรียกชื่อหลอดเลือดนั้น พิจารณาจากปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในเลือด

(11) Blood clot คือการที่เกล็ดเลือดจับตัวเป็นลิ่มหรือเป็นก้อน เกิดขึ้นเมื่อเนื้อเยื่อเปิดออกหรือมีบาดแผลเท่านั้น

มวลเนื้อหาที่ 3 เรื่อง ระบบขับถ่าย นิสิตมีมโนทัศน์คลาดเคลื่อน ดังนี้

(12) สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่อยู่ในน้ำจืดขับถ่ายของเสียไนโตรเจนในรูปยูเรีย เนื่องจากยูเรียมีความเป็นพิษสูง

(13) กลูโคสและโปรตีนมีโมเลกุลขนาดใหญ่ และมีความสำคัญต่อร่างกาย โกลเมอรูลัสจึงกรองสารทั้ง 2 ชนิดเก็บไว้ก่อนลำดับแรก

(14) หลอดเลือดรีนัลอาร์เทอรี (renal artery) จะนำเลือดไปยังหน่วยไตเดียวในไต หลังจากนั้นเลือดที่กรองแล้วจะย้อนกลับหน่วยไตในไตโดยหลอดเลือดเวน (renal vein) โดยหลอดเลือดอาร์เทอรีและเวนจะเกี่ยวข้องกับหัวใจเท่านั้น

(15) ฮอร์โมน ADH (antidiuretic hormone) เป็นฮอร์โมนที่เกี่ยวข้องกับการดูดน้ำและแร่ธาตุ

(16) ไตเทียมเป็นอุปกรณ์ที่ใส่เข้าไปในร่างกายของผู้ป่วยโรคไต

(17) การถ่ายอุจจาระออกจากร่างกายถือว่าการขับถ่าย

ลักษณะของมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนิสิตส่วนใหญ่ คือมโนทัศน์ที่เกิดจากความเข้าใจผิดของตัวผู้เรียน และมโนทัศน์ที่เกิดจากความเข้าใจผิดทางภาษา และการตีความหมายผิด

2. ผลการพัฒนาและตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน

2.1 โครงสร้างและลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน ตามรูปแบบของ Harika Ozge Arslan ,Ceyhan Cigdemoglu& Christine Moseley, 2012 ซึ่งประกอบด้วย ข้อสอบ 3 ระดับ โดยระดับที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ระดับที่ 2 เป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก โดยตัวเลือกที่ 5 จะเว้นให้เต็ม เพื่อให้ผู้สอบสามารถแสดงเหตุผลนอกเหนือจากตัวเลือกที่กำหนดให้ และระดับที่ 3 เป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก เพื่อเป็นการยืนยันคำตอบในระดับที่ 1 และ 2 โดยแสดงความมั่นใจในการตอบ ซึ่งแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้น ประกอบด้วยมวลเนื้อหา 3 มวลเนื้อหา ได้แก่ มวลเนื้อหาที่ 1 เรื่อง ระบบหายใจ มวลเนื้อหาที่ 2 เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด และมวลเนื้อหาที่ 3 เรื่อง ระบบขับถ่าย แต่ละมวลเนื้อหาประกอบด้วยข้อสอบ 8 ข้อ รวมทั้งฉบับ 24 ข้อ

2.2 คุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ

2.2.1 การตรวจสอบคุณภาพตามทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม

ผู้วิจัยได้แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน ซึ่งมีคุณภาพด้านความตรงเชิงเนื้อหา ความเที่ยง และคุณภาพด้านความยากและอำนาจจำแนก พบว่า ผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ตามความคิดของผู้เชี่ยวชาญ (ค่า IOC) มีค่าระหว่าง 0.6-1.00 มีความตรงเชิงเนื้อหาทุกข้อคำถาม ความยากอยู่ระหว่าง 0.20-0.60 มีความยากอยู่ในระดับค่อนข้างยากถึงค่อนข้างง่าย ค่าอำนาจจำแนก 0.25-0.88 มีความสามารถในการจำแนกนิสิตได้ในระดับพอใช้จนถึงดีมาก ความเที่ยงแบบสอดคล้องภายในมีค่า 0.85 มีความเที่ยงสูง แสดงว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับที่พัฒนาขึ้นสามารถวัดมโนทัศน์ได้อย่างคงเส้นคงวา

### การตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์

เมื่อผู้วิจัยได้คะแนนจากการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา ผู้วิจัยได้ดำเนินการตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับโดยตรวจสอบความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับคะแนนที่ได้จากการตรวจสอบโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง (Thinking aloud) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของคะแนนมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทุกข้อ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์อยู่ในระดับปานกลาง จากข้อมูลดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับที่พัฒนาขึ้นมีความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์กับการตรวจสอบโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียง แบบสอบมีความเป็นปรนัยในการวินิจฉัย โดยไม่ว่าจะตรวจสอบมโนทัศน์ในรูปแบบใด คะแนนที่ได้จะมีค่าใกล้เคียงกัน

#### 2.2.2 การตรวจสอบคุณภาพตามทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด

##### การตรวจสอบความเที่ยงด้วยทฤษฎีสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง

1. เมื่อผู้วิจัยได้คะแนนจากการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนด้วยแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับผู้วิจัยดำเนินการตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ซึ่งประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง การประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-coefficient) ของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับที่มีวิธีการออกแบบ 2 ฟาเซต ได้แก่ จำนวนมวลเนื้อหา และจำนวนข้อต่อจำนวนมวลเนื้อหาที่ต่างกัน พบว่าความแปรปรวนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างนิสิตฝึกสอน จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหากับความคลาดเคลื่อน ( $\sigma^2_{pic,e}$ ) หรือส่วนที่เหลือจาก 2 แหล่ง คือ นิสิตฝึกสอน และจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหา มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-coefficient) มากที่สุด ต่อมาคือความแปรปรวนของนิสิตฝึกสอน ( $\sigma^2_p$ ) ซึ่งเป็นค่าความแปรปรวนจริงของคะแนน (Universe score) ความแปรปรวนของของจำนวนข้อสอบต่อจำนวนมวลเนื้อหา ( $\sigma^2_{ic}$ ) และความแปรปรวนของมวลเนื้อหา ( $\sigma^2_c$ ) ซึ่งมีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-coefficient) ตามลำดับ และความแปรปรวนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างนิสิตฝึกสอนกับมวลเนื้อหา ( $\sigma^2_{pc}$ ) พบว่ามีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งเป็นการขจัดความแปรปรวนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างนิสิตฝึกสอนกับมวลเนื้อหา

2. การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ที่มีการออกแบบให้นิสิตทุกคนทำแบบสอบทุกมวลเนื้อหา และทุกข้อของแบบสอบ โดยมวลเนื้อหาแต่ละมวลเนื้อหาประกอบด้วยจำนวนข้อสอบที่แตกต่างกัน (Two-Facet

Confounded Design) หรือ  $P \times (I:C)$  จากการสรุปผลการศึกษาเพื่อการตัดสินใจการสรุปอ้างอิง (D-Study) จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาของแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับ การศึกษาข้อมูลและวิเคราะห์ตามหลักทฤษฎีการสรุปอ้างอิงที่มีจำนวนข้อสอบที่แตกต่างกัน (8, 10, 12, 14, 16, 18, และ 20 ข้อ) และจำนวนมวลเนื้อหาที่แตกต่างกัน (1, 2, 3, 4 และ 5 มวลเนื้อหา) พบว่าเมื่อเพิ่มจำนวนมวลเนื้อหาความสัมพันธ์การสรุปอ้างอิงมีค่ามากขึ้น โดยในแต่ละจำนวนมวลเนื้อหาเมื่อเพิ่มจำนวนข้อสอบความสัมพันธ์การสรุปอ้างอิงมีค่าเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ซึ่งค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (relative coefficient) และสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (absolute coefficient) จะเพิ่มขึ้นโดยค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมพัทธ์ (relative coefficient) มีค่ามากกว่า 0.70 ในกรณีจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหามากกว่าหรือเท่ากับ 12 ข้อขึ้นไป จำนวนมวลเนื้อหาตั้งแต่ 2 มวลเนื้อหาขึ้นไป และค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงเชิงตัดสินใจสัมบูรณ์ (absolute coefficient) มีค่ามากกว่า 0.70 เมื่อจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหามากกว่าหรือเท่ากับ 18 ข้อขึ้นไป จำนวนมวลเนื้อหาตั้งแต่ 3 มวลเนื้อหาขึ้นไป ตามลำดับ

การเปรียบเทียบความแตกต่างของความเที่ยงด้วยค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบความเที่ยงของแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับที่มีจำนวนข้อสอบต่อจำนวนมวลเนื้อหาที่แตกต่างกัน พบว่า การประมาณค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของคะแนนที่ได้จากแบบสอบวินิจัย ที่มีการออกแบบโดยผู้ตรวจตรวจให้คะแนนทุกข้อของผู้สอบทุกคน (Two-Facet Confounded Design) หรือ  $P \times (I:C)$  สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ ( $\rho^2_{\delta}$ ) มีค่ามากกว่า 0.70 ทุกกรณี และพบว่า ในกรณีมวลเนื้อหา 1 มวลเนื้อหา เมื่อเพิ่มจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาจาก 22 ข้อ เป็น 24 ข้อ ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ ( $\rho^2_{\delta}$ ) เพิ่มจาก 0.6823 เป็น 0.7009 แต่ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ ( $\rho^2_{\Delta}$ ) มีค่าน้อยกว่า 0.70 ทุกกรณี

ในกรณีมวลเนื้อหา 2 มวลเนื้อหา เมื่อเพิ่มจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาจาก 10 ข้อ เป็น 12 ข้อ ทำให้ค่าสัมประสิทธิ์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมพัทธ์ ( $\rho^2_{\delta}$ ) เพิ่มจาก 0.6613 เป็น 0.7009 และค่าสัมประสิทธิ์ความน่าเชื่อถือของคะแนน สำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ ( $\rho^2_{\Delta}$ ) มีค่าน้อยกว่า 0.70 ทุกกรณี





2.3 ผลการวินิจฉัยมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยา เรื่องการรักษาคุณภาพในร่างกาย โดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ

1) ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ

จากการวิเคราะห์คะแนนที่ได้จากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ คะแนนเฉลี่ย 4.33 คิดเป็นร้อยละ 18 ของคะแนนเต็ม นิสิตส่วนใหญ่ได้คะแนนอยู่ในระดับต่ำ เนื่องจากข้อสอบนั้นค่อนข้างยาก

2) ผลการวินิจฉัยมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ

จากการวิเคราะห์ พบว่า แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับสามารถจำแนก นิสิต ได้เป็น 8 กลุ่มดังนี้ กลุ่มที่ 1 นิสิตมีมีโนทัศน์ถูกต้อง  
 กลุ่มที่ 2 นิสิตที่มีมีโนทัศน์คลาดเคลื่อน (เชิงบวก)  
 กลุ่มที่ 3 นิสิตมีมีโนทัศน์คลาดเคลื่อน (เชิงลบ)  
 กลุ่มที่ 4 หมายถึง นิสิตมีมีโนทัศน์คลาดเคลื่อน  
 กลุ่มที่ 5 หมายถึง นิสิตเดาคำตอบได้เก่ง หรือไม่มั่นใจในมีโนทัศน์ของตนเอง  
 กลุ่มที่ 6-8 หมายถึง นิสิตความรู้ขาดหายบางส่วน

จากการวินิจฉัยพบว่า มวลเนื้อหาที่ 1 เรื่องระบบหายใจ นิสิตส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ 1 คือมีมีโนทัศน์ถูกต้อง รองลงมาคืออยู่ในกลุ่มที่ 4 นิสิตมีมีโนทัศน์คลาดเคลื่อน กลุ่มที่ 8 คือนิสิตมีความรู้ขาดหายบางส่วน กลุ่มที่ 5 คือนิสิตเดาคำตอบได้เก่ง หรือไม่มั่นใจในมีโนทัศน์ของตนเอง กลุ่มที่ 3 คือนิสิตมีมีโนทัศน์คลาดเคลื่อน (เชิงลบ) กลุ่มที่ 7 นิสิตความรู้ขาดหายบางส่วน กลุ่มที่ 6 นิสิตความรู้ขาดหายบางส่วน และ กลุ่มที่ 2 คือนิสิตที่มีมีโนทัศน์คลาดเคลื่อน (เชิงบวก) ตามลำดับ

มวลเนื้อหาที่ 2 เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด นิสิตส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ 8 คือนิสิตความรู้ขาดหายบางส่วน รองลงมาคืออยู่ในกลุ่มที่ 4 นิสิตมีมีโนทัศน์คลาดเคลื่อน กลุ่มที่ 1 คือนิสิตมีมีโนทัศน์ถูกต้อง กลุ่มที่ 5 กลุ่มที่ 2 กลุ่มที่ 6 กลุ่มที่ 7 และกลุ่มที่ 3

มวลเนื้อหาที่ 3 เรื่องระบบขับถ่าย นิสิตส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มที่ 8 คือนิสิตความรู้ขาดหายบางส่วน รองลงมาคือกลุ่มที่ 4 นิสิตมีมีโนทัศน์คลาดเคลื่อน กลุ่มที่ 6 คือนิสิตความรู้ขาดหายบางส่วน กลุ่มที่ 2 คือนิสิตที่มีมีโนทัศน์คลาดเคลื่อน (เชิงบวก) กลุ่มที่ 1 คือนิสิตมีมีโนทัศน์ถูกต้อง กลุ่มที่ 7 คือนิสิตความรู้ขาดหายบางส่วน กลุ่มที่ คือนิสิตเดาคำตอบได้เก่ง หรือไม่มั่นใจในมีโนทัศน์ของตนเอง และกลุ่มที่ 3 คือนิสิตมีมีโนทัศน์คลาดเคลื่อน (เชิงลบ) ตามลำดับ

นิสิตส่วนใหญ่มีมีโนทัศน์คลาดเคลื่อน เรื่อง ระบบหายใจ มากที่สุด รองลงมา คือ เรื่องระบบขับถ่าย และระบบหมุนเวียนเลือด ตามลำดับ

นิสิตส่วนใหญ่มีลักษณะมโนทัศน์คลาดเคลื่อน เรื่องการรักษาคุณภาพในร่างกายตามลำดับ ดังนี้

- 1) การเกิด Blood clotting (การแข็งตัวของเลือด) นิสิตส่วนใหญ่มักคิดว่าจะเกิดขึ้นในบริเวณที่เนื้อเยื่อ เปิดออก หรือบริเวณที่เกิดบาดแผลเท่านั้น
- 2) โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊ส ที่สามารถนำแก๊สออกซิเจนไปให้เซลล์โดยตรง นิสิตส่วนใหญ่คิดว่าเป็นเหงือก เพราะโครงสร้างดังกล่าวสัมผัสกับน้ำโดยตรง ออกซิเจนจึงสามารถแพร่เข้าสู่เซลล์โดยตรง
- 3) หลอดเลือดรีนัลเวน (Renal vein) เป็นหลอดเลือดที่ทำหน้าที่ลำเลียงเลือดไปยังหน่วยไต เพื่อเข้าสู่กระบวนการกรอง เนื่องจากเป็นหลอดเลือดที่มีออกซิเจนต่ำ นำเลือดไปกรองที่โกลเมอรูลัส
- 4) ปัจจัยที่มีผลต่ออัตราการหายใจ คือแก๊สออกซิเจน เนื่องจากภายในร่างกายของเราต้องการแก๊สออกซิเจนเพื่อใช้ในกระบวนการทำงานต่าง
- 5) พลาสมาโปรตีน เป็นของเหลวที่สามารถผ่านกระบวนการกรองจากโกลเมอรูลัส ผ่านโบว์แมนแคปซูล
- 6) การทำงานของถุงลมเป็นสาเหตุที่ทำให้ปอดขยายใหญ่ เมื่อเราหายใจเข้า เนื่องจากภายในถุงลมมีอากาศเข้าไป จึงทำให้เกิดแรงดัน ปอดจึงขยายใหญ่
- 7) อัตราการไหลของเลือดภายในหลอดเลือดเวน (Vein) ในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมมีค่าน้อยที่สุด เนื่องจากมีความดันต่ำสุด เพราะผนังบางที่สุด และมีผลมาจากแรงโน้มถ่วงของโลก จึงทำให้อัตราการไหลมีค่าน้อย
- 8) ซา กาแฟ และแอลกอฮอล์ เท่านั้นที่เป็นสารไดยูเรติก (diuretics) เป็นสารขับปัสสาวะ ทำให้ฮอร์โมน ADH ลดลง จึงปัสสาวะบ่อยขึ้น
- 9) ฮอร์โมนแอนติไดยูเรติกฮอร์โมน (ADH) และวาโซเพรสซินเป็นฮอร์โมนที่ทำหน้าที่ดูดกลับน้ำ และแร่ธาตุภายในร่างกาย

## อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย ผู้วิจัยนำเสนอประเด็นการอภิปรายที่น่าสนใจไว้ 4 ประเด็น ได้แก่ ประเด็นแรก เนื้อหาหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และลักษณะของหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน ประเด็นที่สองการพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา ประเด็นที่สามคุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา และประเด็นที่สี่จำนวนมวลเนื้อหาและจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาที่เหมาะสมของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ

### ประเด็นที่ 1 เนื้อหาหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และลักษณะของหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน

จากการศึกษาและวิเคราะห์เนื้อหาหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน และลักษณะของหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา พบว่านิสิตฝึกสอนส่วนใหญ่มีหมโนทัศน์คลาดเคลื่อน เรื่องการรักษาคุณภาพในร่างกาย เนื่องจาก หมโนทัศน์บางเรื่องเป็นลักษณะเป็นนามธรรม ทำให้เข้าใจได้ยาก เนื้อหาค่อนข้างมีความละเอียดซับซ้อนยากต่อการเข้าใจและจดจำ ซึ่งเนื้อหาหมโนทัศน์เรื่องการรักษาคุณภาพในร่างกายนั้นเป็นหมโนทัศน์ที่สำคัญเรื่องหนึ่งในการศึกษาทางชีววิทยา หมโนทัศน์ดังกล่าวเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการทำความเข้าใจองค์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ (พงศพรหม พรเพิ่มพูน, 2556) เป็นการศึกษาเกี่ยวกับกลไกที่ทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นสามารถรักษาสสมดุลของสภาวะแวดล้อมภายในร่างกายให้เหมาะสมต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมภายนอกเพื่อให้การทำงานของเซลล์ในร่างกายเป็นไปอย่างปกติ (Rosos et al., 2008) ควบคุมการทำงานของร่างกายในระบบต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นระบบหายใจ ระบบย่อยอาหาร ระบบขับถ่าย ระบบหมุนเวียนเลือด และระบบภูมิคุ้มกัน เป็นต้น ซึ่งหากผู้สอนมีหมโนทัศน์คลาดเคลื่อนในเรื่องนี้ก็จะส่งผลให้การศึกษาในระบบต่างๆเป็นไปได้อย่างขึ้น (Boo Hong Kwen, 2005 )

จากการวินิจฉัยหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนโดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ซึ่งแบบสอบประกอบด้วยเนื้อหา 3 มวลเนื้อหา ได้แก่ 1) ระบบหายใจ 2) ระบบหมุนเวียนเลือด และ 3) ระบบขับถ่าย พบว่านิสิตส่วนใหญ่มีหมโนทัศน์คลาดเคลื่อน มวลเนื้อหาที่ 1 ระบบหายใจ รองลงมาคือ มวลเนื้อหาที่ 3 ระบบขับถ่าย และมวลเนื้อหาที่ 2 ระบบหมุนเวียนเลือดตามลำดับ ลักษณะของหมโนทัศน์ที่พบ ลักษณะของหมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนิสิตส่วนใหญ่ คือหมโนทัศน์ที่เกิดจากความ

เข้าใจผิดของตัวผู้สอบ และมโนทัศน์ที่เกิดจากความเข้าใจผิดทางภาษา และการตีความหมายผิด สอดคล้องกับงานวิจัยของ ศิริเดช สุชีวะ (2537)

## ประเด็นที่ 2 การพัฒนาแบบสอบวินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา

แบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับที่พัฒนาขึ้นมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้วินิจัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา เรื่องการรักษาคุณภาพในร่างกาย ซึ่งแบบสอบจะประกอบด้วย 3 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1 เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ระดับที่ 2 เป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก โดยตัวเลือกที่ 5 จะเว้นให้เติมซึ่งเป็นการแสดงเหตุผลสนับสนุนในการตอบคำถามระดับที่ 1 เนื่องจากตัวลวงที่กำหนดไว้ไม่สามารถครอบคลุมมโนทัศน์การคิดได้ทั้งหมด จึงควรเว้นตัวเลือกที่สามารถใส่เหตุผลได้เพื่อไม่เป็นการจำกัดความคิดของนิสิต ให้อิสระแก่ผู้ตอบ ระดับที่ 3 เป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือก เพื่อเป็นการยืนยันคำตอบในระดับที่ 1 และ 2 โดยแสดงความมั่นใจในการตอบ ซึ่งลักษณะของแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับนี้ จะช่วยตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้เป็นอย่างดี ช่วยลดปัญหาในการเดาคำตอบ และสามารถจำแนกลักษณะมโนทัศน์ของผู้สอบได้ (Harika Ozge Arslan et al., 2012) โดยแบบสอบดังกล่าวถูกพัฒนาจากแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสองระดับที่นิยมใช้ในการวินิจัยอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นวิชา เคมี ชีววิทยา ฟิสิกส์ หรือวิทยาศาสตร์ (Odom & Barrow, 1995; Tan et.al, 2005; Treagust, 1985,1995) โดยเป็นแบบวัดแนวคิดที่เน้นการศึกษาความเข้าใจ และกระตุ้นให้ผู้เรียนตอบคำถามโดยใช้ความเข้าใจมากกว่าความจำ ต่อมาได้มีการพัฒนาคุณภาพของแบบสอบวินิจัยเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการวินิจัยได้อย่างถูกต้อง และตรงประเด็นมากที่สุด ช่วยปรับปรุงข้อจำกัดของแบบสอบ จึงเกิดเป็นแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับ เนื่องจากเป็นรูปแบบใหม่ที่ประเทศไทยยังไม่มีนำมาใช้ แต่พบการนำไปใช้ส่วนใหญ่ในประเทศแถบยุโรป เช่น อังกฤษ สหรัฐอเมริกา เป็นต้น ซึ่งมีรูปแบบคล้ายกับแบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสองระดับ แต่จะเป็นการเพิ่มคำถามระดับที่ 3 ที่เป็นการยืนยันคำตอบใน 2 ระดับแรก ว่าผู้สอบมีความมั่นใจในการตอบมากน้อยเพียงไร วิธีนี้จะช่วยตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้เป็นอย่างดี ช่วยลดปัญหาในการเดาคำตอบ และสามารถจำแนกลักษณะมโนทัศน์ของผู้สอบได้ (Harika Ozge Arslan,Ceyhan Cigdemoglu and Christine Moseley, 2012; Imelda Caleon, 2010; Ayla Cetin-Dindar, 2011) แบบสอบวินิจัยแบบเลือกตอบสามระดับนั้นมีวิธีการสร้างค่อนข้างซับซ้อน โดยจะต้องศึกษาสำรวจมโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องที่

ต้องการวินิจฉัย จากนั้นนำมโนทัศน์ที่ได้มาสร้างเป็นแบบสอบ สร้างข้อสอบประกอบด้วยคำถามและตัวเลือก โดยข้อคำถามและตัวเลือกควรมีความตรงเชิงเนื้อหา ตัวเลือกที่สร้างขึ้นควรเป็นตัวเลือกที่มีคุณภาพ ตัวลวงต้องเป็นตัวแทนมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน นำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และนำไปใช้วินิจฉัย ขั้นตอนในการทำแบบสอบนั้น ก่อนที่จะทำแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ควรให้คำแนะนำในการทำความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการทำแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ เพราะทักษะความเข้าใจในการทำแบบสอบวินิจฉัยของนิสิตจะช่วยเพิ่มความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัย และทำให้นิสิตสามารถถ่ายทอดกระบวนการคิดออกมาได้อย่างถูกต้องสอดคล้องกับงานวิจัยของ (Harika Ozge Arslan, Ceyhan Cigdemoglu and Christine Moseley, 2012)

การนำแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับไปใช้ จำเป็นที่จะต้องเข้าใจกระบวนการทำเป็นอย่างดี ซึ่งค่อนข้างยุ่งยากและซับซ้อน เนื่องจากการสร้างตัวลวงที่เป็นตัวแทนมโนทัศน์การคิดของผู้สอบ โดยเฉพาะตัวลวงในระดับที่ 2 ตัวลวงจะต้องเป็นเหตุผลในการเลือกตอบระดับที่ 1 เพื่อที่ผู้สอบจะสามารถถ่ายทอดมโนทัศน์ออกมาได้อย่างถูกต้อง โดยข้อดีของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับนั้นจะทำให้ได้ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยลดปัญหาการเดาข้อสอบ เนื่องมาจากการไม่แน่ใจในคำตอบ และแบบสอบนี้ยังสามารถจัดจำแนกลักษณะของผู้สอบ จึงเหมาะแก่การนำไปใช้วินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเป็นอย่างดี

### ประเด็นที่ 3 คุณภาพของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา

#### การตรวจสอบความตรงของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ

ความตรงของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้น ใช้การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา และความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์ ซึ่งความตรงเชิงเนื้อหา ตรวจสอบโดยพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญ วัดได้จากความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาที่จะวัดกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้น สามารถวัดได้ตรงตามเนื้อหา มีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.6-1.00 ใช้เกณฑ์ดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป (วรรรณี แกมเกตุ, 2551) สำหรับความตรงตามเกณฑ์สัมพัทธ์พิจารณาจากความสอดคล้องระหว่างคะแนนจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับและผลการวินิจฉัยด้วยเทคนิคการคิดออกเสียง (Thinking aloud) พบว่าเมื่อเปรียบเทียบคะแนนระหว่างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับกับคะแนนที่ได้จากการวินิจฉัยด้วยเทคนิคการคิดออกเสียงมีความสอดคล้อง ไปในทิศทางเดียวกัน โดย

คิดคะแนนจำแนกตามมวลเนื้อหาในแต่ละข้อ ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 0.56 ที่ระดับนัยสำคัญ 0.01 มีความสอดคล้องกันในระดับปานกลาง จึงสามารถสรุปได้ว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับมีความตรงเชิงเนื้อหา และความตรงตามเกณฑ์สัมพันธ์ เนื่องจากลักษณะของแบบสอบที่สามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน คะแนนที่ได้จากแบบสอบจะแสดงถึงเนื้อหาและลักษณะมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนิสิตฝึกสอนอย่างแท้จริง ซึ่งในขั้นตอนกระบวนการสร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับนั้นมีความสำคัญมาก ข้อสอบที่สร้างต้องตรงกับคุณลักษณะที่ต้องการวัด สอดคล้องกับแนวคิดของ วิทยา ช่อนำ (2551) ที่กล่าวว่า ขั้นตอนในการสร้างแบบสอบวินิจฉัยที่มีการนำมโนทัศน์ที่ได้จากการสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนมาสร้างเป็นตัวลงในแบบสอบ ทำให้แบบสอบมีความตรงเชิงเนื้อหา และการตรวจสอบทำโดยการวิเคราะห์เชิงเหตุผลอาศัยดุลยพินิจทางวิชาการของผู้เชี่ยวชาญทางเนื้อหาเป็นเกณฑ์ สอดคล้องกับแนวคิดของ อนันต์ ศรีโสภา (2524) กล่าวว่า การพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหาซึ่งต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญหลายคนในการตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหา กับพฤติกรรมที่ต้องการวัด

#### **การตรวจสอบความเที่ยงของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ**

แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ เมื่อผู้วิจัยทำการตรวจสอบคุณภาพด้านความเที่ยงแบบสอดคล้องภายใน พบว่าแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับมีค่าความเที่ยง 0.705 แสดงว่า แบบสอบมีความเที่ยงสูง

ผลการประมาณค่าความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีต่อผลสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-coefficient) ของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับเมื่อตรวจสอบคุณภาพด้วยการประมาณค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิงของคะแนนที่ได้ โดยศึกษาองค์ประกอบ 3 องค์ประกอบ คือ นิสิตฝึกสอน (P) จำนวนมวลเนื้อหา (C) และจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหา (I:C) ออกแบบการวัดแบบ Px(I:C) หรือ (Two-Facet Nested Design) กำหนดมวลเนื้อหา 3 มวลเนื้อหา จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหา 8 ข้อต่อมวลเนื้อหา โดยนิสิตทุกคนทำแบบสอบทุกมวลเนื้อหา และในแต่ละมวลเนื้อหาประกอบด้วยจำนวนข้อสอบที่แตกต่างกัน พบว่า แหล่งความแปรปรวนขององค์ประกอบที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง คือความแปรปรวนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างนิสิตฝึกสอน จำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหากับความคลาดเคลื่อน หรือส่วนที่เหลือที่ไม่สามารถระบุแหล่งได้ มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิง (G-Coefficient) มากที่สุด ซึ่งแสดงว่ายังมีปัจจัยอื่นนอกเหนือจากนิสิตฝึกสอน จำนวนมวลเนื้อหา และจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาที่ส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงจาก

การศึกษาพบว่าแหล่งความคลาดเคลื่อนที่สามารถเกิดขึ้นในกระบวนการวัด เช่น อิทธิพลของอันดับในการจัดเรียงข้อสอบตามค่าความยาก หรือการจัดเรียงอันดับของข้อคำถามตามกระบวนการคิด หากการจัดเรียงข้อคำถามที่ไม่เหมาะสมจะทำให้เกิดผลต่อความน่าเชื่อถือของผลการวัด (สุวิมล กฤษศหาสน์, 2558) ช่วงเวลาในการเก็บข้อมูล ซึ่งในบางเนื้อหาชนิดได้ศึกษาตั้งแต่ชั้นปีที่ 1 ซึ่งอาจทำให้หลงลืมในเนื้อหาบางส่วนส่งผลต่อมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เป็นต้น ต่อมาคือความแปรปรวนของนิสิตฝึกสอน ซึ่งเป็นค่าความแปรปรวนจริงของคะแนน (Universe score) ซึ่งแสดงว่าความสามารถ ความรู้และความเข้าใจในการทำแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามารถระดับของนิสิตฝึกสอนแต่ละคน แตกต่างกันได้จึงส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิง ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ในงานวิจัยนี้ ที่ต้องการค้นหาข้อบกพร่องของนิสิตฝึกสอนเป็นรายบุคคล เพราะการที่นิสิตฝึกสอนมีความสามารถในการทำแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามารถระดับที่แตกต่างกันจึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการวัด และความแปรปรวนของจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาที่มีผลต่อค่าสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิง ซึ่งจำนวนข้อสอบที่แตกต่างกันในแต่ละมวลเนื้อหาส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนในการวัด นอกจากนี้ผู้วิจัยยังพบว่าความแปรปรวนของมวลเนื้อหา ซึ่งจำนวนมวลเนื้อหาที่แตกต่างกันนั้นส่งผลต่อความคลาดเคลื่อนในการวัด และความแปรปรวนที่มีผลต่อสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิงที่น้อยที่สุด คือความแปรปรวนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างนิสิตฝึกสอนต่อมวลเนื้อหาที่มีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งเป็นการขจัดความแปรปรวนของปฏิสัมพันธ์ระหว่างนิสิตฝึกสอนต่อมวลเนื้อหา อาจเป็นเพราะนิสิตมีความรู้และความเข้าใจในแต่ละมวลเนื้อหาไม่แตกต่างกันมากนัก

#### **ประเด็นที่ 4 จำนวนมวลเนื้อหาและจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาที่เหมาะสมของแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามารถ**

สำหรับการศึกษาค่าสัมประสิทธิ์การสุรूपอ้างอิง (G-Coefficient) ในการศึกษา D (D-Study) เป็นการศึกษาเพื่อการตัดสินใจเลือกใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามารถระดับที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงสำหรับการวินิจฉัย และมีความเที่ยงตรงตามต้องการ ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกค่าความเที่ยงอย่างน้อย 0.7 ตามเกณฑ์ที่ Nunnally (1978) และ (Burns and Grove (1997) เสนอไว้ว่า แบบสอบที่ใช้ในการศึกษาควรมีความเที่ยงอย่างน้อย 0.7 ผู้วิจัยได้เลือกจำนวนมวลเนื้อหาและจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาที่เหมาะสม ที่สามารถนำไปปฏิบัติได้จริงในการสอบ โดยกำหนดมวลเนื้อหา 1- 5 มวลเนื้อหา และจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหา 8 – 20 ข้อ เมื่อกำหนดมวลเนื้อหา 1 มวลเนื้อหา ซึ่งเป็นวิสัยที่ปฏิบัติในการวินิจฉัยทั่วไป พบว่าเมื่อกำหนดมวลเนื้อหาเพิ่มมากขึ้นเพื่อ

ประหยัดเวลาในการวินิจฉัย และเพื่อครอบคลุมมโนทัศน์ที่ต้องการวัด พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การสุรูปอ้างอิงจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อเพิ่มจำนวนมวลเนื้อหา และเพิ่มจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหาเช่นกัน โดยไม่แตกต่างกันมากนัก

จากการวิจัย พบว่า หากต้องการสร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา 1 มวลเนื้อหา กำหนดค่าสัมประสิทธิ์สุรูปอ้างอิง 0.7 ตามเกณฑ์ ซึ่งเป็นเกณฑ์คุณภาพแบบสอบสามารถวัดได้อย่างคงที่ ต้องใช้ข้อสอบจำนวน 24 ข้อ และเมื่อกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสุรูปอ้างอิงเป็น 0.8 ซึ่งเป็นเกณฑ์คุณภาพแบบสอบที่สามารถวัดได้คงที่ระดับดี ต้องใช้ข้อสอบจำนวน 41 ข้อ ซึ่งมีข้อสอบจำนวนมากเกินไปไม่เหมาะสมสำหรับการปฏิบัติจริง จากการศึกษาของ Feletti(1980) และสุไรยา หมั้นหมัด (2549) พบว่า แบบสอบที่มีความยาวมากเกินไปจะทำให้ผู้สอบเกิดความเมื่อยล้าในการสอบ อีกทั้งเป็นการเน้นวัดความรู้ความจำมากกว่าความเข้าใจ

หากต้องการสร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา 2 มวลเนื้อหา กำหนดค่าสัมประสิทธิ์สุรูปอ้างอิง 0.7 ตามเกณฑ์ ซึ่งเป็นเกณฑ์คุณภาพแบบสอบสามารถวัดได้อย่างคงที่ ต้องใช้ข้อสอบจำนวน 12 ข้อ และเมื่อกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสุรูปอ้างอิงเป็น 0.8 ซึ่งเป็นเกณฑ์คุณภาพแบบสอบที่สามารถวัดได้คงที่ระดับดี ต้องใช้ข้อสอบจำนวน 21 ข้อ

หากต้องการสร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา 3 มวลเนื้อหา กำหนดค่าสัมประสิทธิ์สุรูปอ้างอิง 0.7 ตามเกณฑ์ ซึ่งเป็นเกณฑ์คุณภาพแบบสอบสามารถวัดได้อย่างคงที่ ต้องใช้ข้อสอบจำนวน 8 ข้อ และเมื่อกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสุรูปอ้างอิงเป็น 0.8 ซึ่งเป็นเกณฑ์คุณภาพแบบสอบที่สามารถวัดได้คงที่ระดับดี ต้องใช้ข้อสอบจำนวน 14 ข้อ

หากต้องการสร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา 4 มวลเนื้อหา กำหนดค่าสัมประสิทธิ์สุรูปอ้างอิง 0.7 ตามเกณฑ์ ซึ่งเป็นเกณฑ์คุณภาพแบบสอบสามารถวัดได้อย่างคงที่ ต้องใช้ข้อสอบจำนวน 6 ข้อ และเมื่อกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสุรูปอ้างอิงเป็น 0.8 ซึ่งเป็นเกณฑ์คุณภาพแบบสอบที่สามารถวัดได้คงที่ระดับดี ต้องใช้ข้อสอบจำนวน 11 ข้อ

หากต้องการสร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา 5 มวลเนื้อหา กำหนดค่าสัมประสิทธิ์สุรูปอ้างอิง 0.7 ตามเกณฑ์ ซึ่งเป็นเกณฑ์คุณภาพแบบสอบสามารถวัดได้อย่างคงที่ ต้องใช้ข้อสอบจำนวน 5 ข้อ และเมื่อกำหนดค่าสัมประสิทธิ์การสุรูปอ้างอิงเป็น 0.8 ซึ่งเป็นเกณฑ์คุณภาพแบบสอบที่สามารถวัดได้คงที่ระดับดี ต้องใช้ข้อสอบจำนวน 9 ข้อ



จากการศึกษาพบว่าค่าสัมประสิทธิ์การสรุปร่างอย่างองจะมีค่าสูงขึ้นตามจำนวนมวลเนื้อหา แต่ในการปฏิบัติจริงลักษณะของแบบสอบวินิจฉัยควรเป็นแบบสอบที่มีเนื้อหาเฉพาะตัว จึงควรปรับจำนวนมวลเนื้อหาให้เหมาะสม และปรับจำนวนข้อให้เหมาะสมกับมวลเนื้อหานั้นๆ ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ วนิดา ภูเอี่ยม (2550) ที่กล่าวว่าแบบสอบวินิจฉัยเป็นแบบสอบที่ต้องการวัดมโนทัศน์ย่อยอย่างเฉพาะเจาะจง ดังนั้นในการสร้างแบบสอบวินิจฉัยควรเลือกจำนวนมวลเนื้อหาที่น้อยลง แต่ปรับจำนวนข้อให้เพิ่มมากขึ้น ซึ่งในกระบวนการสร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับสำหรับนำไปใช้จริง ผู้สร้างจะต้องศึกษาและมีความเข้าใจกระบวนการสร้างเป็นอย่างดี เพื่อให้แบบสอบมีประสิทธิภาพมากที่สุด

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การนำแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาไปใช้ ผู้วิจัยเสนอแนะแนวทางไว้ ดังนี้

1. แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเป็นแบบสอบที่มีค่าความยากอยู่ในเกณฑ์ค่อนข้างยาก มีคุณภาพด้านความเที่ยงอยู่ในเกณฑ์เหมาะสม จึงเหมาะกับการนำไปใช้ในการวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน เรื่องการรักษาคุณภาพในร่างกาย สำหรับนิสิตฝึกสอน เนื่องจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ สามารถวินิจฉัยลักษณะของผู้สอบสามารถจำแนกมโนทัศน์ของผู้สอบตามแนวคำตอบ และสามารถวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนได้ตรงตามสภาพของผู้สอบ และยังช่วยลดปัญหาในการเดาคำตอบได้เป็นอย่างดี และยังสามารถนำผลที่ได้จากการวินิจฉัยมาแก้ไขให้ตรงกับสภาพของผู้สอบ ทำให้แบบสอบมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งกระบวนการสร้างแบบสอบนั้นค่อนข้างยาก ใช้เวลาในการสร้างนาน และแบบสอบควรผ่านการตรวจสอบคุณภาพด้านความตรงจากผู้เชี่ยวชาญ

2. การตรวจให้คะแนนแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นนั้น ในระดับที่ 2 ที่เป็นการแสดงเหตุผลสนับสนุนการตอบข้อคำถามในระดับที่ 1 ในตัวเลือกที่ 5 ที่ผู้วิจัยเว้นให้ผู้สอบสามารถแสดงมโนทัศน์ได้อย่างอิสระ เพื่อให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ที่ต้องการวัด และแบบสอบมีความเที่ยงสูง ควรมีการเขียนแนวคำตอบสำหรับเป็นเกณฑ์ให้คะแนน

3. เนื่องจากแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับยังไม่มีการนำมาใช้ในประเทศไทย การวินิจฉัยเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ดี ผู้วิจัยควรอธิบายวิธีการทำแบบสอบ การเขียนคำตอบลงในกระดาษคำตอบ และเน้นย้ำว่าต้องทำแบบสอบทุกข้อ และให้ผู้สอบแสดงมโนทัศน์ของตนตามความเป็นจริง

4. การสร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับสำหรับนำไปใช้ เพื่อประหยัดเวลาในการสร้าง ควรเลือกสร้างแบบสอบที่เหมาะสม คือจำนวนข้อต่อจำนวนมวลเนื้อหาที่เหมาะสม เพื่อให้มีค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงสำหรับการตัดสินใจเชิงสัมบูรณ์ (G-Coefficient for Relative Designs :  $\rho^2_{\Delta}$ ) มากกว่า 0.80 ควรกำหนดมวลเนื้อหา 3 มวลเนื้อหา และจำนวนข้อสอบต่อมวลเนื้อหา 14 ข้อ ทั้งนี้ทั้งนั้นขึ้นอยู่กับเนื้อหาที่ผู้สร้างต้องการวินิจฉัย

#### ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. การวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนเรื่อง การรักษาคุณภาพ โดยใช้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับนั้น มีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อการศึกษาวิชาชีววิทยา ซึ่งเป็นพื้นฐานในการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องระบบต่างๆภายในร่างกาย และการที่ผู้สอนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนจะส่งผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนโดยตรง ดังนั้นในการศึกษาครั้งต่อไปผู้วิจัยอาจศึกษาเนื้อหา มโนทัศน์เรื่องอื่นๆ ที่มีความเกี่ยวข้องกับวิชาชีววิทยา เช่น การรับรู้และการตอบสนอง กระบวนการสังเคราะห์แสงของพืช เป็นต้น

2. มโนทัศน์ที่ได้จากการวินิจฉัยครั้งนี้ เป็นข้อมูลพื้นฐานทำให้ทราบถึงจุดบกพร่องของนิสิตฝึกสอน ควรมีการศึกษาเพื่อพัฒนาเครื่องมือสำหรับแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนิสิตฝึกสอนให้มีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง และครูผู้สอนควรนำข้อมูลดังกล่าวมาพัฒนาออกแบบวิธีการสอนสำหรับแก้ไขมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนให้แก่ นิสิตฝึกสอน

3. การสร้างแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ ควรมีการศึกษาองค์ประกอบอื่นๆ ที่อาจส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์สรุปอ้างอิง เช่น จำนวนครั้งของการวัดซ้ำ จำนวนผู้ตรวจ อันดับในการจัดเรียงข้อคำถาม เป็นต้น ศึกษาเปรียบเทียบค่าสัมประสิทธิ์การสรุปอ้างอิงของการวัดที่ใช้การออกแบบในรูปแบบอื่นๆ หรือศึกษาองค์ประกอบต่างๆเพิ่มเติมยิ่งขึ้น เพื่อให้แบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับ วิชาชีววิทยามีความเที่ยงมากยิ่งขึ้น เช่น การเปรียบเทียบการออกแบบ  $p \times i \times c$  คือ ผู้สอบทุกคนทำข้อสอบทุกมวลเนื้อหา และในแต่ละมวลเนื้อหา

ประกอบด้วยข้อสอบที่เท่ากัน กับ  $p \times (i : c)$  คือ ผู้สอบทุกคนทำข้อสอบทุกมวลเนื้อหา และในแต่ละมวลเนื้อหาประกอบด้วยข้อสอบที่ไม่เท่ากัน เป็นต้น

4. การพัฒนาการสร้างแบบสอบวินิจฉัยแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยานั้น ผู้วิจัยอาจเพิ่มระดับของความมั่นใจ เช่น มั่นใจมาก มั่นใจปานกลาง มั่นใจน้อย เป็นต้น เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและตรงตามสภาพของผู้สอบมากที่สุด



### รายการอ้างอิง

- Adams, G. S., & Theodore, L. (1964). *Measurement and Education in Education on Psychology and Guidance*. Torgerson, New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Ahmann, S. J. a. C. M. D. (1967). *Evaluation Pupil Growth Principles of Tests and Measurement* (3 ed.). Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Appleton, K., & Kindt, I. (1999). Why teach primary science? Influences on beginning teachers' practice. *International Journal of Science Education*, 21(2), 155-168.
- Arslan, H. O. C., Ceyhan; Moseley, Christine. (2012). three-tier diagnostic test to assess pre-service teachers' misconceptions about Global warming, Greenhouse effect, Ozone layer depletion, and Acid rain. *International Journal of Science Education*, 34, 1667-1686.
- Ashjock., R. B. (2010). *Micro - Teaching in an Elementary Science Mcthods Course*. University of Maryland, College Park.
- Benbunan-Fich, R. (2001). Using protocol analysis to evaluate the usability of a commercial web site. *Information and Management*, 39(2), 151-163.
- Bereiter, C., & Bird, M. (1985). Use of thinking aloud in identification and teaching of reading comprehension strategies. *Cognition and instruction*, 2(2), 131-156.
- Bloom, B. S. (1971). *Handbook on formative and summative of student learning*. New York : . Mcgraw-Hill.
- Bourg, T. (2011). Research Methods - Verbal Protocols. Retrieved from <http://education.stateuniversity.com/pages/2363/Research-Methods-VERBAL-PROTOCOLS.html>.
- Brown, F. G. (1978). *Principle of education and psychological testing* (2 ed.). Holt, New York.
- Brown, F. G., & . (1970). *Principles of Educational and Psychological Testing*. Holt, New York: Rinehart and Winston.
- Cardinet, J., Tourneur, Y., & Allal, L. (1981). Extension of generalizability theory and its applications in educational measurement. *Journal of Educational Measurement*, 18(4), 183-204.

- Chen, C. C. a. L., M.L. (2001). *Developing a two-tier diagnostic instrument to assess high school students understanding*. National Kaohsiung Normal University.
- Chi, M. a. G., R. (1982). *Final report: Knowledge and skill differences in novices and exper.* Pittsburg, University of Pittsburg: Learning Research and Development Center.
- Clough, E. E., & Driver, R. (1985). Secondary Students' Conceptions of the Conduction of Heat: Bringing Together Scientific and Personal Views. *Physics Education*, 20(4), 176-182.
- Conference (IPCC), & (2010). Paper presented at the IEEE International. Retrieved November 24, 2011.
- Davey, B. (1983). Think aloud: Modeling the cognitive processes of reading comprehension. *Journal of Reading*, 27(1), 44-47.
- Ebel, R. L. (1965). *Measuring Educational Achievement*. New Jersey, Englewood Cliffs: prentice- Hall.
- Ebel, R. L. (1966). *Measurement Education Achievement*. New Delhi Prentice-Hall
- Ericsson, K. A. (2002). Towards a procedure for eliciting verbal expression of non-verbal experience without reactivity: interpreting the verbal overshadowing effect within the theoretical framework for protocol analysis. *Applied Cognitive Psychology*, 16(8), 981-987.
- Ericsson, K. A., & Simon, H. A., & . (1993). *Protocol Analysis: Rerbal Reports as Data* (2 ed.). Cambridge, MA: MIT Press.
- Ferris, G. R., Anthony, W. P., Kolodinsky, R. W., Gilmore, D., & Harvey, M. (2002). Development of political skill. *Rethinking management education for the 21st century*, 3-25.
- Fisher, K. M. (1985). A misconception in biology: Amino acids and translation. *Journal of research in Science Teaching*, 22(1), 53-62.
- Good, C. V. (1973). Dictionary of education.
- Griffard, P. B., & Wandersee, J. H. (2001). The two-tier instrument on photosynthesis: What does it diagnose? *International Journal of Science Education*, 23(10), 1039-1052.

- Griffiths, A. K., & Preston, K. R. (1992). Grade-12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of research in Science Teaching*, 29(6), 611-628.
- Griffiths, J. R., Hartley, R. J., & Willson, J. P. (2002). An Improved Method of Studying User-system Interaction by Combining Transaction Log Analysis and Protocol Analysis. Retrieved November 24, 2011, from <http://informationr.net/ir/7-4/paper139.html>
- Gronlund, N. (1976). *Measurement and Evaluation in Teaching*. New York: Macmillan Publishing Co.
- Gronlund, N. E. (1981). *Measurement and evaluation in teaching* (4 ed.). New York: Mcmillan Publishing Co, Inc.
- Gronlund, N. E. a. L., Robert. (1990). *Measurement and Evaluation in Teaching* (6 Ed.). New York: Macmillan.
- Hewson., P. W. (1983). *Conceptual Change In Science Teaching And Teacher Education*. . University of Wisconsin - Madison.
- Hoppmann, T. K. (2009). Examining the 'point of frustration'. The think-aloud method applied to online search tasks. *Quality & Quantity*, 43(2), 211-224.
- Hughes, J., & Parkes, S. (2003). Trends in the use of verbal protocol analysis in software engineering research. *Behaviour & Information Technology*, 22(2), 127-140.
- Joyce, B. a. M. W. (1996). *Model of Teaching* (3 ed.). New Jersey: Prentice2Hall International, Inc.
- Katalin, E. N. (2000). Please, Keep Talking': The 'think-aloud Method in Second Language Reading Research. Retrieved ,, from <http://ludens.elte.hu/~deal/pages/novelty/>
- Lord, F. M. a. N., M.R. (1968). *Statistical Theories of Mental Test Scores*. Massachusetts Addison-Wesley Publishing Company, Inc.
- Magnusson, D. (1967). *Test Theory*. Reading, MA. Addison Wesley. New Jersey: Prentice-Hall.
- Makri, S., Blandford, A., & Cox, A. L. (2010). *This is What I'm Doing and Why: Methodological Reflections on a Naturalistic think-aloud Study of Interactive*

*Information Behaviour*. Paper presented at the Information Processing and Management.

- Mathison, S., Meyer, T. R., & Vargas, J. D. (1999). Using verbal protocol methodology in the evaluation of software and hardware. *New Directions for Evaluation*, 1999(84), 73-86.
- Mayer, R. E. a. W., M.C. (1996). *Problem solving transfeln D. Berliner and R. Calfee. Handbook of research in Education Psychology*. Washington DC: American Psychological Association.
- Nguyen, L., & Shanks, G. (2011). Using Protocol Analysis to Explore the Creative Requirements Engineering Process. from [http://epress.anu.edu.au/info\\_systems02/mobile\\_devices/ch07.html](http://epress.anu.edu.au/info_systems02/mobile_devices/ch07.html).
- Nielsen, J., & Yssing, C., & (2004). What Kind of Information Does an HCI Expert Want? - On Concurrent Usability Testing. Retrieved from <http://openarchive.cbs.dk/bitstream/handle/10398/6465/15-2004.pdf?sequence=1>.
- Nielsen, J., Clemmensen, T., & Yssing. (2002). etting Access to What Goes on in People's Heads? - Reflections on the think-aloud Technique *In NordiCHI'02 Proceedings of the Second Nordic Conference on Human-Computer Interaction* (pp. 101-110). New York: ACM Press.
- Odom, A. L., & Barrow, L. H. (1995). Development and application of a two-tier diagnostic test measuring college biology students' understanding of diffusion and osmosis after a course of instruction. *Journal of research in Science Teaching*, 32(1), 45-61.
- Olmsted-Hawala, E. L., Murphy, E. D., Hawala, S., & Ashenfelter, K. T. (2010). *Think-aloud protocols: Analyzing three different think-aloud protocols with counts of verbalized frustrations in a usability study of an information-rich website*. Paper presented at the IEEE International Professional Communications Conference (IPCC).
- Oster, L. (2001). Using the think-aloud for reading instruction. *The Reading Teacher*, 55(1), 64-69.
- Payne, D. A. (1968). *The specification and measurement of learning outcomes*: Blaisdell Pub. Co.

- Pizzini, E. L., Shepardson, D. P., & Abell, S. K. (1989). A rationale for and the development of a problem solving model of instruction in science education. *Science Education*, 73(5), 523-534.
- Spector, J. M., Merrill, M. D., Elen, J., & Bishop, M. (2008). *Handbook of research on educational communications and technology*: Springer.
- Treagust, D. F. (1988). Development and use of diagnostic tests to evaluate students' misconceptions in science. *International Journal of Science Education*, 10(2), 159-169.
- Van Den Haak, M., De Jong, M., & Jan Schellens, P. (2003). Retrospective vs. concurrent think-aloud protocols: testing the usability of an online library catalogue. *Behaviour & Information Technology*, 22(5), 339-351.
- Van Velsen, L., Van Der Geest, T., Klaassen, R., & Steehouder, M. (2008). User-centered evaluation of adaptive and adaptable systems: a literature review. *The knowledge engineering review*, 23(03), 261-281.
- Wang, J.-R. (2004). Development and validation of a two-tier instrument to examine understanding of internal transport in plants and the human circulatory system. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 131-157.
- Ward, L., & Traweek, D. (1994). Application of a metacognitive strategy to assessment, intervention, and consultation: A think-aloud technique. *Journal of School Psychology*, 31(4), 469-485.
- Wildemuth, B. M. (2009). *Applications of social research methods to questions in information and library science*: Libraries Unlimited Westport, CT.
- Young, K. A. (2009). Direct from the source: the value of "think-aloud" data in understanding learning. *The Journal of Educational Enquiry*, 6(1).
- กรมวิชาการ. (2539). แนวทางการสร้างแบบทดสอบวินิจฉัย เพื่อพัฒนาการเรียนการสอน. กรุงเทพมหานคร: ครูสภา ลาดพร้าว.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพมหานคร.



- กฤษรัตน์ วิทยาเวช. (2551). การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ตามแนวคิดตามคอกนิชันด้านความรู้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- กำจร มณีแก้ว. (2539). ผลของการสอนโดยใช้เทคนิคการคิดออกเสียงที่มีต่อความสามารถ ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนสาธิต สังกัดสำนักงานสภาสถาบันราชภัฏ. (วิทยานิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ฉันทนา เขาว์ปรีชา. (2533). มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพ ชีวิตภาพของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- โชติ เพชรชื่น. (2544, เมษายน). แบบทดสอบวินิจฉัย. สารานุกรมศึกษาศาสตร์.
- ญาณัจฉรา สุดแท้. (2551). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. (นิพนธ์ กศ.ม. การวัดผลการศึกษา), มหาสารคาม, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- ฐิติมา สุขมนตรี. (2531). มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในวิชาชีววิทยาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จังหวัดสุราษฎร์ธานี. (วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- ณัฐภรณ์ หลาวทอง. (2548). การวัดและประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดวงเดือน อ่อนน่วม. (2533). การสอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- ทองหล่อ วงษ์อินทร์. (2537). การวิเคราะห์ความรู้เฉพาะด้านกระบวนการในการคิดแก้ปัญหาและเมตาคอกนิชันของนักเรียนมัธยมศึกษาผู้ชำนาญและไม่ชำนาญในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ ค.ด.), บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- ธีรารัตน์ นาชัยฤทธิ์. (2550). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยทางการเรียนคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การคูณและการหารจำนวนนับ. (วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพมหานคร.
- นงลักษณ์ วิรัชชัย. (2557). มโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนในการวิจัยการศึกษา. สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- นฤมล ยุตาคม. (2542). การจัดประสบการณ์การเรียนรู้วิชาวิทยาศาสตร์โดยใช้โมเดลการสอนวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสังคม (Science, Technology and Society-STS Model) ศึกษาศาสตร์ปริทัศน์.
- บรรจง สิทธิ. (2537). ผลของการใช้เทคนิคการสอนแบบจัดกรอบมโนทัศน์ที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนในวิชาชีววิทยา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2535). การวิจัยเบื้องต้น (2 ed.). กรุงเทพมหานคร: สุวีริยาสาส์น.
- บุษยารัตน์ จันทร์ประเสริฐ. (2550). การตรวจสอบประสิทธิผลของเทคนิคการคิดออกเสียงในการพัฒนาความสามารถในการอ่านภาษาไทยเพื่อความเข้าใจของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5: การทดลองแบบอนุกรมเวลา. (วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.

- ประภิต ผลมุล. (2546). การใช้แผนภูมิโนมตีในการปรับเปลี่ยนโนมตีที่คลาดเคลื่อน ในวิชาชีววิทยาเรื่องรากและ ลำต้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- ประภัสสร บุญทวีกุลสวัสดิ. (2553). การพัฒนาแนวคิดเรื่องการรับรู้และการตอบสนองของ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย โดยการจัดการเรียนการสอนด้วยวิธีสืบเสาะหาความรู้. (วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ประภาพรรณ มั่นสวัสดิ์. (2548). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง โจทย์ปัญหาสำหรับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์ ศษ.ม.), มหาวิทยาลัยรามคำแหง, กรุงเทพมหานคร.
- ประภาส มากมีทรัพย์, & . ((2530). ปัญหาและความต้องการในการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ของครูคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ในจังหวัดกาญจนบุรี. (วิทยานิพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปรีชา, & นางลักษณ์ สุวรรณพินิจ. (2553). ชีววิทยา 1 (10 ed.). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปิยาพร ขาวสะอาด. (2541). การพัฒนากระบวนการสอบความก้าวหน้าวิชาภาษาอังกฤษ โดยใช้คอมพิวเตอร์ที่ให้ผลวินิจฉัยย้อนกลับ. (วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต).
- พงศ์พรหม พรเพิ่มพูน. (2557). การแก้ไขข้อบกพร่องที่คลาดเคลื่อนในวิชาวิทยาศาสตร์. เอกสารประกอบการประชุมวิชาการงานมหกรรมทางการศึกษาเพื่อพัฒนาวิชาชีพครูครั้งที่ 7.
- ไพศาล วรคำ. (2557). การพัฒนาแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 27. วารสารการวัดผลการศึกษามหาวิทยาลัยมหาสารคาม, 20(1), 65-76.
- เยาวดี ราชชัยกุล วิบูลย์ศรี. (2552). การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์ (8 ed.). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี, & (2545). การวัดผลและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ (3 ed.). กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธนิดา เขยชุ่ม. (2551). การเปรียบเทียบคุณภาพของข้อสอบและแบบสอบหลายตัวเลือกที่มีรูปแบบตัวเลือกต่างกัน. (ปริญญาคุชฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- ธนิดา ช่อน้ำ. (2551). การสร้างแบบสอบวินิจฉัยจุดบกพร่องในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนและการดำเนินการสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (ปริญญาโท), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.
- วรรณิ แกมเกตุ, & (2551). วิธีวิทยาการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย กาญจนาวาสี. (2548a). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (5 ed.). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ศิริชัย กาญจนวาสิ. (2548b). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย กาญจนวาสิ. (2548c). ทฤษฎีการประเมิน. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย กาญจนวาสิ. (2550). สถิติประยุกต์สำหรับการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริชัย กาญจนวาสิ. (2552). ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม ( *Classical Test Theory* ) พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริเดช สุชีวะ. (2537). การพัฒนาวิธีวินิจฉัยสำหรับตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์. (วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริเดช สุชีวะ. (2538). การพัฒนาวิธีการวินิจฉัยสำหรับตรวจสอบมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางคณิตศาสตร์. (ปริญญาครุศาสตรดุษฎีบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริเดช สุชีวะ. (2550). การวิเคราะห์จุดอ่อนจุดแข็งของผู้เรียนหนังสือชุดปฏิรูปการศึกษา “การประเมินผลการเรียนรู้แนวใหม่ (2 ed.): บรรณาธิการโดย สุวิมล ว่องวานิช.
- สมนึก ภัททิยธนี. (2551). การวัดผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กทม.: ประสานการพิมพ์.
- สิริมาศ สิทธิหล่อ. (2534). การพัฒนาวิธีการวัดกระบวนการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการคิดออกเสียง. (วิทยานิพนธ์ ค.ม.), บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- สุชาติ สิริมินันท์. (2542). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องฟังก์ชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (ปริญญาโท กศ.ม.), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพมหานคร.
- สุदारตน์ มนต์นิมิตร. (2545). การใช้เทคนิคการคิดออกเสียงเป็นเครื่องมือในการวินิจฉัยความสามารถในการแก้ปัญหาโจทย์คณิตศาสตร์เพื่อจัดสอนซ่อมเสริมสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. (วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต), จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร.
- สุทธิดา จำรัส. (2549). การใช้แบบวัดแนวคิดวินิจฉัยตัวเลือกสองลำดับขั้นเพื่อศึกษาความเข้าใจเรื่องโครงสร้างอะตอมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสบการณ์การเรียนรู้แตกต่างกัน. (วิทยานิพนธ์ดุษฎีบัณฑิตกิตติมศักดิ์), มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.
- สุเทพ สันติวรานนท์. (2533 มีนาคม). แบบทดสอบวินิจฉัยและแนวทางในการสร้าง. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.
- สุพรรณิ ภิรมย์ภักดี. (2541). การสร้างแบบทดสอบวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องฟังก์ชันสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (ปริญญาโทมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- สุวิมล กฤษกุลหาสน์. (2558). ทฤษฎีการสรุปอ้างอิงความน่าเชื่อถือของผลการวัด. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ: สารานุกรมศึกษาศาสตร์.
- สุวิมล เขี้ยวแก้ว. (2540). การสอนวิทยาศาสตร์ในระดับมัธยมศึกษา. ปัตตานี: ภาควิชาการศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี.

- แสงเดือน เจริญฉิม และกนิษฐา เซาว์วัฒนกุล. (2555). รูปแบบการพัฒนาพฤติกรรมจัดการเรียน การสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญของนิสิตฝึกประสบการณ์วิชาชีพครู การประชุมวิชาการแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์วิทยาเขตกำแพงแสนครั้งที่ 9.
- อรนุช เสวตรัตนเสถียร. (2556). เทคนิคการคิดออกเสียงกับงานวิจัยด้านระบบสารสนเทศ. วรสารสงขลานครินทร์ ฉบับสังคมศาสตร์และมนุษยศาสตร์.
- เอมอร จังศิริพรปกรณ์. (2548). การเปรียบเทียบคุณภาพของแบบสอบระหว่างแบบสอบเลือกตอบที่มีจำนวน ตัวถูกตัวเดียวกับตัวถูกมากกว่า 1 ตัวเมื่อตรวจด้วยวิธีการให้คะแนนความรู้บางส่วน. กรุงเทพมหานคร: กองทุนรัชดาภิเษกสมโภช จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.







ภาคผนวก ก  
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

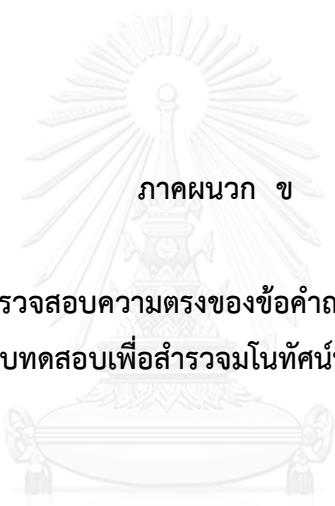
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

### รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิ

1. อาจารย์น้ำผึ้ง ศุภอุทุมพร อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
2. ดร.เตือนใจ ดลประสิทธิ์ อาจารย์ประจำหลักสูตรบริหารการศึกษ  
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
3. ผศ.ดร.ณัฐภรณ์ หลาวทอง อาจารย์ประจำสาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา  
คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. อาจารย์ธัญญา ศรีหมากสุข อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
สาขาชีววิทยา โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย
5. อาจารย์กรรณา นิมเรือง หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์  
โรงเรียนเบญจมราชาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์

### รายชื่ออาจารย์ผู้สอนสาขาชีววิทยา

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
2. อาจารย์ ดร.สกลรัชต์ แก้วดี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
3. รองศาสตราจารย์ ดร.ชาตรี ฝ่ายคำตา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
4. อาจารย์ธัญวรัตน์ ปิ่นทอง มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์



ภาคผนวก ข

แบบสรุปผลการตรวจสอบความตรงของข้อคำถาม (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ  
สำหรับประเมินแบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY



แบบสรุปผลการตรวจสอบความตรงของข้อคำถาม (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ  
สำหรับประเมินแบบสอบถามเพื่อสำรวจแนวโน้มทัศนคติตลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน

เอกสารฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการเก็บข้อมูลการดำเนินการวิจัยวิทยานิพนธ์

## เรื่อง “การพัฒนาแบบสอบถามวินิจฉัยแนวโน้มทัศนคติตลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน”

ของนางสาวเลิศบุษยา ไทยเจริญ นิสิตหลักสูตรศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา  
ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณิ แกมเกตุ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

### รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 อาจารย์น้ำผึ้ง ศุภอุทุมพร	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 ดร.เดอใจ ดลประสิทธิ์	อาจารย์ประจำหลักสูตรบริหารการศึกษาคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 ผศ.ดร.ณัฐภรณ์ หลาวทอง	อาจารย์ประจำสาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 4 อาจารย์กรุณา นิมเริง	หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเบญจมราชูทิศ ในพระบรมราชูปถัมภ์
ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 5 อาจารย์ชัยัญญา ศรีหมากสุข	อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย

**คำชี้แจง :** แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของเครื่องมือวิจัยที่อธิบายไว้ก่อนหน้านี้เรื่อง “การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยโมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน” โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินและแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมถูกต้อง ความสอดคล้องด้านเนื้อหาและวัตถุประสงค์ของเครื่องมือ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย ซึ่งการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาได้กำหนดเกณฑ์ในการพิจารณา ดังนี้

- +1 หมายถึง ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์หรือไม่
- 1 หมายถึง ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์

**คำนวณหาค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดมุ่งหมาย (Item-objective Congruence: IOC)** โดยมีสูตรการคำนวณของโรเวินลีส และแฮมเบิลตัน (Rovine,li and Hambleton, 1997 : 49-60) ดังนี้

$$IOC = \frac{\Sigma R}{N}$$

โดย  $\Sigma R$  แทน ผลรวมของคะแนนจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ  
 $N$  แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

**เกณฑ์ในการพิจารณา**

- ถ้าค่า  $IOC \geq 0.5$  แสดงว่า แบบสอบข้อนี้วัดได้สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ สามารถคัดเลือกข้อสอบข้อนี้ไว้ใช้ได้
- ถ้าค่า  $IOC < 0.5$  แสดงว่า แบบสอบข้อนี้ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ ควรพิจารณาแก้ไขปรับปรุง หรือตัดทิ้ง


ตารางสรุปผลการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content validity) และการปรับแก้แบบสอบถามเพื่อสำรวจความคิดเห็นที่คลาดเคลื่อนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

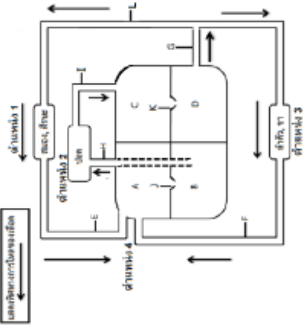
ตอนที่ 1 แบบทดสอบปรนัย จำนวน 20 ข้อ

ข้อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ															
1	สามารถสรุปโครงสร้างและกระบวนการต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนแก๊สของ คน	<p>ปัจจัยใดที่มีผลต่ออัตราการสูดดมหายใจ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>การดูดซึมออกซิเจนของเนื้อเยื่อ</li> <li>การเพิ่มสภาพความชื้นของเลือด</li> <li>การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายนอก</li> <li>ปริมาณการผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ของเนื้อเยื่อ</li> </ol> <p>เฉลย : ข้อ 2</p> <p>จากปฏิกิริยาเลือกตอบคำถามต่อไปนี้ (เลือกตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้)</p> $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$ <p>คำถามข้อที่ 1 ปฏิริยานี้เกิดขึ้นที่ใดมากที่สุด</p> <p>คำถามข้อที่ 2 ปฏิริยานี้คาร์บอนไดออกไซด์ถูกขนส่งในรูปแบบใดมากที่สุด</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>ตัวเลือก</th> <th>คำตอบข้อที่ 1</th> <th>คำตอบข้อที่ 2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>เนื้อเลือดแดง</td> <td>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ในพลาสมา</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>พลาสมา</td> <td>HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> ในพลาสมา</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>เนื้อเลือดแดง</td> <td>CO<sub>2</sub> ในพลาสมา</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>พลาสมา</td> <td>CO<sub>2</sub> โดยจับกับเฮโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง</td> </tr> </tbody> </table> <p>เฉลย : ข้อ 1</p>	ตัวเลือก	คำตอบข้อที่ 1	คำตอบข้อที่ 2	1	เนื้อเลือดแดง	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ในพลาสมา	2	พลาสมา	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ในพลาสมา	3	เนื้อเลือดแดง	CO <sub>2</sub> ในพลาสมา	4	พลาสมา	CO <sub>2</sub> โดยจับกับเฮโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง	1.00	<p>วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p>	<p>มีการปรับแก้ตัวเลือกด้วยเรียงตามลำดับความยากของประโยคตัดข้อความ "การสูดดมหายใจ เป็นรีเฟล็กซ์แอกซันอย่างหนึ่ง" ออก</p>
ตัวเลือก	คำตอบข้อที่ 1	คำตอบข้อที่ 2																		
1	เนื้อเลือดแดง	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ในพลาสมา																		
2	พลาสมา	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ในพลาสมา																		
3	เนื้อเลือดแดง	CO <sub>2</sub> ในพลาสมา																		
4	พลาสมา	CO <sub>2</sub> โดยจับกับเฮโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง																		
2			1.00	<p>วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p>	<p>ตัดคำว่า "จาก" ในข้อความข้อที่ 1 และ 2 ออก</p> <p>จากคำถามข้อที่ 2 ตัดคำว่า "กระแสเลือดออก" เนื่องจากเป็นการซ้ำคำตอบชัดเจนเกินไป</p>															

ข้อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
3.	อธิบายเกี่ยวกับความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับปอดและโรคของระบบทางเดินหายใจ	<p>เหตุใดผู้ที่เป็นโรคถุงลมโป่งพองจึงมีอาการหายใจเข้าออกลำบาก เหนื่อย และหอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ผนังถุงลมถูกทำลายทะลุถึงกัน</li> <li>2) มีเชื้อแบคทีเรียหรือไวรัสเข้าสู่หลอดลม</li> <li>3) มีน้ำในช่องเยื่อหุ้มปอด</li> <li>4) ช่องอกแฟบ ปอดขยายตัวไม่ได้ ทำให้หลอดลมตีบ</li> </ol> <p>เฉลย : ข้อ 1</p> <p>สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่อยู่ในน้ำจืดขับถ่ายของเสียในรูปใดมากที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) แอมโมเนีย</li> <li>2) ยูเรีย</li> <li>3) กรดยูริก</li> <li>4) ยูเรียและแอมโมเนีย</li> </ol> <p>เฉลย : ข้อ 1</p> <p>สัตว์ 3 ชนิด คือ A B และ C มีการกำจัดของเสียที่เป็นสารประกอบไนโตรเจนในปริมาณที่แตกต่างกัน ดังนี้</p> <p>A : แอมโมเนียมากกว่ายูเรีย B: ยูเรียมากกว่ากรดยูริก C: กรดยูริกมากกว่ายูเรีย</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ปลาบิล สุนัข กบ</li> <li>2) ปลานิล สุนัข นกแก้ว</li> <li>3) สุนัข กบ ฉลาม</li> <li>4) สุนัข นกแก้ว กบ</li> </ol> <p>เฉลย : ข้อ 2</p> <p>สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เป็นไฮโปโทนิก (hypotonic solution) จะเกิดกลไกการลำเลียงสารอย่างไร</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ก. น้ำจากสภาพแวดล้อมเข้าสู่เซลล์</li> <li>ข. เซลล์จะสูญเสียน้ำให้กับสภาพแวดล้อม</li> <li>ค. คอนแทรกไทล์แควคิโวลจะสะสมน้ำที่เข้ามา</li> <li>ง. คอนแทรกไทล์แควคิโวลจะขับน้ำที่มากเกินไปออกนอกเซลล์</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ข้อ ก และ ค</li> <li>2) ข้อ ก และ ง</li> <li>3) ข้อ ข และ ค</li> <li>4) ข้อ ข และ ง</li> </ol> <p>เฉลย : ข้อ 2</p>	1.00	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	
4.	อธิบายกระบวนการขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์บางชนิด	<p>สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่อยู่ในน้ำจืดขับถ่ายของเสียในรูปใดมากที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) แอมโมเนีย</li> <li>2) ยูเรีย</li> <li>3) กรดยูริก</li> <li>4) ยูเรียและแอมโมเนีย</li> </ol> <p>เฉลย : ข้อ 1</p> <p>สัตว์ 3 ชนิด คือ A B และ C มีการกำจัดของเสียที่เป็นสารประกอบไนโตรเจนในปริมาณที่แตกต่างกัน ดังนี้</p> <p>A : แอมโมเนียมากกว่ายูเรีย B: ยูเรียมากกว่ากรดยูริก C: กรดยูริกมากกว่ายูเรีย</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ปลาบิล สุนัข กบ</li> <li>2) ปลานิล สุนัข นกแก้ว</li> <li>3) สุนัข กบ ฉลาม</li> <li>4) สุนัข นกแก้ว กบ</li> </ol> <p>เฉลย : ข้อ 2</p> <p>สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เป็นไฮโปโทนิก (hypotonic solution) จะเกิดกลไกการลำเลียงสารอย่างไร</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>ก. น้ำจากสภาพแวดล้อมเข้าสู่เซลล์</li> <li>ข. เซลล์จะสูญเสียน้ำให้กับสภาพแวดล้อม</li> <li>ค. คอนแทรกไทล์แควคิโวลจะสะสมน้ำที่เข้ามา</li> <li>ง. คอนแทรกไทล์แควคิโวลจะขับน้ำที่มากเกินไปออกนอกเซลล์</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ข้อ ก และ ค</li> <li>2) ข้อ ก และ ง</li> <li>3) ข้อ ข และ ค</li> <li>4) ข้อ ข และ ง</li> </ol> <p>เฉลย : ข้อ 2</p>	1.00	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	
5.			0.40	ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์	ตัดทิ้ง
6			0.40	ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์	ตัดทิ้ง

ข้อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
7.	เปรียบเทียบลักษณะอวัยวะที่ใช้ในการขับถ่ายระหว่างของคณและของสัตว์	<p>เนฟริเดียม (nephridium) ของได้เดียมคินมีลักษณะคล้าย เนฟรอน (nephron) ของคนมากที่สุด แต่มีลักษณะที่แตกต่างกันหนึ่งอย่าง ข้อใดคือลักษณะที่แตกต่างกันระหว่างเนฟริเดียมและเนฟรอน</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) nephron มีขนาดใหญ่มากกว่า nephridium มาก</li> <li>2) nephron ดูนากลับได้ ส่วน nephridium ดูนากลับ ไม่ได้</li> <li>3) nephron สกัตสารพวยเรีย ส่วน nephridium สกัต สารพวยกรีก</li> <li>4) nephron มีเส้นเลือดฝอย glomerulus แต่ nephridium ไม่มี</li> </ol> <p>เฉลย : ข้อ 4</p>	0.40	ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์	ตัดทิ้ง
8.	สรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของไต และอวัยวะที่เกี่ยวข้อง	<p>ข้อใดเรียงลำดับโครงสร้างที่ใช้ในการกรองของเสียออกจากเลือด กรองจนขับเป็นน้ำปัสสาวะได้</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) โกลเมอรูลัส -&gt; ไบ์แมนส์แคปซูล -&gt; ท่อขดส่วนต้น -&gt; ท่อขดส่วนปลาย -&gt; ท่วงเฮนเล -&gt; ท่อรวม</li> <li>2) ไบ์แมนส์แคปซูล -&gt; โกลเมอรูลัส -&gt; ท่อขดส่วนต้น -&gt; ท่อขดส่วนปลาย -&gt; ท่วงเฮนเล -&gt; ท่อรวม</li> <li>3) ไบ์แมนส์แคปซูล -&gt; โกลเมอรูลัส -&gt; ท่อขดส่วนต้น -&gt; ท่วงเฮนเล -&gt; ท่อขดส่วนปลาย -&gt; ท่อรวม</li> <li>4) โกลเมอรูลัส -&gt; ไบ์แมนส์แคปซูล -&gt; ท่อขดส่วนต้น -&gt; ท่วงเฮนเล -&gt; ท่อขดส่วนปลาย -&gt; ท่อรวม</li> </ol> <p>เฉลย : ข้อ 4</p>	0.40	ไม่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	ตัดทิ้ง เนื่องจากข้อคำถามไม่ชัดเจน โดยที่ได้กระบวนกรจนถึงขั้นขับปัสสาวะ ไม่ได้มีเฉพาะการกรอง

ข้อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
9	สรุปเกี่ยวกับการทำงานของไตกับการรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุของร่างกาย	<p>กลไกการกรองเกิดจากปัจจัยใด</p> <p>ก. ของเสียมีขนาดไม่เล็กเกินไป ข. โกลเมอรูลัสอยู่ในโพรงแคปซูล ค. ผนังของโกลเมอรูลัสเป็นเยื่อกรองที่ให้พลาสมาไหลผ่าน ง. ขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของหลอดเลือดเข้าออกโกลเมอรูลัสต่างกัน</p> <p>1) ก ถูก 2) ก และ ข ถูก 3) ข และ ค ถูก 4) ค และ ง ถูก</p> <p>เฉลย : ข้อ 4</p>	0.40	ไม่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	ตัดทิ้ง เนื่องจากคำตอบไม่ชัดเจน ตัวเลือกข้อ ก สามารถเป็นคำตอบที่ถูกต้องเพราะโปรตีนไม่แยกใหญ่ผ่านไม่ได้
10		<p>จากภาพ เป็นส่วนหนึ่งของหน่วยไต สาร X ที่พบหลังจากกระบวนการกรองคือสารใด สารนี้จะละลายอยู่ในของเหลวที่ไหลผ่านจากท่อสู่กระเพาะปัสสาวะ มีสารใดบ้าง</p>  <p>glomerulus Bowman's capsule</p> <p>ก. กรดอะมิโน ข. กลูโคส ค. โปรตีน ง. เกลือแร่ 1) ข้อ ก และ ข 2) ข้อ ก และ ง 3) ข้อ ก ข และ ง 4) ข้อ ก ค และ ง</p> <p>เฉลย : ข้อ 3</p>	1.00	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	ปรับแก้โดยตัด คำว่า “พลาสมา” ในตัวเลือกข้อ ค. ออก

ข้อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ																																								
11		<p>สารที่ละลายอยู่ในของเหลวที่ไหลผ่านจากท่อได้สู่กระเพาะปัสสาวะ มีสารใดบ้าง</p> <table border="1" data-bbox="531 902 735 1585"> <thead> <tr> <th>ข้อ</th> <th>น้ำ</th> <th>โปรตีน</th> <th>ยูเรีย</th> <th>กรดยูริก</th> <th>กลูโคส</th> <th>กรดอะมิโน</th> <th>ไอออน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>มี</td> <td>ไม่มี</td> <td>ไม่มี</td> <td>มี</td> <td>มี</td> <td>ไม่มี</td> <td>มี</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>มี</td> <td>มี</td> <td>มี</td> <td>ไม่มี</td> <td>ไม่มี</td> <td>มี</td> <td>มี</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>มี</td> <td>ไม่มี</td> <td>มี</td> <td>มี</td> <td>ไม่มี</td> <td>ไม่มี</td> <td>มี</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>มี</td> <td>ไม่มี</td> <td>มี</td> <td>ไม่มี</td> <td>มี</td> <td>ไม่มี</td> <td>มี</td> </tr> </tbody> </table> <p>เฉลย : ข้อ 3</p>	ข้อ	น้ำ	โปรตีน	ยูเรีย	กรดยูริก	กลูโคส	กรดอะมิโน	ไอออน	1	มี	ไม่มี	ไม่มี	มี	มี	ไม่มี	มี	2	มี	มี	มี	ไม่มี	ไม่มี	มี	มี	3	มี	ไม่มี	มี	มี	ไม่มี	ไม่มี	มี	4	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	มี	1.00	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	
ข้อ	น้ำ	โปรตีน	ยูเรีย	กรดยูริก	กลูโคส	กรดอะมิโน	ไอออน																																						
1	มี	ไม่มี	ไม่มี	มี	มี	ไม่มี	มี																																						
2	มี	มี	มี	ไม่มี	ไม่มี	มี	มี																																						
3	มี	ไม่มี	มี	มี	ไม่มี	ไม่มี	มี																																						
4	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	มี																																						
12		<p>จากภาพงตอบคำถามข้อ 12- 14 ต่อไปนี้</p> 																																											

ข้อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
12	สรุปเกี่ยวกับกลไกการลำเลียงสารในร่างกายของคน	หลอดเลือดในตัวอวัยวะใด ควรเป็นหลอดเลือดอาร์เทอร์รี่ 1) H และ G 2) H และ I 3) E และ F 4) G และ F <b>เฉลย : ข้อ 1</b> จากภาพหลอดเลือดในตัวใดที่มีอัตราเร็วของเลือดเร็วที่สุด 1) E และ G 2) F และ H 3) E และ H 4) G และ L <b>เฉลย : ข้อ 4</b> จากภาพความดันเลือดที่บริเวณใดในภาพมีค่าน้อยที่สุด 1) ตำแหน่ง 1 2) ตำแหน่ง 2 3) ตำแหน่ง 3 4) ตำแหน่ง 4 <b>เฉลย : ข้อ 4</b>	1.00	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	
13		หลอดเลือดชนิดใดที่ใช้ในการวัดชีพจร 1) หลอดเลือดอาร์เทอร์รี่ (Artery) 3) หลอดเลือดฝอย (Capillary) <b>เฉลย : ข้อ 1</b> หลักที่ใช้ในการจำแนกหมู่เลือดในระบบ ABO คือข้อใด 1) ชนิดของสารแอนติเจนที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดขาวและชนิดของแอนติเจนในน้ำเลือด 2) ชนิดของสารแอนติเจนในน้ำเหลืองและชนิดของแอนติบอดีที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดขาว 3) ชนิดของสารแอนติเจนที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดงและชนิดของแอนติบอดีในน้ำเลือด 4) ชนิดของสารแอนติเจนในน้ำเลือดและชนิดของแอนติบอดีที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดขาว <b>เฉลย : ข้อ 3</b>	1.00	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	ปรับแก้ข้อคำถามให้ชัดเจนยิ่งขึ้น โดย ถ้ามว่า “จากภาพที่บริเวณตำแหน่งใด มีค่าความดันเลือดน้อยที่สุด” ปรับแก้ตัวเลือก ข้อ 4 เป็น หลอดเลือดเวเนคากา (Vena cava)
14			1.00	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	
15			1.00	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	
16			1.00	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	



ชื่อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ																												
17	สรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของเลือด หมู่เลือด การให้และรับเลือด	<p>ข้อสอบ</p> <p>จงใช้ข้อมูลในตารางต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 17</p> <p>รูจิวาได้ทำการตรวจสอบและพบว่าเลือดของตนเองนั้นจะตกตะกอนเมื่อหยดสารเคมี Anti-A เท่านั้น หลังจากนั้นเขาจึงเอาเลือดของตนเองและของเพื่อนอีกสองคน คือ เบญจมาศ และประภาศรี มาแยกเป็นสองส่วน คือ ส่วนที่เป็นซีรัมและส่วนที่เป็นเม็ดเลือด หลังจากนั้นนำส่วนที่ได้มาผสมกันเป็นคู่ๆ ได้ผลดังตารางต่อไปนี้</p> <table border="1" data-bbox="667 936 874 1227"> <thead> <tr> <th>ซีรัม (Serum)</th> <th>เม็ดเลือดแดง</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>รูจิวา</td> <td>เบญจมาศ</td> <td>จับกลุ่มเกิดการตกตะกอน</td> <td></td> </tr> <tr> <td>รูจิวา</td> <td>ประภาศรี</td> <td>ไม่จับกลุ่มตกตะกอน</td> <td></td> </tr> <tr> <td>เบญจมาศ</td> <td>รูจิวา</td> <td>ไม่จับกลุ่มตกตะกอน</td> <td></td> </tr> <tr> <td>เบญจมาศ</td> <td>ประภาศรี</td> <td>ไม่จับกลุ่มตกตะกอน</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ประภาศรี</td> <td>รูจิวา</td> <td>จับกลุ่มเกิดการตกตะกอน</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ประภาศรี</td> <td>เบญจมาศ</td> <td>จับกลุ่มเกิดการตกตะกอน</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>จากการทดลองดังกล่าวนี้นักเรียนคิดว่า ประเภทรีจะมีหมู่เลือดใด</p> <p>1) B      2) O      3) AB      4) A</p> <p>เฉลย : ข้อ 3</p> <p>คนที่หมู่เลือด A และ Rh<sup>-</sup> สามารถรับเลือดจากบุคคลที่มีหมู่เลือดใดได้</p> <p>1) คนที่มีหมู่เลือด A และ Rh<sup>-</sup></p> <p>2) คนที่มีหมู่เลือด AB และ Rh<sup>+</sup></p> <p>3) คนที่มีหมู่เลือด A และ Rh<sup>+</sup></p> <p>4) ถูกทุกข้อ</p> <p>เฉลย : ข้อ 1</p>	ซีรัม (Serum)	เม็ดเลือดแดง			รูจิวา	เบญจมาศ	จับกลุ่มเกิดการตกตะกอน		รูจิวา	ประภาศรี	ไม่จับกลุ่มตกตะกอน		เบญจมาศ	รูจิวา	ไม่จับกลุ่มตกตะกอน		เบญจมาศ	ประภาศรี	ไม่จับกลุ่มตกตะกอน		ประภาศรี	รูจิวา	จับกลุ่มเกิดการตกตะกอน		ประภาศรี	เบญจมาศ	จับกลุ่มเกิดการตกตะกอน		0.40	ไม่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ
ซีรัม (Serum)	เม็ดเลือดแดง																																
รูจิวา	เบญจมาศ	จับกลุ่มเกิดการตกตะกอน																															
รูจิวา	ประภาศรี	ไม่จับกลุ่มตกตะกอน																															
เบญจมาศ	รูจิวา	ไม่จับกลุ่มตกตะกอน																															
เบญจมาศ	ประภาศรี	ไม่จับกลุ่มตกตะกอน																															
ประภาศรี	รูจิวา	จับกลุ่มเกิดการตกตะกอน																															
ประภาศรี	เบญจมาศ	จับกลุ่มเกิดการตกตะกอน																															
18			1.00	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	ปรับตัวเลือกข้อ 4 เป็น “คนที่มีหมู่เลือด O และ Rh <sup>+</sup> ”																												

ข้อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
19	อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับระบบนำเหลือง ระบบภูมิคุ้มกัน และกลไกการสร้างภูมิคุ้มกัน	ซีรัม (serum) และพลาสมามีลักษณะที่แตกต่างกันอย่างไร 1) ซีรัมเป็นเลือดที่เอาเม็ดเลือดทั้งหมดออกแล้ว 2) ซีรัมเป็นเลือดที่เอาเม็ดเลือดและพลาสมาโปรตีนออกแล้ว 3) ซีรัมเป็นเลือดที่เอาเม็ดเลือดและไฟบริโนเจนออกแล้ว 4) ซีรัมเป็นเลือดที่เอาพลาสมาโปรตีนและไอออนต่างๆ ออกแล้ว เลข : ข้อ 3	1.00	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	ผู้เชี่ยวชาญ ปรับตัวเลือก ข้อ 4
20		การที่เราฉีดพอกซอยด์ toxiod และเซรัม serum ของเชื้อบาดทะยักเข้าไปในร่างกายก็จะไปกระตุ้นให้ร่างกายเกิดภูมิคุ้มกันชนิดใดและมีลักษณะอย่างไร ก. ภูมิคุ้มกันก่อนเอง เกิดเร็ว หายเร็ว ข. ภูมิคุ้มกันก่อนเอง เกิดช้า อยู่ได้นาน ค. ภูมิคุ้มกันรับมา เกิดเร็ว หายเร็ว ง. ภูมิคุ้มกันรับมา เกิดช้า อยู่ได้นาน 1) ก และ ข 2) ข และ ค 3) ค และ ง เลข : ข้อ 2	0.40	ไม่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	ตัดทิ้ง

**ตอนที่ 2 แบบถูกผิด จำนวน 20 ข้อ**

ข้อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
1	อธิบายกระบวนการต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับแลกเปลี่ยนแก๊สของคน	การหายใจ (Respiration) เกิดขึ้นในปอดเท่านั้น	1.00	วัดได้สอดคล้อง	ตัดทิ้ง เนื่องจากคนละระบบกันไม่ควรมีมาเปรียบเทียบ
2		อากาศเดินทางจากปอดภายในหลอดผ่านร่างกายเหมือนกับเลือดภายในหลอดเลือด	0.40	ไม่สอดคล้อง	
3		แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นสารที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของพลาสมา	1.00	วัดได้สอดคล้อง	
4		การหายใจออกเป็นการนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกเพียงอย่างเดียว	1.00	วัดได้สอดคล้อง	
5		คำว่า "Breathing" และ คำว่า "Respiration" ทั้งสองเป็นคำที่มีความหมายเหมือนกัน	0.40	ไม่สอดคล้อง	ตัดทิ้ง
6		เราสามารถควบคุมการหายใจได้โดยสมองส่วน เซรีบรัมคอร์เทกซ์ ไฮโปทาลามัส และ เซรีบลลัม	0.80	วัดได้สอดคล้อง	
7		การหายใจเข้า จะทำให้อากาศเข้าไปปอด ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ปอดแผ่ขยาย	1.00	วัดได้สอดคล้อง	ปรับแก้ คำว่า "แผ่ขยาย" เป็น คำว่า "ขยายใหญ่"
8	สรุปความหมายของของเสียและการขับถ่าย	อวัยวะที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการขับถ่ายมีเพียงไต และมียูเรียเป็นของเสียที่ร่างกายขับออกมา	0.40	ไม่สอดคล้อง	ตัดทิ้ง

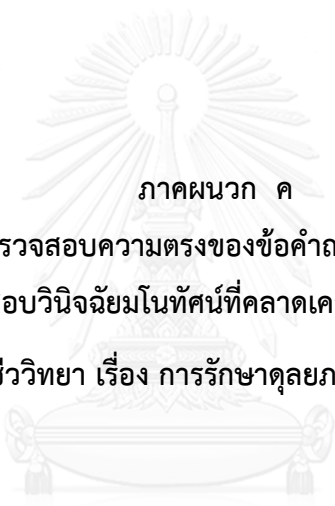
ข้อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
9	สรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของไต และ อวัยวะที่เกี่ยวข้อง	หลอดเลือดคาร์ดิอาร์ทอรีทอรี (renal artery) จะนำเลือดไปยังหน่วยไตเดียวในไต หลังจากนั้นเลือดที่กรองแล้วจะย้อนกลับหน่วยไตในไตโดยหลอดเลือดเวเนน(renal vein) ไตแบ่งออกเป็น 2 บริเวณ โดยบริเวณส่วนนอก เรียกว่า คอร์เทกซ์ (cortex) และบริเวณส่วนใน เรียกว่า เมดุลลา (medulla)	0.60	วัดได้สอดคล้อง	ปรับแก้ คำว่า หน่วยไตเดียว เป็น หน่วยไตเพียงหนึ่งหน่วย
10		ฮอร์โมน ADH และแอลโดสเตอโรล เป็นฮอร์โมนชนิดเดียวกันที่ทำหน้าที่ดูดกลับน้ำและแร่ธาตุ	1.00	วัดได้สอดคล้อง	
11	สรุปเกี่ยวกับการทำงานของไตกับการรักษาคุณภาพของน้ำและแร่ธาตุของร่างกาย	ไตเทียม (Artificial kidney) เป็นอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ใส่เข้าไปในร่างกายของผู้ที่มีไตพิการ เพื่อทำหน้าที่แทนไต	1.00	วัดได้สอดคล้อง	
12	อธิบายความสัมพันธ์เกี่ยวกับไตและโรคของไต	น้ำย้อมที่มีสารคาเฟอีน และเบียร์ซีมีแอลกอฮอล์ เป็นสารไตรเอตริกที่ร่างกายสูญเสีย น้ำออกไปมากกว่าการดูดกลับ	1.00	วัดได้สอดคล้อง	
13		หลอดเลือดคอร์ทอรี คือหลอดเลือดที่ลำเลียงเลือดที่มีออกซิเจนสูง ในขณะที่หลอดเลือดเวเนนคือหลอดเลือดที่ลำเลียงเลือดที่มีออกซิเจนต่ำ	1.00	วัดได้สอดคล้อง	
14	สรุปเกี่ยวกับการลำเลียงสารในร่างกายนของคน		1.00	วัดได้สอดคล้อง	

ข้อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
15	อธิบายการลำเลียงสารในร่างกายของสัตว์บางชนิด	สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว เช่น อะมีบา พารามีเซียม มีวิธีการลำเลียงสารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ ซึ่งสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมโดยตรง	0.4	ไม่สอดคล้อง	ตัดทิ้ง
16	สรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของเลือด	Blood clot (การที่เกล็ดเลือดจับตัวเป็นลิ่มหรือเป็นก้อน) เกิดขึ้นเมื่อเนื้อเยื่อเปิดออกหรือมีบาดแผลเท่านั้น	1	วัดได้สอดคล้อง	
17	สรุปเกี่ยวกับการลำเลียงสารในร่างกายของคน	หลอดเลือดพอร์โมเรียอร์เทอริเป็นหลอดเลือดที่นำเลือดที่มีแก๊สออกซิเจนน้อย แต่มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มากออกจากหัวใจไปยังปอด	1	วัดได้สอดคล้อง	
18		อัตราการไหลของหลอดเลือดฝอยของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมมีค่าน้อยที่สุด เพราะขนาดของหลอดเลือดฝอยมีขนาดเล็กถึงทำให้เกิดความต้านทานในการไหลของเลือดสูง	0.8	วัดได้สอดคล้อง	
19		ปัจจัยในการแลกเปลี่ยนสารระหว่างหลอดเลือดฝอยและเซลล์ร่างกายคือ กระบวนการแพร่ผ่านผนังของหลอดเลือดฝอยที่ผนังบางมาก	0.4	ไม่สอดคล้อง	ตัดทิ้ง
20	สรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของเลือด หนูเลือด การให้และรับเลือด	การที่เกิดการรับเลือดมาแล้วเกิดการตกตะกอนเนื่องจากปฏิกิริยาของแอนติเจนบนผิวเม็ดเลือดแดงไม่ตรงกัน	0.4	วัดได้สอดคล้อง	

**ตอนที่ 3 แบบอัตนัย จำนวน 11 ข้อ**

ข้อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
1.	อภิปราย เปรียบเทียบและสรุปโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียว	การแลกเปลี่ยนแก๊สของพองน้ำ ไฮดรา พลาเนเรีย และไส้เดือนดินเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร	0.40	ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์	ตัดทิ้ง
2	อภิปราย เปรียบเทียบและสรุปโครงสร้างกระบวนการต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์	หอยทากและหาคูกตุลิต ซึ่งอาศัยอยู่บนบกเหมือนกัน นักเรียนคิดว่าสัตว์ทั้งสองจะใช้โครงสร้างในการแลกเปลี่ยนแก๊สเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร	1.00	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	สัตว์คนละโหล่งกับ ไมศวร นำมาเปรียบเทียบ
3		เพราะเหตุใด แผลงจึงไม่จำเป็นต้องมีระบบหมุนเวียนเลือดเป็นตัวนำแก๊สออกซิเจนไปให้เซลล์ต่างๆทั่วร่างกาย	0.40	ไม่สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	ตัดทิ้ง
4		ถ้าหนักขึ้นได้ มีปอดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม นกจะสามารถบินได้หรือไม่ได้..... ถ้าหนักกว่าบินไม่ได้ นักเรียนคิดว่าจะเกิดปัญหาอะไรกับการบินของนก	0.80	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	ตัดทิ้ง
5		แมงมุม ใช้ปอดแห้ง (book lung) เป็นโครงสร้างในการแลกเปลี่ยนแก๊ส ปลาและกุ้งใช้เหงือกเป็นโครงสร้างในการแลกเปลี่ยนแก๊ส สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมใช้ปอดเป็นโครงสร้างในการแลกเปลี่ยนแก๊สจะเห็นได้ว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดจะใช้โครงสร้างในการแลกเปลี่ยนแก๊สที่แตกต่างกัน นักเรียนคิดว่าโครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สควรมีลักษณะอย่างไร	0.40	ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์	ตัดทิ้ง

ข้อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
6	สรุป และนำเสนอเกี่ยวกับความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับปอดและโรคของระบบทางเดินหายใจ	จงอธิบายสาเหตุของการเกิดปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ การหาว เกิดจาก ..... การไอ เกิดจาก ..... การสะอึก เกิดจาก ..... การจาม เกิดจาก .....	1	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	
7		การที่สมชายพยายามจะฆ่าตัวตายโดยวิธีกรงลิ้นหอยใจ แต่สมชายไม่สามารถทำได้ เพราะเหตุใดทำให้สมชายต้องรีบหายใจ และเกิดจากระบบประสาทส่วนใดที่ช่วยในการรักษาสมภาวะสมดุลการหายใจในร่างกาย	0.4	ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์	ตัดทิ้ง เนื่องจากข้อคำถามนี้ไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
8	อธิบาย และสรุปความหมายของเสียงและการขับถ่าย	การถ่ายอุจจาระออกจากร่างกายถือว่าเป็นการขับถ่ายหรือไม่ เพราะเหตุใด	1	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	
9	สรุปเกี่ยวกับการลำเลียงสารในร่างกายของคน	นักเรียนสามารถวัดชีพจรจากหลอดเลือดบริเวณใดหรือไม่ เพราะเหตุใด	1		
10	สรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของเลือด	การที่เซลล์เม็ดเลือดแดงไม่มีนิวเคลียสและมีลักษณะกลมแบน ตรงกลางบุ๋มมัน เหมาะสมต่อหน้าที่ และมีผลต่ออายุของเซลล์เม็ดเลือดแดงอย่างไร	1	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	
11	อธิบาย และสรุปเกี่ยวกับระบบน้ำเหลือง ระบบภูมิคุ้มกัน	จงอธิบายความแตกต่างระหว่างวัคซีนและเซรัม	1		



ภาคผนวก ค  
แบบสรุปผลการตรวจสอบความตรงของข้อคำถาม (IOC) โดยผู้เชี่ยวชาญ  
สำหรับประเมินแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน แบบเลือกตอบสามระดับ  
วิชาชีพวิทยา เรื่อง การรักษาตุลยภาพในร่างกาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY



แบบสรุปผลการตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา(IOC) ของเครื่องมือ โดยผู้เชี่ยวชาญ  
สำหรับประเมินแบบสอบถามโน้ตที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามารถศึกษาชีวิตวิทยานิพนธ์ของนิสิตฝึกสอน

เอกสารฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานเก็บข้อมูลประกอบการดำเนินการทำวิทยานิพนธ์

### เรื่อง “การพัฒนาแบบสอบถามโน้ตที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามารถศึกษาชีวิตวิทยานิพนธ์ของนิสิตฝึกสอน”

ของนางสาวเลศบุษยา ไทยเจริญ นิสิตหลักสูตรครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา

ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โดยมี รองศาสตราจารย์ ดร.วรรณิ์ แกมเกตุ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา

#### รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. อาจารย์น้ำผึ้ง ศุภอุทุมพร อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม
2. ดร.เตือนใจ ดลประสิทธิ์ อาจารย์ประจำหลักสูตรบริหารการศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา
3. ผศ.ดร.ณัฐภรณ์ หลาวทอง อาจารย์ประจำสาขาการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. อาจารย์ธัญญา ศรีหมากสุข อาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สาขาชีววิทยา โรงเรียนสามเสนวิทยาลัย
5. อาจารย์กรุณา นิมเรือง หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ โรงเรียนเบญจมราชาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์

**คำชี้แจง :** แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) ของเครื่องมือวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ วิชาชีววิทยา ของนิสิตฝึกสอน” โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินและแสดงความเห็นเกี่ยวกับความเหมาะสมของข้อคำถามเนื้อหาและ วัตถุประสงค์ของเครื่องมือ เพื่อนำไปใช้เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย ซึ่งการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาได้กำหนดเกณฑ์ในการ พิจารณาดังนี้

+1	หมายถึง	ข้อคำถามมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามมีความสอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์หรือไม่
-1	หมายถึง	ข้อคำถามไม่สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์

คำนวณค่าดัชนีสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดมุ่งหมาย (Item-objective Congruence: IOC) โดยมีสูตรการคำนวณ ของโรวินสลีย์ และแฮมเบิลตัน (Rovinnelli and Hambleton, 1997 : 49-60) ดังนี้

$$IOC = \frac{\Sigma R}{N}$$

โดย  $\Sigma R$  แทน ผลรวมของคะแนนจากการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ  
 $N$  แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

**เกณฑ์ในการพิจารณา**

- ถ้าค่า IOC  $\geq 0.5$  แสดงว่า แบบสอบข้อนี้วัดได้สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ สามารถคัดเลือกข้อสอบข้อนี้มาใช้ได้
- ถ้าค่า IOC  $< 0.5$  แสดงว่า แบบสอบข้อนี้ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์ ควรพิจารณาแก้ไขปรับปรุง หรือตัดทิ้ง

ตารางสรุปผลการตรวจสอบความตรงตามเนื้อหา (Content validity) และการปรับแก้แบบสอบถามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
	สามารถสรุปโครงสร้างและกระบวนการต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนเงินตรา	<p>1.1 ปัจจัยใดที่มีผลต่ออัตราการออมหยาดใจ</p> <p>1) อุณหภูมิ 3) ปริมาณแก๊สออกซิเจน</p> <p>1.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <p>1) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายนอก เมื่ออุณหภูมิต่ำ ทำให้หายใจดีขึ้น เพื่อรักษาอุณหภูมิภายในร่างกายให้คงที่</p> <p>2) การเพิ่มสภาพความเป็นต่างของเลือด เมื่อเลือดมีความเป็นด่างมากขึ้น ทำให้หายใจดีขึ้น</p> <p>3) เนื่องจากภายในร่างกายต้องการแก๊สออกซิเจนในกระบวนการทำงานต่างๆ</p> <p>4) เมื่อร่างกายมีปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สูง จะไปกระตุ้นการทำงานของสมองทำให้หายใจดีขึ้น</p> <p>5) .....</p> <p>1.3 คุณมีใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่</p> <p>1) มีใจ 2) ไม่มีใจ</p>	<p>0.8</p> <p>1</p>	<p>วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p> <p>วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p>	<p>ปรับแก้โจทย์ โดยตัดคำว่า "อุณหภูมิ" ปรับตัวเลือก ข้อ 3 และ 4 โดยตัดคำว่า ปริมาณ ออก</p>

ข้อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
2.	สามารถสรุปโครงสร้างและกระบวนการต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน	<p>2.1 ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นที่ใดมากที่สุด</p> $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{H}_2\text{CO}_3 \rightleftharpoons \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$ <ol style="list-style-type: none"> <li>1) เนื้อเยื่อแดง</li> <li>3) เยื่อเซลล์</li> </ol> <p>2.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) จากปฏิกิริยา <math>\text{CO}_2</math> จะถูกลำเลียงไปยังปอดในรูปของ <math>\text{HCO}_3^-</math></li> <li>2) จากปฏิกิริยา <math>\text{CO}_2</math> จะถูกลำเลียงไปเม็ดเลือดขาวในรูปของ <math>\text{HCO}_3^-</math></li> <li>3) จากปฏิกิริยา <math>\text{CO}_2</math> จะละลายในเยื่อเซลล์ และจับกับฮีโมโกลบิน</li> <li>4) จากปฏิกิริยา <math>\text{CO}_2</math> จะละลายในพลาสมา และจับกับฮีโมโกลบิน</li> <li>5) .....</li> </ol> <p>2.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) มั่นใจ</li> <li>2) ไม่มั่นใจ</li> </ol>	0.8    0.8	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้    วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	ปรับแก้ลูกศรของสมการควรแยกออกจากกัน
3.	สามารถสรุปโครงสร้างและกระบวนการต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนแก๊สของคน	<p>3.1 อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้ปอดขยายใหญ่ เมื่อเราหายใจเข้า</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์</li> <li>2) แก๊สออกซิเจน</li> </ol> <p>3) ปริมาตรของทรวงอก</p> <p>3.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์จะแพร่เข้าสู่หลอดเลือดฝอย เกิดเป็นกรดคาร์บอนิก ส่งผลให้ปอดขยายใหญ่ขึ้น</li> <li>2) แก๊สออกซิเจนจากแพร่เข้าสู่ถุงลมโดยหลอดเลือดฝอยรอบๆ จึงทำให้ปอดขยายใหญ่ขึ้น</li> </ol> <p>3) ปริมาตรของทรวงอกที่เพิ่มขึ้น ทำให้ความดันลดลง ปอดจึงขยายใหญ่ขึ้น</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4) เนื่องจากภายในถุงลมมีอากาศเข้าไป จึงทำให้เกิดแรงดัน ปอดจึงขยายใหญ่ขึ้น</li> <li>5) .....</li> </ol> <p>3.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) มั่นใจ</li> <li>2) ไม่มั่นใจ</li> </ol>	1    1	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้    วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	ปรับแก้ตัวเลือกลให้อยู่ในระดับเดียวกัน   ปรับแก้ตัวเลือกลให้มีความสอดคล้องและกระชับมากขึ้น

ข้อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
4.	สามารถสรุปโครงสร้างและกระบวนการต่างๆที่เกี่ยวข้องกับแลกเปลี่ยนเงินแก่ของตนเอง	<p>4.1 บริเวณแลกเปลี่ยนเงินแก่ของตนเองจะมีการเพิ่มโครงสร้างหรือกิจกรรมในข้อใด</p> <p>1) ความหนา 2) พื้นที่ผิว</p> <p>3) ขนาดของเซลล์ 4) อัตราแลกเปลี่ยนของเซลล์</p> <p>4.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <p>1) เซลล์จะต้องมีความหนาเพื่อช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊ส</p> <p>2) เซลล์จะต้องมีพื้นที่ผิวมาก เพื่อช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊ส</p> <p>3) ขนาดของเซลล์จะต้องมีขนาดใหญ่ เพื่อช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊ส</p> <p>4) สิ่งมีชีวิตต้องมีอัตราแลกเปลี่ยนที่สูงขึ้น เพื่อช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊ส</p> <p>5) .....</p> <p>4.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่</p> <p>1) มั่นใจ 2) ไม่มั่นใจ</p> <p>5.1 เราสามารถบังคับการหายใจ โดยใช้สมองส่วนใด</p> <p>1) พอนส์ เมดัลลา และซีรีเบลลัม</p> <p>2) พอนส์ เมดัลลา และซีรีบรัลคอร์เทกซ์</p> <p>3) ไฮโปทาลามัส ซีรีบรัลคอร์เทกซ์ และซีริงคัลลัม</p> <p>4) ไฮโปทาลามัส ซีรีบรัลคอร์เทกซ์ และพอนส์</p> <p>5.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <p>1) เป็นสมองส่วนท้ายที่ทำหน้าที่ควบคุมการหายใจ เพื่อปรับการหายใจให้เข้ากับพฤติกรรมต่างๆ</p> <p>2) เป็นสมองส่วนหน้า และส่วนท้าย ที่สามารถควบคุมการหายใจ ซึ่งเป็นการควบคุมภายใต้อำนาจจิตใจ</p> <p>3) เป็นสมองส่วนท้ายที่ทำหน้าที่ควบคุมการหายใจ เช่น การพูด การร้องเพลง ซึ่งเป็น การควบคุมแบบอัตโนมัติ</p> <p>4) เป็นสมองส่วนหน้า และส่วนท้าย โดยจะเป็นตัวสร้างและส่งสัญญาณประสาทไป กระตุ้นกล้ามเนื้อ ซึ่งเป็นการควบคุมแบบอัตโนมัติ</p> <p>5) .....</p>	0.6	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	ปรับแก้ไขโจทย์จากคำว่า “โครงสร้างหรือกิจกรรม” เป็น ลักษณะอย่างไร
5.	สามารถสรุปโครงสร้างและกระบวนการต่างๆที่เกี่ยวข้องกับแลกเปลี่ยนเงินแก่ของตนเอง		0.8	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	ปรับแก้ไขโจทย์ให้มีความชัดเจนขึ้น
			0.8	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	

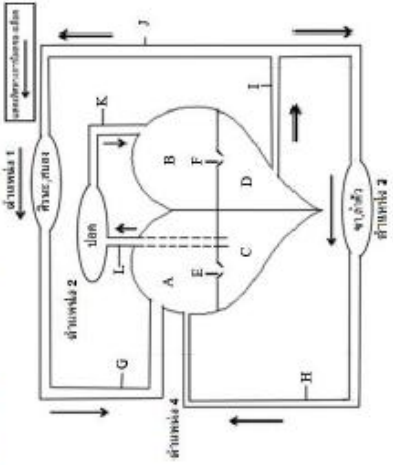
ข้อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
6.	สรุปโครงสร้างกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์	<p>6.1 พลาสมาเลือกมีการแลกเปลี่ยนแก๊สในลักษณะเดียวกับสัตว์ชนิดใด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ไส้เดือนดิน</li> <li>2) อะมีบา</li> <li>3) หอย</li> <li>4) หอยทาก</li> </ol> <p>6.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) มีโครงสร้างค้ำเอื้อที่ช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊สเหมือนกัน</li> <li>2) มีโครงสร้างค้ำเอื้อที่ช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊สเหมือนกัน</li> <li>3) มีโครงสร้างค้ำเอื้อที่ช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊สเหมือนกัน</li> <li>4) มีโครงสร้างค้ำเอื้อที่ช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊สเหมือนกัน</li> <li>5) .....</li> </ol> <p>6.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) มั่นใจ</li> <li>2) ไม่มั่นใจ</li> </ol>	0.6  0.6	<p>วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p> <p>วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p>	
7.	สรุป และนำเสนอเกี่ยวกับความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับปอดและโรคของระบบทางเดินหายใจ	<p>7.1 ข้อใดคือของเสียจากผู้ปวยที่เป็นโรคปอดบวม (Pneumonia)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ปัสสาวะ</li> <li>2) เหนหะ</li> <li>3) น้ำเหลือง</li> <li>4) เลือด</li> </ol> <p>7.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) โรคปอดบวมเกิดจากเชื้อไวรัส ทำให้ปอดเกิดการอักเสบ มีไข้ มีการขับปัสสาวะบ่อยขึ้น</li> <li>2) <b>โรคปอดบวมเกิดจากมีเชื้อแบคทีเรียเข้าสู่ปอด ผู้ป่วยจะมีอาการไอ และมีเสมหะออกมา</b></li> <li>3) โรคปอดบวมเกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรียในกระแสเลือด จึงทำให้ผู้ป่วยมีอาการไอออกมาเป็นเลือด</li> <li>4) โรคปอดบวมเกิดจากมีเชื้อโรคเข้าสู่ปอด เนื่องมาจากการสำลักน้ำเข้าไปในปอด หรือเกิดจากสภาพอากาศที่มีความชื้นสูง จึงมีน้ำเหลืองไหลออกมา</li> <li>5) .....</li> </ol> <p>7.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) มั่นใจ</li> <li>2) ไม่มั่นใจ</li> </ol>	0.2  0.4	<p>ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์</p> <p>ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์</p>	<p>ปรับตัวเลือก จาก "ปัสสาวะ" เป็น "น้ำหนอง"</p> <p>ปรับตัวเลือกเนื่องจากตัวเลือกมีความชัดเจนเกินไป ไม่เหมาะสมผล</p>

ชื่อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
8.	สรุป และนำเสนอเกี่ยวกับความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับปอดและโรคของระบบทางเดินหายใจ	<p>ข้อสอบ</p> <p>8.1 ข้อใดเป็นสาเหตุทำให้ผู้ที่ป็นโรคถุงลมโป่งพองจึงมีอาการหายใจเข้าออกลำบาก เหนื่อยและหอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ช่องอกแฟบ</li> <li>2) เนื้อเยื่อที่เรียหรือไวรัส</li> <li>3) น้ำเหลืองและน้ำเมือก</li> <li>4) ผนังถุงลมรั่ว</li> </ol> <p>8.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) เนื่องจากต้องออกแรง ทำให้ปอดขยายตัวไม่ได้ จึงทำให้หลอดลมตีบ อากาศไม่สามารถผ่านเข้าไปยังปอด จึงทำให้ต้องเพิ่มอัตราการหายใจ</li> <li>2) เกิดจากมีเนื้อเยื่อที่เรียหรือเชื้อไวรัสเข้าสู่หลอดลม เกิดการแพ้ระคายอย่างรวดเร็วจึงทำให้พื้นที่ผิวสำหรับการแลกเปลี่ยนแก๊สลดลง</li> <li>3) เนื่องจากที่บริเวณหลอดลมฝอยและถุงลมมีน้ำเหลือง และน้ำเมือกปริมาณมาก ฉะนั้นจึงมีขนาดใหญ ทำให้หัวใจทำงานหนัก</li> <li>4) เนื่องจากผนังของถุงลมถูกทำลายทะลุถึงกัน เกิดเป็นถุงขนาดใหญ ทำให้พื้นที่ผิวสำหรับแลกเปลี่ยนแก๊สลดลง</li> <li>5) .....</li> </ol> <p>8.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) มั่นใจ</li> <li>2) ไม่มั่นใจ</li> </ol>	0.8	<p>วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p> <p>วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p>	<p>การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ</p> <p>ปรับตัวเลือกให้อยู่ในระดับเดียวกัน</p>



ข้อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
9.	สรุปโครงสร้างกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวกับการแลกเปลี่ยนแก๊สของสัตว์	<p>9.1 อวัยวะที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สชนิดใด ที่สามารถนำแก๊สออกซิเจนไปให้เซลล์โดยตรง</p> <p>1) เหงือก 2) ปอด 3) ระบบท่อลม 4) ปูกลัง</p> <p>9.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <p>1) อวัยวะดังกล่าวสัมพันธ์กับน้ำโดยตรงออกซิเจนจึงสามารถแพร่เข้าสู่ร่างกายโดยตรง</p> <p>2) <b>อวัยวะดังกล่าวสามารถนำแก๊สไปใช้ได้โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาบบเลือด</b></p> <p>3) อวัยวะดังกล่าวเป็นอวัยวะแลกเปลี่ยนแก๊สที่อยู่ภายในร่างกายเพื่อรักษาความชุ่มชื้น ประกอบด้วยอุณหภูมิจำนวนมาก</p> <p>4) อวัยวะดังกล่าวคล้ายเหงือก มีลักษณะเป็นเส้นๆ แต่กึ่งแยกออกมาจากตัวร่างกายจึงสามารถนำแก๊สไปใช้ได้โดยตรง</p> <p>5) .....</p> <p>9.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่</p> <p>1) มั่นใจ 2) ไม่มั่นใจ</p>	1	วัดได้ตลอดทั้งตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	ปรับปรุงเพื่อกำหนดคำว่า "อวัยวะ" เป็นคำว่า โครงสร้าง ปรับตัวเลือก ข้อ 3 ตัดคำว่า ระบบ
10.	สรุป และนำเสนอเกี่ยวกับความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกับปอดและโรคของระบบทางเดินหายใจ	<p>10.1 แก๊สชนิดใดทำปฏิกิริยากับเฮโมโกลบินได้ดีมาก และทำให้เกิดอาการระคายเคืองต่อเยื่อปอด</p> <p>1) แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 2) แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์</p> <p>3) <b>แก๊สไนโตรไดออกไซด์</b> 4) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์</p> <p>10.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <p>1) <b>แก๊สดังกล่าวจะสะสมน้ำทำให้เป็นกรดกัดเยื่อปอด ทำให้เกิดการระคายเคือง</b></p> <p>2) แก๊สดังกล่าวจะทำปฏิกิริยากับแก๊สออกซิเจนทำให้มีกลิ่นฉุนแสบจมูก</p> <p>3) แก๊สดังกล่าวเมื่อเกิดการละลายกับน้ำเมือกภายในร่างกาย ก่อให้เกิดกรดอ่อนเกิดการระคายเคืองที่จมูก</p> <p>4) แก๊สดังกล่าวเกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ มีความเป็นพิษสูง ชัดขวางการทำงานของปอด</p> <p>5) .....</p> <p>10.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่</p> <p>1) มั่นใจ 2) ไม่มั่นใจ</p>	1	วัดได้ตลอดทั้งตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	ปรับตัวเลือก ข้อ 4 ให้กระชับขึ้น



ข้อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
11.	<p>วัตถุประสงค์การเรียนรู้</p> <p>สรุป และนำเสนอเกี่ยวกับความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับปอดและโรคของระบบทางเดินหายใจ</p>	<p>11.1 อากาศระลอก เกิดจากวัย่วส่วนใดทางความคิด</p> <p>ก. กล้ามเนื้อยึดกระดูกซี่โครง ข. กล้ามเนื้อกะบังลม ค. กล้ามเนื้อที่คล้องเสียง</p> <p>1) ก 2) ข 3) ก และ ข 4) ข และ ค</p> <p>11.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <p>1) กล้ามเนื้อยึดกระดูกซี่โครงแยกและแยกแบบในหลอดตัวไปพร้อมกัน</p> <p>2) กล้ามเนื้อยึดกระดูกซี่โครงและกะบังลมทำงานไม่สัมพันธ์กัน</p> <p>3) กล้ามเนื้อที่คล้องเสียง และกะบังลมทำงานผิดปกติ</p> <p>4) กล้ามเนื้อยึดกะบังลมไม่ทำงาน</p> <p>5) .....</p> <p>11.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่</p> <p>1) มั่นใจ 2) ไม่มั่นใจ</p>	1	<p>วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p> <p>วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p>	
<p>ให้ภาพต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 12 - 13</p>					



ชื่อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
14.	<p>สรุปเกี่ยวกับการลำเลียงสารในร่างกายของคน</p>	<p>14.1 อัตรการไหลของหลอดเลือดใดในเส้นมีสิ่งถูกคว้นามมีค่าน้อยที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) หลอดเลือดอาร์เทอรี (Artery)</li> <li>2) หลอดเลือดเวน (Vein)</li> <li>3) หลอดเลือดฝอย (Capillary)</li> <li>4) หลอดเลือดเอออร์ตา (Aorta)</li> </ol> <p>14.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) หลอดเลือดอาร์เทอรีมีความหนาและความยืดหยุ่นสูง จึงทำให้อัตราการไหลของหลอดเลือดมีค่าน้อยที่สุด</li> <li>2) หลอดเลือดเวนมีความดันต่ำสุด เพราะผนังบางที่สุด และเป็นผลมาจากแรงโน้มถ่วงของโลก จึงทำให้อัตราการไหลของเลือดมีค่าน้อย</li> <li>3) อัตราการไหลของหลอดเลือดฝอยมีค่าน้อยที่สุดเพราะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กที่สุด มีพื้นที่หน้าตัดรวมมากที่สุดดังนั้นอัตราการไหลจึงมีค่าน้อยที่สุดและอยู่ใกล้หัวใจ</li> <li>4) หลอดเลือดเอออร์ตา เป็นหลอดเลือดที่มีขนาดใหญ่ที่สุด มีผนังหนที่สุด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกว้างที่สุด จึงทำให้อัตราการไหลเวียนน้อยที่สุด</li> <li>5) .....</li> </ol> <p>14.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) มั่นใจ</li> <li>2) ไม่มั่นใจ</li> </ol>	1	<p>วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p> <p>วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p>	<p>ปรับโจทย์ ให้มีความชัดเจนขึ้น</p> <p>ปรับตัวเลือกข้อ 3 เนื่องจากเส้นเลือดฝอยมีทั่วร่างกาย</p>

ชื่อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
15.	สรุปเกี่ยวกับการลำเลียงสารในร่างกายของคน	<p>15.1 หลอดเลือดชนิดใดที่ทางการแพทย์นิยมเจาะเพื่อนำเลือดมาตรวจ</p> <p>1) หลอดเลือดอาร์เทอรี (Artery) 2) หลอดเลือดเวน (Vein)  3) หลอดเลือดเอออร์ตา (Aorta) 4) หลอดเลือดเวนาคาวา (Venacava)</p> <p>15.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <p>1) หลอดเลือดคั่งกล่าวอยู่ต้น ท่าง่าย เน้นบาง ความคั้นในหลอดเลือดค้ำ  2) หลอดเลือดคั่งกล่าว มีแกเลออกซิเจนสูง และมีแรงดันสูง ทำให้สามารถเจาะได้ง่าย  3) หลอดเลือดคั่งกล่าวเป็นหลอดเลือดใหญ่ที่มาจากห้องล่างของหัวใจด้านซ้าย  มีแขนงแยกออกไปเลี้ยงส่วนต่างๆ ของร่างกาย มีปริมาณแกเลออกซิเจนสูง  4) หลอดเลือดคั่งกล่าวมีขนาดใหญมีผนังหนา ไม้เปราะง่าย ทำหน้าที่รับเลือดจากอวัยวะต่างๆเข้าสู่หัวใจ</p> <p>5) .....</p> <p>15.3 คุณมันใจในคำตอบ 2 ข้อ ช่างต้นหรือไม่</p> <p>1) มันใจ 2) ไม้มันใจ</p>	0.6	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	ปรับโจทย์ให้มีความชัดเจนมากขึ้น ไม่ควรใช้คำว่า นิยม
16.	สรุปเกี่ยวกับการลำเลียงสารในร่างกายของคน	<p>16.1 ความคั้นเลือดในหลอดเลือดใดที่ใกล้เคียงกับหัวใจมากที่สุด</p> <p>1) หลอดเลือดอาร์เทอรี (Artery) 2) หลอดเลือดเวน (Vein)  3) หลอดเลือดเอออร์ตา (Aorta) 4) หลอดเลือดเวนาคาวา (Venacava)</p> <p>16.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <p>1) เป็นหลอดเลือดคั่งกล่าวที่มีทิศทางออกจากหัวใจไปยังบอดและส่วนต่างๆ ของร่างกาย  2) เป็นหลอดเลือดคั่งกล่าวที่มีทิศทางการไหลจากบอดและส่วนต่างๆของร่างกายเข้าสู่หัวใจ  3) เป็นหลอดเลือดคั่งกล่าวขนาดใหญ่ทำหน้าที่รับเลือดจากหัวใจห้องล่างซ้ายโดยตรง  4) เป็นหลอดเลือดคั่งกล่าวขนาดใหญ่ทำหน้าที่รับเลือดจากส่วนต่างๆของร่างกายเข้าสู่หัวใจ</p> <p>5) .....</p> <p>16.3 คุณมันใจในคำตอบ 2 ข้อ ช่างต้นหรือไม่</p> <p>1) มันใจ 2) ไม้มันใจ</p>	0.8	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	ปรับตัวเลือกให้มีความกระชับมากขึ้น
			1	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	
			1	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	

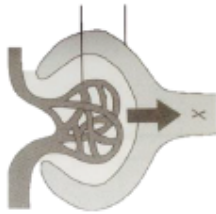
ชื่อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
17.	<p>สรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของเลือด หนูเลือด การให้และรับเลือด</p>	<p>ข้อสอบ</p> <p>17.1 Blood clotting (การแข็งตัวของเลือด) สามารถเกิดขึ้นที่บริเวณใดได้บ้าง</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) บริเวณที่เนื้อเยื่อเปิดออก หรือเกิดบาดแผลเท่านั้น</li> <li>2) บริเวณเนื้อเยื่อเปิดออก หรือเกิดบาดแผล และภายในหลอดเลือดฝอย</li> <li>3) บริเวณเนื้อเยื่อเปิดออก หรือเกิดบาดแผล และภายในหลอดเลือดแดง</li> <li>4) บริเวณเนื้อเยื่อเปิดออกหรือเกิดบาดแผล และภายในหลอดเลือดดำและอาร์เทอร์</li> </ol> <p>17.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) เนื้อเยื่อเปิดออก หรือมีบาดแผล เกิดเลือดและสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแข็งตัวของเลือดจะเคลื่อนที่มายังบริเวณหลอดเลือดเล็กซึ่งขาดเพื่ออุดบาดแผล</li> <li>2) สามารถเกิดขึ้นที่บริเวณที่เนื้อเยื่อเปิดออก และภายในหลอดเลือด เกิดเลือดสามารถยึดเกาะพื้นผิวที่ขรุขระภายในหลอดเลือดอาร์เทอร์ ทำให้หลอดเลือดอุดตัน</li> <li>3) สามารถเกิดขึ้นที่บริเวณที่เนื้อเยื่อเปิดออก และภายในหลอดเลือด เกิดเลือดสามารถยึดเกาะพื้นผิวที่ขรุขระภายในหลอดเลือดแดง ทำให้หลอดเลือดอุดตัน</li> <li>4) สามารถเกิดขึ้นที่บริเวณที่เนื้อเยื่อเปิดออก และภายในหลอดเลือด เกิดเลือดสามารถยึดเกาะพื้นผิวที่ขรุขระภายในหลอดเลือดฝอย ทำให้หลอดเลือดอุดตัน</li> <li>5) .....</li> </ol> <p>17.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) มั่นใจ</li> <li>2) ไม่มั่นใจ</li> </ol>	<p>0.6</p> <p>0.6</p>	<p>วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p> <p>วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p>	

ข้อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
18.	สรุปเกี่ยวกับการสืบเสาะหาใน ร่างกายของคน	<p>18.1 เราสามารถวินิจฉัยได้จากหลอดเลือดใด</p> <p>1) หลอดเลือดอาร์เทอรี (Artery)      2) หลอดเลือดเวเนน (Vein)</p> <p>3) หลอดเลือดฝอย (Capillary)      4) หลอดเลือดเออร์ตา (Aorta)</p> <p>18.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <p>1) เนื่องจากจังหวะการยืดหยุ่นของเส้นเลือดเป็นไปตามจังหวะของอัตราการเต้นของหัวใจ</p> <p>2) เนื่องจากมันบ่งชี้ถึงร่างกายของหลอดเลือด ทำให้สามารถได้ยินเสียงเลือดกระทบกันผนังหลอดเลือด</p> <p>3) เนื่องจากที่หลอดเลือดมีการคลายและหดตัวของผนังหลอดเลือด อยู่ใกล้กับผิวหนังมาก ทำให้สามารถวัดได้โดยง่าย</p> <p>4) เนื่องจากกล้ามเนื้อของหลอดเลือดบีบและคลายตัวมาก ทำให้ความดันในหลอดเลือดสูง จึงเหมาะแก่การวัดชีพจร</p> <p>5) .....</p> <p>18.3 คุณมุ่งใจไปคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่</p> <p>1) มุ่งใจ      2) ไม่มุ่งใจ</p> <p>19.1 นิสิตคนหนึ่งมีหมู่เลือด A เข้ารับการผ่าตัดที่โรงพยาบาล และต้องการรับเลือดด่วน เขาจะสามารถรับเลือดจากคนหมู่เลือดอะไร</p> <p>1) หมู่เลือด A      2) หมู่เลือด B      3) หมู่เลือด O      4) หมู่เลือด AB</p> <p>19.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <p>1) เพราะ แอนติเจน B ในน้ำเลือด จะมาจับกับแอนติบอดี B ในเม็ดเลือดแดงของเขา</p> <p>2) เพราะ ไม่มีแอนติเจน ที่ทำหน้าที่ปล่อยออกซึ่งจะไปให้เซลล์ต่างๆในร่างกาย</p> <p>3) เพราะ แอนติเจน B ที่เม็ดเลือดแดง จะมาจับกับแอนติบอดี B ในน้ำเลือดของเขา</p> <p>4) เพราะ แอนติบอดี A และ B ในน้ำเลือดจะทำปฏิกิริยากับแอนติเจนที่มีเม็ดเลือดแดง</p> <p>5) .....</p> <p>19.3 คุณมุ่งใจไปคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่</p> <p>1) มุ่งใจ      2) ไม่มุ่งใจ</p>	<p>1</p> <p>1</p>	<p>วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p> <p>วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p>	<p>ปรับคัดเลือก เนื่องจากสามารถตอบได้ 2 คำตอบ</p>
19.	สรุปเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของเลือด หมู่เลือด การให้และรับเลือด		<p>-0.2</p> <p>0.6</p>	<p>ไม่สอดคล้องกับเนื้อหาและวัตถุประสงค์</p> <p>วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p>	

ชื่อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
20.	<p>สรุปได้เกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของเลือด หนูเลือด การไหลและจับเลือด</p>	<p>20.1 จากภาพแคลเซียม <math>Ca^{2+}</math> มีความจำเป็นสำหรับกระบวนการใด</p> <p>20.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) กระบวนการที่ 1</li> <li>2) กระบวนการที่ 2</li> <li>3) กระบวนการที่ 3</li> <li>4) กระบวนการที่ 5</li> </ol> <p>20.3 คุณสนใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ใช่</li> <li>2) ไม่ใช่</li> </ol>	<p>1</p>	<p>วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p> <p>วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p>	

ชื่อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
21.	สรุปเกี่ยวกับระบบนำเข้เสียง ระบบภูมิคุ้มกัน และกลไกการสร้างภูมิคุ้มกัน	<p>21.1 คนที่เป็นโรคติดต่อไปมี คุรใดแอนติบอดี (เซรุ่ม) แกร่างกายทันที</p> <p>1) อหิวาตกโรค 2) วัณโรค 3) ไวรส์ตับอักเสบ 4) พืชสุัขบ้า</p> <p>21.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <p>1) เพราะโรคดังกล่าวแสดงอาการเจ็บป่วยสั้น สัปดาห์ จึงต้องฉีดเซรุ่ม เพื่อดันบทโรค</p> <p>2) เพราะโรคดังกล่าวเกิดจากเชื้อไวรัส ใช้ระยะเวลาพักตัวสั้น โดยเชื้อจะลงสู่ทางระบบประสาท จะทำให้สมองและไขสันหลังทำงานผิดปกติ ผู้ป่วยมีอาการอันพาตและเสียชีวิตในที่สุด</p> <p>3) เพราะโรคดังกล่าวเกิดจากเชื้อแบคทีเรีย เมื่อเชื้อเข้าสู่ปอด เชื้อจะเจริญขึ้นได้อย่างรวดเร็ว เป็นโรคติดต่อที่ง่ายทำใหเสียชีวิต</p> <p>4) เพราะโรคดังกล่าวเป็นโรคติดเชื้อระบบทางเดินอาหารจากแบคทีเรียชนิดเย็บพัสลิน ระยะพักตัว 2-3 ชั่วโมง มีอาการถ่ายอุจจาระอย่างรุนแรง ร่างกายขาดน้ำ</p> <p>21.3 คุณม่ใจไปคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่</p> <p>1) มั่นใจ 2) ไม่ม่ใจ</p> <p>22.1 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่อยู่ในน้ำจืดที่ขั้บถ่ายของเสียไม่ตรงในรูปใดมากที่สุด</p> <p>1) แอมโมเนีย 2) ยูเรีย 3) กรดอูริก 4) ยูริเอและแอมโมเนีย</p> <p>22.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <p>1) เนื่องจากสารดังกล่าวมีความเป็นพิษต่ำ สามารถละลายน้ำได้ดี</p> <p>2) เนื่องจากสารดังกล่าวมีความเป็นพิษสูง ไม่สามารถละลายน้ำ</p> <p>3) เนื่องจากสารดังกล่าวมีความเป็นพิษต่ำ ไม่สามารถละลายน้ำ</p> <p>4) เนื่องจากสารดังกล่าวมีความเป็นพิษสูง สามารถละลายน้ำได้ดี</p> <p>5) .....</p> <p>22.3 คุณม่ใจไปคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่</p> <p>1) มั่นใจ 2) ไม่ม่ใจ</p>	0.6  0.6	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้  วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	ปรับโจทย์ ตัดคำว่า แอนติบอดี เนื่องจากแอนติบอดีเป็นส่วนหนึ่งในเซรุ่ม  ปรับตัวเลือกเนื่องจากมีความชัดเจนเกินไป เป็นตัวลวงที่ไม่ดี
22.	อธิบายกระบวนการขับถ่ายของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวและของสัตว์บางชนิด		1  1	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้  วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	



ข้อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
23.	<p>สรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของไต และอวัยวะที่เกี่ยวข้อง</p>	<p>23.1 จากภาพ เป็นส่วนหนึ่งของหน่วยไต สาร X ที่พบหลังจากกระบวนการกรองคือสารใด</p>  <p style="text-align: center;">plomerulus Bowman's capsule</p> <p>ก. กรดอะมิโน ข. กลูโคส ค. พลาสมาโปรตีน ง. เกลือแร่ 1) ข้อ ก และ ข 2) ข้อ ก และ ง 3) ข้อ ก ข และ ง 4) ข้อ ก ค และ ง</p> <p>23.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) เป็นสารที่พบในของเหลวที่กรองได้ แต่ไม่พบในน้ำปัสสาวะ เนื่องจากการดูดกลับทั้งหมด</li> <li>2) เมื่อเกิดกระบวนการกรอง จะมีการดูดกลูโคสกลับ ถ้าหากพบกลูโคสในปัสสาวะ แสดงว่าเป็นโรคเบาหวาน</li> <li>3) กลูโคสและโปรตีนเป็นสารโมเลกุลใหญ่ และมีความสำคัญต่อร่างกาย โกลเมอรูลัสจึงกรองสารส่วนกลับไว้</li> <li>4) สารที่จะกรองผ่านโกลเมอรูลัสได้จะต้องเป็นสารโมเลกุลขนาดเล็ก โดยสารที่ถูกกรองจะมีลักษณะคล้ายพลาสมา</li> <li>5) .....</li> </ol> <p>23.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) มั่นใจ</li> <li>2) ไม่มั่นใจ</li> </ol>	0.6	<p>วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p>	<p>ปรับโจทย์ให้ชัดเจนมากขึ้น</p>
			0.8	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	

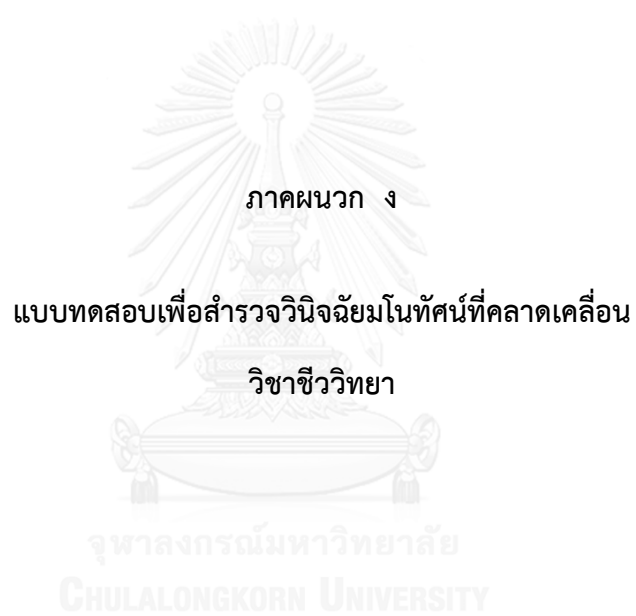
ชื่อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
24.	สรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของไต และอวัยวะที่เกี่ยวข้อง	<p>24.1 หลอดเลือดชนิดใดที่ลำทำหน้าที่ลำเลียงเลือดไปยังหน่วยไตเพื่อเข้าสู่กระบวนการกรอง</p> <p><b>1) หลอดเลือกรีนัลอาร์เทอรี</b></p> <p>3) หลอดเลือดย่อย</p> <p>24.2 เหตุผลที่ใช้ไมการตอบ</p> <p><b>1) เป็นหลอดเลือดที่ออกซิเจนสูง นำเลือดไปกรองที่หน่วยไต</b></p> <p>2) เป็นหลอดเลือดที่มีออกซิเจนต่ำ นำเลือดไปกรองที่โกลเมอรูลัส</p> <p>3) เป็นหลอดเลือดที่มีขนาดเล็กแคบแฉง นำเลือดเข้าสู่โกลเมอรูลัส</p> <p>4) เป็นหลอดเลือดขนาดใหญ่ที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ นำเลือดไปกรองที่หน่วยไต</p> <p>5) .....</p> <p>24.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่</p> <p>1) มั่นใจ 2) ไม่มั่นใจ</p>	0.6	<p>วัดได้เลือดคั่งลงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p> <p>วัดได้เลือดคั่งลงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p>	ปรับปรุงแพทย์ ตัดคำว่า ชนิด
25.	สรุปเกี่ยวกับการทำงานของไตกับการรักษาสุขภาพของน้ำและแร่ธาตุของร่างกาย	<p>25.1 ฮอริโมนชนิดใดที่ทำหน้าที่ดูดกลับน้ำและแร่ธาตุภายในร่างกาย</p> <p>ก. แอนติไดยูริติกฮอริโมน (ADH) ข. แอลโดสเตอโรน ค. วาโซเพรสซิน</p> <p>1) ก 2) ข 3) ก และ ค 4) ก ข และ ค</p> <p>25.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <p>1) ฮอริโมนดังกล่าวถูกสร้างจากต่อมหมวกไต ไปกระตุ้นการทำงานต่อส่วนปลายและท่อรวม</p> <p><b>2) ฮอริโมนดังกล่าวถูกสร้างจากต่อมหมวกไต โดยจะกระตุ้นให้มีการกลับดูดโซเดียมไอออนมากที่สุด</b></p> <p>3) ฮอริโมนดังกล่าวถูกสร้างจากต่อมไทรอยด์ ทำให้เส้นเลือดหดตัว เพื่อลดการไหลของเลือด</p> <p>4) ฮอริโมนดังกล่าวถูกสร้างจากต่อมไทรอยด์ ถูกกระตุ้นโดยปริมาณเลือด ทำให้เกิดการดูดกลับของแร่ธาตุ</p> <p>5) .....</p> <p>25.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่</p> <p>1) มั่นใจ 2) ไม่มั่นใจ</p>	1	<p>วัดได้เลือดคั่งลงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p> <p>วัดได้เลือดคั่งลงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p>	

ข้อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
26.	อธิบายความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับไตและโรคของไต พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางในการดูแลสุขภาพ	<p>26.1. การรักษาโรคไตวายด้วยวิธีการใช้ไตเทียม ข้อใดเป็นลักษณะของไตเทียม</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) เป็นเครื่องมือทำหน้าที่กำจัดของเสียออกจากเลือดแทนไต</li> <li>2) เป็นการปลูกถ่ายไตให้กับผู้ที่มีไตพิการหรือสูญเสียหน้าที่การทำงาน</li> <li>3) เป็นอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ได้เข้าไปในร่างกายของผู้ที่เป็นโรคไต</li> <li>4) เป็นเนื้อเยื่อที่ผลิตขึ้นมาโดยเทคนิคพันธุวิศวกรรม เพื่อกรองของเสียออกจากเลือด</li> </ol> <p>26.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) เป็นการนำไตของญาติที่มีชีวิต หรือไตที่ได้รับจากการบริจาคมาใส่ให้กับผู้ป่วยโรคไตวาย</li> <li>2) เป็นอุปกรณ์ที่อยู่ภายนอกร่างกาย ใช้ฟอกเลือด แล้วส่งเลือดกลับคืนสู่ผู้ป่วย</li> <li>3) เป็นอุปกรณ์ที่อยู่ภายในร่างกาย ใช้ฟอกเลือด โดยมีลักษณะเหมือนไตอันเดิม</li> <li>4) เป็นเนื้อเยื่อที่ผลิตขึ้น เพื่อทำหน้าที่ขับของเสียทดแทนไตเดิม ที่ทำให้ผู้ป่วยมีอายุยืนยาว</li> <li>5) .....</li> </ol> <p>26.3 คุณมีใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) มีไม่</li> <li>2) ไม่มีใจ</li> </ol>	1	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	
27.	สนใจเกี่ยวกับการทำงานของไตกับการรักษาสุขภาพของน้ำและแร่ธาตุของร่างกาย	<p>27.1 สารในข้อใดเป็นสาร ไดยูเรติก (diuretics)</p> <p>ก. ซา กาเฟ      ข. น้ำเกลือ      ค. แอลกอฮอล์      ง. ซ็อกโกแลต</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ก และ ค      2) ข และ ง      3) ก ข และ ค      4) ก ค และ ง</li> </ol> <p>27.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) สารดังกล่าวเป็นสารขับปัสสาวะ ทำให้ออร์โธมัน ADH ลดลง จึงปัสสาวะบ่อยขึ้น</li> <li>2) สารดังกล่าวเป็นสารขับปัสสาวะ ทำให้ออร์โธมัน ADH เพิ่มมากขึ้น จึงขับปัสสาวะบ่อยขึ้น</li> <li>3) สารดังกล่าวเป็นสารขับปัสสาวะ ทำให้ออร์โธมัน ADH ลดลง จึงปัสสาวะบ่อยลง</li> <li>4) สารดังกล่าวเป็นสารยับยั้งปัสสาวะ ทำให้ออร์โธมัน ADH เพิ่มมากขึ้น จึงปัสสาวะน้อยลง</li> <li>5) .....</li> </ol> <p>27.3 คุณมีใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) มีไม่</li> <li>2) ไม่มีใจ</li> </ol>	1	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	

ชื่อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
28.	อธิบายความผิดปกติที่เกี่ยวข้องกับโรคและโรคของไต พร้อมทั้งเสนอแนะแนวทางการดูแลสุขภาพ	<p>28.1 คนไข้ชายหนึ่งมีอาการเจ็บตามข้อ จากการสอบถามพบว่าคนไข้รายนี้เริ่มมีอาการมากในแค่ ๑ วัน แพทย์จึงสืบเสาะหาสาเหตุการเปลี่ยนแปลงของข้อที่มีไม่ตรงจากเดิม ข้อนี้คือ ข้อ A และข้อ B และเกิดการสะสมไม่ตรงข้อของคนที่ ข้อใดเป็นข้อของเสียที่มีไม่ตรง ข้อนี้คือ ข้อ A และ ข้อ B ตามลำดับ</p> <p>1) ยูเรีย กรดยูริก 2) กรดยูริก ยูเรีย 3) แอมโมเนีย กรดยูริก 4) กรดยูริก แอมโมเนีย</p> <p>28.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <p>1) เนื่องจาก สาร A เป็นของแข็งที่มีมากที่สุด ที่ละลายน้ำได้ มีความเป็นพิษต่ำ สาร B เป็นของแข็งไม่ละลายน้ำ ทำให้สิ่งมีชีวิตเสียเล็กน้อย</p> <p>2) เนื่องจาก สาร A เป็นของเหลวที่มีมากที่สุดไม่ละลายน้ำ มีความเป็นพิษต่ำ สาร B ละลายน้ำได้ ทำให้สิ่งมีชีวิตไม่เสียเล็กน้อย มีความเป็นพิษสูง</p> <p>3) เนื่องจาก สาร A เป็นแก๊สที่มีมากที่สุดไม่ละลายน้ำ สามารถละลายน้ำได้ มีความเป็นพิษต่ำ สาร B เป็นของแข็งไม่ละลายน้ำ ทำให้สิ่งมีชีวิตเสียอย่างมาก</p> <p>4) เนื่องจาก สาร A เป็นของแข็งที่ละลายน้ำได้ มีความเป็นพิษต่ำ สาร B เป็นของแข็งไม่ละลายน้ำ ทำให้สิ่งมีชีวิตเสียอย่างมาก</p> <p>5) .....</p> <p>28.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อข้างต้นหรือไม่</p> <p>1) มั่นใจ 2) ไม่มั่นใจ</p>	0.8	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้

ชื่อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
29.	สรุปเกี่ยวกับโครงสร้างของไต และอวัยวะที่เกี่ยวข้อง	<p>29.1 บริเวณไตของหน่วยไต (Nephron) ที่มีการดูดกลับของน้ำและสารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายมากที่สุด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ท่วงชนเล (Henle loop)</li> <li>2) ท่อนไตส่วนต้น (Proximal convoluted tubule)</li> <li>3) ท่อนไตส่วนท้าย (Distal convoluted tubule)</li> <li>4) ท่อรวม (Collecting tubule)</li> </ol> <p>29.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) บริเวณดังกล่าว เป็นหลอดที่ทำหน้าที่รวมของเหลวที่ได้จากกระบวนการกรอง</li> <li>2) บริเวณดังกล่าว เป็นหลอดคดเคี้ยว พบในเนื้อไตชั้นคอร์เทกซ์ภายในเพซอร์โมน ADH</li> <li>3) บริเวณดังกล่าว เป็นหลอดคดเคี้ยว ซึ่งยาวกว่าตอนอื่น และมีหลอดเลือดฝอยมาก</li> <li>4) บริเวณดังกล่าว เป็นหลอดโค้งรูปไต มีผนังบางที่สุด ทำให้ของเหลวที่กรองได้มีแรงดันออสโมติกสูงสุด</li> <li>5) .....</li> </ol> <p>29.3 คู่มือหัวใจใบคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) มีหัวใจ</li> <li>2) ไม่มีหัวใจ</li> </ol>	1	วัดได้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้	

ข้อ	วัตถุประสงค์การเรียนรู้	ข้อสอบ	IOC	ความหมาย	การปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ
30.	<p>สรุปเกี่ยวกับการทำงานของไตกับการรักษาสุขภาพของน้ำ และแร่ธาตุของร่างกาย</p>	<p>ข้อสอบ</p> <p>30.1 หลังจากกลีเซอรอลใน ADH กับการกระทำที่ใช้ทดลอง ความเข้มข้นของสารในปัสสาวะจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) ปริมาณโซเดียมเข้มข้นมากขึ้น ปริมาณกลูโคสเข้มข้นมากขึ้น</li> <li>2) ปริมาณโซเดียมเข้มข้นน้อยลง ปริมาณกลูโคสเข้มข้นน้อยลง</li> <li>3) ปริมาณโซเดียมเข้มข้นมากขึ้น ปริมาณกลูโคสไม่เปลี่ยนแปลง</li> <li>4) ปริมาณโซเดียมเข้มข้นน้อยลง ปริมาณกลูโคสไม่เปลี่ยนแปลง</li> </ol> <p>30.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) โซเดียม ADH จะเพิ่มการดูดกลับแร่ธาตุ ทำให้โซเดียมและกลูโคสมีความเข้มข้นลดลง</li> <li>2) โซเดียม ADH จะลดการดูดกลับแร่ธาตุ ทำให้โซเดียมและกลูโคสมีความเข้มข้นมากขึ้น</li> <li>3) โซเดียม ADH จะเพิ่มการดูดกลับน้ำ ทำให้โซเดียมมีความเข้มข้นมากขึ้น ส่วนระดับกลูโคสไม่เปลี่ยนแปลง</li> <li>4) โซเดียม ADH จะเพิ่มการดูดกลับน้ำ และโซเดียมจะถูกดูดกลับพร้อมกับน้ำ ทำให้โซเดียมมีความเข้มข้นน้อยลง ส่วนระดับกลูโคสไม่เปลี่ยนแปลง</li> </ol> <p>30.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) มั่นใจ</li> <li>2) ไม่มั่นใจ</li> </ol>	<p>0.8</p> <p>0.8</p>	<p>วัดได้โดยคลั่งตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p> <p>วัดได้โดยคลั่งตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้</p>	



ชื่อ.....สกุล.....รหัสนิสิต.....  
คณะ.....มหาวิทยาลัย.....

## แบบทดสอบเพื่อสำรวจมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนวิชาชีววิทยา

แบบสำรวจฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนาเครื่องมือ เพื่อดำเนินการวิจัยเสนอเป็นวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน” ของนางสาวเลิศบุษยา ไทยเจริญ นิสิตชั้นปริญญาโทมหาบัณฑิตภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ขอความอนุเคราะห์จากท่านให้ความร่วมมือในการแสดงมโนทัศน์ของท่าน เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบพระคุณมาในโอกาสนี้ด้วย

### คำชี้แจง

1. แบบทดสอบนี้มีทั้งหมด 3 ตอน จำนวน 34 ข้อ คะแนนเต็ม 75 คะแนน
2. แบบทดสอบตอนที่ 1 จำนวน 12 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 แสดงข้อความถาม ซึ่งให้นิสิตพิจารณาข้อความ และเลือกตัวเลือกที่คิดว่าถูกต้องที่สุด และส่วนที่ 2 เป็นส่วนที่ให้นิสิตแสดงเหตุผลในการสนับสนุนคำตอบของข้อความถามนั้น ให้นิสิตอ่านข้อความให้เข้าใจแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมาย X ให้ตรงกับตัวเลือก จากนั้นให้เขียนอธิบายเหตุผลในการตอบทุกข้อ (ข้อละ 2 คะแนน)
3. แบบทดสอบตอนที่ 2 เป็นแบบถูกผิด จำนวน 15 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 ให้นิสิตใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และใส่เครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด และส่วนที่ 2 ให้นิสิตอธิบายเหตุผลในข้อที่ผิด (ข้อละ 2 คะแนน)
4. แบบทดสอบตอนที่ 3 เป็นแบบอัตนัย จำนวน 7 ข้อ ให้นิสิตเขียนอธิบายคำตอบตามความเข้าใจของนิสิตมาพอสังเขป
5. ให้นักเรียนเขียนชื่อ นามสกุล รหัสนิสิต ลงในแบบทดสอบ
6. กรุณาทำแบบวัดนี้ทุกข้อ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ข้อมูลสูงสุด
7. ให้นิสิตส่งแบบทดสอบคืนผู้คุมสอบ เมื่อครบเวลาที่กำหนด



**ตอนที่ 1** ให้นักเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว โดยทำเครื่องหมาย X ตัวเลือกนั้น

พร้อมให้เหตุผลประกอบ (ข้อละ 2 คะแนน)

1. ปัจจัยใดที่มีผลต่ออัตราการสูดลมหายใจ
  - 1) การดูดซึ่มออกซิเจนของเนื้อเยื่อ
  - 2) การเพิ่มสภาพความเป็นต่างของเลือด
  - 3) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายนอก
  - 4) ปริมาณการผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ของเนื้อเยื่อ

**เหตุผล**

.....

.....

.....

2. จากปฏิกิริยาจงเลือกตอบคำถามต่อไปนี้ (เลือกตอบจากตัวเลือกที่กำหนดให้)



คำถามข้อที่ 1 ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นที่ใดมากที่สุด

คำถามข้อที่ 2 ปฏิกิริยานี้คาร์บอนไดออกไซด์ถูกขนส่งรูปแบบใดมากที่สุด

ตัวเลือก	คำตอบข้อที่ 1	คำตอบข้อที่ 2
1	เม็ดเลือดแดง	$\text{HCO}_3^-$ .ในพลาสมา
2	พลาสมา	$\text{HCO}_3^-$ ในพลาสมา
3	เม็ดเลือดแดง	$\text{CO}_2$ ในพลาสมา
4	พลาสมา	$\text{CO}_2$ โดยจับกับเฮโมโกลบินในเม็ดเลือดแดง

**เหตุผล**

.....

.....

.....

3. เหตุใดผู้ที่เป็นโรคถุงลมโป่งพองจึงมีการหายใจเข้าออกลำบาก เหนื่อย หอบ

- 1) ผนังถุงลมถูกทำลายทะลุถึงกัน
- 2) มีเชื้อแบคทีเรียหรือไวรัสเข้าสู่หลอดลม
- 3) มีน้ำเหลืองและน้ำเมือกเต็มหลอดลมฝอยและถุงลม
- 4) ช่องอกแฟบ ปอดขยายตัวไม่ได้ ทำให้หลอดลมตีบ

**เหตุผล**

.....

.....

.....

4. สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่อยู่ในน้ำจืดขับถ่ายของเสียไนโตรเจนในรูปใดมากที่สุด

- 1) แอมโมเนีย
- 2) ยูเรีย
- 3) กรดยูริก
- 4) ยูเรียและแอมโมเนีย

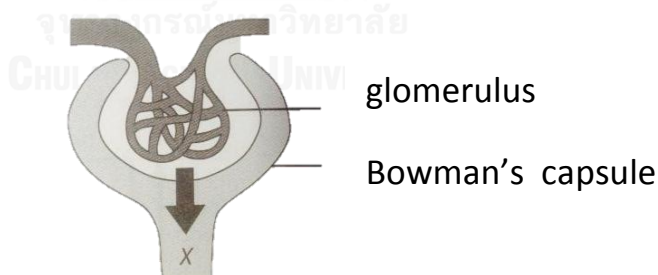
**เหตุผล**

.....

.....

.....

5. จากภาพ เป็นส่วนหนึ่งของหน่วยไต สาร X ที่พบหลังจากกระบวนการกรองคือสารใด



ก. กรดอะมิโน      ข. กลูโคส      ค. โปรตีน      ง. เกลือแร่

- 1) ข้อ ก และ ข
- 2) ข้อ ก และ ง
- 3) ข้อ ก ข และ ง
- 4) ข้อ ก ค และ ง

**เหตุผล**

.....

.....

.....

6. สารที่ละลายอยู่ในของเหลวที่ไหลผ่านจากท่อไตสู่กระเพาะปัสสาวะ มีสารใดบ้าง

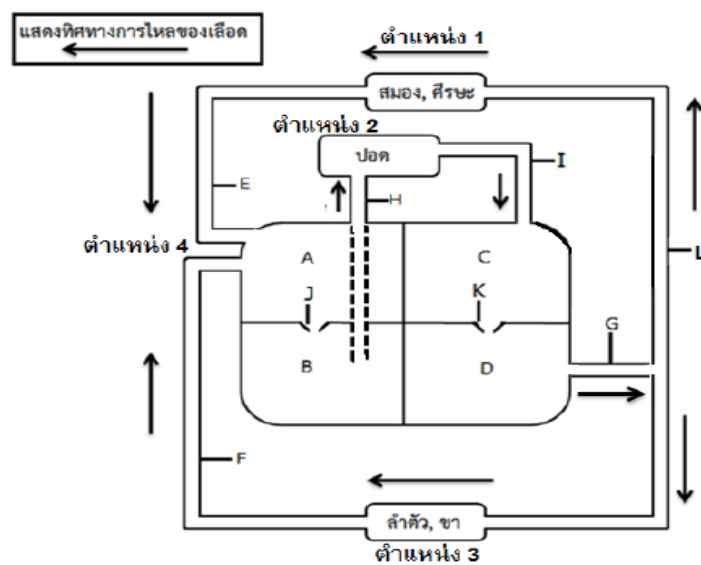
ข้อ	น้ำ	โปรตีน	ยูเรีย	กรดยูริก	กลูโคส	กรดอะมิโน	ไอออน
1	มี	ไม่มี	ไม่มี	มี	มี	ไม่มี	มี
2	มี	มี	มี	ไม่มี	ไม่มี	มี	มี
3	มี	ไม่มี	มี	มี	ไม่มี	ไม่มี	มี
4	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี	มี

เหตุผล

.....

.....

.....



จากภาพจงตอบคำถามข้อ 7 - 9 ต่อไปนี้

7. หลอดเลือดในตัวอักษรใด ควรเป็นหลอดเลือดอาร์เทอร์รี่

- |            |            |
|------------|------------|
| 1) H และ G | 2) H และ I |
| 3) E และ F | 4) G และ F |

เหตุผล

.....

.....

.....

8. จากภาพหลอดเลือดในข้อใดที่มีอัตราเร็วของเลือดเร็วที่สุด

- |            |            |
|------------|------------|
| 1) E และ G | 2) F และ H |
| 3) E และ H | 4) G และ L |

**เหตุผล**

.....

.....

.....

9. จากภาพความดันเลือดที่บริเวณใดในภาพมีค่าน้อยที่สุด

- |              |              |
|--------------|--------------|
| 1) ตำแหน่ง 1 | 2) ตำแหน่ง 2 |
| 3) ตำแหน่ง 3 | 4) ตำแหน่ง 4 |

**เหตุผล**

.....

.....

.....

10. หลอดเลือดชนิดใดที่ใช้ในการวัดชีพจร

- |                                   |                                  |
|-----------------------------------|----------------------------------|
| 1) หลอดเลือดอาร์เทอร์รี่ (Artery) | 2) หลอดเลือดเวน (Vein)           |
| 3) หลอดเลือดฝอย (Capillary)       | 4) หลอดเลือดเวนาคาวา (Vena cava) |

**เหตุผล**

.....

.....

.....

11. หลักที่ใช้ในการจำแนกหมู่เลือดในระบบ ABO คือข้อใด

- 1) ชนิดของสารแอนติบอดีที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดขาวและชนิดของสารแอนติเจนในน้ำเลือด
- 2) ชนิดของสารแอนติเจนในน้ำเหลืองและชนิดของแอนติบอดีที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดขาว
- 3) ชนิดของสารแอนติเจนที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดแดงและชนิดของแอนติบอดีในน้ำเลือด
- 4) ชนิดของสารแอนติเจนในน้ำเลือดและชนิดแอนติบอดีที่เยื่อหุ้มเซลล์เม็ดเลือดขาว

**เหตุผล**

.....

.....

.....

12. คนที่มีหมู่เลือด A และ Rh<sup>-</sup> สามารถรับเลือดจากบุคคลที่มีหมู่เลือดใดได้

- |   |  |
|---|--|
| 1) คนที่มีหมู่เลือด A และ Rh <sup>-</sup> | 2) คนที่มีหมู่เลือด AB และ Rh <sup>+</sup> |
| 3) คนที่มีหมู่เลือด A และ Rh <sup>+</sup> | 4) คนที่มีหมู่เลือด O และ Rh <sup>+</sup>  |

เหตุผล

.....

.....

.....

**ตอนที่ 2** ให้นักใส่เครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ถูกต้อง และใส่เครื่องหมาย X หน้าข้อความที่ผิด พร้อมทั้งบอกเหตุผลประกอบในข้อที่ผิด (ข้อละ 2 คะแนน)

..... ..1.การหายใจ (Respiration) เกิดขึ้นในปอดเท่านั้น

เหตุผล.....

.....

..... ..2. แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นสารที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่า pH ของพลาสมา

เหตุผล.....

.....

..... ..3.การหายใจออกเป็นการนำแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ออกเพียงอย่างเดียว

เหตุผล.....

.....

..... ..4.เราสามารถควบคุมการหายใจได้โดยสมองส่วน เซรีบัลลัมคอร์เทกซ์ ไฮโปทาลามัส และเซรีเบลลัม

เหตุผล.....

.....

..... ..5.การหายใจเข้า จะทำให้อากาศเข้าไปในปอด ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้ปอดแผ่ขยาย

เหตุผล.....

.....

6. หลอดเลือดรีนัลอาร์เทอร์รี่ (renal artery) จะนำเลือดไปยังหน่วยไตเดียวในไต หลังจากนั้นเลือดที่กรองแล้วจะย้อนกลับหน่วยไตในไตโดยหลอดเลือดเวน (renal vein)

เหตุผล.....  
.....

7. ไตแบ่งออกเป็น 2 บริเวณ โดยบริเวณส่วนนอก เรียกว่า คอร์เทกซ์ (cortex) และบริเวณส่วนใน เรียกว่า เมดัลลา (medulla)

เหตุผล.....  
.....

.....8. ฮอร์โมน ADH และแอลโดสเตอโรล เป็นฮอร์โมนชนิดเดียวกันที่ทำหน้าที่ดูดกลับน้ำและแร่ธาตุ

เหตุผล.....  
.....

.....9. ไตเทียม (Artificial kidney) เป็นอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ใส่เข้าไปในร่างกายของผู้ที่มีไตพิการเพื่อทำหน้าที่แทนไต

เหตุผล.....  
.....

.....10. น้ำอัดลมที่มีสารคาเฟอีน และเบียร์ซึ่งมีแอลกอฮอล์ เป็นสารไดยูเรติกทำให้ร่างกายสูญเสียน้ำออกไปมากกว่าการดูดกลับ

เหตุผล.....  
.....

.....11. หลอดเลือดอาร์เทอร์รี่ คือ หลอดเลือดที่ลำเลียงเลือดที่มีออกซิเจนสูง ในขณะที่หลอดเลือดเวนคือหลอดเลือดที่ลำเลียงเลือดที่มีออกซิเจนต่ำ

เหตุผล.....  
.....

.....12. Blood clot (การที่เกล็ดเลือดจับตัวเป็นลิ่มหรือเป็นก้อน) เกิดขึ้นเมื่อเนื้อเยื่อเปิดออกหรือมีบาดแผลเท่านั้น

เหตุผล.....  
.....

.....13. หลอดเลือดพัลโมนารีอาร์เทอรีเป็นหลอดเลือดที่นำเลือดที่มีแก๊สออกซิเจนน้อย แต่มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์มากออกจากหัวใจไปยังปอด

เหตุผล.....

.....14. การที่เกิดการรับเลือดมาแล้วเกิดการตกตะกอนเนื่องจากปฏิกิริยาของแอนติเจนบนผิวเม็ดเลือดแดงไม่ตรงกัน

เหตุผล.....

.....15. อัตราการไหลของหลอดเลือดฝอยของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมมีค่าน้อยที่สุด เพราะขนาดของหลอดเลือดฝอยมีขนาดเล็กจึงทำให้เกิดความต้านทานในการไหลของเลือดสูง

เหตุผล.....

### **ตอนที่ 3** ให้นิสิตเขียนอธิบายคำตอบตามความเข้าใจของนิสิตมาพอสังเขป

1. หอยทากและทากดูดเลือด ซึ่งอาศัยอยู่บนบกเหมือนกัน นักเรียนคิดว่าสัตว์ทั้งสองจะใช้โครงสร้างในการแลกเปลี่ยนแก๊สเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร (3 คะแนน)

.....

.....

.....

2. ถ้านกที่บินได้ มีปอดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม นกจะสามารถบินได้หรือไม่ได้

.....

ถ้าหากว่านกบินได้ นักเรียนคิดว่าจะเกิดปัญหาอะไรกับการบินของนก (4 คะแนน)

.....

.....

.....

3. จงอธิบายสาเหตุของการเกิดปัญหาที่เกี่ยวกับการหายใจ (4 คะแนน)

3.1 การหายใจ เกิดจาก

.....

3.2 การไอ เกิดจาก

.....

3.3 การสะอึก เกิดจาก

.....

3.4 การจาม เกิดจาก

.....

4. การถ่ายอุจจาระออกจากร่างกายถือว่าการขับถ่ายหรือไม่ เพราะเหตุใด (2 คะแนน)

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

5. นักเรียนสามารถวัดชีพจรจากหลอดเลือดแดงได้หรือไม่ เพราะเหตุใด (2 คะแนน)

.....  
 .....  
 .....  
 .....

6. การที่เซลล์เม็ดเลือดแดงไม่มีนิวเคลียสและมีลักษณะกลมแบน ตรงกลางบุ๋มนั้นมีความเหมาะสมต่อหน้าที่อย่างไร และมีผลต่ออายุของเซลล์เม็ดเลือดแดงอย่างไร (3 คะแนน)

.....  
 .....  
 .....  
 .....

7. จงอธิบายความแตกต่างระหว่างวัคซีนและเซรุ่ม (3 คะแนน)

.....  
 .....  
 .....



ภาคผนวก จ  
แบบสอบวินิจฉัยมีโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ  
วิชาชีววิทยา เรื่อง การรักษาตุลยภาพในร่างกาย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

ชื่อ.....สกุล.....รหัสนิติ.....  
 คณะ.....มหาวิทยาลัย.....ชั้นปีที่.....

**แบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับ  
 วิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน เรื่อง การรักษาคุณภาพในร่างกาย**

แบบสอบฉบับนี้เป็นเครื่องมือที่นำไปใช้ดำเนินการวิจัยซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิทยานิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยาของนิสิตฝึกสอน” ของนางสาวเลิศบุษยา ไทยเจริญ นิสิตชั้นปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาการวัดและประเมินผลการศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ขอความอนุเคราะห์จากท่านให้ความร่วมมือในการทำแบบสอบ เพื่อประโยชน์ทางวิชาการต่อไป และขอขอบพระคุณมาในโอกาสนี้ด้วย

**คำชี้แจง**

2. แบบสอบนี้มี จำนวน 24 ข้อ
  3. แบบสอบเป็นแบบเลือกตอบ 3 ระดับ ดังนี้
    - ระดับที่ 1 เป็นคำถามแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก
    - ระดับที่ 2 เป็นเหตุผลที่ใช้ในการตอบคำถาม มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 5 ตัวเลือก โดยตัวเลือกที่ 5 นิสิตสามารถแสดงเหตุผลของตนเอง นอกเหนือจากตัวเลือกที่กำหนดให้เพื่อสนับสนุนคำตอบของคำถามระดับที่ 1
    - ระดับที่ 3 เป็นความมั่นใจในการตอบคำถาม มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 2 ตัวเลือกเพื่อเป็นการยืนยันคำตอบในระดับที่ 1 และ 2
  4. ขั้นตอนในการทำแบบสอบ มีดังนี้
    - ระดับที่ 1 ให้นิสิตพิจารณาคำถาม และเลือกตัวเลือกที่คิดว่าถูกต้องที่สุด
    - ระดับที่ 2 เป็นส่วนที่ให้นิสิตแสดงเหตุผลในการสนับสนุนคำตอบของข้อคำถามนั้น ให้นิสิตอ่านคำถามให้เข้าใจแล้วเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว หรือในกรณีที่ผู้ตอบมีเหตุผลนอกเหนือจากตัวเลือกที่กำหนด ให้นิสิตเขียนเหตุผลของตนเองในตัวเลือกที่ 5
    - ระดับที่ 3 ให้นิสิตเลือกตอบเพียงคำตอบเดียว เพื่อแสดงการยืนยันในคำตอบระดับที่ 1 และ
- 2
5. ให้นิสิตเขียนชื่อ นามสกุล รหัสนิติ ลงในแบบทดสอบ
  6. กรุณาทำแบบสอบทุกข้อ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ข้อมูลสูงสุด
  7. ให้นิสิตส่งแบบสอบคืนผู้คุมสอบ เมื่อทำแบบสอบเสร็จครบทุกข้อ

ข้อ 1

1.1 ปัจจัยใดที่มีผลต่ออัตราการหายใจ

- |                 |                         |
|-----------------|-------------------------|
| 2) อุณหภูมิ     | 2) ความเป็นต่างของเลือด |
| 3) แก๊สออกซิเจน | 4) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ |

1.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

- 1) การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายนอก เมื่ออุณหภูมิต่ำ ทำให้หายใจถี่ขึ้น
- 2) การเพิ่มสภาพความเป็นต่างของเลือด เมื่อเลือดมีความเป็นต่างมากขึ้น ทำให้หายใจถี่ขึ้น
- 3) ภายในร่างกายของเราต้องการแก๊สออกซิเจนเพื่อใช้ในกระบวนการทำงานต่างๆ
- 4) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์สูง จะไปกระตุ้นการทำงานของสมอง ทำให้หายใจถี่ขึ้น
- 5) .....

1.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่

- 3) มั่นใจ
- 4) ไม่มั่นใจ

ข้อ 2

2.1 ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นที่ใดมากที่สุด



- |                 |                 |
|-----------------|-----------------|
| 1) เม็ดเลือดแดง | 2) เม็ดเลือดขาว |
| 5) เกล็ดเลือด   | 4) พลาสมา       |

2.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

- 1) จากปฏิกิริยา  $\text{CO}_2$  จะถูกลำเลียงไปโดยเม็ดเลือดแดงไปปอดในรูปของ  $\text{HCO}_3^-$
- 2) จากปฏิกิริยา  $\text{CO}_2$  จะถูกลำเลียงไปเม็ดเลือดขาวไปปอดในรูปของ  $\text{HCO}_3^-$
- 3) จากปฏิกิริยา  $\text{CO}_2$  จะละลายในเกล็ดเลือด และจับกับฮีโมโกลบิน
- 4) จากปฏิกิริยา  $\text{CO}_2$  จะละลายในพลาสมา และจับกับฮีโมโกลบิน
- 5) .....

2.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่

- 1) มั่นใจ
- 2) ไม่มั่นใจ

ข้อ 3

3.1 อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้ปอดขยายใหญ่ เมื่อเราหายใจเข้า

- 1) การเปลี่ยนแปลงปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์
- 2) การเปลี่ยนแปลงปริมาณแก๊สออกซิเจน
- 3) การเปลี่ยนแปลงปริมาตรของทรวงอก
- 4) การทำงานของถุงลม

3.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

- 1) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ภายในหลอดเลือดฝอยรอบๆจะแพร่เข้าถุงลม

ส่งผลให้ปอดขยายใหญ่ขึ้น

- 2) แก๊สออกซิเจนภายในหลอดเลือดฝอยรอบๆจะแพร่เข้าสู่ถุงลม ทำให้ปอดขยายใหญ่ขึ้น
- 3) ปริมาตรของทรวงอกที่เพิ่มขึ้น ทำให้ความดันลดลง ปอดจึงขยายใหญ่ขึ้น
- 4) เนื่องจากภายในถุงลมมีอากาศเข้าไป จึงทำให้เกิดแรงดัน ปอดจึงขยายใหญ่ขึ้น
- 5) .....

3.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่

- 1) มั่นใจ
- 2) ไม่มั่นใจ

ข้อ 4

4.1 พลาสมาเลียมมีการแลกเปลี่ยนแก๊สในลักษณะเดียวกับสัตว์ชนิดใด

- |                |           |
|----------------|-----------|
| 1) ไส้เดือนดิน | 2) อะมีบา |
| 3) หอย         | 4) หมึก   |

4.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

- 1) มีโครงสร้างคือเยื่อหุ้มเซลล์ที่ช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊สเหมือนกัน
- 2) มีโครงสร้างคือผิวหนังที่ช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊สเหมือนกัน
- 3) มีโครงสร้างคือเหงือกที่ช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊สเหมือนกัน
- 4) มีโครงสร้างคือปอดที่ช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊สเหมือนกัน
- 5) .....

4.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่

- 1) มั่นใจ
- 2) ไม่มั่นใจ

ข้อ 5

5.1 ข้อใดคือของเสียจากผู้ป่วยที่เป็นโรคปอดบวม (Pneumonia)

- |              |          |
|--------------|----------|
| 1) น้ำหนอง   | 2) เสมหะ |
| 3) น้ำเหลือง | 4) เลือด |

5.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

- 1) โรคปอดบวมเกิดจากเชื้อไวรัส ทำให้ปอดเกิดการอักเสบและมีหนองไหลออกมาจากปอด
- 2) โรคปอดบวมเกิดจากมีเชื้อแบคทีเรียเข้าสู่ปอด ผู้ป่วยจะมีอาการไอ และมีเสมหะออกมา
- 3) โรคปอดบวมเกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรียในกระแสเลือด จึงทำให้ผู้ป่วยมีอาการไอออกมาเป็นเลือด
- 4) โรคปอดบวมเกิดจากการสำลักน้ำเข้าไปในปอด หรือเกิดจากสภาพอากาศที่มีความชื้นสูง จึงทำให้มีน้ำเหลืองไหลออกมาจากปอด
- 5) .....

5.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่

- 1) มั่นใจ
- 2) ไม่มั่นใจ

ข้อ 6

6.1 ข้อใดเป็นสาเหตุทำให้ผู้ที่ เป็นโรคถุงลมโป่งพองมีการหายใจเข้าออกลำบาก เหนื่อย และ หอบ

- 1) ช่องอกแฟบ
- 2) การแพร่กระจายของเชื้อแบคทีเรียหรือไวรัส
- 3) การอุดตันของน้ำเหลืองและน้ำเมือก
- 4) 4) ผนังถุงลมรั่ว

6.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

- 1) เนื่องจากช่องอกแฟบ ทำให้ปอดขยายตัวไม่ได้ จึงทำให้หลอดลมตีบ อากาศไม่สามารถผ่านเข้าไปยังปอด จึงทำให้ต้องเพิ่มอัตราการหายใจ
- 2) เนื่องจากมีเชื้อแบคทีเรียหรือเชื้อไวรัสเข้าสู่หลอดลม เกิดการแพร่กระจายอย่างรวดเร็วจึงทำให้ พื้นที่ผิวสำหรับการแลกเปลี่ยนแก๊สลดลง
- 3) เนื่องจากที่บริเวณหลอดลมฝอยและถุงลมมีน้ำเหลือง และน้ำเมือกอุดตันทำให้ผนังของถุงลมไม่มีช่องทะลุถึงกัน
- 5) เนื่องจากผนังของถุงลมถูกทำลายทะลุถึงกัน เกิดเป็นถุงขนาดใหญ่ ทำให้พื้นที่ผิวสำหรับแลกเปลี่ยนแก๊สลดลง
- 6) .....

6.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่

- 1) มั่นใจ
- 2) ไม่มั่นใจ



ข้อ 7

7.1 โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สชนิดใด ที่สามารถนำแก๊สออกซิเจนไปให้เซลล์โดยตรง

- |           |           |
|-----------|-----------|
| 1) เหงือก | 2) ปอด    |
| 3) ท่อลม  | 4) บุกลัง |

7.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

- 1) โครงสร้างดังกล่าวสัมผัสกับน้ำโดยตรง ออกซิเจนจึงสามารถแพร่เข้าสู่ร่างกายโดยตรง
- 2) โครงสร้างดังกล่าวสามารถแลกเปลี่ยนแก๊สโดยตรง โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาระบบเลือด
- 3) โครงสร้างดังกล่าวสามารถแลกเปลี่ยนแก๊สที่อยู่ภายในร่างกายเพื่อรักษาความชุ่มชื้น ประกอบด้วยถุงลมจำนวนมาก
- 4) โครงสร้างดังกล่าวคล้ายเหงือก มีลักษณะเป็นเส้นๆ แดกกึ่งแยกออกจากผิวร่างกาย จึงสามารถนำแก๊สไปใช้ได้โดยตรง
- 5) .....

7.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่

- 1) มั่นใจ
- 2) ไม่มั่นใจ

ข้อ 8

8.1 อาการสะอึก เกิดจากอวัยวะส่วนใดทำงานผิดปกติ

ก. กล้ามเนื้อยึดกระดูกซี่โครง ข. กล้ามเนื้อกะบังลม ค. กล้ามเนื้อที่กล่องเสียง

1) ก

2) ข

3) ก และ ข

4) ข และ ค

8.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

1) กล้ามเนื้อยึดกระดูกซี่โครงแถบนอกและแถบในหดตัวไม่พร้อมกัน

2) กล้ามเนื้อยึดกระดูกซี่โครงและกะบังลมทำงานไม่สัมพันธ์กัน

3) กล้ามเนื้อที่กล่องเสียง และกะบังลมทำงานผิดปกติ

4) กล้ามเนื้อยึดกะบังลมไม่ทำงาน

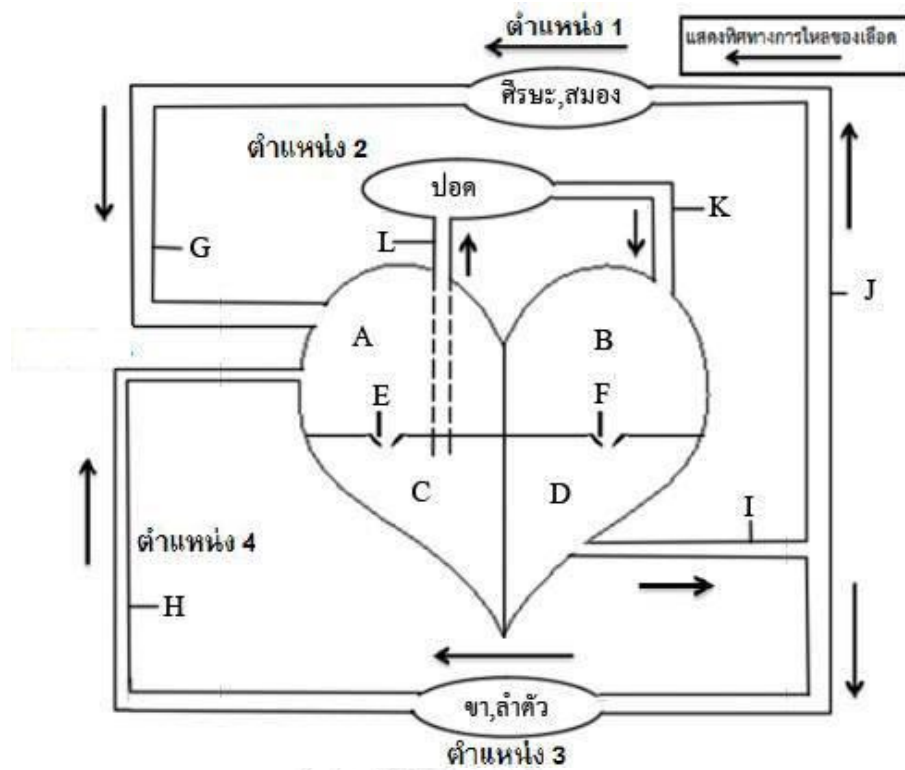
5) .....

8.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่

1) มั่นใจ

2) ไม่มั่นใจ

ใช้ภาพต่อไปนี้ตอบคำถามข้อ 9 – 10



### ข้อ 9

9.1 จากภาพหลอดเลือดในข้อใดที่มีอัตราเร็วของเลือดเร็วที่สุด

- |            |            |
|------------|------------|
| 2) G และ I | 2) H และ L |
| 3) G และ L | 4) I และ J |

9.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

- 1) เพราะหลอดเลือดอาร์เทอร์รี่มีพื้นที่หน้าตัดน้อย จึงทำให้อัตราเร็วของเลือดสูง
- 2) เพราะหลอดเลือดอาร์เทอร์รี่มีความดันในหลอดเลือดมากอัตราเร็วจึงสูง
- 3) เพราะหลอดเลือดเวนมีขนาดใหญ่ทำให้ความดันมีค่าน้อยเลือดจึงไหลเร็ว
- 4) เพราะหลอดเลือดเวนเป็นหลอดเลือดที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดมากเลือดจึงไหลเร็ว
- 5) .....

9.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่

- 1) มั่นใจ
- 2) ไม่มั่นใจ

ข้อ 10

10.1 จากภาพความดันเลือดที่ตำแหน่งใดในภาพมีค่าน้อยที่สุด

- |              |              |
|--------------|--------------|
| 2) ตำแหน่ง 1 | 2) ตำแหน่ง 2 |
| 3) ตำแหน่ง 3 | 4) ตำแหน่ง 4 |

10.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

- 1) เพราะตำแหน่งที่อยู่ใกล้หัวใจเลือดจะไหลด้วยอัตราเร็วสูงทำให้ค่าความดันเลือดต่ำ
- 3) เพราะตำแหน่งที่อยู่ไกลหัวใจจะไม่มีแรงดันเลือดที่ส่งมาจากหัวใจค่าความดันเลือดจึงต่ำ
- 4) เพราะตำแหน่งที่อยู่ใกล้หัวใจหลอดเลือดบริเวณนั้นจะมีพื้นที่หน้าตัดมากส่งผลให้ความดันเลือดต่ำ
- 5) เพราะตำแหน่งที่อยู่ไกลหัวใจหลอดเลือดบริเวณนั้นจะมีพื้นที่หน้าตัดน้อยส่งผลให้ความดันเลือดต่ำ
- 5) .....

10.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่

- 1) มั่นใจ
- 2) ไม่มั่นใจ

ข้อ 11

11.1 อัตราการไหลของเลือดภายในหลอดเลือดใดในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมมีค่าน้อยที่สุด

- |                                   |                              |
|-----------------------------------|------------------------------|
| 1) หลอดเลือดอาร์เทอร์รี่ (Artery) | 2) หลอดเลือดเวน (Vein)       |
| 3) หลอดเลือดฝอย (Capillary)       | 4) หลอดเลือดเอออร์ตา (Aorta) |

11.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

- 1) หลอดเลือดอาร์เทอร์รี่มีความหนาและความยืดหยุ่นสูง จึงทำให้อัตราการไหลของหลอดเลือดมีค่าน้อยที่สุด
- 2) หลอดเลือดเวนมีความดันต่ำสุด เพราะผนังบางที่สุด และเป็นผลมาจากแรงโน้มถ่วงของโลกจึงทำให้อัตราการไหลของเลือดมีค่าน้อย
- 3) หลอดเลือดฝอยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กที่สุด มีพื้นที่หน้าตัดรวมมากที่สุด
- 4) หลอดเลือดเอออร์ตา มีขนาดใหญ่ที่สุด มีผนังหนาที่สุด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกว้างที่สุด
- 5) .....

11.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่

- 1) มั่นใจ
- 2) ไม่มั่นใจ

ข้อ 12

12.1 การเจาะเลือดเพื่อบริจาคสามารถทำได้ที่หลอดเลือดชนิดใด

- |                                   |                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1) หลอดเลือดอาร์เทอร์รี่ (Artery) | 2) หลอดเลือดเวน (Vein)          |
| 3) หลอดเลือดเอออร์ตา (Aorta)      | 4) หลอดเลือดเวนาคาวา (Venacava) |

12.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

- 1) หลอดเลือดดังกล่าวอยู่ตื้น ง่าย ผนังบาง ความดันในหลอดเลือดต่ำ
- 2) หลอดเลือดดังกล่าว มีปริมาณแก๊สออกซิเจนสูง และมีแรงดันสูง ทำให้สามารถเจาะได้ง่าย
- 3) หลอดเลือดดังกล่าวเป็นหลอดเลือดขนาดใหญ่ ที่มีปริมาณแก๊สออกซิเจนสูง
- 4) หลอดเลือดดังกล่าวมีขนาดใหญ่มีผนังหนา ไม่เปราะง่าย ทำหน้าที่รับเลือดเข้าสู่หัวใจ
- 5) .....

12.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่

- 1) มั่นใจ
- 2) ไม่มั่นใจ

**ข้อ 13**

13.1 ความดันเลือดในหลอดเลือดใดที่ใกล้เคียงกับหัวใจมากที่สุด

- |                                   |                                 |
|-----------------------------------|---------------------------------|
| 1) หลอดเลือดอาร์เทอร์รี่ (Artery) | 2) หลอดเลือดเวน (Vein)          |
| 3) หลอดเลือดเอออร์ตา (Aorta)      | 4) หลอดเลือดเวนาคาวา (Venacava) |

13.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

- 1) หลอดเลือดดังกล่าวที่มีทิศทางออกจากหัวใจไปยังปอดและส่วนต่างๆ ของร่างกาย
- 2) หลอดเลือดดังกล่าวที่มีทิศทางการไหลจากปอดและส่วนต่างๆของร่างกาย เข้าสู่หัวใจ
- 3) หลอดเลือดดังกล่าวขนาดใหญ่ทำหน้าที่รับเลือดจากหัวใจห้องล่างซ้ายโดยตรง
- 4) หลอดเลือดดังกล่าวขนาดใหญ่ทำหน้าที่รับเลือดจากส่วนต่างๆของร่างกาย เข้าสู่หัวใจ
- 5) .....

13.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่

- 1) มั่นใจ
- 2) ไม่มั่นใจ

ข้อ 14

14.1 Blood clotting (การแข็งตัวของเลือด) สามารถเกิดขึ้นที่บริเวณใดได้บ้าง

- 1) บริเวณที่เนื้อเยื่อเปิดออก หรือเกิดบาดแผลเท่านั้น
- 2) บริเวณเนื้อเยื่อเปิดออก หรือเกิดบาดแผล และภายในหลอดเลือดฝอย
- 3) บริเวณเนื้อเยื่อเปิดออก หรือเกิดบาดแผล และภายในหลอดเลือดเวน
- 4) บริเวณเนื้อเยื่อเปิดออก หรือเกิดบาดแผล และภายในหลอดเลือดเวนและอาร์เทอร์รี่

14.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

- 1) เมื่อเนื้อเยื่อเปิดออก หรือมีบาดแผล เกล็ดเลือดและสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการกระบวนการแข็งตัวของเลือดจะเคลื่อนที่มายังบริเวณหลอดเลือดฉีกขาดเพื่ออุดบาดแผลเท่านั้น
- 2) สามารถเกิดขึ้นที่บริเวณที่เนื้อเยื่อเปิดออก และภายในหลอดเลือด เกล็ดเลือดสามารถยึดเกาะพื้นผิวที่ขรุขระภายในหลอดเลือดฝอย ทำให้หลอดเลือดอุดตัน
- 3) สามารถเกิดขึ้นที่บริเวณที่เนื้อเยื่อเปิดออก และภายในหลอดเลือด เกล็ดเลือดสามารถยึดเกาะพื้นผิวที่ขรุขระภายในหลอดเลือดเวน ทำให้หลอดเลือดอุดตัน
- 4) สามารถเกิดขึ้นที่บริเวณที่เนื้อเยื่อเปิดออก และภายในหลอดเลือด เกล็ดเลือดสามารถยึดเกาะพื้นผิวที่ขรุขระภายในหลอดเลือดอาร์เทอร์รี่ ทำให้หลอดเลือดอุดตัน
- 5) .....

14.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่

- 1) มั่นใจ
- 2) ไม่มั่นใจ



ข้อ 15

15.1 เราสามารถวัดชีพจรได้จากหลอดเลือดใด

- |                                   |                              |
|-----------------------------------|------------------------------|
| 1) หลอดเลือดอาร์เทอร์รี่ (Artery) | 2) หลอดเลือดเวน (Vein)       |
| 3) หลอดเลือดเวนาคาเวา (Venacava)  | 4) หลอดเลือดเอออร์ตา (Aorta) |

15.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

- 1) เนื่องจากจังหวะการยืดหยุ่นของเส้นเลือดเป็นไปตามจังหวะของอัตราการเต้นของหัวใจ
- 2) เนื่องจากมีผนังกั้นภายในหลอดเลือด ทำให้สามารถได้ยินเสียงเลือดกระทบกับผนังหลอดเลือด
- 3) เนื่องจากที่หลอดเลือดมีการคลายและหดตัวของผนังหลอดเลือด อยู่ใกล้กับผิวหนังมาก ทำให้สามารถวัดได้โดยง่าย
- 4) เนื่องจากกล้ามเนื้อของหลอดเลือดบีบและคลายตัวมาก ทำให้ความดันในหลอดเลือดสูง จึงเหมาะแก่การวัดชีพจร
- 5) .....

15.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่

- 1) มั่นใจ
- 2) ไม่มั่นใจ

ข้อ 16

16.1 คนที่เป็นโรคไตต่อไปนี้ ควรฉีดเซรุ่มแก้ร่างกายทันที

- |                   |                |
|-------------------|----------------|
| 1) อหิวาตกโรค     | 2) วัณโรค      |
| 3) ไวรัสตับอักเสบ | 4) พิษสุนัขบ้า |

16.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

- 1) เพราะโรคดังกล่าวแสดงอาการเฉียบพลัน เชื้อโรคจะใช้เวลาฟักตัวเพียงหนึ่งสัปดาห์ จึงต้องฉีดเซรุ่ม เพื่อดำเนินการโรค
- 2) เพราะโรคดังกล่าวเกิดจากเชื้อไวรัส ใช้ระยะเวลาฟักตัวสั้น โดยเชื้อจะลามเข้าทางระบบประสาทจะทำให้สมองและไขสันหลังทำงานผิดปกติ ผู้ป่วยมีอาการอัมพาตและเสียชีวิตในที่สุด
- 3) เพราะโรคดังกล่าวเกิดจากเชื้อไวรัส เมื่อเชื้อเข้าสู่ปอด เชื้อจะเจริญขึ้นได้อย่างรวดเร็ว เป็นโรคติดต่อที่อาจทำให้เสียชีวิต
- 4) เพราะโรคดังกล่าวเป็นโรคติดเชื้อระบบทางเดินอาหารจากแบคทีเรียชนิดเฉียบพลัน ระยะฟักตัว 2-3 ชั่วโมง ทำให้มีอาการถ่ายอุจจาระอย่างรุนแรง ร่างกายขาดน้ำ
- 5) .....

16.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่

- 1) มั่นใจ
- 2) ไม่มั่นใจ

ข้อ 17

17.1 สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่อยู่ในน้ำจืดขับถ่ายของเสียไนโตรเจนในรูปใดมากที่สุด

- |              |                       |
|--------------|-----------------------|
| 1) แอมโมเนีย | 2) ยูเรีย             |
| 3) กรดยูริก  | 4) ยูเรียและแอมโมเนีย |

17.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

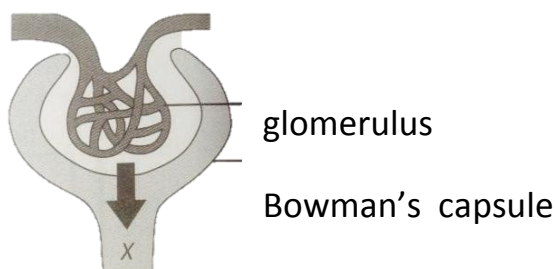
- 1) เนื่องจากสารดังกล่าวมีความเป็นพิษต่ำ สามารถละลายน้ำได้ดี
- 2) เนื่องจากสารดังกล่าวมีความเป็นพิษสูง ไม่สามารถละลายน้ำ
- 3) เนื่องจากสารดังกล่าวมีความเป็นพิษต่ำ ไม่สามารถละลายน้ำ
- 4) เนื่องจากสารดังกล่าวมีความเป็นพิษสูง สามารถละลายน้ำได้ดี
- 5) .....

17.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่

- 1) มั่นใจ
- 2) ไม่มั่นใจ

ข้อ 18

18.1 จากภาพ เป็นส่วนหนึ่งของหน่วยไต สาร X ที่ผ่านกระบวนการกรองจะพบสารใด



ก. กรดอะมิโน    ข. กลูโคส    ค. พลาสมาโปรตีน    ง. เกลื้อแร่

1) ข้อ ก และ ข

2) ข้อ ก และ ง

3) ข้อ ก ข และ ง

4) ข้อ ก ค และ ง

18.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

1) เป็นสารที่พบในของเหลวที่กรองได้ แต่ไม่พบในน้ำปัสสาวะ เนื่องจากการดูดกลับหมด

2) เมื่อเกิดกระบวนการกรอง จะมีการดูดกลูโคสกลับ ถ้าหากพบกลูโคสในปัสสาวะ แสดงว่าเป็นโรคเบาหวาน

3) กลูโคสและโปรตีนเป็นสารโมเลกุลใหญ่ และมีความสำคัญต่อร่างกาย โกลเมอรูลัสจึงกรองสารแล้วเก็บไว้ใช้

4) สารที่จะกรองผ่านโกลเมอรูลัสได้จะต้องเป็นสารโมเลกุลขนาดเล็ก โดยสารที่ถูกกรองจะมีลักษณะคล้ายพลาสมา

5) .....

18.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่

1) มั่นใจ

2) ไม่มั่นใจ

ข้อ 19

19.1 หลอดเลือดชนิดใดทำหน้าที่ลำเลียงเลือดไปยังหน่วยไตเพื่อเข้าสู่กระบวนการกรอง

- 1) หลอดเลือดรีนัลอาร์เทอรี (Renal artery)
- 2) หลอดเลือดรีนัลเวน (Renal vein)
- 3) หลอดเลือดฝอย (Capillary)
- 4) หลอดเลือดเวนาคาเวา (Venacava)

19.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

- 1) เป็นหลอดเลือดที่มีออกซิเจนสูง นำเลือดไปกรองที่หน่วยไต
- 2) เป็นหลอดเลือดที่มีออกซิเจนต่ำ นำเลือดไปกรองที่โกลเมอรูลัส
- 3) เป็นหลอดเลือดที่มีขนาดเล็กแตกแขนง นำเลือดเข้าสู่โกลเมอรูลัส
- 4) เป็นหลอดเลือดขนาดใหญ่ที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำ นำเลือดไปกรองที่หน่วยไต
- 5) .....

19.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่

- 1) มั่นใจ
- 2) ไม่มั่นใจ

ข้อ 20

20.1 ฮอร์โมนชนิดใดที่ทำหน้าที่ดูดกลับน้ำและแร่ธาตุภายในร่างกาย

- |                                |                 |                |
|--------------------------------|-----------------|----------------|
| ก. แอนติไดยูริติกฮอร์โมน (ADH) | ข. แอลโดสเตอโรน | ค. วาโซเพรสซิน |
| 1) ก                           | 2) ข            |                |
| 3) ก และ ค                     | 4) ก ข และ ค    |                |

20.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

- 1) ฮอร์โมนดังกล่าวถูกสร้างจากต่อมหมวกไต ไปกระตุ้นการทำงานท่อขดส่วนปลายและท่อรวม
- 2) ฮอร์โมนดังกล่าวถูกสร้างจากต่อมหมวกไต โดยจะกระตุ้นให้มีการกลับดูดโซเดียม ไอออนมากที่สุด
- 3) ฮอร์โมนดังกล่าวถูกสร้างจากต่อมใต้สมอง ทำให้เส้นเลือดหดตัว เพื่อลดการหลั่งของปัสสาวะ
- 4) ฮอร์โมนดังกล่าวถูกสร้างจากต่อมใต้สมอง ถูกกระตุ้นโดยปริมาณเลือด ทำให้เกิดการดูดกลับของแร่ธาตุ

5) .....

20.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่

- 1) มั่นใจ
- 2) ไม่มั่นใจ

ข้อ 21

21.1. การรักษาโรคไตวายด้วยวิธีการใช้ไตเทียม ข้อใดเป็นลักษณะของไตเทียม

- 1) เป็นเครื่องมือทำหน้าที่กำจัดของเสียออกจากเลือดแทนไต
- 2) เป็นการปลูกถ่ายไตให้กับผู้ที่มีไตพิการหรือสูญเสียหน้าที่การทำงาน
- 3) เป็นอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ใส่เข้าไปในร่างกายของผู้ที่เป็นโรคไต
- 4) เป็นเนื้อเยื่อที่ผลิตขึ้นมาโดยเทคนิคพันธุวิศวกรรม เพื่อกรองของเสียออกจากเลือด

21.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

- 1) เป็นการนำไตของญาติที่มีชีวิต หรือไตที่ได้รับจากการบริจาคมาใส่ให้กับผู้ป่วยโรคไตวาย
- 2) เป็นอุปกรณ์ที่อยู่ภายนอกร่างกาย ใช้ฟอกเลือดผ่านตัวกรอง แล้วส่งเลือดกลับคืนผู้ป่วย
- 3) เป็นอุปกรณ์ที่อยู่ภายในร่างกาย ใช้ฟอกเลือด โดยมีลักษณะเหมือนไตอันเดิม
- 4) เป็นเนื้อเยื่อที่ผลิตขึ้น เพื่อทำหน้าที่ขับของเสียทดแทนไตเดิม ที่ทำให้ผู้ป่วยมีอายุยืนยาว
- 5) .....

21.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่

- 1) มั่นใจ
- 2) ไม่มั่นใจ

ข้อ 22

22.1 สารในข้อใดเป็นสาร ไดยูเรติก (diuretics)

ก. ซา กาแฟ ข. น้ำเกลือ ค. แอลกอฮอล์ ง. ซีอิกโกแลต

1) ก และ ค

2) ข และ ง

3) ก ข และ ค

4) ก ค และ ง

22.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

1) สารดังกล่าวเป็นสารขับปัสสาวะ ทำให้ฮอร์โมน ADH ลดลง จึงปัสสาวะบ่อยขึ้น

2) สารดังกล่าวเป็นสารขับปัสสาวะ ทำให้ฮอร์โมน ADH เพิ่มมากขึ้น จึงขับปัสสาวะบ่อยขึ้น

3) สารดังกล่าวเป็นสารยับยั้งปัสสาวะ ทำให้ฮอร์โมน ADH ลดลง จึงปัสสาวะน้อยลง

4) สารดังกล่าวเป็นสารยับยั้งปัสสาวะ ทำให้ฮอร์โมน ADH เพิ่มมากขึ้น จึงปัสสาวะน้อยลง

5) .....

22.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่

1) มั่นใจ

2) ไม่มั่นใจ



ข้อ 23

23.1 คนไข้รายหนึ่งมีอาการเจ็บตามข้อ จากการสอบถามพบว่าคนไข้รายนี้ดื่มน้ำน้อยมากในแต่ละวัน แพทย์จึงสันนิษฐานว่าร่างกายของคนไข้มีการเปลี่ยนของเสียที่มีไนโตรเจนจากเดิม ชนิด A เป็น ชนิด B และเกิดการสะสมไว้ในข้อกระดูกของคนไข้ ข้อใดเป็นของเสียที่มีไนโตรเจน ชนิด A และ ชนิด B ตามลำดับ

- |                       |                       |
|-----------------------|-----------------------|
| 1) ยูเรีย กรดยูริก    | 2) กรดยูริก ยูเรีย    |
| 3) แอมโมเนีย กรดยูริก | 4) กรดยูริก แอมโมเนีย |

23.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

- 1) เนื่องจาก สาร A เป็นของแข็งที่มีมากที่สุด ที่ละลายน้ำได้ดี มีความเป็นพิษต่ำ  
สาร B เป็นของแข็งไม่ละลายน้ำ ทำให้สิ่งมีชีวิตเสียน้ำน้อย
- 2) เนื่องจาก สาร A เป็นของเหลวที่มีมากที่สุดในปัสสาวะ มีความเป็นพิษต่ำ  
สาร B ละลายน้ำได้ ทำให้สิ่งมีชีวิตไม่เสียน้ำน้อย มีความเป็นพิษสูง
- 3) เนื่องจาก สาร A เป็นแก๊สที่มีมากที่สุดในปัสสาวะ สามารถละลายน้ำได้  
มีความเป็นพิษต่ำ  
สาร B เป็นของแข็งไม่ละลายน้ำ ทำให้สิ่งมีชีวิตเสียน้ำมาก
- 4) เนื่องจาก สาร A เป็นของแข็งที่ละลายน้ำได้ดี มีความเป็นพิษต่ำ  
สาร B เป็นของแข็งไม่ละลายน้ำ ทำให้สิ่งมีชีวิตเสียน้ำมาก
- 5) .....

23.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่

- 1) มั่นใจ
- 2) ไม่มั่นใจ

ข้อ 24

24.1 บริเวณใดของหน่วยไต (Nephron) ที่มีการดูดกลับของน้ำและสารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายมากที่สุด

- 1) ท่วงเฮนเล (Henle loop)
- 2) ท่อหน่วยไตส่วนต้น (Proximal convoluted tubule)
- 3) ท่อหน่วยไตส่วนท้าย (Distal convoluted tubule)
- 4) ท่อรวม (Collecting tubule)

24.2 เหตุผลที่ใช้ในการตอบ

- 1) บริเวณดังกล่าว เป็นหลอดที่ทำหน้าที่รวมของเหลวที่ได้จากกระบวนการกรอง
- 2) บริเวณดังกล่าว เป็นหลอดคดเคี้ยว พบในเนื้อไตชั้นคอร์เทกซ์ภายในพบฮอร์โมน ADH
- 3) บริเวณดังกล่าว เป็นหลอดคดเคี้ยว ซึ่งยาวกว่าตอนอื่น และมีหลอดเลือดฝอยมาพันมากมาย
- 4) บริเวณดังกล่าว เป็นหลอดโค้งรูปตัวยู มีผนังบางที่สุด ทำให้ของเหลวที่กรองได้มีแรงดันออสโมติกสูงสุด
- 5) .....

24.3 คุณมั่นใจในคำตอบ 2 ข้อ ข้างต้นหรือไม่

- 1) มั่นใจ
- 2) ไม่มั่นใจ

ภาคผนวก ฉ  
เกณฑ์ในการให้คะแนนสำหรับการตอบข้อสอบระดับที่ 2

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
CHULALONGKORN UNIVERSITY

**เกณฑ์ในการให้คะแนน ข้อสอบระดับที่ 2 ตัวเลือกที่ 5**  
**ของแบบสอบวินิจฉัยมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนแบบเลือกตอบสามระดับวิชาชีววิทยา**

**เกณฑ์ในการให้คะแนน**

- ตอบคำถามใกล้เคียง หรือตรงกับแนวคำตอบ ได้ 1 คะแนน
- ตอบคำถามไม่ถูกต้องตามแนวคำตอบ ได้ 0 คะแนน
- 

ข้อที่	คำถาม	แนวคำตอบ
1	ปัจจัยใดที่มีผลต่ออัตราการหายใจ	ปริมาณแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวกระตุ้นให้ศูนย์ควบคุมการหายใจในสมอง ส่วนพอนส์และเมดัลลา สั่งการให้มีการควบคุมแบบอัตโนมัติ ซึ่งเป็นการหายใจที่ไม่สามารถบังคับได้
2	ปฏิกิริยานี้เกิดขึ้นที่ใดมากที่สุด $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{H}_2\text{CO}_3 \leftrightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$	ปฏิกิริยาดังกล่าวเกิดในเม็ดเลือดแดง เนื่องจากมีเอนไซม์ Carbonic anhydrase มาก และ $\text{CO}_2$ จะถูกลำเลียงไปยังปอดในรูป $\text{HCO}_3^-$ มากที่สุด
3	อะไรเป็นสาเหตุที่ทำให้ปอดขยายใหญ่ เมื่อเราหายใจเข้า	สาเหตุที่ปอดแผ่ขยายเนื่องจากปริมาตรของทรวงอกเพิ่มขึ้นเกิดระหว่างการหายใจเข้า เมื่อความดันลดลง ทำให้อากาศเข้ามาในร่างกาย
4	พลาสมาเลยมีการแลกเปลี่ยนแก๊สในลักษณะเดียวกับสัตว์ชนิดใด	ไส้เดือนดินซึ่งมีโครงสร้างคือผิวหนังที่ช่วยในการแลกเปลี่ยนแก๊สเหมือนกัน
5	ข้อใดคือของเสียจากผู้ป่วยที่เป็นโรคปอดบวม (Pneumonia)	โรคปอดบวมเกิดจากการอักเสบของปอดหรือการติดเชื้อแบคทีเรีย เชื้อไวรัส และเชื้อราเข้าสู่ปอด หรืออาจเกิดจากได้รับสารเคมี ยาบางอย่าง ผู้ป่วยจะมีอาการไอและมีเสมหะซึ่งเป็นของเสียออกมา

ข้อที่	คำถาม	แนวคำตอบ
6	ข้อใดเป็นสาเหตุทำให้ผู้ที่เป็นโรคถุงลมโป่งพองมีการหายใจเข้าออกลำบาก เหนื่อย และหอบ	โรคถุงลมโป่งพองเกิดจากการสูดอากาศที่เป็นพิษ ทำให้ถุงลมและหลอดเลือดฝอยส่วนปลายถูกทำลาย ทำให้ความสามารถในการนำเอาอากาศเข้าปอดและแลกเปลี่ยนแก๊สลดลง และในบางโอกาสผนังของถุงลมอาจจะถูกทำลาย ทำให้ถุงลมทะลุถึงกันเกิดเป็นถุงขนาดโต จึงมีพื้นที่ผิวสำหรับแลกเปลี่ยนแก๊สลดลง ผู้ป่วยจึงต้องเพิ่มการหายใจทำให้เกิดการเหนื่อยหอบ
7	โครงสร้างที่ใช้ในการแลกเปลี่ยนแก๊สชนิดใดที่สามารถนำแก๊สออกซิเจนไปให้เซลล์โดยตรง	ท่อลมของพวกอาร์โทรพอด เช่น แมลง ตั๊กแตน เป็นต้น โครงสร้างดังกล่าวสามารถแลกเปลี่ยนแก๊สโดยตรง โดยไม่จำเป็นต้องพึ่งพาระบบเลือด เนื่องจากเป็นระบบเลือดแบบเปิด โดยท่อลมจะนำอากาศส่งไปเนื้อเยื่อ และการเคลื่อนไหวของลำตัวแมลง ทำให้ท่อลมยืดหด ช่วยให้อากาศไหลเวียนเข้าออกจากระบบท่อลมได้ดี
8	อาการสะอึก เกิดจากอวัยวะส่วนใดทำงานผิดปกติ	อาการสะอึกเกิดจาก กล้ามเนื้อยึดกระดูกซี่โครงและกะบังลมทำงานไม่สัมพันธ์กัน กะบังลมหดตัวเป็นจังหวะๆ ขณะหดตัวอากาศจะถูกดันผ่านลงสู่ปอดทันที ทำให้สายเสียงสั่น เกิดเสียงขึ้น
9	หลอดเลือดในข้อใดที่มีอัตราเร็วของเลือดเร็วที่สุด	หลอดเลือดอาร์เทอรีมีความดันในหลอดเลือดมากที่สุดอัตราเร็วจึงสูง
10	ความดันเลือดที่ตำแหน่งใดในภาพมีค่าน้อยที่สุด	ตำแหน่งที่อยู่ไกลหัวใจ แรงดันจะมีค่าน้อย เลือดที่ส่งมาจากหัวใจจึงมีค่าความดันเลือดต่ำ

ข้อที่	คำถาม	แนวคำตอบ
11	อัตราการไหลของเลือดภายในหลอดเลือดใดในสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนมมีค่าน้อยที่สุด	ในระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด ปริมาณเลือดที่ไหลผ่านหน้าตัดของหลอดเลือดใดๆ ต่อหนึ่งหน่วยเวลาย่อมคงที่ ดังนั้นอัตราการไหล ณ จุดใดจุดหนึ่งจึงแปรผกผันกับพื้นที่หน้าตัดทั้งหมดที่เลือดนั้นไหลผ่าน และหลอดเลือดฝอยเป็นหลอดเลือดที่มีพื้นที่หน้าตัดรวมมากที่สุด ดังนั้นอัตราการไหลจึงมีค่าน้อยที่สุด
12	การเจาะเลือดเพื่อปริจาศสามารถทำได้ที่หลอดเลือดชนิดใด	หลอดเลือดเวน เนื่องจากหลอดเลือดดังกล่าวอยู่ตื้น ง่าย ผ่องบาง ความดันในหลอดเลือดต่ำ
13	ความดันเลือดในหลอดเลือดใดที่ใกล้เคียงกับหัวใจมากที่สุด	หลอดเลือดเอออร์ตา เพราะหลอดเลือดดังกล่าวขนาดใหญ่ทำหน้าที่รับเลือดจากหัวใจห้องล่างซ้ายโดยตรง เพื่อนำเลือดไปเลี้ยงส่วนต่างๆของร่างกาย
14	Blood clotting (การแข็งตัวของเลือด) สามารถเกิดขึ้นที่บริเวณใดได้บ้าง	Blood clotting สามารถเกิดขึ้นภายในหลอดเลือด เกล็ดเลือดสามารถยึดเกาะพื้นผิวที่ขรุขระภายในหลอดเลือดอาร์เทอร์รี่ ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรคเรียกว่า Thrombosis (การเกิดลิ่มเลือดที่ทำให้เลือดอุดตัน)
15	เราสามารถวัดชีพจรได้จากหลอดเลือดใด	ชีพจร หมายถึงการเต้นของหัวใจสามารถสัมผัสได้ตามบริเวณที่มีหลอดเลือด อาร์เทอร์รี่ที่อยู่ใกล้ผิวหนัง เช่น ข้อมือ ข้อพับ เนื่องจากการยืดหยุ่นของหลอดเลือดอาร์เทอร์รี่ซึ่งเป็นผลมาจากการบีบตัว และคลายตัวของหัวใจ

ข้อที่	คำถาม	แนวคำตอบ
16	คนที่เป็นโรคไตต่อไปนี้ ควรฉีดยา เซรุ่มแก้ร่างกายทันที	พิษสุนัขบ้า เพราะโรคดังกล่าวเกิดจากเชื้อไวรัส ใช้ ระยะเวลาพักตัวสั้น โดยเชื้อจะลามเข้าทางระบบประสาท จะทำให้สมองและไขสันหลังทำงานผิดปกติ ผู้ป่วยมี อาการอัมพาตและเสียชีวิตในที่สุด ควรฉีดยาเซรุ่มป้องกัน โรคพิษสุนัขบ้าทันทีเมื่อสุนัขกัด หรือสัมผัสกับแหล่งที่มา ของเชื้อ โดยฉีดยารอบบาดแผลให้มากที่สุด ใ
17	สิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวที่อยู่ในน้ำจืด ขับถ่ายของเสียไนโตรเจนในรูปใด มากที่สุด	เซลล์ทุกเซลล์ของสิ่งมีชีวิตเซลล์เดียวนั้นสัมผัสกับน้ำ จึงมี การขับถ่ายของเสียพวกแอมโมเนีย เนื่องจากแอมโมเนีย เป็นแก๊สที่ละลายน้ำได้ดีมากและก็เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิต ที่สุด จึงถูกขับออกนอกร่างกายโดยไม่มีการสะสม
18	ภาพส่วนหนึ่งของหน่วยไต สาร X ที่ผ่านกระบวนการกรองจะ พบสารใด	ผนังของโบว์แมนแคปซูลจะมีคุณสมบัติพิเศษยอมให้สาร โมเลกุลเล็กๆ ในเลือดคือ น้ำ กลูโคส เกลือแร่ ยูเรีย และ สารโมเลกุลเล็กอื่นๆ กรองผ่านเข้าไปในโบว์แมนแคปซูล ได้ ยกเว้นเม็ดเลือดแดงโปรตีน และไขมันโมเลกุลใหญ่จะ ถูกกั้นไว้ สารที่ถูกกรองจะคล้ายพลาสมาในเลือด แต่ ปราศจากโปรตีน
19	หลอดเลือดชนิดใดทำหน้าที่ ลำเลียงเลือดไปยังหน่วยไตเพื่อ เข้าสู่กระบวนการกรอง	หลอดเลือดอาร์เทอรี เป็นระบบของหลอดเลือดที่มีทิศ ทางออกจากหัวใจไปยังปอดและส่วนต่างๆ ของร่างกาย ส่วนหลอดเลือดเวนเป็นหลอดเลือดที่ออกจากปอดและ ส่วนต่างๆของร่างกาย และมีทิศทางเข้าสู่หัวใจ
20	ฮอร์โมนชนิดใดที่ทำหน้าที่ดูด กลับน้ำและแร่ธาตุภายใน ร่างกาย	ฮอร์โมน ADH (antidiuretic hormone) ทำหน้าที่ ควบคุมของน้ำ ฮอร์โมนแอลโดสเตอโรน (aldosterone) ทำหน้าที่ควบคุมสมดุลของโซเดียม โพแทสเซียมและ ฟอสเฟต โดยกระตุ้นให้มีการดูดกลับสารต่างๆ

ข้อที่	คำถาม	แนวคำตอบ
21	การรักษาโรคไตวายด้วยวิธีการใช้ไตเทียม ข้อใดเป็นลักษณะของไตเทียม	ไตเทียม (Artificial kidney) ใช้ฟอกเลือด เป็นครั้งคราวประมาณสัปดาห์ละ 2-3 ครั้ง เป็นเครื่องมือที่อยู่นอกร่างกายไม่ได้ ใส่เข้าไปในร่างกายเรา ทำหน้าที่กำจัด ของเสียออกจากเลือดแทนไต
22	สารในข้อใดเป็นสาร ไดยูเรติก (diuretics)	น้ำอัดลมที่มีสารคาเฟอีน เครื่องดื่มที่มี แอลกอฮอล์ และซ็อกโกแลต เป็นสารไดยูเรติกที่ทำให้ฮอร์โมน ADH เพิ่มมากขึ้น ทำให้ร่างกายสูญเสียน้ำออกไปมากกว่า การดูดกลับร่างกายจึงขับปัสสาวะบ่อยขึ้น
23	คนไข้รายหนึ่งมีอาการเจ็บตามข้อ จากการ สอบถามพบว่าคนไข้รายนี้ดื่มน้ำน้อยมากในแต่ละวัน แพทย์จึงสันนิษฐานว่าร่างกายของคนไข้ มีการเปลี่ยนแปลงของเสียที่มีไนโตรเจนจากเดิม ชนิด A เป็น ชนิด B และเกิดการสะสมไว้ในข้อ กระดูกของคนไข้ ข้อใดเป็นของเสียที่มี ไนโตรเจน ชนิด A และ ชนิด B ตามลำดับ	สาร A คือ ยูเรีย ความเป็นพิษต่ำ ความเป็นพิษน้อยกว่าแอมโมเนีย ละลาย น้ำได้ กำจัดออกในรูปของสารละลาย เป็น ของเสียที่ถูกขับออกมาจากสัตว์เลี้ยงลูก ด้วยน้ำนม สาร B คือ กรดยูริก เป็นสารที่ ละลายน้ำได้น้อยและก่อนการกำจัดออก ร่างกายสามารถดูดน้ำกลับคืนได้เกือบ หมด ทำให้สิ่งมีชีวิตเสียน้ำน้อย โดย ขับถ่ายออกมาปนกับอุจจาระในลักษณะ ครึ่งแข็งครึ่งเหลว (Semisolid)
24	บริเวณใดของหน่วยไต (Nephron) ที่มีการดูด กลับของน้ำและสารที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย มากที่สุด	ท่อหน่วยไตส่วนต้น (Proximal convoluted tubule) บริเวณดังกล่าว เป็นหลอดคดเคี้ยว ซึ่งยาวกว่าตอนอื่น และมีหลอดเลือดฝอยมาพันมากมาย



### ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวเลิศบุษยา ไทยเจริญ เกิดเมื่อวันที่ 27 ตุลาคม 2532 มีภูมิลำเนาอยู่ที่จังหวัด นครปฐม สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี เอกชีววิทยา สาขามัธยมศึกษา – วิทยาศาสตร์ ภาควิชา หลักสูตรและการสอน จากคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ปี การศึกษา 2555 จากนั้นได้เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาโท สาขาการวัดและประเมินผล การศึกษา ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี การศึกษา 2556 ปัจจุบันรับราชการครูที่โรงเรียนศิลาจารย์พัฒนา สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 1

