



การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย

เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

High School Students' Construction of Scientific Explanations
on the Circulatory System

ภคพร สุวรรณหงษ์¹ ณวรา สีสี่² และ พินิจ ขำวงษ์^{3*}

Phakhaporn Suwannahong¹ Navara Seetee² and Pinit Khumwong^{3*}

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงสำรวจมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) สำรวจความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด และ 2) เปรียบเทียบรูปแบบการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน ตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนวิทย์-คณิต จากโรงเรียนหญิงล้วนแห่งหนึ่งในกรุงเทพมหานคร จำนวน 67 คน ที่เรียนเรื่องระบบหมุนเวียนเลือดมาแล้ว โดยการเลือกแบบเจาะจงเครื่องมือที่ใช้ คือ แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ มีค่าความเที่ยงเท่ากับ 0.82 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน จำแนกระดับความสามารถเป็น 3 ระดับ วิเคราะห์รูปแบบการเขียนด้วยวิธีอุปนัย ผลการวิจัย พบว่า 1) นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการระดับพอใช้ และ 2) รูปแบบการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับควรปรับปรุงพบ 3 รูปแบบ ซึ่งขาดองค์ประกอบสำคัญทั้งหลักฐานและการให้เหตุผล ระดับพอใช้พบ 8 รูปแบบ มีการสร้างข้อกล่าวอ้างจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แต่มีข้อจำกัดในการเลือกหลักฐานที่ถูกต้องและเพียงพอและการให้เหตุผลที่เชื่อมโยงกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ ระดับดีพบ 4 รูปแบบ ระบุข้อกล่าวอ้างและเลือกใช้หลักฐานได้ แต่ขาดหลักฐานที่เพียงพอและเชื่อมโยงกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นผู้สอนควรคำนึงถึงข้อจำกัดเฉพาะของนักเรียนแต่ละกลุ่มทั้งด้านความเข้าใจในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และด้านเนื้อหาเพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างตรงจุดและมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์, ชีววิทยา, นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย, ระบบหมุนเวียนเลือด

Article Info: Received 19 June, 2025; Received in revised form 29 September, 2025; Accepted 29 September, 2025

¹ นิสิตมหาบัณฑิตสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อีเมล: su.phakhaporn@gmail.com

Graduate student in Division of Science Education, Science Education Center, Faculty of Science, Srinakharinwirot University

Email: su.phakhaporn@gmail.com

² อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อีเมล: suwapid@g.swu.ac.th

Lecturer in Division of Science Education, Science Education Center, Faculty of Science, Srinakharinwirot University

Email: suwapid@g.swu.ac.th

³ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา ศูนย์วิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ อีเมล: pinitk@g.swu.ac.th

Lecturer in Division of Science Education, Science Education Center, Faculty of Science, Srinakharinwirot University

Email: pinitk@g.swu.ac.th

* Corresponding author

Abstract

This study aims to 1) examine students' scientific explanation ability on the topic of the circulatory system and 2) compare the writing patterns of students with different levels of scientific explanation abilities. A survey research method was employed. The samples were 67 female high school students in a science-mathematics program at an all-girls school in Bangkok in which they had already studied the circulatory system, selected by purposive sampling. The research instrument was a scientific explanation test, with a reliability coefficient of 0.82. Data was analyzed using basic statistics. Students' abilities were categorized into three levels. The explanation patterns were analyzed using inductive analysis. 1) The findings revealed that most students demonstrated a fair level of ability in constructing scientific explanations. 2) Three writing patterns were found at the "needs improvement" level, characterized by a lack of crucial components, including evidence and reasoning. At the "fair" level, eight patterns were identified, where students attempted to make claims by applying scientific concepts but struggled to provide accurate and sufficient evidence and to fully connect their reasoning to those scientific concepts. At the "good" level, four patterns were found. Although students were able to make a claim and select some evidence, they still lacked sufficient evidence and a complete connection to scientific concepts. Therefore, teachers should consider the specific limitations of each group, both in terms of understanding scientific explanation practice and scientific content knowledge, to promote the construction of scientific explanations accurately and effectively.

Keywords: constructing scientific explanation, biology, high school students, circulatory system

บทนำ

การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นการอธิบายปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นได้อย่างไร และเพราะเหตุใดจึงเกิดปรากฏการณ์ขึ้น โดยเป็นหนึ่งในแนวปฏิบัติที่คาดหวังในการจัดการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ช่วยให้นักเรียนได้เห็นมุมมองในการเรียนวิทยาศาสตร์ และเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ลึกซึ้งได้ (Ruiz-Primo et al., 2010) นอกจากนี้ นักเรียนที่สามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ดีจะสามารถอธิบายและโต้แย้งเหตุการณ์ทางวิทยาศาสตร์ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (McNeill et al., 2006) การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์จึงเป็นเป้าหมายสำคัญของการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ในระดับนานาชาติ โดยปรากฏในมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ยุคใหม่ของประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Council, 2012) และเป็นส่วนหนึ่งของสมรรถนะทางวิทยาศาสตร์ในการประเมินความฉลาดรู้ด้านวิทยาศาสตร์สำหรับการประเมินผลนักเรียนระดับนานาชาติ (PISA) (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2023) ในขณะเดียวกันประเทศไทยให้ความสำคัญกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วยเช่นกัน ดังปรากฏในตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551

ที่มักกำหนดให้นักเรียนต้องบรรยายหรืออธิบายเกี่ยวกับปรากฏการณ์ทางธรรมชาติในทุกสาระการเรียนรู้ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, 2560)

การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ ได้แก่ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล (McNeill et al., 2006) การวิจัยเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์มักใช้กรอบแนวคิดและองค์ประกอบดังกล่าว การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็นความสามารถที่ถ่ายโอนระหว่างเนื้อหาและบริบทได้ อย่างไรก็ตาม คุณภาพและประสิทธิภาพในการสร้างคำอธิบายของนักเรียนขึ้นอยู่กับทั้ง ความรู้เชิงกระบวนการ (knowledge of practice) ซึ่งเป็นความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบและกระบวนการในสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่มีคุณภาพและน่าเชื่อถือ เช่น การเลือกใช้หลักฐาน การให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง และความรู้เชิงเนื้อหา ซึ่งหมายถึงความรู้เกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปรากฏการณ์ที่สนใจ (McNeill et al., 2006) วิทยาศาสตร์แต่ละสาขามีธรรมชาติของความรู้และการได้มาซึ่งความรู้ที่แตกต่างกัน ดังนั้นการศึกษาและวิเคราะห์เกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในสาขาหนึ่งอาจไม่สามารถนำไปใช้กับสาขาวิชาอื่นได้อย่างสมบูรณ์ การวิจัยนี้จึงให้ความสนใจกับสาขาวิชาชีววิทยา โดยเฉพาะเรื่องระบบหมุนเวียนเลือด เนื่องจากเป็นเรื่องพื้นฐานที่ช่วยให้นักเรียนเข้าใจเกี่ยวกับการลำเลียงสาร การขับถ่ายของเสีย และฮอร์โมน (Zhao et al., 2021) และเกี่ยวข้องกับการสังเกตการณ์ที่พบได้บ่อยในชีวิตประจำวัน เช่น การให้เลือด และโรคเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือด

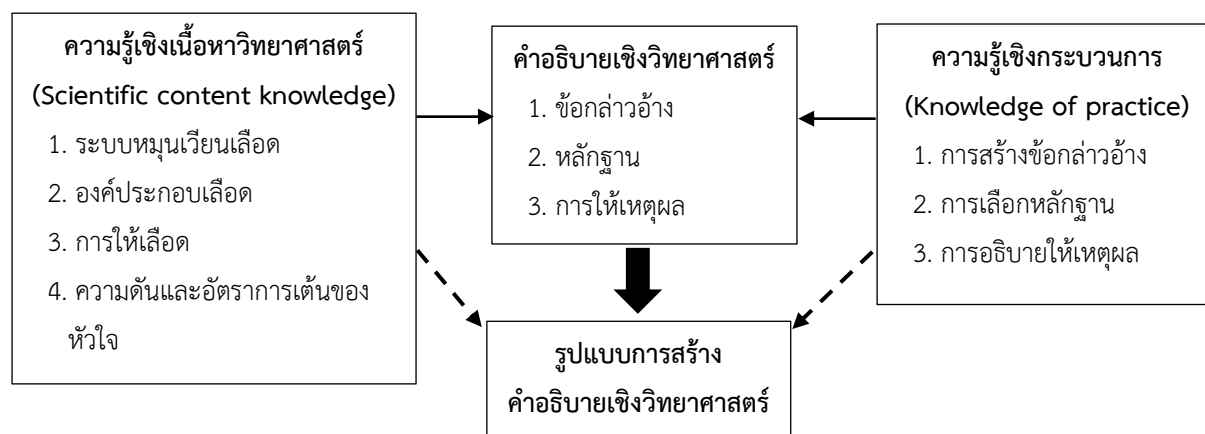
งานวิจัยเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในเนื้อหาวิชาชีววิทยาที่ผ่านมาส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เพื่อส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และศึกษาผลต่อการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในแต่ละองค์ประกอบ (รัชกร เวชรนันท์ และคณะ, 2562; อธิยา ลิขิตจรรยารักษ์ และคณะ, 2566) รวมทั้งการศึกษาเชิงสำรวจเกี่ยวกับระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน (ศศิธร ศรีกุลวงศ์ และ ลฎาภา ลดาชาติ, 2564) โดยเนื้อหาทางชีววิทยาที่พบ เช่น เรื่อง ต่อมไร้ท่อ (อรณิชา หงษ์เกิด และคณะ, 2561) เรื่อง ฮอร์โมนพืชและการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช (รัชกร เวชรนันท์ และคณะ, 2562) เรื่อง ปัญหาด้านสุขภาพ (ณัฐวดี ปฐมมีโชค และคณะ, 2563) เรื่อง ระบบย่อยอาหาร (ฉลองวุฒิ จันทรหอม และ สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ, 2563) และ เรื่อง เซลล์ (อธิยา ลิขิตจรรยารักษ์ และคณะ, 2566) โดยงานวิจัยดังกล่าวมักเป็นการศึกษาในมิติของระดับความสามารถการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในภาพรวม ซึ่งยังขาดการวิเคราะห์รูปแบบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ความรู้เชิงกระบวนการ และความรู้เชิงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน

งานวิจัยในครั้งนี้มีเป้าหมายเพื่อสำรวจความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียน เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด รวมถึงเปรียบเทียบรูปแบบการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่แตกต่างกันโดยเชื่อมโยงกับความรู้เชิงเนื้อหาและความรู้เชิงกระบวนการ (ภาพ 1) ในบริบทที่ผู้วิจัยทำงานอยู่ที่เป็นโรงเรียนหญิงล้วน ผลการวิจัยช่วยให้ครูชีววิทยาเห็นรูปแบบการเขียน จุดเด่น และจุดอ่อน ที่เกี่ยวเนื่องกับการสร้างคำอธิบาย

เชิงวิทยาศาสตร์ทั้งในด้านของความรู้เชิงการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และความรู้เชิงเนื้อหา เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดเพื่อนำไปสู่การออกแบบการจัดการเรียนรู้ที่สามารถส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่มความสามารถได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

ภาพ 1

กรอบแนวคิดการวิจัย



วัตถุประสงค์

1. เพื่อสำรวจความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด
2. เพื่อเปรียบเทียบรูปแบบการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ต่างกัน

วิธีการวิจัย

1. ประชากรและตัวอย่าง

ประชากร คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากโรงเรียนหญิงล้วนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 100 คน

ตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จากโรงเรียนหญิงล้วนแห่งหนึ่ง สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษากรุงเทพมหานคร เขต 1 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 67 คน ได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เป็นนักเรียนที่เรียน เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดมาแล้ว และอยู่ในห้องเรียนความสามารถโดยไม่รวมห้องเรียนสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษ กลุ่มนี้คุณสมบัติเฉพาะแตกต่างจากนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งจะทำให้สามารถนำผลการวิจัยครั้งนี้ไปเทียบเคียงกับบริบทของโรงเรียนได้ในวงกว้าง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ พัฒนาขึ้นตามแนวคิดของ McNeill and Krajcik (2008) เป็นข้อสอบปลายเปิดให้นักเรียนเขียนตอบ จำนวน 5 ข้อ (ตาราง 1) แต่ละข้อประกอบด้วย (1) สถานการณ์ โดยมีตาราง กราฟ หรือข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือด สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ของสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระชีววิทยา ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (2) คำถามที่กระตุ้นการคิดและการใช้ข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ และ (3) เกณฑ์การตรวจให้คะแนนแบบจำเพาะ แบบวัดที่สร้างขึ้นผ่านการตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญด้านวิทยาศาสตร์ศึกษาและครูผู้สอนชีววิทยาที่มีประสบการณ์เกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ผลการประเมิน พบว่า ข้อคำถามทุกข้อมีความสอดคล้อง (IOC = 1.00) ความเหมาะสมของข้อคำถาม (3.67–4.67) และเกณฑ์การตรวจให้คะแนน (4.00–4.67) อยู่ในระดับมากถึงมากที่สุด นำแบบวัดไปศึกษานำร่อง พบว่า ค่าความยาก (p) อยู่ระหว่าง 0.22–0.30 ค่าอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.32–0.52 และค่าความเที่ยง (reliability) เท่ากับ .82 ถือว่ามีคุณภาพสามารถนำไปใช้ได้

ตาราง 1

สถานการณ์ ข้อคำถาม และคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

สถานการณ์และข้อคำถาม	คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์
สถานการณ์ที่ 1 สัตว์ทะเลชนิดใหม่ สัตว์ทะเลที่สำรวจพบใหม่มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบเดียวกับสิ่งมีชีวิตชนิดใด นักเรียนใช้หลักฐานหรือข้อมูลใดจากแผนภาพในการสนับสนุนความคิดของนักเรียน พร้อมทั้งระบุเหตุผลให้สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์	สัตว์ทะเลที่สำรวจมีระบบหมุนเวียนเลือดเหมือนกับสิ่งมีชีวิต D (ข้อกล่าวอ้าง) เนื่องจากสิ่งมีชีวิตทั้งสองมีระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด มีเลือดไหลอยู่ในหลอดเลือดตลอดเวลา (การให้เหตุผล) จากแผนภาพแสดงการไหลเวียนเลือดและข้อมูลในตาราง แสดงหลักฐานว่าสิ่งมีชีวิตทั้ง 2 ชนิด มีหลอดเลือด และไม่มีฮีโมโกลินภายในช่องว่างของลำตัว (หลักฐาน)
สถานการณ์ที่ 2 โรคไข้เลือดออก จากตารางแสดงข้อมูลเลือดของผู้ป่วยไข้เลือดออกแดงที่ผู้ป่วยรายใดมีโอกาสเกิดเลือดออกตามร่างกายและนักเรียนใช้หลักฐานหรือข้อมูลใดมาสนับสนุนความคิดของนักเรียน พร้อมทั้งระบุเหตุผลให้สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์	ผู้ป่วย C (ข้อกล่าวอ้าง) จากผลเลือดพบว่าผู้ป่วย C มีปริมาณเกล็ดเลือด 98,000 เกล็ด/ไมโครลิตรและต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดคือ 100,000 เกล็ด/ไมโครลิตร (หลักฐาน) ซึ่งเกล็ดเลือดมีผลต่อการแข็งตัวของเลือดทำให้เลือดหยุดไหลเมื่อเกิดบาดแผลหรือมีเลือดออกทำให้ เกิดภาวะเลือดออก ดังนั้นผู้ป่วย C มีภาวะเกล็ดเลือดต่ำจึงมีโอกาสเกิดเลือดออกตามร่างกาย (การให้เหตุผล)

ตาราง 1 (ต่อ)

สถานการณ์ ข้อคำถาม และคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

สถานการณ์ที่ 3 ผู้ป่วยโรคความดัน จากข้อมูลผู้ป่วยมีโอกาสเสี่ยงเป็นโรคความดันโลหิตสูงหรือไม่ โดยนักเรียนใช้หลักฐานหรือข้อมูลใดมาสนับสนุนความคิดของนักเรียน พร้อมทั้งระบุเหตุผลให้สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์	ผู้ป่วยมีโอกาสเป็นโรคความดันโลหิตสูง (ข้อกล่าวอ้าง) ข้อมูลประวัติความดันโลหิต 160/90 mmHg และความดันเฉลี่ยหลังจากที่นิ่งพักแล้วมีค่า 165/101 mmHg (หลักฐาน 1) รวมทั้งมีปัจจัยส่งเสริม เช่น ผู้ป่วยอายุ 70 ปี (หลักฐาน 2) ประวัติระดับคอเลสเตอรอลสูง รับประทานอาหารประเภทไขมันสูง (หลักฐาน 3) ซึ่งสูงกว่าค่าปกติ (คือ 120/80 mmHg) คอเลสเตอรอลทำให้เกิดการสะสมของไขมันในหลอดเลือดแดง และทำให้หลอดเลือดตีบแคบลง สูญเสียความยืดหยุ่น ส่งผลให้ผู้ป่วยอาจมีความดันโลหิตสูงขึ้น (การให้เหตุผล)
สถานการณ์ที่ 4 โครงสร้างและระบบหมุนเวียนเลือด จากแผนภาพทิศทางการไหลเวียนของเลือด และข้อมูลหลอดเลือด A-F หลอดเลือดใดที่มีปริมาณออกซิเจนมากที่สุด พร้อมทั้งระบุชื่อของหลอดเลือด และนักเรียนใช้หลักฐานหรือข้อมูลใดบ้างมาสนับสนุนความคิด พร้อมทั้งระบุเหตุผลให้สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์	หลอดเลือด C และ E คือ Pulmonary vein และหลอดเลือด A คือ Aorta มีปริมาณออกซิเจน สูงที่สุด (ข้อกล่าวอ้าง) เนื่องจากเป็นหลอดเลือดที่นำเลือดออกจากปอด (หลักฐาน) ซึ่งเป็นเลือดที่ผ่านกระบวนการแลกเปลี่ยนแก๊สจึงทำให้มีปริมาณออกซิเจนสูงกว่าหลอดเลือดอื่นๆ (การให้เหตุผล)
สถานการณ์ที่ 5 การบริจาคเลือด บุคคลใดที่สามารถบริจาคเลือดได้ และนักเรียนใช้หลักฐานหรือข้อมูลใดมาสนับสนุนความคิด พร้อมทั้งระบุเหตุผลให้สอดคล้องกับหลักการทางวิทยาศาสตร์	คนที่บริจาคเลือดได้คือ น.ส. นานา และ น.ส. นนนี่ (ข้อกล่าวอ้าง) จากข้อมูลผลเลือดนานตตะกอนกับสารทดสอบแอนติบอดี เอ แสดงว่า มีหมู่เลือดเอ นนนี่ เลือดไม่ตกตะกอนในแอนติบอดี เอ และ บี แสดงว่ามีหมู่เลือดโอ คนป่วยมีหมู่เลือดเอ (หลักฐาน) ซึ่งคนที่มีหมู่เลือดเอสามารถรับบริจาคเลือดจาก คนที่มีหมู่เลือดเอและโอได้ (การให้เหตุผล)

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้มอบหมายให้ครูที่มีได้สอนนักเรียนที่เป็นตัวอย่างเป็นผู้ชี้แจงรายละเอียดการดำเนินการวิจัย และให้นักเรียน จำนวน 67 คน ทำแบบวัดการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แบบปลายเปิด ที่อิงเนื้อหาเรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด จำนวน 5 สถานการณ์ ใช้เวลา 60 นาที จากนั้นผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมแบบวัดด้วยตนเอง

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยคำนึงถึงหลักจริยธรรมวิจัย ที่ผ่านการขออนุญาตจากผู้อำนวยการโรงเรียนในการรวบรวมข้อมูล รวมถึงการขอความยินยอมในการเข้าร่วมการวิจัยจากนักเรียนและผู้ปกครอง

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดำเนินการโดยเริ่มจากผู้วิจัยตรวจแบบวัดโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบจำเพาะ แต่ละข้อมีคะแนนรายองค์ประกอบด้านละ 2 คะแนน

รวม 6 คะแนน แบบวัดทั้งฉบับมีคะแนนรวม 30 คะแนน นำคะแนนรวมของนักเรียนแต่ละคนมาจัดระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์เป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับดี (21–30 คะแนน) ระดับพอใช้ (11–20 คะแนน) และระดับควรปรับปรุง (0–10 คะแนน) จากนั้นคำนวณหาร้อยละของจำนวนนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถ

การวิเคราะห์รูปแบบการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดำเนินการโดยใช้การวิเคราะห์เชิงอุปนัย เริ่มต้นจากผู้วิจัยรวบรวมคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแต่ละกลุ่มความสามารถ ต่อมาจัดกลุ่มคำอธิบายตามลักษณะรายองค์ประกอบที่พบร่วมกัน ได้แก่ 1) องค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง แบ่งเป็น (1) ถูกต้อง หมายถึง สอดคล้องกับคำถาม และ (2) ไม่ถูกต้อง หมายถึง ไม่สอดคล้องกับคำถาม 2) องค์ประกอบหลักฐาน แบ่งเป็น (1) ถูกต้องบางส่วน หมายถึง เลือกและใช้หลักฐานถูกต้องบางส่วนจากหลักฐานทั้งหมด และ (2) ครบถ้วนสมบูรณ์ หมายถึง เลือกให้ใช้หลักฐานได้ครบถ้วนสอดคล้องกับข้อกล่าวอ้าง และ 3) องค์ประกอบการให้เหตุผล แบ่งเป็น (1) ถูกต้องบางส่วน มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างและหลักฐานแต่ยังขาดความสมบูรณ์ของแนวคิด และ (2) ครบถ้วนสมบูรณ์ หมายถึง มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน จากนั้นจัดกลุ่มรูปแบบการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แล้วนำมาสรุปเป็นรูปแบบการเขียนและเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปแบบการเขียนระหว่างกลุ่มที่มีความสามารถแตกต่างกัน จากนั้นวิเคราะห์เชื่อมโยงกับกระบวนการในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และแนวคิดเชิงเนื้อหาเรื่องระบบหมุนเวียนเลือด สุดท้ายตรวจสอบการวิเคราะห์ข้อมูลโดยผู้ร่วมวิจัยอีก 2 ท่าน

ผลการวิจัย

ผลการสำรวจความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์และรูปแบบการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

ผลการศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนแยกตามระดับความสามารถ พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด อยู่ในระดับพอใช้ (ร้อยละ 82.1) นักเรียนที่เหลือมีความสามารถอยู่ในระดับดีและระดับควรปรับปรุงเป็นจำนวนเท่ากัน (ร้อยละ 8.95) (ตาราง 2)

ตาราง 2

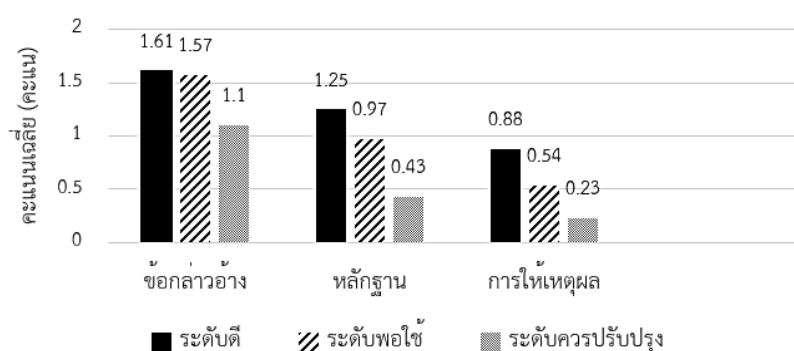
จำนวนและร้อยละของนักเรียนจำแนกตามระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

ระดับความสามารถ	ช่วงคะแนน	จำนวนนักเรียน (คน)	ร้อยละ
1. ระดับดี	21-30	6	8.95
2. ระดับพอใช้	11-20	55	82.10
3. ระดับควรปรับปรุง	0-10	6	8.95
รวม		67	100

เมื่อพิจารณาคะแนนเฉลี่ยรายองค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระหว่างกลุ่มนักเรียนในแต่ละระดับความสามารถ พบว่า นักเรียนทั้ง 3 ระดับความสามารถมีแนวโน้มของคะแนนเฉลี่ยจำแนกตามองค์ประกอบเหมือนกัน กล่าวคือ ข้อกล่าวอ้างมีคะแนนเฉลี่ยสูงสุด รองลงมาคือหลักฐาน และการให้เหตุผลมีคะแนนต่ำที่สุด นอกจากนี้กลุ่มระดับดีกับกลุ่มระดับพอใช้มีคะแนนเฉลี่ยด้านข้อกล่าวอ้างใกล้เคียงกัน (ภาพ 2)

ภาพ 2

การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยรายองค์ประกอบระหว่างกลุ่มนักเรียนที่มีระดับความสามารถแตกต่างกัน



2. รูปแบบการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด

การศึกษารูปแบบการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดเป็นการนำเสนองานวิจัยเชิงคุณภาพ โดยผลการศึกษาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด ของนักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ในระดับดี พอใช้ และควรปรับปรุง

ภาพรวมนักเรียนที่มีความสามารถระดับควรปรับปรุง มีความพยายามในการเขียนข้อกล่าวอ้างเพื่อตอบคำถาม แต่มีข้อจำกัดในการระบุหลักฐานและให้เหตุผลโดยใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์สนับสนุน นักเรียนที่มีความสามารถระดับพอใช้สามารถสร้างข้อกล่าวอ้างโดยใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ได้ แต่มีข้อจำกัดในการเลือกหลักฐานที่ถูกต้องและเพียงพอ และการเชื่อมโยงกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถระดับดีสามารถระบุข้อกล่าวอ้างและเลือกใช้หลักฐานได้ แต่มีข้อจำกัดในการเลือกหลักฐานที่เพียงพอและเชื่อมโยงกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สมบูรณ์ โดยในแต่ละระดับความสามารถมีรายละเอียดรูปแบบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ดังนี้

2.1 กลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในระดับควรปรับปรุง

รูปแบบการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มนี้มี 3 แบบ ซึ่งมีลักษณะไม่ครบ 3 องค์ประกอบ กล่าวคือ ข้อกล่าวอ้างเพียงอย่างเดียว ข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน (ตาราง 2)

การเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์แบบที่ 1 และ แบบที่ 2 เป็นการเขียนที่ระบุเฉพาะข้อกล่าวอ้าง โดยรูปแบบที่ 1 ระบุข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง ตัวอย่างเช่น ในสถานการณ์การบริจาคเลือด นักเรียนคนที่ 19 สรุปว่า “คนที่บริจาคเลือดให้คนไข้ (หมู่เลือด A) ได้คือนายโน้ต” ทั้งนี้จากสถานการณ์นายโน้ตไม่สามารถบริจาคเลือดได้เนื่องจากมีหมู่เลือด AB ส่วนรูปแบบที่ 2 นักเรียนระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง ดังการเขียนของนักเรียนคนที่ 15 ในสถานการณ์โรคไข้เลือดออกที่สรุปได้ถูกต้องว่า “ผู้ป่วย C” คือผู้ป่วยที่มีโอกาสเป็นโรคไข้เลือดออกและมีเลือดออกตามร่างกาย แต่ไม่มีหลักฐานและเหตุผลประกอบ ส่วนรูปแบบที่ 3 ระบุข้อกล่าวอ้างและหลักฐานถูกต้องแต่ไม่ครบถ้วน ดังตัวอย่างคำตอบของนักเรียนคนที่ 5 ในสถานการณ์สัตว์ทะเลชนิดใหม่ที่สรุปว่า สิ่งมีชีวิต “ชนิด D” เป็นสิ่งมีชีวิตที่มีระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดเหมือนกับสัตว์ทะเลชนิดใหม่ โดยระบุหลักฐานว่า “เพราะไม่มีฮีโมโกลิน” ซึ่งเป็นหลักฐานที่ถูกต้องแต่ยังไม่ครบถ้วน ซึ่งขาดหลักฐานเกี่ยวกับอวัยวะในระบบหมุนเวียนเลือดได้แก่ หัวใจ และหลอดเลือด

นอกจากนี้ ยังพบว่า การระบุข้อกล่าวอ้างที่ไม่ถูกต้องของนักเรียนกลุ่มนี้เป็นการระบุคำตอบสั้นๆ ที่ไม่สอดคล้องกับคำถาม นักเรียนส่วนใหญ่ใช้คำว่า “เพราะ” ในการเชื่อมระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้อย่างเหมาะสม แต่ยังคงขาดความครบถ้วนของหลักฐานและการให้เหตุผลที่สนับสนุนข้อสรุปและหลักฐาน สะท้อนให้เห็นถึงความเข้าใจในเนื้อหาทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่สมบูรณ์ ปัญหาการประยุกต์ใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์และความเข้าใจเกี่ยวกับองค์ประกอบของการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์รวมถึงหลักฐานควรเป็นอย่างไร และเหตุผลมีความสำคัญอย่างไรและยังไม่ทราบลักษณะของการให้เหตุผลที่ดี

2.2 กลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในการระดับพอใช้

รูปแบบการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มนี้มี 8 รูปแบบ (ตาราง 2) สามารถแบ่งได้เป็นการเขียนแบบไม่ครบ 3 องค์ประกอบ (รูปแบบที่ 1-5) และแบบครบทั้ง 3 องค์ประกอบ (รูปแบบที่ 6-8) รูปแบบที่ 1 ระบุข้อกล่าวอ้างถูกต้อง เช่น สถานการณ์โครงสร้างระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ที่นักเรียนจะต้องตอบคำถามเกี่ยวกับหลอดเลือดที่มีปริมาณแก๊สออกซิเจนสูง นักเรียนคนที่ 50 ระบุข้อกล่าวอ้างว่า “หลอดเลือด A คือหลอดเลือด Aorta” ซึ่งเป็นข้อสรุปที่ถูกต้องแต่ขาดหลักฐานและเหตุผล รูปแบบที่ 2 ระบุข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้บางส่วน และไม่พบการให้เหตุผล เช่น นักเรียนคนที่ 12 สรุปว่า “สิ่งมีชีวิตชนิด D” มีระบบหมุนเวียนเลือดเหมือนกับสัตว์ทะเลชนิดใหม่ ซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้อง โดยกล่าวถึงหลักฐานว่า “เพราะ D มีหลอดเลือดและหัวใจแต่ไม่มีฮีโมโกลินและจากภาพมีเหงือกทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊ส” ซึ่งเป็นหลักฐานที่ยังไม่ครบถ้วน นอกจากนี้ การอ้างหลักฐานระบุว่า เหงือกทำหน้าที่แลกเปลี่ยนแก๊สเป็นหลักฐานที่ไม่เกี่ยวข้อง แม้เป็นการใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ รูปแบบที่ 3 ระบุข้อกล่าวอ้างและให้เหตุผลด้วยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แต่ไม่ระบุหลักฐาน เช่น นักเรียนคนที่ 21 ในสถานการณ์สัตว์ทะเลชนิดใหม่ ระบุว่าสัตว์ที่พบมีระบบหมุนเวียนเลือดเหมือน “D” โดยให้เหตุผลว่า “เลือดไหลในหลอดเลือดไม่ออกมาช่องว่างของลำตัว” แสดงถึงการใช้แนวคิด เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดและแบบเปิดเพื่อลงข้อสรุป รูปแบบที่ 4 ระบุข้อกล่าวอ้างและหลักฐานครบ แต่ไม่มีการให้เหตุผล ตัวอย่างเช่น ในสถานการณ์ผู้ป่วยความดัน นักเรียนคนที่ 3 สรุปว่าผู้ป่วย “มีความเสี่ยงเป็นโรคความดันโลหิตสูง” โดยหลักฐานคือ

“เพราะแม้ว่าจะนั่งพักและไม่ดื่มกาแฟแต่ค่าเฉลี่ยของความดันที่วัดทั้ง 2 ครั้งสูงกว่าปกติ และประวัติชอบกินของทอด มีระดับคอเลสเตอรอลสูง” แม้ว่าจะระบุหลักฐานได้ครบถ้วน แต่ยังคงขาดการให้เหตุผลเชื่อมโยงสาเหตุของโรคความดันโลหิตสูงกับระดับคอเลสเตอรอล รูปแบบที่ 5 ระบุข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง แต่มีหลักฐานบางส่วนและให้เหตุผลถูกต้องบางส่วน ดังเช่นในสถานการณ์สัตว์ทะเลชนิดใหม่ นักเรียนคนที่ 2 ระบุข้อกล่าวอ้างว่า “สิ่งมีชีวิต A (ระบบหมุนเวียนเลือดแบบเปิด) และ D (ระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด)” มีระบบหมุนเวียนเลือดเหมือนกันกับสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ พร้อมระบุหลักฐานว่า “เพราะ A, D ไม่มีฮีโมโกลบิน” โดยมีการให้เหตุผลว่า “คือเป็นการไหลเวียนเลือดแบบปิดเหมือนกันกับสัตว์ใหม่ที่พบ เพราะมีการไหลเวียนของเลือดภายในหลอดเลือดและหัวใจตลอดเวลา” แม้ว่าจะใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ประกอบในการอธิบายระบบหมุนเวียนเลือดของสัตว์ทะเลชนิดใหม่ได้ แต่เลือกใช้หลักฐานไม่ครบถ้วนจึงนำไปสู่การลงข้อสรุปที่ไม่ถูกต้อง

รูปแบบที่ 6 ระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง มีหลักฐานเหมาะสมแต่ขาดความครบถ้วน และให้เหตุผลถูกต้องบางส่วนประกอบ เช่น นักเรียนคนที่ 46 ระบุในสถานการณ์โรคไข้เลือดออกว่า “ผู้ป่วย C” มีโอกาสเป็นไข้เลือดออกและมีเลือดออกตามร่างกาย จากหลักฐานจำนวนเกล็ดเลือดโดยระบุว่า “เพราะเกล็ดเลือดต่ำกว่า 100,000 เกล็ด/ไมโครลิตร” และให้เหตุผลเพื่ออธิบายความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของเกล็ดเลือดและอาการของโรคไข้เลือดออกว่า “ซึ่งเกล็ดเลือดต่ำทำให้เลือดออกง่ายเนื่องจากเกล็ดเลือดต่ำทำให้หลอดเลือดแตกเลือดจึงไหล” จากคำตอบสะท้อนว่า นักเรียนทราบผลของเกล็ดเลือดส่งผลต่อการเกิดเลือดออกในร่างกายแต่มีความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนว่า เกี่ยวกับหลอดเลือดแตกด้วย รูปแบบที่ 7 ระบุข้อกล่าวอ้าง ระบุหลักฐานแต่ไม่ครบถ้วน มีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างและหลักฐานที่ครบถ้วนสมบูรณ์ เช่น ในสถานการณ์โรคไข้เลือดออก นักเรียนคนที่ 8 ตอบว่า “ผู้ป่วย C” มีโอกาสเป็นไข้เลือดออกซึ่งเป็นคำตอบที่ถูกต้องโดยอ้างอิงจากหลักฐานจำนวนเกล็ดเลือดที่ว่า “เพราะมีเกล็ดเลือดต่ำกว่า 100,000” ได้อย่างถูกต้องแต่ยังไม่ครบถ้วน และให้เหตุผลว่า “เพราะเกล็ดเลือดทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการแข็งตัวของเลือด ถ้าเกล็ดเลือดต่ำกว่าปกติจะเกิดเลือดออกได้” แสดงให้เห็นว่า สามารถอธิบายแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับหน้าที่ของเกล็ดเลือดได้อย่างถูกต้อง สะท้อนความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ แต่นักเรียนระบุเพียงหลักฐานเดียวจากหลายหลักฐานในสถานการณ์และยังไม่เพียงพอในการลงข้อสรุป รูปแบบที่ 8 ระบุข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน ให้เหตุผลด้วยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง เช่น ในสถานการณ์สัตว์ทะเลชนิดใหม่ นักเรียนคนที่ 54 ระบุว่า “มีระบบหมุนเวียนเลือดเหมือน D (ข้อกล่าวอ้าง) โดยดูจากลักษณะภาพแสดงการไหลเวียนของเลือดที่มีหลอดเลือด มีหัวใจ แต่ไม่มีฮีโมโกลบิน และมีเส้นเลือดเชื่อมต่อกันตลอดทั้งลำตัว (หลักฐาน) เป็นระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดเหมือน D เนื่องจากเลือดไหลภายในหลอดเลือดตลอดเวลา ไม่พบของเหลวที่ช่องกลางลำตัว(การให้เหตุผล)” มีการใช้คำเชื่อมกล่าวถึงที่มาของหลักฐาน และใช้หลักฐานได้ครบถ้วน สมบูรณ์ สอดคล้องกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด

นักเรียนกลุ่มนี้ส่วนใหญ่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง แต่ยังคงมีนักเรียนระบุหลักฐานถูกต้องเพียงบางส่วนและสามารถใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายเหตุผลได้ แต่เนื่องจากมีหลักฐาน

บางส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องส่งผลให้ระบุข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้องหรือระบุถูกต้องเพียงบางส่วน ในขณะที่นักเรียนอีกส่วนหนึ่งสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง แต่ยังไม่สามารถระบุหลักฐานที่ใช้ในการระบุข้อกล่าวอ้างได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม แม้ว่าจะมีนักเรียนที่สร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วนสมบูรณ์ทั้ง 3 องค์ประกอบ แต่ยังถือว่าเป็นนักเรียนส่วนน้อยและทำได้ในบางสถานการณ์ นักเรียนส่วนใหญ่ยังคงมีปัญหาเกี่ยวกับการเลือกหลักฐาน และการใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการให้เหตุผล การใช้คำเชื่อมประโยคมักใช้คำว่า “เพราะ” และ “โดยดูจาก” เพื่อแสดงการอธิบายเหตุผล

2.3 กลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในการระดับดี

รูปแบบการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มนี้แบ่งได้เป็น 4 แบบ (ตาราง 2) โดยรูปแบบที่ 1 ระบุข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้เหมาะสมแต่ไม่ครบถ้วน เช่น ในสถานการณ์ใช้เลือดออกของนักเรียนคนที่ 66 สรุปว่า คนที่มีโอกาสเป็นไข้เลือดออกและเลือดออกตามร่างกาย คือ “ผู้ป่วย C” ซึ่งเป็นข้อสรุปที่ถูกต้อง โดยอ้างอิงหลักฐานผลการตรวจเลือดของผู้ป่วยว่า “เพราะว่า ผู้ป่วย C เกล็ดเลือดต่ำ” แต่ยังไม่พบแนวคิดวิทยาศาสตร์ที่อธิบายว่า เกล็ดเลือดต่ำส่งผลต่อโอกาสเป็นโรคไข้เลือดออกและมีเลือดไหลตามร่างกายอย่างไร รูปแบบที่ 2 ระบุข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้ถูกต้องครบถ้วน แต่ไม่พบการให้เหตุผล เช่นนักเรียนคนที่ 7 ระบุในสถานการณ์สิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ว่า “ชนิด D (ระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิด) (ข้อกล่าวอ้าง) เพราะมีหลอดเลือด มีหัวใจ แต่ไม่มีฮีโมโกลินเหมือนกัน (หลักฐาน)” รูปแบบที่ 3 ระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้อง มีหลักฐานเหมาะสม แต่ขาดความครบถ้วนและให้เหตุผลซึ่งขาดความสมบูรณ์ของแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ดังเช่นในสถานการณ์โรคไข้เลือดออกของนักเรียนคนที่ 24 ระบุข้อกล่าวอ้างว่า “ผู้ป่วย C” มีโอกาสเป็นโรคไข้เลือดออกและมีเลือดออกตามร่างกาย โดยระบุหลักฐานว่า “เพราะ ผู้ป่วย C มีเกล็ดเลือดทั้งหมด 98,000 เกล็ด/ไมโครลิตร ซึ่งต่ำกว่าคนปกติที่ 100,000 เกล็ด/ไมโครลิตร ทำให้ผู้ป่วยมีภาวะเกล็ดเลือดต่ำ” ซึ่งสามารถเลือกหลักฐานได้ถูกต้องแต่ยังไม่ครบถ้วนโดยพบข้อความที่นักเรียนต้องการอธิบายเพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของเกล็ดเลือดและอาการของผู้ป่วยว่า “ซึ่งการมีเกล็ดเลือดต่ำทำให้มีเลือดออกตามผิวหนังได้มากกว่าคนปกติ” แต่ยังขาดความชัดเจนถึงบทบาทของเกล็ดเลือดต่ออาการเลือดออกตามผิวหนัง รูปแบบที่ 4 ระบุข้อกล่าวอ้าง หลักฐานครบถ้วน ให้เหตุผลด้วยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องพร้อมอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน ตัวอย่างเช่น นักเรียนคนที่ 34 ในสถานการณ์การบริจาคเลือดที่นักเรียนจะต้องวิเคราะห์การทดสอบหมู่เลือดเพื่อระบุว่า ใครสามารถบริจาคเลือดให้กับผู้ป่วยที่มีหมู่เลือด A ได้ นักเรียนสรุปว่า “คนที่สามารถบริจาคเลือดได้คือ น.ส. นาน่า และ น.ส. นนนี่ (ข้อกล่าวอ้าง) จากการตรวจเลือดพบการตกตะกอนใน Anti-A นาน่าหมู่เลือด A นนนี่ตรงกับผู้ป่วย ไม่มีการตกตะกอนทั้ง Anti-A และ Anti-B หมู่เลือด O ให้ได้ทุกหมู่เลือด (หลักฐาน) แล้วเลือดทั้ง 2 คนมีแอนติเจนไม่ตรงกับแอนติบอดี B ของคนไข้หมู่เลือด A จึงให้ได้ (การให้เหตุผล)” ซึ่งจะเห็นว่า สามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ครบถ้วนทั้ง 3 องค์ประกอบ

นักเรียนในกลุ่มนี้ทุกคนสามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องและระบุหลักฐานได้ในทุกสถานการณ์ แต่มีความแตกต่างในการเลือกใช้หลักฐาน และการให้เหตุผลซึ่งส่งผลต่อคุณภาพ

ของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความรู้และสามารถใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ นักเรียนกลุ่มนี้มีการใช้คำว่า “เพราะ” “จากการบันทึก” “จากข้อมูล” “เนื่องจากพบ” เพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานซึ่งมีความหลากหลายมากกว่านักเรียนในอีก 2 กลุ่ม

ตาราง 2

รูปแบบการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนและความถี่แยกตามระดับความสามารถ

ลักษณะขององค์ประกอบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์			รูปแบบ (ความถี่) ตามระดับความสามารถ		
ข้อกล่าวอ้าง	หลักฐาน	การให้เหตุผล	ควรปรับปรุง	พอใช้	ดี
ไม่ถูกต้อง	-	-	1 (13)		
ถูกต้อง	-	-	2 (5)	1 (32)	
ถูกต้อง	ถูกต้องบางส่วน	-	3 (12)	2 (20)	1 (8)
ถูกต้อง	-	ถูกต้องบางส่วน		3 (16)	
ถูกต้อง	ครบถ้วนสมบูรณ์	-		4 (86)	2 (3)
ไม่ถูกต้อง	ถูกต้องบางส่วน	ถูกต้องบางส่วน		5 (10)	
ถูกต้อง	ถูกต้องบางส่วน	ถูกต้องบางส่วน		6 (60)	3 (9)
ถูกต้อง	ถูกต้องบางส่วน	ครบถ้วนสมบูรณ์		7 (17)	
ถูกต้อง	ครบถ้วนสมบูรณ์	ครบถ้วนสมบูรณ์		8 (34)	4 (10)

หมายเหตุ. สัญลักษณ์ - หมายถึง ไม่พบการระบุ/เขียนในองค์ประกอบนั้น

อภิปรายผล

1. นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายส่วนใหญ่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่องระบบหมุนเวียนเลือดอยู่ในระดับพอใช้ และมีคะแนนเฉลี่ยขององค์ประกอบข้อกล่าวอ้างสูงที่สุด แม้ว่าการวิจัยนี้จะเป็นการศึกษาในบริบทของโรงเรียนหญิงล้วน แต่ผลการวิจัยการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยภาพรวมและรายองค์ประกอบไม่แตกต่างจากบริบทอื่น ๆ เช่น การศึกษาของ ณัฐวดี ปฐมมีโชค และคณะ (2563) ที่พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่คิดเป็นร้อยละ 60 มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง สถานการณ์ปัญหาสุขภาพ ในระดับปานกลาง เกิดจากนักเรียนส่วนใหญ่ไม่สามารถเขียนในส่วนขององค์ประกอบด้านการให้เหตุผลได้เป็นหลัก รองลงมา คือ ด้านหลักฐาน ที่เขียนได้แต่ไม่ครบถ้วน ส่งผลให้ระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนอยู่ในระดับพอใช้ สอดคล้องกับข้อค้นพบในงานวิจัยนี้ ที่พบว่า นักเรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันทั้ง 3 ระดับ มีแนวโน้มของคะแนนเฉลี่ยในองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผลเหมือนกัน กล่าวคือ มีคะแนนเฉลี่ยของข้อกล่าวอ้างสูงที่สุด รองลงมา คือ หลักฐาน และการให้เหตุผลน้อยที่สุด ตามลำดับ รวมถึงสอดคล้องกับงานวิจัยอื่น ๆ ได้แก่ ผลการศึกษา เรื่อง ภูมิคุ้มกันของ สุทธิดา แหวนหล่อ (2565) และ เรื่อง เซลล์ของ อติยา ลิขิตจรรยารักษ์ และคณะ (2566) พบว่า ข้อกล่าวอ้างมีคะแนนเฉลี่ยมากกว่าหลักฐานและการให้เหตุผล เนื่องจากเข้าใจเกี่ยวกับการระบุข้อกล่าวอ้างซึ่งเป็นการเขียนข้อสรุปจาก

สถานการณ์ที่กำหนดให้เพื่ออธิบายสถานการณ์ทางวิทยาศาสตร์ผ่านคำถาม “เพราะเหตุใด” หรือ “เกิดจากอะไร” หรือ “มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร” ซึ่งถือว่าเป็นองค์ประกอบที่ง่ายที่สุดในการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (McNeill & Krajcik, 2008) ในส่วนของหลักฐาน นักเรียนจะต้องเลือกที่เหมาะสมและใช้หลักฐานอย่างเพียงพอเพื่อสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งยังคงเป็นความท้าทายสำหรับนักเรียน โดยเฉพาะอย่างยิ่งสถานการณ์คำถามที่มีความซับซ้อนจะส่งผลต่อการเลือกหลักฐาน (McNeill et al., 2006) เช่น ระบบหมุนเวียนเลือดที่นักเรียนจะต้องพิจารณาใช้หลักฐานมากกว่า 1 หลักฐาน ซึ่งพบว่า นักเรียนเลือกหลักฐานถูกต้องบางส่วน หรือในบางสถานการณ์นักเรียนเลือกใช้หลักฐานเพียง 1 หลักฐานจากหลักฐานทั้งหมด ทำให้หลักฐานขาดความครบถ้วน แสดงให้เห็นว่า นักเรียนมีความเข้าใจด้านหลักฐานที่ยังไม่สมบูรณ์ และหากนักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่ลึกซึ้งเพียงพอต่อการพิจารณาข้อมูลจะส่งผลต่อการเลือกใช้หลักฐานอย่างถูกต้องและเพียงพอเช่นกัน (ศิริบุญา หิริโอ และคณะ, 2563) การให้เหตุผลเป็นการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง โดยใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการอธิบายว่า ทำไมหลักฐานนั้นสามารถใช้สนับสนุนข้อกล่าวอ้างได้ การให้เหตุผลต้องมีความชัดเจนและอ้างอิงหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม อยู่บนพื้นฐานของความเข้าใจในหลักการทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง จึงถือว่าเป็นองค์ประกอบที่มีความยากมากที่สุดในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (McNeill et al., 2006) นอกจากนี้ ยังพบว่า นักเรียนบางส่วนสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์โดยไม่มีการให้เหตุผลหรือให้เหตุผลแต่ไม่เกี่ยวข้องกับประเด็น (อรณิชา หงษ์เกิด และคณะ, 2561) ให้เหตุผลตามความคิดเห็นของตนเอง และมีได้นำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน สะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนขาดความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะของการให้เหตุผลที่ถูกต้องและแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้ง 2 องค์ประกอบร่วมกัน

แม้ว่านักเรียนจะเรียน เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดแล้ว แต่จากการวิเคราะห์คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ สะท้อนให้เห็นว่า นักเรียนยังคงมีความเข้าใจเชิงเนื้อหาที่คลาดเคลื่อนหรือมีความเข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์เพียงบางส่วนเกี่ยวกับระบบหมุนเวียนเลือด โดยเฉพาะเรื่องระบบหมุนเวียนเลือดแบบปิดและแบบเปิด หมูเลือดและการให้เลือด ซึ่งหากนักเรียนมีความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้องจะสามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้มีประสิทธิภาพ (McNeill & Krajcik, 2006) โดยสามารถเลือกใช้หลักฐานได้ถูกต้องเพียงพอ และให้เหตุผลได้อย่างครบถ้วนสมบูรณ์ (อติยา ลิขิตจรรยารักษ์ และคณะ, 2566) ในขณะเดียวกันนักเรียนยังขาดความรู้เชิงกระบวนการในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อย่างครบถ้วนจึงไม่สามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้อย่างสมบูรณ์ นักเรียนส่วนใหญ่เข้าใจเกี่ยวกับการระบุข้อกล่าวอ้าง แต่มีความเข้าใจด้านหลักฐานที่ยังไม่สมบูรณ์ เช่นเดียวกับองค์ประกอบการให้เหตุผลที่พบว่า ยากที่สุดสำหรับนักเรียน นักเรียนให้เหตุผลตามความคิดเห็นของตนเอง และมีได้นำแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน จึงกล่าวได้ว่า นักเรียนยังขาดความรู้เชิงกระบวนการด้านการให้เหตุผลที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้นการพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนให้มีคุณภาพจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาทั้งความรู้เชิงกระบวนการในสร้างคำอธิบาย

เชิงวิทยาศาสตร์ (knowledge of practice) และความรู้เชิงเนื้อหาวิทยาศาสตร์ (knowledge of content) (McNeill et al., 2006)

2. ความแตกต่างของระดับความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ส่งผลต่อรูปแบบการเขียน ข้อกล่าวอ้าง-หลักฐาน-การให้เหตุผล รูปแบบการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ขึ้นอยู่กับความเข้าใจในแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ เนื่องจากแนวคิดทางวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการพิจารณาความถูกต้องและเหมาะสมของหลักฐานรวมถึงการให้เหตุผล (ศิริัญญา หิริโอ และคณะ, 2563) นอกจากนี้ ยังขึ้นอยู่กับความเข้าใจองค์ประกอบและกระบวนการในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้วย ประกอบกับในการศึกษาครั้งนี้ พบว่า แม้นักเรียนจะเรียน เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือดมาแล้ว แต่ยังคงประสบปัญหาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ให้ครบถ้วนทั้ง 3 องค์ประกอบ เนื่องจากขาดความเข้าใจความหมายและนิยามของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ ข้อกล่าวอ้าง หลักฐาน และการให้เหตุผล รวมทั้งเป้าหมายและความเชื่อมโยงของแต่ละองค์ประกอบเพื่อรวมกันเป็นคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ครบถ้วนสมบูรณ์ (McNeill & Krajcik, 2008)

2.1 การเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ข้อกล่าวอ้างไม่ถูกต้อง ไม่ระบุหลักฐานและการให้เหตุผล พบเฉพาะนักเรียนที่มีความสามารถระดับปรับปรุง การที่นักเรียนไม่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้แม้ว่าข้อกล่าวอ้างจะเป็นองค์ประกอบที่ง่ายที่สุดในการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (Ruiz-Primo et al., 2010) เนื่องจากการขาดความรู้หรือมีแนวคิดที่คลาดเคลื่อนจึงนำไปสู่การลงข้อสรุปที่ไม่ถูกต้อง และเมื่อไม่เข้าใจแนวคิดทางวิทยาศาสตร์จึงไม่สามารถเลือกใช้หลักฐานและให้เหตุผลได้ ในขณะที่นักเรียนที่สามารถระบุข้อกล่าวอ้างได้ถูกต้องโดยที่ไม่พบหลักฐานและการให้เหตุผล เป็นการลงข้อสรุปของคำถามจากความเข้าใจแนวคิดวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบหมุนเวียนเลือด แต่ยังขาดความเข้าใจเกี่ยวกับหลักฐานและการอธิบายเพื่อให้เหตุผลในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสม (McNeill et al., 2006)

2.2 รูปแบบการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ประกอบด้วยข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน พบในนักเรียนทุกระดับความสามารถ แม้ว่าจะสามารถลงข้อสรุปเพื่อตอบคำถามของสถานการณ์ที่กำหนดได้ แต่มีความแตกต่างกันที่คุณภาพของหลักฐาน คำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ระบุหลักฐานไม่ถูกต้องพบในนักเรียนระดับควรปรับปรุงและระดับพอใช้ เนื่องจากมีความรู้เดิมที่มีความคลาดเคลื่อน ทำให้ระบุหลักฐานไม่ถูกต้อง (ศิริัญญา หิริโอ และคณะ, 2563) รูปแบบที่มีหลักฐานถูกต้องบางส่วนพบในนักเรียนทั้ง 3 กลุ่ม โดยนักเรียนมักเลือกหลักฐานเพียงชิ้นเดียว หรือใช้หลักฐานอื่น ๆ ที่ไม่เหมาะสมมาสนับสนุนด้วย และในรูปแบบที่สามารถระบุหลักฐานได้ครบถ้วนจะเป็นกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถในระดับพอใช้และระดับดี กล่าวได้ว่า นักเรียนในกลุ่มนี้มีการประยุกต์ใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์มากขึ้น มีความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิดทางวิทยาศาสตร์แต่อาจจะยังไม่ถูกต้อง และอาจไม่เข้าใจเกี่ยวกับการให้เหตุผลสำหรับคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

2.3 รูปแบบการเขียนคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่เขียนได้ครบทั้ง 3 องค์ประกอบ พบในกลุ่มนักเรียนที่มีความสามารถระดับพอใช้และระดับดี นักเรียนมีการเรียงลำดับในการเขียนคล้ายกัน คือ เริ่มจากข้อกล่าวอ้างตามด้วยหลักฐานที่สนับสนุนข้อกล่าวอ้างและปิดท้ายด้วยแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่อธิบายว่า

ทำไมหลักฐานจึงสนับสนุนข้อกล่าวอ้าง ซึ่งต้องใช้ความรู้ทั้งด้านคำศัพท์และไวยากรณ์ (Moore & Wright, 2023) รูปแบบของคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ให้เหตุผลได้ถูกต้องบางส่วน พบการระบุหลักฐานเข้าแทนการเชื่อมโยงระหว่างหลักฐานและข้อกล่าวอ้าง เกิดจากการที่นักเรียนขาดความเข้าใจที่ชัดเจนระหว่างการเขียนหลักฐานและการให้เหตุผล (ศิริบุญญา หิริโอ และคณะ, 2563) รวมถึงการมีแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ที่ไม่เพียงพอทำให้ไม่สามารถให้เหตุผลด้วยหลักการทางวิทยาศาสตร์เพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐานได้

ผลการวิจัยนี้ พบว่า การที่นักเรียนไม่สามารถสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ได้ มีสาเหตุมาจากการขาดความรู้เชิงกระบวนการและความรู้เชิงเนื้อหาที่ใช้ในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ที่ชัดเจน และยังเป็นพบมุมมองเพิ่มเติมที่ว่า นักเรียนที่มีความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ระดับเดียวกันก็มีระดับความรู้เชิงกระบวนการที่แตกต่างกัน นักเรียนที่มีความสามารถระดับควรปรับปรุงส่วนมากเข้าใจเพียงองค์ประกอบข้อกล่าวอ้าง ในขณะที่นักเรียนที่มีความสามารถระดับพอใช้ค่อนข้างมีความหลากหลายของความรู้เชิงกระบวนการโดยมักขาดความเข้าใจด้านการใช้หลักฐานหรือการให้เหตุผลอย่างใดอย่างหนึ่ง ส่วนนักเรียนที่มีความสามารถระดับดียังคงขาดความรู้ด้านหลักฐานและการให้เหตุผลคล้ายความสามารถระดับพอใช้ แต่มีโอกาสให้หลักฐานและให้เหตุผลถูกต้องมากกว่าซึ่งเกิดจากองค์ประกอบด้านความรู้เชิงเนื้อหาที่ดีกว่า

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะสำหรับการนำผลวิจัยไปใช้

1. การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ในองค์ประกอบด้านการให้เหตุผลมีคะแนนเฉลี่ยน้อยที่สุด ดังนั้นควรจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้ฝึกการให้เหตุผลเพื่อเชื่อมโยงระหว่างข้อกล่าวอ้างและหลักฐาน
2. นักเรียนยังมีข้อจำกัดทั้งด้านความเข้าใจเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์ ดังนั้นครูควรปรับการจัดการเรียนรู้ที่เน้นส่งเสริมความรู้ทั้งสองด้านไปพร้อมกันด้วยการสอนที่ชัดเจนเกี่ยวกับการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ (McNeill et al., 2006) โดยเริ่มจากการสำรวจความรู้เชิงกระบวนการก่อนเรียนและวางแผนพัฒนาความเข้าใจเชิงกระบวนการอย่างชัดเจนระหว่างการจัดการเรียนรู้ รวมทั้งการให้คำแนะนำหรือยกตัวอย่างการสร้างคำอธิบายที่จำเพาะกับเนื้อหา
3. การสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนในระดับควรปรับปรุงยังขาดความสมบูรณ์ทั้งด้านหลักฐานและการให้เหตุผลซึ่งเป็นองค์ประกอบที่นักเรียนต้องใช้แนวคิดทางวิทยาศาสตร์ในการตัดสินใจเลือกใช้หลักฐานและให้เหตุผล ดังนั้นจึงควรเน้นให้นักเรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มแบบคละความสามารถ โดยพิจารณาจากความรู้เชิงเนื้อหาและความรู้เชิงกระบวนการควบคู่กันเพื่อเติมเต็มและสนับสนุนซึ่งกันและกัน

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ผลการวิจัย พบว่า นักเรียนมีปัญหาในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้านหลักฐานและการให้เหตุผล งานวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์

โดยเฉพาะด้านหลักฐานและการให้เหตุผลและศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้นั้นที่มีต่อการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ด้านหลักฐานและการให้เหตุผล

2. ตัวอย่างในการวิจัยนี้อยู่ในบริบทของโรงเรียนหญิงล้วน งานวิจัยครั้งต่อไปอาจศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างบริบทโรงเรียนหญิงล้วน โรงเรียนชายล้วน และโรงเรียนสหศึกษา รวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์อื่น ๆ นอกจากนี้อาจทำการศึกษาเชิงลึกเพื่อความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์และแนวคิดทางวิทยาศาสตร์

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ฉลองวุฒิ จันทร์หอม และ สมเกียรติ พรพิสุทธิมาศ. (2563). การสำรวจความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง ระบบย่อยอาหารของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 21*, 21(HMO17), 644–654.

<https://app.gs.kku.ac.th/images/img/support/grc2020/pdfabstracts/HMO17.pdf>

ณัฐวดี ปฐมมีโชค, จีระวรรณ เกษสิงห์, และ เมษยะมาศ คงเสมา. (2563). การสำรวจการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในสถานการณ์ปัญหาด้านสุขภาพ. ใน *มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บ.ก.), เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 58: สาขาศึกษาศาสตร์, สาขาเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ, สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 58 (น. 58–66).*

สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ. https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/index.php/bkn/search_detail/result/408786

รัชกร เวชรนันท์, เอกรัตน์ ทานาค, ชาตรี ฝ้ายคำตา, และ สุรเดช ศรีทา. (2562). การพัฒนาทักษะการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ผ่านการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้โดยใช้เกมเป็นฐานของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 20*, 20(HMO26), 1664–1674. <https://app.gs.kku.ac.th/gs/th/publicationfile/item/20th-ngrc-2019/HMO26/HMO26.pdf?fbclid=>

ศศิมน ศรีกุลวงศ์ และ ลฎาภา ลดาชาติ. (2564). การใช้แบบจำลองและการสร้างคำอธิบายทางวิทยาศาสตร์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *ศึกษาศาสตร์สาร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*, 5(1), 12–27.

<https://so01.tci-thaijo.org/index.php/cmujedu/article/view/241919>

- ศิริัญญา หิริโอ, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, ปราโมทย์ ชำนาญปิ่น, และ ภาธร พงศ์ไพจิตร. (2563). การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง การหมุนเวียนสารในร่างกาย ด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะผ่านอุปกรณ์ไร้สายเคลื่อนที่. *การประชุมวิชาการเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 21*, 21(HMO05), 518–528. <https://app.gs.kku.ac.th/gs/th/publicationfile/item/21th-ngrc-2020/HMO5/HMO5.pdf>
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. กระทรวงศึกษาธิการ. http://academic.obec.go.th/images/document/1580786506_d_1.pdf
- สุทธิดา แหวนหล่อ. (2565). *การพัฒนาความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 รายวิชาชีววิทยา ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้กรณีทางชีวสังคมเป็นฐาน* [วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารบัณฑิต, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม]. MSU. https://khoon.msu.ac.th/_dir/fulltext/2023/01/Sutthida_Wanloh65.pdf
- อติยา ลิขิตจรรยารักษ์, ดวงเดือน สุวรรณจินดา, และ จุฬารัตน์ ธรรมประทีป. (2566). ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถในการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ เรื่อง เซลล์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนจะนะชนูปถัมภ์ จังหวัดสงขลา. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ*, 23(1), 89–101. <https://so02.tci-thaijo.org/index.php/eduthu/article/view/263034/176021>
- อรณิชา หงษ์เกิด, ศศิเทพ ปิติพรเทพิน, และ ปราโมทย์ ชำนาญปิ่น. (2561). การพัฒนาการสร้างคำอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง ระบบต่อมไร้ท่อ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้ประเด็นทางสังคมที่เกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์เป็นฐาน. ใน *มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (บ.ก.), เรื่องเต็มการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 56: สาขาศึกษาศาสตร์, สาขาเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ, สาขามนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 56 (น. 1-10).* สำนักงานการวิจัยแห่งชาติ. https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/kukr/search_detail/result/382375

ภาษาอังกฤษ

- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2006, April). *Supporting students' construction of scientific explanation through generic versus context-specific written scaffolds* [Paper presentation]. The annual meeting of the American Educational Research Association, San Francisco, USA.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. (2008). Scientific explanations: Characterizing and evaluating the effects of teachers' instructional practices on student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(1), 53–78. <https://doi.org/10.1002/tea.20201>
- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students' construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153–191. https://doi.org/10.1207/s15327809jls1502_1
- Moore, B. A., & Wright, J. (2023). Constructing written scientific explanations: A conceptual analysis supporting diverse and exceptional middle- and high-school students in developing science disciplinary literacy. *Frontiers in Education*, 8, 1–13. <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1305464>
- National Research Council. (2012). *A framework for K–12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. National Academies. <https://doi.org/10.17226/13165>
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2023). *PISA 2022 results (volume I): The state of learning and equity in education*. <https://doi.org/10.1787/53f23881-en>
- Ruiz-Primo, M. A., Li, M., Tsai, S.-P., & Schneider, J. (2010). Testing one premise of scientific inquiry in science classrooms: Examining students' scientific explanations and student learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 583–608. <https://doi.org/10.1002/tea.20356>
- Zhao, C., Zhang, S., Cui, H., Hu, W., & Dai, G. (2021). Middle school students' alternative conceptions about the human blood circulatory system using four-tier multiple-choice tests. *Journal of Biological Education*, 57(1), 51–67. <https://doi.org/10.1080/00219266.2021.1877777>