

การวิเคราะห์อิทธิพลเครือข่ายของวิธีการสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

A Network Meta-Analysis of Teaching Method Influencing Mathematics Achievement of Students

วรัญญ ฉายาบรรณ¹ ดารุณี ทิพยกุลไพโรจน์^{1*} สรวีย์ ศิริพิลา¹ สุขุมลย์ นกหลัง¹
ณัฐพล อนันต์ธนสาร¹ ศิริปริยา ไชบุญมา² และ ชยุตม์ ภิรมย์สมบัติ³

Waranyu Chayaban¹ Darunee Tippayakulpairoj^{1*} Sorawee Siripila¹ Sukumarn Noklang¹
Natthapon Anantanasan¹ Siripreeya Chai boonma² and Chayut Piromsombat³

(Received: March 11, 2020 ; Revised: May 8, 2020 ; Accepted: May 12, 2020)

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลในภาพรวมและความผันแปรของขนาดอิทธิพลของวิธีการสอนแบบต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน 2) เพื่อศึกษาคุณลักษณะของงานวิจัยที่ส่งผลต่อขนาดอิทธิพลของวิธีการสอนแบบต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน และ 3) เพื่อเปรียบเทียบขนาดอิทธิพลของวิธีการสอนแบบต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน โดยคัดเลือกตัวอย่างงานวิจัยตามหลักการ PICO และ PRISMA ได้งานวิจัยที่ผ่านเกณฑ์จำนวน 20 งาน วิเคราะห์ข้อมูลโดยการวิเคราะห์ขนาดอิทธิพล การวิเคราะห์ตัวแปรปรับ และการวิเคราะห์อิทธิพลเครือข่าย สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้ 1) ขนาดอิทธิพลในภาพรวมของวิธีการสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมีค่าเท่ากับ 0.63 2) ขนาดอิทธิพลของวิธีสอนแบบต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากแต่ละงานที่ศึกษามีความแตกต่างกัน (heterogeneity) ในระดับสูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($Q(30)=164.62, p < .001, I^2 = 79.43\%$) 3) คุณลักษณะของงานวิจัยที่ส่งผลต่อขนาดอิทธิพลของวิธีการสอนแบบต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

¹ นิสิตระดับดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

² นิสิตระดับมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการวิจัยการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

³ อาจารย์ ภาควิชาวิจัยและจิตวิทยาการศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

¹ Doctoral degree student in Educational Research Methodology Program, Faculty of Education, Chulalongkorn University

² Master's degree student in Educational Research Methodology Program, Faculty of Education, Chulalongkorn University

³ Lecturer, Department of Educational Research and Psychology, Faculty of Education, Chulalongkorn University

*Corresponding Author E-mail newbobow27@gmail.com

วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ได้แก่ พื้นที่ที่ศึกษา และการควบคุมตัวแปรปรับ 4) ผลการวิเคราะห์ห่อภิมาณเครือข่าย พบว่า ขนาดอิทธิพลของวิธีการสอนแบบถ่ายโยง (transfer) มีค่าสูงที่สุด ส่วนขนาดอิทธิพลค่าน้อยที่สุด คือ วิธีการสอนแบบโปรแกรมเทคโนโลยี (program technology)

คำสำคัญ การวิเคราะห์ห่อภิมาณเครือข่าย วิธีการสอน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

Abstract

The aims of this research were 1) to analyze the total effect size and variation of the effect size of teaching methods on mathematics achievement of students, 2) to study characteristics of research that influence the effect size of teaching methods on mathematics achievement of students, and 3) to compare the effect size of teaching methods on mathematics achievement of students. The sample consisted of 20 researches selected according to PICO and PRISMA and analyzed by using effect size analysis, moderation analysis, and network meta- analysis.

The key findings were as follows: 1) The total effect size of the teaching methods on mathematics achievement of students was 0.63. 2) The effect sizes of the teaching methods on mathematics achievement of students in each research had high heterogeneity with statistical significance at the .05 level ($Q(30) = 164.62, p < .001, I^2 = 79.43\%$). 3) The characteristics of research influencing the effect size of the teaching methods on mathematics achievement of students were location and controlling covariate. 4) A result of the network meta-analysis showed that the highest effect size of teaching methods was transfer, and the least effect size of teaching methods was program technology.

Keywords: network meta-analysis, teaching method, mathematics achievement

บทนำ

การเรียนรู้คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดของผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นการคิดเชิงวิเคราะห์ การคิดอย่างเป็นระบบ รวมทั้งการคิดวิเคราะห์แก้ปัญหาหรือสถานการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้ (OECD, 2017) ทำให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้และทักษะที่ได้จากคณิตศาสตร์มาเชื่อมโยงกับการดำเนินชีวิตประจำวันของผู้เรียนได้ การที่ผู้เรียนจะพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้นั้นเป็นผลมาจากหลายปัจจัย เช่น ด้านผู้เรียน ด้านโรงเรียน ด้านชุมชน (Henderson & Mapp, 2002) โดยเฉพาะด้านครูผู้สอนถือเป็นปัจจัยที่มีผลต่อนักเรียนเป็นอย่างมาก Mcknight, O'Malley, Ruzic, Horsley, Franey, & Bassett (2016) กล่าวถึงความสำคัญบทบาทของครูผู้สอนที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้เหมาะสมต่อความต้องการในการพัฒนาของผู้เรียน การเลือกวิธีการสอนโดยใช้เทคโนโลยีเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในยุคดิจิทัล

ครูผู้สอนจึงมีหน้าที่ในการศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับวิธีการสอนใหม่ ๆ เพื่อให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับแนวทางการจัดการเรียนรู้ในปัจจุบันที่สามารถส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนมีอยู่ด้วยกันหลายวิธี อาทิ การสอนโดยใช้ปัญหาเป็นฐาน (Hofmann & Mercer, 2016; สายสุณี สุทธิจักษ์, 2551) การสอนโดยใช้เทคโนโลยีด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์หรือแอปพลิเคชันต่าง ๆ (Yilmaz, 2017) การจัดการเรียนรู้ที่อาศัยการให้ผลสะท้อนกลับ (Hawkin, 2015; Clark, 2017) หรือการสอนแบบสืบสอบ (ณัฐพงษ์ กอสวัสดิ์พัฒน์, 2559; เสาวรัตน์ รามแก้ว, 2552) จากการศึกษางานวิจัยเป็นจำนวนมากพบว่า ผู้วิจัยสนใจศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยเปรียบเทียบวิธีการสอนที่แตกต่างกัน โดยส่วนมากเป็นการวิจัยเชิงทดลอง อีกทั้งยังพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์มีความแตกต่างกันไปตามวิธีการสอน แม้งานวิจัยหลายงานที่ศึกษาโดยวิธีการสอนแบบเดียวกันแต่ผลสรุปที่ได้จากงานวิจัยแต่ละงานนั้นมีความแตกต่างกัน ทำให้ผู้ที่สนใจศึกษาเกี่ยวกับวิธีการสอนที่สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ได้แต่ไม่อาจทราบได้ว่าวิธีการสอนใดเป็นวิธีการสอนที่ดีและมีความเหมาะสมที่จะนำไปปรับใช้ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์กับผู้เรียนตามบริบทต่าง ๆ ทำให้ไม่สามารถตัดสินใจ

ในปัจจุบันนี้มีการศึกษาที่สามารถเปรียบเทียบวิธีการสอนหลายวิธีเพื่อตรวจสอบว่าวิธีการสอนใดมีประสิทธิภาพที่สุดในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่มีบริบทที่แตกต่างกัน วิธีการหนึ่งที่สามารถดำเนินการเพื่อระบุแนวทางการจัดการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพคือการวิเคราะห์ห่อภิมาณเครือข่าย (network meta-analysis) ซึ่งเป็นการวิเคราะห์เพื่อการพัฒนาต่อยอดจากการวิเคราะห์ห่อภิมาณ (meta-analysis) ที่มีการศึกษาเปรียบเทียบตัวแปรในแต่ละงานวิจัยที่อยู่ในบริบทที่ผู้วิจัยสนใจ โดยที่แต่ละตัวแปรสามารถสร้างเครือข่ายที่แสดงให้เห็นความเชื่อมโยงกันทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยการเปรียบเทียบรายกรณี (Cipriani, 2016; Lai, 2018) การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นผลมาจากวิธีการสอนที่แตกต่างกัน โดยในแต่ละงานวิจัยจะมีการทดสอบค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน หรือขนาดอิทธิพลของวิธีการสอนที่แตกต่างกัน จึงเป็นเหตุทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะตรวจสอบโดยวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลของวิธีการสอนแบบต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน และตรวจสอบคุณลักษณะของงานวิจัยที่ส่งผลต่อขนาดอิทธิพลของวิธีการสอนแบบต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียน และศึกษาเปรียบเทียบวิธีการสอนวิธีใดดีที่สุดที่สุดด้วยการวิเคราะห์ห่อภิมาณเครือข่าย

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลในภาพรวมและความผันแปรของขนาดอิทธิพลของวิธีการสอนแบบต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
2. เพื่อศึกษาคุณลักษณะของงานวิจัยที่ส่งผลต่อขนาดอิทธิพลของวิธีการสอนแบบต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน
3. เพื่อเปรียบเทียบขนาดอิทธิพลของวิธีการสอนแบบต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์เครือข่ายอภิमान ประกอบด้วย กลยุทธ์การค้นหางานวิจัยและการคัดเลือกงานวิจัย และการวิเคราะห์ publication bias มีรายละเอียดดังนี้

1. กลยุทธ์การค้นหางานวิจัยและการคัดเลือกงานวิจัย

งานวิจัยครั้งนี้ใช้ฐานข้อมูลระบบบออิเล็กทรอนิกส์ตั้งแต่ปี ค.ศ. 2009 ถึง ค.ศ. 2017 โดยใช้ฐานข้อมูลของ ProQuest และ Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR) ผู้วิจัยใช้หลักการของ PICO เพื่อสืบค้นงานวิจัยมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดย P (population) คือ ประชากร I (intervention) คือ การแทรกแซง C (comparison) คือ การเปรียบเทียบ และ O (outcomes) คือ ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้น ผู้วิจัยสืบค้นงานวิจัยทั้งต่างประเทศและประเทศไทย โดยคำศัพท์ที่ใช้ค้นจะถูกเชื่อมด้วยคำว่า “และ” ส่วนคำศัพท์อื่น ๆ ที่จะค้นเพิ่มเติมจะถูกเชื่อมด้วยคำว่า “หรือ” สรุปการสืบค้นงานวิจัยได้ดังตาราง 1

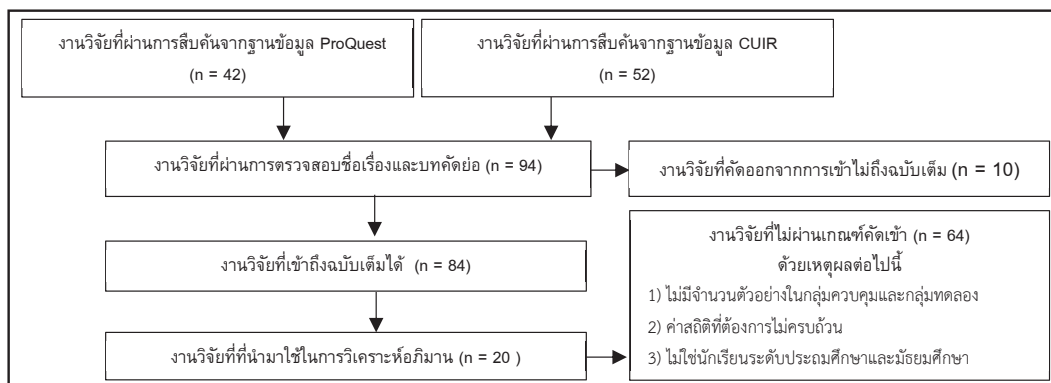
ตาราง 1 การสืบค้นงานวิจัยตามรูปแบบของ PICO

	population	intervention	comparison	outcomes
งานวิจัยต่างประเทศ	student*	mathematics teaching	-	mathematics achievement
งานวิจัยไทย	นักเรียน	การสอนคณิตศาสตร์	-	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
คำศัพท์อื่น ๆ เพิ่มเติมในการสืบค้นงานวิจัย หรือ				
งานวิจัยต่างประเทศ	child, children student	math teaching math program	-	math achievement math performance
งานวิจัยไทย	ผู้เรียน	การจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์	-	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ ผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์

*เป็นงานวิจัยจาก The Ohio State University, The University of Wisconsin-Madison, Teacher College, Columbia University, University of Michigan, University of Washington, University of Georgia, and Vanderbilt University

จากนั้นคัดเลือกรายงานวิจัยโดยใช้หลักการของ PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) เป็นชุดของข้อความที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์อภิमानและการรายงานเกี่ยวกับการทบทวนงานวิจัยอย่างเป็นระบบซึ่งจะรวบรวมงานวิจัยที่มีคุณภาพที่เกี่ยวข้องกับประเด็นที่สนใจ โดยกำหนดงานวิจัยที่จะสังเคราะห์จากการสืบค้นจากแหล่งต่าง ๆ จากนั้นจะคัดเลือกรายงานวิจัยตามเกณฑ์ที่ผู้วิจัยกำหนด เพื่อให้ได้งานวิจัยที่ผ่านเกณฑ์จึงนำมาสังเคราะห์ต่อไป พบว่า มีงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยผ่านการตรวจสอบชื่อเรื่องและบทคัดย่อจำนวน 94 เรื่อง มาจากการสืบค้นงานวิจัยจากฐาน CUIR จำนวน 52 เรื่อง และจากฐานข้อมูล ProQuest จำนวน 42 เรื่อง จากนั้นงานวิจัยที่เข้าถึงฉบับเต็มได้มีจำนวน 84 เรื่อง ผู้วิจัยคัดเลือกรายงานวิจัยตามเกณฑ์ดังนี้ 1) เป็นงานวิจัยเชิงทดลองที่ต้องรายงานจำนวนตัวอย่างในกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง 2) มีการรายงานค่าสถิติที่ต้องการ ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และ

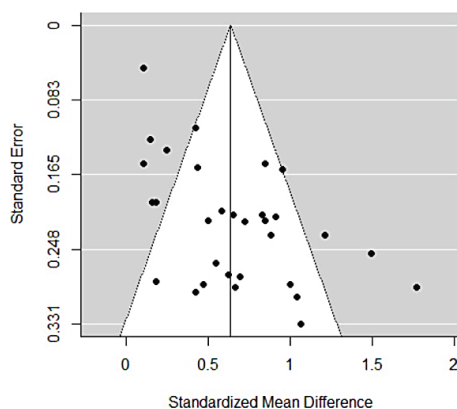
3) ตัวอย่างวิจัยเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา จึงพบว่า มีงานวิจัยที่สามารถนำไปวิเคราะห์อภิธานจำนวน 20 เรื่อง ดังภาพ 1



ภาพ 1 ผลการคัดเลือกรงานวิจัยตามหลักการของ PRISMA

2. การวิเคราะห์ publication bias

ผลการวิเคราะห์ publication bias ด้วย egger's regression intercept พบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติ ($t = 5.86, df = 29, p < .0001$) สะท้อนให้เห็นว่า ขนาดอิทธิพลของวิธีสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ขึ้นอยู่กับขนาดตัวอย่างของงานวิจัย สอดคล้องกับผลการวิเคราะห์ด้วย funnel plot ที่บ่งชี้ได้ว่า ขนาดอิทธิพลของวิธีสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับขนาดตัวอย่างมีการกระจายอย่างมีรูปแบบเชิงเส้น ดังภาพ 2

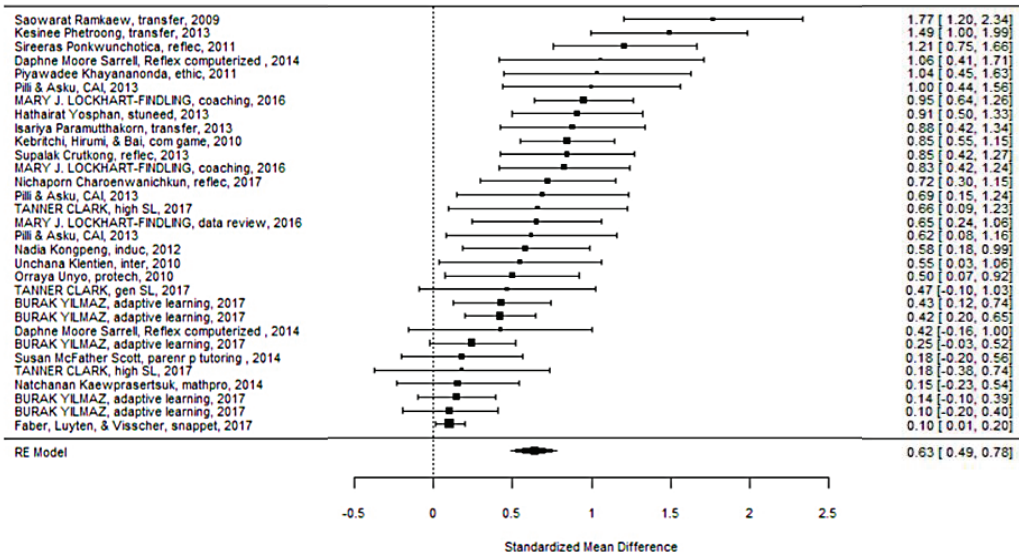


ภาพ 2 ผลการวิเคราะห์ publication bias (funnel plot)

ผลการวิจัย

1. ผลการวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลภาพรวมของวิธีสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ครั้งนี้ใช้วิธีการคำนวณขนาดอิทธิพลตามสูตรของ Cohen's d พบว่า ขนาดอิทธิพลในภาพรวมของวิธีสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ มีค่าเท่ากับ 0.63 โดยช่วงความเชื่อมั่นร้อยละ 95 อยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.49 ถึง 0.78 ดังภาพ 3



ภาพ 3 forest plot ของงานที่ศึกษาทั้งหมด

2. ผลการวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลของวิธีสอนแบบต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์จากแต่ละงานที่ศึกษา

การวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลของทั้ง 20 งานวิจัย โดยมีงานที่ศึกษา (study) 31 งาน ($k = 31$) พบว่าความแปรปรวนของขนาดอิทธิพลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($Q(30) = 164.62, p < .001$) อีกทั้งเมื่อพิจารณาค่า I^2 ที่มีค่า 79.43 เปอร์เซนต์ ซึ่งสะท้อนว่าขนาดอิทธิพลของวิธีสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์จากแต่ละงานมีความแตกต่างกัน (heterogeneity) ในระดับสูงตามเกณฑ์ของ Del Re (2015) ทั้งนี้เมื่อวิเคราะห์ forest plot เห็นความแตกต่างของขนาดอิทธิพลจากแต่ละงานอย่างชัดเจน ซึ่งต้องไปทำการวิเคราะห์กลุ่มย่อย (subgroup analysis) แต่งานวิจัยฉบับนี้ต้องการวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลภาพรวมเพื่อให้เห็นขนาดอิทธิพลของทุกวิธีการสอนที่ศึกษาที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ลักษณะของงานวิจัยที่นำมาวิเคราะห์ห่อภิมาณในครั้งนี้ จำนวนตัวอย่างทั้งหมดในการวิเคราะห์ห่อภิมาณครั้งนี้มีจำนวน 5,033 คน โดยส่วนใหญ่เป็นงานที่ศึกษาเป็นงานจากประเทศสหรัฐอเมริกา ($k = 14$) รองลงมาคือ งานที่ศึกษาจากประเทศไทย ($k = 12$) งานที่ศึกษาจากประเทศตุรกี ($k = 3$) และงานที่ศึกษาจากประเทศเนเธอร์แลนด์และประเทศญี่ปุ่นอย่างละหนึ่งงาน นอกจากนี้งานส่วนใหญ่เป็นงานที่ศึกษาในระดับชั้นประถมศึกษา จำนวน 14 งาน รองลงมาคือ งานที่ศึกษาในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 13 งาน และท้ายที่สุดคือ งานที่ศึกษาที่ศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 3 งาน ดังตาราง 2

ตาราง 2 ลักษณะของงานวิจัยที่นำมาวิเคราะห์ห่อภิมาณ

เจ้าของงานวิจัย (ปี)	ประเทศที่ศึกษา	ขนาดตัวอย่าง		ระดับชั้น	การใช้คอมพิวเตอร์ในการสอน	การใช้สถิติควบคุม covariate
		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม			
Faber, Luyten, & Visscher (2017)	Netherland	986	822	ประถม	มี	มี
Pilli & Asku (2013)	turkey	26	29	ประถม	มี	ไม่มี
Pilli & Asku (2013)	turkey	26	29	ประถม	มี	ไม่มี
Pilli & Asku (2013)	turkey	26	29	ประถม	มี	ไม่มี
Kebritchi, Hirumi, & Bai (2010)	japan	76	117	มัธยมปลาย	มี	มี
Susan McFather Scott (2014)	USA	50	55	มัธยมต้น	ไม่มี	มี
TANNER CLARK (2017)	USA	25	25	ประถม	ไม่มี	มี
TANNER CLARK (2017)	USA	25	25	ประถม	ไม่มี	มี
TANNER CLARK (2017)	USA	25	25	ประถม	ไม่มี	มี
MARY J. LOCKHART-FINDLING (2016)	USA	33	90	ประถม	ไม่มี	มี
MARY J. LOCKHART-FINDLING (2016)	USA	33	85	ประถม	ไม่มี	มี
MARY J. LOCKHART-FINDLING (2016)	USA	85	90	ประถม	ไม่มี	มี
BURAK YILMAZ (2017)	USA	85	85	ประถม	มี	มี
BURAK YILMAZ (2017)	USA	157	157	ประถม	มี	มี
BURAK YILMAZ (2017)	USA	105	105	มัธยมต้น	มี	มี
BURAK YILMAZ (2017)	USA	126	126	มัธยมต้น	มี	มี
BURAK YILMAZ (2017)	USA	82	82	มัธยมต้น	มี	มี
Daphne Moore Sarrell (2014)	USA	25	22	มัธยมต้น	มี	มี
Daphne Moore Sarrell (2014)	USA	19	23	มัธยมต้น	มี	มี
Nichaporn Charoenwanichkun (2017)	Thailand	46	44	มัธยมปลาย	มี	ไม่มี
Natchanan Kaewprasertsuk (2014)	Thailand	52	52	ประถม	มี	ไม่มี
Supalak Crutkong (2013)	Thailand	45	48	มัธยมต้น	ไม่มี	ไม่มี
Unchana Klentien (2010)	Thailand	30	30	มัธยมต้น	มี	ไม่มี
Kesine Phetroong (2013)	Thailand	40	40	มัธยมต้น	ไม่มี	ไม่มี
Isariya Paramutthakorn (2013)	Thailand	40	41	ประถม	ไม่มี	ไม่มี
Hathairat Yosphan (2013)	Thailand	50	48	มัธยมต้น	ไม่มี	ไม่มี
Nadia Kongpeng (2012)	Thailand	49	50	มัธยมต้น	ไม่มี	ไม่มี
Sireeras Ponkwunchotica (2011)	Thailand	43	45	มัธยมต้น	มี	ไม่มี
Orraya Unyo (2010)	Thailand	43	45	มัธยมปลาย	มี	ไม่มี
Saowarat Ramkaew (2009)	Thailand	32	34	มัธยมต้น	ไม่มี	ไม่มี
Piyawadee Khayananda (2011)	Thailand	25	25	ประถม	ไม่มี	ไม่มี

3. ผลการวิเคราะห์ตัวแปรปรับ (moderation analysis)

คณะผู้วิจัยได้วิเคราะห์ตัวแปรปรับในงานวิจัยนี้จำนวน 3 ตัว ได้แก่ 1) พื้นที่ที่ศึกษา (location) ทั้งนี้ งานวิจัยของประเทศไทยส่วนใหญ่มีค่าขนาดอิทธิพลของวิธีการสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ค่อนข้างไปทางสูง ส่วนงานวิจัยของต่างประเทศค่าขนาดอิทธิพลของวิธีการสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ค่อนข้างไปทางต่ำ ด้วยเหตุนี้คณะผู้วิจัยจึงต้องตรวจสอบว่าพื้นที่ที่ทำการศึกษาคือ เป็นตัวแปรปรับที่มีต่อขนาดอิทธิพลหรือไม่ 2) การใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดการเรียนการสอน (using computer to assist in teaching and learning) โดยตัวแปรนี้มีที่มาจากจากการพยายามจัดกลุ่มของคณะ นักวิจัย ซึ่งพบว่า วิธีการสอนจำนวนมากมีการนำคอมพิวเตอร์หรือเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการจัดการเรียน

การสอน ด้วยเหตุนี้ นักวิจัยจึงคาดการณ์ว่าการใช้คอมพิวเตอร์ในการจัดการเรียนการสอนน่าจะเป็นตัวแปรปรับ
3) การควบคุม covariate สำหรับตัวแปรนี้ที่มีมาจากการวิเคราะห์งานของประเทศไทย พบว่า ทุกงานที่นำมา
ศึกษาไม่มีการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนที่เป็นพื้นความรู้เดิมหรือระดับความสามารถเดิมของตัวแปรนั้น
แต่งานวิจัยของต่างประเทศโดยส่วนใหญ่จะมีการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนด้วยการควบคุม covariate ด้วย
สถิติอย่าง ANCOVA MANCOVA หรือการนำ covariate มาศึกษา multilevel analysis จึงมีความเป็นไปได้
ว่าการควบคุม covariate อาจเป็นตัวแปรปรับ โดยมีรายละเอียดของการวิเคราะห์ตัวแปรปรับแต่ละตัวดังนี้

1) พื้นที่ที่ศึกษา

งานวิจัยทั้ง 20 งาน โดยมีงานที่ศึกษาจำนวน 31 งาน สามารถแบ่งเป็นงานวิจัยจากต่างประเทศ
จำนวน 19 การศึกษา และงานวิจัยในประเทศไทยจำนวน 12 การศึกษา เมื่อวิเคราะห์อิทธิพลในภาพรวมของ
งานวิจัยจากต่างประเทศมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยค่า standardized mean difference (SME)
เท่ากับ 0.49 (CI 95% [0.34, 0.64]) ส่วนอิทธิพลในภาพรวมของงานวิจัยในประเทศไทยมีนัยสำคัญทางสถิติที่
ระดับ .05 ด้วยค่า SME เท่ากับ 0.84 (CI 95% [0.62, 1.11]) เมื่อทดสอบความแตกต่างของค่า SME ทั้งสอง
กลุ่มย่อย พบว่า มีความแตกต่างของค่า SME อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t(29) = -2.63, p = .01$)
นั่นคือ พื้นที่ที่ศึกษาเป็นตัวแปรปรับที่ทำให้ขนาดอิทธิพลของวิธีการสอนแบบต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการ
เรียนแตกต่างกัน

2) การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน

การศึกษาทั้ง 31 งาน สามารถแบ่งเป็นงานวิจัยที่ใช้วิธีการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนช่วย
ในการเรียนการสอนจำนวน 17 งาน และงานวิจัยที่ไม่ใช้คอมพิวเตอร์เข้ามามีส่วนช่วยในการเรียนการสอน
จำนวน 14 งาน เมื่อวิเคราะห์อิทธิพลในภาพรวมของงานวิจัยที่ใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยค่า SME เท่ากับ 0.54 (CI 95% [0.33, 0.66]) ส่วนอิทธิพลในภาพรวมของงานวิจัย
ในประเทศไทยมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยค่า SME เท่ากับ 0.81 (CI 95% [0.59, 1.02]) เมื่อทดสอบ
ความแตกต่างของค่า SME ทั้งสองกลุ่มย่อย พบความแตกต่างของค่า SME แต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ
.05 ($t(29) = 1.96, p = .06$) นั่นคือ การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนไม่เป็นตัวแปรปรับที่ทำให้ขนาด
อิทธิพลของวิธีการสอนแบบต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

3) การควบคุม covariate

การศึกษาทั้ง 31 งาน สามารถแบ่งเป็นงานวิจัยที่มีการควบคุม covariate ในการวิเคราะห์ผลการ
ทดลองจำนวน 16 งาน และงานวิจัยที่ไม่มีการควบคุม covariate ในการวิเคราะห์ผลการทดลองจำนวน 15
งาน เมื่อวิเคราะห์อิทธิพลในภาพรวมของงานวิจัยที่มีการควบคุม covariate มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
ด้วยค่า SME เท่ากับ 0.45 (CI 95% [0.29, 0.61]) ส่วนอิทธิพลในภาพรวมของงานวิจัยในประเทศไทย
มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ด้วยค่า SME เท่ากับ 0.84 (CI 95% [0.64, 1.05]) เมื่อทดสอบความแตกต่าง
ของค่า SME ทั้งสองกลุ่มย่อย พบความแตกต่างของค่า SME อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t(29) =$
 $2.93, p = .01$) นั่นคือ การควบคุม covariate ในการวิเคราะห์ผลการทดลองเป็นตัวแปรปรับที่ทำให้ขนาด
อิทธิพลของวิธีการสอนแบบต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน

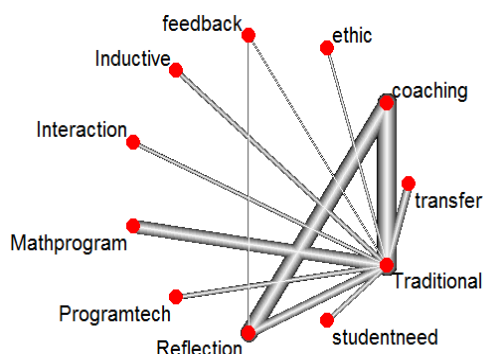
4. ผลการวิเคราะห์ห่อภิมาณเครือข่าย (network meta)

การวิเคราะห์ห่อภิมาณเครือข่ายในครั้งนี้ใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์ห่อภิมาณในส่วนก่อนหน้านี้ โดยมี การแบ่งงานวิจัยจำนวนงานที่ศึกษา 31 งาน ตามวิธีการสอนทั้งหมด 11 วิธีการสอน ได้แก่ การโค้ช (coaching) การใช้จริยธรรมร่วมในการสอน (ethic) การให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) อุปนัย (inductive) การมีปฏิสัมพันธ์ (interactive) โปรแกรมคณิตศาสตร์ (math program) วิธีการสอนแบบโปรแกรมเทคโนโลยี (program technology) การสะท้อนคิด (reflection) ความต้องการของนักเรียน (student need) การถ่ายโยง (transfer) และการสอนแบบปกติ (traditional) ดังตาราง 3

ตาราง 3 การจัดงานวิจัยที่ใช้ในการวิเคราะห์ห่อภิมาณเครือข่าย ตามวิธีการสอน

ผู้วิจัย	วิธีการสอน		ผู้วิจัย	วิธีการสอน	
	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
MARY J. LOCKHART-FINDLING (2016)	coaching	Traditional	Nadia Kongpeng (2012)	Inductive	Traditional
MARY J. LOCKHART-FINDLING (2016)	coaching	Traditional	Unchana Klentien (2010)	Interaction	Traditional
MARY J. LOCKHART-FINDLING (2016)	coaching	Reflection	Kebritchi, Hirumi, & Bai (2010)	Math program	Traditional
Piyawadee Khayananonda (2011)	ethic	Traditional	Pilli & Asku (2013)	Math program	Traditional
TANNER CLARK (2017)	feedback	Traditional	Pilli & Asku (2013)	Math program	Traditional
Orraya Unyo (2010)	Program tech	Traditional	Pilli & Asku (2013)	Math program	Traditional
Sireeras Ponkwunchotica (2011)	Reflection	Traditional	Daphne Moore Sarrell (2014)	Math program	Traditional
Supalak Crutkong (2013)	Reflection	Traditional	Daphne Moore Sarrell (2014)	Math program	Traditional
TANNER CLARK (2017)	Reflection	Traditional	Natchanan Kaewpasertsuk(2014)	Math program	Traditional
TANNER CLARK (2017)	Reflection	feedback	BURAK YILMAZ (2017)	Math program	Traditional
Nichapom Charoenwanichkun (2017)	Reflection	Traditional	BURAK YILMAZ (2017)	Math program	Traditional
Hathairat Yosphan (2013)	Student need	Traditional	BURAK YILMAZ (2017)	Math program	Traditional
Susan McFather Scott (2014)	Student need	Traditional	BURAK YILMAZ (2017)	Math program	Traditional
Saowarat Ramkaew (2019)	transfer	Traditional	BURAK YILMAZ (2017)	Math program	Traditional
Kesinee Phetroong (2013)	transfer	Traditional	Faber, Luyten, & Visscher (2017)	Math program	Traditional
Isariya Paramutthakom (2013)	transfer	Traditional			

ผลการวิเคราะห์ห่อภิมาณเครือข่ายจากจำนวนงานที่ศึกษา 31 งาน ($k = 31$) วิธีการสอนทั้งหมด 11 วิธีการสอน และมีการเปรียบเทียบงานวิจัยจำนวน 31 คู่ มีจุดร่วมทั้งหมด 3 วิธีการสอน คือ วิธีการสอนแบบปกติ (traditional) การโค้ช (coaching) และการสะท้อนคิด (reflection) ดังแสดงในภาพ 4



ภาพ 4 network graph ของการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของวิธีการสอนแบบต่างๆ

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของวิธีการสอนรายคู่ของวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า นอกจากความแตกต่างของวิธีการสอนแบบต่างๆ เทียบกับวิธีการสอนแบบปกติที่ส่วนใหญ่ที่มีความแตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับความแตกต่างกับวิธีการสอนแบบอื่นๆ ยังมีความแตกต่างของวิธีการสอนแบบการใช้จริยธรรมในการสอนและการสอนโดยใช้โปรแกรมคณิตศาสตร์กับโปรแกรมเทคโนโลยีในการสอน เท่ากับ 2.89 และ 2.91 ตามลำดับ และความแตกต่างของวิธีการสอนแบบการถ่ายโยงกับวิธีการสอนปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน เท่ากับ 2.65 ดังตาราง 4

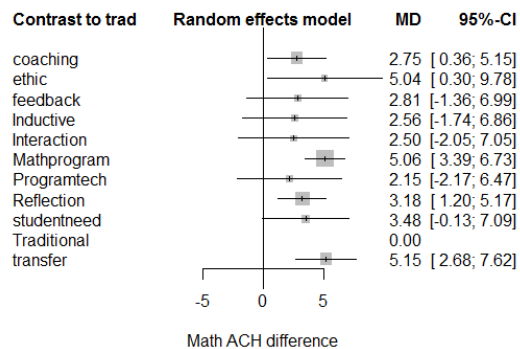
ตาราง 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของวิธีการสอนรายคู่ (treatment estimate)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
A	.										
B	2.29	.									
C	0.06	-2.23	.								
D	-0.19	-2.48	-0.25	.							
E	-0.25	-2.54	-0.31	-0.06	.						
F	2.31	0.02	2.25	2.50	2.56	.					
G	-0.60	-2.89	-0.66	-0.41	-0.35	-2.91	.				
H	0.43	-1.86	0.37	0.62	0.68	-1.88	1.03	.			
I	0.73	-1.56	0.67	0.92	0.98	-1.58	1.33	0.30	.		
J	-2.75	-5.04	-2.81	-2.56	-2.50	-5.06	-2.15	-3.18	-3.48	.	
K	2.40	0.11	2.34	2.59	2.65	0.09	3.00	1.97	1.67	5.15	.

หมายเหตุ : A = coaching, B = ethic, C = feedback, D = inductive, E = interactive, F = math program, G = program technology, H = reflection, I = student need, J = traditional, K = transfer

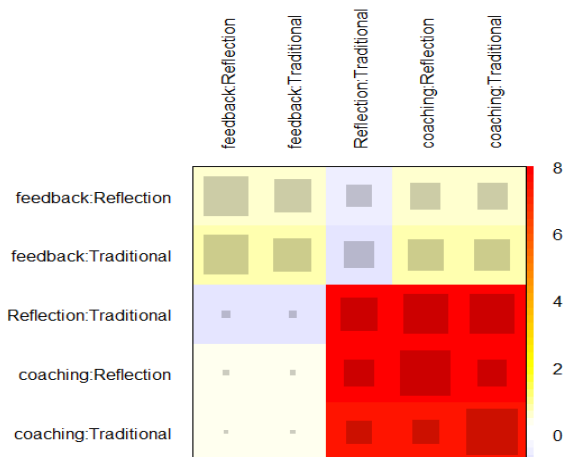
ส่วนการวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลร่วมกันของวิธีการสอน 11 วิธี พบว่า ความแปรปรวนของขนาดอิทธิพลแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($Q(21) = 129.73, p < 0.001$) เมื่อทดสอบ heterogeneity ของขนาดอิทธิพล โดยพิจารณาการออกแบบภายใน (within design) พบว่า ขนาดอิทธิพลของวิธีการสอนแบบต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($Q(19) = 87.47, p < 0.001$) และเมื่อทดสอบ inconsistency ของขนาดอิทธิพล โดยพิจารณาการออกแบบระหว่างกลุ่ม (between design) พบว่าขนาดอิทธิพลของวิธีการสอนแบบต่าง ๆ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($Q(2) = 42.26, p < 0.001$) สอดคล้องกับค่า I^2 พบว่า ความแปรปรวนของขนาดอิทธิพลทั้งหมดที่เกิดขึ้นจากความคลาดเคลื่อนในการสุ่มตัวอย่าง แต่ไม่ได้เกิดจากความแตกต่างของค่าอิทธิพลของวิธีการสอน มีค่า 83.8 % ซึ่งอยู่ในระดับสูง

เมื่อพิจารณาผลการวิเคราะห์ forest plot พบว่าขนาดอิทธิพลของวิธีการสอนแบบถ่ายโยง (transfer) ที่มีค่าสูงที่สุดเท่ากับ 5.15 และขนาดอิทธิพลที่มีค่าเป็นอันดับที่สองเท่ากับ 5.04 เป็นวิธีการสอนแบบการใช้จริยธรรมร่วมในการสอน (ethic) ส่วนวิธีการสอนแบบโปรแกรมเทคโนโลยี (math program) มีขนาดอิทธิพลค่าน้อยที่สุดเท่ากับ 2.15 ดังภาพ 5



ภาพ 5 ผลการวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลของวิธีการสอนแบบต่างๆ (forest plot)

เมื่อพิจารณาจากความแตกต่างของค่าขนาดอิทธิพลในแต่ละวิธีการสอนของวิชาคณิตศาสตร์ พบว่าสามารถแบ่งวิธีการสอนออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 วิธีการสอนที่มีความแตกต่างของขนาดอิทธิพลสูง คือ การถ่ายโยง (transfer) โปรแกรมคณิตศาสตร์ (math program) และการใช้จริยธรรมร่วมในการสอน (ethic) และกลุ่มที่ 2 วิธีการสอนที่มีความแตกต่างของขนาดอิทธิพลต่ำ คือ ความต้องการของนักเรียน (student need) การสะท้อนคิด (reflective) การให้ข้อมูลย้อนกลับ (feedback) การโค้ช (coaching) อุปนัย (inductive) การมีปฏิสัมพันธ์ (interactive) และวิธีการสอนแบบโปรแกรมเทคโนโลยี (program technology)



ภาพ 6 heat map การเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่

ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างรายคู่จาก heat map ที่การวิเคราะห์เป็นเครือข่าย พบว่าความแตกต่างของขนาดอิทธิพลระหว่างการสะท้อนคิด กับการสอนแบบปกติ การโค้ช กับการสะท้อนคิด และการโค้ช กับการสอนแบบปกติ มีความแตกต่างของขนาดอิทธิพลมากที่สุด ส่วนการพิจารณาทางผ่านในการเปรียบเทียบวิธีการสอน พบว่า การเปรียบเทียบระหว่างการให้ผลป้อนกลับ กับการสอนแบบปกติ เป็นทางผ่าน (contribute) ที่ดีของคู่การเปรียบเทียบระหว่างการให้ผลป้อนกลับ กับการสะท้อนคิด นอกจากนี้การเปรียบเทียบระหว่างการสะท้อนคิด กับการสอนแบบปกติ เป็นทางผ่านที่ดีของคู่การเปรียบเทียบระหว่าง

การโค้ช กับ การสะท้อนคิด และการเปรียบเทียบระหว่างการสะท้อนคิด กับ การสอนแบบปกติ เป็นทางผ่านที่ดี ของ การเปรียบเทียบระหว่างการโค้ช กับ การสอนแบบปกติเช่นกัน

อภิปรายผล

1. จากผลการวิเคราะห์ขนาดอิทธิพลของวิธีสอนแบบต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์จากแต่ละงานที่ศึกษามีความแตกต่างกันในระดับสูงตามเกณฑ์ของ Del Re (2015) เนื่องจากในแต่ละประเทศ นักเรียนได้รับการจัดการศึกษาที่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาตามหลักสูตรการศึกษาและการ ประเมินผลทางการศึกษา (OECD, 2016) และตามการวิเคราะห์ห่อถักความสัมพันธ์ระหว่างธรรมชาติของ นักเรียน ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแนวทางการจัดการเรียนการสอนของ Jeynes (2019) พบว่า ธรรมชาติ ของผู้เรียนในการเรียน และการจัดการเรียนการสอนของครู มีอิทธิพลต่อการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ นักเรียนที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นขนาดอิทธิพลของวิธีการสอนที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์จึงแตกต่างกัน

2. พื้นที่ที่ศึกษา และการควบคุม covariate เป็นตัวแปรปรับที่ทำให้ขนาดอิทธิพลของวิธีการสอน แบบต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน โดยสองตัวแปรนี้มีความเกี่ยวข้องกันในแง่ของงานที่ ศึกษาจากประเทศไทยทั้งหมด 12 งาน ไม่ปรากฏว่างานใดที่ใช้การควบคุม covariate ในการวิเคราะห์ผล บางงานที่ศึกษาไม่มีการทดสอบความรู้เดิมทางคณิตศาสตร์ หรือแม้จะมีการวัดความรู้เดิมแต่ก็ไม่ได้มีการจัดการให้ นักเรียนทั้งสองกลุ่มมีพื้นฐานความรู้เดิมทางคณิตศาสตร์เท่ากัน หรือใช้เทคนิคในการวิจัยเชิงทดลองเมื่อพื้นฐานความรู้ เดิมไม่เท่ากัน ขณะที่งานวิจัยของต่างประเทศ (ยกเว้นประเทศตุรกี) จะทำการทดลองโดยมีการนำพื้นฐานความรู้ เดิมหรือตัวแปรตามที่ศึกษามาวัดก่อนเริ่มใช้วิธีการสอนที่จะจัดกระทำ เพื่อที่จะนำมาเป็น covariate แล้ว ควบคุมด้วยวิธีทางสถิติ อาทิ ANCOVA MANCOVA หรือ covariate in multilevel analysis ทั้งนี้ covariate จัดเป็นตัวแปรแทรกซ้อนซึ่งไม่มีอิทธิพลต่อตัวแปรตาม ฉะนั้นการที่นักวิจัยได้ควบคุมอิทธิพลของ covariate จะทำให้นักวิจัยสามารถศึกษาอิทธิพลของตัวแปรตามที่เป็นผลมาจากวิธีการสอนได้อย่างชัดเจนกว่าการที่ไม่ ควบคุม covariate ซึ่งอาจทำให้ผลการทดลองได้รับอิทธิพลจากความรู้เดิมเจือปนอยู่ในอิทธิพลของวิธีสอนที่มี ต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังเช่นงานวิจัยของ Hailikari, Nevgi, & Komulainen (2008) พบว่า ความรู้เดิม เป็นตัวแปรทำนายที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนมากที่สุด จึงไม่น่าแปลกใจที่งานที่ศึกษา จากประเทศไทยมีขนาดอิทธิพลสูงกว่างานที่ศึกษาของต่างประเทศ เนื่องจากงานที่ศึกษาของประเทศไทย ไม่ควบคุม covariate จึงทำให้มีขนาดอิทธิพลในภาพรวมที่สูงเกินจริง ซึ่งอาจจะมีอิทธิพลอันเกิดจากความรู้ เดิมแทรกซ้อนอยู่ เช่นเดียวกันกรณีที่งานที่ศึกษาไม่มีการควบคุม covariate จะมีขนาดอิทธิพลสูงกว่างานที่ ศึกษาที่มีการควบคุม covariate ด้วยเหตุผลทำนองเดียวกันว่า เมื่อไม่ควบคุม covariate ทำให้ผลต่างของ คะแนนเฉลี่ยจากกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจากโดยมากนักวิจัยมักเลือกนักเรียนที่มีความรู้ ความสามารถสูงเป็นกลุ่มทดลอง ซึ่งเรียกปัญหานี้ว่า selection bias โดยจะส่งผลทำให้คะแนนของกลุ่ม ทดลองสูงต่างจากกลุ่มควบคุมชัดเจน ทำใหขนาดอิทธิพลมีค่าเพื่อตามไปด้วย ทั้งนี้ นักวิจัยจึงควรต้องทำการ ควบคุม covariate กรณีพื้นฐานความรู้เดิมไปสามารถส่งผลต่อตัวแปรตามที่สนใจศึกษาได้

การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนไม่เป็นตัวแปรปรับที่ทำให้ขนาดอิทธิพลของวิธีการสอนแบบต่าง ๆ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกัน แม้ว่าการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการบริหารจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีเป้าหมายเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียน ส่งผลให้ผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการใช้เทคโนโลยี และช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนให้สูงขึ้น (Eyyam & Yaratan, 2014) แต่อย่างไรก็ตามในการจัดการเรียนการสอนที่ไม่ใช้คอมพิวเตอร์แต่มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในรูปแบบอื่น เช่น งานวิจัยของ สุนันทา บ้านกล้วย (2556) พบว่า การจัดการเรียนการสอนแบบ 4MAT สามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ได้เช่นกัน จะเห็นได้ว่า การใช้คอมพิวเตอร์และการไม่ใช้คอมพิวเตอร์ไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แตกต่างกัน

3. การวิเคราะห์ห่อภิมาณเครือข่าย พบว่า ขนาดอิทธิพลของวิธีการสอนแบบถ่ายโยง (transfer) มีค่าสูงที่สุด เนื่องจากเป็นวิธีการสอนที่เน้นให้นักเรียนถ่ายโยงจากชีวิตจริงหรือสิ่งที่นักเรียนเคยรู้จักมาก่อน เป็นไปตามทฤษฎีธาตุมูลที่เหมือนหรือคล้ายคลึง (Identical Element) ของ Thorndike ที่กล่าวว่า การถ่ายโยงจะเกิดขึ้นเมื่อสถานการณ์ใหม่มีธาตุมูล (Element) เหมือนหรือคล้ายคลึงกับธาตุมูลในสถานการณ์ของการเรียนรู้ในอดีต (Thorndike, 1913) รวมทั้งส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นมากกว่าวิธีการสอนอื่น ๆ สอดคล้องกับผลการวิจัยของ วิจิตพร สังขรัตน์ (2558) ที่พบว่ารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงร่วมกับทฤษฎีการเรียนรู้จากตัวแบบส่งผลให้นักศึกษาระดับปริญญาบัณฑิตมีความสามารถในการเขียนเรียงความภาษาไทยสูงขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมื่อพิจารณาความแตกต่างรายคู่ พบว่าวิธีการสอนที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนมี 3 คู่ คือ 1) วิธีการสอนโดยใช้โปรแกรมคณิตศาสตร์กับการใช้โปรแกรมเทคโนโลยีในการสอน ซึ่งจากการศึกษาในอดีตจะพบว่าการใช้คอมพิวเตอร์ในการสอนช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิชาคณิตศาสตร์สูงขึ้น แต่ผลจากการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการสอนโดยใช้โปรแกรมคณิตศาสตร์ช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้นมากกว่าการใช้โปรแกรมเทคโนโลยีในการสอนเป็นอย่างมาก อาจเพราะปัญหาด้านการเชื่อมกับระบบอินเทอร์เน็ต เนื่องจากการใช้โปรแกรมเทคโนโลยีในการสอนจำเป็นต้องใช้อินเทอร์เน็ต และเมื่อมีการใช้อินเทอร์เน็ตพร้อม ๆ กันจำนวนมากอาจส่งผลให้ระบบล่มหรือเครือข่ายขัดข้อง การจัดการเรียนการสอนจึงไม่เป็นไปอย่างต่อเนื่อง และผู้เรียนอาจรู้สึกไม่พึงพอใจต่อการใช้งาน เพราะปัจจัยด้านคุณภาพของระบบ ด้านคุณภาพสารสนเทศ และด้านคุณภาพการบริการ มีอิทธิพลต่อการใช้งานและความพึงพอใจของผู้ใช้งาน บทเรียนออนไลน์ นอกจากนี้การใช้งานและความพึงพอใจของผู้ใช้งานมีความสัมพันธ์กันเชิงบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้ใช้งานบทเรียนออนไลน์แต่มีความสัมพันธ์กันน้อย ดังนั้นหากผู้เรียนรู้สึกไม่พึงพอใจต่อการใช้งานโปรแกรมเทคโนโลยีในการสอนจะส่งผลให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนลดลง (ชนินทร์ ตั้งพานทอง, 2560) 2) วิธีการสอนแบบใช้จริยธรรมในการสอนกับโปรแกรมเทคโนโลยีในการสอน สอดคล้องกับวิธีการถ่ายโยงที่เน้นสิ่งใกล้เคียงตัวของนักเรียนที่เป็นจริยธรรมในการสอนทำให้นักเรียนเข้าใจได้ง่าย (Thorndike, 1913) และ 3) วิธีการสอนแบบการถ่ายโยงกับวิธีการสอนแบบปฏิสัมพันธ์ร่วมกัน เนื่องการสอนแบบมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันโดยใช้การมอบหมายบทบาทในการเรียนแบบแก้ปัญหาด้วยสถานการณ์จำลองบนเว็บ ซึ่งเป็นการใช้เว็บไซต์เพื่อเป็นช่องทางในการแก้โจทย์ปัญหาร่วมกันเท่านั้น ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิชาคณิตศาสตร์

แตกต่างจากการสอนปกติไม่มากนัก ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าวิธีการสอนที่ดีต้องเน้นการเชื่อมโยงกับสิ่งที่นักเรียนรู้จักดีอยู่แล้ว ทำให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น นอกจากนี้ การใช้เทคโนโลยีในการสอนยังต้องใช้ร่วมกับเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ไม่ใช้การใช้เทคโนโลยีร่วมกับการสอนธรรมดา

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลวิจัยไปใช้

1) ข้อค้นพบแสดงให้เห็นว่าการใช้รูปแบบขนาดอิทธิพลของวิธีการสอนแบบถ่ายโยง ที่มีค่าสูงที่สุด ดังนั้น ครูผู้สอนควรให้ความสำคัญกับการจัดการเรียนรู้โดยเน้นวิธีการสอนแบบถ่ายโยงในการจัดการการเรียนการสอน นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังพบว่า การสอนโดยใช้โปรแกรมคณิตศาสตร์ ที่มีลักษณะการให้ความรู้ผ่านเทคโนโลยี ซึ่งมีขนาดอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง ดังนั้นหากครูผู้สอนจะออกแบบการใช้สื่อเทคโนโลยีในการจัดการเรียนการสอนครูผู้สอนต้องให้ความสำคัญกับการบูรณาการความรู้ควบคู่กับลักษณะของเทคโนโลยีที่นำมาใช้ด้วย

2) ผลการวิจัยพบว่า ลักษณะงานวิจัยของประเทศไทยและบางประเทศนั้นมักไม่ควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนในการวิจัย ดังนั้น ผู้ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาการจัดการเรียนการสอนควรให้ความสำคัญกับการออกแบบการวิจัยในประเด็นการควบคุมตัวแปรแทรกซ้อนด้วยเพื่อให้ผลการวิจัยมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

งานวิจัยครั้งนี้มุ่งศึกษาเปรียบเทียบวิธีสอนแบบต่าง ๆ ที่มีลักษณะเป็นงานวิจัยเชิงทดลองทำให้มีตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์การคัดเลือกมีปริมาณไม่มากนักจากการสืบค้นในฐานข้อมูลของ ProQuest และ Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR) เมื่อวิเคราะห์ funnel plot แล้วพบว่ามี public bias ในการวิเคราะห์จึงจำเป็นต้องรักษางานวิจัยเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ งานวิจัยครั้งถัดไปจึงควรขยายฐานการศึกษาให้มากขึ้นให้ได้งานวิจัยที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด

เอกสารอ้างอิง

ชนินทร์ ตั้งพานทอง. (2560). *ปัจจัยที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนออนไลน์เพื่อเสริมการเรียนการสอน*.

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ฐิติพร สังขรัตน์. (2558). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนตามแนวคิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ร่วมกับทฤษฎี*

การเรียนรู้จากตัวแบบเพื่อสร้างเสริมความสามารถในการเขียนเรียงความภาษาไทยของนักศึกษา

ระดับปริญญาบัณฑิต. วิทยานิพนธ์ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ณัฐพงษ์ กอสวัสดิ์พัฒน์. (2559). *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วงจรการเรียนรู้ตามการ*

สืบสอบแบบแนะแนวทางร่วมกับการเขียนบันทึกการเรียนรู้ที่มีต่อความรู้และความสามารถในการให้

เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ปิยวดี ฆาเยนนานนท์. (2554). ผลของการฝึกการอนุมานสาเหตุตามหลักกรรมเรื่องความเพียรที่มีต่อความวิตกกังวลในวิชาคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศุภลักษณ์ ครุททอง. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้วิธี IMPROVE และการเขียนบันทึกการเรียนรู้ ที่มีต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สายสุณี สุทธิจักร์. (2551). ผลของการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การตั้งปัญหาเสริมกระบวนการแก้ปัญหาที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จังหวัดหนองคาย. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สิริรัตน์ ผลขวัญโชติกา. (2554). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน $4E \times 2$ ที่มีต่อเมตริกซ์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุนันทา บ้านกล้วย. (2556). ผลของการจัดการเรียนการสอนแบบ 4MAT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- เสาวรัตน์ งามแก้ว. (2552). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้การสืบสอบแบบแนะแนวทางที่มีต่อเมตริกซ์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- หทัยรัตน์ ยศแผ่น. (2556). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้กลวิธีการเสริมต่อการเรียนรู้ที่มีต่อเมตริกซ์และความสามารถในการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อรุณา อัญโย. (2553). ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยบูรณาการการใช้ตัวแทนที่หลากหลายและเครื่องคำนวณเชิงกราฟที่มีต่อเมตริกซ์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เรื่องฟังก์ชัน. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัญชนา กลิ่นเทียน. (2553). ผลของการมอบหมายบทบาทในการเรียนแบบแก้ปัญหาด้วยสถานการณ์จำลองบนเว็บที่มีต่อความสามารถในการแก้ปัญหาและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีระดับเชาวน์ปัญญาด้านตรรกะทางคณิตศาสตร์ต่างกัน. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อิสริยา ประมัตถการ. (2556). การพัฒนาความรู้และความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- Cipriani, A. (2016). *What have network meta-analyses taught us about treatment of mood disorder: is it time to revisit the hierarchy of evidence?*. Retrieved December 20, 2018, from <https://ora.ox.ac.uk/objects/uuid:a71052d0-87a2-4c5c-b082-fcc6dfd683dd>.
- Clark, T. (2017). *The K-12 service-learning standards and fourth grade students' math achievement: A quasi-experimental study in georgia* (Order No. 10743197). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (2009417844). <https://search.proquest.com/docview/2009417844?accountid=15637>
- Del Re, A. C. (2015). A practical tutorial on conducting meta-analysis in r. *The Quantitative Methods for Psychology*, 11(1), 37-50. <http://doi.org/10.20982/tqmp.11.1p037>
- Eyyam, R., & Yaratani, H. S. (2014). Impact of use of technology in mathematics lessons on student achievement and attitudes. *Social Behavior and Personality: an international journal*, 42(1), 315-425.
- Faber, J. M., Luyten, H., & Visscher, A. J. (2017). The effects of a digital formative assessment tool on mathematics achievement and student motivation: Results of a randomized experiment. *Computers & education*, 106, 83-96. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.12.001>
- Hailikari, T., Nevgi, A., & Komulainen, E. (2008). Academic self-beliefs and prior knowledge as predictors of student achievement in Mathematics: A structural model. *Educational psychology*, 28(1), 59-71.
- Hawkins, C. (2015). *Instantaneous teacher feedback to improve student math achievement of 4th grade student: A quasi-experimental design of a classroom math intervention* (Master's thesis).
- Henderson, A. T. & Mapp, K. L. (2002). *A new wave of evidence: The impact of school, family, and community connections on student achievement*. Washington, DC. Southwest Educational Development Lab.
- Hofmann, R. & Mercer, N. (2016). Teacher interventions in small group work in secondary mathematics and science lessons. *Language and Education*, 30:5, 400-416, <http://doi.org/10.1080/09500782.2015.1125363>
- Jeynes, W. H. (2019). A meta-analysis on the relationship between character education and student achievement and behavioral outcomes. *Education and Urban Society*, 51(1), 33-71, <http://doi.org/10.1177/0013124517747681>.
- Kebritchi, M., Hirumi, A., & Bai, H. (2010). The effects of modern mathematics computer games on mathematics achievement and class motivation. *Computers & education*, 55(2), 427-443. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.02.007>

- Lai, Y. H. (2019). A network meta-analysis on the effects of information and communication technology on students' learning achievement in Taiwan. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(3). <http://doi.org/10.29333/ejmste/102846>
- Lockhart-Findling, M. (2016). *The relationship between two types of teacher professional development and head start student math outcomes* (Order No. 10157900). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1837406975). <https://search.proquest.com/docview/1837406975?accountid=15637>
- Mcknight, K., O'Malley, K., Ruzic, R., Horsley, M. K., Franey, J. J., & Bassett, K. (2016). Teaching in a digital age: How educators use technology to improve student learning. *Journal of Research on Technology in Education*, 48(3), 194-211. <http://doi.org/10.1080/15391523.2016.1175856>.
- OECD. (2016). Equations and Inequalities: Making Mathematics Accessible to All. Retrieved April 20, 2020, from <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/9789264258495-en.pdf?expires=1587371901&id=id&accname=guest&checksum=DD6F8AB7D4B3932B57ACA4EB4C2AADB3>
- OECD. (2017). How does PISA for Development measure mathematical literacy?. Retrieved December 20, 2018, from <https://www.oecd.org/pisa/aboutpisa/9-How-PISA-D-measures-math-literacy.pdf>
- Pilli, O., & Aksu, M. (2013). The effects of computer-assisted instruction on the achievement, attitudes and retention of fourth grade mathematics students in North Cyprus. *Computers & Education*, 62, 62-71.
- Sarrell, D. M. (2014). *The effects of reflex math as a response to intervention strategy to improve math automaticity among male and female at-risk middle school students* (Order No. 3632484). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1570196386). <https://search.proquest.com/docview/1570196386?accountid=15637>.
- Scott, S. M. (2014). *The effects of math tutoring sessions for parents on eighth grade students' mathematics achievement and anxiety* (Order No. 3619094). Available from ProQuest Dissertations & Theses Global. (1530479624). <https://search.proquest.com/docview/1530479624?accountid=15637>.
- Thondike, E. L. (1913). Educational psychology: Vol.2. The psychology of learning. New York: Columbia University Press.
- Yilmaz, B. (2017). *Effects of Adaptive Learning Technologies on Math Achievement: A Quantitative Study of ALEKS Math Software* (Doctoral dissertation, University of Missouri--Kansas City).