การพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์และแท็บเล็ตสำหรับเด็กดาวน์ซินโดรม

อรทัย สุทธิจักษ์[1*]

Developing the Computer and Tablet Games for the Children with Down Syndromes

Orathai Suttijak [1*]

[1*] คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, จังหวัดมหาสารคาม

[1*] Faculty of Informatics, Mahasarakham University, Maha Sarakham

Corresponding author E-mail address : cmucpe2107@gmail.com

Received April 8, 2017 revised June 12 ,2017 accepted June 20, 2017

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์ ดังนี้ 1) เพื่อสร้างเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ตสำหรับเด็กดาวน์ซินโดรม 2)เพื่อเปรียบเทียบผลคะแนนการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์ที่ใช้บนระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่แตกต่างกัน และ3) เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ตของเด็กดาวน์ซินโดรม กลุ่มตัวอย่าง คือ เด็กดาวน์ซินโดรมระดับประถมศึกษาปีที่ 1-3 จำนวน 40 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่ม 20 คน ใช้วิธีการสุ่มอย่างง่ายโดยการจับฉลาก เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 4 ตัว ได้แก่ 1) เกมที่เล่นจากคอมพิวเตอร์และเล่นจากแท็บเล็ตที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น 2) แบบประเมินคุณภาพเกมที่เล่นจากคอมพิวเตอร์และเล่นจากแท็บเล็ต 3) แบบทดสอบผลการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์ และ 4) แบบสังเกตพฤติกรรมการเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ตของเด็กดาวน์ซินโดรม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการทดสอบค่า t-test (Independent Samples)

ผลการศึกษาพบว่า ผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นเกี่ยวกับคุณภาพเกมคอมพิวเตอร์และแท็บเล็ตสำหรับเด็กดาวน์ซินโดรมโดยรวมมีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก เมื่อทำการเปรียบเทียบความต่างแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์จากการเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ต พบว่า คะแนนทดสอบ 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน จากนั้นทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพฤติกรรมการเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ตของเด็กดาวน์ซินโดรมทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า คะแนนการสังเกตพฤติกรรมขณะเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และขณะเล่นเกมบนแท็บเล็ต แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05

คำสำคัญ *:* เกมคอมพิวเตอร์ เกมบนแท็บเล็ต เด็กดาวน์ซินโดรม

ABSTRACT

The objectives of the study are following: 1) Creative computer games PC-based and tablet-based for Down syndrome children, 2) Spatial relations learning achievements comparison between students who employ different platform for their learning focused on computer games, and 3) Playing game behavior comparison from Pc-based and tablet-based. The 40 samplings are Down syndrome students sampled from primary school from 1-3 grade students by using simple sample method, which are divided into two groups. The study applied 4 crucial tools for acquiring better results, namely 1) Computer game developed by the researcher, 2) Computer game evaluation form collected from two existing platforms., 3) Spatial relations learning achievement test, and 4) Observation form for students who involved in the experiment. Simple statistical analysis, such as Mean ($\bar{X}$), standard deviation (S.D.) and T-test (Independent Samples) are employed for the analytical process.

The research result indicated that the quality of computer games evaluated by expertise showed that the excellent level. The experimental procedure from the testing marks derived from spatial relations learning approach found that the group of Down syndrome student who assigned for Pc-based showed that higher level than another group. However, the

mean score between two sampling groups indicated the similarity results. Moreover, the behavior comparison during playing the games found that the group of student from tablet-based showed the observation mean score higher than Pc-based students with 0.05 significantly.

Keywords: Computer Game, Game on Tablet, Children with Down Syndromes

บทนำ

โรคดาวน์ซินโดรม (Down's syndrome หรือ Down syndrome) จัดอยู่ในกลุ่มเด็กที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา เกิดจากความผิดปกติของพันธุกรรมที่เป็นมาตั้งแต่กำเนิด และเป็นโรคที่ไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ สาเหตุของโรคนี้เกิดขึ้นจากโครโมโซม คู่ที่ 21 เกิดความผิดปกติ ซึ่งในคนปกตินั้นจะมีโครโมโซมคู่ที่ 21 เพียง 2 แท่ง แต่ในกลุ่มผู้มีอาการดาวน์ซินโดรมนั้นจะมี 3 แท่ง หรือบางรายอาจจะมีอาการมาจากการย้ายที่ของโครโมโซมคู่ที่ 14 มายึดติดกับโครโมโซมคู่ที่ 21 เด็กกลุ่มอาการดาวน์เกิดใหม่ในประเทศไทยปีละประมาณ 1,000 คน หรือ ประมาณ 3 คนต่อวัน ประมาณร้อยละ 85 ของทารกที่เป็น เด็กดาวน์ซินโดรมจะมีชีวิตรอดถึงอายุ 1 ปี และประมาณร้อยละ 50 จะมีชีวิตจนถึงอายุ 50 ปี (นัยนันต์ จิตประพันธ์, 2557 หน้า 73) ทารกที่เป็นดาวน์ซินโดรม สามารถเกิดจากพ่อและแม่ที่มีความปกติทางพันธุกรรมได้ โดยความเสี่ยงของการมีทารกในครรภ์เป็นดาวน์ซินโดรม เกิดจากอายุของมารดาที่มากขึ้น ผู้หญิงที่มีวัย 35 ปี ขึ้นไปมีความเสี่ยงสูงต่อการตั้งครรภ์ทารกดาวน์ซินโดรม โดยอัตราเสี่ยงอยู่ที่ 1 ต่อ 270 ราย และอัตราเสี่ยงจะเพิ่มสูงขึ้นตามอายุของมารดา (ศูนย์ความเป็นเลิศด้านชีววิทยาศาสตร์ (องค์การมหาชน), ม.ป.ป.) เด็กดาวน์ซินโดรมมีภาวะบกพร่องทางสติปัญญาเป็นภาวะที่มีพัฒนาการบกพร่องซึ่งทำให้มีพัฒนาการด้านการเคลื่อนไหว ภาษา ความคิดรวบยอด อารมณ์ สังคมและสติปัญญา ล่าช้ากว่าเด็กปกติทั่วไป นอกนี้ยังมีความบกพร่องในทักษะการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับมิติสัมพันธ์ และการปรับตัวในการดำรงชีวิตประจำวันไม่เป็นไปตามวัยที่ควรจะเป็น (เบญจา ชลธาร์นนท์, 2538 ; นพวรรณ ศรีวงค์พานิช และพัฏ โรจน์มหามงคล, 2554) ครอบครัวต้องรับภาระดูแล ดังนั้นถ้าเด็กได้รับการฝึกหัดและส่งเสริมพัฒนาการเรียนรู้ทุกด้านอย่างถูกวิธีก็จะเอื้ออำนวยให้เด็กดาวน์ซินโดรมได้ใช้ชีวิตอย่างมีศักดิ์ศรีและมีคุณค่า และเป็นภาระสังคมน้อยที่สุด

การกระตุ้นส่งเสริมพัฒนาการเด็กดาวน์ซินโดรมด้านมิติสัมพันธ์ ต้องทำเป็นประจำทุกวันสม่ำเสมอ ฝึกทีละเรื่อง ซ้ำๆ บ่อยๆ จนเด็กทำได้ จึงจะเปลี่ยนฝึกเรื่องอื่น ไม่สร้างความตึงเครียดแก่เด็ก เพราะมิติสัมพันธ์มีความสำคัญเกี่ยวกับการดำเนินชีวิตประจำวันตั้งแต่วัยเด็ก เด็กจำเป็นต้องมีประสบการณ์ในการมองเห็นสิ่งต่างๆ และการใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ในการเรียนรู้สิ่งแวดล้อม โดยใช้ความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ในการจำแนกวัตถุ การเข้าใจลักษณะวัตถุ ขนาด มิติ ตำแหน่งที่ตั้ง ทิศทาง การเคลื่อนที่ เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุกับวัตถุ วัตถุกับคนหรือตำแหน่งต่างๆ ซึ่งเป็นพื้นฐานที่ส่งผลต่อพัฒนาการด้านสติปัญญาของเด็ก (อุดม เพชรสังหาร, 2550, หน้า 24) ในการฝึกเด็กดาวน์ซินโดรมให้มีทักษะทางด้านมิติสัมพันธ์ผ่านการเรียนรู้เรื่อง การล้างหน้าแปรงฟัน การอาบน้ำ การทานข้าว การแต่งกายด้วยตนเอง เป็นต้น ซึ่งเป็นเรื่องสำคัญที่ควรสอนให้กับเด็กดาวน์ซินโดรม ถือว่าเป็นพื้นฐานหนึ่งของการฝึกการดูแลตนเอง การดำรงชีวิตในบ้านและโรงเรียนของเด็กให้มีพัฒนาการที่ดีขึ้น อันจะส่งผลให้เด็กสามารถที่จะเรียนรู้และพัฒนาขีดความสามารถด้านอื่นได้ดีขึ้นไปด้วยตามลำดับ เด็กกลุ่มนี้มักจะชื่นชอบดนตรีและศิลปะ เพราะสามารถปลดปล่อยความคิดและจินตนาการต่าง ๆ ได้โดยไม่ต้องยึดติดกับการท่องจำ หากผู้ปกครองหรือครูนำมาใช้ประกอบการสอนเด็กดาวน์ซินโดรมก็จะทำให้เด็กมีแรงจูงใจมากขึ้น (สมจิตร์ จารุรัตนศิริกุล และรุ่งรวี วรรณสินธุ์, 2555)

การใช้สื่อเทคโนโลยีมาช่วยส่งเสริมพัฒนาการด้านการเรียนการสอน เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่จะช่วยพัฒนาเด็กดาวน์ซินโดรมให้มีทักษะการเรียนรู้ที่ดีขึ้น ซึ่งการจัดกิจกรรมจะต้องส่งสอดคล้องเหมาะสมกับพัฒนาการ ศักยภาพของเด็ก โดยให้ความช่วยเหลือดูแลเอาใจใส่อย่างถูกต้อง จะส่งผลให้เขามีพัฒนาการเรียนรู้ที่ดี สามารถปรับตัวเพื่อการดำเนินชีวิตในสังคมได้ทัดเทียมคนปกติ การพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมสื่อการเรียนการสอนเพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาในชั้นเรียนและสื่อการเรียนการสอนที่กำลังนิยมใช้กันในปัจจุบันคือ เกมคอมพิวเตอร์ เกมแอพพลิเคชันที่เด็กดาวน์ซินโดรมสามารถเรียนรู้ได้ผ่านสมาร์ทโฟน หรือแท็บเล็ต นับว่าเป็นเทคโนโลยีทางการศึกษาที่ช่วยสร้างความน่าสนใจ กระตุ้นอยากเรียนรู้ ส่งเสริมให้เด็กดาวน์ซินโดรมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น สอดคล้องกับ เพรนสกี (Prensky, 2001) ที่ว่าเทคโนโลยีดิจิทัลเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ผู้สอนสามารถนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น การใช้คอมพิวเตอร์ สื่อมัลติมีเดีย รวมถึงเกมคอมพิวเตอร์ เดิมมุ่งใช้สื่อเพื่อความบันเทิง โดย เพรนสกี (Prensky) ได้เสนอแนวคิดการเรียนด้วยเกมดิจิทัลโดยนำเกมดิจิทัลมาใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งเป็นเกมแบบออนไลน์และเกมออฟไลน์ แนวคิดในการนำเกมดิจิทัลมาใช้ในการเรียนแล้วยังเป็นการตอบสนองความต้องการในการเรียนรู้ของผู้เรียนแล้ว และยังสนับสนุนการนำเทคโนโลยีดิจิทัลมาใช้ในการศึกษาอีกด้วย (Yin, 2000, หน้า 1-4) ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541) ได้ศึกษาพัฒนามัลติมีเดียแบบเกมและผลของมัลติมีเดียแบบเกมสามารถสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนุกสนานเพลิดเพลิน กระตุ้น และท้าทายให้เกิดขึ้นเพื่อจูงใจให้เด็กพิเศษเกิดความรู้สึกอยากเรียนรู้ และนอกจากนี้ยังพบว่าเกมนั้นสามารถช่วยในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ได้ (Feng, Sprence & Pratt, 2007; Sorby & Veurink, 2010)

การออกแบบเกมคอมพิวเตอร์และเกมแอพพลิเคชันนั้นมีวิธีที่สามารถกระตุ้นเด็กดาวน์ซินโดรม ให้เกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ได้ เช่นการให้คะแนน การให้ผลป้อนกลับ มีการเสริมแรงเด็กตลอดเวลา สอดคล้องกับ มิเชล (Micheal, 1997) ที่ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอน โดยใช้เกมแบบมีปฏิสัมพันธ์บนเว็บ ที่ออกแบบการเรียนการสอนแบบเกม พบว่าเกมบนเว็บสามารถนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในการเรียนได้ดี มีการถ่ายโอนการเรียนรู้ การเรียนแบบมีขั้นตอน มีการรวบรวมข้อมูล มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เล่น เกมบนเว็บมีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ ความบันเทิง จินตนาการ ความเสมือนจริง มีวัตถุประสงค์ กฎกติกา ผลลัพธ์ที่ป้อนกลับทันที ดังนั้นการออกแบบและพัฒนาเกมการออกแบบจึงมีประโยชน์สำหรับนำมาส่งเสริมการเรียนรู้ของเด็กดาวน์ซินโดรมได้ และเกมที่ผู้วิจัยต้องการออกแบบและพัฒนาครั้งนี้เป็นเกมคอมพิวเตอร์และเกมแอพพลิเคชันที่นำเอากิจกรรมการเรียนการสอนที่มีในหลักสูตรมาประยุกต์ใช้เป็นเนื้อหาในเกม ซึ่งเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่ช่วยดึงดูดความสนใจให้เด็กดาวน์ซินโดรมสนใจในการเรียนรู้เรื่องตำแหน่ง ทิศทางและยังเป็นการเร้าความสนใจให้เด็กดาวน์ซินโดรมเอาใจจดจ่อต่อกิจกรรมที่ทำอยู่จนสำเร็จได้ ดังนั้นผู้วิจัยมีความประสงค์ที่จะศึกษาเปรียบเทียบพฤติกรรมการเรียนรู้ออกแบบและพัฒนาพัฒนาเกม สำหรับเด็กดาวน์ซินโดรมเรียนรู้เรื่องตำแหน่งและทิศทางผ่านเกมที่เล่นจากเครื่องคอมพิวเตอร์และแท็บเล็ต โดยทำการศึกษาพฤติกรรมการเรียนรู้ที่แสดงออกขณะเล่นเกมของเด็กดาวน์ซินโดรมและทำการเปรียบเทียบพฤติกรรมการเล่นระหว่างเล่นจากเครื่องคอมพิวเตอร์กับจากแท็บเล็ต อุปกรณ์ใดที่เด็กเรียนรู้ได้ดีกว่า เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์ เกมแอพพลิเคชันสื่อมัลติมีเดีย และการเลือกใช้สื่อ อุปกรณ์ทางเทคโนโลยี การศึกษาที่เหมาะสมกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของเด็กดาวน์ซินโดรมหรือเด็กพิเศษอื่น ๆ ต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อสร้างเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ตสำหรับเด็กดาวน์ซินโดรม
2. เพื่อเปรียบเทียบผลคะแนนการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์ที่ใช้บนระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ที่แตกต่างกัน
3. เพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ตของเด็กดาวน์ซินโดรม

สมมุติฐานการวิจัย

1. ระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ต่างกันการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์ต่างกัน
2. ผลของพฤติกรรมการเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ตของเด็กดาวน์ซินโดรมมีความแตกต่างกัน

ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ทำการศึกษาเพื่อเปรียบเทียบพฤติกรรมการเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ตของเด็กดาวน์ซินโดรม โดยมีขอบเขตของการวิจัยดังนี้

1. ขอบเขตด้านเนื้อหา

เกมที่ผู้วิจัยออกแบบและพัฒนาขึ้นมามีขอบเขตเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องของใช้ในชีวิตประจำวัน โดยแยกเป็น 4 หมวด คือ 1) หมวดเครื่องแต่งกาย 2) หมวดเครื่องใช้ในห้องน้ำ 3) หมวดเครื่องใช้ในครัวและ 4) หมวดเครื่องใช้ในการเรียน ซึ่งเป็นการส่งเสริมการเรียนรู้เรื่องของมิติสัมพันธ์ด้านตำแหน่งที่ตั้งของสิ่งของ และทิศทาง บน ล่าง ซ้าย ขวา

2. ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

2.1 ประชากรที่ใช้ในงานวิจัยคือ เด็กดาวน์ซินโดรมระดับฝึกได้ ที่ไม่มีความพิการซ้ำซ้อน มีความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์เบื้องต้น มีพัฒนาการระดับเดียวกัน อยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3 กรณีศึกษาโรงเรียนกาฬสินธ์ปัญญานุกูล จังหวัดกาฬสินธุ์

2.2 กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการวิจัยที่ได้จากวิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยการจับฉลาก จากกลุ่มประชากร จำนวน 40 คน แบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ 1) กลุ่มที่เล่นเกมจากคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ค 20 คน และ 2) กลุ่มที่เล่นเกมจากแท็บเล็ต 20 คน

3. ขอบเขตด้านตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา คือ

3.1 ตัวแปรต้น คือ การใช้ระบบปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ต่างกัน คือ 1) เกมที่เล่นจากคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ค และ 2) เกมที่เล่นจากแท็บเล็ต

3.2 ตัวแปรตาม คือ 1) ผลการเรียนรู้เรื่องมิติสัมพันธ์ของเด็กดาวน์ซินโดรม และ 2) พฤติกรรมการเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ตของเด็กดาวน์ซินโดรม

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วยเครื่องมือ 4 ตัว ดังนี้

1. เกมที่เล่นจากคอมพิวเตอร์และเล่นจากแท็บเล็ต ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น
2. แบบประเมินคุณภาพเกมที่เล่นจากคอมพิวเตอร์และเล่นจากแท็บเล็ต
3. แบบทดสอบผลการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์
4. แบบสังเกตพฤติกรรมการเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ตของเด็กดาวน์ซินโดรม

วิธีดำเนินการวิจัย

การเก็บรวบรวมข้อมูลในวิจัยมีขั้นตอนดำเนินงานดังนี้

1. ติดต่อประสานงานกับทางผู้อำนวยการ คุณครูโรงเรียนกาฬสินธุ์เพื่อขออนุญาตเข้าไปดำเนินโครงการกับกลุ่มตัวอย่าง
2. เตรียมสถานที่ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์และแท็บเล็ต เครื่องมือวิจัย
3. ผู้วิจัย ทีมวิจัย แนะนำตัวต่อคุณครูและกลุ่มตัวอย่าง และชี้แจงให้ครูผู้ดูแลและเด็กดาวน์ซินโดรมทราบถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ประโยชน์การวิจัย ลักษณะวิธีการดำเนินโครงการวิจัย สิทธิที่กลุ่มตัวอย่างพึงได้ระหว่างเข้าร่วมโครงการวิจัย
4. ทำการทดลองโดยการให้เด็กดาวน์ซินโดรมแต่ละกลุ่ม เริ่มเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเล่นเกมบนแท็บเล็ต 8 ครั้ง ๆ ละประมาณ 30 นาที ต่อวัน ขณะที่เด็กดาวน์ซินโดรมเล่นเกม ผู้วิจัยและทีมทำการสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ ด้วยแบบสังเกตพฤติกรรมการเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ตของเด็กดาวน์ซินโดรม
5. ทำการทดสอบผลการเรียนรู้เด็กดาวน์ซินโดรม ทั้ง 2 กลุ่ม หลังใช้เกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ต ด้วยแบบทดสอบผลการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์
6. วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ สรุปผล อภิปรายผล
7. นำเสนอ และเผยแพร่งานวิจัย

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองมาวิเคราะห์ด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม SPSS for window โดยใช้หลักสถิติในการวิเคราะห์ ดังนี้

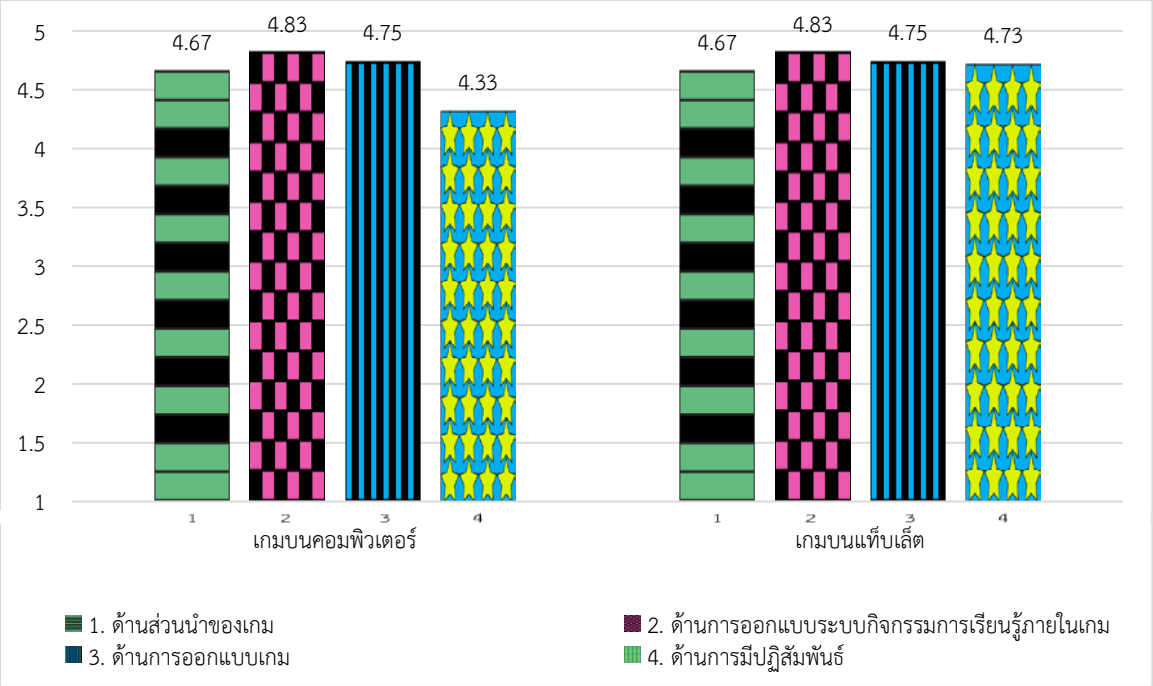
1. แบบประเมินคุณภาพเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ต วิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำตัวเลือกมาแจกแจงความถี่ของแต่ละข้อแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มาตรฐาน แล้วนำค่าเฉลี่ยไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ส่วนแบบปลายเปิด นำมารวบรวมแนวคิดหรือข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญนำเสนอในรูปแบบของความเรียง
2. แบบทดสอบผลการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์ วิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ของผลคะแนนมิติสัมพันธ์ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) แล้วนำค่าเฉลี่ยไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้
3. เปรียบเทียบความแตกต่างของผลการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์ของเด็กดาวน์ซินโดรม 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่เล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และกลุ่มที่เล่นเกมบนแท็บเล็ต โดยการทดสอบค่า t-test (Independent Samples)
4. แบบสังเกตพฤติกรรมการเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ตของเด็กดาวน์ซินโดรม วิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำตัวเลือกมาแจกแจงความถี่ของแต่ละข้อแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) มาตรฐาน แล้วนำค่าเฉลี่ยไปเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ส่วนแบบปลายเปิด นำมารวบรวมแนวคิดหรือข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญนำเสนอในรูปแบบของความเรียง
5. เปรียบเทียบความแตกต่างของผลการสังเกตพฤติกรรมการเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ตของเด็กดาวน์ซินโดรม 2 กลุ่ม คือกลุ่มที่เล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และกลุ่มที่เล่นเกมบนแท็บเล็ต โดยการทดสอบค่า t-test (Independent Samples)

ผลการวิจัย

การพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์และแท็บเล็ตสำหรับเด็กดาวน์ซินโดรม นำเสนอผลการวิจัยเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์แบบประเมินคุณภาพเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ต

ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน แต่ละท่านประเมินคุณภาพเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาสื่อ 4 ด้าน คือ 1) ส่วนนำของเกม 2) การออกแบบระบบกิจกรรมการเรียนรู้ภายในเกม 3) ด้านการออกแบบเกม และ 4) ด้านการมีปฏิสัมพันธ์



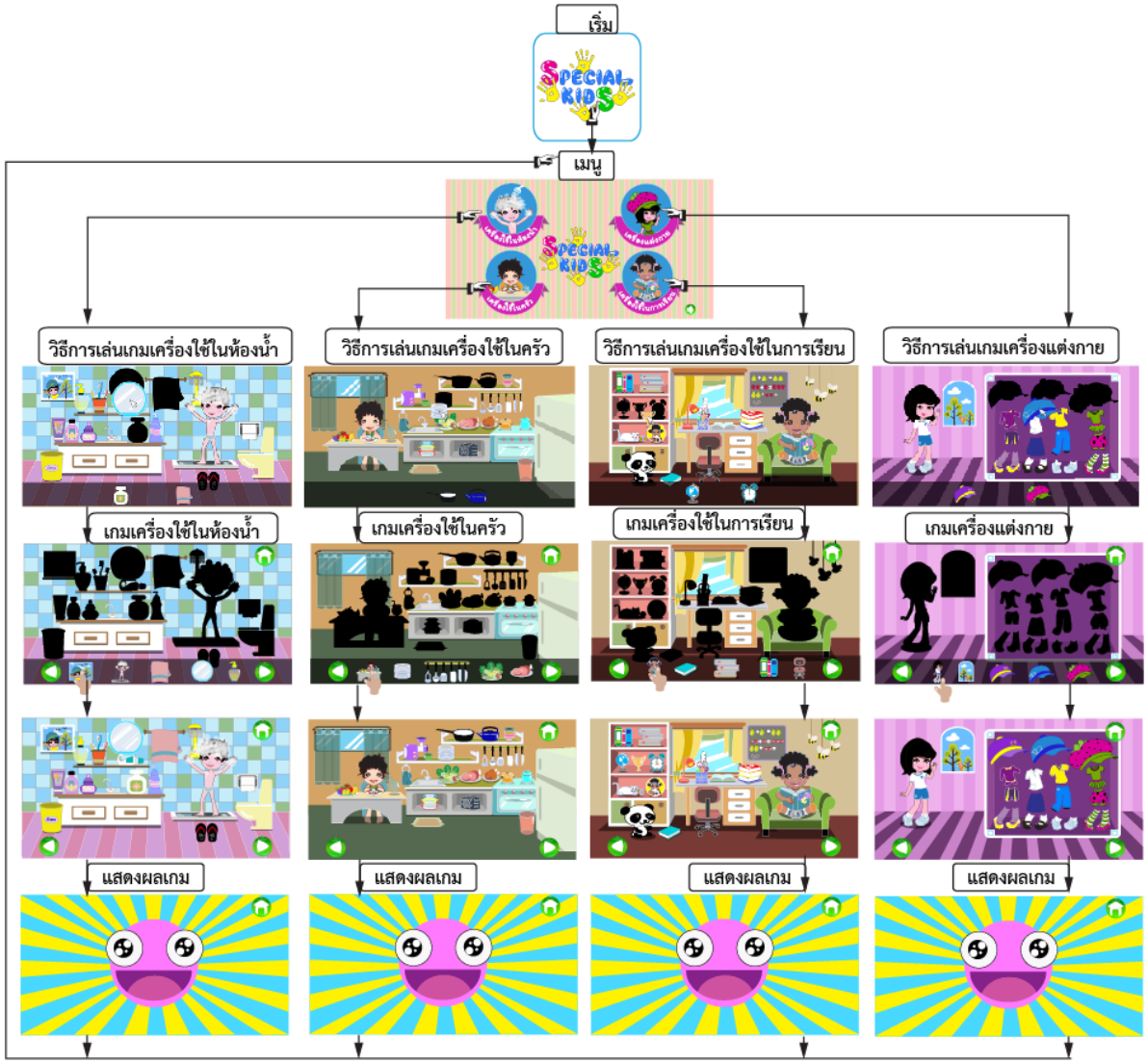
ภาพ 1 แผนภูมิแสดงค่าเฉลี่ย เกี่ยวกับคุณภาพเกมที่เล่นบนคอมพิวเตอร์และเล่นบนแท็บเล็ต ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน

จากภาพ 1 คุณภาพเกมที่เล่นบนคอมพิวเตอร์และเล่นบนแท็บเล็ต ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน พบว่า

คุณภาพเกมที่เล่นบนคอมพิวเตอร์โดยรวมอยู่ในระดับดีมาก พิจารณาเป็นรายด้านเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่า อันดับ 1 ด้านการออกแบบระบบกิจกรรมการเรียนรู้ภายในเกม มีคุณภาพดีมาก ($\bar{X}$= 4.83) อันดับ 2 ด้านการออกแบบเกม มีคุณภาพดีมาก ($\bar{X}$= 4.75) อันดับ 3 ด้านส่วนนำของเกม มีคุณภาพดีมาก ($\bar{X}$= 4.67) และอันดับ 4 ด้านการมีปฏิสัมพันธ์ มีคุณภาพดีมาก ($\bar{X}$= 4.33) ตามลำดับ

คุณภาพเกมที่เล่นบนแท็บเล็ต โดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับดีมาก พิจารณาเป็นรายด้านเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่า อันดับ 1 ด้านการออกแบบระบบกิจกรรมการเรียนรู้ภายในเกม มีคุณภาพดีมาก ($\bar{X}$= 4.83) อันดับ 2 ด้านการออกแบบเกม มีคุณภาพดีมาก ($\bar{X}$ = 4.75) อันดับ 3 ด้านการมีปฏิสัมพันธ์ มีคุณภาพดีมาก ($\bar{X}$= 4.73) และอันดับ 4 ด้านส่วนนำของเกม มีคุณภาพดีมาก ($\bar{X}$= 4.67) ตามลำดับ

ความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ขนาดของวัตถุ ที่มีขนาดเล็กจะจับและสัมผัสไม่ถนัด และควรวิเคราะห์จำนวนการสัมผัสที่สำเร็จ หรือไม่สำเร็จ ว่ามีจำนวนเท่าเหมาะกับเด็กมากน้อยเพียงใดถึงจะเหมาะสม



ภาพ 2 ผังงานแสดงการทำงานของการพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์และแท็บเล็ตสำหรับเด็กดาวน์ซินโดรม

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์คะแนนการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์

นำเสนอการทดสอบความสามารถในการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์ผ่านเนื้อหาเกี่ยวกับเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน 4 หมวดๆ ละ 5 ข้อ รวม 20 คะแนน หลังใช้เกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ต โดยผู้เล่นเลือกรูปภาพให้ตรงกับตำแหน่งและทิศทางที่กำหนดให้ครบ 4 หมวด คือ *1*) หมวดเครื่องแต่งกาย (แทนค่าในตาราง หมวด A) 2) หมวดเครื่องใช้ในห้องน้ำ (แทนค่าในตาราง หมวด B) 3) หมวดเครื่องใช้ในครัว (แทนค่าในตาราง หมวด C) และ 4) หมวดเครื่องใช้ในการเรียน (แทนค่าในตาราง หมวด D)

ตาราง 1 แสดงผลคะแนน ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เกี่ยวกับการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์ของเด็กดาวน์ซินโดรม 2 กลุ่ม ที่เล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ต ผ่านเนื้อหาเกี่ยวกับเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน 4 หมวด

จำนวนเด็กดาวน์ซินโดรมที่มีพัฒนาการระดับเดียวกัน	**กลุ่มที่เล่นเกมบนคอมพิวเตอร์**					**กลุ่มที่เล่นเกมบนแท็บเล็ต**				
	หมวด A	**หมวด B**	**หมวด C**	**หมวด D**	**รวม**	**หมวด A**	**หมวด B**	**หมวด C**	**หมวด D**	**รวม**
	5 คะแนน	**5 คะแนน**	**5 คะแนน**	**5 คะแนน**	**20 คะแนน**	**5 คะแนน**	**5 คะแนน**	**5 คะแนน**	**5 คะแนน**	**20 คะแนน**
คนที่ 1	2	3	2	2	9	3	2	2	3	10
คนที่ 2	3	2	2	2	9	2	2	2	2	8
คนที่ 3	2	2	2	2	8	4	3	2	2	11
คนที่ 4	1	2	2	1	6	2	2	3	2	9
คนที่ 5	1	1	2	2	6	2	2	3	2	9
คนที่ 6	4	2	3	2	11	4	2	1	2	9
คนที่ 7	2	2	2	2	8	3	2	2	3	10
คนที่ 8	2	2	2	1	7	2	1	2	2	7
คนที่ 9	2	3	2	1	8	2	2	2	2	8
คนที่ 10	1	2	2	1	6	2	2	2	2	8
คนที่ 11	2	1	3	2	8	3	1	3	2	9
คนที่ 12	2	2	2	2	8	3	1	2	2	8
คนที่ 13	3	3	2	2	10	4	2	3	3	12
คนที่ 14	3	3	2	2	10	2	3	2	2	9
คนที่ 15	2	2	2	1	7	2	2	2	3	9
คนที่ 16	3	2	1	1	7	3	2	2	2	9
คนที่ 17	2	2	2	2	8	4	4	3	3	14
คนที่ 18	3	3	3	3	12	2	3	3	2	10
คนที่ 19	2	2	2	2	8	3	2	1	2	8
คนที่ 20	3	4	3	2	12	5	4	3	4	16
ค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X}$)	**2.25**	**2.25**	**2.15**	**1.75**	**8.40**	**2.85**	**2.20**	**2.25**	**2.35**	**9.65**
ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	**0.04**	**0.03**	**0.02**	**0.03**	**0.09**	**0.05**	**0.04**	**0.03**	**0.03**	**0.11**
แปลความหมาย	**พอใช้**	**พอใช้**	**พอใช้**	**พอใช้**	**พอใช้**	**พอใช้**	**พอใช้**	**พอใช้**	**พอใช้**	**พอใช้**

* คะแนนมิติสัมพันธ์หมวดเครื่องแต่งกาย แทนค่าในตาราง คือ หมวด A
คะแนนมิติสัมพันธ์หมวดเครื่องใช้ในห้องน้ำ แทนค่าในตาราง คือ หมวด B
คะแนนมิติสัมพันธ์หมวดเครื่องใช้ในครัว แทนค่าในตาราง คือ หมวด C
คะแนนมิติสัมพันธ์หมวดเครื่องใช้ในการเรียน แทนค่าในตาราง คือ หมวด D

จากตาราง 1 พบว่ากลุ่มที่เล่นเกมบนคอมพิวเตอร์มีการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์ผ่านเนื้อหาเกี่ยวกับเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน 4 หมวด มีผลคะแนนเฉลี่ยหลังเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์โดยรวมพอใช้ ($\bar{X}$= 8.40) พิจารณาเป็นรายหมดเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย พบว่า อันดับ 1 หมวดเครื่องแต่งกาย (หมวด A) และหมวดเครื่องใช้ในห้องน้ำ (หมวด B) มีผลคะแนนเฉลี่ยพอใช้ ($\bar{X}$= 2.25) อันดับ 2 หมวดเครื่องใช้ในครัว (หมวด C) มีผลคะแนนเฉลี่ยพอใช้ ($\bar{X}$= 2.15) และ อันดับ 3 หมวดเครื่องใช้ในการเรียน (หมวด D) มีผลคะแนนเฉลี่ยพอใช้ ($\bar{X}$= 1.75) ตามลำดับ

ส่วนกลุ่มที่เล่นเกมบนแท็บเล็ตมีการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์ผ่านเนื้อหาเกี่ยวกับเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน 4 หมวด มีผลคะแนนเฉลี่ยหลังเล่นเกมบนแท็บเล็ตโดยรวมพอใช้ ($\bar{X}$=9.65) พิจารณาเป็นรายหมดเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย ดังนี้

อันดับ 1 หมวดเครื่องแต่งกาย (หมวด A) มีผลคะแนนเฉลี่ยพอใช้ ($\bar{X}$= 2.85) อันดับ 2 หมวดเครื่องใช้ในการเรียน (หมวด D) มีผลคะแนนเฉลี่ยพอใช้ ($\bar{X}$= 2.35) อันดับ 3 หมวดเครื่องใช้ในครัว (หมวด C) มีผลคะแนนเฉลี่ยพอใช้ ($\bar{X}$= 2.25) และ อันดับ 4 หมวดเครื่องใช้ในห้องน้ำ (หมวด B) มีผลคะแนนเฉลี่ยพอใช้ ($\bar{X}$= 2.20) ตามลำดับ

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบต่างแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์

ในการวิเคราะห์ผลการทดสอบความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์ของเด็กดาวน์ซินโดรม 2 กลุ่ม ที่เล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ต ผ่านเนื้อหาเกี่ยวกับเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน 4 นั้นใช้การทดสอบค่า t-test (Independent Samples)

ตาราง 2 แสดงการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์ของเด็กดาวน์ซินโดรม 2 กลุ่ม ที่เล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ต ผ่านเนื้อหาเกี่ยวกับเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน 4 หมวด

การทดสอบ	**คะแนนเต็ม**	***n***	$\bar{X}$	***S.D.***	***t***	***Sig.***
เกมบนคอมพิวเตอร์	20	20	8.40	0.09	-2.729*	.013
เกมบนแท็บเล็ต	20	20	9.65	0.11		

* ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตาราง 2 พบว่าจำนวนเด็กดาวน์ซินโดรม 20 คน หลังเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์ มีคะแนนทดสอบเฉลี่ย 8.40 และเล่นเกมบนแท็บเล็ต มีคะแนนทดสอบเฉลี่ย 9.65 มีค่า t-test เท่ากับ -2.729 Sig ที่ 0.13 ซึ่งมากกว่า α =0.05 จึงสรุปได้ว่าคะแนนทดสอบ หลังเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และหลังเล่นเกมบนแท็บเล็ต ไม่แตกต่างกัน

ตอนที่ 4 ผลการวิเคราะห์แบบสังเกตพฤติกรรมการเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ตของเด็กดาวน์ซินโดรม

ตาราง 3 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการสังเกตพฤติกรรมหลังการเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ตของเด็กดาวน์ซินโดรม

รายการสังเกต	**ระดับพฤติกรรมที่เด็กดาวน์ซินโดรมแสดงออก**					
	กลุ่มที่เล่นเกมบนคอมพิวเตอร์			**กลุ่มที่เล่นเกมบนแท็บเล็ต**		
	n=20		**แปลความหมาย**	**n=20**		**แปลความหมาย**
	$\bar{X}$	***S.D.***		$\bar{X}$	***S.D.***	
1. ให้ความสนใจเกม	4.40	0.82	มาก	4.55	0.62	มากที่สุด
2. มีสมาธิขณะเล่นเกม	3.95	0.69	มาก	3.95	0.64	มาก
3. แสดงอารมณ์พอใจในขณะเล่นเกม	3.25	1.41	ปานกลาง	3.25	1.47	ปานกลาง
4. มีความแม่นยำในการลากเครื่องใช้วางให้ถูกตำแหน่ง	2.55	0.51	ปานกลาง	3.30	0.75	ปานกลาง

ตาราง 3 แสดงค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนการสังเกตพฤติกรรมหลังการเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ตของเด็กดาวน์ซินโดรม (ต่อ)

รายการสังเกต	ระดับพฤติกรรมที่เด็กดาวน์ซินโดรมแสดงออก					
	เกมบนคอมพิวเตอร์			เกมบนแท็บเล็ต		
	n=20		แปลความหมาย	n=20		แปลความหมาย
	$\bar{X}$	*S.D.*		$\bar{X}$	*S.D.*	
5. มีความแม่นยำในการลากเครื่องใช้วางให้ถูกทิศทาง	2.65	0.75	ปานกลาง	3.20	0.62	ปานกลาง
6. ความคล่องแคล้วในการเล่นเกม	2.75	0.85	ปานกลาง	3.30	0.59	ปานกลาง
7. สามารถเล่นเกมได้ด้วยตัวเอง	2.60	0.68	ปานกลาง	3.30	0.49	ปานกลาง
8. มีความต้องการอยากเล่นเกมต่อ	4.45	0.51	มาก	4.75	0.46	มากที่สุด
9. ท่านั่งเล่นเกมเป็นปกติเหมาะสม	2.85	0.81	ปานกลาง	2.10	0.90	น้อย
10. เกมทุกหมวดสามารถเล่นผ่าน	3.40	1.10	ปานกลาง	3.40	1.04	ปานกลาง
ค่าเฉลี่ยรวม	**3.29**	**0.81**	**ปานกลาง**	**3.51**	**0.76**	**มาก**

จากตาราง 3 พบว่า

1. พฤติกรรมของกลุ่มเด็กดาวน์ซินโดรม 20 คน ขณะการเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์ โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง ($\bar{X}$ = 3.29) พิจารณาเป็นรายข้อเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย 5 อันดับ คือ อันดับ 1 เด็กดาวน์ซินโดรม มีความต้องการอยากเล่นเกมต่อมาก ($\bar{X}$= 4.45) อันดับ 2 ให้ความสนใจเกมมาก ($\bar{X}$= 4.40) อันดับ 3 มีสมาธิขณะเล่นเกมมาก ($\bar{X}$= 3.95) อันดับ 4 เกมทุกหมวดสามารถเล่นผ่านปานกลาง ($\bar{X}$= 3.40) และอันดับ 5 แสดงอารมณ์พอใจในขณะเล่นเกมปานกลาง ($\bar{X}$= 3.25) ส่วนรายการอื่นมากน้อยตามลำดับ

2. พฤติกรรมของกลุ่มเด็กดาวน์ซินโดรม 20 คน ขณะการเล่นเกมบนแท็บเล็ตโดยรวมอยู่ในระดับ มาก ($\bar{X}$= 3.51) พิจารณาเป็นรายข้อเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย 5 อันดับ คือ อันดับ 1 เด็กดาวน์ซินโดรมมีความต้องการอยากเล่นเกมต่อมากที่สุด ($\bar{X}$= 4.75) อันดับ 2 ให้ความสนใจเกมมากที่สุด ($\bar{X}$= 4.55) อันดับ 3 มีสมาธิขณะเล่นเกมมาก ($\bar{X}$= 3.95) อันดับ 4 เกมทุกหมวดสามารถเล่นผ่านปานกลาง ($\bar{X}$ = 3..40) และอันดับ 5 มี 3 รายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ มีความแม่นยำในการลากเครื่องใช้วางให้ถูกตำแหน่ง ความคล่องแคล้วในการเล่นเกม และ สามารถเล่นเกมได้ด้วยตัวเองปานกลาง ($\bar{X}$= 3.30) และเป็นที่น่าสังเกตว่าท่านั่งเล่นเกมเป็นปกติเหมาะสมน้อย $\bar{X}$= 2.10) ส่วนรายการอื่นมากน้อยตามลำดับ

ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพฤติกรรมการเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ตของเด็กดาวน์ซินโดรม

ในการวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพฤติกรรมการเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ตของเด็กดาวน์ซินโดรม นั้นใช้การทดสอบค่า t-test

ตาราง 4 แสดงการเปรียบเทียบผลการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพฤติกรรมการเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ตของเด็กดาวน์ซินโดรม ขณะเด็กดาวน์ซินโดรมเล่นเกม

พฤติกรรมจากการเล่นเกม	n	$\bar{X}$	S.D.	t	Sig.
กลุ่มที่เล่นเกมบนคอมพิวเตอร์	20	3.28	0.81	-5.329*	.00
กลุ่มที่เล่นเกมบนแท็บเล็ต	20	3.51	0.76		

ระดับนัยสำคัญ 0.05

จากตาราง 4 พบว่า ขณะเด็กดาวน์ซินโดรม 20 คน เล่นเกมบนคอมพิวเตอร์ มีคะแนนการสังเกตพฤติกรรมเฉลี่ย 3.28 และขณะเล่นเกมบนแท็บเล็ต มีคะแนนการสังเกตพฤติกรรม เฉลี่ย 3.51 มีค่า t-test เท่ากับ -5.329 Sig ที่ 0.00 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α = 0.05 จึงสรุปได้ว่าคะแนนการสังเกตพฤติกรรม ขณะเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และขณะเกมบนแท็บเล็ต แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05

สรุปผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล จากการพัฒนาเกมคอมพิวเตอร์และแท็บเล็ตสำหรับเด็กดาวน์ซินโดรม สรุปผลการวิจัยได้ 3 ประเด็นใหญ่ดังนี้

1. คุณภาพเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ต ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ 3 ท่าน แต่ละท่านประเมินคุณภาพเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาสื่อ 4 ด้าน คือ 1) ส่วนนำของเกม 2) การออกแบบระบบกิจกรรมการเรียนรู้ภายในเกม 3) ด้านการออกแบบเกม และ 4) ด้านการมีปฏิสัมพันธ์ พบว่า

1.1 คุณภาพเกมที่เล่นบนคอมพิวเตอร์โดยรวมอยู่ในระดับดีมาก พิจารณาเป็นรายด้านเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย 4 อันดับ คือ อันดับ 1 ด้านการออกแบบระบบกิจกรรมการเรียนรู้ภายในเกมมีคุณภาพดี อันดับ 2 ด้านการออกแบบเกม มีคุณภาพดีมาก อันดับ 3 ด้านส่วนนำของเกม มีคุณภาพดีมาก และอันดับ 4 ด้านการมีปฏิสัมพันธ์ มีคุณภาพดีมากตามลำดับ

1.2 คุณภาพเกมที่เล่นบนแท็บเล็ต โดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับดีมาก พิจารณาเป็นรายด้านเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย 4 อันดับ คือ อันดับ 1 ด้านการออกแบบระบบกิจกรรมการเรียนรู้ภายในเกม มีคุณภาพดีมาก อันดับ 2 ด้านการออกแบบเกม มีคุณภาพดีมาก อันดับ 3 ด้านการมีปฏิสัมพันธ์ มีคุณภาพดีมาก และอันดับ 4 ด้านส่วนนำของเกม มีคุณภาพดีมาก ตามลำดับ

ความคิดเห็นเพิ่มเติมของผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ขนาดของวัตถุ ที่มีขนาดเล็กจะจับและสัมผัสไม่ถนัด และควรวิเคราะห์จำนวนการสัมผัสที่สำเร็จ หรือไม่สำเร็จ ว่ามีจำนวนเท่าเหมาะกับเด็กมากน้อยเพียงใดถึงจะเหมาะสม และสรุปได้ว่าคุณภาพของเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ต ทั้ง 2 ระบบมีคุณภาพดีมาก

2. การทดสอบผลการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์ พบว่า

2.1 ผลคะแนนเฉลี่ยหลังเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์โดยรวมพอใช้ พิจารณาเป็นรายหมดเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย 3 อันดับ คือ อันดับ 1 หมวดเครื่องแต่งกาย และหมวดเครื่องใช้ในห้องน้ำ มีผลคะแนนเฉลี่ยพอใช้ เท่ากัน อันดับ 2 หมวดเครื่องใช้ในครัว มีผลคะแนนเฉลี่ยพอใช้ และ อันดับ 3 หมวดเครื่องใช้ในการเรียน มีผลคะแนนเฉลี่ยพอใช้

2.2 ผลการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์ มีผลคะแนนเฉลี่ยหลังเล่นเกมบนแท็บเล็ตโดยรวมพอใช้ พิจารณาเป็นรายหมดเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย 4 อันดับ คือ อันดับ 1 หมวดเครื่องแต่งกาย มีผลคะแนนเฉลี่ยพอใช้ อันดับ 2 หมวดเครื่องใช้ในการเรียน มีผลคะแนนเฉลี่ยพอใช้ อันดับ 3 หมวดเครื่องใช้ในครัว มีผลคะแนนเฉลี่ยพอใช้ และ อันดับ 4 หมวดเครื่องใช้ในห้องน้ำ มีผลคะแนนเฉลี่ยพอใช้

2.3 เมื่อทำการเปรียบเทียบความต่างแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์ พบว่า เด็กดาวน์ซินโดรม 20 คน ที่เล่นเกมบนคอมพิวเตอร์ มีคะแนนทดสอบเฉลี่ย 8.40 และเล่นเกมบนแท็บเล็ต มีคะแนนทดสอบเฉลี่ย 9.65 เมื่อทดสอบความแตกต่างแล้ว จึงสรุปได้ว่าคะแนนทดสอบ 2 กลุ่ม ไม่แตกต่างกันไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05

3. การสังเกตพฤติกรรมการเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ตของเด็กดาวน์ซินโดรม พบว่า

3.1 พฤติกรรมของกลุ่มเด็กดาวน์ซินโรมขณะเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์ โดยรวมอยู่ในระดับปานกลาง พิจารณาเป็นรายข้อเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย 5 อันดับ คือ อันดับ 1 เด็กดาวน์ซินโดรม มีความต้องการอยากเล่นเกมต่อมาก อันดับ 2 ให้ความสนใจเกมมาก อันดับ 3 มีสมาธิขณะเล่นเกมมาก อันดับ 4 เกมทุกหมวดสามารถเล่นผ่านในระดับปานกลาง และอันดับ 5 แสดงอารมณ์พอใจในขณะเล่นเกมในระดับปานกลาง

3.2 พฤติกรรมของกลุ่มเด็กดาวน์ซินโรมขณะเล่นเกมบนแท็บเล็ตโดยรวมอยู่ในระดับ มาก พิจารณาเป็นรายข้อเรียงลำดับจากมากไปหาน้อย 5 อันดับ คือ อันดับ 1 เด็กดาวน์ซินโดรมมีความต้องการอยากเล่นเกมต่อมากที่สุด อันดับ 2 ให้ความสนใจเกมมากที่สุด อันดับ 3 มีสมาธิขณะเล่นเกมมาก อันดับ 4 เกมทุกหมวดสามารถเล่นผ่านปานกลาง และอันดับ 5 มี 3 รายการที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากัน คือ มีความแม่นยำในการลากเครื่องใช้วางให้ถูกตำแหน่ง ความคล่องแคล้วในการเล่นเกม และ สามารถเล่นเกมได้ด้วยตัวเองปานกลาง และเป็นที่น่าสังเกตว่าท่านั่งเล่นเกมเป็นปกติเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย

3.3 เมื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างพฤติกรรมการเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ตของเด็กดาวน์ซินโดรมทั้ง 2 กลุ่ม พบว่า กลุ่มเด็กดาวน์ซินโดรม 20 คน ที่เล่นเกมบนคอมพิวเตอร์ มีคะแนนการสังเกตพฤติกรรมเฉลี่ย 3.28 และกลุ่มเด็กดาวน์ซินโดรม 20 คน ที่เล่นเกมบนแท็บเล็ต มีคะแนนการสังเกตพฤติกรรม เฉลี่ย 3.51 เมื่อทดสอบความแตกต่างแล้ว จึงสรุปได้ว่าคะแนนการสังเกตพฤติกรรมขณะเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และขณะเล่นเกมบนแท็บเล็ต แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ 0.05

อภิปรายผล

คุณภาพของเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ต ทั้ง 2 ระบบมีคุณภาพดีมาก ซึ่งเกมทั้ง 2 ระบบมีองค์ประกอบที่สำคัญของเกม 4 ด้าน คือ ด้านส่วนนำของเกมมีคุณภาพดีมาก มีการใช้เสียงประกอบประกอบเกมกระตุ้นให้เด็กดาวน์ซินโดรมเกิดความสนใจใคร่รู้ สอดคล้องกับ ณัฐกร สงคราม (2554) ที่ว่าเป็นการสร้างแรงจูงใจกระตุ้นการเรียนรู้ของเด็กให้เข้าใจเนื้อหา บอกกฎกติกาให้ผู้เล่นทราบวิธีการเล่นชัดเจน เมนูหลักมีความครบถ้วนเหมาะสม ด้านการออกแบบระบบกิจกรรมการเรียนรู้ภายในเกม ส่งเสริมพัฒนาด้านมิติสัมพันธ์ด้านตำแหน่ง ทิศทาง ผ่านเนื้อหาเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน ซึ่งมีความครบถ้วนของเนื้อหาสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ ด้านการออกแบบเกม ใช้สีสัญลักษณ์ มีความเหมาะสมการออกแบบเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน ออกแบบหน้าจอสัมผัสมีการจัดวางองค์ประกอบได้เหมาะสม และ ด้านการมีปฏิสัมพันธ์ ผู้เล่นสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย ประสิทธิภาพการทำงานของเกมดี ง่ายต่อการจดจำวิธีการใช้ สามารถเรียนรู้ได้ซ้ำๆจนเกิดความชำนาญอุปกรณ์ง่ายต่อการใช้งาน ซึ่งเป็นผลมาจากผู้วิจัยทำการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเกมคอมพิวเตอร์ที่เล่นบนระบบปฏิบัติการวินโดว์และระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการเรียนรู้ของเด็กดาวน์ซินโดรม มีการสอบถามข้อมูลจากครูผู้สอนเด็กดังกล่าว แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์ เพื่อสร้างเกมคอมพิวเตอร์โดยตั้งแนวคิดให้ตรงกับเป้าหมายที่กำหนดไว้ ดังนั้นการคิด การวางแผน การกำหนดกรอบของงานให้ชัดเจนว่าต้องการทดสอบหรือวัดอะไร กลุ่มเป้าหมายที่จะนำเกมคอมพิวเตอร์ไปใช้เป็นใคร กำหนดเนื้อหา ออกแบบหน้าจอ และความเหมาะสมในการใช้งาน สอดคล้องกับ กรมวิชาการ (2544) เกี่ยวกับแนวทางในการประเมินสื่อมัลติมีเดียไว้ว่าการประเมินต้องกำหนดตัวบ่งชี้เกณฑ์และมาตรฐานที่เหมาะสมกับสื่อมัลติมีเดียและการกำหนดประเด็นองค์ประกอบหรือหัวข้อการประเมินจะต้องพิจารณาจากส่วนสำคัญ 3 ส่วนได้แก่คุณภาพด้านการออกแบบการเรียนการสอนการออกแบบหน้าจอและการใช้งาน ซึ่งเกมคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบเป็นเกมเดียวกันเพียงแต่ ประยุกต์เล่นเกม 2 ระบบปฏิบัติการกันระบบปฏิบัติการ คือ ระบบปฏิบัติการวินโดว์กับ ระบบปฏิบัติการแอนดรอย นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญ เห็นว่าขนาดของวัตถุ ที่มีขนาดเล็กจะจับและสัมผัสไม่ถนัด ควรวิเคราะห์จำนวนการสัมผัสที่สำเร็จ หรือไม่สำเร็จ ว่ามีจำนวนเท่าไหร่ทีเหมาะกับเด็ก ดาวน์ซินโดรม ดังนั้นผู้ออกแบบจะต้องพิจารณาจัดองค์ประกอบให้มีความสมดุล เรียบง่าย เพื่อง่ายต่อการเรียนรู้ และจะทำให้หน้าจอมีความเป็นระเบียบเรียบร้อยเหมาะสม สอดคล้องกับ พาศนา ตัณฑลักษณ์ (2526, หน้า 245-292) ด้านการออกแบบอย่างมีเอกภาพย่อมจะต้องมีความสัมพันธ์กันทั้งหมด ซึ่งเอกภาพเป็นหัวข้อสำคัญข้อหนึ่งของการออกแบบ

ผลการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์ พบว่า เมื่อทำการเปรียบเทียบต่างแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบผลการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์ผ่านเนื้อหาเกี่ยวกับเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน 4 หมวด แล้วเด็กดาวน์ซินโดรม 2 กลุ่มที่เล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเล่นเกมบนแท็บเล็ต ไม่แตกต่าง ไม่เป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย อาจเป็นผลมาจาก ผู้วิจัยออกแบบและพัฒนาเกมด้วยโปรแกรมการออกแบบทางคอมพิวเตอร์สำหรับเด็กดาวน์ซินโดรม เรื่องเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อส่งเสริมพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เป็นเกมเดียวกัน การออกแบบยูสเซอร์อินเตอร์เฟรส วิธีการเล่น กฎติการเดียวกัน วิธีการนำเสนอเกมเป็นแบบเดียวกัน แต่แตกต่างกันตรงที่ ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีระบบปฏิบัติการวินโดว์ กับแบบแท็บเล็ต ที่มีระบบปฏิบัติการแอนดรอย ดังนั้นการเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์ หรือเล่นเกมบนแท็บเล็ตของเด็กดาวน์ซินโดรมจึงไม่แตกต่างกัน อย่างไรก็ตามหากมีการออกแบบกกราฟิกเซอร์อินเตอร์เฟรสเกมบนแท็บเล็ตให้มีความง่ายต่อการใช้งานของผู้เล่นในการเข้าถึงข้อมูล มีความสะดวกต่อการเรียนรู้ด้วยการใช้นิ้วสัมผัสวัตถุที่อยู่ในเกมและสอดคล้องกับพฤติกรรมของผู้ใช้ ซึ่งมีความง่ายกว่าการใช้เมาส์สัมผัสของโน๊ตบุ๊คหรือการใช้มือความคุมเมาส์ของเด็กดาวน์ซินโดรม ก็อาจจะทำให้คะแนนการเรียนรู้ด้านมิติสัมพันธ์สูงขึ้นได้

ผลการสังเกตพฤติกรรมการเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ตของเด็กดาวน์ซินโดรม พบว่า พฤติกรรมขณะเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์และเกมบนแท็บเล็ต แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05 เป็นตามสมมติฐานการวิจัย โดยพฤติกรรมของเด็กดาวน์ซินโดรมขณะเล่นเกมบนแท็บเล็ตมีคะแนนพฤติกรรมการแสดงออกมากว่าการเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์ โดยเด็ก ดาวน์ซินโดรมให้ความสนใจเกม และทำให้มีอยากเล่นเกมบนแท็บเล็ตต่อมากที่สุด มีความแม่นยำในการลากเครื่องใช้วางให้ถูกตำแหน่ง มีความแม่นยำในการลากเครื่องใช้วางให้ถูกทิศทางเพราะเด็กใช้นิ้วมือสัมผัสหน้าจอโดยตรง สามารถเล่นเกมได้ด้วยตัวเอง มีความคล้องแคล้วในการเล่นเกม ซึ่งมีค่าเฉลี่ยการแสดงออกทางพฤติกรรมมากกว่าเกมที่เล่นบนคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้อาจเนื่องจากแท็บเล็ตเป็นสมาร์ทโฟนที่พกพาสะดวก ไร้สาย มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบาไม่มีเมาส์ และคีย์บอร์ดเชื่อมต่อให้รกรุงรัง เด็กดาวน์ซินโดรมสามารถใช้นิ้วมือโต้ตอบโดยตรงกับอินเตอร์เฟสหรือหน้าตาโปรแกรมของเกมได้ตอบสนองต่อพฤติกรรมการเรียนรู้ของเด็กดาวน์ซินโดรมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าเกมบนคอมพิวเตอร์ ทำให้การเรียนรู้กลายเป็นเรื่องสนุกซึ่งสอดคล้องกับ สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และพัฒนาคุณภาพเยาวชน (2555) ที่ว่าการเรียนรู้จากแท็บเล็ตได้รับประโยชน์มากกว่าคอมพิวเตอร์ทั่วไป เพราะเมาส์และคีย์บอร์ดคอมพิวเตอร์นั้นเป็นอุปสรรคสำคัญที่ทำให้เด็กพิเศษหลายคนไม่สามารถใช้อินเตอร์เน็ตได้ แต่แท็บเล็ตนั้นต้องการใช้เพียงนิ้วแตะที่หน้าจอ ก็สามารถเล่นเกมและเรียนรู้และพัฒนาทักษะอื่นๆ ได้

นอกจากนี้ยัง พบว่า ท่านั่งเล่นเกมบนแท็บเล็ตของเด็กดาวน์ซินโดรมมีเหมาะสมน้อยกว่าท่านั่งเล่นเกมบนคอมพิวเตอร์ ซึ่งพฤติกรรมที่เด็กดาวน์ซินโดรมส่วนใหญ่แสดงออก คือ เด็กดาวน์ซินโดรมนั่งก้มหน้าต่ำ ใบหน้าเกือบชิดจอแท็บเล็ต หลังโก่ง พฤติกรรมที่แสดงออกดังกล่าวอาจเนื่องจาก ลักษณะทางกายภาพของเด็กดาวน์ซินโดรมมีโครงสร้างของกระดูกและกล้ามเนื้อไม่แข็งแรง สอดคล้องกับ

นัยนันต์ จิตประพันธ์ (2557, หน้า 73-87) เกี่ยวกับความผิดปกติของร่างกาย เด็กดาวน์ซินโดรมจะตัวนิ่มเพราะพัฒนาการของกล้ามเนื้อไม่ดี กะโหลกศีรษะและกระดูกของกลุ่มอาการดาวน์ซินโดรม มีข้อต่อระหว่างกระดูกสันหลังส่วนคอข้อที่ 1 และข้อที่ 2 หลวมกว่าปกติ จะพบประมาณร้อยละ 10-30 ทำให้ข้อต่อกระดูกสันหลังส่วนคอตำแหน่งนี้เคลื่อนง่าย (C–spine Subluxation) ซึ่งอาจเป็นอันตราย เพราะการเคลื่อนของกระดูกสันหลังส่วนคอ ส่วนนี้อาจไปกดทับเส้นประสาทที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ จะพบเด็กกลุ่มนี้มีอาการคอเอียงร้อยละ 10 การเดินผิดปกติ เป็นอัมพฤกษ์หรืออัมพาตได้ ดังนั้น หากต้องการส่งเสริมการเรียนรู้ให้กับเด็กดาวน์ซินโดรมผ่านอุปกรณ์แท็บเล็ตควรหาอุปกรณ์เสริมเพื่อวางแท็บเล็ตให้อยู่ในระดับสายตา จัดให้เด็กนั่งหลังตรง คอตั้งและวางแท็บเล็ตให้ได้องศาให้เหมาะสมกับการสัมผัสหน้าจอ เพื่อป้องกันปัญหาเรื่องของสุขภาพต้นคอ กระดูกสันหลังและสายตาของเด็กดาวน์ซินโดรมต่อไป

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 กิจกรรมการเรียนรู้ที่ออกแบบในสื่อควรสอดคล้อง วัตถุประสงค์ที่ต้องการจะพัฒนาทักษะความสมารถของเด็กดาวน์ซินโดรม

1.2 ควรออกแบบขนาดของวัตถุ ให้เหมาะสมกับการสัมผัสได้ถนัด วิเคราะห์จำนวนของวัตถุในเกมให้เหมาะสมกับช่วงวัยและระดับสติปัญญาของเด็กดาวน์ซินโดรม

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการวิจัยเกี่ยวกับการออกแบบอินเตอร์เฟสหรือหน้าตาโปรแกรมที่เหมาะสมกับการเรียนรู้สำหรับเด็กดาวน์ซินโดรมหรือเด็กพิเศษกลุ่มอื่น ๆ

2.2 เกมที่มีเนื้อหาเดียวกันผู้ออกแบบควรทำการออกแบบกราฟิกยูสเซอร์อินเตอร์เฟรสเกมบนแท็บเล็ตให้มีความแตกต่างกันและทำการศึกษาผลการออกแบบกราฟิกยูสเซอร์อินเตอร์เฟรสเกมบนแท็บเล็ตที่ต่างกันมีผลต่อการเรียนรู้เนื้อหาในเกมต่างกัน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคามที่สนับสนุนทุนวิจัย ขอบคุณผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน คือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรเกล้า เจริญผล ผู้ช่วยศาสตราจารย์กชพรรณ ยังมี และคุณครูสุภัคร ภูจริต รวมทั้งเด็กดาวน์ซินโดรม คุณครูในโรงเรียนกาฬสินธุ์ปัญญานุกูล จังหวัดกาฬสินธุ์ ทุกคนที่ทำให้การวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการ, กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). **มัลติมีเดียเพื่อการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

ณัฐกร สงคราม. (2554). **การออกแบบและพัฒนามัลติมีเดียเพื่อการเรียนรู้.** พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ถนอมพร เลาหจรัสแสง. (2541). **คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.** กรุงเทพฯ ศูนย์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นพวรรณ ศรีวงค์พานิช และ พัฏ โรจน์มหามงคล. (2554). **ภาวะปัญญาอ่อน/ภาวะบกพร่องทางสติปัญญา. ใน : ตำราพัฒนาการและพฤติกรรมเด็กสำหรับเวชปฏิบัติทั่วไป.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บียอนด์ เอ็นเทอร์ไพรซ์ จำกัด.

นัยนันต์ จิตประพันธ์. (2557). การป้องกันและการดูแลเด็กกลุ่มอาการดาวน์ Prevention and Care of Children with Down Syndrome. **วารสารเครือข่ายวิทยาลัยพยาบาลและการสาธารณสุขภาคใต้.** *1*(3), 73-87, สืบค้นเมื่อข้อมูล *10* มีนาคม 2560, จาก file:///C:/Users/aj.boombim/Downloads/52569-121863-1-PB%20(1).pdf

เบญจา ชลธาร์นนท์. (2538*).* **รวมบทความวิชาการทางการศึกษาพิเศษ.** กรุงเทพฯ : สหธรรมมิก.

พาศนา ตัณฑลักษณ์. (2526). **หลักการออกแบบ = Principles of design.** กรุงเทพฯ : พิทักษ์อักษร.

ศูนย์ความเป็นเลิศด้านชีววิทยาศาสตร์ (องค์การมหาชน). (ม.ป.ป.). **รายงานประจำปี 2554-2555 ศูนย์ความเป็นเลิศ ด้านชีววิทยาศาสตร์ (องค์การมหาชน).** กรุงเทพฯ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สมจิตร์ จารุรัตนศิริกุล และรุ่งรวี วรรณสินธุ์. (บรรณาธิการ). (2555). **สารพันเรื่องราวเพื่อดาวน์ ที่คุณรัก.** สงขลา : มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และพัฒนาคุณภาพเยาวชน. (2555). **แท็บเล็ตกับเด็ก กี่ขวบก็ใช้ได้!!.** สืบค้นเมื่อข้อมูล 10 มีนาคม 2560, จาก http://www.qlf.or.th/Mobile/Details?contentId=268

อุดม เพชรสังหาร. (2550). มิติสัมพันธ์...กับการพัฒนาสมอง. กรุงเทพฯ : นิตยสารคิด แอน สคู, 85 (กรกฎาคม) .

Feng, Sprence & Pratt. (2007). **Playing an Action Video Game Reduces Gender Differences in Spatial Cognition.** University of Toronto, Toronto, Ontario, Canada.

Micheal, K. S. (1997). Beyond Entertainment : Using Interactive Games in Web based Instruction. **Journal of Instruction Delivery System.** 11(2): 12-18.

Prensky, M. (2001). **Digital Game-based learning.** New York : McGraw-Hill.

Sorby, S. A. & Veurink, N. L. (2010). **Long-term Results from Spatial Skills Intervention among First-Year Engineering Students.** Proceeding of the 65th Midyear Meeting of the Engineering Design Graphics Division of ASEE, Houghton, MI.

Yin, C. C. (2000). New paradigm of science learning**. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching 1** (December) : 1-4.