การพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา ด้วยโปรแกรมไอเพกส์: การศึกษาเชิงพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมอง

ประเสริฐ ทองทิพย์

ดุษฎีนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา
ธันวาคม 2561

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์และคณะกรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์ ได้พิจารณาดุษฎีนิพนธ์ของ ประเสริฐ ทองทิพย์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.ปรัชญา แก้วแก่น)

คณะกรรมการสอบดุษฎีนิพนธ์

.....ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุกัญญา เจริญวัฒนะ)

.....กรรมการ
(ดร.ปรัชญา แก้วแก่น)

.....กรรมการ
(ดร.ปริญญา เรืองทิพย์)

.....กรรมการ
(ดร.ปิยะทิพย์ ประดุจพรม)

.....กรรมการ
(ดร.กนก พานทอง)

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญาอนุมัติให้รับดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัย
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี) และวิทยาการปัญญา
วันที่ 27 เดือน ธันวาคม พ.ศ. 2561

กิตติกรรมประกาศ

ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาจาก ดร.ปรัชญา แก้วแก่น อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องด้วยความละเอียดถี่ถ้วน และเอาใจใส่ด้วยดีเสมอมา และขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เสรี ชัดแช้ม ที่เป็นอาจารย์ผู้มีส่วนในการพัฒนาหัวข้องานวิจัยจนสามารถดำเนินการตามขั้นตอนจนครบถ้วนสมบูรณ์ตลอดจน คณาจารย์ทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมในการให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ให้กำลังใจ คอยช่วยเหลือตรวจทานแก้ไขความถูกต้องของผลงานดุษฎีนิพนธ์มีความถูกต้องสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กรเพชรปาณี อดีตคณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ได้กรุณาให้โอกาสทางการศึกษา ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงจนทำให้ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พูลพงศ์ สุขสว่าง ดร.พีร อุปราช ดร.ปริญญา เรืองทิพย์ และคณาจารย์วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ที่ให้ข้อเสนอแนะ และแนวทางแก้ไขที่เป็นประโยชน์ต่อการทำดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลจุมพลโพนพิสัย คุณครูผู้ช่วยนักวิจัยทุกท่านและนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 รวมทั้งผู้ปกครองของนักเรียนทุกท่าน ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวที่เป็นกำลังใจสำคัญ ในการช่วยเหลือสนับสนุนผู้วิจัยทุก ๆ ด้าน ขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคน ผู้เกี่ยวข้องที่เป็นกำลังใจ มีส่วนช่วยให้การทำดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ประสบความสำเร็จ

คุณค่าและประโยชน์ของดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการี บูรพาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีตและปัจจุบัน ที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบเท่าทุกวันนี้

ประเสริฐ ทองทิพย์

55810275: สาขาวิชา: การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา;
ปร.ด. (การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา)
คำสำคัญ: เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว/ การศึกษาเชิงพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมอง

ประเสริฐ ทองทิพย์: การพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาด้วยโปรแกรมไอเพกส์: การศึกษาเชิงพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมอง (ENHANCING BODILY-KINESTHETIC INTELLIGENCE AMONG PRIMARY SCHOOL STUDENTS BY IPEGS PROGRAM: BEHAVIORAL AND EEG STUDY) คณะกรรมการควบคุมดุษฎีนิพนธ์: ปรัชญา แก้วแก่น, ปร.ด. 216 หน้า. ปี พ.ศ. 2561.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมไอเพกส์ แบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาตามทฤษฎีพหุปัญญาและวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว รวมทั้งศึกษาผลการใช้โปรแกรมไอเพกส์ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลจุมพลโพนพิสัย อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย ปีการศึกษา 2561 จำนวน 80 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ โปรแกรมไอเพกส์ แบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว และเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าสมองชนิดพกพา (Emotiv Epoc+) วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติพื้นฐาน สถิติทดสอบที (*t*-test) และ two-way ANOVA ผลการวิจัยปรากฏว่า

1) ค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้องเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของกลุ่มทดลองทั้งหมด หลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์สูงกว่าก่อนใช้ ($p<.05$) นอกจากนี้ เพศหญิงสูงกว่าเพศชาย และเชาวน์ปัญญาสูง สูงกว่าเชาวน์ปัญญาต่ำ หลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ ($p<.05$)

2) ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมองของกลุ่มทดลองในช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Theta เพศชาย ที่ AF3, F3 และเพศหญิงที่ AF3, F7 เชาวน์ปัญญาสูงที่ AF3, F3, F4 และเชาวน์ปัญญาต่ำที่ AF3, F7 ชนิด Alpha เพศชายที่ AF3, F3, F8 เชาวน์ปัญญาสูงที่ AF3, F3, F4 ชนิด Lower Beta เพศหญิงที่ FC5, AF4 เชาวน์ปัญญาสูงที่ F4 และเชาวน์ปัญญาต่ำที่ FC5, AF4 ชนิด Higher Beta เพศหญิงที่ FC5, AF4 เชาวน์ปัญญาสูงที่ AF4 และเชาวน์ปัญญาต่ำที่ AF3, F3, FC5 หลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์สูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์ ($p<.05$)

3) มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับเชาวน์ปัญญาในช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Theta ที่ AF3, FC5 และ AF4 ชนิด Alpha ที่ AF3, F3, FC5 และ AF4 ชนิด Lower Beta ที่ AF3, FC5 และ AF4 และชนิด Theta ระหว่างเพศชายกับเพศหญิงที่ F7 ชนิด Higher Beta ระหว่างเชาวน์ปัญญาสูงกับต่ำ ที่ AF3 และ AF4

สรุปว่า โปรแกรมไอเพกส์สามารถพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาได้

55810275: MAJOR: RESEARCH AND STATISTICS IN COGNITIVE SCIENCE;
Ph.D. (RESEARCH AND STATISTICS IN COGNITIVE SCIENCE)
KEYWORDS: BODILY-KINESTHETIC INTELLIGENCE/ BEHAVIORAL AND EEG STUDY
PRASERT THONGTHIP: ENHANCING BODILY-KINESTHETIC INTELLIGENCE AMONG PRIMARY SCHOOL STUDENTS BY IPEGS PROGRAM: BEHAVIORAL AND EEG STUDY. ADVISORY COMMITTEE: PRATCHAYA KAEWKAEN, Ph.D., 216 P. 2018.

The objective of this research were 1) to create an IPEGS Program 2) to develop a Bodily-Kinesthetic intelligence test for primary school students based on Multiple Intelligence Theory and Kinesiology, 3) to study the effectiveness of the IPEGS program on Bodily-Kinesthetic intelligence. Participants were 80 primary school students in Grade 5 in the academic year 2018 from Anubanjumpholphonphisai school, Nong Khai. The research instruments included the IPEGS program, Bodily-Kinesthetic intelligence test, and the Emotiv Epoc EEG. Data were analyzed by *t*-test and two-way ANOVA. The results were as follows:

1) After training, the average accuracy scores of experimental groups were higher than before training ($p<.05$). In addition, females showed better scores than males, and the high-intelligence group showed better scores than the lower-intelligence group ($p<.05$)

2) The absolute EEG power of males in the theta band at AF3, F3 and females at AF3, F7; high intelligence group at AF3, F3, F4 and low intelligence group at AF3, F7; alpha band male group at AF3, F3, F8; high intelligence group at AF3, F3, F4; lower beta band female group at FC5, AF4; high intelligence group at F4 and low intelligence group at FC5, AF4; higher beta band female group at FC5, AF4; high intelligence group at AF4 and low intelligence group at AF3, F3, FC5 after training was higher than before training ($p<.05$).

3) There was an interaction effect between gender and intelligence levels in the theta band at the electrode sites: AF3, FC5 and AF4; the alpha band at the electrode sites: AF3, F3, FC5 and AF4; the lower beta band at the electrode sites: AF3, FC5 and AF4. The theta band was different between genders at the electrode site F7 and upper beta band was different between intelligence levels at the electrode sites: AF3 and AF4.

It was concluded that an IPEGs program could enhance the bodily-kinesthetic intelligence of primary school students.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

สารบัญ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 5

กรอบแนวคิดการวิจัย..... 8

สมมติฐานของการวิจัย..... 9

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... 9

ขอบเขตของการวิจัย..... 10

นิยามศัพท์เฉพาะ..... 10

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 13

ตอนที่ 1 เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 13

ความหมายของเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว..... 13

ทฤษฎีเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว..... 15

การพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว..... 17

วิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว..... 23

ตอนที่ 2 ปัจจัยที่มีต่อเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว..... 29

เพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไปและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 29

สมรรถภาพทางกาย..... 32

สมรรถภาพทางจิต..... 38

เอ็กเซอร์ไซส์เกม..... 40

เอกลักษณ์ไทย..... 45

ตอนที่ 3 การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 48

กลไกการเกิดคลื่นไฟฟ้าสมอง..... 48

การกำเนิดคลื่นไฟฟ้าสมอง..... 49

ประเภทของคลื่นไฟฟ้าสมอง..... 51

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	วิธีบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง	53
	โปรแกรมสร้างภาระงานสำหรับวัดคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำภาระงาน	60
	งานวิจัยเกี่ยวข้องกับการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง	60
3	วิธีดำเนินการวิจัย	69
	ระยะที่ 1 การสร้างโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา	70
	ระยะที่ 2 การพัฒนาแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา	82
	ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา	85
4	ผลการวิจัย	99
	ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาตามทฤษฎีพหุปัญญา	100
	ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาแบบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาตามทฤษฎีพหุปัญญา	106
5	สรุปและอภิปราย	139
	สรุปการวิจัย	140
	อภิปรายผลการวิจัย	142
	ข้อเสนอแนะ	145
บรรณานุกรม		147
ภาคผนวก		158
	ภาคผนวก ก เครื่องมือการคัดกรองกลุ่มตัวอย่าง	159
	ภาคผนวก ข โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว	176
	ภาคผนวก ค เครื่องมือวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้านพฤติกรรม	198
	ภาคผนวก ง รายชื่อคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญ	201
	ภาคผนวก จ ตารางวิเคราะห์ข้อมูล	212
ประวัติย่อผู้วิจัย		213

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 ลักษณะคลื่นไฟฟ้าสมอง 53
2-2 เครื่อง Emotiv EPOC Neuroheadset 57
2-3 การวางเซนเซอร์ 58
2-4 พื้นที่ตามโครงสร้างสมอง 64
2-5 แผนที่แสดงส่วนของ มอเตอร์คอร์เทกซ์ 64
2-6 พื้นที่สมองมอเตอร์และเซนซอรีคอร์เทกซ์ที่ควบคุมการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย 65
2-7 ลักษณะเด่นของสัญญาณคลื่นไฟฟ้า ERD และ ERS 66
2-8 สัญญาณ ERD และ ERS 66
3-1 การวิเคราะห์นิยามของ Gardner และแนวคิดของ Armstrong 72
3-2 หลักการเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว 73
3-3 พฤติกรรมเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว 74
3-4 การเปรียบเทียบพฤติกรรมกับกิจกรรมตามแนวคิด Armstrong 75
3-5 การกำหนดกิจกรรมที่ต้องฝึกและตัวชี้วัดตามหลักการ/แนวคิดของ Gardner และ Armstrong 77
3-6 กิจกรรมชุดสดใสร่าเริงบันเทิงสนุก 77
3-7 การเลือกตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลอง 87
3-8 แบบแผนการทดลองแบบ Pretest-posttest Control Design 88
4-1 ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้ออหาของโปรแกรมไอเพกส์โดยผู้เชี่ยวชาญ 103
4-2 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อโปรแกรมไอเพกส์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาโดยผู้ใช้งาน (*n*=8) 105
4-3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความถูกต้องเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนประถมศึกษาระหว่างก่อนกับหลังฝึกด้วยโปรแกรมไอเพกส์ 106
4-4 ผลการประเมินความตรงแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยผู้ทรงคุณวุฒิ (*n*=5) 107
4-5 หาค่าความเชื่อมั่นแบบวัดความคงที่ (Measure of Stability) ที่เป็นวิธีการทดสอบซ้ำ 108
4-6 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยผู้ใช้งาน (*n*=20) 109
4-7 ข้อมูลทั่วไป 114

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4-8 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวจากแบบทดสอบระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ 116

4-9 ค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว จำแนกตามเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไปหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ 117

4-10 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวจากแบบทดสอบจำแนกตามเพศ และเชาวน์ปัญญาทั่วไป หลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ 117

4-11 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระยะเวลาตอบสนองจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ จำแนกตามเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป 118

4-12 ค่าเฉลี่ยระยะเวลาตอบสนองจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป..... 119

4-13 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Theta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเพศ 120

4-14 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha ขณะทำแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเพศ..... 121

4-15 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Lower Beta ขณะทำแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเพศ..... 122

4-16 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง High Beta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเพศ..... 123

4-17 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Theta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเชาวน์ปัญญาทั่วไป.... 124

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4-18 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเชาวน์ปัญญาทั่วไป.... 125

4-19 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Low Beta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเชาวน์ปัญญาทั่วไป.... 126

4-20 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง High Beta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเชาวน์ปัญญาทั่วไป.... 127

4-21 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้า Theta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป..... 128

4-22 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้า Alpha ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป..... 129

4-23 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้า Low Beta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป..... 130

4-24 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้า High Beta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป..... 131

4-25 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้า Theta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ จำแนกตามเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป..... 132

4-26 ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป..... 134

4-27 ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Low Beta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป..... 135

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4-28 ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง High Beta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์..... 137

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย 8
2-1 ลักษณะคลื่นไฟฟ้าสมอง (Electroencephalography: EEG) 53
2-2 เครื่อง Emotiv EPOC Neuroheadset 57
2-3 การวางเซนเซอร์ 58
2-4 พื้นที่ตามโครงสร้างสมอง 64
2-5 แผนที่แสดงส่วนของ Motor Cortex 64
2-6 พื้นที่สมองมอเตอร์และเซนซอรีคอร์เทกซ์ที่ควบคุมการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย 65
2-7 ลักษณะเด่นของสัญญาณคลื่นไฟฟ้า ERD และ ERS 66
2-8 สัญญาณ ERD และ ERS 66
3-1 ระยะและขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 69
3-2 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา 70
3-3 ขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว 82
3-4 ขั้นตอนการศึกษาผลการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว 85
3-5 อุปกรณตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง Emotiv EPOC+ และรูปแบบวิธีการสวมใส 90
3-6 เครื่องมือและอุปกรณ์ Emotiv EPOC+ 93
3-7 วิธีการหยดน้ำยาล้างจุดเซนเซอร์ 93
3-8 วิธีการติดตั้งจุดเซนเซอร์ 94
3-9 การเชื่อมต่อ Bluetooth ระหว่างอุปกรณ์ Emotiv EPOC+ และ Computer 94
3-10 ปุ่มเปิดปิดเครื่องมือ Emotiv EPOC+ 95
3-11 ลักษณะการสวมใส่เครื่องมือ Emotiv EPOC+ ที่ถูกต้อง 95
3-12 ตัวอยางจุดเซนเซอรของเครื่อง Emotiv EPOC+ ทั้งหมด 14 จุด 96
3-13 ส่วนประกอบหน้าจอของโปรแกรม Emotiv EPOC+ 97
4-1 โปรแกรมไอเพกส์บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ชนิดพกพา (Computer Notebook) 102
4-2 หน้าจอหลักโปรแกรมไอเพกส์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา 102
4-3 ลำดับขั้นตอนในส่วนการชี้แจงและทดลองปฏิบัติเพื่อซักซ้อมความเข้าใจ 110
4-4 หน้าจอแสดงไอคอนสำหรับเข้าใช้งานแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ 111
4-5 หน้าจอแสดงปุ่ม Run สำหรับเริ่มต้นปฏิบัติกิจกรรม 111

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4-6 หน้าจอสำหรับใส่รหัสผู้รับการทดลอง 112
4-7 หน้าจอแสดงตำแหน่งการสร้าง Text File เพื่อบันทึกข้อมูลการทดสอบ 112
4-8 ภาพกิจกรรมที่ใช้เป็นแบบทดสอบ 112
4-9 หน้าจอแสดง Folder จัดเก็บข้อมูลตามรายชื่อผู้รับการทดลอง 113
4-10 หน้าจอแสดงข้อมูลแต่ละแบบทดสอบในรูปไฟล์ Microsoft Office Excel 114

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เชาวน์ปัญญา (Intelligence) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ หรือการสร้างสรรค์ผลงานต่าง ๆ ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับบริบททางวัฒนธรรมในแต่ละแห่ง รวมทั้งความสามารถในการตั้งปัญหาเพื่อจะหาคำตอบและเพิ่มพูนความรู้ Gardner ได้กล่าวถึงเชาวน์ปัญญาไว้ว่า เชาวน์ปัญญาของบุคคลมิได้มีเพียงความสามารถทางภาษาและทางคณิตศาสตร์เท่านั้น แต่มีอยู่อย่างหลากหลายถึง 9 ด้านด้วยกัน หรืออาจจะมีมากกว่านี้ คนแต่ละคนจะมีความสามารถเฉพาะด้านที่แตกต่างไปจากคนอื่น และมีความสามารถในด้านต่าง ๆ ไม่เท่ากัน ความสามารถที่ผสมผสานกันออกมาทำให้บุคคลแต่ละคนมีแบบแผนซึ่งเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตน และเชาวน์ปัญญาของแต่ละบุคคลจะไม่อยู่คงที่ ที่ระดับที่ตนมีตอนเกิด สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากได้รับการส่งเสริมที่เหมาะสม (Gardner, 2011, p. 39)

เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily-Kinesthetic Intelligence) เป็นหนึ่งในเชาวน์ปัญญาของทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Intelligence Theory) ของ Gardner เป็นความสามารถในการใช้ร่างกายทั้งหมดหรือบางส่วนของตนแสดงความคิดและความรู้สึก เช่น นักแสดง นักแสดงละครใบ้ นักกีฬา หรือนาฏกร นักฟ้อนรำ และความสามารถในการใช้มือประดิษฐ์หรือซ่อมแซมสิ่งต่าง ๆ (ฝีมือ) เช่น ช่างปั้น ช่างซ่อมรถยนต์ ศัลยแพทย์ เชาวน์ปัญญาด้านนี้ รวมถึงทักษะทางกาย เช่น ความคล่องแคล่ว ความแข็งแรง ความยืดหยุ่น ความรวดเร็ว ความประณีต และความไวทางประสาทสัมผัส (Gardner, 2011, pp. 217-221) และสอดคล้องกับ Armstrong ที่กล่าวว่า เป็นความเชี่ยวชาญในการใช้ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายทั้งหมดแสดงแนวคิด และความรู้สึก เช่น นักแสดง นักแสดงละครใบ้ หรือนักเต้น และความคล่องแคล่วการใช้ฝีมือในการประดิษฐ์หรือสร้างสรรค์ผลงานต่าง ๆ อย่างประณีตละเอียดลออ เช่น ช่างฝีมือ ประติมากร ช่างยนต์ หรือศัลยแพทย์ เป็นต้น เชาวน์ปัญญาด้านนี้รวมถึงทักษะเฉพาะทางกายภาพอีกด้วย เช่น การประสานสัมพันธ์ (Coordination) การทรงตัว (Balance) ความชำนาญ (Dexterity) ความแข็งแรง (Strength) ความยืดหยุ่น (Flexibility) และความเร็ว (Speed) ตลอดจนการรับรู้อากัปกิริยาและการสัมผัส (Armstrong, 2018, p. 3) เช่นเดียวกับ Uzho และ Salame ที่กล่าวถึง เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily-Kinesthetic Intelligence: BKI) ไว้ว่า เป็นความสามารถด้านการเคลื่อนไหว (Movement) การทำสิ่งต่าง ๆ (Making Things) การสัมผัส (Touching) บุคคลที่มีเชาวน์ปัญญาด้านนี้ จะสื่อสารได้ดีโดยผ่านภาษากาย (Body Language) และบอกเล่าเรื่องราวผ่านกิจกรรมทางกาย (Physical Activity) การแสดงออก (Acting Out) การแสดงบทบาทสมมติ (Role Playing) และการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติ (Hands on Learning) เชาวน์ปัญญาชนิดนี้ เป็นสิ่งที่เห็นได้เด่นชัดในนักเต้น (Dancer) นักกีฬา (Athletes) ศิลปิน (Artisans) นักดนตรี (Musicians) และศัลยแพทย์ (Surgeons) (Uzho & Salame, 2016, p. 22) บุคคลที่มีเชาวน์ปัญญาด้าน

ร่างกายและการเคลื่อนไหว เป็นบุคคลที่มีลักษณะทำงานที่ใช้ทักษะความชำนาญด้วยตัวเขาเองได้ (มีการใช้กล้ามเนื้อมัดเล็กและมัดใหญ่) มีการควบคุมการเคลื่อนไหวร่างกายได้ดี และมีความสามารถการใช้มือในการประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ นอกเหนือจากนั้นยังมีการประสานสัมพันธ์ประสาทสัมผัสเข้าด้วยกันอย่างเหมาะเจาะที่สุดคือ ประสาทสัมผัสการควบคุมสั่งการกล้ามเนื้อ มัดเล็กที่มือและนิ้ว สนับสนุนการเคลื่อนไหวด้วยความแม่นยำ เช่น นักเต้นรำ เชื่อว่า ตนเองมีความสามารถในการเต้นรำได้จากการควบคุมร่างกาย ซึ่งเป็นความสามารถในการทำสิ่งเหล่านี้โดยปราศจากการมีภาพหรือลายลักษณ์อักษร วิศวกรและศิลปินรู้สึกถึงสัมผัสแห่งการเคลื่อนไหวภายในตัวของตนเอง ต่อขนาด มวล ปริมาตร สัดส่วนและศัพท์เฉพาะของช่าง นักกายบริหารสามารถปฏิบัติชุดของทักษะที่ไม่น่าจะทำได้ คือ ยากมากได้เหมือนทำเป็นมาแต่กำเนิด และสามารถเคลื่อนไหวมาจากภายในร่างกายของตน (Uzho & Salame, 2016, p. 22) ดังนั้นการเคลื่อนไหวจึงมีความเกี่ยวข้องกับการควบคุมร่างกายในหลายระบบภายในร่างกาย

ในช่วงทศวรรษนี้มีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญาด้านนี้หลายประการ ได้แก่ 1) ด้านการศึกษา 2) ด้านสุขภาพและอนามัย 3) ด้านกีฬาและวิทยาศาสตร์การกีฬา และ 4) การพัฒนาทรัพยากรมนุษย์ในอนาคต เป็นต้น การใช้เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว เพื่อพัฒนาการเรียนรู้อย่างสร้างสรรค์ (Uzho & Salame, 2016, pp. 22-25) เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว มีปฏิสัมพันธ์เชิงบวกกับการทดสอบการเคลื่อนไหว และเป็นปัจจัยที่ดีที่สุดในการทำนายความสามารถการใช้ร่างกายในลักษณะประสานงานเพื่อดำเนินการ และการแสดง (Perez, Nieto, Otero, Amengual & Manzano, 2014) ผู้ที่มีเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวจะมีปฏิสัมพันธ์เชิงบวกกับการมีน้ำใจนักกีฬาอีกด้วย (Senel & Yeldiz, 2016, pp. 54-61) มีการใช้ตัวอย่างการจัดกิจกรรมเชาวน์ปัญญาด้านนี้ ในการอธิบายวิธีการสำหรับผู้ฝึกงานและครูฝึกสอนให้สามารถประยุกต์เทคโนโลยีดิจิตัลที่ทันสมัยที่สุดบางตัวเพื่อเพิ่มการเรียนรู้อย่างกระตือรือร้นหรือกระฉับกระเฉง (Active Learning) และการคิดเชิงวิพากษ์ (Critical Thinking) (Kivunja, 2015) มีการวิเคราะห์เชาวน์ปัญญาด้านต่าง ๆ ของนักกีฬาบริดจ์ พบว่า นักกีฬาบริดจ์ที่มีเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวสูงจะเป็นผู้เล่นกีฬาชนิดอื่น ๆ ด้วย (Bilir & Sirin, 2017) ได้มีการศึกษาความโน้มเอียงที่แตกต่างกันของพหุปัญญาตามคณะสาขาวิชาที่เรียน พบว่า นักศึกษาคณะกีฬาและพลศึกษา มีเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวสูงกว่าคณะอื่น ๆ (Mina & Dusan, 2017) แต่มีการศึกษาที่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมที่ใช้ร่างกาย และการเคลื่อนไหวกับผลทางด้านวิชาการ (Ahamed, Macdonald, & Reed, 2007) อย่างไรก็ตาม การมีกิจกรรมทางร่างกายและ การเคลื่อนไหวไม่ได้ทำให้ความสามารถทางด้านวิชาการของเด็กต่ำลง (Carlson, Fulton, & Lee, 2008)

ถ้าพิจารณาในแง่ของประโยชน์ที่มีต่อสุขภาพจะเห็นว่า กิจกรรมที่ใช้ร่างกายและการเคลื่อนไหวเป็นสิ่งจำเป็น และควรจัดให้เพียงพอแก่เด็กและเยาวชน การออกกำลังกายเชื่อมโยงกับการปรับปรุงการรู้คิดหรือปัญญา (Cognition) ในเยาวชน กิจกรรมที่ใช้ร่างกายและการเคลื่อนไหวมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการรับรู้ของสมองน้อย (Cerebellum) จากการเพิ่มขึ้นของปริมาณการไหลเวียนของเลือดไปที่สมองที่เป็นผลจากการเคลื่อนไหว (Kinesthetic) กิจกรรมที่ใช้ร่างกายและ

การเคลื่อนไหว (Physical Activity) มีผลต่อสมองเนื่องจากกิจกรรมทางกายช่วยเพิ่มระดับบีดีเอ็นเอฟ (Brain-derived Neurotrophic Factor: BDNF) (Currie, Ramsbotton, & Ludlow, 2008) ซึ่งเป็นโปรตีนที่ช่วยเพิ่มการรู้คิดหรือปัญญา (Cognitive) ระดับบีดีเอ็นเอฟ (BDNF) เป็นโปรตีนที่ผลิตโดยเซลล์ประสาท (Neuron) ในสมองส่วนฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) และเปลือกสมอง (Cortex) และบีดีเอ็นเอฟมีหน้าที่กระตุ้น และควบคุมการเจริญเติบโตของเซลล์ประสาทและมีความสำคัญสำหรับความจำ (Memory) ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับการส่งผ่านข้อมูลที่ได้รับพัฒนาเป็นเชาวน์ปัญญาต่อไป

จากความสัมพันธ์ของการเคลื่อนไหวและเชาวน์ปัญญาจำเป็นอย่างยิ่งที่เด็กหรือเยาวชนทั่วไปโดยเฉพาะของไทยมีเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวจากการพัฒนามากขึ้น จะทำให้ได้รับประโยชน์หลายประการ เช่น สมรรถภาพทางกาย สมรรถภาพทางจิต เป็นต้น ด้วยเหตุผลดังกล่าวนี้ หากมีการส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการจัดกิจกรรมที่พัฒนาหรือเพิ่มเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวอย่างจริงจังโดยมีแนวทางที่ได้มีการทำวิจัยไว้ทั่วโลก เช่น แนวคิดของ Armstrong ที่กล่าวว่า เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวนี้ สามารถพัฒนาได้โดยผ่านประสาทสัมผัสและการกระทำทางกาย มีความพึงพอใจหรือรักที่จะทำกิจกรรมที่มีการเต้น การรำ การวิ่ง การกระโดด การสร้าง การสัมผัสและการแสดงกิริยาท่าทาง ซึ่งต้องอาศัยกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น บทบาทสมมติ (Role-Play) การแสดงละคร (Drama) การเคลื่อนไหว (Movement) การสร้างสิ่งต่าง ๆ (Building Things) การเล่นกีฬาและเกมที่ใช้ร่างกายในการเล่น (Sports and Physical Games) ประสบการณ์จากการสัมผัส (Tactile Experiences) และการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติ (Hands-on Learning) (Armstrong, 2018, p. 28) ซึ่งสอดคล้องกับ Hannaford ที่กล่าวว่า การเรียนรู้สามารถเรียนรู้ได้ด้วยการสัมผัส จับต้อง (Hannaford, 2005: pp. 39-41) การเคลื่อนไหวร่างกายและการปฏิบัติจริง การสนับสนุนให้เล่นกีฬา การแสดง และเต้นรำ (Lee, Lin, Chiang, & Wu, 2013, pp. 151-158) จัดกิจกรรมให้นักเรียนได้รับประสบการณ์ตรงหรือได้ปฏิบัติจริง เช่น ให้เล่นเกม (Bilir & Sirin, 2017) เดิน วิ่ง หรือทำกิจกรรมที่ต้องใช้การเคลื่อนไหวร่างกาย ให้เล่นหรือทำกิจกรรมกลางแจ้งหรือเล่นกีฬา การเคลื่อนไหวประกอบจังหวะ (Kimura & Hozumi, 2012) และสอดคล้องกับกิจกรรมการละเล่นพื้นบ้านของไทย (สุพัตรา ตาลดี และสถาพร ขันโต, 2009; ปนิษฐา เรืองปัญญาวุฒิ, 2014) ศิลปะการแสดงของไทย (ภาณุรัชต์ บุญส่ง, 2560) ศิลปะมวยไทย (กิจจา ถนอมสิงหะ และจินตนา สรายุทธพิทักษ์, 2560; ธันยชนก กวาวปญญา, ชมนาด วรรณพรศิริ และกาญจนา สุขแก่ว, 2010) และฤาษีดัดตน (สโรชา สุทธิจิต และสุจิตรา สุคนธทรัพย์, 2552)

แต่ในปัจจุบันเด็กและวัยรุ่นไม่มีการปฏิบัติกิจกรรมทางกายอย่างเพียงพอ หรือมีไม่สมดุลกับการรับประทานอาหารที่มากเกินและผลลัพธ์ที่ตามมาคือ สุขภาพไม่ดีและนิสัยที่ไม่ดีที่ทำให้น้ำหนักเกินนำไปสู่การเป็นคนอ้วน สุขภาพแย่ลงและคุณภาพในการดำรงชีวิตต่ำ (Damian, Oltean, & Damian, 2018) และจากการศึกษาหลายการศึกษาในประเทศไทยพบว่า ระดับสติปัญญาของเด็กไทยมีแนวโน้มลดลง ซึ่งมีผลสืบเนื่องจากปัจจัยด้านพฤติกรรมการใช้เวลาว่าง คือ การออกกำลังกาย การอ่านหนังสือเรียน และการใช้คอมพิวเตอร์มากกว่า 2 ชั่วโมงต่อวัน (พัชรีวรรณ แสงเรือง และรัตโนทัย พลับรู้การ,

2555) นอกจากนี้ยังพบว่า เด็กยังมีพฤติกรรมเสี่ยงอีกมาก จากการศึกษาปัจจัยน้ำหนักเกิน พฤติกรรมเนือยนิ่ง กิจกรรมทางกายต่ำ เป็นต้น (Tanaka, Reilly, Tanaka, & Tanaka, 2018)

ด้วยเหตุผลเหล่านี้ การบูรณาการหลักการของทฤษฎีพหุปัญญา (MIT) แนวคิดการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของ โธมัส อาร์มสตรอง (Thomas Armstrong) รวมทั้งวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว (Kinesiology) การเรียนรู้การเคลื่อนไหว (Motor Learning) และการเคลื่อนไหวภายใต้อำนาจจิตใจ (Voluntary Movement) การคัดสรรและบูรณาการท่าทางการเคลื่อนไหว การละเล่นพื้นบ้านไทย รำมวยไทย รำไทยภาคต่าง ๆ และฤาษีดัดตน เป็นต้น ซึ่งมีการทำวิจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น สมรรถภาพ ทางกาย (ปนิษฐา เรืองปัญญาวุฒิ, 2559) กิจกรรมทางกาย (สรวงสุดา มูลมา, รังสรรค์ สิงหเลิศ, ประวิทย์ สิมมาทัน และมโนรี อดทน, 2555) มีเกี่ยวข้องกับการพัฒนาเชาวน์ปัญญา (พรทิพย์ ฉิมพงษ์, 2555, หน้า 87; สุพัตรา ตาลดี และสถาพร ขันโต, 2552) ซึ่งยังไม่ลึกลงไปถึงการทำงานของสมองและระบบประสาท นอกจากนี้ได้นำ เอ็กเซอร์ไซส์เกม (Exercise Games) ใช้เป็นสื่อในการฝึกกิจกรรมซึ่งจากการศึกษาพบว่า เอ็กเซอร์ไซส์เกมสามารถนำมาใช้เป็นทางเลือกหนึ่งในการเพิ่มระดับความสามารถทางกาย (Physical Literacy) ของเด็ก (6-12 ปี) ซึ่งประกอบด้วย สมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness) พฤติกรรมและความรู้การออกกำลังกาย (Behaviors and Knowledge Exercise) ทักษะพื้นฐานการเคลื่อนไหว (Fundamental Movement Skills) เช่น ความว่องไว (Agility) การทรงตัว (Balance) และการประสานสัมพันธ์ของร่างกาย (Coordination) ได้ (George, Rohr & Byrne, 2016) นอกจากนั้นยังสร้างแรงจูงใจอีกด้วย (Campos & Fernandez, 2016) สร้างเป็นโปรแกรมไอเพกส์ (Innovation Program Exercise Games: IPEGS) พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ดังนั้นการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว จึงมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของเด็กและเยาวชนในอนาคต เด็กและเยาวชนที่มีเชาวน์ปัญญาด้านนี้สูงจะมีลักษณะการดำรงชีวิตที่สอดคล้องกับลักษณะของคนที่องค์การอนามัยโลกต้องการ (World Health Organization 2017, pp. 15-30) นอกจากนี้ ได้นำการละเล่นพื้นบ้านของไทย การฟ้อน การรำของไทยในแต่ละภาคมาประยุกต์เป็นกิจกรรมพัฒนาร่วมกับเอ็กเซอร์ไซส์เกมเรียกว่า โปรแกรมไอเพกส์ (IPEGS Program) ซึ่งยังไม่มีงานวิจัยใดนำมาใช้ในการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านนี้มาก่อน การใช้โปรแกรมไอเพกส์ครั้งนี้ ได้ศึกษาแล้วว่า มีความสอดคล้องกับหลักการ แนวคิด ทฤษฎี ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้นเป็นอย่างยิ่ง และเป็นทางเลือกหนึ่งในการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านนี้ รวมทั้งผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษา การทำงานของสมองและระบบประสาทโดยใช้วิธีวัดคลื่นไฟฟ้าสมองเพื่อวิเคราะห์ และเปรียบเทียบคลื่นไฟฟ้าสมองของนักเรียนระดับประถมศึกษากลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลังการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยโปรแกรมไอเพกส์ด้วย

เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวมีความจำเป็นต่อนักเรียนในการดำรงชีวิตให้รอดปลอดภัยจากความเสี่ยงในปัจจุบัน ดังที่กล่าวมาข้างต้น งานวิจัยนี้ต่างจากงานวิจัยอื่น ๆ เนื่องจากเป็นการนำโปรแกรมไอเพกส์ที่เป็นเอ็กเซอร์ไซส์เกมสร้างโดยการอ้างอิง ทฤษฎีพหุปัญญา (MIT) ของ

Gardner และ วิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว (Kinesiology) มาใช้เป็นเครื่องมือในการพัฒนาซึ่งเหมาะสมกับสรีระและบริบทของคนไทย รวมทั้งมีการศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมองด้วย ดังนั้นงานวิจัยนี้จะทำให้เกิดประโยชน์กับวิทยาการทางปัญญา (Cognitive Science) และการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาเป็นอย่างยิ่งต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาตามทฤษฎีพหุปัญญา
2. เพื่อพัฒนาแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาตามทฤษฎีพหุปัญญา
3. เพื่อศึกษาผลการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา ในประเด็นดังนี้

3.1 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้องจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนกับหลังการพัฒนาด้วยโปรแกรมไอเพกส์

3.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้องจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ก่อนกับหลังการพัฒนาด้วยโปรแกรมไอเพกส์ ระหว่างเพศชายกับเพศหญิง

3.3 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้องจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ก่อนกับหลังการพัฒนาด้วยโปรแกรมไอเพกส์ ระหว่างเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงกับต่ำ

3.4 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับเชาวน์ปัญญาทั่วไป ต่อเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา หลังการพัฒนาด้วยโปรแกรมไอเพกส์

3.5 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมองของกลุ่มตัวอย่าง ก่อนกับหลังการพัฒนาด้วยโปรแกรมไอเพกส์

3.6 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง หลังการพัฒนาด้วยโปรแกรมไอเพกส์ ระหว่างเพศชายกับเพศหญิง

3.7 เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมองหลังการพัฒนาด้วยโปรแกรมไอเพกส์ ระหว่างเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงกับต่ำ

3.8 ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับเชาวน์ปัญญาทั่วไป ต่อคลื่นไฟฟ้าสมองของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการพัฒนาด้วยโปรแกรมไอเพกส์

กรอบแนวคิดการวิจัย

ทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Intelligence Theory) ของ Gardner (Gardner, 2011, pp. 217-221) ได้กล่าวเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily-Kinesthetic

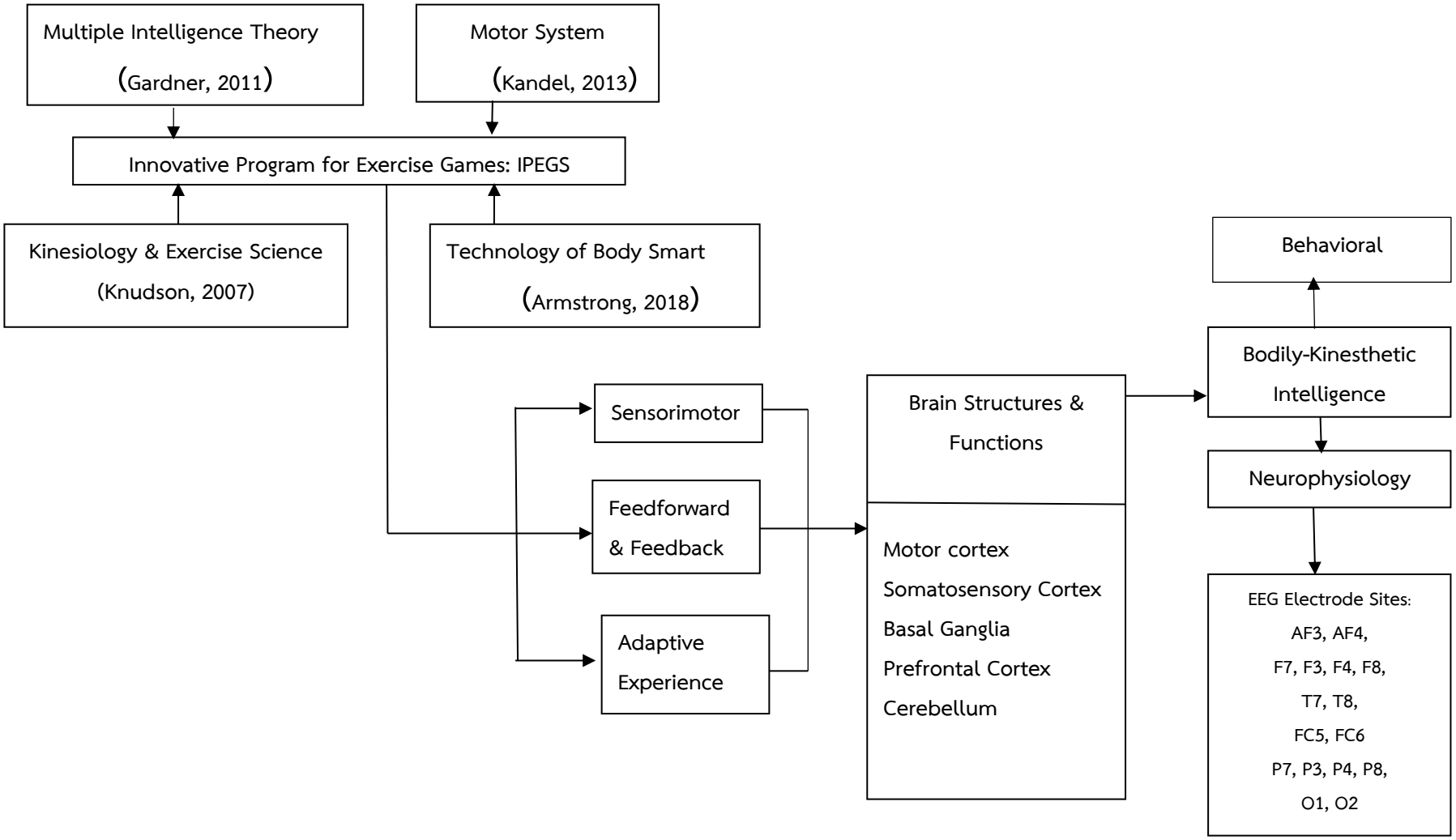
Intelligence) สรุปได้ว่า เป็นความสามารถ 3 ประการ คือ 1) ความสามารถในการใช้ร่างกายทั้งหมดหรือบางส่วนของตนแสดงความคิด และความรู้สึก เช่น นักแสดง นักแสดงละครใบ้ นักกีฬา หรือนาฏกร นักฟ้อนรำ 2) ความสามารถในการใช้มือประดิษฐ์หรือซ่อมแซมสิ่งต่าง ๆ (ฝีมือ) เช่น ช่างปั้น ช่างซ่อมรถยนต์ ศัลยแพทย์ และ 3) ความสามารถในการใช้ทักษะเฉพาะทางกาย เช่น ความคล่องแคล่ว ความแข็งแรง ความยืดหยุ่น ความรวดเร็ว ความประณีต และความไวทางประสาทสัมผัส เป็นต้น

เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวในขณะที่มนุษย์ดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เมื่อเกิดการเคลื่อนไหวอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย การเคลื่อนไหวในร่างกายทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นการเคลื่อนไหวแบบง่ายที่ไม่อาศัยการประสานสัมพันธ์ (Coordination) ของสมองหลายส่วน เช่น การยืน การเดิน การนั่ง ไปจนถึงการเคลื่อนไหวที่ต้องอาศัยประสานสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของสมองหลายส่วน รวมไปถึงการเคลื่อนไหวที่ต้องอาศัยทักษะขั้นสูง เช่น การวิ่งหลบคู่ต่อสู้ การเต้นบัลเลย์ การเล่นสกีหรือแม้กระทั่งการเล่นยิมนาสติก ล้วนแต่ต้องอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อหลาย ๆ มัด โดยอาศัยพื้นฐานการทำงานจากการหดตัวของกล้ามเนื้อมัดที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว ทั้งที่เกิดขึ้นจากการควบคุมการทำงานของสมองหรือภายใต้การควบคุมการทำงานของรีเฟล็กซ์ (Voluntary or Reflex) (ธงชัย จินาพันธ์ และสุชาดา กรเพชรปาณี, 2559) และการนำความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว (Kinesiology) ซึ่งเกี่ยวกับกายวิภาคศาสตร์และกลศาสตร์มาใช้วิเคราะห์การเคลื่อนไหวด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์รวมทั้งการเรียนรู้ทางด้านการเคลื่อนไหว (Motor Learning) และการฝึกการเคลื่อนไหว (Motor Training) ไม่ว่าจะเป็นการเล่นกีฬาหรือการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวันเพื่อปรับปรุงให้เกิดการเคลื่อนไหวอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด และการพัฒนาสมรรถภาพที่สัมพันธ์กับทักษะกีฬา (Skill-related Fitness) คือ การมีความสามารถทางการกีฬา สมรรถภาพที่สัมพันธ์กับสุขภาพ ประกอบด้วย ความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular Endurance) ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength) ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular Endurance) ความอ่อนตัว (Flexibility) และสัดส่วนของร่างกาย (Body Composition) ส่วนสมรรถภาพที่สัมพันธ์กับทักษะกีฬา ประกอบด้วย เวลาปฏิริยา (Reaction Time) ความเร็ว (Speed) พลัง (Power) ความว่องไว (Agility) ความสัมพันธ์ระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Coordination) และการทรงตัว (Balance)

สติปัญญา ไหวพริบ หรือเชาวน์ปัญญาและสมรรถภาพทางกายนับได้ว่า เป็นปัจจัยสำคัญในการแสดงออกซึ่งความสามารถสูงสุดของบุคคล เช่น นักกีฬา นักแสดง ศัลยแพทย์ ช่างฝีมือต่าง ๆ เป็นต้น อันเป็นผลมาจากการเรียนรู้และการฝึกหัด สมรรถภาพทางกายได้รับการยอมรับว่าเป็นปัจจัยแรกที่ทำให้บุคคลเหล่านี้ประสบความสำเร็จ นอกจากเชาวน์ปัญญาแล้ว ในช่วงฝึกบุคคลเหล่านี้สามารถปฏิบัติได้ดี แต่ในช่วงการแข่งขัน หรือแสดง หรือปฏิบัติ มีจำนวนมากไม่สามารถนำสิ่งที่ฝึกหรือประสบการณ์ที่มีออกมาใช้ได้อย่างเต็มที่ เพราะเนื่องจากมีความเครียด ความกดดัน หรือสิ่งรบกวนทำให้ไม่มีสมาธิ ทำให้ไม่สามารถเล่น หรือแสดง หรือปฏิบัติได้เต็มที่ เหตุดังกล่าวเป็นเพราะ ไม่สามารถควบคุมจิตใจได้ ดังนั้นสมรรถภาพทางจิต (Mental Fitness) จึงเป็นอีกหนึ่งปัจจัยที่สำคัญไม่น้อยไปกว่าปัจจัยแรก รวมทั้ง

การปรับเปลี่ยนพฤติกรรม ทางกายต้องอาศัยวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว (Kinesiology) การเรียนรู้ทางด้านการเคลื่อนไหว (Motor Learning) และการฝึกการเคลื่อนไหว (Motor Training) เพื่อความยั่งยืนของพฤติกรรมนี้ต่อไปในอนาคต อีกด้วย

ดังนั้น การพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว จึงเป็นการพัฒนาระบบประสาทยนต์ (Motor system) สมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness) และสมรรถภาพทางจิต (Mental Fitness)โดยใช้โปรแกรมไอเพกส์ซึ่งเป็นเอ็กเซอร์ไซส์เกมประกอบด้วย การฝึกสมรรถภาพทางจิต และสมรรถภาพทางกาย โดยกิจกรรมการฝึกเป็นการประยุกต์ ท่ารำ ท่าฟ้อน หรือท่าเต้น จากการละเล่นพื้นบ้านของไทย รำไทยภาคต่าง ๆ รำมวยไทย และฤาษีดัดตน เป็นต้น เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของร่างกาย เช่น กล้ามเนื้อ ข้อต่อ เอ็นกล้ามเนื้อและเอ็นกระดูก รวมทั้งเกี่ยวข้องกับระบบประสาทยนต์ (Motor system) ซึ่งประกอบด้วยสมองส่วนของ ซีรีเบลลัม (Cerebellum) เบซอลแกงเกลีย (Basal Ganglia) และมอเตอร์คอร์เทกซ์ (Motor Cortex) เมื่อเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวเกิดการพัฒนาสามารถวัดคลื่นไฟฟ้าสมองตามตำแหน่งที่เกี่ยวข้องได้ ดังกรอบแนวคิดการวิจัย ดังภาพที่ 1-1



ภาพที่ 1-1 กรอบแนวคิดการวิจัย

สมมติฐานของการวิจัย

1. โปรแกรมไอเพกส์สามารถพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาได้

2. แบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวสามารถวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาได้

3. เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา หลังการพัฒนาสูงกว่าก่อนการพัฒนาด้วยโปรแกรมไอเพกส์

4. เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาระหว่างเพศชายกับเพศหญิงแตกต่างกัน หลังการพัฒนาด้วยโปรแกรมไอเพกส์

5. เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาระหว่างเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงกับเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำแตกต่างกัน หลังการพัฒนาด้วยโปรแกรมไอเพกส์

6. มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับเชาวน์ปัญญา ต่อเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา หลังการพัฒนาด้วยโปรแกรมไอเพกส์

7. คลื่นไฟฟ้าสมองของนักเรียนระดับประถมศึกษา หลังการพัฒนาสูงกว่าก่อนการพัฒนาด้วยโปรแกรมไอเพกส์

8. คลื่นไฟฟ้าสมองหลังการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ระหว่างเพศชายกับเพศหญิงแตกต่างกัน

9. คลื่นไฟฟ้าสมองหลังการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ระหว่างเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงกับต่ำแตกต่างกัน

10. มีปฏิสัมพันธ์ของคลื่นไฟฟ้าสมองระหว่างเพศกับเชาวน์ปัญญาทั่วไป ต่อเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการพัฒนาด้วยโปรแกรมไอเพกส์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้โปรแกรมไอเพกส์ที่สามารถนำไปใช้เพื่อพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา

2. ได้แบบทดสอบที่สามารถนำไปใช้วัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา ด้านพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมอง

3. ได้รูปแบบคลื่นไฟฟ้าสมองของการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวที่สามารถนำไปใช้เป็นข้อมูลเชิงประจักษ์ ในการอ้างอิงการวิเคราะห์เชาวน์ปัญญาได้

4. ลดความเสี่ยงของการเกิดโรคไม่ติดต่อเรื้อรังที่เกิดขึ้นกับประชากรที่เนือยนิ่งหรือมีกิจกรรมทางกายไม่เพียงพอและสร้างสุขนิสัยที่ดีโดยเฉพาะเด็กและเยาวชนที่กำลังเจริญเติบโตต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ด้านประชากร (Populations) เป็นนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลจุมพลโพนพิสัย อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย ปีการศึกษา 2561

2. ด้านเนื้อหา (Content) เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวตามทฤษฎีของ Gardner

3. ด้านตัวแปร (Variables) ประกอบด้วย

3.1 ตัวแปรอิสระ (Independent Variables) มี 3 ตัวแปร ได้แก่

3.1.1 ตัวแปรทดลอง (Experimental Variable) ได้แก่ โปรแกรมไอเพกส์

3.1.2 เพศ (Gender) ได้แก่

1) เพศชาย (Male)

2) เพศหญิง (Female)

3.1.3 เชาวน์ปัญญาทั่วไป (General Intelligence Quotient: g intelligence)

1) เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง (High g Intelligence)

2) เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ (Low g Intelligence)

3.2 ตัวแปรตาม (Dependent Variables) มี 2 ตัว ได้แก่

3.2.1 ค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้อง (Accuracy score) และระยะเวลาตอบสนอง (Reaction Time) จากการทำแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Flanker Task) หน่วยวัดเป็นคะแนนร้อยละและมิลลิวินาที ตามลำดับ

3.2.2 ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง (Average Absolute Power Brain Wave) จากการทำแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Flanker Task) หน่วยวัดเป็นไมโครโวลต์

นิยามศัพท์เฉพาะ

ทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Intelligence) หมายถึง ทฤษฎีเชาวน์ปัญญาตามแนวคิดของ Howard Gardner อธิบายถึง ปัญญาของมนุษย์มีอยู่อย่างน้อย 9 ด้าน ได้แก่ ด้านภาษาศาสตร์ (Verbal-Linguistic) ด้านตรรกะและคณิตศาสตร์ (Logical-Mathematical) ด้านมิติสัมพันธ์ (Visual-Spatial) ด้านดนตรี (Musical) ด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily-Kinesthetic) ด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล (Interpersonal) ด้านการรู้จักและเข้าใจตนเอง (Intrapersonal) ด้านธรรมชาติวิทยา (Naturalistic) และด้านการคงอยู่ของชีวิต (Existential)

เชาวน์ปัญญา (Intelligence Quotient) หมายถึง ความสามารถของบุคคลในการแก้ปัญหาต่าง ๆ การสร้างสรรค์ผลงานที่มีประสิทธิภาพ การเรียนรู้ การคิดเชิงนามธรรม ด้วยการมีปฏิภาณ ไหวพริบฉับไว และการเข้าใจสิ่งต่าง ๆ โดยง่าย

เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily-kinesthetic Intelligence) หมายถึง ความสามารถในการใช้ร่างกายทั้งหมดหรือบางส่วนของตนแสดงความคิด และความรู้สึก เช่น นักแสดง นักแสดงละครใบ้ นักกีฬา หรือนาฏกร นักฟ้อนรำ เป็นต้น ความสามารถในการใช้มือประดิษฐ์หรือซ่อมแซมสิ่งต่าง ๆ (ฝีมือ) เช่น ช่างปั้น ช่างซ่อมรถยนต์ ศัลยแพทย์ เป็นต้น และความสามารถในการใช้ทักษะเฉพาะทางกาย เช่น ความคล่องแคล่ว ความแข็งแรง ความยืดหยุ่น ความรวดเร็ว ความประณีต และความไวทางประสาทสัมผัส เป็นต้น

แบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily-Kinesthetic Intelligence Tests) หมายถึง เครื่องมือวัดความสามารถและทักษะที่เกี่ยวกับร่างกายและการเคลื่อนไหวตามทฤษฎีของ Gardner เป็นลักษณะแบบวัดเชิงสถานการณ์ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์

คิเนสิโอโลยี (Kinesiology) หมายถึง การนำเอาความรู้เกี่ยวกับกายวิภาคศาสตร์และกลศาสตร์มาใช้วิเคราะห์การเคลื่อนไหวด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ ไม่ว่าจะเป็นการเล่นกีฬาหรือการเคลื่อนไหวในชีวิตประจำวันเพื่อปรับปรุงให้เกิดการเคลื่อนไหวอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

เอ็กเซอร์ไซส์เกม (Exercise Games) หมายถึง เกมอิเล็กโทรนิกส์ที่ทำให้ผู้เล่นมีปฏิสัมพันธ์ทางกาย เช่น การใช้แขน ขา หรือ ทั้งหมดของร่างกายในการเคลื่อนไหว กับภาพบนจอในกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น กีฬาฟุตบอล ชกมวย ศิลปะการต่อสู้ และกิจกรรมอื่น ๆ เช่น การเต้นรำ การซักผ้า เกมอาศัยการเคลื่อนไหวของผู้เล่นผ่านกล้อง Sony Eye Toy หรือ กล้อง Infra-red Sensor หรือ กล้อง Kinect เช่น เกม Nintendo Wii และ เกม XaviX หรือ กล้อง laser (Lasersquash) หรือ กล้อง Pressure-sensitive Mat/Table เช่น เกม Dance Dance Revolution เกม XaviX J-mat และ เกม Apart หรือ กล้อง Modified Ergometer เช่น เกม Xerbike หรือ เกม Game Cycle เป็นต้น

โปรแกรมไอเพกส์ (IPEGS Program) หมายถึง เอ็กเซอร์ไซส์เกมซึ่งประกอบด้วย การฝึกสมรรถภาพทางจิต สมรรถภาพทางกายและทักษะเฉพาะทางกาย รวมทั้งการแสดงผลการฝึกแบบฉับพลัน โดยกิจกรรมหรือการกระทำเป็นท่ารำ ท่าฟ้อน หรือเต้นจากการละเล่นพื้นบ้านของไทย รำไทย รำมวยไทย และฤๅษีดัดตน เป็นต้น เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของของร่างกาย เช่น กล้ามเนื้อ ข้อต่อ เส้นเอ็น และสมองส่วนที่เกี่ยวข้องกับเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ในส่วนของ ซีรีเบลลัม (Cerebellum) บาซอลแกงเกลีย (Basal Ganglia) และมอเตอร์ คอร์เทกซ์ (Motor Cortex) เพื่อพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา

เพศ (Gender) หมายถึง ความเป็นเพศชาย หรือเพศหญิง โดยพิจารณาจากรูปร่างลักษณะสรีระ ไม่ได้หมายถึง เพศภาวะ และเพศวิถี หรือ เพศตามความประสงค์ของเจ้าของสรีระ

เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงและต่ำ (High and low g Intelligence Quotient) หมายถึง ระดับสติปัญญาของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญา (Standard Progressive Matrices) ของ John Carlyle Raven โดยผลคะแนนจำแนกเป็น เชาวน์ปัญญาสูง (110 ขึ้นไป) และเชาวน์ปัญญาต่ำ (น้อยกว่า 89 ลงไป)

คลื่นไฟฟ้าสมอง (Electrical Brain Waves) หมายถึง สัญญาณไฟฟ้าที่วัดได้จากร่างกายมนุษย์ โดยรูปแบบของสัญญาณอาจอยู่ในลักษณะของสัญญาณไฟฟ้า หรือ สัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การวัดคลื่นความต่างศักย์ไฟฟ้าจากสมอง เรียกว่า Electroencephalography หรือ อีอีจี (EEG)

การวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG for Bodily-Kinesthetic Intelligence) หมายถึง การตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว โดยการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองจากเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าสมองชนิดพกพา Emotiv EPOC Neuroheadset ในตำแหน่ง AF3, AF4, F3, F4, F7, F8, FC5, FC6, P3 (CMS), P4 (DRL), P7, P8, T7, T8, O1, O2 หลังการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยโปรแกรมไอเพกส์

นักเรียนระดับประถมศึกษา (Primary school Students) หมายถึง นักเรียนที่เรียนอยู่ในชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลจุมพลโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย ปีการศึกษา 2561

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาด้วยโปรแกรมไอเพกส์: การศึกษาเชิงพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมอง ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยแบ่งการนำเสนอผลการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องออกเป็น 3 ตอน ดังหัวข้อ ต่อไปนี้

ตอนที่ 1 เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- ความหมายของเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว
- ทฤษฎีเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว
- การพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว
- วิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว

ตอนที่ 2 ปัจจัยและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว
- เพศและลักษณะเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว
- สมรรถภาพทางกาย
- สมรรถภาพทางจิต
- เอ็กเซอร์ไซส์เกม
- เอกลักษณ์ไทย

ตอนที่ 3 การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
- กลไกการเกิดคลื่นไฟฟ้าสมอง
- ประเภทของคลื่นไฟฟ้าสมอง
- วิธีบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง
- สร้างภาระงานสำหรับวัดคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำภาระงาน
- งานวิจัยเกี่ยวข้องกับการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง

ตอนที่ 1 เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความหมายของเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily-Kinesthetic Intelligence)

Gardner (2011, pp. 217-221) ได้กล่าวเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily-Kinesthetic Intelligence) สรุปได้ว่า เป็นความสามารถในการใช้ร่างกายทั้งหมดหรือบางส่วนในการใช้ร่างกายของตนแสดงความคิดความรู้สึก ได้แก่ นักแสดง นักแสดงท่าใบ้ นักกีฬา นาฏกร นักฟ้อนรำและความสามารถในการใช้มือประดิษฐ์ เช่น นักปั้น ช่างซ่อมรถยนต์ ศัลยแพทย์ รวมถึงทักษะทางกาย เช่น ความคล่องแคล่ว ความแข็งแรง ความรวดเร็ว ความยืดหยุ่น ความประณีต และความไวทางประสาทสัมผัส เป็นต้น

Kivunja (2015) ได้กล่าวถึง เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily-Kinesthetic Intelligence) (BKI) ไว้ว่า เป็นความสามารถในการพัฒนาและใช้ทักษะทางกายภาพของแต่ละบุคคล เชาวน์ปัญญาด้านนี้แสดงให้เห็นได้ดีที่สุดโดยนักกีฬาที่ดีที่สุดในกีฬาที่เขาได้เลือกแล้ว เช่น เกร็ก นอร์แมน ชาวออสเตรเลีย, ไทเกอร์ วู้ด ชาวอเมริกัน นักกีฬากอล์ฟ, โรเจอร์ เฟรดเดอเรอร์ และ เซเรนา วิลเลี่ยม นักกีฬาเทนนิส หรือ แองเจลีนา โจลี่ ดาราหนัง เป็นต้น

Uzho and Salame (2016, p. 22) ได้กล่าวถึง เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily-Kinesthetic Intelligence: BKI) ไว้ว่า เป็นความสามารถด้านการเคลื่อนไหว (Movement) การทำสิ่งต่าง ๆ (Making Things) การสัมผัส (Touching) บุคคลที่มีเชาวน์ปัญญาด้านนี้จะสื่อสารได้ดีโดยผ่านภาษากาย (Body Language) และบอกเล่าเรื่องราวผ่านกิจกรรมทางกาย (Physical Activity) การแสดงออก (Acting Out) การแสดงบทบาทสมมติ (Role Playing) และการเรียนรู้ด้วยการปฏิบัติ (Hands On Learning) เชาวน์ปัญญาชนิดนี้เป็นสิ่งที่เห็นได้เด่นชัดในนักเต้น (Dancer) นักกีฬา (Athletes) ศิลปิน (Artisans) นักดนตรี (Musicians) และศัลยแพทย์ (Surgeons) BKI ประกอบด้วยบุคคลที่มีลักษณะดังนี้ คือ ทำงานที่ใช้ทักษะความชำนาญด้วยตัวเขาเองได้ (มีการใช้กล้ามเนื้อมัดเล็กและมัดใหญ่) มีการควบคุมการเคลื่อนไหวร่างกายได้ดี และมีความสามารถการใช้มือในการประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ นอกเหนือจากนั้นยังมีการประสานสัมพันธ์ประสาทสัมผัสเข้าด้วยกันอย่างเหมาะเจาะที่สุดคือ ประสาทสัมผัสการควบคุมสั่งการกล้ามเนื้อมัดเล็กที่มือและนิ้วสนับสนุนการเคลื่อนไหวด้วยความแม่นยำ เช่น นักเต้นรำ เชื่อว่าเขาหรือเธอมีความสามารถในการเต้นรำได้จากการควบคุมร่างกาย มันเป็นความสามารถในการทำสิ่งเหล่านี้โดยปราศจากการมีภาพหรือลายลักษณ์อักษร วิศวกรและศิลปินรู้สึกถึงสัมผัสแห่งการเคลื่อนไหวภายในตัวของเขาต่อขนาด มวล ปริมาตร สัดส่วน และศัพท์เฉพาะของช่าง นักกายบริหารสามารถปฏิบัติชุดของทักษะที่ไม่น่าจะทำได้คือ ยากมากได้เหมือนเขาทำเป็นมาแต่กำเนิดและเคลื่อนไหวมาจากภายในร่างกายของเขา

Armstrong (2018, p. 6) ได้วิเคราะห์เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily-Kinesthetic Intelligence) จากทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Theory) ของ Gardner ไว้ ดังนี้ 1) ด้านองค์ประกอบหลัก เป็นความสามารถในการควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกายและการแตะจับสิ่งของด้วยความชำนาญ 2) ด้านระบบสัญลักษณ์ เช่น แผนผังการแข่งขันกีฬา 3) ด้านอาชีพเป็นนักกีฬา นักเต้นรำ นักแกะสลัก เช่น มาร์ธา เกรแฮม, ออกัสต์ โรดิน เป็นต้น 4) ด้านระบบประสาทวิทยาเป็นบริเวณ ซีรีเบลลัม (Cerebellum) เบซอลแกงเกลีย (Basal Ganglia) และคอร์เทกซ์สั่งการ (Motor Cortex) 5) ด้านปัจจัยต่อการพัฒนา ขึ้นอยู่กับความเปลี่ยนแปลงของทักษะที่มีอยู่ ได้แก่ ความแข็งแรง ความยืดหยุ่น และความอดทน หรือ ครอบคลุมถึง ยิมนาสติก กีฬาเบสบอล และละครใบ้ เป็นต้น 6) ด้านแนวทางที่มีคุณค่าทางวัฒนธรรม ได้แก่ การฝีมือ การปฏิบัติทางกีฬา การทำงานการแสดงละคร การออกแบบท่าเต้น และการแกะสลัก เป็นต้น 7) ด้านกำเนิดวิวัฒนาการ เป็นหลักฐานการใช้เครื่องมือในสมัยแรก ๆ 8) ด้านที่ปรากฏในสปีชีส์อื่น เป็นพวกที่ใช้เครื่องมือของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ได้แก่ ตัวกินมด และสปีชีส์อื่นๆ 9) ด้านปัจจัยทางประวัติศาสตร์เป็นเชาวน์ปัญญาที่สำคัญมากของเกษตรกรต้นศตวรรษที่ 20

ทฤษฎีเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว

ทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Intelligence Theory)

Armstrong (2018, pp. 2-3) ได้อธิบายความหมายของเชาวน์ปัญญาแต่ละด้านไว้ในหนังสือ Multiple Intelligences in the Classroom ดังนี้

1. เชาวน์ปัญญาด้านภาษาศาสตร์ (Linguistic Intelligence) คือ ความสามารถในการใช้ภาษารูปแบบต่าง ๆ ตั้งแต่ภาษาพื้นเมืองจนถึงภาษาอื่น ๆ ด้วยสามารถรับรู้ เข้าใจภาษา และสามารถสื่อภาษาให้ผู้อื่นเข้าใจได้ตามที่ต้องการผู้ที่มีปัญญาด้านนี้โดดเด่น ก็มักเป็น กวี นักเขียน นักพูด ทนายความ นักหนังสือพิมพ์ ครู หรือนักการเมือง เป็นต้น

2. เชาวน์ปัญญาด้านตรรกศาสตร์และคณิตศาสตร์ (Logical-Mathematical Intelligence) คือ ความสามารถในการคิดแบบมีเหตุและผล การคิดเชิงนามธรรม การคิดคาดการณ์ และการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ ผู้ที่มีปัญญาด้านนี้โดดเด่น มักเป็น นักบัญชี นักสถิติ นักคณิตศาสตร์ นักวิจัย นักวิทยาศาสตร์ นักเขียนโปรแกรม หรือวิศวกร เป็นต้น

3. เชาวน์ปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ (Visual-Spatial Intelligence) คือ ความสามารถในการรับรู้ทางสายตาได้ดี สามารถมองเห็นพื้นที่ รูปทรง ระยะทาง และตำแหน่ง อย่างสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน แล้วถ่ายทอดแสดงออกอย่างกลมกลืน มีความไวต่อการรับรู้ในเรื่องทิศทาง สำหรับผู้ที่มีปัญญาด้านนี้โดดเด่น จะมีทั้งสายวิทย์ และสายศิลป์ สายวิทย์มักเป็น นักประดิษฐ์ วิศวกร ส่วนสายศิลป์ มักเป็นศิลปินในแขนงต่าง ๆ เช่น จิตรกร วาดรูป ระบายสี เขียนการ์ตูน นักปั้น นักออกแบบ ช่างภาพ หรือสถาปนิก เป็นต้น

4. เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily Kinesthetic Intelligence) คือ ความเชี่ยวชาญในการใช้ร่างกายทั้งหมดในการแสดงความคิดและความรู้สึก เช่น นักแสดง นักแสดงละครใบ้ และนักกีฬาหรือนักเต้น เป็นต้น มีความคล่องแคล่วในการใช้มือในการประดิษฐ์ หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ เช่น คนงานฝีมือ นักแกะสลัก ช่างยนต์ หรือศัลยแพทย์ เป็นต้น รวมทั้งทักษะเฉพาะทางกายที่มีความสามารถประสานสัมพันธ์อวัยวะของร่างกาย การทรงตัว ความคล่องแคล่ว ความแข็งแรง ความยืดหยุ่น ความรวดเร็ว และความไวทางประสาทสัมผัส เป็นต้น

5. เชาวน์ปัญญาด้านดนตรี (Musical Intelligence) คือ ความสามารถในการซึมซับ และเข้าถึงสุนทรียะทางดนตรี ทั้งการได้ยิน การรับรู้ การจดจำ และการแต่งเพลง สามารถจดจำจังหวะทำนอง และโครงสร้างทางดนตรีได้ดี และถ่ายทอดออกมาโดยการฮัมเพลง เคาะจังหวะ เล่นดนตรี และร้องเพลง สำหรับผู้ที่มีปัญญาด้านนี้โดดเด่น มักจะเป็นนักดนตรี นักประพันธ์เพลง หรือนักร้อง เป็นต้น

6. เชาวน์ปัญญาด้านมนุษยสัมพันธ์ (Interpersonal Intelligence) คือ ความสามารถในการเข้าใจผู้อื่น ทั้งด้านความรู้สึกนึกคิด อารมณ์ และเจตนาที่ซ่อนเร้นอยู่ภายใน มีความไวในการสังเกตสีหน้า ท่าทาง น้ำเสียง สามารถตอบสนองได้อย่างเหมาะสม สร้างมิตรภาพได้ง่าย เจรจาต่อรอง ลดความขัดแย้ง สามารถจูงใจผู้อื่นได้ดี เป็นปัญญาด้านที่จำเป็นต้องมีอยู่ในทุกคน แต่สำหรับผู้ที่มีปัญญาด้านนี้โดดเด่น มักจะเป็นครูบาอาจารย์ ผู้ให้คำปรึกษา นักการทูต เซลแมน พนักงานขายตรง พนักงานต้อนรับ ประชาสัมพันธ์ นักการเมือง หรือนักธุรกิจ เป็นต้น

7. เชาวน์ปัญญาด้านการเข้าใจตนเอง (Intrapersonal Intelligence) คือ ความสามารถในการรู้จัก ตระหนักรู้ในตนเอง สามารถเท่าทันตนเอง ควบคุมการแสดงออกอย่างเหมาะสมตามกาลเทศะและสถานการณ์ รู้ว่าเมื่อไหร่ควรเผชิญหน้า เมื่อไหร่ควรหลีกเลี่ยง เมื่อไหร่ต้องขอความช่วยเหลือ มองภาพตนเองตามความเป็นจริง รู้ถึงจุดอ่อน หรือข้อบกพร่องของตนเอง ในขณะเดียวกันก็รู้ว่าตนมีจุดแข็งหรือความสามารถในเรื่องใดมีความรู้เท่าทันอารมณ์ ความรู้สึก ความคิด ความคาดหวัง ความปรารถนาและตัวตนของตนเองอย่างแท้จริง เป็นปัญญาด้านที่จำเป็นต้องมีอยู่ในทุกคนเช่นกัน เพื่อให้สามารถดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่า และมีความสุข สำหรับผู้ที่มีปัญญาด้านนี้โดดเด่น จะมีคุณลักษณะเป็น นักคิด นักปรัชญา หรือนักวิจัย ที่มีความใฝ่รู้เสาะแสวงหาสิ่งใหม่ ๆ

8. เชาวน์ปัญญาด้านธรรมชาติวิทยา (Naturalist Intelligence) คือ ความสามารถในการรู้จัก และเข้าใจธรรมชาติอย่างลึกซึ้ง เข้าใจกฎเกณฑ์ ปรากฏการณ์ และการรังสรรค์ต่าง ๆ ของธรรมชาติ มีความไวในการสังเกต เพื่อคาดการณ์ความเป็นไปของธรรมชาติ มีความสามารถในการจัดจำแนกแยกแยะประเภทของสิ่งมีชีวิต ทั้งพืชและสัตว์ สำหรับผู้ที่มีปัญญาด้านนี้โดดเด่น มักจะเป็นนักธรณีวิทยา นักวิทยาศาสตร์ นักวิจัย หรือนักสำรวจธรรมชาติ ซึ่งจำเป็นจะต้องอยู่ใกล้ชิดกับธรรมชาติ

9. เชาวน์ปัญญาด้านการคงอยู่ของชีวิต (Existential Intelligence) หมายถึง ความสามารถในการเข้าถึงจิตวิญญาณและสัจธรรมในการดำเนินชีวิต ความคิด ความสงสัยใคร่รู้ในเรื่องความเป็นไปของชีวิต ชีวิตหลังความตาย เรื่องเหนือจริง มิติลี้ลับ จิตใคร่ครวญในเรื่องเกี่ยวกับการมีชีวิตตามความช่างสงสัยของตน ต้องการค้นหาคำตอบเกี่ยวกับการคงอยู่ เป็นความสามารถของบุคคลที่พิจารณาถึงความไม่สิ้นสุดของจักรวาล และความสามารถรู้ถึงบทบาทของความเป็นมนุษย์ ความสำคัญของชีวิต ความหมายของความตาย สภาพของโลกด้านกายภาพและด้านจิต มีประสบการณ์อันลึกซึ้งถึงความรัก ความเมตตา สนใจเกี่ยวกับงานทางศิลปะ และหาคำตอบให้คำถามที่ว่า “เราเป็นใคร” “ทำไมเราจึงอยู่ที่นี่” “ทำไมเราจึงต้องตาย” บุคคลที่มีเชาวน์ปัญญาด้านนี้สูง ได้แก่ นักเทววิทยา หรือนักบวชในศาสนาต่าง ๆ นักสอนศาสนา โยคี และ โต๊ะอิหม่าม เป็นต้น (Gardner, 2004, pp. 46-47)

แนวคิดเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญา (Intelligences) ที่มีมาตั้งแต่เดิมนั้น จำกัดอยู่ที่ความสามารถด้านภาษา ความสามารถทางด้านคณิตศาสตร์ และการคิดเชิงตรรกะหรือเชิงเหตุผลเป็นหลัก การวัดเชาวน์ปัญญาของผู้เรียนจะวัดจากคะแนนที่ทำได้จากแบบทดสอบทางสติปัญญา ซึ่งประกอบด้วยการทดสอบความสามารถทั้ง 2 ด้านดังกล่าว คะแนนจากการวัดเชาวน์ปัญญาจะเป็นตัวกำหนดเชาวน์ปัญญาของบุคคลนั้นไปตลอด เพราะมีความเชื่อว่า องค์ประกอบของเชาวน์ปัญญาจะไม่เปลี่ยนแปลงไปตามวัย หรือประสบการณ์มากนัก แต่เป็นคุณลักษะที่ติดตัวมาแต่กำเนิด Gardner (Gardner, 2011, pp. xxviii-xxx) ให้นิยามคำว่า “เชาวน์ปัญญา” (Intelligence) ไว้ว่า หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ หรือการสร้างสรรค์ผลงานต่าง ๆ ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับบริบททางวัฒนธรรมในแต่ละแห่ง รวมทั้งความสามารถในการตั้งปัญหาเพื่อจะหาคำตอบและเพิ่มพูนความรู้ Gardner มีความเชื่อพื้นฐานที่สำคัญ 2 ประการ ดังนี้

1. เชาวน์ปัญญาของบุคคลมิได้มีเพียงความสามารถทางภาษาและทางคณิตศาสตร์เท่านั้น แต่มีอยู่อย่างหลากหลายถึง 8 ประเภทด้วยกัน ซึ่งเขาบอกว่า ความจริงอาจจะมีมากกว่านี้ คนแต่ละคนจะมี

ความสามารถเฉพาะด้านที่แตกต่างไปจากคนอื่น และมีความสามารถในด้านต่าง ๆ ไม่เท่ากัน ความสามารถที่ผสมผสานกันออกมาทำให้บุคคลแต่ละคนมีแบบแผนซึ่งเป็นเอกลักษณ์ของตน

2. เชาวน์ปัญญาของแต่ละบุคคลจะไม่อยู่คงที่อยู่ที่ระดับที่ตนมีตอนเกิด สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากได้รับการส่งเสริมที่เหมาะสม ในความคิดของ Gardner เชาวน์ปัญญาของบุคคลประกอบด้วยความสามารถ 3 ประการ คือ

2.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาในสภาพการณ์ต่าง ๆ ที่เป็นไปตามธรรมชาติและตามบริบททางวัฒนธรรมของบุคคลนั้น

2.2 ความสามารถในการสร้างสรรค์ผลงานที่มีประสิทธิภาพและสัมพันธ์กับบริบททางวัฒนธรรม

2.3 ความสามารถในการแสวงหาหรือตั้งปัญหาเพื่อหาคำตอบและเพิ่มพูนความรู้

การพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว

Hine (1996) ได้ศึกษาการพัฒนาพหุปัญญาของเด็กนักเรียน และได้กล่าวถึงเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวไว้ ดังนี้

คนที่มีเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวสูง จะดำเนินการจัดการเรื่องราวต่าง ๆ ผ่านกล้ามเนื้อ การสัมผัสรับรู้ และการเคลื่อนไหวด้วยร่างกายของเขา ร่างกายเขาเป็นเส้นทางที่พาไปสู่การเรียนรู้ทำความเข้าใจเนื้อหาหรือวิชาต่าง ๆ และเป็นความสมัครใจเต็มใจในการแสดงออกด้วยตัวเขาเอง และได้รวบรวมลักษณะของผู้ที่มีเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวสูงไว้ ดังนี้

1. มีความสามารถปรับแต่ง (Fine-tuned Ability) การใช้ร่างกายและการจับวัตถุ การใช้กล้ามเนื้อมัดเล็กและมัดใหญ่ (Fine and Gross Motor)
2. มีความสามารถแสดงอารมณ์ ผ่านการเคลื่อนไหวของร่างกาย
3. ชอบสนุกสนานกับการเคลื่อนไหวทางกายภาพ และการเต้นรำ
4. มีการเคลื่อนไหวที่มั่นคง และชอบเคลื่อนที่ไปรอบ ๆ
5. มีส่วนเกี่ยวข้องในการให้กำลังใจ
6. ใช้ร่างกายในการทำงานให้สำเร็จ
7. มีความเชื่อมโยงระหว่างจิตใจร่างกาย กับประสบการณ์เป็นอย่างดี
8. มีความตระหนักรับรู้มากขึ้น ผ่านร่างกาย
9. ตอบสนองทางกายภาพทั้งหมดกับประสบการณ์
10. มีเรื่องราวสร้างสรรค์ที่ดีบ่อย ๆ

Bordelon and Banbury (2005) ได้ศึกษาเรื่อง ปัจจัยที่ทำให้เชาวน์ปัญญาด้านต่าง ๆ ของการ์ดเนอร์มีความเป็นไปได้ และได้กล่าวถึง เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวไว้ เป็นข้อ ๆ ดังนี้

1. ความสามารถในการควบคุมกล้ามเนื้อมัดใหญ่ (Gross-Motor Ability)
   1.1 เก่งในการกีฬาอย่างน้อยหนึ่งอย่าง
   1.2 เต้นรำ หรือ เคลื่อนไหวได้อย่างสง่างาม

1.3 ชื่นชอบและแสดงออกอย่างชัดเจนในการทำกิจกรรมทางกาย

1.4 แสดงออกถึง ความแข็งแรง ความอดทน และความว่องไว อย่างชัดเจนเมื่อมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางกายภาพ

1.5 มีระเบียบวินัย จัดท่าทางในการเคลื่อนไหวหรือการแสดงกิจกรรมทางกายอย่างชัดเจน เช่น เต้นรำ กีฬา เป็นต้น

2. ความสามารถควบคุมการใช้กล้ามเนื้อมัดเล็ก (Fine-Motor Ability)

2.1 แสดงการพัฒนาทักษะการใช้กล้ามเนื้อมัดเล็กอย่างเชี่ยวชาญ ผ่านกิจกรรม เช่น การพับกระดาษ ความแม่นยำในการตัดงานที่มีรายละเอียดมาก การสร้างโมเดล การถักลูกไม้ เป็นต้น

2.2 ทำงานที่มีความยากลำบากและที่มีรายละเอียดมาก

3. ความสามารถในการสื่อสารโดยอวัจนภาษา (Nonverbal Communication Ability)

3.1 ประพฤติตามลักษณะขนบธรรมเนียมประเพณี และแสดงละครได้ง่ายดาย

3.2 ไม่มีความยากลำบาก ในการเลียนแบบการกระทำของผู้อื่น

3.3 โต้ตอบโดยใช้กิริยาท่าทาง หรือ ภาษากายในการสื่อสาร

4. การเรียนรู้โดยใช้ร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily-Kinesthetic Learning)

4.1 การสร้างสรรค์สิ่งประดิษฐ์บ่อย ๆ

4.2 ชอบกิจกรรมที่ลงมือทำอย่างแข่งขันจริงจัง เช่น โครงงาน การก่อสร้างรูปสามมิติ

4.3 ใช้ประสาทสัมผัสรับรู้ เป็นวิธีการเรียนรู้สิ่งใหม่ เช่น การเห็น การสัมผัส การได้ยิน

Perez, Nieto, Otero, Amengual, and Manzano (2014) ได้ศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างพหุปัญญา การปฏิบัติงานที่มีการเคลื่อนไหว และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมัธยมศึกษา พบว่า คะแนนนักเรียนหญิงมีนัยสำคัญทางสถิติที่สูงกว่า ด้านภาษาศาสตร์ มิติสัมพันธ์และทักษะความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และคะแนนนักเรียนที่มีอายุมากกว่า มีนัยสำคัญทางสถิติที่สูงกว่า ด้านภาษาศาสตร์และด้านธรรมชาติวิทยา เชาวน์ปัญญาด้านตรรกะและคณิตศาสตร์ มีนัยสำคัญทางสถิติ กับการปฏิบัติทางการเรียน และเป็นเชาวน์ปัญญาที่ทำนายได้ดีกว่าเกี่ยวกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว มีนัยสำคัญทางสถิติถึงความสามารถในการเคลื่อนไหว และเป็นเชาวน์ปัญญาที่ดีที่สุดที่ทำนายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สุดท้ายบ่งชี้ว่า นักเรียนที่คะแนนดีกว่าในการทำแบบทดสอบการเคลื่อนไหว เป็นผู้ที่คะแนนสูงทั้งสองทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และเชาวน์ปัญญาทุกด้าน ยกเว้น เชาวน์ปัญญาด้านดนตรี

Fred and Melody (2014) ได้ศึกษาเรื่อง การประยุกต์พหุปัญญา กรณีการสอนเรียงความจากการดูสด (Fresh Look at Teaching Writing) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนการเขียนเรียงความให้กับนักเรียนที่มีเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวสูงไว้ ดังนี้

1. ให้แสดงตามเนื้อเรื่องก่อนการเขียนเนื้อเรื่องของเขา
2. เล่นการเขียนที่ชี้แนวทางการเขียนบทละคร
3. การเล่นปริศนาคำทาย
4. ให้กำลังใจนักเรียนในการทำโครงการพร้อมไปกับการเขียนของเขา

5. การใช้วัสดุก่อสร้าง เช่น บล็อก ลูกบาศก์ หรือ เลโก้ ในการแสดงหลักการเขียน

6. ใช้เกมอิเล็กโทรนิกส์ที่กระตุ้นการเคลื่อนไหว และการประดิษฐ์สิ่งก่อสร้างของเด็กสื่อไปถึงการสอนการเขียน

Ebadi and Tabe (2015) ได้ศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว และการประกอบการของผู้จัดการกีฬาในอาเซอร์ไบจัน พบว่า มีนัยความสำคัญทางสถิติที่ผู้ประกอบการที่มีเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวสูงสามารถเพิ่มความสำเร็จในอาชีพของตนเอง

Kivunja (2015) ได้ศึกษาเรื่อง การเพิ่มการคิดสร้างสรรค์ (Critical Thinking) ด้วยเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนเทคโนโลยี (Digital Learners) พบว่า กลุ่มตัวอย่างที่มีเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของผู้ฝึกหัดและครูผู้ปฏิบัติสามารถแสดงวิธีการประยุกต์เทคโนโลยีล่าสุดบางอย่างไปสู่นักเรียนเพื่อยกระดับการเรียนอย่างกระฉับกระเฉง (Active Learning) และการคิดเชิงวิพากษ์ (Critical Thinking) ได้

Tsai and Min-Ying (2016) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ ทฤษฎีพหุปัญญาของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีภูมิหลังแตกต่างกัน โดยจำแนกตามเพศ เกรด และประเภทนักเรียน พบว่า คะแนนเฉลี่ยจากการวัดด้วยแบบทดสอบด้านพหุปัญญา 1) นักเรียนเกรด 7 ได้คะแนนสูงสุดด้านการรู้จักและเข้าใจตนเอง และต่ำสุดด้านธรรมชาติวิทยา นักเรียนเกรด 8 ได้คะแนนสูงสุดด้านเดียวกัน และต่ำสุดด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว 2) นักเรียนปกติและนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ คะแนนสูงสุดด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคล และต่ำสุดด้านตรรกะและคณิตศาสตร์ ตามลำดับ นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษได้คะแนนสูงสุด ด้านตรรกะและคณิตศาสตร์ และต่ำสุดด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว 3) คะแนนสูงสุดของนักเรียนเกรด 7 และ 8 มีนัยสำคัญทางสถิติที่แตกต่างกันโดยเกรด 7 มากกว่าเกรด 8 ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านดนตรี ด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว และด้านธรรมชาติวิทยา 4) คะแนนนักเรียนหญิงที่เกรดสูงกว่านักเรียนชายมีนัยสำคัญทางสถิติที่แตกต่างกันโดยมีคะแนนมากกว่าด้านภาษามิติสัมพันธ์ ด้านดนตรี ด้านรู้จักและเข้าใจตนเองและด้านการดำรงอยู่ของชีวิต มีด้านเดียวเท่านั้นที่นักเรียนชายเกรดสูงกว่าได้คะแนนมากกว่า คือ ด้านตรรกะและคณิตศาสตร์ นักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ มีนัยสำคัญทางสถิติที่แตกต่างกันโดยได้คะแนนสูงกว่านักเรียนปกติ และนักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ ด้านภาษาศาสตร์ ด้านตรรกะและคณิตศาสตร์ ด้านดนตรี ด้านการรู้จักและเข้าใจตนเอง และด้านการดำรงชีวิต นักเรียนที่มีพรสวรรค์ (Gifted) และนักเรียนปกติ มีนัยสำคัญทางสถิติที่แตกต่างกันโดยได้คะแนนสูงกว่านักเรียนที่มีความต้องการพิเศษ ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว และด้านการดำรงชีวิต มีที่ไม่แตกต่างกัน คือ ด้านธรรมชาติวิทยาระหว่างนักเรียนทั้งสามกลุ่ม

Bilir and Sirin (2017) ได้ศึกษา การวิเคราะห์เชาวน์ปัญญาด้านต่าง ๆ ของนักกีฬาบริดจ์ พบว่า นักกีฬาบริดจ์ที่มีเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวสูง จะเป็นผู้เล่นกีฬาชนิดอื่น ๆ ด้วย

Mina and Dusan (2017) ได้ศึกษา ความโน้มเอียงที่แตกต่างกันของพหุปัญญาตามคณะสาขาวิชาที่เรียน พบว่า นักศึกษาคณะกีฬาและพลศึกษา มีเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวสูงกว่าคณะอื่น ๆ

Armstrong (2018, pp. 81-83) ได้นำเสนอกลยุทธ์ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว โดยกล่าวว่า นักเรียนต้องละทิ้งตำราและสิ่งที่ได้เรียนไว้เมื่อกลับจากโรงเรียนแต่กลับเป็นว่าเขาต้องนำสิ่งที่เรียนนั้นมาด้วยไม่ว่าจะอยู่ที่ไหน เพราะฉะนั้นวิธีที่กล้าหาญที่ช่วยให้นักเรียนบูรณาการการเรียนรู้ได้ในการเพิ่มระดับความสำคัญของความทรงจำ ความเข้าใจและความสนใจของพวกเขา จากสิ่งที่สืบทอดกันมาว่า การเรียนที่ใช้การปฏิบัติและการเคลื่อนไหว (Physical Learning) ต้องให้กลุ่มพลศึกษาและกลุ่มการงานอาชีพเท่านั้นจัดการการเรียนการสอน แต่อย่างไรก็ตาม กลยุทธ์ต่อไปนี้ จะแสดงถึงวิธีการง่าย ๆ ในการบูรณาการกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีการปฏิบัติและการเคลื่อนไหว ในวิชาการอ่าน คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ รวมทั้งการส่งเสริมการประกอบอาชีพ

กลยุทธ์ที่ 1 Body Answers

การใช้การถามเพื่อดูการตอบสนองของนักเรียนโดยใช้การแสดงออกทางกายของเขาในระดับปานกลาง ดังตัวอย่างที่ง่ายที่สุดและใช้กันมากที่สุดของกลยุทธ์การถามนักเรียนคือ ให้นักเรียนยกมือเพื่อแสดงความเข้าใจ กลยุทธ์นี้สามารถปรับเปลี่ยนได้หลาย ๆ วิธี เช่น แทนการยกมือนักเรียนสามารถใช้การยิ้ม การขยิบตาข้างเดียว การชูนิ้ว (หนึ่งนิ้วแสดงว่าเข้าใจนิดหน่อย ห้านิ้วแสดงเข้าใจที่สุด) การทำท่าโผบินและออกไปข้างหน้า เป็นต้น นักเรียนสามารถแสดงออกด้วยคำตอบทางกาย (Body Answers) ระหว่างจดบันทึก เช่น นิ้วชี้ไปที่ขมับถ้าเข้าใจ ถ้าไม่เข้าใจก็ทำท่าเกาศีรษะ เป็นต้น ในขณะที่จะผ่านการเรียนรู้จากหนังสือเรียน เช่น บางเวลาท่านย้อนกลับคุยถึงเรื่องที่ได้ศึกษามาแล้วว่าล้าสมัยแล้วก็ให้แสดงอาการหน้านิ่วคิ้วขมวด หรือในการตอบคำถามที่มีคำถามจำนวนจำกัด ถ้าคิดว่าเรื่องราวไปทางเดียวกันกับการเรียนการสอน ก็ให้ยกสองมือเหมือนผู้ตัดสินอเมริกันฟุตบอลตัดสินว่า ได้ทัชดาวน์ และถ้าคิดว่าไม่ไปในแนวทางเดียวกันก็ให้ใช้มือทั้งสองยกเหนือศีรษะประกบกันเหมือนหลังคาบ้าน เป็นต้น

กลยุทธ์ที่ 2 Classroom Theater

ให้นักเรียนเป็นนักแสดง ถามนักเรียนถึงเรื่องที่จะแสดงในหนังสือ ปัญหา หรือส่วนประกอบอื่น ๆ ในการเรียนโดยการแสดงละคร หรือบทบาทสมมติตามเนื้อหา ดังตัวอย่าง นักเรียนอาจแสดงการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สามขั้นตอนโดยการใส่ท่าทางสามท่า สามารถทำแบบไม่เป็นทางการราว 1 นาที ในการแสดงส่วนหนึ่งของเนื้อหาบางส่วนในการอ่านระหว่างเรียนหรือแบบทางการราว 1 ชั่วโมงในการสรุปจบภาคเรียนเพื่อแสดงความเข้าใจในการเรียนหัวข้อนี้ และสามารถทำโดยไม่ต้องใช้อุปกรณ์ใด ๆ หรืออาจใช้อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องก็ได้ นักเรียนอาจแสดงด้วยตัวเขาเองหรืออาจใช้หุ่นกระบอก หรือแสดงละครแบบย่อ ๆ เช่น การแสดงยุทธวิธีการต่อสู้โดยการใส่หุ่นทหารบนสนามรบที่ทำด้วยไม้อัด และการเคลื่อนที่หุ่นรอบ ๆ กองกำลังทหารที่มีการเคลื่อนไหว เป็นต้น และเป็นการช่วยนักเรียนที่แก่กว่าซึ่งรู้สึกไม่เต็มใจในการแสดงได้เป็นการเตรียมพร้อมก่อน (Warm-Up Exercises)

กลยุทธ์ที่ 3 Kinesthetic Concepts

เกมที่ท้าทายทำให้เกิดความสนุกสนานได้อย่างยาวนานในกลุ่มผู้เล่นเพราะเหตุว่า แนวทางนั้นเกิดความท้ายทายร่วมกันในการเข้าถึงความรู้ในแนวทางที่ไม่เป็นแนวทางทั่ว ๆ ไปกลยุทธ์หลักการเคลื่อนไหวเกี่ยวพันกับ การชี้แนะนักเรียนเข้าถึงหลักการผ่านภาพทางกายภาพ หรือการถามนักเรียนถึงหลักการเฉพาะของละครใบ้ หรือ ระยะเวลาในบทเรียน กลยุทธ์นี้เรียกร้องให้นักเรียนแปลสารสนเทศ

จากการใช้ภาษา หรือ ระบบสัญลักษณ์ตรรกะเป็นการแสดงออกทางร่างกาย และการเคลื่อนไหวขอบเขตวิชาเป็นสิ่งที่ไม่สิ้นสุด ตัวอย่างเล็กน้อยของหลักการที่เข้าถึงวิชาเหล่านั้นผ่านอากัปกิริยาทางกายภาพหรือการเคลื่อนไหว เช่น การกัดเซาะของดิน การแบ่งเซลล์แบบไมโตซิส, การเปลี่ยนแปลงทางการเมือง อุปมานและอุปสงค์ การลบ (ของจำนวน), เทศกาลฉลอง (ของละคร),และความหลากหลายทางชีวภาพในระบบที่เกิดความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม การใช้หุ่นกระบอกอย่างง่ายสามารถทำให้เข้าถึงประสบการณ์การเคลื่อนไหวอย่างสร้างสรรค์ประณีต หรือ การเต้นรำ เช่น การเต้นตามจังหวะในช่องตารางได้

กลยุทธ์ที่ 4 Hands-On Thinking

นักเรียนที่มีการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว การใช้กล้ามเนื้อมัดเล็กอย่างมีประสิทธิภาพสูง ควรจะมีการเรียนอย่างเหมาะสมโดยวิชาปฏิบัติหรือการประดิษฐ์สิ่งต่าง ๆ ด้วยมือของเขา นักการศึกษาทั้งหลายรวบรวมวิธีการที่เหมาะสมไว้มากมาย ดังตัวอย่าง เช่น การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ รวมถึงการทดลอง หรือการทำงานในห้องปฏิบัติการในวิชาวิทยาศาสตร์ และการทำโครงงาน นักเรียนสามารถใช้แนวคิดการปฏิบัติ อาทิ เช่น การสร้างกระท่อมผนังดินที่สืบทอดกันมาของชนชาติอเมริกัน หรือการสร้างป่าฝนสามมิติสำหรับวิชานิเวศวิทยา เป็นต้น และสามารถขยายกลยุทธ์ธรรมดาในหลักสูตรอื่น ๆ อย่างหลากหลายได้เป็นอย่างดี สำหรับนักเรียนระดับสติปัญญาต่ำ นักเรียนสามารถเรียนการสะกดคำหรือคำศัพท์ใหม่ ๆ โดยใช้แม่พิมพ์ดินหรือเครื่องทำความสะอาดท่อ สำหรับนักเรียนระดับสติปัญญาสูงกว่า นักเรียนสามารถเข้าถึงหลักการอย่างชัดเจนสมบูรณ์โดยการปั้นดินหรือแกะสลักไม้หรืออื่น ๆ ดังตัวอย่างนักเรียนสามารถทำความเข้าใจคำว่า”ขาดแคลน”ได้ (ความรู้สึกเชิงเศรษฐศาสตร์) โดยใช้ดินเพียงอย่างเดียวเท่านั้นได้ และสามารถแชร์ผลผลิตให้คนอื่นทั้ง แนวคิด วิธีการคิดของเขาระหว่างการอธิบายในห้องเรียนได้

กลยุทธ์ที่ 5 Body Maps

ร่างกายมนุษย์สามารถเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเรียนการสอนที่สะดวกได้เมื่อเปลี่ยนแปลงจุดอ้างอิงหรือแผนที่สำหรับกลุ่มความรู้ที่เฉพาะเจาะจงหนึ่งตัวอย่างที่แสนธรรมดาที่สุดในวิธีการนี้เป็นการใช้นิ้วในการนับและคำนวณเช่น ระบบการนับนิ้วของ Chisanbop เป็นต้น เราสามารถใช้ร่างกายได้ในการแสดงสาระอื่น ๆ อย่างหลากหลาย ตัวอย่างในวิชาภูมิศาสตร์ร่างกายอาจจะเป็นตัวแทนของสหรัฐ (ศีรษะแทนรัฐทางเหนือแล้วรัฐฟลอริดาจะอยู่ตรงไหน) และสามารถใช้เป็นตัวแทนกลวิธีในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ดังตัวอย่างเช่น การคูณตัวเลขสองหลักด้วยตัวเลขหนึ่งหลัก เท้าทั้งสองสามารถแทนจำนวนตัวเลขสองหลักและเข่าขวาแทนตัวเลขหนึ่งหลัก,นักเรียนสามารถปฏิบัติการแก้ปัญหาดังนี้แตะที่เข่าขวาและเท้าขวาในการคูณจำนวนแรก (แสดงโดยการแตะที่โคนขา) แตะเข่าขวาและเท้าซ้ายในการคูณจำนวนในหลักที่สอง (แสดงโดยการแตะที่ท้อง) แตะโคนขาและท้อง (แสดงการบวกผลคูณทั้งสอง) และแตะศีรษะ (แสดงผลลัพธ์) โดยใช้การเคลื่อนไหวร่างกายนั้นแทนการแสดงกระบวนการคูณหรือแนวคิด นักเรียนจะสามารถเข้าใจในกระบวนการหรือแนวคิดได้ทีละน้อยจากการกระทำดังกล่าวได้

Armstrong (2018, pp. 59-60) ได้กล่าวถึง วัสดุและวิธีการสอนเพื่อพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวไว้ ดังนี้

1. การตอบคำถามโดยใช้ภาษากาย (Body Answer)
2. การใช้ร่างกายเป็นแผนที่ (Body Maps)
3. การทำห้องเรียนให้เหมือนโรงละคร (Classroom Theater)
4. เกมร่วมมือ และแข่งขัน (Competitive and Cooperative Games)
5. การทำกิจกรรมที่ยุ่ง ๆ “messy” เช่น ทำครัว ทำสวน เป็นต้น
6. การทำงานฝีมือ (Crafts)
7. การเคลื่อนไหวอย่างสร้างสรรค์ (Creative Movement)
8. กิจกรรมเดินทางไกล (Field Trips)
9. การคิดประดิษฐ์สิ่งต่างๆ (Hand-on Thinking)
10. ใช้หลักการการเคลื่อนไหว (Kinesthetic Concepts)
11. ใช้การดำเนินการทางคณิตศาสตร์ (Math Manipulatives)
12. กิจกรรมการแสดงท่าทางแทนคำพูด (Mime Activity)
13. การออกกำลังกายเพื่อการรับรู้ทางกายภาพ (Physical Awareness Exercises)
14. กิจกรรมพลศึกษา (Physical Education Activities)
15. การออกกำลังกายเพื่อความผ่อนคลายทางกายภาพ (Physical Relaxation Exercises)
16. การสร้างประสบการณ์ในการสัมผัสวัตถุ (Tactile Materials and Experiences)
17. การใช้จินตนาการเคลื่อนไหว (Use of Kinesthetic Imagery)
18. การใช้ภาษากาย/สัญญาณมือในการสื่อสาร (Using Body Language/Hand Signals to Communicate)
19. การใช้ซอฟท์แวร์แสดงสภาพความเป็นจริง (Virtual Reality Software)

Armstrong (2018, p. 102) ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ เรื่อง ทฤษฎีพหุปัญญาและสภาพแวดล้อมในห้องเรียน ดังนี้

1. เปิดพื้นที่ว่างไว้สำหรับการเคลื่อนไหวที่สร้างสรรค์ ประกอบด้วย มินิแทมโพลีน อุปกรณ์การเล่นกล และลูกบอลฝึกทรงตัว เป็นต้น
2. ศูนย์งานฝีมือ ประกอบด้วย ดิน เครื่องมือช่างไม้ และอุปกรณ์สนับสนุน บล็อกสำหรับก่อสร้าง (จำลอง) หรือ ตัวต่อ เป็นต้น
3. พื้นที่การเรียนรู้ประสาทสัมผัส ประกอบด้วย แผนที่จำลองที่มีลักษณะนูนเว้าตามภูมิศาสตร์, กล่องที่มีลักษณะผิวที่แตกต่างกัน และอักษรกระดาษทราย เป็นต้น
4. ศูนย์การแสดง ประกอบด้วย พื้นต่างระดับ อุปกรณ์ประกอบฉาก และโรงละคร เป็นต้น

Armstrong (2018, p. 181) ได้เสนอสื่อและแหล่งข้อมูล สำหรับการบูรณาการเทคโนโลยีการเรียนรู้ใหม่ ๆ พร้อมทั้งยกตัวอย่าง ดังนี้

1. Robotic และ Coding เช่น Lego Mindstorms
2. Interactive Exercise Games และ Sport เช่น Wii Fitness และ Wii sport
3. Virtual Reality Adventures เช่น Google Cardboard

4. Augmented Reality Experience เช่น Aurasma
5. Touchscreen Tecnology เช่น IOS และ Android
6. Motion Simulation Games เช่น Aerofly 2

Armstrong (2018, p. viii) ได้เพิ่มเติมในส่วนสุดท้ายของหนังสือเกี่ยวกับหลักการของ Growth Mindset ของ Carol Dweck (Spenner, 2017, pp. 53-56) ซึ่งเป็นกลุ่มของความเชื่อ หรือวิธีการคิดที่ส่งผลต่อพฤติกรรม มุมมองและทัศนคติโดยแบ่งประเภทของ Mindset เป็น 2 แบบด้วยกัน คือ Fixed Mindset กับ Growth Mindset ถ้ามีเป็นแบบ Growth Mindset จะเชื่อว่า ความฉลาดและความสามารถสร้างได้ด้วยการเรียนรู้ ให้ความสำคัญกับความพยายาม ชอบปัญหาและความท้าทาย มองว่า เป็นโอกาสในการเรียนรู้และพัฒนา ซึ่งอาร์มสตรองกล่าวว่า หลักการนี้จะเป็นส่วนส่งเสริมที่สำคัญต่อทฤษฎีพหุปัญญา

สรุป แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว มีดังนี้

เชาวน์ปัญญา (Intelligence) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ หรือการสร้างสรรค์ผลงานต่าง ๆ ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับบริบททางวัฒนธรรมในแต่ละแห่ง รวมทั้งความสามารถในการตั้งปัญหาเพื่อจะหาคำตอบ และเพิ่มพูนความรู้ เชาวน์ปัญญาของมนุษย์มีหลายด้านมีความสำคัญเท่าเทียมกัน ขึ้นอยู่กับว่าใครจะโดดเด่นในด้านไหนบ้าง แล้วแต่ละด้านผสมผสานกัน แสดงออกมาเป็นความสามารถในเรื่องใด เป็นลักษณะเฉพาะตัวของแต่ละคนไป เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว เป็นความสามารถในการควบคุมร่างกายทั้งหมด หรือ บางส่วนในการแสดงออกถึงความรู้สึกนึกคิด ความต้องการ ที่ต้องอาศัยกล้ามเนื้อมัดเล็ก มัดใหญ่ การประสานสัมพันธ์ระหว่างอวัยวะแต่ละส่วน และความสามารถของเชาวน์ปัญญาด้านนี้ พอสรุปได้สามประการ ได้แก่ 1) การใช้ส่วนของร่างกายในการแสดงความคิด และความรู้สึก 2) การใช้มือในการประดิษฐ์ และปรับปรุงซ่อมแซมสิ่งต่าง ๆ และ 3) การใช้ทักษะเฉพาะทางกาย นอกจากนี้ ความสัมพันธ์ระหว่างเชาวน์ปัญญาด้านนี้กับสมอง คือ การควบคุมร่างกายและการเคลื่อนไหวโดยอาศัยการสั่งการจากสมองหลาย ๆ ส่วน เช่น ซีรีเบลลัม บาซอลแกงเกลีย และมอเตอร์คอร์เทกซ์ เป็นต้น และการสั่งการจะเป็นไปด้วยดีนั้น ก็ต้องอาศัยสารสื่อประสาทต่าง ๆ ที่มากับเลือดซึ่งไปหล่อเลี้ยงสมอง เลือดจะไปได้ดีก็ต้องอาศัยการมีกิจกรรมทางกายที่ดี ซึ่งเป็นผู้มีเชาวน์ปัญญาด้านนี้สูงนั่นเอง

วิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว (Kinesiology)

ความหมายและความสำคัญของวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว

Knudson (2007, p. 1) ได้กล่าวถึง วิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว (อังกฤษ: Kinesiology) ว่าเป็นวิทยาศาสตร์ศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวของมนุษย์และสัตว์ วิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวว่าด้วยเรื่องสรีรวิทยา การเสนอวิธีรักษาด้านชีวภาพ หลักการจิตวิทยาพลวัตและกลไกการเคลื่อนไหว การประยุกต์วิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวสำหรับสุขภาพของมนุษย์นั้น รวมไปถึงเรื่องชีวกลศาสตร์ และการศัลยกรรมกระดูก อย่างความแข็งแกร่งและการเรียนรู้โดยการฝึก จิตวิทยาการกีฬา วิถีการฟื้นฟูอย่างเช่น การบำบัดทางร่างกายและกิจกรรมบำบัด และการกีฬาและการออกกำลังกาย การศึกษาการเคลื่อนไนของมนุษย์และสัตว์ อย่างรวมถึงการวัดระบบติดตามการเคลื่อนไหว, สรีรวิทยาไฟฟ้าของ

กิจกรรมกล้ามเนื้อและสมอง วิถีความหลากหลายของการดูแลสรีรวิทยาปกติ และพฤติกรรมต่าง ๆ รวมถึงเทคนิคการวิจัยด้านความรู้

Sporis, Badric, Prskalo, and Bonacin (2013) ได้ทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบ (Systematic review) เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว (Kinesiology) ไว้ดังนี้

1. ความหมายและความสำคัญของวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว

วิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว (kinesiology) เป็นการศึกษาเรื่องการเคลื่อนไหวของมนุษย์ โดยใช้องค์ความรู้ที่สำคัญทางด้านกายวิภาคศาสตร์ กลศาสตร์ และสรีรวิทยาเข้ามาประยุกต์ใช้ ดังนี้

1.1 นำมาใช้วิเคราะห์รูปแบบและท่าทางของการเคลื่อนไหวร่างกายที่เหมาะสมในกีฬาแต่ละประเภทหรือแต่ละชนิด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เล่นกีฬา หรือผู้ฝึกสอนกีฬาเข้าใจทักษะของการเคลื่อนไหวที่จำเป็นได้อย่างถูกต้อง

1.2 ช่วยให้ผู้เล่นกีฬาหรือผู้ฝึกสอนกีฬาสามารถที่จะนำทฤษฎีสำคัญที่เกี่ยวข้องกับหลักของวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวทางกลศาสตร์มาประยุกต์ใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัยในการเคลื่อนไหวร่างกายเป็นต้นว่า กฎแห่งการเคลื่อนไหวของนิวตันที่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเคลื่อนไหวของคนเรา หรือหลักของการเคลื่อนไหวร่างกายบนพื้นผิว (ฐานที่รองรับ) ในลักษณะต่าง ๆ หรือหลักของคานกับการเคลื่อนไหวร่างกาย

1.3 ช่วยให้ผู้เล่นกีฬาหรือผู้ฝึกสอนกีฬาสามารถที่จะเลือกรูปแบบ หรือพัฒนารูปแบบของทักษะกีฬาแต่ละชนิดที่นำมาใช้ฝึกหัด หรือฝึกสอนได้อย่างเหมาะสมกับรูปร่างของผู้เล่นกีฬา

1.4 ช่วยให้ผู้เล่นกีฬาหรือผู้ฝึกสอนกีฬาสามารถเลือกอุปกรณ์กีฬาทั้งในเรื่องของขนาด รูปทรงที่จะนำมาใช้ประกอบการเล่น หรือประกอบการฝึกทักษะของกีฬาแต่ละชนิดได้อย่างเหมาะสม

1.5 ช่วยให้ผู้เล่นกีฬาหรือผู้ฝึกสอนมีความเข้าใจ และตระหนักถึงความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ที่จะช่วยส่งเสริมความปลอดภัย และป้องกันการเกิดการบาดเจ็บจากการเล่นกีฬาหรือการเคลื่อนไหวที่ผิดลักษณะ

2. หลักการและทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมกีฬา ควรได้ทำความเข้าใจในเรื่องที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 กายวิภาคศาสตร์ (Anatomy) หมายถึง การศึกษาโครงสร้างรูปร่าง ลักษณะ ตำแหน่งที่ตั้งของอวัยวะต่างๆ ซึ่งในที่นี้จะเป็นการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับร่างกายของคนเรา

2.2 กลศาสตร์ (Mechanics) หมายถึง เป็นสาขาหนึ่งของวิทยาศาสตร์ที่ว่าด้วยพฤติกรรมของวัตถุทางกายภาพเมื่อถูกแรงกระทำหรือเมื่อมีการกระจัด

2.3 สรีรวิทยา (Physiology) หมายถึง เป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับหน้าที่ กลไก และกระบวนการควบคุมการทำงานของเซลล์ อวัยวะ หรือระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิต ในคนปกติสภาวะแวดล้อมภายในร่างกาย

2.4 ชีวกลศาสตร์ (Bio-mechanics) หมายถึง การนำความรู้ในวิชาชีววิทยาและกลศาสตร์มาประยุกต์ใช้ เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการใช้แรงภายในในการเคลื่อนไหวร่างกายของตนเอง และการใช้แรงปะทะกับแรงภายนอกของคนเราในขณะมีการเลื่อนไหว

3. รูปแบบและทักษะการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นในกิจกรรมกีฬา สรุปได้ดังนี้

กิจกรรมกีฬามีรูปแบบการเคลื่อนไหว 3 รูปแบบสำคัญ โดยแต่ละรูปแบบมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 การเคลื่อนไหวแบบย้ายตำแหน่งหรือการเคลื่อนไหวเชิงเส้น (Translator Motion or Linear Motion) หมายถึง การที่วัตถุหรือการที่ร่างกายของผู้เล่นเคลื่อนย้ายตำแหน่งจากจุดหนึ่งไปสู่อีกจุดหนึ่ง ซึ่งการเคลื่อนไหวดังกล่าวแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบ ประกอบด้วย 1) การเคลื่อนไหวเชิงเส้นเป็นเส้นตรง (Rectilinear Motion) เช่น การนั่งในรถยนต์ที่เคลื่อนไปบนถนนที่เป็นเส้นตรงหรือการเคลื่อนของลูกโบว์ลิ่งที่ถูกโยนให้กลิ้งไปตามลู่ทางวิ่งของลูกโบว์ลิ่ง 2) การเคลื่อนไหวเชิงเส้นเป็นเส้นโค้ง (Curvilinear Motion) เช่น การเคลื่อนที่ของลูกบาสเกตบอลที่นักบาสเกตบอลโยนออกไปในวิถีโค้งเพื่อให้ลงห่วง 3) การเคลื่อนไหวแบบผสมผสานกัน (Rectilinear Combine Curvilinear Motion) โดยมีทั้ง 2 รูปแบบ เช่น ท่าทางการเดินของคนเราเป็นการเคลื่อนไหวร่างกายที่มีการเคลื่อนไหวแบบผสมผสานทั้งเส้นตรงและเส้นโค้ง เมื่อพิจารณาการเคลื่อนไหวร่างกายขณะเคลื่อนที่ไปในแต่ละส่วน

3.2 การเคลื่อนไหวโดยการหมุนหรือการเคลื่อนไหวเชิงมุม (Rotatory Motion or Angular Motion) เป็นการเคลื่อนไหวของวัตถุหรือของร่างกายรอบจุดศูนย์กลางของการหมุน หรือ จุดศูนย์กลางของการเคลื่อนไหว การเคลื่อนไหวเชิงมุมแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบประกอบด้วย 1) การเคลื่อนไหวแบบหมุนอยู่นอกแกนของวัตถุ (angular motion) เช่น การแกว่งตัวของนักกีฬายิมนาสติกรอบบาร์เดี่ยว 2) การเคลื่อนไหวแบบหมุนโดยมีจุดหมุนซ้อนทับอยู่บนแกนกลางของจุดหมุน (rotation motion) เช่น การยืนตัวตรงหมุนบิดลำตัวสลับวนไปมาซ้าย-ขวา ในการทำท่ากายบริหาร

3.3 การเคลื่อนไหวแบบเชิงเส้นและเชิงมุมผสมผสานกัน (combine motion) เป็นการเคลื่อนไหวที่มีรูปแบบการผสมผสาน ทั้งการเคลื่อนไหวแบบเชิงเส้นและเชิงมุมในขณะเดียวกัน ซึ่งหากวิเคราะห์จะพบว่า เป็นภาพรวมของการเคลื่อนไหวโดยทั่วไปของคนเรา และการเคลื่อนไหวในการเล่นกีฬา ซึ่งการเคลื่อนไหวเหล่านี้เป็นการเคลื่อนไหวแบบเชิงเส้นและเชิงมุมผสมผสานกัน

4. ทักษะการเคลื่อนไหวที่นำมาใช้ในกิจกรรมกีฬา ทักษะที่สำคัญในการนำมาใช้หรือเกิดขึ้นในการเล่นกีฬามี 3 รูปแบบ ประกอบด้วย

4.1 ทักษะการเคลื่อนไหวที่อยู่กับที่ เป็นการเคลื่อนไหวร่างกายโดยไม่มีการย้ายตำแหน่ง เช่น การยืนก้ม-เงยของนักกีฬาในการทำท่ากายบริหาร

4.2 ทักษะการเคลื่อนไหวแบบเคลื่อนที่ เป็นการเคลื่อนไหวร่างกายโดยมีการย้ายตำแหน่ง เช่น การกระโดดไปข้างหน้า

4.3 ทักษะการเคลื่อนไหวแบบประกอบอุปกรณ์ เป็นทักษะที่มีการเคลื่อนไหวทั้งแบบเคลื่อนที่และไม่เคลื่อนที่โดยมีอุปกรณ์กีฬาประกอบขณะเคลื่อนไหว เช่น การยืนฝึกเล่นลูกบอลสองมือล่าง (ลูกอันเดอร์) อยู่กับที่แล้วเคลื่อนที่ไปมา

5. หลักการและทฤษฎีของวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว

จากความหมายและความสำคัญของวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวและองค์ความรู้ที่กล่าวมาข้างต้น เมื่อนำมาวิเคราะห์จะได้หลักการของวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

5.1 หลักการทั่วไปของวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว

วิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวเกิดจากการนำองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวทางร่างกายมนุษย์ (Anatomical Kinesiology) และองค์ความรู้ทางด้านวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวทางกลศาสตร์ (Mechanical Kinesiology) มาบูรณาการเป็นองค์ความรู้ที่นำมาใช้วิเคราะห์รูปแบบการเคลื่อนไหวร่างกายของคนเราในขณะปฏิบัติกิจกรรมกีฬาหรือกิจกรรมโดยทั่วไป เพื่อให้ได้รูปแบบของการเคลื่อนไหวที่มีประสิทธิภาพและเกิดประสิทธิผล เกิดความปลอดภัยในขณะปฏิบัติกิจกรรม

5.2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวร่างกาย

จากหลักการทั่วไปของวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวมีองค์ความรู้ที่เกี่ยวข้องที่สำคัญอยู่ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้ด้านร่างกายมนุษย์หรือด้านกายวิภาคศาสตร์ และส่วนที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้ด้านกลศาสตร์และเมื่อวิเคราะห์ลักษณะของการเคลื่อนไหวร่างกายจะสรุปได้ว่า

5.2.1 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวร่างกายของเรา

การเคลื่อนไหวร่างกายของคนเราต้องอาศัยการทำงานร่วมกันระหว่างระบบต่างๆ ในร่างกาย ระบบที่ทำหน้าที่โดยตรงและมีความเกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวร่างกายอย่างชัดเจนจะประกอบไปด้วยระบบกล้ามเนื้อ ระบบโครงร่าง (ข้อต่อ) และระบบประสาท ระบบประสาทจะทำหน้าที่เป็นตัวการในการสั่งงานในร่างกาย ส่วนระบบกล้ามเนื้อจะทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดของแรง ซึ่งเป็นผลมาจากการหดตัวของกล้ามเนื้อ ระบบโครงร่าง โดยเฉพาะในส่วนที่เกี่ยวข้องกับ ข้อต่อ ซึ่งเป็นบริเวณรอยต่อของชิ้นกระดูก จะทำหน้าที่เป็นจุดหมุน เมื่อกล้ามเนื้อหดตัวจะส่งแรงดึงรั้งกระดูกโดยอาศัยข้อต่อเป็นจุดหมุนที่คอยควบคุมทิศทางและขอบเขตของการเคลื่อนไหว”

5.2.2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับองค์ความรู้ทางด้านกายวิภาคศาสตร์

ความรู้ทางด้านกายวิภาคศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวร่างกายที่นักเรียนควรทราบ มีเรื่องสำคัญที่เกี่ยวข้องต่อไปนี้

ข้อต่อกับลักษณะการเคลื่อนไหวของร่างกาย

ข้อต่อ (Joints) หมายถึง บริเวณรอยต่อระหว่างกระดูกกับกระดูกหรือระหว่างกระดูกกับกระดูกอ่อน หรือกระดูกอ่อนกับกระดูกอ่อนมาเชื่อมต่อกัน โดยมีเอ็นหรือพังผืดมาเป็นตัวช่วยยึดเหนี่ยว

1) การจำแนกชนิดของข้อต่อ หากจำแนกชนิดของข้อต่อตามลักษณะรูปแบบประสิทธิภาพของการเคลื่อนไหว จะแบ่งได้ 3 ชนิด ได้แก่ (1) ข้อต่อที่เคลื่อนไหวไม่ได้เลย (Fibrous or Immovable Joints) เป็นข้อต่อที่หน้ารอยต่อ ของกระดูกยึดติดกันด้วยเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่เป็นพังผืด (Fibrous Connective Tissue) หรือลักษณะ การเชื่อมต่อของกระดูกที่มีร่องรอยหยักคล้ายฟัน (Suture) ซึ่งลักษณะดังกล่าวจะเห็นได้ชัดเจนบริเวณกะโหลกศีรษะ เช่น บริเวณรอยต่อระหว่างกระดูกหน้าผากกับกระดูกข้างศีรษะ (Coronal Suture) รอยต่อระหว่างกระดูกข้างศีรษะและกระดูกท้ายทอย (Suture Lombdoidal) (2) ข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้เล็กน้อย (Cartilaginous or Slightly Movable Joints) เป็นข้อต่อที่หน้ารอยต่อของกระดูกยึดติดกันด้วยกระดูกอ่อน (Cartilage) ตำแหน่งของข้อต่อบริเวณนี้ ได้แก่ ข้อต่อระหว่างชั้นของกระดูกสันหลัง (Intervertebral Discs) ข้อต่อระหว่างกระดูกหัวเหน่า (Interpubic Joint) (3) ข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้มากที่สุด (Synovial or Freely Movable Joints)

เป็นข้อต่อที่พบได้เกือบทุกจุดในร่างกาย และเป็นข้อต่อที่ใช้ในการเคลื่อนไหวร่างกายมากท่สุด ลักษณะข้อต่อชนิดนี้จะมีส่วนปลายของกระดูกเชื่อมติดด้วยเอ็น (Hyaline Cartilage) หุ้มอยู่และล้อมรอบด้วยถุงหุ้มข้อต่อ (Fibrous Capsule) โดยมีเนื้อเยื่อบางๆ (Synovial Membrane) ทำหน้าที่ขับน้ำหล่อลื่นให้ข้อต่อเคลื่อนไหวได้สะดวก บริเวณที่พบข้อต่อชนิดนี้ ได้แก่ ข้อต่อที่สะโพก (Hip Joint) ข้อต่อที่หัวไหล่ (Shoulder Joint) หัวเข่า (Knee Joint) ข้อต่อที่ข้อศอก (Elbow Joint)

2) รูปร่างและลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้มาก ข้อต่อที่เคลื่อนไหวได้มาก (Synovial Joints) แบ่งตามรูปร่างและลักษณะการเคลื่อนไหวของข้อต่อได้ 6 รูปแบบ ดังนี้ (1) ข้อต่อรูปบานพับ (Hinge Joint) เป็นข้อตอที่เคลื่อนไหวทำมุมได้ทางเดียวคล้ายกับบานพับประดู โดยมีลักษณะหน้าต่อของกระดูกชิ้นหนึ่งเล็ก และอีกชิ้นหนึ่งนูน ประกอบกันเป็นข้อต่อข้อต่อที่มีรูปร่างและการเคลื่อนไหวในลักษณะนี้ เช่น ข้อต่อที่ข้อศอก (Elbow Joint) หรือข้อต่อของขากรรไกรล่าง (Temporomandibular Joint) (2) ข้อต่อรูปร่างแปลก หรือมีรูปร่างไม่แน่นอน (Condyloid or Plane Joint) เป็นข้อต่อที่ไม่มีแกนในการเคลื่อนไหว การเคลื่อนที่ของข้อต่อจึงเป็นไปในลักษณะเลื่อนไถลไปมา ข้อต่อที่มีรูปร่างและลักษณะการเคลื่อนไหวแบบนี้ เช่น ข้อต่อที่ข้อมือ (Radiocarpal Joint) (3) ข้อต่อรูปอานม้า (Saddle Joint) เป็นข้อต่อที่ปลายกระดูกชิ้นหนึ่งมีลักษณะคล้ายอานม้า อีกชิ้นหนึ่งมีลักษณะนูนสอดทับกัน ทำให้สามารถเคลื่อนไหวได้ 2 ทาง คือ เคลื่อนไหวในลักษณะงอ-เหยียด (Flexion-extension) กางออก-หุบเข้า (Abduction-adduction) ข้อต่อที่มีรูปร่างและลักษณะการเคลื่อนไหวแบบนี้ เช่น ข้อต่อของกระดูกฝ่ามือของนิ้วหัวแม่มือกับกระดูกข้อมือชิ้นที่ 1 (4) ข้อต่อรูปไข่ (Ellipsoidorovoid Joint) เป็นข้อต่อที่ปลายกระดูกชิ้นหนึ่งมีลักษณะคล้ายไข่ (นูนกลม) เข้าไปประกบกับกระดูกอีกชิ้นหนึ่งทำให้สามารถเคลื่อนไหวในลักษณะการเคลื่อนไปข้างหน้า การเคลื่อนไปข้างหลังและข้างๆ ในลักษณะงอและเหยียดได้ ข้อต่อที่มีรูปร่างและลักษณะการเคลื่อนไหวแบบนี้ เช่น ข้อต่อของกระดูกระหว่างกระดูกปลายแขนด้านนอก (Radius Bone) กับ กระดูกข้อมือ (Carpal Bone) (5) ข้อต่อรูปบอลในเบ้า (Ball and Socket Joint) เป็นข้อต่อที่มีหัวกระดูกชิ้นหนึ่งมีลักษณะกลมสวมลงไปที่ปลายกระดูกอีกชิ้นที่มีลักษณะเป็นบ่อหรือเบ้ากลวงข้อต่อในลักษณะนี้สามารถหมุนได้รอบตัวทั้งในลักษณะการงอ เหยียด กางออก หุบเข้า หมุนเป็นกรวยหรือหมุนไปรอบตัว ข้อต่อที่มีรูปร่างและลักษณะการเคลื่อนไหวแบบนี้ เช่น ข้อต่อสะโพก (Hip Joint) ข้อต่อบริเวณหัวไหล่ (Shoulder Joint) (6) ข้อต่อรูปไขควง (Pivot Joint) เป็นข้อต่อที่ปลายกระดูกชิ้นหนึ่งสอดเข้าไปในกระดูกอีกชิ้นหนึ่งที่เป็นวงทำให้สามารถหมุนได้รอบตัวข้อต่อที่มีรูปร่างและลักษณะการเคลื่อนไหว

Seidler (2011) ได้ศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ของระบบประสาทของการเรียนรู้การเคลื่อนไหว (Motor Learning) การส่งผ่านความรู้ (Transfer of Learning) และการเรียนรู้เพื่อการเรียนรู้ (Learning to Learn) พบว่า บนฐานของระบบประสาทการปรับตัว Sensorimotor การศึกษาล่าสุดแสดงให้เห็นว่า Cerebellar และ Striatal Thalamocortical ทางเดินที่นำไปสู่ช่วงการเรียนรู้ ถ่ายโอนการเรียนรู้ที่เกี่ยวข้องกับการลดการมีส่วนร่วมของเครือข่ายช่วงการเรียนรู้ และเพิ่มความเชื่อมั่นในซีรีเบลลัม เพิ่มระบบประสาทของการเรียนรู้การเรียนรู้ยัง ถูกกำหนด แต่น่าจะเกี่ยวข้องกับการทำงานเพิ่มขึ้นก่อนการเรียนรู้ทั่วไป

Ehsani, Abdollahi, Ali, Bandpei, Zahiri and Jaberzadeh (2015) ได้ศึกษาเรื่อง การเรียนรู้การเคลื่อนไหว และประสิทธิภาพการเคลื่อนไหวของผู้ใหญ่อายุมากกว่าและผู้ใหญ่อายุน้อยกว่า การวิเคราะห์ข้อมูลแสดงให้เห็นว่า เวลาตอบสนองระหว่างการเรียนออนไลน์และออฟไลน์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .001 โดยผู้ใหญ่อายุน้อยกว่าแสดงให้เห็นว่าใช้เวลาสั้นกว่าทั้งการเรียนรู้แบบออนไลน์และออฟไลน์ แต่ผู้ใหญ่อายุมากกว่าแสดงให้เห็นเฉพาะการเรียนรู้แบบออนไลน์เท่านั้น ผลของการศึกษาปัจจุบันมีหลักฐานที่ว่า ผู้ใหญ่ที่อายุมากกว่าสุขภาพดีจะสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของการทำแบบฝึกหัด และเรียนรู้ทักษะการเคลื่อนไหวประสบความสำเร็จในรูปแบบของการเรียนรู้ออนไลน์

Sullivan, Kantak and Burtner (2008) ได้ศึกษาเรื่อง การเรียนรู้การเคลื่อนไหวในเด็ก: กรณีสะท้อนความคิดเห็นทักษะการจัดหาทรัพยากรสารสนเทศ พบว่า เด็กใช้ผลป้อนกลับในลักษณะแตกต่างจากของผู้ใหญ่ การเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้การเคลื่อนไหว เด็กอาจต้องใช้ระยะเวลานานในการปฏิบัติ และจะลดลงเรื่อย ๆ เมื่ออายุมากขึ้น

Ermutlu, Yu cesir, Eskikurt, Temel and Isoglu-Alkac (2014) ได้ศึกษาเรื่อง ความแตกต่างของการทำงานของคลื่นไฟฟ้าสมองระหว่างนักเต้นและนักกีฬา Fast Ball พบว่า การวัดคลื่นไฟฟ้าสมองนักเต้นอาชีพและนักกีฬา Fast Ball อาชีพ และกลุ่มควบคุมสุขภาพ จำนวน 11 คน กลุ่มนักกีฬา Fast Ball มีความถี่พลังงานคลื่นไฟฟ้าสมอง เดลต้าและธีต้าสูงกว่ากลุ่มนักเต้นและกลุ่มควบคุมและแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในทางกลับกันกลุ่มนักเต้นมีความสูงของคลื่นไฟฟ้าสมอง แอลฟาและเบต้าสูงกว่ากลุ่มนักกีฬา Fast Ball และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผลลัพธ์ชี้ว่า การฝึกทางกายภาพสามารถทำให้เกิดคลื่นไฟฟ้าสมองขณะพักได้ ความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมองขณะพักระหว่างนักเต้นและนักกีฬา fast ball สามารถบอกได้ว่า พรสวรรค์เป็นการกำหนดจากธรรมชาติและสามารถยืดหยุ่นเปลี่ยนแปลงได้

Keogh, Kilding, Pidgeon, Ashley and Gillis (2009). ได้ทบทวนวรรณกรรม เรื่อง ประโยชน์ทางกายภาพการเต้นรำต่อสุขภาพของผู้สูงอายุ ว่า การเต้นรำเป็นโหมดของกิจกรรมทางกายที่อาจทำให้ผู้สูงอายุพัฒนาหน้าที่ทางกายภาพ สุขภาพ และความเป็นอยู่ของเขา อย่างไรก็ตามไม่มีการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับประโยชน์ทางกายภาพของการเต้นรำสำหรับสุขภาพผู้สูงอายุเผยแพร่ในวรรณกรรมทางวิทยาศาสตร์ การใช้ฐานข้อมูลและคำสำคัญที่เกี่ยวข้องจาก15 การฝึก และ 3 การเรียนรู้พยาบาลที่พบการรวมเกณฑ์การสอบทาน หลักฐานระดับเกรด B ชี้ว่าผู้สูงอายุสามารถพัฒนาพลังแอโรบิก, ความอดทนของกล้ามเนื้อต่ำ, ความแข็งแรงและความยืดหยุ่น, ความสมดุล,ความคล่องแคล่ว ผ่านการเต้นรำ หลักฐานระดับเกรด C ชี้ว่า การเต้นรำอาจพัฒนามวลกระดูกและพลังกล้ามเนื้อเช่นเดียวกับการลดความเสี่ยงต่อสุขภาพเกี่ยวกับความชุกของการล้มและโรคหลอดเลือดหัวใจ การวิจัยเพิ่มเติมเป็นความต้องการการกำหนดประสิทธิภาพของความแตกต่างรูปแบบการเต้น ประสิทธิผลสัมพัทธ์ของรูปแบบเหล่านี้ของการเต้นรำเปรียบเทียบกับโหมดการออกกำลังกายอื่น ๆ และวิธีดีที่สุดคือ การมีส่วนร่วมของผู้สูงอายุในการเต้นรำ

Chatterjee, Dey, and Adhikary (2014) ได้กล่าวไว้ในการศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบการเรียนการทรงตัวและยืดหยุ่นระหว่างนักเต้นเด็กหญิงและเด็กหญิงที่ไม่ใช่นักเต้น ว่า การเต้นเป็นรูปแบบหนึ่งของศิลปะที่เกี่ยวข้องกับจังหวะการเคลื่อนไหวของร่างกายไปตามเสียงดนตรี การเคลื่อนไหวของร่างกายมนุษย์ ขณะกำลังเต้นสามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงขนาดปานกลางของการสื่อสารความรู้สึกและอารมณ์ รวบรวมการเคลื่อนไหว การสร้างสรรค์ และการปฏิบัติเข้าด้วยกัน การเต้นช่วยขยายขีดจำกัดของความสามารถทางกายภาพของมนุษย์ การแสดงออก และจิตวิญญาณ เมื่อนำการเต้นเพื่อสุขภาพมาใช้สามารถเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากวิธีหนึ่งที่สร้างสุขภาพที่ยั่งยืนและสามารถกล่าวได้ว่าการเต้นนั้นจูงใจและกระตุ้นให้เยาวชนมีกิจกรรมทางกาย เป็นการออกกำลังกายที่ไม่เป็นการแข่งขันทำให้เกิดผลสะท้อนที่ดีต่อสุขภาพทางร่างกายและจิตใจ เยาวชนหญิงสามารถมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางกายผ่านการเต้นได้

สรุปว่า การใช้วิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหวทำให้มีความเข้าใจในการจัดกิจกรรมให้เหมาะสม เกิดการพัฒนาร่างกาย สติปัญญาได้ กิจกรรมการเต้นได้หากวิเคราะห์ถึงทักษะการเคลื่อนไหวที่นำมาใช้ในกิจกรรมแล้ว ก็จะมีลักษณะเช่นเดียวกับรูปแบบการเคลื่อนไหวต่าง ๆ คือ เป็นทักษะการเคลื่อนไหวแบบผสมผสานทั้งสิ้น

ตอนที่ 2 ปัจจัยที่มีต่อเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว

เพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไปและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ดุลยา จิตตะยโศธร (2551) ได้กล่าวไว้ในเรื่อง บทบาททางเพศ: ในทัศนะของนักจิตวิทยาว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการกำหนดบทบาททางเพศ ดังนี้

1. ปัจจัยทางด้านชีวภาพ โดยปัจจัยนี้จะเป็นตัวกำหนดความแตกต่างทางกายภาพระหว่างเพศชายและเพศหญิง เช่น ความแตกต่างของอวัยวะเพศ ความแตกต่างของโครงสร้างร่างกาย ตลอดจนการทำงานของอวัยวะต่าง ๆ ซึ่งความแตกต่างระหว่างเพศชายและเพศหญิงนั้น ส่วนหนึ่งเป็นเพราะได้รับอิทธิพลจากฮอร์โมนเพศที่แตกต่างกันโดยเพศชายมีฮอร์โมนแอนโดรเจนที่ทำให้มีลักษณะภายนอกและ มีพฤติกรรมเป็นบุรุษเพศทั่วไป เช่น รูปร่างใหญ่โตและมีความแข็งแรง ส่วนเพศหญิงมีฮอร์โมนเอสโตรเจนและโปรเจสเตอร์โรนที่ทำให้มีลักษณะภายนอกและพฤติกรรมเป็นสตรีเพศทั่วไป เช่น มีรูปร่างเล็กบอบบาง มีประจำเดือน และตั้งครรภ์ ตลอดจนมีน้ำนมในการเลี้ยงดูบุตรได้

2. ปัจจัยทางด้านสภาพแวดล้อม โดยปัจจัยนี้จะมีอิทธิพลในการหล่อหลอมลักษณะความเป็นชายหรือความเป็นหญิงให้เกิดขึ้นแก่มวลสมาชิกตามที่สังคมนั้น ๆ คาดหวัง เช่น วิธีการอบรมเลี้ยงดูของพ่อแม่จะมีอิทธิพลต่อการเรียนรู้บทบาททางเพศในเด็ก คือ ถ้าพ่อแม่อบรมให้เด็กมีพฤติกรรมเป็นไปตามบทบาทที่ตรงตามเพศของเด็ก เด็กจะมีลักษณะตรงตามเพศของตนสูง นอกจากการอบรมเลี้ยงดูของพ่อแม่แล้วความคาดหวังของสังคมยังมีผลต่อพัฒนาการด้านบทบาททางเพศของเด็กด้วย

แนวคิดในปัจจุบันเชื่อว่าบทบาททางเพศมิได้แยกบุคคลเป็นเพียงผู้ที่มีลักษณะความเป็นชายกับผู้มีลักษณะเป็นหญิงเท่านั้น ทั้งนี้เนื่องจากบุคคลมิใช่มีแต่ลักษณะความเป็นชายหรือลักษณะความเป็น

หญิงอย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียวแต่ทั้งเพศชายและเพศหญิงต่างมีลักษณะทั้งสองอยู่ในตนเอง เพียงแต่ว่าในผู้ชายส่วนมากจะมีลักษณะความเป็นชายสูงกว่าผู้หญิงและในส่วนผู้หญิงส่วนมากก็จะมีลักษณะความเป็นผู้หญิงสูงกว่าผู้ชาย นอกจากนี้ลักษณะความเป็นชาย-หญิงต่างก็เป็นอิสระแยกจากกัน คือในบุคคลหนึ่งเมื่อมีลักษณะหนึ่งสูงแล้วก็ไม่จำเป็นต้องมีอีกลักษณะหนึ่งต่ำเสมอไป ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่ผู้หญิงและผู้ชายบางรายอาจจะมีลักษณะความเป็นชายและลักษณะความเป็นหญิงสูงทั้งคู่ หรือต่ำทั้งคู่

กัญญภัค แมกกี้ และผจญ คำชูสังข์ (2560) ได้ศึกษาเรื่อง ความหลากหลายทางเพศตามทัศนะทฤษฎีจิตวิทยาบุคลิกภาพและพุทธปรัชญาเถรวาท พบว่า ในทัศนะทฤษฎีจิตวิทยาบุคลิกภาพมนุษย์มีทั้งความเป็นหญิงและความเป็นชายอยู่ในตัว ความหลากหลายทางเพศนั้นเกิดจากการเลี้ยงดูในวัยเด็กและการเลียนแบบบทบาททางเพศจากครอบครัวและสิ่งแวดล้อมทางสังคม สิ่งแวดล้อมมีอิทธิพลในการหล่อหลอมลักษณะความเป็นหญิงและความเป็นชาย ให้เกิดขึ้นตามที่สังคมนั้น ๆ คาดหวัง และในทัศนะพุทธปรัชญานั้นว่า เป็นความหลากหลายตามธรรมชาติอันเกิดจากกรรม พุทธปรัชญาไม่ได้ให้ความสำคัญในส่วนที่เป็นเพศ แต่ให้ความสำคัญที่การกระทำเป็นหลักเพราะทุกเพศล้วนทำกรรมดีได้และบรรลุธรรมได้ทั้งหมด นอกจากนี้การปรับดุลยภาพควรมุ่งไปที่การรับรู้อัตลักษณ์แห่งตน การเข้าใจตนเองตามความคาดหวังที่ตนเองนั้นอยากเป็น การ แสดงบทบาททางเพศที่เหมาะสมกับภาวะของตนและภาวะเพศที่ตนอยากเป็น ซึ่งเน้นการควบคุมพฤติกรรมภายนอก ส่วนของพุทธปรัชญามีกระบวนการปรับดุลยภาพความหลากหลายทางเพศ โดยเน้นการกระทำทางกาย วาจา และใจให้ถูกต้อง คำนึงถึงบทบาทและหน้าที่ของตนที่ต้องปฏิบัติต่อผู้อื่นอย่างเหมาะสม ต้อง ตระหนักรู้ถึงฐานจิต ตามจริตของตนแล้วปรับจริตที่แสดงออกเป็นพฤติกรรมเหมาะสมอย่างมีดุลยภาพ ซึ่งเน้นที่การพัฒนาจิตหรือความคิดภายในก่อนพัฒนาพฤติกรรมภายนอก เพื่อให้พฤติกรรมภายในควบคุมพฤติกรรมภายนอก

ชวนพบ เอี่ยวสานุรักษ์, จุลลดา จุลเสวก, ภูวดล บัวบางพลู และเจนจบ สุขแสงประสิทธ์ (2560) ได้ศึกษาเรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างเพศ สาขาวิชา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและบุคลิกภาพ กับแบบการเรียนของนักศึกษาครู พบว่า รูปแบบการเรียน (Learning Style) มีความสัมพันธ์กับเพศอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งเป็นเพราะว่า สังคมไทยมีการอบรมเลี้ยงดูเด็กชายและเด็กหญิงต่างกัน เด็กหญิงมักถูกอบรมให้ปฏิบัติตาม กรอบประเพณีทำให้มีแนวโน้มเป็นผู้ปฏิบัติตาม และต้องการความช่วยเหลือจากภายนอกสูงกว่า เด็กชาย และโดยธรรมชาติแล้วเด็กชายมักจะแข็งแรงและช่วยเหลือตัวเองได้ดีกว่าเด็กหญิง ดังนั้น นักเรียนที่มีเพศต่างกันน่าจะมีรูปแบบการเรียนที่แตกต่างกันด้วย

Kaur (2014) ได้ศึกษาเรื่อง ความแตกต่างทางเพศของวัยรุ่นในพหุปัญญากับความสัมพันธ์ในแต่ระดับชั้น พบว่า กลุ่มตัวอย่างส่วนใหญ่มีค่าเฉลี่ยของเชาวน์ปัญญาทั้ง 8 ด้าน และวัยรุ่นชาย เกรด 8 มีเชาวน์ปัญญาด้านมิติสัมพันธ์สูงกว่าวัยรุ่นหญิง ในเกรด 9 เพศมีนัยสำคัญทางสถิติแตกต่างกันในเชาวน์ปัญญาด้านดนตรี ด้านตรรกะและคณิตศาสตร์ ด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว และด้านธรรมชาติวิทยา และพบอีกว่า เกรด 9 วัยรุ่นหญิงดีกว่าชายตรงข้ามกันเกรด 8 วัยรุ่นชายดีกว่าวัยรุ่นหญิง

Perez, Nieto, Otero, Amengual, and Manzano (2014) ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างพหุปัญญา การปฏิบัติการเคลื่อนไหว และผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการของนักเรียนมัธยมศึกษา พบว่า คะแนนของเด็กผู้หญิงสูงกว่าในเชาวน์ปัญญาด้านภาษาศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์ และด้านการรู้จักและเข้าใจ

ตนเอง และนักเรียนที่อายุมากกว่ามีนัยสำคัญทางสถิติสูงกว่าด้านภาษาศาสตร์และด้านธรรมชาติวิทยา เชาวน์ปัญญาด้านตรรกะและคณิตศาสตร์มีนัยสำคัญทางสถิติกับการปฏิบัติการทางวิชาการและเป็นเชาวน์ปัญญาที่ดีกว่าในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวมีนัยสำคัญทางสถิติ เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเคลื่อนไหว และเป็นเชาวน์ปัญญาที่ดีที่สุดในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ สุดท้ายตัวชี้วัดที่เด็กนักเรียนทำคะแนนดีกว่าในแบบทดสอบการเคลื่อนไหว ผู้ที่ได้คะแนนในผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการสูงกว่าและพหุปัญญาทั้งหมด ยกเว้น เชาวน์ปัญญาด้านดนตรี

Punia and Jyoti (2016) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของเพศในปัจจัยพื้นฐานของพหุปัญญาในหมู่เด็กไปโรงเรียน พบว่า เชาวน์ปัญญาด้านภาษาศาสตร์ของเด็กชายและเด็กหญิงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และทักษะทางภาษาเด็กหญิงดีกว่าเด็กชาย การคิดวิเคราะห์เด็กชายดีกว่าเด็กหญิง ซึ่งเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญาด้านตรรกะและคณิตศาสตร์และเชาวน์ปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ เด็กชายและเด็กหญิงมีการตอบสนองแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติอย่างมีประสิทธิภาพ และเชิงลึกเชาวน์ปัญญาด้านดนตรีและธรรมชาติวิทยา ไม่แตกต่างกันแต่แตกต่างกันในเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว และยังพบว่า เด็กหญิงมีการแสดงออกมากกว่าเด็กชายในด้านการประสานสัมพันธ์และไม่อยู่กับที่ของเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว แต่ไม่แตกต่างกันซึ่งเกี่ยวกับเชาวน์ปัญญาด้านการรู้จักและเข้าใจตนเองและด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลในขณะที่เด็กหญิงนำเด็กชายในเรื่องภาวะผู้นำแต่เด็กชายมีความมั่นคงทางอารมณ์มากกว่าเด็กหญิง

Agarwal and Suraksha (2017) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเปรียบเทียบ พหุปัญญาระหว่างนักเรียนชายและหญิงระดับ 6 พบว่า นักเรียนชายและหญิงการอ้างอิงพหุปัญญาไม่มีความแตกต่าง นักเรียนชายมีนัยสำคัญทางสถิติในเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวและด้านธรรมชาติวิทยามากกว่านักเรียนหญิง นักเรียนชายมีเชาวน์ปัญญาด้านตรรกะและคณิตศาสตร์ ด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว และด้านธรรมชาติวิทยามากกว่านักเรียนหญิง และนักเรียนหญิงมีเชาวน์ปัญญาด้านภาษาศาสตร์ ด้านมิติสัมพันธ์ ด้านดนตรี ด้านการรู้จักและเข้าใจตนเอง ด้านความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลและด้านการดำรงชีวิต มากกว่านักเรียนชาย

Aleksic and Ivanovic (2017) ได้ศึกษาเรื่อง เพศและพหุปัญญาของวัยรุ่นตอนต้นกับตัวทำนายความชอบของการเล่นเกม พบว่า นักเรียนมีคะแนนสูงขึ้นในส่วนของเชาวน์ปัญญาด้านการรู้จักและเข้าใจตนเอง เมื่อเล่นเกมดิจิทัลมากขึ้นในขณะเชาวน์ปัญญาด้านมิติสัมพันธ์ และด้านธรรมชาติมากขึ้น แต่เล่นเกมน้อยลง นักเรียนส่วนใหญ่ (41.6%) เล่นเกมดิจิตอลนานกว่าห้าปี วัยรุ่นตอนต้นชายชื่นชอบเล่นเกมกีฬาและเกมแอคชั่น ขณะที่วัยรุ่นตอนต้นหญิง มีแนวโน้มชอบเกมตรรกะ ออนไลน์ และผจญภัย เกม Action เกม Shooter เกม Platform และเกมผจญภัยได้รับการชื่นชอบในการเล่นโดยนักเรียนที่มีคะแนนสูงในเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว และเกมกีฬาประเภทการต่อสู้เกมนี้เป็นที่ชื่นชอบของนักเรียนคะแนนสูงกว่าในเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวเช่นกัน เกมกลยุทธ์เป็นที่ชื่นชอบสำหรับนักเรียนที่มีคะแนนต่ำในเชาวน์ปัญญาด้านดนตรี การค้นพบสนับสนุนลักษณะผู้นำ

ทางจิตวิทยาการเลือกสื่อและพฤติกรรมพื้นฐานการเล่นเกมเพื่อนำมาสร้างมากขึ้นจะเป็นแรงจูงใจในการยกระดับกลุ่มของทักษะพิเศษ

Sener and Cokcalıskan (2018) ได้ศึกษาเกี่ยวกับพหุปัญญาและสไตล์การเรียนจากแบบสอบถาม The Perceptual Learning-Style Preference Questionnaire (PLSPQ) และการทำรายการพหุปัญญา พบว่า นักเรียนมีสไตล์การเรียนครบทุกสไตล์แต่ที่มากที่สุดคือ การเรียนรู้จากการสัมผัสและการฟัง เชาวน์ปัญญาสามกลุ่ม ด้านธรรมชาติวิทยา ด้านมิติสัมพันธ์และด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวได้คะแนนสูงสุด การวิเคราะห์บ่งชี้ได้ว่ามีนัยสำคัญทางสถิติแตกต่างกันระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง และพบอีกว่า ส่วนใหญ่ชนิดของเชาวน์ปัญญาและสไตล์การเรียนรู้มีความสัมพันธ์เชิงบวกระดับปานกลาง

สรุป นักเรียนระดับประถมศึกษามีอายุอยู่ในช่วง 10-12 ปี เป็นช่วงที่มีการพัฒนาทางด้านร่างกายมาก เด็กหญิงจะมีการเติบโตเร็วกว่าเด็กชาย กล้ามเนื้อมัดใหญ่และเล็ก และการเคลื่อนไหว จะมีการพัฒนาอย่างสมบูรณ์ เป็นเวลาที่เหมาะสมต่อการส่งเสริมให้ร่างกายหลาย ๆ ส่วนทำงานคล่องแคล่วประสานกัน โดยการฝึกฝนผ่านการทำกิจกรรมทั้งงานบ้านและการเล่นกีฬาอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ รวมทั้งด้านอารมณ์ สังคม และจริยธรรม นอกจากนี้ ลักษณะของเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของเพศชาย และเพศหญิงมีความแตกต่างกัน โดยส่วนมากเพศชายสูงกว่าเพศหญิง ผู้ที่มีเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวสูงจะทำคะแนนเกี่ยวกับการเคลื่อนไหวได้ดีกว่า และชอบเล่นเกมที่เกี่ยวกับเอ็กเซอร์ไซส์เกมมากกว่า เด็กหญิงมีการแสดงออกมากกว่าเด็กชายในด้านการประสานสัมพันธ์และไม่อยู่กับที่ของเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว แต่การแสดงพฤติกรรมของเด็กออกมานั้น ควรแสดงออกอย่างเหมาะสมกับเพศของตน และใช้การควบคุมพฤติกรรมจากภายในคือจิตใจที่ดีงาม มาควบคุมพฤติกรรมภายนอกคือ กาย ดังนั้น เพศและลักษณะเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวเป็นอย่างยิ่ง

สมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness)

พรพิมล ศรีสุวรรณ, สุทธิลักษณ์ ตั้งกีรติชัย และนิรมล พัจนสุนทร (2553) ได้ศึกษาเรื่อง การเล่นเกมคอมพิวเตอร์ การทำหน้าที่ของครอบครัว และพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของเด็กวัยเรียนในเขตเทศบาลนครขอนแก่น พบว่า เด็กวัยเรียน โดยเฉพาะเด็กเล็กมีพฤติกรรมเสี่ยงในด้านการเล่นเกมคอมพิวเตอร์ และบางส่วนเป็นผู้ที่ติดเกมที่ต้องได้รับการบำบัด เพราะมีการเล่นเกมที่มีความรุนแรง สูญเสียเงินและใช้เวลาในการเล่น จนอาจทำให้การดูแลสุขภาพไม่เพียงพอ การส่งเสริมการทำหน้าที่ของครอบครัวและพฤติกรรมสุขภาพจะช่วยปกป้องเด็กจากการเล่นเกมที่มีความอันตรายได้ โดยพยาบาลที่ดูแลเด็กวัยนี้ควรเข้าไปตรวจตรากับปัญหาและทำงานร่วมกับโรงเรียน ครอบครัว ริเริ่มโปรแกรมที่ช่วยให้ทั้งครูและบิดามารดาสามารถที่จะปกป้องเด็กจากปัญหาการเล่นเกมคอมพิวเตอร์

พัชรีวรรณ แสงเรือง และรัตโนทัย พลับรู้การ (2556) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาระดับสติปัญญาของเด็กวัยเรียนอายุ 10–12 ปี ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร เนื่องจากการศึกษาหลายการศึกษาในประเทศไทย พบว่า ระดับสติปัญญาของเด็กไทยมีแนวโน้มลดลงซึ่งมีผลสืบเนื่องจากช่วงปริกำเนิดและสภาพแวดล้อมที่ไม่เอื้อต่อการพัฒนา ดังนี้ ปัจจัยด้านบุคคลและครอบครัว ที่มีความสัมพันธ์กับปัญหา

ระดับสติปัญญาอย่างมีนัยสำคัญ คือ รายได้ครอบครัวน้อยกว่า 6,000 บาท ต่อเดือน ระดับการศึกษาของบิดาที่ต่ำกว่ามัธยมศึกษาปีที่ 6 ปัจจัยด้านการใช้เวลาว่างที่ความสัมพันธ์กับปัญหาระดับสติปัญญาอย่างมีนัยสำคัญ คือ การอ่านหนังสือเรียน และการใช้คอมพิวเตอร์เกินกว่า 2 ชั่วโมงต่อวัน สรุป ความชุกของระดับสติปัญญาที่สงสัยว่า ต่ำกว่าปกติพบร้อยละ 12.55 ของกลุ่มที่ศึกษาโดยมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับปัญหาสติปัญญาที่สงสัยต่ำกว่าปกติ ได้แก่ รายได้ครอบครัว การศึกษาของบิดา ส่วนการอ่านหนังสือเรียนน้อย และการเล่นคอมพิวเตอร์น้อยกว่า 2 ชั่วโมงต่อวัน อาจมีความสัมพันธ์กับระดับสติปัญญา

อภิลักษณ์ เทียนทอง และสุพัชรินทร์ ปานอุทัย (2556) ได้ศึกษาเรื่อง องค์ประกอบความสามารถของนักกอล์ฟเยาวชนสมัครเล่นกรณี ความสัมพันธ์ระหว่างแต้มต่อทักษะกีฬา สมรรถภาพทางกาย และสมรรถภาพทางจิต พบว่า นักกีฬาที่ประสบความสำเร็จทางการกีฬาต้องมีโปรแกรมการฝึกซ้อมที่ครอบคลุมองค์ประกอบของ สมรรถภาพทางกาย สมรรถภาพทางจิต และทักษะกีฬา รวมถึงปัจจัยสนับสนุนอื่น ๆ ที่เป็นการสั่งสมประสบการณ์ในการเล่นกอล์ฟ เช่น ระยะเวลาการฝึกซ้อม หรือการออกรอบเพื่อเตรียมพร้อมด้านการวางแผนการเล่น โดยความสามารถของ นักกอล์ฟเยาวชนสมัครเล่นสามารถประเมินได้จากคะแนนแต้มต่อ

มลฤดี คทายเพ็ชร, นฤพนธ์ วงศ์จตุรภัทร และฉัตรกมล สิงห์น้อย (2557) ได้ศึกษาเรื่อง การเปรียบเทียบเจตคติการออกกำลังกายของผู้ที่ออกกำลังกาย ด้วยกิจกรรมแอโรบิคดานซ์ กับกิจกรรมฮูลาฮูป พบว่า ผู้ที่ออกกำลังกายกิจกรรม แอโรบิคดานซ์ สามารถปรับความหนักเบาได้ตามสภาวะที่เหมาะสมของแต่ละคน เป็นการบริหารกายประกอบกับดนตรี เป็นกิจกรรมที่สนุกสนาน และมีการผสมผสาน ระหว่างการเคลื่อนไหวเบื้องต้น เช่น การเดิน การวิ่ง การกระโดด กับการเต้นรำ เป็นกิจกรรมต่อเนื่อง และ สามารถเพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจได้ในระดับที่ต้องการ และยังเป็นกิจกรรมที่หลากหลาย ทำเป็นกลุ่ม และใช้กล้ามเนื้อทุกส่วนของร่างกาย รวมถึงมีผลต่อการเพิ่มความสามารถทางร่างกาย ลดไขมัน ทำให้รูปร่างได้สัดส่วน และผู้ออกกำลังกายด้วยกิจกรรมแอโรบิคดานซ์ มีเจตคติต่อการออกกำลังกายดีกว่าผู้ออกกำลังกายด้วยกิจกรรมฮูลาฮูปและผู้ออกกำลังกายวัยทำงานมีเจตคติต่อการออกกำลังกายดีกว่า ผู้ออกกำลังกายวัยเรียน

วีระวัฒน์ พันธ์ครุฑ (2559) ได้กล่าวไว้ในบทความเรื่อง ชีวิตเนือยนิ่ง (Sedentary Life) ว่า ในทางวิชาการ เกณฑ์มาตรฐานจำนวนเวลาที่เหมาะสมของกิจกรรมทางกาย (Physical Activity) คือ เด็กประถม และวัย Active Play ควรอยู่ที่ 60 นาที/วัน เพราะ เป็นวัยที่กระดูกและกล้ามเนื้ออยู่ในช่วงพัฒนาการ จึงจำเป็นต้องมีการเคลื่อนไหวมาก ๆ ส่วนในวัยทำงานและวัยสูงอายุ ควรไม่ต่ำกว่า 150 นาทีต่อสัปดาห์ หรือ ประมาณวันละไม่ต่ำกว่า 20-30 นาที) มีคำอยู่ 2 คำที่ไม่เหมือนกันคือ 1) การออกกำลังกาย (Exercise) 2) กิจกรรมทางกาย (Physical Activity) เช่น การตัดหญ้า การล้างรถ การกวาดใบไม้ การทำงานกลางแจ้งหลายอย่าง กิจกรรมเหล่านี้เป็นกิจกรรมที่มีประโยชน์ และเป็นกิจกรรมทางกายที่ดี การเคลื่อนไหว แขน ขา หลัง ไหล่ ลำตัวในทุกอิริยาบถการขึ้นบันได การทำครัว ล้างห้องน้ำเป็นกิจกรรมทางกาย ทั้งหมด

เสาวนีย์ ชูจันทร์, วนลดา ทองใบ และจีราภรณ์ กรรมบุตร (2559) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของโปรแกรมส่งเสริมการรับรู้ความสามารถของตน และการสนับสนุนจากครอบครัวต่อพฤติกรรมการบริโภค

อาหารของเด็กวัยเรียนตอนปลาย ที่มีภาวะน้ำหนักเกินโดยทำการศึกษาจากกลุ่มตัวอย่าง เด็กวัยเรียนตอนปลายที่มีภาวะน้ำหนักเกิน อายุ 10-12 ปี ผลการวิจัย พบว่า เด็กวัยเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกินกลุ่มที่ได้รับโปรแกรมส่งเสริมการรับรู้ความสามารถของตน และการสนับสนุนจากครอบครัวต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหาร มีคะแนนพฤติกรรมการบริโภคอาหารสูงกว่าก่อนได้รับโปรแกรม และสูงกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับโปรแกรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้น พยาบาล อนามัยโรงเรียน หรือ ครู สามารถนำโปรแกรมส่งเสริมการรับรู้ความสามารถของตน และการสนับสนุนจากครอบครัว ต่อพฤติกรรมการบริโภคอาหารไปประยุกต์ใช้ เพื่อป้องกันภาวะอ้วนในกลุ่มเด็กวัยเรียนที่มีภาวะน้ำหนักเกิน

Haskell et al. (2007) ได้ศึกษาเรื่อง กิจกรรมทางกายและสาธารณสุข กรณีคำแนะนำใหม่ ๆ สำหรับผู้ใหญ่ (18-65ปี) จาก The American College of Sports Medicine และ The American Heart Association ซึ่งให้คำแนะนำว่า ควรออกกาลังกายอย่างน้อย 30 นาทีต่อวัน, 5 วันต่อสัปดาห์ จะช่วยให้มีการใช้พลังงานประมาณ 1005 กิโลแคลอรี

Budde, Voelcker-Rehage, Pietraßyk-Kendziorraa, Ribeiroc, and Tidow (2008) ได้ศึกษา การออกกำลังกายประสานกันอย่างเข้มข้น ทำให้การเอาใจใส่การปฏิบัติงาน ในวัยรุ่นดีขึ้นพบว่า ซีรีเบลลัม (Cerebellum) และ เปลือกสมองส่วนหน้า (Prefrontal Cortex) มีการเชื่อมโยงกัน สมองส่วนหน้า (Prefrontal Cortex) เป็นส่วนของพื้นที่ของหน้าที่บริหารจัดการ (Executive Function Attention Area) ซีรีเบลลัม (Cerebellum) ควบคุมทักษะการเคลื่อนไหว ความคล่องตัว และการประสานงาน และยังได้สรุปว่า ถ้าซีรีเบลลัมทำงานไม่ถูกต้อง แล้วการทำงานทางปัญญาก็จะประสบปัญหา ถ้าซีรีเบลลัมทำงานได้ดีแล้วการทำงานทางปัญญาเพิ่ม ทำอย่างไร จึงปรับปรุงการทำงานของซีรีเบลลัมได้ ทักษะการเคลื่อนไหว (Motor skills) ความคล่องแคล่ว กระฉับกระเฉง (Agility) การประสานรูปแบบทางกายภาพและกิจกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการข้ามเส้นแบ่งพื้นที่ของสมองสองซีกทำให้มีการพัฒนาระบบความตั้งใจที่ดี แต่นักเรียนมาโรงเรียนกับช่องว่างในการพัฒนาตน และความแตกต่างในการเรียนรู้ นักการศึกษาระบุว่า นักเรียนต้องเสริมแรง และต้องมีการออกแบบกลยุทธ์ในการเติมเต็มในช่องว่าง และตอบสนองความต้องการของผู้เรียนทั้งหมด นักเรียนทั้งหลายต้องต่อสู้ กับอุปสรรคมากมายจึงขาดความสนใจ ความตั้งใจ การประมวล ผลความแตกต่าง และปัญหาทางวัฒนธรรม ดิ้นรนหาความสำเร็จ การเคลื่อนไหวด้วยความตั้งใจ เป็นกลยุทธ์อย่างหนึ่งที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนดิ้นรนค้นหาความสำเร็จได้

Hillman, Buck, Themanson, Pontifex, and Castelli (2009) ได้ศึกษาเรื่อง การออกกำลังกายแบบแอโรบิค และการพัฒนาความรู้ความเข้าใจ กรณี: ค่าเฉลี่ยของความต่างศักย์ไฟฟ้าของสมอง และดัชนีประสิทธิภาพงานของการควบคุมหน้าที่บริหารจัดการในเด็กวัยเรียนตอนปลายพบว่าความสัมพันธ์จากเด็กกลุ่มความฟิตสูงและต่ำ (เฉลี่ยอายุ 9.4 ปี) โดยวัดจากความสามารถในการออกกำลังกายแบบแอโรบิค เด็กกลุ่มความฟิตสูงปฏิบัติได้ถูกต้องแม่นยำกว่ากลุ่มความฟิตต่ำ การปฏิบัติงานของเด็กกลุ่มความฟิตสูงถูกต้องแม่นยำกว่า และข้อผิดพลาดที่ตามมาเมื่อเปรียบเทียบกับเด็กกลุ่มความฟิตต่ำน้อยกว่า จากการสังเกตการกระทำแต่ละครั้งข้อมูลจากคลื่นไฟฟ้าสมองบ่งชี้ว่า แอมปลิจูดของ P3 สำหรับเด็กกลุ่มความฟิตสูงมีความกว้างกว่าในการเปรียบเทียบกับเด็กกลุ่มความฟิตต่ำ และการแสดง

error-related negativity amplitude ของเด็กกลุ่มความฟิตสูงกว่าลดลง และ error positivity amplitude ของเด็กกลุ่มความฟิตต่ำเพิ่มขึ้น ข้อมูลบอกว่าการออกกำลังกายเป็นการเข้าสังคมด้วยการปฏิบัติการรับรู้ที่ดีกว่าและผ่านการควบคุมของสมองส่วนหน้าที่บริหารจัดการ และจากการศึกษาได้พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างการออกกำลังกายและการรับรู้

Jensen (2009, p.38) กล่าวว่า การออกกำลังกายเป็นการเตรียมสมองสำหรับการเรียนรู้โดยการใส่สภาวการณ์ที่ดีที่เหมาะสมที่สุดในสมอง

Hillman (2009) ได้ศึกษาและทดสอบกับนักเรียน 2,000 คนเกี่ยวกับผลสะท้อนของการออกกำลังกายที่มีต่อหน้าที่บริหารจัดการทางสติปัญญาระหว่างนักเรียนที่นั่งเฉย ๆ 30 นาทีกับนักเรียนที่เดินบนลู่วิ่ง 20 นาที ก่อนแล้วทำแบบทดสอบ พบว่า การสแกนสมองของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม กลุ่มที่เดินบนลู่วิ่ง แสดงปฏิกิริยา มากกว่ากลุ่มที่นั่งเฉย ๆ

Owen, Sparling, Healy, Dunstan, and Matthews (2010) ได้กล่าวถึง การพบอุปสรรคสองประการ ในการดำรงชีวิต ได้แก่ การออกกำลังกายน้อยมาก และการนั่งนานเกินไป สมาคมให้คำปรึกษาเด็กแก่ผู้ปกครอง (The American Academy of Pediatrics Counsels Parents) ว่า ควรกำหนดเวลาการอยู่หน้าจอโทรทัศน์ วีดิทัศน์ และวิดีโอเกม ให้น้อยกว่าสองชั่วโมงต่อวัน ผู้ปกครองต้องบอกให้เด็กลุกจากโซฟาและออกไปเล่น และหลักฐานที่น่าสนใจล่าสุด พวกผู้ใหญ่มีความต้องการอย่างมากที่จะได้รับคำแนะนำจากแพทย์อายุรศาสตร์ และแพทย์แนะนำว่า ต้องลุกจากเก้าอี้บ่อย ๆ ทั้งที่ทำงาน และที่บ้าน การให้คำแนะนำให้ลดการนั่งอยู่กับที่ สามารถทำได้อย่างง่ายดาย ร่วมกับคำแนะนำเกี่ยวกับการออกกำลังกาย และควบคุมน้ำหนัก

Dunstan et al. (2010) ได้ศึกษาพบว่า การนั่งดูโทรทัศน์น้อยกว่า 2 ชั่วโมงต่อวันกับมากกว่า 4 ชั่วโมงต่อวัน การนั่งดูโทรทัศน์มากกว่า 4 ชั่วโมงต่อวัน เพิ่มความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตจากทุกสาเหตุถึง 46% และเพิ่มความเสี่ยงต่อการเสียชีวิตจากโรคหลอดเลือดหัวใจ ถึง 80%

Blaydes (2012) ได้กล่าวไว้ในวารสาร Active & Healthy Magazine ถึงความหมาย และความแตกต่างของคำเหล่านี้ คือ การเคลื่อนไหว (Movement) กิจกรรมทางกาย (Physical Activity) การออกกำลังกาย (Exercise) สมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness) ไว้ดังนี้ 1) การเคลื่อนไหว (Movement) เป็นเซตที่ครอบคลุมการเคลื่อนที่ทั้งหมด หรือกล่าวง่าย ๆ คือ ไม่อยู่กับที่ 2) กิจกรรมทางกาย (Physical Activity) เป็นการเคลื่อนไหวที่มีการใช้พลังงาน เช่น การเดินไปที่ประตู การกระโดดไปที่ประตู เป็นต้น 3) การออกกำลังกาย (Exercise) เป็นการกระตุ้นให้อัตราการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นจากปกติ และคงไว้ในช่วงเวลาที่เหมาะสม เช่น มากกว่า 150 นาที ในเวลา 7 วัน เป็นต้น ในงานวิจัยกล่าวว่าช่วงเวลาในการออกกำลังกายไม่จำเป็นต้องต่อเนื่องแต่สามารถกระจายออกได้ในแต่ละวันโดยเฉพาะช่วงเวลาที่เหมาะสมดี คือ การเล่นช่วงพักหลังอาหารกลางวันในโรงเรียนสมรรถภาพทางกาย (Physical Fitness) เป็นขั้นการเคลื่อนที่ของความสมดุลทางสรีรวิทยาที่ทำให้สามารถมีชีวิตอยู่รอดในช่วงวิกฤตการณ์ได้ เช่น การวิ่งลงบันไดหนีไฟไหม้จากตึก เป็นต้น และได้กล่าวไว้อีก ว่า การออกกำลังกายของเรานั้นเพื่อสมองเป็นอันดับแรกเพราะว่า สมองไม่สามารถที่จะกระทำกับตัวสมองเองได้ สมองต้องอาศัยร่างกายที่จะนำเลือดที่ประกอบไปด้วยกลูโครส และออกซิเจนไปหล่อเลี้ยง การออกกำลังกาย

เปลี่ยนแปลงสมองได้ถึงระดับโมเลกุล มันเปลี่ยนไปในทางที่ดีอย่างรวดเร็ว เช่น การออกกำลังกายทำให้มีการลำเลียงกลูโครส และออกซิเจนไปสู่สมอง สร้างความสมดุลของสารสื่อประสาท และสารเคมีในสมองที่ควบคุมการสั่งการร่างกาย รวมทั้งบริหารจัดการพฤติกรรมด้วย การออกกำลังกายเพิ่มความจำโดยสร้างความแข็งแรงให้แขนงประสาทที่รับสิ่งกระตุ้นสำหรับความจำเฉพาะหน้า และการระลึกถึง การออกกำลังกายทำให้เกิดเซลล์ประสาทขึ้นใหม่ และการเจริญเติบโตของเซลล์สมองใหม่ การออกกำลังกายสร้างการกระตุ้นและสะสม BDNF ซึ่งช่วยการเจริญเติบโตและบำรุงรักษาตัวสมองเอง การออกกำลังกายเพิ่มระดับความตั้งใจผ่านซีรีเบลลัม (Cerebellum) เป็นต้น

Medina (2012, pp. 1-12) ได้บันทึกไว้ว่า กลุ่มบุคคลที่ออกกำลังกายและดูแลรักษาสุขภาพดี รวมทั้งที่ไม่ออกกำลังกายและน้ำหนักเกินได้ร่วมออกกำลังกายแบบแอโรบิค (Aerobic Exercise) เป็นเวลา 3 เดือนแล้วพบว่า ระดับของสุขภาพและดัชนีมวลกาย (Body Mass Index: BMI) ดีขึ้น และกลับมาเหมือนเดิม เมื่อไม่ออกกำลังกายแบบเดิมภายใน 30 วัน รวมทั้งกล่าวว่า การออกกำลังกายเพิ่มประสิทธิภาพของสมองส่วนหน้าที่บริหารจัดการ (Executive Function Area) ซึ่งเป็นสมองในส่วนที่ทำให้เกิดความสนใจ ใส่ใจ การตัดสินใจ การแก้ปัญหา การวางแผนและการยับยั้งชั่งใจ และยังได้กล่าวถึงผลจากการออกกำลังกายแบบแอโรบิค เป็นเวลา 4 เดือน มากกว่า 150 นาที ใน 7 วัน ว่า สมองส่วนหน้าที่บริหารจัดการได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้นถึงร้อยละ 102 นอกจากนี้ได้กล่าวล่าสุดถึงประโยชน์ของการออกกำลังกายว่า การออกกำลังกายระหว่าง 60-120 นาที ขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคล เพิ่มระดับของโดปามีน (Dopamine Levels) ที่สนับสนุนการเรียนรู้ราวประมาณ 2 ½ ชั่วโมง หลังจากนั้นระดับเซโรโทนีน (Serotonin Levels) จะสูงขึ้นซึ่งเซโรโทนีนเป็นตัวควบคุมอารมณ์และพฤติกรรมของคน และจากการศึกษาอื่น ๆ ยังแสดงว่า การออกกำลังกายสนับสนุนสมองด้านการจัดการความจำอีกด้วยอย่างไรก็ตามยังมีการเปลี่ยนแปลงหลังจากนั้นอีก 3 ปี ซึ่งแนะนำว่า ชีวิตที่ยืนยาวนั้นต้องการการออกกำลังกายและลดโรคที่เกี่ยวกับสมอง เช่น ความเครียด (Depression) ความจำเสื่อม (Alzheimer) และอาการทางจิต (Dementia)

Marmeleira (2013) ได้ศึกษาเรื่อง การทดสอบกลไกภายใต้ผลสะท้อนของกิจกรรมทางกายต่อสมองและสติปัญญา โดยการวิจัยนี้บ่งชี้ที่ชนิดของการออกกำลังกาย การรับรู้สัมผัสพิเศษ และลักษณะทางสติปัญญาอาจมีอิทธิพลต่อการดำเนินการทางปัญญา และงานวิจัยได้เน้นการเคลื่อนไหว การก้าวเท้าเป็นจังหวะด้วยตนเอง (Self- Paced Movements) หรือทักษะอัตโนมัติ และได้มีการทดสอบแล้วพบว่าผลลัพธ์การออกกำลังกายกับการฝึกทางสติปัญญาเป็นความท้าทายทางวิทยาศาสตร์ที่สำคัญ

Pierce (2014) ได้ศึกษาเกี่ยวกับ การบูรณาการพลังของการเต้น หรือ การเคลื่อนไหวบำบัด กรณี การรักษา การแยกตัวออก และการพัฒนาภาวะเจ็บป่วยทางใจ พบว่า จากการศึกษาเกี่ยวกับการเจ็บป่วยทางใจ ประสาทวิทยา และการเต้นรำหรือการเคลื่อนไหวบำบัด ถูกใช้เป็นพื้นฐานประกอบทฤษฎีที่สนับสนุนการบูรณาการ ร่างกาย อารมณ์ และประสบการณ์ทางจิต รูปแบบสำหรับกรณีนี้แบ่งเป็น 3 เฟส คือ ความปลอดภัยและเสถียรภาพ การบูรณาการความจำขณะทำงาน และการพัฒนาความสัมพันธ์ในตนเอง ภายในแต่ละเฟสนี้มีการใส่การเต้นหรือการเคลื่อนไหวบำบัดที่ประกอบด้วย ความความสัมพันธ์จากร่างกายถึงร่างกาย การแสดงการเคลื่อนไหวหน้ากระจก (Kinesthetic Mirroring)

การควบคุมปฏิสัมพันธ์ (Interactive Regulation) การตระหนักในตนเอง (Self-Awareness) การแสดงออกโดยใช้สัญลักษณ์ (Symbolism) และการแสดงออกท่าทาง (Expression) และปฏิสัมพันธ์การเคลื่อนไหวภายใน (Interactional Movement) เป็นการสนับสนุนการทดสอบการประยุกต์การบูรณาการจากล่างขึ้นบนและการแก้ปัญหาภาวะการบาดเจ็บทางจิตใจ

Hamid, Rahim, Seyedeh, and Maryam (2016) ได้ศึกษาเรื่อง ระดับเลือดที่มีองค์ประกอบของเซโรโทนิน โดปามีนและสมรรถนะทางกายของผู้ชายที่เลิกฝิ่นแล้วกำลังพักฟื้นที่มีกิจกรรมทางกายและไม่มีกิจกรรมทางกาย พบว่า ระดับเลือดที่มีองค์ประกอบของเซโรโทนิน โดปามีนและสมรรถนะทางกายของกลุ่มผู้ชายที่เลิกฝิ่นแล้วกำลังพักฟื้นที่มีกิจกรรมทางกาย มากกว่ากลุ่มที่ไม่มีกิจกรรมทางกาย

World Health Organization (2017, pp. 15-30) องค์การอนามัยโลกได้ตีพิมพ์ร่างแผนปฏิบัติการโลกเพื่อส่งเสริมกิจกรรมทางกาย (Global Action Plan for the Promotion of Physical Activity (GAPPA) 2018-2030) เผยแพร่ออกมาเมื่อต้นเดือนสิงหาคม 2017 เพื่อให้เกิดผลกระทบมากที่สุดดีที่สุดในการลดการเสียชีวิตอันเนื่องมาจากการขาดกิจกรรมทางกาย หรือการมีกิจกรรมทางกายไม่เพียงพอ และได้กำหนดกลยุทธ์ที่จะนำไปใช้ช่วงปี 2018-2030 ดังนี้ 1) การสร้างสังคมที่ทำให้มีสุขภาพดี 2) การสร้างสภาพแวดล้อมที่ทำให้มีสุขภาพดี (Active Environment) 3) การสร้างชีวิตที่ทำให้มีสุขภาพดี (Active Lives) และ 4) การสร้างระบบต่างๆ ที่ทำให้มีสุขภาพดี (Active Systems)

Triana (2017) ได้ศึกษาเรื่อง รูปแบบการวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวในองค์ประกอบการเต้น พบว่า ความสามารถการรับรู้การเคลื่อนไหว และการถ่ายทอดการเคลื่อนไหวเป็นปัจจัยโดยอ้อม ขณะที่เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวเป็นปัจจัยโดยตรงต่อการกำหนดการเต้น และเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวสามารถพัฒนาได้โดยการฝึกปฏิบัติและการเน้นที่โครงสร้างผ่านความสามารถการรับรู้การเคลื่อนไหวและการถ่ายทอดการเคลื่อนไหว

Stanmore, Stubbs, Vancampfort, Bruin, and Firth (2017) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของเกมออกกำลังกาย (Exercise Games) ต่อการบริหารจัดการทางปัญญาในการรักษาคนไข้และประชาชน พบว่า สามารถพัฒนาหน้าที่บริหารจัดการของสมอง กระบวนการใส่ใจ และทักษะการมองเห็นได้

Hajhashemi, Caltabiano, Anderson, and Tabibzadeh (2018) ได้ศึกษาเรื่อง ทฤษฎีพหุปัญญา แรงจูงใจ และประสบการณ์การเรียนรู้จากวีดิทัศน์ ในมหาวิทยาลัยรูรัล พบว่า แรงจูงใจและประสบการณ์การเรียนรู้มีความสัมพันธ์กัน เชาวน์ปัญญาทุกด้านมีนัยสำคัญทางสถิติทางบวกกับประสบการณ์การเรียนรู้ ยกเว้นแรงจูงใจ ถึงแม้ว่าการค้นพบจะได้รับการเปิดเผยแล้วว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่แตกต่างกันระหว่างเชาวน์ปัญญากับระดับของอายุของนักเรียนที่มีเชาวน์ปัญญาด้านการคงอยู่ของชีวิต การวิเคราะห์ต่อไปพบว่า ระหว่างเชาวน์ปัญญากับเพศ ชี้ชัดว่ามีนัยสำคัญทางสถิติที่แตกต่างกันระหว่างเพศและเชาวน์ปัญญาด้านตรรกะและคณิตศาสตร์และมนุษยสัมพันธ์ อย่างไรก็ตามมีนัยสำคัญทางสถิติที่แตกต่างกันเล็กน้อยระหว่างประสบการณ์การเรียนรู้และอายุอีกด้วย

สรุป การพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว มีความเกี่ยวข้องกับปัจจัยด้านสมรรถภาพทางกายหลายประการ เช่น พฤติกรรม แรงจูงใจ ความรู้ความเข้าใจการเคลื่อนไหว ที่มีผลต่อการพัฒนาร่างกาย จิตใจและสติปัญญา เป็นต้น

สมรรถภาพทางจิต (Mental Fitness)

สุธาศินี เวชพราหมณ์, มยุรี ศุภวิบูลย์ และพิชิต เมืองนาโพธิ (2555) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกสมาธิแบบอานาปานสติและการจินตภาพที่มีผลต่อ ความสามารถในการยิงประตูโทษบาสเกตบอล พบว่า ภายหลังการฝึกคะแนนค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองที่ฝึกยิงประตูบาสเกตบอลควบคู่กับการฝึกสมาธิแบบ อานาปานสติ และกลุ่มทดลองที่ฝึกยิงประตู บาสเกตบอลควบคู่กับการฝึกจินตภาพ ดีกว่ากลุ่มควบคุมการฝึกยิงประตูโทษบาสเกตบอลควบคู่กับการออกกำลังกายด้วยตนเอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติระหว่างกลุ่มทดลองที่ 1 การฝึกยิงประตูบาสเกตบอลควบคู่กับการฝึกสมาธิแบบอานาปานสติ และกลุ่มทดลองที่ 2 การฝึกยิงประตูบาสเกตบอลควบคู่กับการฝึกจินตภาพ

สนธยา สีละมาด (2557, หน้า 55-86) ได้กล่าวไว้ว่า การสร้างเสริมให้มีการออกกำลังกายเท่าที่อยู่ในปัจจุบันไม่ได้ตั้งอยู่บนพื้นฐานด้านพฤติกรรม สังคม และวัฒนธรรมการกำหนดโปรแกรมการออกกำลังกายส่วนใหญ่ มักจะพิจารณาแต่ปัจจัยด้านสรีรวิทยาของร่างกายหรือสมรรถภาพทางกายโดยไม่คำนึงถึงปัจจัยด้านจิตวิทยาและพฤติกรรมของบุคคลซึ่งในความเป็นจริงการปรับเปลี่ยนพฤติกรรม (ออกกำลังกายหรือไม่เลิกออกกำลังกาย) ของบุคคลจะต้องอาศัยทฤษฎีทางด้านจิตวิทยาสังคม ซึ่งประกอบด้วย ทฤษฎีกระทำพฤติกรรมตามแผน และทฤษฎีกระบวนการรับรู้ทางสังคม โดยนำมาใช้ในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการออกกำลังกาย การเพิ่มทัศนคติที่ดี ความเชื่อทางสังคมที่มีต่อการออกกำลังกาย และการรับรู้ถึงการควบคุมพฤติกรรม จะช่วยเพิ่มระดับความตั้งใจที่จะออกกำลังกาย และการออกกำลังกายของบุคคล ทำนองเดียวกันปัจจัยด้านตัวบุคคล สิ่งแวดล้อม และพฤติกรรมมีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในการกำหนดพฤติกรรมของบุคคล โดยมีกลไกการรับรู้เป็นตัวกลางในการเปลี่ยนพฤติกรรม ได้แก่ ความเชื่อมันในตนเอง การคาดหวังผลลัพธ์ และการควบคุมตนเอง ซึ่งเป็นตัวกลางที่สำคัญของการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการออกกำลังกาย จึงควรเพิ่มความเชื่อมั่นในตนเอง การคาดหวังผลลัพธ์ และใช้เทคนิคการควบคุมตนเอง ดังนี้ 1) การเพิ่มความเชื่อมั่นในตนเอง สามารถทำได้จาก (1) ประสบการณ์ความสำเร็จ (2) ประสบการณ์จากการสังเกตและจินตภาพ (3) คำพูดของผู้อื่นที่ก่อให้เกิดความเชื่อมั่น และ (4) สภาพสรีรวิทยาและอารมณ์ 2) การเพิ่มการคาดหวังผลลัพธ์โดยเพิ่มการคาดหวังผลลัพธ์ทางบวกและคุณค่าการออกกำลังกาย การให้ความรู้เกี่ยวกับประโยชน์ของการออกกำลังกาย และคุณค่าทางด้านรูปร่าง ความสนุกสนาน และการมีเพื่อน 3) เทคนิคการควบคุมตนเองโดยการตั้งเป้าหมายที่มีประสิทธิภาพคือ ใกล้ตัว เฉพาะ ยากแต่ทำได้ และองค์ประกอบ เช่น ข้อมูลย้อนกลับ รางวัล เป็นต้น

พงษ์ศักดิ์ ศรีสมทรัพย์ และวันชัย บุญรอด (2556) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกกุศโลบายห้าขั้นตอนที่มีต่อคะแนนในการยิงธนู พบว่า ความสำคัญของการใช้จิตวิทยาการกีฬาช่วยในการฝึกซ้อมจะช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้อย่างรวดเร็ว และสามารถพัฒนาทักษะในกีฬาได้ เทคนิคหนึ่งที่นำ มาใช้คือ

การใช้กุศโลบายห้าขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย กุศโลบายย่อยอีกห้ากุศโลบาย ได้แก่ การเตรียมพร้อม การสร้างจินตภาพ การสร้างสมาธิ การปฏิบัติและการประเมินผล

อาพรรณชนิต ศิริแพทย์ (2557) ได้ศึกษาเรื่อง การจินตภาพทางการกีฬาแบบเพ็ทเลป (Pettlep) ได้กล่าวว่า การจินตภาพเป็นการสร้างภาพ หรือเหตุการณ์ต่างๆ ขึ้นในใจ โดยภาพที่นึกขึ้นนั้นอาจจะเคยเกิดขึ้นแล้ว หรือยังไม่เคยเกิดขึ้นก็ได้ ในทาง การกีฬาการจินตภาพจำเป็นต้องใช้ประสาทสัมผัส เพื่อทำให้การมองเห็นภาพในใจนั้นชัดเจนขึ้น ได้แก่ การมองเห็นเป็นประสาทสัมผัสรับภาพ เช่น เห็นภาพ การเคลื่อนไหวของคู่ต่อสู้ ช่วยให้นึกภาพการรับมือหรือ โต้ตอบคู่ต่อสู้ได้ การฟังเป็นประสาทสัมผัสรับฟังเสียง เช่น เสียงในการตีลูกเบสบอลหรือเสียงหัวไม้กระทบ ลูกกอล์ฟ การได้กลิ่นเป็นประสาทสัมผัสรับรู้กลิ่น เช่น การได้กลิ่นคลอรีนในสระว่ายน้ำ การรับรู้รสเป็นประสาท สัมผัสรับรู้รสชาติ เช่น รสเค็มจากเหงื่อ การสัมผัส เป็นประสาทสัมผัสรับการสัมผัส เช่น ลักษณะพื้นผิว ด้ามจับของไม้กอล์ฟหรือไม้เทนนิส และการรับรู้การเคลื่อนไหวเป็นประสาทสัมผัสรับรู้การเคลื่อนไหวของส่วนต่างๆ ของร่างกาย เช่น การฟุตเวิร์คเคลื่อนไหวเท้าพร้อมกับออกหมัดของนักมวย หรือการเคลื่อนไหวของขา หลัง ศอก แขน ลำตัวในท่าสแนทซ์ของนักยกน้ำหนัก เป็นต้น

ธัชกร โบว์แดง, เบญจวรรณ บุณยะประพันธ์ และราชันย์ บุญธิมา (2558) ให้ความหมาย สมาธิแบบอานาปานสติ หมายถึง สภาวะของ จิตที่ตั้งมั่น แน่วแน่อยู่กับลมหายใจโดยพึงระลึกถึงลมหายใจเข้า และลมหายใจออก และได้ศึกษาเรื่อง การฝึกสมาธิแบบอานาปานสติที่มีผลต่อความเครียดในการทำงานของพนักงานบัญชี พบว่า เมื่อพนักงานบัญชีเมื่อผ่านการฝึกสมาธิ 10 วันทำการแล้วนั้นมีระดับความเครียดในการทำงานลดลง และสามารถช่วยลดอาการจากความเครียดในการทำงานที่แสดงออกทางร่างกาย จิตใจและพฤติกรรม

Robinson, Oades, and Caputi (2015) ได้กล่าวไว้ในการศึกษาเรื่อง การสร้างแนวคิด และการวัดสมรรถภาพทางจิต กรณีศึกษา Delphi ว่า สมรรถภาพทางจิต (mental fitness) เป็นความสามารถในการปรับเปลี่ยน แหล่งเรียนรู้หรือทักษะที่เป็นประโยชน์ และการปรับตัวที่ยืดหยุ่นที่ท้าทายหรือได้เปรียบ หรือเจริญงอกงามต่อไป โดยมีหลักการดังนี้ (1) สมรรถภาพเป็นเรื่องเชิงบวกที่เกี่ยวกับสุขภาพทางจิตที่ดีหรือไม่ (2) สมรรถภาพทางจิตสามารถทำความเข้าใจได้ด้วยการเข้าร่วมกับสังคมเช่นเดียวกับวิธีการของสมรรถภาพทางกาย (3) สมรรถภาพทางจิตสามารถวัดได้ และ (4) สมรรถภาพทางจิตสามารถปรับปรุงให้ดีขึ้นได้เหมือนวิธีการทางสมรรถภาพทางกาย

สรุป เทคนิคที่ใช้เพิ่มสมรรถภาพทางจิตในงานวิจัยนี้ มีรายละเอียด ดังนี้

1. การรวบรวมสมาธิ (Concentration) คือ การทำสมาธิ (Concentration) สำคัญและมีความจำเป็นอย่างยิ่งในการฝึกซ้อมและแข่งขันกีฬาองค์ประกอบที่สำคัญของการมีสมาธิก็คือความสามารถในการมุ่งหรือรวบรวมความสนใจในสิ่งที่กำลังกระทำโดยไม่ถูกรบกวนจากสิ่งแวดล้อมภายนอก เช่น เสียงโห่จากผู้ชม เสียงเพลง เสียงผู้ตัดสิน เสียงคนพูดและพฤติกรรมการเล่นของคู่ต่อสู้ รวมทั้งสิ่งรบกวนภายในซึ่งเกิดมาจากความคิด ความรู้สึกผ่านประสาทสัมผัสต่างๆ และอารมณ์ความรู้สึกที่ไม่ดี เช่น ฉันเหนื่อย อย่าประสาทเลยนะ ฉันจะต้องทำเกมเสียแน่เลยสิ่งรบกวนภายในและ

ภายนอกส่วนใหญ่ไม่ได้แยกจากกันโดยเด็ดขาด เพราะสิ่งรบกวนภายนอกอาจก่อให้เกิดสิ่งรบกวนภายในหรือในทางกลับกัน

2. การกำหนดและการควบคุมการหายใจ (Breathing Control) คือ การฝึกการหายใจเพื่อผ่อนคลายใช้วิธีการหายใจจนสุดปอดและหายใจอย่างสม่ำเสมอ เมื่อเริ่มฝึกควรจะทำในสภาพแวดล้อมที่ไม่มีเสียงรบกวน อบอุ่นและสบาย เมื่อนักกีฬาฝึกจนคล่องแล้วจึงสามารถไปฝึกในสถานที่อื่น ๆ ที่มีสิ่งรบกวนภายนอกได้ การหายใจที่ถูกวิธีจะทำให้ระดับออกซิเจนในเลือดมีปริมาณเพิ่มขึ้น กล้ามเนื้อสามารถใช้พลังงานได้มากขึ้น นักกีฬาที่อยู่ภายใต้สถานการณ์ที่กดดันและมีความเครียดนั้นจะพบได้ว่าลักษณะการหายใจจะเปลี่ยนแปลงจากปกติไปจึงต้องมีการฝึกการกำหนดและการควบคุมการหายใจ

3. การสร้างจินตภาพ (Imagery Movement) คือ การสร้างภาพการเคลื่อนไหวในใจก่อนการแสดงทักษะจริง ถ้าภาพในใจที่สร้างขึ้นชัดเจนและมีชีวิตชีวามาก ก็จะช่วยให้การแสดงทักษะจริงได้ผลดีขึ้นไปด้วย ดังนั้นการรับรู้ต่าง ๆ เหล่านี้จะช่วยให้นักกีฬาในการสร้างจินตภาพให้ชัดเจนยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การสร้างจินตภาพยังช่วยในการควบคุมความวิตกกังวล ความโกรธหรือความเจ็บปวดอีกด้วย นักกีฬาจึงควรมีความสามารถในการสร้างอารมณ์เหล่านี้ในใจได้ เพราะเมื่อสร้างได้นักกีฬาจะหาวิธีการแก้ไขว่า ทำไมจึงเกิดความวิตกกังวล และทำให้ความวิตกกังวลนี้ทำให้การเล่นของเขาเสียไป

4. การพูดกับตนเอง (Self- Talk) คือ การหยุดคิด และการพูดดีกับตนเอง (Self- Talk) เป็นการพูดย้ำและจัดระบบความคิดเกี่ยวกับตนเองให้เป็นไปในทางที่ดี แก้ไขสิ่งที่ผิดให้ถูกต้อง ขจัดความคิดที่ท้อถอยที่เข้ามาในสมอง หรือความคิดเพื่อขวางการกระทำของตัวเราเอง เพื่อการเรียนรู้ทักษะใหม่ ช่วยเตรียมจิตใจก่อนการแข่งขัน ช่วยในการรวบรวมสมาธิ สร้างอารมณ์ที่ดีพร้อมที่จะแข่งขันและเป็นการใช้เพื่อสร้างความเชื่อมั่น และความสามารถของตนเองได้ (Matching Hypothesis) คือ การพยายามหาวิธีการจัดการกับความเครียด ความวิตกกังวล หรือการตื่นตัวที่มากหรือน้อยเกินไปสำหรับนักกีฬาที่จะเข้าแข่งขัน เพื่อให้เขาหรือเธอเหล่านั้นแสดงความสามารถได้สูงสุด

เอ็กเซอร์ไซส์เกม (Exercise Games)

ปัทมา เกิดกาญจน์ และคณะ (2560) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการเล่นเกมแบบปฏิสัมพันธ์แบบฉับพลันต่อคลื่นไฟฟ้าสมองและเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองในกลุ่มวัยรุ่นที่ออกกำลังกายเป็นประจำและไม่ค่อยออกกำลังกาย โดยศึกษากลุ่มวัยรุ่นที่ออกกำลังกายเป็นประจำและไม่ค่อยออกกำลังกาย ปรากฏว่า การออกกำลังกายด้วยการเล่นเกมแบบปฏิสัมพันธ์แบบทันทีที่ระดับความหนักเบาจนถึงปานกลางส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง เวลาปฏิกิริยาการตอบสนอง และยังช่วยให้มีการเพิ่มการผ่อนคลาย และการมีสมาธิที่ดีขึ้นได้ในกลุ่มวัยรุ่น

บัญญพนต์ พูลสวัสดิ์ (2561) ได้ศึกษาเรื่อง จำลองการปั่นจักรยานบนความจริงเสมือนด้วยอำดุยโน่ร่วมกับฐานข้อมูลเรียลไทม์ ปรากฏว่า การจำลองการปั่นจักรยานผ่านความจริงเสมือนผ่านอุปกรณ์สวมศีรษะร่วมกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์ตรวจวัดระยะทางในงบประมาณที่จำกัด โดยค่าที่ได้รับจากอุปกรณ์ตรวจวัดระยะทางจะถูกส่งผ่านสัญญาณเครือข่าย Wi-Fi เพื่อให้กราฟิกและระบบของเครื่องประมวลผลเกม Unity3D ทำการประมวลผล ในขั้นตอนสุดท้ายการจำลองการปั่นจักรยานด้วย

ความจริงเสมือนจะทำให้ผู้ใช้มีสภาพแวดล้อมที่แปลกใหม่ และกระตุ้นให้เกิดการออกกำลังกายผ่านสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน

Graves, Stratton, Ridgers, and Cable (2009) ได้ศึกษาเรื่อง การใช้พลังงานในการเล่นเกมคอมพิวเตอร์รุ่นใหม่ของเด็กวัยรุ่น พบว่า การเล่นเกมแบบปฏิสัมพันธ์ด้วยเกม Wii Sport มีการใช้ออกซิเจน (VO2) มากกว่าเกมปฏิสัมพันธ์แบบ XBOX360

Lanningham, Foste, Mc Crady, Jensen, Mitre, and Levine (2009) ได้ศึกษาเรื่อง Activity-promoting Video Games และการเพิ่มการใช้พลังงาน พบว่า การเล่นเกมแบบปฏิสัมพันธ์ช่วยให้ร่างกายมีการใช้พลังงานมากขึ้น

Foley and Maddison (2010) ได้ให้ความหมายของ เอ็กเซอร์ไซส์เกม (Exercise Games) ไว้ว่า เป็นเกมอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำให้ผู้เล่นมีปฏิสัมพันธ์ทางกาย เช่น การใช้แขน ขา หรือ ทั้งหมดของร่างกายในการเคลื่อนไหว กับภาพบนจอในกิจกรรมที่หลากหลาย เช่น กีฬาฟุตบอล ชกมวย ศิลปะการต่อสู้ และกิจกรรมอื่น ๆ เช่น การเต้นรำ การซักผ้า เกมอาศัยการเคลื่อนไหวของผู้เล่นผ่านกล้อง Sony Eye Toy หรือ กล้อง Infra-red Sensor เช่น เกม Nintendo Wii และ เกม XaviX หรือ กล้อง laser (Lasersquash) หรือ กล้อง Pressure-sensitive Mat/Table เช่น เกม Dance Dance Revolution เกม XaviX J-mat และ เกม Apart หรือ กล้อง Modified Ergometer เช่น เกม Xerbike หรือ เกม Game Cycle เป็นต้น

Biddiss and Irwin (2010) ได้ศึกษาเรื่อง การส่งเสริมกิจกรรมทางกายในเด็กด้วยแอคทีฟวิดีโอเกม (Active Video Game) พบว่า ความเฉื่อยชาทางกายในเด็กและเยาวชน ต้องได้รับการแก้ไขผ่านกรรมวิธีหลายๆ รูปแบบเพื่อให้เข้าถึงการศึกษาด้านหัวใจ และแบบแผนการกระทำทั้งหลายที่เหมาะสม ด้วยกิจกรรมทางกายอย่างหลากหลายในชีวิตประจำวันของเด็กรุ่นใหม่ แอคทีฟวิดีโอเกมเป็นเทคโนโลยีที่ปรากฏขึ้นมาเร็ว ๆ นี้เพื่อดูแลสุขภาพและบุคลิกลักษณะ แอคทีฟวิดีโอเกมเป็นการเล่นอย่างสนุกสนานพอเหมาะ สำหรับการทำกิจกรรมทางกายด้วยตนเอง อย่างเอาจริงเอาจังในระดับเข้มข้นขนาดปานกลาง แอคทีฟวิดีโอเกมสามารถใช้ได้ผลในระยะยาว ช่วยเพิ่มแรงจูงใจการทำกิจกรรมทางกายประจำวันและลดพฤติกรรมเนือยนิ่ง แอคทีฟวิดีโอถูกออกแบบให้เหมาะสมกับผู้มีร่างกายทั้งสูงหรือต่ำกว่าปกติ และสำหรับการเล่นร่วมกันหลาย ๆ คน ทำให้กิจกรรมนี้ มีคุณภาพและความสนุกสนาน สำหรับกิจกรรมทางกายในบ้านที่จะพิชิตอุปสรรคทั้งหลายในการมีกิจกรรมทางกายโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับกลุ่มความเสี่ยงสูงต่อการไร้ความสามารถ

Foley and Maddison (2010) ได้ศึกษาเรื่อง การใช้เอ็กเซอร์ไซส์เกมเพิ่มกิจกรรมทางกายในเด็ก ปรากฏว่า เอ็กเซอร์ไซส์เกมมีความเป็นไปได้ที่จะเข้ามาแทนที่พฤติกรรมเนือยนิ่งมากกว่าหนึ่งอย่าง การชี้วัดในห้องปฏิบัติการชี้ว่า การเล่น เอ็กเซอร์ไซส์เกมใช้พลังงานมากกว่าเกมที่ไม่ใช่ เอ็กเซอร์ไซส์เกม และใช้พลังงานเท่ากันกับการมีกิจกรรมทางกายระดับปานกลาง นอกจากนี้ เอ็กเซอร์ไซส์เกมยังทำให้เกิดแรงจูงใจในการออกกำลังกายและเพิ่มระดับการมีกิจกรรมทางกายในเวลาว่างของเด็กอีกด้วย

Gao, Huang, Liu, and Xiong (2012). ได้ศึกษาเรื่อง ผลกระทบของเกมอินเทอแลคทีฟแดนซ์ (Interactive Dance Games) ต่อความสัมพันธ์และพฤติกรรมการมีกิจกรรมทางกายของเด็กใน

เมือง ผลชี้แนะว่า เกมเต้น DDR สามารถมีนัยสำคัญเชิงบวกกับประสิทธิภาพของตนเอง การสนับสนุนสังคม และ ระดับการมีกิจกรรมทางกายประจำวัน การศึกษานี้สามารถชี้นำการออกแบบกิจกรรมสุขภาพระดับอาชีพถึงการส่งเสริมความสัมพันธ์และระดับการออกกำลังกายของเด็กในเมือง

Gao, Zhang, and Stodden (2013). ได้ศึกษาเรื่อง กิจกรรมทางกายของเด็กและจิตวิทยามีความสัมพันธ์กันใน Interactive Dance กับ Aerobic Dance วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้ คือ การเปรียบเทียบระดับกิจกรรมทางกาย ประสิทธิภาพในตนเอง และความสนุกสนานของเด็กเมื่อมีประสบการณ์การเล่น Exergaming Game (DDR) และการเต้นแอโรบิกในวิชาพลศึกษา ผลการศึกษาเด็กใช้เวลากับกิจกรรมทางกายขนาดปานกลาง ในการเต้นแอโรบิกมากกว่า การเต้น DDR นอกจากนี้ประสิทธิภาพในตนเองและความสนุกสนานในการเต้น DDR มากกว่าการเต้นแอโรบิก การศึกษานี้สรุปว่าการดูแลสุขภาพแบบมืออาชีพและนักการศึกษาอาจจะไม่แทนที่กิจกรรมทางกาย และกีฬาแบบดั้งเดิมด้วยวิดีโอเกมแบบโต้ตอบ (Interactive Video Games) แต่อาจใช้ Exergaming เพิ่มเข้าไปอย่างยอดเยี่ยม เป็นการส่งเสริมกิจกรรมทางกาย

Sun (2013) ได้ศึกษาเรื่อง ผลกระทบของ Exergame ต่อกิจกรรมทางกายและแรงจูงใจของนักเรียนระดับประถมศึกษา กรณี การศึกษาติดตามอย่างใกล้ชิด (A Follow-up Study) ผลระบุว่านักเรียนชายและหญิงมีกิจกรรมการเล่นเกมเท่ากันในบทเรียน Exergaming แต่นักเรียนชายมองว่าประสบการณ์เกมของพวกเขาสนุกสนานมากกว่าผู้หญิง ผลการวิจัยแนะนำว่า Exergames อาจจะได้วิธีการเพิ่มสมรรถภาพทางกาย ในวิชาพลศึกษา อย่างไรก็ตาม ไม่ทราบว่า Exergaming จะเป็นวิธียั่งยืนเพื่อจูงใจเด็กในการออกกำลังกายต่อไปเป็นที่น่าสงสัย

Bumgarner and Senchina (2013) ได้ศึกษาเรื่อง ข้อแตกต่างทาง สรีรวิทยา จิตวิทยา และการปฏิบัติ ระหว่าง การเล่นเกมวีฟิตเนส (Wii Fitness Gaming) กับการออกกำลังกายในยิมแบบเก่าปรากฏว่า เอ็กเซอร์ไซส์เกมช่วยทำให้พวกที่เฉื่อยชากระฉับกระเฉงดีขึ้น หรือช่วยในการบำบัดทางกายและช่วยทำให้สุขภาพคืนสู่ปกติได้ แต่จุดสำคัญความแตกต่างระหว่างการออกกำลังกายแบบเก่ากับออกกำลังกายด้วย เอ็กเซอร์ไซส์เกมพอจะบอกได้ว่า เอ็กเซอร์ไซส์เกมดีกว่าสำหรับการออกกำลังกายทั่วไปด้าน ทักษะการสร้างและส่งเสริมการฟื้นฟูร่างกาย

Thitiphongtakan, Widjaja, Siripornpanich, and Ajjimaporn (2015) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการเล่นเกมแบบปฏิสัมพันธ์ (Exergame) ที่ส่งผลต่อการทำงานของสมองโดยทันทีในผู้สูงอายุ พบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิค โดยการเล่นเกมแบบปฏิสัมพันธ์ ที่ส่งผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมองในผู้สูงอายุที่ไม่ค่อยออกกำลังกาย โดยมีการออกกำลังกายแบบแอโรบิคด้วยเครื่องเล่นเกมแบบปฏิสัมพันธ์ ด้วย ระดับความหนักแบบปานกลาง (ร้อยละ 50-70 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด) เป็นระยะเวลา 20 นาที และทำการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองในช่วงก่อนและหลังจากการเล่นออกกำลังกายในทันที กลุ่มทดสอบมีคลื่นเบต้าเพิ่มขึ้น ในช่วงหลังออกกำลังกายโดยการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว น่าจะเป็นผลของการออกกำลังกายที่ช่วยไปเพิ่มการทำงานของเซลล์ประสาทใน ส่วนเปลือกสมองที่มีความสัมพันธ์กับความรู้สึกตื่นตัว ซึ่งกลไกนี้อาจจะเกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของการไหลเวียนของเลือด ที่ไปเลี้ยงสมองภายหลังการออกกำลังกาย จึงสรุปได้ว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิคโดยการเล่นเกมแบบปฏิสัมพันธ์ใน ผู้สูงอายุนั้นสามารถ

ช่วยเพิ่มความตื่นตัว และช่วยเพิ่มการทำงานของสมองดังนั้นการออกกำลังกายในลักษณะนี้อาจจะนำมาใช้ในการชะลอความเสื่อมของระบบประสาทในผู้สูงอายุที่ไม่ค่อยออกกำลังกายได้

Shewmake, Merrie, and Calleja (2015) ได้ศึกษาเรื่อง ระบบ Xbox Kinect Gaming ที่เป็นสื่อภายในห้องพลศึกษา กรณีศึกษาการรับรู้ของนักเรียนเกรด 3 และ 4 พบว่า เทคโนโลยี Exergaming เป็นที่นิยมในระหว่างวัยรุ่นและสามารถใช้เป็นเครื่องมือประกอบในห้องพลศึกษา ดังวัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เป็นการทดสอบระดับความชื่นชอบและการแสดงออกของการรับรู้ของนักเรียนเกรด 3 และ 4 ระหว่าง exergaming กับพลศึกษาแบบเดิม ซึ่งนักเรียนชื่นชอบ Exergamming มากกว่าการเรียนพลศึกษาแบบเดิมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Salonini et al. (2015) ได้ศึกษาเรื่อง การเล่น Active Video Game ในเด็กและวัยรุ่น ที่ป่วยด้วยโรค Cystic Fibrosis กรณีศึกษา ออกกำลังกายหรือสนุกพอควร โดยทดลองให้ ผู้ป่วยด้วยโรค CF กลุ่มหนึ่งใช้เกม Xbox Kinect และอีกกลุ่มใช้การปั่นจักรยานตั้งพื้น และวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart Rate), ร้อยละของความอิ่มตัวของก๊าซออกซิเจนในเม็ดเลือดแดงที่ปลายนิ้ว (SpO2), การเหนื่อยหอบ (Dyspnea), และความเมื่อยล้า (Fatigue) เมื่อมีการทดลองแล้ว พบว่า เกม Xbox Kinect มีอาการเหนื่อยหอบและความเมื่อยล้าของกล้ามเนื้อน้อยกว่าและชอบมากกว่าการปั่นจักรยานตั้งพื้นจริง ๆ สรุป ผู้ป่วยด้วยโรค CF ชอบออกกำลังกายด้วยเกม Xbox Kinect มากกว่าและมีความเป็นไปได้ที่จะใช้ในการออกกำลังกายในกลุ่มเด็กที่ป่วยด้วยโรค CF

Nathan, Huynh, Rubenson, and Rosenberg (2015) ได้ศึกษาเรื่อง การประมาณค่าการใช้พลังงานการทำกิจกรรมทางกายด้วย Kinect Sensor ใน สภาพแวดล้อมของ Exergaming ปรากฏว่า การใช้พลังงานกิจกรรมทางกายระหว่างการออกกำลังกาย การใช้กล้องคินเน็คต์ในระบบ Motion Capture สามารถประมาณค่าจากส่วนงานการเคลื่อนที่ การประมาณค่าสำหรับกิจกรรมพลังงานสูง เช่น การยืนกระโดดและกระโดดตบ สามารถทำด้วยความแม่นยำ แต่สำหรับการใช้พลังงานต่ำเช่น การนั่งยอง ๆ การวางท่าทางนิ่ง ๆ ควรจะได้รับการพิจารณาปัจจัยสนับสนุน เมื่อได้รับการปรับปรุงแล้วภายในสภาพแวดล้อม Active Video gaming ผลลัพธ์สามารถรวมตัวกันภายในการเล่นเกมควบคุมความต้องการการใช้พลังงานได้อย่างแม่นยำ

Barkman, Pfeiffer, Diltz, and Peng (2016) ได้ศึกษาเรื่อง การทดสอบการใช้พลังงาน ในเด็กที่เล่น XBOX Kinect กรณีศึกษาความแตกต่างโดยกลุ่มผู้เล่น พบว่า มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในการใช้พลังงานระหว่างเล่นเดี่ยวกับเล่นหลายคน กลุ่มน้ำหนักเกินกับอ้วนมากใช้พลังงานน้อยกว่าพวกน้ำหนักปกติระหว่างเล่นแบบกลุ่มหลายคน โดยเกมที่เล่นมีดังนี้ เกม Kinect Adventure เกม Just Dance เกม Wipe Out และเกม Kinect Sport

Dzib, Martínez, Pech, and Castro (2016) ได้ศึกษาเรื่อง การใช้คินเน็คต์ร่วมกับ Serious Games ในการลดความอ้วนของเด็ก ซึ่ง Serious Games เป็น Videogames ที่ออกแบบโดยมีวัตถุประสงค์เฉพาะทางการศึกษาโดยออกแบบตามเกมดั้งเดิม คือ เกมกระโดดเชือก ซึ่งพัฒนาเพื่อลดน้ำหนักเด็กอ้วนโดยเฉพาะและใช้อุปกรณ์คินเนต์ของไมโครซอฟต์ทดสอบการเล่นของเด็ก ผลลัพธ์ Videogames เมื่อนำมาใช้อย่างถูกต้องและไม่ใช้เพื่อความสนุกสนานเพียงอย่างเดียวตามความชื่นชอบ

ของผู้เล่น ทำให้ได้มาทั้งด้านการศึกษาและสุขภาพ คือ ส่งเสริมกิจกรรมทางกายและการสอนเกี่ยวกับการรับประทานอาหารเพื่อสุขภาพ และเป็นการกระตุ้นการนำเกมดั้งเดิมอื่น ๆ ในท้องถิ่นมาใช้ในการศึกษา เช่นที่ Chacara และ Kimbomba เป็นต้น

Mongkol, Pongsuwan, Methanon, Numhom, Thapa, and Putthipiriya (2016) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการออกกำลังกายด้วยเกมนินเทนโดวีต่อความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจในคนอ้วนเพศหญิง โดย ผู้เข้าร่วมการศึกษาออกกำลังกายด้วยเกมเต้นนินเทนโดวีเป็นเวลา 3 วัน ต่อสัปดาห์ ต่อเนื่อง 6 สัปดาห์ โดยวัดความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและออกก่อนและหลังการออกกำลังกายด้วยเกมเต้นนินเทนโดวี ปรากฏว่า การออกกำลังกายด้วยเกมเต้นนินเทนโดวี จำนวน 6 สัปดาห์สามารถเพิ่มความแข็งแรงของกล้ามเนื้อหายใจเข้าและออก ในผู้มีภาวะอ้วนเพศหญิงได้และการออกกำลังกายด้วยการเล่นเกมนินเทนโดวี ที่ระดับความหนัก 60-75% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด จะช่วยลดดัชนีมวลกายและเพิ่มอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด

George, Rohr, and Byrne (2016) ได้ศึกษาเรื่อง ผลกระทบของเกมนินเทนโด้วี (Nintendo Wii Game) ต่อ ความสามารถทางกายของเด็กในกรณี ทักษะการเคลื่อนไหว สมรรถภาพทางกาย พฤติกรรมการมีกิจกรรม และความรู้ พบว่า การเล่นแอคทีฟวิดีโอเกมสร้างประโยชน์บางอย่างให้กับความสามารถทางกาย ถึงแม้ว่ายังมีเกมที่ดีที่สุดให้เด็กอยู่ก็ตาม แอคทีฟวิดีโอเกมยังเป็นทางเลือกที่ดีสำหรับแต่ละคน ถ้ารักษาสภาพแวดล้อมสำหรับเด็กในการพัฒนาทักษะความสามารถพื้นฐาน สุดท้าย ความสามารถทางกายของเด็กมีความเป็นไปได้ร่วมกันกับกิจกรรมที่หลากหลายตลอดตั้งแต่ต้นจนจบ ในการดำรงชีวิตประจำวัน หรือ ระดับของสมรรถภาพทางกาย หลังจากมีแอคทีฟวิดีโอเกมเข้ามาเปิดตัว มีการปรับปรุงทักษะและพฤติกรรมการเคลื่อนไหวให้สามารถพัฒนากิจกรรมทางกายมากขึ้น บนฐานผลกระทบเกี่ยวกับความแตกต่างของความหลากหลายทักษะความสามารถทางกายของเกม นอกจากนี้การศึกษาประโยชน์เฉพาะของการเล่นเกมได้รับการยืนยันว่าเป็นประโยชน์จริง

Campos and Fernandez (2016) ได้ศึกษาเรื่อง ประโยชน์ของแอคทีฟวิดีโอเกมและการมีกิจกรรมทางกาย พบว่า แอคทีฟวิดีโอเกม (AVG) เพิ่มการใช้พลังงานอย่างมีนัยสำคัญ ปรับปรุงทักษะทางกีฬาให้ดีขึ้น สามารถช่วยลดน้ำหนัก หลายโรงเรียนเริ่มนำไปใช้นอกเวลาในหลักสูตรวิชาพลศึกษา ผลของการเล่นแอคทีฟเกมในสังคมนั้นช่วยให้มีปฏิสัมพันธ์กับ อารมณ์ กิจกรรมทางกาย การกำกับตนเอง และประสิทธิภาพของตน แอคทีฟวิดีโอเกมสามารถช่วยให้เกิดผลสำเร็จถึงความสัมพันธ์ของทักษะเชาวน์ปัญญาที่ดีกว่าเกมแบบเดิมที่มีความยุ่งยากสูงกว่า เพราะแอคทีฟวิดีโอเกมช่วยในการพัฒนาความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ เพิ่มแรงจูงใจร่วมกัน และสนุกสนาน สำหรับการมีกิจกรรมทางกายเพิ่มขึ้น

Gao, Pope, Lee, Stodden, Roncesvalles, Pasco, Huang, and Feng (2017) ได้ศึกษาเรื่อง ผลกระทบของการใช้พลังงานแต่ละวันของนักเรียนประถมศึกษาและระดับการออกกำลังกายขนาดหนักปานกลาง การออกกำลังกายด้วย Exergaming สามารถมีผลสะท้อนเชิงบวกเช่นเดียวกับการออกกำลังกายขนาดเบา ขนาดปานกลาง และการใช้พลังงานเช่นเดียวกับการออกกำลังกายตามปกติ การวิจัยส่วนใหญ่มองเห็นว่า การออกกำลังกายด้วย Exergaming เป็นวิธีส่งเสริมการเข้าร่วมการออกกำลังกายระยะยาวหลังการจบการเรียนที่โรงเรียน

เอกลักษณ์ไทย

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสภา (2554, หน้า 215) ได้ให้ความหมายของคำ “เอกลักษณ์” ไว้ว่า ลักษณะที่เหมือนกันหรือมีร่วมกัน ดังนั้น เอกลักษณ์ไทย หมายถึง ลักษณะที่เหมือนกันหรือมีร่วมกันของชาติไทย

สโรชา สุทธิจิต (2551) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการออกกำลังกายท่าฤๅษีดัดตนที่มีต่อความอ่อนตัวและการทรงตัวของผู้สูงอายุ พบว่า การออกกำลังกายด้วยท่าฤๅษีดัดตน เป็นการออกกำลังกายที่สามารถเพิ่มความอ่อนตัวและการทรงตัวของผู้สูงอายุให้ดีขึ้นได้

สุพัตรา ตาลดี และสถาพร ขันโต (2552) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาความสามารถทางพหุปัญญาของเด็กปฐมวัยโดยใช้กิจกรรมการละเล่นพื้นบ้าน พบว่า ความสามารถทางพหุปัญญาทั้ง 8 ด้านของเด็กปฐมวัยโดยใช้กิจกรรมการละเล่นพื้นบ้านอยู่ในระดับที่ดีและนักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการละเล่นพื้นบ้านมีความสามารถทางพหุปัญญาทั้ง 8 ด้านก่อนทดลองและหลังทดลองแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ธันยชนก กวาวปญญา, ชมนาด วรรณพรศิริ และกาญจนา สุขแกว (2553) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของโปรแกรมสรางเสริมสมรรถนะแหงตนและคีตมวยไทยตอสมรรถภาพทางกายของทหารที่มีน้ำหนักเกินมาตรฐาน พบว่า ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพทางกายของทหารกลุ่มทดลอง ค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย ก่อนการทดลอง ระหว่างการทดลอง 8 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ไม่แตกต่างกัน ส่วนค่าเฉลี่ยไขมันในร่างกายค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน ค่าเฉลี่ยการวิดพื้น ค่าเฉลี่ยแรงบีบมือ และค่าเฉลี่ยการงอตัวไปข้างหน้ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพทางกายของทหารกลุ่มควบคุมพบว่า คาเฉลี่ยไขมันในร่างกาย ค่าเฉลี่ยสมรรถภาพการใช้ออกซิเจน คาเฉลี่ยวิดพื้น ค่าเฉลี่ยแรงบีบมือและคาเฉลี่ยการงอตัวไปข้างหน้าไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนค่าเฉลี่ยดัชนี มวลกาย ช่วงเวลาของการวัดคือ ก่อนการทดลองระหว่างการทดลอง 8 สัปดาห์ และหลังการทดลอง 12 สัปดาห์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ภูมินทร์ มีขันหมาก, เทเวศร์ พิริยะพฤนท์ และสมควร โพธิ์ทอง (2553) ได้ศึกษาเรื่อง ผลการจัดกิจกรรมนันทนาการที่เน้นการละเล่นของเด็กไทยที่มีต่อคุณค่าทางวัฒนธรรม ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดดอน กรุงเทพมหานคร พบว่า การละเล่นของเด็กไทยมีคุณค่าต่อการเรียนรู้ในลักษณะบูรณาการ สามารถนำมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้สอดคล้องกับจุดประสงค์ของหลักสูตร และสมรรถภาพของการเรียนรู้ ตามทฤษฎีของกาเย่ และยังสอดคล้องกับวิธีการสอนแบบเล่นปนเรียนอีกด้วย ซึ่งจุดทำให้เด็กมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนรู้ และความสนุกสนานเพลิดเพลินในการเรียนนั้น จะเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เด็กมีความกระตือรือร้นในการมาโรงเรียน

วารี วิดจายา, ปัทชา กระแสร์เสียง, ศจีรา คุปพิทยานันท์ และณัฐวุฒิ ธาน (2554) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกไหว้ครูรำมวยไทยและโยคะต่อสมรรถภาพทางกาย พบว่า น้ำหนักตัวของกลุ่มฝึกไหว้ครูรำมวยไทย กลุ่มฝึกโยคะและกลุ่มควบคุมหลังการฝึกลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้ง 2 กลุ่ม ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดัชนีมวลกายของกลุ่มฝึกไหว้ครูรำมวยไทย และกลุ่มฝึกโยคะลดลงแต่ในกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างอย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติ ค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มฝึกไหว้ครูรำมวยไทย กลุ่มฝึกโยคะ หลังการฝึกมีค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มที่ฝึกทั้งสองกลุ่มมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม จากการศึกษาวิจัยครั้งนี้พบว่า การฝึกไหว้ครูรำมวยไทยสามารถส่งผลให้สมรรถภาพทางกายเพิ่มมากขึ้นได้เหมือนกับการฝึกโยคะดังนั้นการฝึกไหว้ครูรำมวยไทยจึงสามารถใช้เป็นทางเลือกของการออกกำลังกายอีกวิธีหนึ่งในการเสริมสร้างสุขภาพ

สรวงสุดา มูลมา, รังสรรค์ สิงหเลิศ, ประวิทย์ สิมมาทัน, และมโนรี อดทน (2555) ได้ศึกษาเรื่อง การศึกษาความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่โดยใช้กิจกรรมการละเล่นพื้นบ้านของนักเรียนบกพร่องทางสติปัญญาระดับปฐมวัย พบว่า นักเรียนที่มีความบกพร่องทางสติปัญญา ระดับปฐมวัย ชั้นอนุบาล 1 หลังจากได้รับการฝึกใช้กล้ามเนื้อด้วยกิจกรรมการละเล่นพื้นบ้านมีความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

มานพ นอบน้อม (2556) ได้กล่าวถึง มวยไทยไว้ว่า มวยไทยเป็นศิลปะการต่อสู้ป้องกันตัวของชาติที่มีความสำคัญยิ่ง แสดงออกถึง วัฒนธรรมอันงดงามของคนไทย ที่สามารถนำไปใช้ได้ทั้งในเชิงกีฬาและการต่อสู้จริง ๆ มวยไทย เป็นศิลปะการต่อสู้ที่ใช้อวัยวะทุกส่วนของร่างกาย เช่น หมัด เท้า เข่าศอก เป็นอาวุธ นอกจากจะเป็นศิลปะการต่อสู้ป้องกันตัวของชาติ ที่สมควรได้รับการอนุรักษ์ และพัฒนาให้มีความก้าวหน้าต่อไปแล้ว มวยไทยยังสามารถฝึกคน ให้มีความจงรักภักดีต่อผู้มีพระคุณ รู้จักเคารพนบนอบ ซื่อสัตย์สุจริต มีน้ำใจเป็นนักกีฬา รู้แพ้ รู้ชนะ รู้อภัย

ปนิษฐา เรืองปัญญาวุฒิ (2557) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการจัดการเรียนรู้วิชาพลศึกษาโดยใช้เกมการละเล่นพื้นบ้านไทยที่มีต่อสุขสมรรถนะของนักเรียนประถมศึกษา พบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาพลศึกษาโดยใช้เกมการละเล่นพื้นบ้านไทย กับกลุ่มควบคุมที่ได้รับการจัดการเรียนรู้วิชาพลศึกษาตามปกติมีสุขสมรรถนะ ด้านองค์ประกอบของร่างกาย ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ด้านความอ่อนตัว ด้านความทนทานของกล้ามเนื้อ ด้านความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ ด้านความทนทานของระบบไหลเวียนโลหิตและหัวใจ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ภาริส วงศ์แพทย์, วันทนียา วัชรีอุดมกาล, ปราการเกียรติ ยังคง และศุภเชษฐ์ ปัญญา (2557) ได้ศึกษาเรื่อง ผลการศึกษานำร่องการใช้เกมคอมพิวเตอร์ และเซนเซอร์วัดแรง ในการช่วยฝึกการทรงตัวแบบพลวัต ของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง โดยให้ ผู้ป่วยยืนเหยียบแผ่นวัดแรงเหยียบทั้งสองด้วยเท้าข้างละแผ่น จากนั้นจึงลงน้ำหนักไปทางซ้ายและขวาให้มากที่สุดเท่าที่ทำได้จำนวนสิบครั้ง โดยไม่มีการป้อนกลับด้วยเกม จากนั้นจึงให้ผู้ป่วยเล่นเกม โดยการโยกตัวไปมาซ้ายสลับขวาเพื่อควบคุมให้จุดกลมในจอภาพเคลื่อนไปมาและสัมผัสเป้าหมาย บันทึกข้อมูลลักษณะการถ่ายเทน้ำหนักตัวและนำข้อมูลมาวิเคราะห์เปรียบเทียบร้อยละการลงน้ำหนักที่เท้าแต่ละข้างระหว่างการไม่มีและการมีข้อมูลป้อนกลับผ่านการเล่นเกม ผลปรากฏว่า การใช้เกมคอมพิวเตอร์มีแนวโน้มช่วยเพิ่มการถ่ายเทน้ำหนักตัวในแนวซ้ายขวาให้ผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมองในระหว่างการฝึกยืนทรงตัว

อานันท์ รุ่งเรือง และถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์ (2557) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการฝึกออกกำลังกายด้วยการรำมวยไทยที่มีต่อสุขสมรรถนะและการทรงตัวของผู้สูงอายุ พบว่า การฝึกออกกำลังกายด้วย

การรำมวยไทยมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ฝึกเพื่อพัฒนาความแข็งแรงและอดทนของกล้ามเนื้อ การทรงตัว และเพิ่มความมั่นใจในการปฏิบัติกิจกรรมในชีวิตประจำวัน ช่วยป้องกันการล้มของผู้สูงอายุได้

ทิพย์สุคนธ์ เพชรโอภาส และบุญชู บุญลิขิตศิริ (2558) ได้ศึกษาเรื่อง การออกแบบเกมการละเล่นพื้นบ้านไทยในรูปแบบสถานการณ์จำลองตามทฤษฎีเครื่องล่อใจ พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจโดยรวมต่อเกมการละเล่นพื้นบ้านไทยในรูปแบบสถานการณ์จำลองในระดับมากในทุกด้าน เมื่อพิจารณารายด้านพบว่า ผู้เล่นมีความพึงพอใจในด้านภาพและสีเป็นลำดับ ที่ 1 ลำดับที่ 2 คือ ด้านรูปแบบเกมและการควบคุม ลำดับที่ 3 คือ ด้านเนื้อหา ลำดับสุดท้าย คือรูปแบบตัวอักษร และด้านสัญรูปหรือปุ่ม ตามลำดับ

ณัฏฐ์ศศิ ชูกิจรุ่งโรจน์ และดวงพร เบญจนราสุทธิ์ (2559) ได้ศึกษาเรื่อง ผลการออกกำลังกายด้วยท่าฤาษีดัดตนต่อความโค้ง และช่วงการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังส่วนอกและเอว ในนักศึกษาหญิงระดับมหาวิทยาลัย พบว่า การฝึกออกกำลังกายด้วยท่าฤาษีดัดตน ในวัยรุ่นเพศหญิงที่มีกิจกรรมส่วนใหญ่อยู่ในท่านั่ง งอลำตัวต่อเนื่องเป็นเวลานาน ส่งผลดีต่อช่วงการเคลื่อนไหวของลำตัวและมุมความโค้งของกระดูกสันหลังส่วนอก ฤาษีดัดตนถือเป็นการออกกำลังกาย ที่เป็นภูมิปัญญาไทยมาแต่โบราณ โดยมีการบริหาร ส่วนต่างๆ ของร่างกายให้เกิดการยืด หด บิด และงอ อย่างช้า ๆ ทำให้สามารถฝึกปฏิบัติได้ง่าย มีความปลอดภัยต่อระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ และมีโอกาสเกิดอันตรายได้น้อย

นันทนัช สงศิริ, สุจินดา ย่องจีน และบัญญัติ ยงย่วน (2560) ได้ให้ความหมายกิจกรรมการละเล่นพื้นบ้านไทย ไว้ว่า เป็นกิจกรรมการเล่น และเกมการแข่งขันที่ใช้ทักษะทางกายที่กระตือรือร้น ใช้การเคลื่อนไหวร่างกายตามแบบวัฒนธรรมไทย มีวิธีการเล่น กฎ กติกาอย่างไทย มีบทร้องประกอบในบางกิจกรรมซึ่งการละเล่นไทย เช่น เสือกินวัว (ล้อมคอก) ไอ้เข้ไอ้โขง วิ่งเปี้ยว วิ่งเก็บของ ช้อนมะนาว ก๊อบแก๊บ (เดินกะลา) เรือบก แนดข้ามส้าว ตั้งตีนตอ ไหสองนิ้วมือ ลิงชิงหาง และผีเข้าขวด เป็นต้น และได้ศึกษาเรื่อง ผลของกิจกรรมการละเล่นไทย ที่มีต่อการพัฒนาสมรรถภาพทางกายของเด็กปฐมวัย พบว่า เมื่อเปรียบเทียบสมรรถภาพทางกายเป็นรายทักษะ พบว่า กิจกรรมการละเล่นไทยสามารถพัฒนาสมรรถภาพทางกาย ด้านทักษะการทำงานประสานกัน ระหว่างสายตาและมือ และทักษะการวิ่งให้สูงขึ้นได้ เป็นเพราะว่า กิจกรรมส่วนใหญ่มีลักษณะเฉพาะ ที่ส่งเสริมทักษะการทำงานประสานกันระหว่างสายตาและมือ ได้แก่ ไหสองนิ้วมือ ลิงชิงหาง และช้อนมะนาว รวมทั้งกิจกรรมที่มีลักษณะเป็นการแข่งขันและการหลบหลีก ซึ่งจะต้องใช้ความรวดเร็ว ได้แก่ วิ่งเปี้ยว วิ่งเก็บของ ไอ้เข้ไอ้โขง และแนดข้ามส้าว ส่งผลให้เกิดการพัฒนา ทักษะการทำงานประสานกันระหว่างสายตาและมือ และ ทักษะการวิ่ง ขณะที่คะแนนของสมรรถภาพทางกายด้าน ทักษะการยืนและการเดิน และทักษะการกระโดด ไม่สูงกว่าก่อนการทดลอง อาจเป็นเพราะลักษณะของ กิจกรรมการละเล่นไทยนั้น มีการส่งเสริม ทักษะการยืนและการเดิน และทักษะการกระโดด ไม่เข้มข้นเพียงพอที่จะพัฒนาทักษะเหล่านี้ได้

กิจจา ถนอมสิงหะ และจินตนา สรายุทธพิทักษ์ (2560) ได้ศึกษาเรื่อง การพัฒนารูปแบบกิจกรรมการออกกำลังกายโดยใช้ศิลปะมวยไทย เพื่อส่งเสริมคุณภาพชีวิตของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย พบว่า 1) ได้รูปแบบกิจกรรมประกอบด้วย 5 กิจกรรม คือ กิจกรรมมาขยับจับมวยไทย กิจกรรมรำไหว้ครู กิจกรรมหุ่นดีด้วยมวยไทย กิจกรรมเสริมความปลอดภัย และกิจกรรม ดรีมทีม 2)

ประเมินประสิทธิผลของรูปแบบกิจกรรมที่พัฒนาขึ้น พบว่า รูปแบบกิจกรรมที่พัฒนาขึ้นส่งผลให้คุณภาพชีวิตด้าน จิตใจ สังคม และความปลอดภัย ของกลุ่มทดลองแตกต่างจากก่อนการทดลอง และแตกต่างจากกลุ่มควบคุม

สุทธิพงศ์ ภูเก้าแก้ว และดวงไกร ทวีสุข (2560) ได้ศึกษาเรื่อง ผลการฝึกกายบริหารด้วยแม่ไม้มวยไทยและลูกไม้มวยไทยที่มีต่อสมรรถภาพทางกาย ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 พบว่า โปรแกรมการฝึกกายบริหารด้วยแม่ไม้มวยไทยและลูกไม้มวยไทยสามารถเพิ่มสมรรถภาพทางกายในด้านความทนทานของกล้ามเนื้อท้อง ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา ความอดทนของระบบไหลเวียนและระบบหายใจ ความอ่อนตัว และการทรงตัวได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุป การนำท่ารำหรือฟ้อนและท่าเต้น จากเอกลักษณ์ไทย เช่น การละเล่นพื้นบ้านของไทย การรำไทยภาคต่าง ๆ การรำมวยไทย และฤาษีดัดตน ซึ่งมีกิจกรรมที่สอดคล้องกับแนวคิดของ Gardner และอาร์มสตรอง รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านนี้ คือ 1) การใช้ส่วนของร่างกายในการแสดงความคิด และความรู้สึก 2) การใช้มือในการประดิษฐ์ และปรับปรุงซ่อมแซมสิ่งต่าง ๆ และ 3) การใช้ทักษะเฉพาะทางกาย รวมทั้ง มีความสนุกสนานสร้างแรงจูงใจ นอกจากนี้ยังเป็นการอนุรักษ์เอกลักษณ์ไทยให้ลูกหลานได้สืบทอดต่อไปและเป็นการเผยแพร่ต่อชาวโลก ไปใช้เป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนประถมศึกษาได้ นอกจากนี้ได้ประยุกต์ เอ็กเซอร์ไซส์เกมซึ่งมีประโยชน์ต่อการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวและเพิ่มแรงจูงใจให้กับนักเรียนดังงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอีกด้วย โดย เอ็กเซอร์ไซส์เกมนี้ได้นำเอาท่ารำหรือฟ้อน ท่าเต้นและฤาษีดัดตนของเอกลักษณ์ไทยดังกล่าวมาเป็นเนื้อหาในการดำเนินกิจกรรม เพื่อฝึกสมรรถภาพทางจิต ฝึกสมรรถภาพและทักษะเฉพาะทางกาย โดยนักเรียนจะได้รับผลสะท้อนกลับขณะที่เล่น เอ็กเซอร์ไซส์เกมและนักเรียนสามารถที่จะพัฒนาตัวเองได้ทันที

ตอนที่ 3 การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กลไกการเกิดคลื่นไฟฟ้าสมอง

สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองเป็นรูปแบบหนึ่งของสัญญาณทางชีวภาพ (Biomedical Signal) โดยรูปแบบของสัญญาณนี้อาจอยู่ในลักษณะของสัญญาณไฟฟ้า เช่น สัญญาณคลื่นสมองที่มีลักษณะเป็นสัญญาณคลื่นแม่เหล็ก หรืออยู่ในลักษณะของรูปภาพและภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพอัลตราซาวนด์ (Ultrasound) ภาพซีทีสแกน (CT Scan) ภาพการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิในร่างกาย (Positron Emission Tomography) เป็นต้น ระบบประสาทของมนุษย์ซึ่งมีกระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา ในขณะทำงานทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างบริเวณที่ทำงานกับบริเวณที่ไม่ทำงาน ในขณะที่มีชีวิตอยู่สมองต้องทำงานอยู่เสมอ คนที่มีชีวิตอยู่จึงมีกระแสไฟฟ้าจากสมองจำนวนน้อยๆ ที่วัดได้ตลอดเวลาโดยไม่ต้องกระตุ้น คลื่นไฟฟ้าสมองที่วัดได้นี้เรียกว่า Electroencephalogram (EEG) สามารถกระตุ้นระบบประสาทรับความรู้สึกและวัดคลื่นไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในทางเดินระบบประสาทนั้น ๆ เรียกว่า Evoked Potential โดยปกติร่างกายมนุษย์จะเคลื่อนไหวหรือทำกิจกรรมใดๆ จะต้องมีการสั่งการจากสมอง โดยสมองจะส่ง

สัญญาณไฟฟ้าอ่อน ๆ ผ่านทางเซลล์ประสาทเพื่อมากระตุ้นหรือสั่งการกล้ามเนื้อให้เคลื่อนไหวตามที่ต้องการ สัญญาณที่สมองส่งออกมาดังกล่าว สามารถใช้เครื่องมือบางอย่างในการตรวจจับและแปลงออกมาในรูปของสัญญาณไฟฟ้าได้

กระแสไฟฟ้าในเซลล์ประสาทเกิดขึ้นเนื่องจากมีการเคลื่อนที่ของไอออนผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ กล่าวคือ เมื่อเซลล์ถูกกระตุ้น โซเดียมไอออนจะเข้าไปในเซลล์และโพแทสเซียมไอออนถูกขับออกมานอกเซลล์ ทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างภายในเซลล์และภายนอกเซลล์ ซึ่งสามารถวัดขนาดความต่างศักย์นี้ได้ โดยการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองเป็นการวัดการเปลี่ยนแปลงทางสรีระวิทยาที่สัมพันธ์กับการทำงานของกลุ่มเซลล์ประสาท โดยคลื่นไฟฟ้าสมองเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าซึ่งผลิตมาจากกิจกรรมทางเคมีชีวภาพภายในเซลสมองของมนุษย์ มีลักษณะเป็นสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง เกิดจากผลรวมของศักย์ไฟฟ้าที่เกิดจากเดนไดรต์ทั้งหมด และศักย์ทำงานที่มาจากการมีเซลล์ประสาทรวมตัวกันอยู่มาก (Neuronal Aggregates) และมีการติดต่อของปลายประสาทจำนวนมาก (Rich Synaptic Interconnection) ความถี่ของคลื่นเหล่านั้นสามารถวัดได้ด้วยรอบต่อวินาทีหรือเฮิร์ท (Hz) คลื่นสมองสามารถเปลี่ยนความถี่พื้นฐานไปตามสภาวะของกิจกรรมทางประสาทภายในสมอง ซึ่งผูกยึดกับการเปลี่ยนแปลงทางจิตใจ อารมณ์ และจิตสำนึก อีกทั้งคลื่นที่บันทึกได้นำมาใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ เช่น การวินิจฉัยโรคทางระบบประสาท ความผิดปกติเกี่ยวกับการนอนหลับ การวินิจฉัยภาวะสมองตาย นอกจากนี้ยังนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิจัยโดยเฉพาะสาขาจิตวิทยาระบบประสาท คลื่นไฟฟ้าสมองวัดได้จากการรวมกันของประจุที่บริเวณเดนไดรต์ ซึ่งก่อให้เกิดการกระตุ้นหรือยับยั้งของเซลล์ประสาท (Excitatory & Inhibitory Postsynaptic Potentials, EPSP & IPSP) ที่อยู่ติดผิวของเปลือกสมอง (Cortex) โดยปกติคลื่นไฟฟ้าสมองจะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นจังหวะ (Rhythmic) โดยเกิดจากประจุที่บริเวณเดนไดรต์ได้รับสัญญาณจากตัวกำเนิดจังหวะที่อยู่ในทาลามัส ผ่านเส้นใยประสาทนำส่ง (Projecting Fiber) เข้ามาก่อให้เกิดการกระตุ้นหรือการยับยั้งของเซลล์ประสาทที่เดนไดรต์ของเซลล์ประสาทบริเวณเปลือกสมอง (Cortical Neuron) เป็นบริเวณกว้างการติดต่อเชื่อมโยงระหว่างเซลล์ประสาทภายในเปลือกสมอง (Cortex) และภายใต้เซลล์ประสาทที่อยู่ภายใต้เปลือกสมอง อาทิ ทาลามัส มีลักษณะเป็นวงจรย้อนกลับ (Reverberating Circuit) ของกระแสประสาทเกิดขึ้นตลอดเวลาและมีเซลล์ผลิตไฟฟ้า (Pace Maker) ได้

การกำเนิดคลื่นไฟฟ้าสมอง

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการกำเนิดคลื่นไฟฟ้าสมองจะช่วยให้เราเข้าใจกลไกการเกิดคลื่นไฟฟ้าสมองที่วัดได้จากหนังศีรษะหรือ EEG โดยใช้ขั้วไฟฟ้าหลาย ๆ ขั้ววางที่หนังศีรษะในตำแหน่งต่าง ๆ กัน และวัดความต่างศักย์ของไฟฟ้าระหว่างขั้วไฟฟ้าทีละ 2 ขั้ว ซึ่งการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองจะช่วยอธิบายได้ว่ากลไกเหล่านี้ผิดปกติอย่างไรในโรคต่าง ๆ ความรู้พื้นฐานพอสรุปได้ดังนี้

1. ความต่างศักย์ของเซลล์ประสาทขณะพัก (Resting Membrane Potential)

เซลล์ประสาทมีความต่างศักย์ระหว่างด้านในและด้านนอกของเซลล์ในภาวะปกติตลอดเวลา โดยผิวในจะเป็นลบอยู่ 50-100 mv (มิลลิโวลต์) เมื่อเทียบกับภายนอกของเซลล์ ความต่างศักย์นี้เป็นผลรวมจาก 1) คุณสมบัติของเยื้อหุ้มเซลล์ประสาท (Cell membrane) ร่วมกับ 2) กระบวนการขนย้ายโซเดียมและโพแทสเซียม ผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ประสาทโดยอาศัยพลังงาน เยื่อหุ้มเซลล์ประสาทมีคุณสมบัติที่

จะกันไม่ให้ประจุต่างๆ ไหลผ่านได้อย่างเสรี โดยภายในเซลล์มีประจุขนาดใหญ่ เช่น โปรตีนมากกว่า ทำให้คลอไรด์กระจายตัวอยู่ด้านนอก และโซเดียมตามคลอไรด์มาให้ประจุรวมอยู่ในสมดุล ภายนอกเซลล์จึงมีคลอไรด์และโซเดียมมากกว่า ทำให้ผิวด้านในเซลล์เป็นลบเมื่อเทียบกับด้านนอก ทำให้เมื่อรวมกับกระบวนการขนย้ายโซเดียมและโพแทสเซียมผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ประสาท โดยอาศัยพลังงานการส่งผ่านโซเดียมและโพแทสเซียม (Active Na-K pump) ทำให้เซลล์ประสาทมีความต่างศักย์ของเซลล์ประสาทขณะพักประมาณ -50 ถึง -100 mv ความต่างศักย์ของ เยื่อหุ้มเซลล์ประสาทนี้ มีความจำเป็นต่อการนำกระแสประสาท เมื่อมีภาวะต่างๆ ที่ทำให้การสร้างพลังงานของเซลล์ประสาทติดขัด

2. ความต่างศักย์ของเยื่อด้านรับของรอยต่อประสาท (Postsynaptic Potentials, PSP)

เมื่อสัญญาณประสาทเดินทางผ่าน Axon ในเซลล์ประสาทตัวที่สอง สัญญาณจะถูกส่งผ่านรอยต่อของเซลล์ประสาท (Synapse) ซึ่งอาจอยู่ที่ตัวเซลล์ประสาทหรือที่เดนไดรต์ โดยมีการปล่อย Neurotransmitter จากบริเวณ Presynaptic Terminal เข้าไปที่ Synapse เพื่อไปจับกับตัวรับ ซึ่งมีโครงสร้างเป็นช่องผ่านของประจุชนิดที่ถูกควบคุมด้วยสารเคมี (Ligand Gated Ion Channel) อยู่ที่ Postsynaptic Terminal มีผลให้ Ion Channel เปิดออกและทำให้ประจุไหลผ่านได้เป็นเวลาสั้น ๆ ทำให้ความต่างศักย์ของเยื่อด้านรับของรอยต่อประสาท (PSP) ในบริเวณนั้นเปลี่ยนไป ถ้าช่องที่ประจุผ่านเป็นชนิดที่ปล่อยให้เฉพาะโซเดียมผ่านโวเดียมที่เป็นซึ่งเป็นประจุบวกจะไหลเข้าทำให้ผิวด้านในของเซลล์เป็นบวกมากขึ้น ทำให้เซลล์ไวต่อการกระตุ้นได้ได้ง่ายขึ้น เราจึงเรียกการเปลี่ยนแปลงนี้ว่า ความต่างศักย์ของเยื่อด้านรับของรอยต่อประสาทชนิดกระตุ้น (Excitory Postsynaptic Potential, EPSP) ตรงข้ามกับเมื่อช่องที่ประจุผ่านเป็นชนิดที่ปล่อยให้เฉพาะโพแทสเซียมหรือคลอไรด์ผ่านจะทำให้ผิวด้านในของเซลล์เป็นลบมากขึ้น และเซลล์มีความไวต่อการกระตุ้นลดลง นั้นคือ เกิดความต่างศักย์ของเยื่อด้านรับของรอยต่อประสาทชนิดยับยั้ง (Inhibitory Postsynaptic Potential, IPSP)

3. ช่องผ่านของประจุ (Ion Channels)

ช่องผ่านของประจุเป็นองค์ประกอบของเซลล์ที่ฝังอยู่ในเยื่อหุ้มของเซลล์ โดยสร้างมาจากสายของกรดอะมิโนที่มี Hydrophilic และ Hydrophobic Proton สลับกัน ทำให้ส่วนที่ไม่มีประจุลงไปอยู่ในชั้นไขมันของเยื่อหุ้มเซลล์ และพับซ้อนกันเป็นรูปแท่งซึ่งเป็นองค์ประกอบย่อยของช่องผ่านของประจุ (Ion Channel Submit) องค์ประกอบย่อยเหล่านี้จะมารวมกัน 4-5 อัน ก่อให้เกิดรูเปิดตรงกลางซึ่งเป็นช่องทางผ่านของประจุต่าง ๆ โดยปกติแล้วช่องทางเหล่านี้จะปิดอยู่ แต่เมื่อมีภาวะทางกายภาพที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในรูปร่างขององค์ประกอบย่อย เช่น มีสารเคมีมาจับกับส่วนซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณ (Ligand Gated Ion Channel) หรือเกิดการดึงบิดของเยื่อหุ้มประสาท (Mechanical Gated Ion Channel) หรือเกิดการเปลี่ยนความต่างศักย์ของเยื่อหุ้มเซลล์ประสาท (Voltage Gated Ion Channel) ก็จะทำให้คุณสมบัติของ Ion Channel เปลี่ยนไป ปล่อยให้ประจุเฉพาะชนิดผ่านได้

4. ความต่างศักย์เมื่อเซลล์ประสาทเกิดการกระตุ้น (Action Potentials)

ความต่างศักย์เมื่อเซลล์ประสาทเกิดการกระตุ้น เป็นปรากฏการณ์ที่เกิดเมื่อความต่างศักย์ที่เยื่อหุ้มเซลล์ประสาท (Membrane Potential) บริเวณใดบริเวณหนึ่งลดลงผ่านระดับวิกฤติ (Threshold) ซึ่งกำหนดโดยความต่างศักย์ที่กระตุ้นให้ Voltage Gated Ion Channel ของเยื่อหุ้มเซลล์

ประสาทเปิดขึ้น โดย Ion Channel นี้ จะปล่อยให้เฉพาะโซเดียมและโพแทสเซียมผ่าน เมื่อใดก็ตามที่ผลรวมของ Postsynaptic Potential ของเซลล์ประสาทส่งผลทำให้ผิวในของเยื่อหุ้มเซลล์ประสาทเป็นบวก จะเกิดการเพิ่มของ Membrane Potential ซึ่งมากพอที่จะก่อให้เกิดการไหลเข้าของประจุบวกอย่างรวดเร็ว เรียกว่า Depolarization และความต่างศักย์นี้จะกระตุ้นให้เยื่อหุ้มเซลล์ประสาทบริเวณถัดไป Depolarize ต่อเนื่องกัน ทำให้เกิดการ “วิ่ง” ของส่วนที่มีประจุด้านในเป็นบวกผ่านเซลล์ประสาท เรียกการเปลี่ยนแปลงของความต่างศักย์ของเยื่อหุ้มเซลล์ประสาทที่กระตุ้นให้เกิดการ Depolarize ไปแล้วจะกลับสร้างประจุขึ้นเหมือนเดิมอย่างรวดเร็ว ทำให้เซลล์ประสาทพร้อมที่จะรับการกระตุ้นครั้งต่อไป

5. การรวมประจุที่ผิวด้านนอกของสมอง

การรวมประจุที่ผิวด้านนอกของสมอง ส่วนมากเกิดจาก PSP ของ Pyramidal Cell ขนาดใหญ่ ทั้งนี้เซลล์ประสาททุกเซลล์จะมีการสร้างสนามไฟฟ้า แต่เซลล์ส่วนมากจะมีการเรียงตัวแนวตั้งแนวนอนที่ไม่เหมือนกัน และไม่ได้ถูกกระตุ้นพร้อม ๆ กัน หรืออยู่ลึกห่างจากผิวของสมอง ทำให้สนามไฟฟ้าจาก EPSP และ IPSP หักล้างกันหรือเกิดไม่พร้อมกัน ไม่สามารถตรวจวัดที่ผิวสมองได้ Pyramidal Cell ขนาดใหญ่ มีเดนไดรต์ (Dendrite) ที่แทงผ่านมาถึงบริเวณนอกสุดของสมองและตัวเซลล์มีการเรียงตัวเป็นแนวรัศมี (Radial Orientation) ซึ่งถูกกระตุ้นโดยเซลล์ให้จังหวะพร้อม ๆ กัน เป็นบริเวณกว้าง เมื่อรวม EPSP และ IPSP จากเซลล์เหล่านี้เข้าด้วยกัน จึงมีสนามไฟฟ้าขนาดใหญ่ ผ่านเยื่อหุ้มสมอง น้ำไขสันหลัง กะโหลกและผิวหนังไปปรากฏบนหนังศีรษะเป็นคลื่นไฟฟ้าสมองที่มีขนาด 10-100 ไมโครโวลต์

ประเภทของคลื่นไฟฟ้าสมอง

การแบ่งประเภทของคลื่นสมองนอกจากจะแบ่งตามวิธีการตรวจวัดแล้ว ทางด้านประสาทวิทยา ได้ศึกษาคลื่นสมองในย่านความถี่ที่สัมพันธ์กับกิจกรรมของร่างกายมนุษย์ (Brain Frequencies Activity) ความแตกต่างของคลื่นไฟฟ้าสมอง (Brain Wave) จะเกิดขึ้นในลักษณะกิจกรรมที่แตกต่างกันในแต่ละกิจกรรม

Ramadan, Refat, Elshahed, and Ali (2015, pp. 37-38) อธิบายว่า ในการวัดและแบ่งคลื่นสมองของมนุษย์ตามระดับความสั่นสะเทือนหรือความถี่ ได้เป็น 5 กลุ่มใหญ่ ๆ ได้แก่ คลื่น Alpha, Beta, Delta, Theta, และ Gamma โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. คลื่นเบต้า (Beta Brainwave) มีความถี่ประมาณ 14-21 รอบต่อวินาที (Hz) เป็นช่วงคลื่นสมองที่เร็วที่สุด เกิดขึ้นในขณะที่สมองอยู่ในภาวะของการทำงานและควบคุมจิตใต้สำนึก (Conscious Mind) ในขณะตื่นและรู้ตัว เช่น การนั่ง ยืน เดิน ทำงาน หรือกิจกรรมต่างๆในกรณีที่จิตมีความคิดมากมายหลายอย่างจากภารกิจประจำวัน วุ่นวายใจ สับสนหรือฟุ้งซ่าน และสั่งการสมองอย่างไม่เป็นระเบียบความถี่ของคลื่นช่วงนี้อาจสูงขึ้นได้ถึง 40 Hz โดยเฉพาะคนในที่มีความเครียดมากอยู่ในภาวะเร่งรีบบีบคั้น ตื่นเต้นตกใจ อารมณ์ไม่ดี โกรธหรือดีใจมาก ๆ สมองจะมีการทำงานในช่วงคลื่นเบต้ามากเกินไป

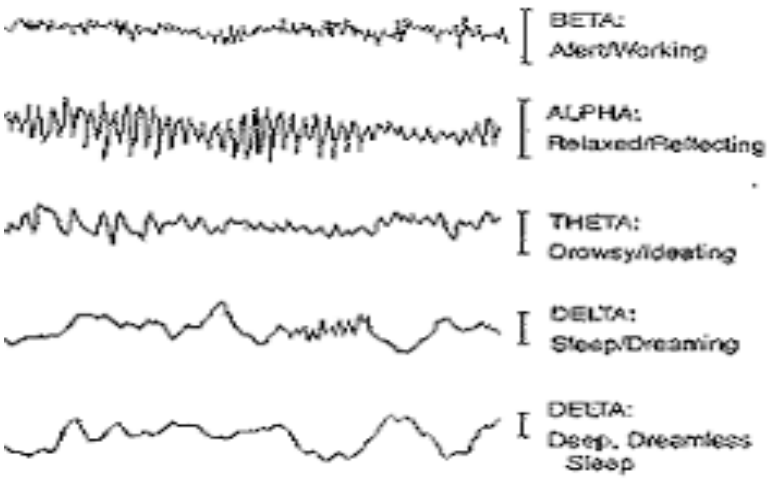
2. คลื่นอัลฟ่า (Alpha Brainwave) มีความถี่ประมาณ 7-14 รอบต่อวินาที (Hz) ความถี่ ของคลื่นที่ต่ำลงมานี้ ก็คือ เป็นคลื่นสมองที่ปรากฏบ่อยในเด็กที่มีความสุขและในผู้ใหญ่ที่มีการฝึกฝนตนเองให้

สงบนิ่งมากขึ้นอาจหมายถึง สภาวะที่จิตสมดุลอยู่ในสภาวะสบายๆ มีการช้าลงด้วยการใคร่ครวญไม่ด่วนตอบสนองต่อสิ่งเร้าด้วยอารมณ์อันรวดเร็ว เวลาที่ความถี่น้อยลง หมายถึงว่า จะคิดช้าลง เป็นจังหวะเป็นท่วงทำนอง คมชัด ให้เวลาแก่จิตในการไตร่ตรองและมีความคิดเป็นระบบขึ้น สภาวะที่สมองทำงานอยู่ในคลื่นอัลฟ่ายังพบอยู่ในหลายรูปแบบ เช่น ขณะที่กล้ามเนื้อหรือร่างกายผ่อนคลาย ช่วงเวลาที่ง่วงนอนก่อนหลับหรือหลับใหม่ ๆ เวลาทำอะไรเพลิน ๆ จนลืมสิ่งรอบตัว เวลาสบายใจ เวลาอ่านหนังสือ หรือจดจ่อกับกิจกรรมอย่างต่อเนื่องในระยะเวลาหนึ่งและการเข้าสมาธิในระดับภวังค์ที่ไม่ลึกมาก

3. คลื่นเธต้า (Theta Brainwaves) มีคลื่นความถี่ประมาณ 4-11 รอบต่อวินาที (Hz) เป็นช่วงคลื่นที่สมองทำงานช้าลงมากพบเป็นปกติในช่วงที่คนหลับ หรือมีความผ่อนคลายอย่างสูง แต่ในภาวะที่ไม่หลับคลื่นนี้ สามารถเกิดขึ้นได้เช่นกัน เช่น ขณะอยู่ในการภาวนาสมาธิที่ลึกในระดับหนึ่ง การเข้าสู่สภาวะนี้ ใกล้เคียงกับคลื่นสมองในสภาวะอัลฟ่าคือ มีความสุข ลืมความทุกข์ แต่จะมีความปิติสุขมากกว่า สภาวะนี้มีความเชื่อมโยงกับการเห็นภาพต่าง ๆ สมองในช่วงคลื่นเธต้า เปรียบเสมือนแหล่งเก็บแรงบันดาลใจ ความคิดสร้างสรรค์ที่อยู่ในจิตใจส่วนลึกของเราจึงเป็นคลื่นสมองที่สะท้อนการทำงานของจิตใต้สำนึก (Subconscious Mind) อันเป็นการทำงานของเนื้อสมองส่วนใหญ่ของมนุษย์ระดับพฤติกรรมภายใต้ ความถี่ของของคลื่นเธต้าเป็นลักษณะที่บุคคลคิดคำนึงเพื่อแก้ปัญหา พบได้ทั้งลักษณะที่รู้สำนึกและ ไร้สำนึก ปรากฏออกมาเป็นความคิดสร้างสรรค์ เกิดความคิดหยั่งเห็น (Insight) มีความสงบทางจิตและ มองโลกในแง่ดีเกิดสมาธิแน่วแน่และเกิดปัญญาญาณ

4. คลื่นเดลต้า (Delta Brainwaves) มีความถี่ประมาณ 0–4 รอบต่อวินาที (Hz) เป็นคลื่นสมองที่ช้าที่สุด สภาวะนี้จะทำให้ร่างกายเกิดความผ่อนคลาย ในระดับที่สูงมากเป็นคลื่นสมองที่ทำงานเชื่อมต่อกับส่วนที่เป็นจิตไร้สำนึก (Unconscious Mind) เช่น ในขณะที่ร่างกายหลับลึกโดยไม่มีการฝันหรือ เกิดจากการเข้าสมาธิลึก ๆ ในระดับฌานในช่วงนี้คลื่นสมองแสดงให้เห็นว่า ร่างกายกำลังดื่มด่ำกับการพักผ่อนลงลึกอย่างเต็มที่ เปรียบได้กับการประจุพลังงานเข้าสู่ร่างกายใหม่ผู้ที่ผ่านการหลับลึก ในช่วงเวลาที่พอเหมาะพอดีจะรู้สึกได้ถึงความสดชื่นกระปรี้กระเปร่ามากเป็นพิเศษ เมื่อเปรียบเทียบกับผู้ที่นอนหลับไม่ค่อยสนิท และสำหรับผู้ที่ทำสมาธิอยู่ในระดับฌานลึก ๆ เมื่อออกจากสมาธิแล้ว ก็จะยังคงติด รสแห่งปิติสุข ทำให้เกิดความสุขใจมีใบหน้าผ่องใสเต็มอิ่มไปด้วยความสุข สดชื่นเช่นเดียวกัน

5. คลื่นแกมม่า (Gamma Brainwaves) ความถี่ประมาณ 30-100+ เฮิรตซ์ เป็นคลื่นสมองที่มีความถี่อยู่ ในช่วงสูงสุด เกิดขึ้นบริเวณสมองส่วนที่ทำหน้าที่รับความรู้สึก (Somatosensory Cortex) คลื่นแกมม่า จะเกี่ยวข้องกับด้านความคิดและจิตใจ เช่น ความกลัว การแก้ไขปัญหา การเรียนรู้ การมีสติรู้จักคิด ผู้เจริญเมตตาภาวนาต่อเนื่องจะมีคลื่นแกมม่า (ความถี่สูงสุด) สูงกว่าคนปกติ คนที่ฝึกสมาธิเมตตาภาวนาต่อเนื่องจะมีการเปลี่ยนแปลงของสมองแบบถาวรในเชิงบวก เช่น
ความสงบ ความอิ่มเอิบ การมองโลกในแง่ดี ดังภาพที่ 2-1



ภาพที่ 2-1 ลักษณะคลื่นไฟฟ้าสมอง (มณฑิรา วิทยากิตติพงษ์, 2549) ในคลื่นแบบต่าง ๆ

การตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง แบ่งออกเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองขณะพัก (Rest EEG Recording) เป็นการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองในขณะพักโดยไม่มีการให้สิ่งกระตุ้น เพื่อดูการทำงานของสมองในขณะนั้น และยังสามารถนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์เชิงปริมาณ (Quantitative EEG: qEEG) ผ่านการคำนวณสมการทางคณิตศาสตร์เรียกว่า Fast Fouier Transform (FFT) เพื่อทำการวิเคราะห์ปริมาณความสูง (Amplitude) และค่า Power ของคลื่นไฟฟ้าในแต่ละช่วงความถี่ของสมอง

2. การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Evoked Potentials (EP) เป็นการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองในขณะที่มีการให้สิ่งกระตุ้นซ้ำ ๆ ต่อระบบประสาทรับความรู้สึกชนิดต่าง ๆ เช่น การกระตุ้นด้วยแสงในการตรวจ Visual Evoked Potentials (VEP) หรือการกระตุ้นด้วยเสียงในการตรวจ Auditory Evoked Potentials (AEP) การตรวจในรูปแบบนี้จึงไม่ได้เน้นที่การประเมินการทำงานของสมองในภาพรวม แต่เป็นการตรวจสัญญาณประสาทโดยดูจากการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองในตำแหน่งของสมองที่สอดคล้องกับสิ่งกระตุ้นชนิดนั้น ๆ เท่านั้น

3. การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองชนิด Event Related Potentials (ERP) เป็นการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองในขณะที่ให้สิ่งกระตุ้นซ้ำ ๆ เช่นกัน แต่สิ่งกระตุ้นที่ใช้ในการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองชนิดนี้จะต้องอาศัยกระบวนการทางสติปัญญาในการตอบสนอง เช่น การตอบสนองต่อภาพ หรือตัวอักษรที่กำหนด เป็นต้น

วิธีบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง

กระบวนการสื่อสารระหว่างสมองกับคอมพิวเตอร์เพื่อเริ่มต้นจากการการบันทึกสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง (Signal Acquisition) จากบริเวณส่วนต่าง ๆ ของสมองที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ (Human Brain Function) ที่แสดงออกมาด้วยเครื่องบันทึกสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองซึ่งประกอบด้วยขั้ววัดสัญญาณไฟฟ้าที่ถูกจัดให้ติดตั้งอยู่บนศีรษะของมนุษย์ระยะห่างของ

แต่ละขั้วสัญญาณถูกกำหนดด้วยระบบมาตรฐานนานาชาติ 10-20 (International 10–20 System) ขณะที่ความต้านทานไฟฟ้าของขั้วสัญญาณต้องไม่เกิน 5 K Ohm สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองที่ได้จะถูกขยายให้มีความแรงขึ้น มีอัตราการสุ่มสัญญาณ เช่น 128 Hz ความละเอียดกำหนดตามความเหมาะสมที่ 8 หรือ 16 Hz มีการกรองความถี่ที่ต้องการหรือฟิวเตอร์เพื่อนำเอาเฉพาะสัญญาณที่ต้องการซึ่งอยู่ในย่านความถี่ 0.2–30 Hz. มาใช้สำหรับการวิเคราะห์ขจัดสัญญาณที่ไม่ต้องการออกไปนำเอาสัญญาณที่ต้องการนำมาคัดกรองส่งเข้าสู่กระบวนการแยกคุณลักษณะของสัญญาณ (Feature Extraction) เพื่อนำเอารูปแบบของคุณลักษณะที่ต้องการของสัญญาณเข้าสู่หน่วยประมวลผลเพื่อสร้างโปรแกรมหรือคำสั่งการใช้งาน (Devices Control) โดยการนำเอาสัญญาณที่คัดเลือกแล้วมาทำการกำหนดรูปแบบของคำสั่งกระบวนการและวิธีการควบคุมอุปกรณ์ภายนอกด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ต่อไป

สำหรับการวัดหรือบันทึกสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง ซึ่งเกิดจากกิจกรรมที่เกิดขึ้นสร้างขึ้นเองจากพฤติกรรมที่แสดงออกโดยการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของตัวผู้ใช้งาน เช่น คลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นเมื่อสมองสั่งให้แขนและขามีการเคลื่อนไหวสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองจากบริเวณพื้นที่สมองสั่งการก็จะถูกส่งผ่านลงไปสู่ก้านสมองเส้นประสาทไปกระตุ้นกล้ามเนื้อและนำไปสู่การเคลื่อนไหวแขนและขาโดยเป็นที่รู้จักกันดีในรูปแบบของสัญญาณที่เรียกว่า Motor และ Sensory Motor Rhythm ซึ่งวิธีการวัดและบันทึกสัญญาณแบบไม่รุกราน (Non-Invasive EEG Signal Measurement) เป็นวิธีการที่นิยมใช้มากที่สุดในปัจจุบันในขณะที่มนุษย์ดำเนินกิจกรรมต่างในชีวิตประจำวันนั้นพื้นที่สมองมนุษย์ในส่วนที่เรียกว่า Primary Sensory Motor Cortical Areas หรือสมองส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวจะปรากฏคลื่นสมองที่ความถี่ 8–12 Hz (Mu Rhythm) (McFarland, Krusienski, & Wolpaw, 2006) ซึ่งจะแตกต่างจากพื้นที่ส่วนอื่นและมีความสัมพันธ์โดยตรงกับระบบประสาทสัมผัสและการเคลื่อนไหวของร่างกายซึ่งโดยปกติจะสัมพันธ์กับคลื่นความถี่สมองอีกย่านความถี่หนึ่งซึ่งมีความถี่อยู่ระหว่าง 26–30 Hz.เรียกว่า β Rhythms เพิ่มเติมสามารถยืนยันได้ว่าความถี่ 8 Hz. และ 14 Hz. เป็นความถี่ที่อยู่ในย่าน Mu Rhythm และตำแหน่งของขั้วไฟฟ้าที่ Channel 6 และ 9 ซึ่งเป็นพื้นที่สมองในบริเวณ Posterior Parietal Cortex ทำหน้าที่ในการวางแผนการเคลื่อนไหว (Buneo & Andersen, 2005)

การบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองทำได้ 2 วิธี คือ บันทึกแบบ 2 ขั้ว (Bipolar Recording) และแบบขั้วเดียว (Monopolar หรือ Unipolar Recording) การบันทึกแบบสองขั้วเป็นการบันทึกความต่างศักย์ระหว่างตำแหน่งขั้วไฟฟ้า 2 อันบนหนังศีรษะ ส่วนการบันทึกแบบขั้วเดียวเป็นการบันทึกความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างตำแหน่งขั้วไฟฟ้าหนึ่งบนหนังศีรษะกับตำแหน่งขั้วไฟฟ้าอ้างอิง (Reference Electrode) ที่วางไกลออกไปจากกะโหลกศีรษะ ปกตินิยมวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้าอ้างอิงที่ติ่งหูทั้งสองข้าง (A_1 และ A_2) และกลางกระหม่อม (Vertex) ของกะโหลกศีรษะ (Cz) ส่วนการวิเคราะห์คลื่นไฟฟ้าทำได้โดยการพิจารณาเกี่ยวกับ แกนความถี่ (Frequency) และแกนความสูง (Amplitude) ของคลื่นไฟฟ้าสมองตั้งแต่ระยะเริ่มกระตุ้นจนเริ่มตอบสนองหรือระยะแฝง (Latency) การกระจายของคลื่นไฟฟ้าสมอง การวิเคราะห์ในปัจจุบันมักใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการวิเคราะห์ทำให้สะดวกมากยิ่งขึ้น

การวัดคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยขั้วไฟฟ้าที่หนังศีรษะ

การวัดคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยขั้วไฟฟ้าที่หนังศีรษะ (Recording of EEG with Scalp Electrodes) โดยคลื่นไฟฟ้าสมองที่วัดได้ที่หนังศีรษะมีลักษณะสำคัญ 3 ประการ คือ

1. ส่วนมากเป็นผลรวมจากการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าของเนื้อสมองที่อยู่ใกล้ ๆ ขั้วไฟฟ้านั้น
2. ส่วนน้อยเกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางไฟฟ้าในบริเวณที่ห่างไกล
3. เยื่อหุ้มสมองและกะโหลกศีรษะมีคุณสมบัติเป็นเป็นตัวกรอง (Filter) โดยลดสัญญาณความถี่สูงลง

การหาที่มาของสัญญาณในทางประสาทสรีระวิทยา (Electrophysiology) นั้นทำโดยการเปรียบเทียบรูปร่างสัญญาณกับเวลาที่เกิดจากสัญญาณจากตำแหน่งต่าง ๆ ว่า เหมือนกันเพียงใด เรียกว่าการหาความสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างสัญญาณจากสองตำแหน่งนั้น ส่วนมากจะพบว่าคลื่นสมองที่หนังศีรษะจะมีรูปร่างคล้ายกับคลื่นไฟฟ้าจากผิวสมอง (Electrocorticogram, EcoG) ที่อยู่ใกล้ ในบางกรณีพบว่า มีความสัมพันธ์ระหว่าง EEG กับแหล่งกำเนิดสัญญาณในบริเวณที่ห่างไกล พบว่าแหล่งกำเนิดสัญญาณนี้มักมีลักษณะพิเศษได้แก่ 1) มีขนาดสัญญาณใหญ่และมีการเรียงตัวของเนื้อสมองในลักษณะที่ทำให้ประจุมารวมกัน (High Intensity, Spatial Orientation) จนสามารถเห็นได้จากที่ห่างไกล เรียกปรากฏการณ์นี้ว่ามีการฉายสัญญาณ (Projection) จากบริเวณที่ห่างไกลไปยังขั้วที่ใช้วัด หรือ 2) มีการต่อเชื่อมผ่านใยประสาทเพื่อมาควบคุมเนื้อสมองทั้งสองข้างพร้อมกัน (Bilateral Synchrony) ซึ่งแหล่งกำเนิดสัญญาณที่กระจายไปยังสมองทั้งสองพร้อมๆ กันนี้ มักอยู่ในส่วนกลางของสมอง ในกรณีที่สองสัญญาณจะมาจากเนื้อสมองที่อยู่ใต้ขั้ววัดนั่นเอง ในทั้งสองกรณีสัญญาณไฟฟ้าที่มีจุดเริ่มที่ห่างไกลเหล่านี้ถูกเรียกว่า Projected Rhythm ตัวอย่างที่เห็นได้ชัดทางคลินิกคือ การเกิด Shap Wave จากสมองส่วน Hippocampus และเนื้อสมองโดยรอบนั้นห่างจากขั้วที่วัดที่ Temporal Lobe หลายเซนติเมตร แต่ก็ยังสามารถนำมาวัดได้

เยื่อหุ้มสมองและกะโหลกศีรษะมีคุณสมบัติเป็นตัวกรองลดสัญญาณความถี่สูงลง (High Frequency Filter) การลดทอนของสัญญาณนี้เกิดเพิ่มขึ้นเมื่อความหนาของเยื่อหุ้มกะโหลกมากขึ้น กับเมื่อการ “ลัดวงจร” โดยมีสารที่นำไฟฟ้าได้ดี เช่น Subdural Blood มาขวางระหว่างสมองและขั้วไฟฟ้าเหมือนกับการ “ใส่สมองเข้าในกล่องโลหะ” (Shiled) ผลจากการเปลี่ยนแปลงนี้ทำให้คลื่นไฟฟ้าสมองที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่น Spike จะถูกลดทอนลงมาก ทำให้เหลือปรากฏบนหนังศีรษะเป็นบริเวณแคบ ต่างกับคลื่นไฟฟ้าสมองที่มีความถี่ต่ำจะมีการกระจายกว้างกว่า ดังนั้นเมื่อทำการวัดคลื่นไฟฟ้าจากผิวสมองเทียบกับคลื่นไฟฟ้าที่หนังศีรษะ จะเห็นการบิดเบือนของรูปร่างและการลดลงของขนาดสัญญาณความถี่สูงมากกว่าความถี่ต่ำ โดยสัญญาณใด ๆ ก็ตามที่แหล่งกำเนิดนอกเนื้อสมอง จะถือว่าเป็นสัญญาณรบกวน (Artifacts)

การวางตำแหน่งขั้วไฟฟ้า

การวางขั้ววัดไฟฟ้าตามระบบ 10-20 (10/20 Electrode Placement System) เป็นวิธีการวางขั้วไฟฟ้ามาตรฐานของอเมริกัน (American EEG Society) หลักการวาง คือ ใช้ระยะห่างตำแหน่งบนกระดูก (Bony Landmarks) เพื่อสร้างเป็นตาราง มีการตัดกันที่ 10-20 เปอร์เซ็นต์ ของระยะแต่ละเส้นที่

วัด เพื่อวางขั้วไฟฟ้าตามตำแหน่งนั้น มาตรฐานในการกำหนดตำแหน่งการวัดสัญญาณ (The Ten-Twenty System, The International 10-20 System of Electrode Placement) เป็นวิธีปฏิบัติการเพื่อหาตำแหน่งวางขั้วไฟฟ้าการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยการวัดศีรษะ แล้วแบ่งส่วนออกเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ และ 20 เปอร์เซ็นต์ (จากระยะที่วัดได้แต่ละเส้นคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์) ตัวเลข 10-20 หมายถึง ตำแหน่งวางขั้ววัดไฟฟ้า แต่ละจุดถูกกำหนดไว้ให้วางอยู่บนจุดตัดกันที่ 10 เปอร์เซ็นต์ หรือ 20 เปอร์เซ็นต์ของเส้นที่วัดระยะทางแต่ละเส้นบนศีรษะ (Cacioppo, Tassinary, & Berntson, 2007, p. 61) ตำแหน่งบนกระดูกที่ใช้ ได้แก่ 1) Inion คือ รอยนูนบนกระดูกที่กึ่งกลางด้านหลังของศีรษะ 2) Nasion คือ ร่องระหว่างตำแหน่งเหนือจมูกใต้หน้าผาก และ 3) Preauricula Point คือ รอยบุ๋มกระดูกด้านหน้าของรูหูใกล้ขอบบนของ Tragus แต่ละส่วนจะมีตัวอักษรที่ใช้กำกับจุดต่าง ๆ ได้แก่ F (Frontal Lobe) คือสมองส่วนหน้า, FP (Frontal Pole) คือสมองส่วนหน้าบริเวณหน้าผาก, T (Temporal Lobe) คือสมองส่วนขมับ, C (Central Lobe) คือสมองส่วนกลาง, P (Parietal Lobe) คือสมองส่วนบน, O (Occipital Lobe) คือ สมองส่วนท้ายทอย

การจัดเก็บสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง

ขั้นตอนการจัดเก็บสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง ขั้นตอนแรก คือ ใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า ขั้ววัดสัญญาณ ตรวจจับสัญญาณไฟฟ้าจากบริเวณหนังศีรษะของผู้ร่วมการทดลอง ขั้ววัดดังกล่าวมีหลายแบบทั้งแบบเป็นแผ่นแปะ (Plate) และแบบหมวกครอบศีรษะ (Cap) โดยสำหรับการวิจัยนี้ผู้วิจัยใช้แบบหมวกซึ่งมีขั้ววัดหลายอันอยู่ภายในหมวก ทำให้วัดสัญญาณได้พร้อมกันหลายจุด สัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากขั้ววัดจะมีขนาดแรงดันต่ำมากในระดับมิลลิโวลต์ จึงต้องขยายสัญญาณก่อนด้วยเครื่องขยายเฉพาะที่เรียกว่า ไบโอแอมพลิฟลายเออร์ (Bio Amplifier) ซึ่งจะมีคุณสมบัติในการป้องกัน การกำจัดสัญญาณรบกวนและขยายสัญญาณในย่านความถี่ของคลื่นไฟฟ้าสมองได้ดี จากนั้นจะแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอล ด้วยเครื่องดิจิไตเซอร์ (Digitizer) และสัญญาณดิจิตอลจะถูกบันทึกไว้โดยเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปใช้งานต่อไป การส่งสัญญาณดิจิตอลระหว่างดิจิไตเซอร์และคอมพิวเตอร์นั้น มีวงจรไฟฟ้าแยกจากกัน เพื่อป้องกันกระแสไฟฟ้าจากคอมพิวเตอร์ไหลย้อนกลับมายังขั้ววัดสัญญาณไฟฟ้าสมอง ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อผู้ใช้งาน

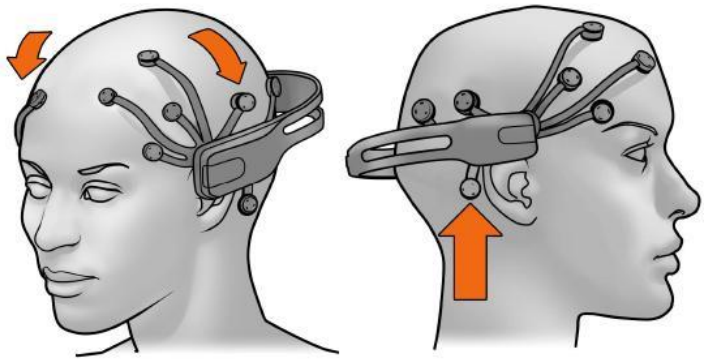
รูปแบบของการวัดด้วยขั้ววัดสัญญาณไฟฟ้าสมอง โดยทั่วไปการใช้ขั้ววัด (Electrode Plate) เพื่อตรวจจับสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง แบ่งได้สองวิธี คือ แบบฝังภายใน (Invasive) ใช้ในทางการแพทย์เป็นหลัก เพื่อใช้ตรวจสอบหาหรือวินิจฉัยอาการผิดปกติเกี่ยวกับการทำงานของสมอง และแบบวางแปะภายนอก (Noninvasive) ซึ่งสามารถทำได้ง่ายและไม่มีอันตราย ปัจจุบันขั้ววัดชนิดที่เป็นหมวกครอบศีรษะ ซึ่งทำให้ใช้งานได้สะดวกง่ายขึ้น และสำหรับงานวิจัยนี้ใช้แบบหมวกครอบศีรษะ เนื่องจากปลอดภัย ไม่มีภาวะเสี่ยงที่อาจเกิดการบาดเจ็บจากกระแสไฟฟ้า

การระบุตำแหน่งของจุดที่วัดสัญญาณบนศีรษะ เนื่องจากสมองแต่ละส่วนมีหน้าที่หรือความสัมพันธ์กับกิจกรรมของร่างกายแตกต่างกัน ดังนั้นหากเลือกตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมจะทำให้สัญญาณที่ได้มีองค์ประกอบที่ไม่ต้องการมากกว่าองค์ประกอบที่ต้องการใช้งาน

ช่องความถี่ของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองสามารถวัดได้ เนื่องจากสัญญาณไฟฟ้าสมองที่ตรวจวัดได้จากขั้ววัด จะมีขนาดแรงดันไฟฟ้าที่ต่ำมากก่อนที่จะนำมาแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอล ต้องผ่านการขยายโดยเครื่องขยายสัญญาณก่อน ถ้าเครื่องขยายออกมาไม่ดีอาจทำให้สูญเสียรายละเอียดของคลื่นบางความถี่ได้ รวมทั้งอาจมีสัญญาณรบกวนแปลกปลอมแทรกเข้ามาในสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองที่บันทึกไว้ สัญญาณรบกวนที่เกิดจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือเกิดจากขั้ววัดที่ไม่มีประสิทธิภาพ และการไม่ได้ทำความสะอาดหนังศีรษะก่อนติดตั้งขั้ววัด ในกรณีที่ใช้ขั้ววัดแบบ Passive ซึ่งเป็นขั้ววัดที่ไม่มีวงจรขยายสัญญาณด้วยตัวเอง สัญญาณรบกวนเหล่านี้อาจเป็นตัวลดคุณภาพของสัญญาณที่วัดได้บางส่วน

อัตราความถี่สุ่ม (Sampling Rate) ที่ใช้ในการแปลงสัญญาณไฟฟ้า จากสัญญาณอนาล็อกไปเป็นสัญญาณดิจิตอล ถ้าใช้ความถี่สุ่มต่ำไป จะทำให้สูญเสียรายละเอียดของสัญญาณความถี่สูง เนื่องจากย่านความถี่คลื่นไฟฟ้าสมองที่สามารถนำมาใช้วิเคราะห์จะอยู่ในช่วง 0.5–100 เฮิรตซ์ หรือโดยปกติอยู่ที่ 0.5–30 เฮิรตซ์

การวิจัยใช้เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าสมองชนิดพกพา Emotiv EPOC+ ในการจัดเก็บสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง Emotiv EPOC+ เปนอุปกรณที่มีความละเอียดในการตรวจวัดคลื่นสมองสูงและเปนระบบไรสายสามารถเชื่อมตอกับคอมพิวเตอรไดโดยตรงทำใหงายตอการใช้งานโดยสวมที่ศีรษะจะสามารถวัดคลื่นสมองได้ ดังภาพที่ 2-2



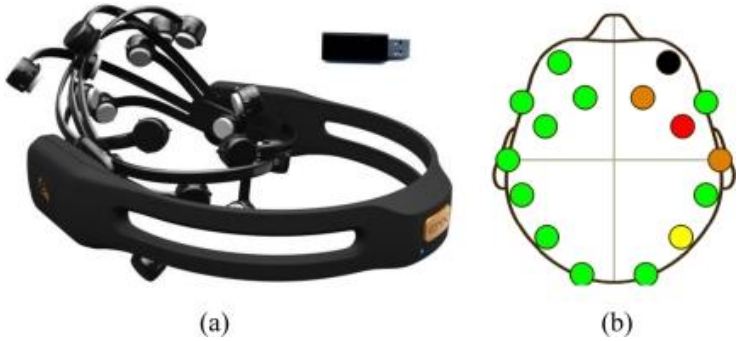
ภาพที่ 2-2 เครื่อง Emotiv EPOC Neuroheadset (Paszkiel, 2016)

เครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าสมองชนิดพกพา Emotiv EPOC+ มีคุณสมบัติ ดังตารางที่ 2-1

ตารางที่ 2-1 สมบัติของเครื่อง Emotiv EPOC

รายการ	รายละเอียด
1. Number of channels	1. 14 (รวม CMS/DRL)
2. Channel name (Int. 10-20 locations)	2. AF3, AF4, F3, F4, F7, F8, FC5, FC6, P3 (CMS), P4 (DRL), P7, P8, T7, T8, O1, O2
3. Sampling method	3. Sequential sampling Single ADC
4. Sampling rate	4. ~128 Hz (2048 Hz intimal)
5. Resolution	5. 16 bits (14 bits effective) 1 LSB = 1.95 μV
6. Bandwidt	6. 0.2-45 Hz,digital notch filters at 40 Hz & 60 Hz
7. Dynamic range	7. 256 mVpp
8. Coupling mode	8. AC couple
9. Connectivity	9. Proprietary wireless
10. Battery type	10. Li-poly
11. Battery life (typical)	11. 12 hrs
12. Impendence measurement	12. Contact quality using patented system

Emotiv EPOC มีตำแหน่งการวางเซนเซอร์ ดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 การวางเซนเซอร์ (a) Neuroheadset (b) Electrod position
(Gomez-Gil, San-Jose-Gonzalez, Nicolas-Alonso, & Alonso-Garcia, 2011)

การเชื่อมโยงคลื่นไฟฟ้าสมอง

การเชื่อมโยงคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG Coherence) เป็นการเชื่อมโยงกันระหว่างคู่ของสัญญาณไฟฟ้าสมอง ซึ่งจะถูกบันทึกพร้อมกันจากบริเวณหนังศีรษะในตำแหน่งต่าง ๆ และจะถูกวัดด้วยความละเอียดสูงในรูปแบบการเชื่อมต่อแบบเคลื่อนไหว (Dynamic) ระหว่างพื้นที่ของสมอง ทำให้ช่วง

ความถี่ของคลื่นไฟฟ้าสมองมีลักษณะการทำงานที่มีความสำคัญโดยทำหน้าที่เชื่อมโยง และประสานช่องสัญญาณ สามารถระบุและแบ่งแยกข้อมูลเครือข่ายการเชื่อมต่อที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการทำงานของพื้นที่สมอง ซึ่งมีความแตกต่างกันระหว่างศักย์ไฟฟ้าที่หนังศีรษะและจุดการวัดการเชื่อมโยงซึ่งหลีกเลี่ยงไม่ได้ ความเป็นไปได้ของความไม่สอดคล้องกันระหว่างการเชื่อมโยงได้จากศักย์ไฟฟ้าที่หนังศีรษะและแหล่งกำเนิดสัญญาณประสาท ดังนี้

1. ข้อผิดพลาดทางสถิติ ถ้าจำนวนค่าเฉลี่ยช่วงเวลาในการวัด (Epoch) มีค่าน้อยมาก
2. อิทธิพลของการใช้อิเล็กโทรดอ้างอิง
3. ปริมาณการนำกระแสไฟฟ้า
4. การกรองความถี่สูงของสัญญาณชีพโดยการแปลงลาปาส หรือกระบวนถ่ายภาพสมอง (พบความผิดพลาดการเชื่อมโยงน้อย)
5. อิทธิพลของการแปลงลาปาส หรือกระบวนการถ่ายภาพสมอง

จากความไม่สอดคล้องกันดังกล่าว อาจทำให้เกิดปัญหาด้านการล้มเหลวในการเลือกลักษณะการเชื่อมโยง ที่แสดงความแตกต่างที่ใหญ่ที่สุดระหว่างตำแหน่งของพื้นที่สมองหรือระหว่างกลุ่มตัวอย่าง หรือมีความยากในการเปรียบเทียบกับห้องทดลองอื่นโดยวิธีการทดลองที่แตกต่างกัน ตลอดจนการทดลองใหม่เกี่ยวกับการตีความทางสรีรวิทยาที่ผิดพลาดของการประมาณการเชื่อมโยง และการใช้การทดสอบทางสถิติที่ไม่เหมาะสม เป็นต้น ทฤษฎีพื้นฐานและรูปแบบศูนย์กลางร่วมกันจึงถูกนำมาใช้เพื่อประเมินผลกระทบบนความแตกต่างจากการวัดความเชื่อมโยงคลื่นไฟฟ้าสมอง

การเชื่อมโยงและสหสัมพันธ์

การเชื่อมโยง เป็นการพิจารณาที่เหมือนกันกับสหสัมพันธ์แต่มีความสำคัญแตกต่างกันในการเชื่อมโยงคลื่นไฟฟ้าสมอง จะคำนวณได้จากสัญญาณในลักษณะสี่เหลี่ยม ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0-1 โดยไม่สนใจขั้วสัญญาณทางไฟฟ้า ในทางตรงกันข้าม สหสัมพันธ์คือ ความว่องไวของกระแสไฟฟ้า (Polarity) และจะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง 1 การเชื่อมโยงสำหรับช่วงเวลาหนึ่ง (Single Epoch) จะมีค่าเท่ากับ 1 โดยไม่คำนึงถึงความสัมพันธ์ของเฟส (Phase) แท้จริง และความแตกต่างของกำลังไฟฟ้าระหว่างสัญญาณ (Tsiaparas, 2006, pp. 35-47) ในช่วงเวลาต่อเนื่อง การวัดความเชื่อมโยงจึงขึ้นอยู่กับกำลังไฟฟ้าและเฟสการเกิดสัญญาณของสัญญาณทั้งสอง ซึ่งไม่มีการเปลี่ยนแปลงเวลามากนักในความสัมพันธ์เริ่มต้นระหว่างค่าเฉลี่ยการเชื่อมโยงสองสัญญาณ มีค่าเท่ากับ 1 เช่นกัน

ด้วยเหตุนี้การเชื่อมโยงจึงให้ข้อมูลเกี่ยวกับความมั่นคงของความสัมพันธ์ที่แท้จริงระหว่างสัญญาณสองสัญญาณ โดยการพิจารณากำลังที่ไม่สมดุล (Power Asymmetry) และความสัมพันธ์ของเฟส ซึ่งไม่ใช่ข้อมูลโดยตรงของความสัมพันธ์นี้ ในทางกลับกัน สหสัมพันธ์ (Correlation) จะคำนวณในช่วงเวลาเดียวกันหรือหลายช่วงเวลา (Epoch) ที่ได้รับผลกระทบจากเฟส ช่วงความกว้างของคลื่นที่เป็นอิสระ (Independently of Amplitudes) ภายใต้ภาวะปกติทางสรีรวิทยา อิทธิพลของความเชื่อมโยงกันควรจะมีไม่มากโดยควรมีผลลัพธ์เช่นเดียวกับการหาค่าสหสัมพันธ์

โปรแกรมสร้างภาระงานสำหรับวัดคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำภาระงาน

ในการวิเคราะห์และประมวลผลข้อมูลสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง เพื่อนำเอาลักษณะเด่นของสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมอง (EEG Data Analysis and Feature Classification) ไปใช้งานสำหรับสนับสนุนงานด้านการสื่อสารระหว่างสมองกับคอมพิวเตอร์ (Brain Computer Interface) จำเป็นต้องใช้ Software Platform ที่มีประสิทธิภาพตรงกับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน โดยความสามารถเบื้องต้นของ Software ประกอบด้วยการแสดงผลสิ่งเร้าในรูปแบบต่าง ๆ การควบคุมและกำหนดเป้าหมาย ตลอดจนการป้อนกลับข้อมูล เพื่อให้ทราบผลลัพธ์จากการทดลองและคุณสมบัติที่สำคัญของ Software แต่ละ Platform คือ การสนับสนุนของระบบปฏิบัติการแบบต่าง ๆ (Operation System) ขอบเขตของการใช้งาน (License) ในรูปแบบต่าง ๆ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง

ภาวิณี เทพคำราม (2556, หน้า 1) ได้กล่าวไว้ในบทความออนไลน์เรื่อง รำไทยห่างไกลสมองเสื่อมโดย มีข้อสังเกตว่า ครูที่เป็นปรมาจารย์รำไทย ลำตัดมีความจำดีหมด ไม่มีความจำเสื่อมจึงเป็นสมมุติฐานว่า การรำไทยน่าจะทำปฏิกิริยาต่อสมอง" โดยอ้างถึง ยศชนัน วงศ์สวัสดิ์ ว่า ผลลัพธ์ของการสแกนคลื่นสมองในระหว่างที่มีการรำไทยว่า รำไทยไม่รำเดี่ยวจะรำเป็นหมู่คณะ ต้องฟังเสียงเพลง และคอยมองเพื่อน ได้บริหารหู บริหารตา และต้องใช้กล้ามเนื้อ ซึ่งไม่ใช่เพียงแค่บริหารกล้ามเนื้ออย่างที่ยกเวท กล้ามเนื้อในการดัดนิ้วหมุนเวียนต่าง ๆ เรื่องของผิวสัมผัสความรู้สึกต้องดีและกล้ามเนื้อการทำงานที่ละเอียดอ่อนได้ดี เท้าก็ทำงาน ได้เสริมทุกอย่างการได้ยิน การมอง ความรู้สึก การวางแผนการเคลื่อนไหวทุกอย่างทำงานหมดด้วยการรำไทย ดังนั้นกิจกรรมรำไทยจึงบริหารสมองได้ทุกส่วนทั้งส่วนหน้า ส่วนข้าง ส่วนหลัง ซึ่งสัมพันธ์เกี่ยวกับการคิดสัมผัสเคลื่อนไหวทั้งสิ้น

ธงชัย จินาพันธ์, ดุสิต โพธิพันธุ์, ธวัชชัย ศรีพรงาม และณัฐพร พวงเกตุ (2559) ได้กล่าวไว้ในเรื่อง เทคนิคการวิเคราะห์และการสกัดลักษณะเด่นสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองในย่านความถี่ Mu และ Beta Rhythm ด้วยโปรแกรม BCI2000 ว่า สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองจากบริเวณต่าง ๆ ของสมอง ที่ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ที่แสดงออกมาด้วยเครื่องบันทึกสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองประกอบด้วย ชั้ววัดสัญญาณไฟฟ้าที่ถูกจัดให้ติดตั้งบนศีรษะของมนุษย์ ระยะห่างแต่ละขั้วสัญญาณถูกกำหนดด้วยระบบมาตรฐานนานาชาติ 10-20 (International 10-20 System) ขณะที่ความต้านทานไฟฟ้าของขั้วสัญญาณต้องไม่เกิน 5 K Ohm สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองที่ได้จะถูกขยายใหม่ให้มีความแรงขึ้น มีอัตราการสุ่มสัญญาณ เช่น 128 Hz. ความละเอียดกำหนดตามความเหมาะสมที่ 8 หรือ 16 Hz. มีการกรองความถี่ที่ต้องการ หรือ ฟิลเตอร์ เพื่อเอาเฉพาะสัญญาณที่ต้องการซึ่งอยู่ในย่านความถี่ 0.2-0.3 Hz. มาใช้ รูปแบบของคลื่นไฟฟ้าสมองเกิดขึ้นจากการกระตุ้นของสิ่งเร้าโดยแบ่งการกระตุ้นออกเป็นสองประเภท คือ การกระตุ้นจากสิ่งเร้าที่เกิดจากปัจจัยภายนอก (Selective Attention) และ การสร้างสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองที่เกิดจากการกระตุ้นจากภายในสมอง เช่น การคิด การตัดสินใจ การเคลื่อนไหว

ธงชัย จินาพันธ์ และสุชาดา กรเพชรปาณี (2559) กล่าวถึง การเคลื่อนไหวในขณะที่มนุษย์ดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันไว้ว่า เมื่อเกิดการเคลื่อนไหวอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย การเคลื่อนไหวในร่างกายทุกชนิดไม่ว่าจะเป็นการเคลื่อนไหวแบบง่ายที่ไม่ต้องอาศัยการประสานสัมพันธ์

(Coordination) ของสมองหลายส่วน เช่น การยืน การเดิน การนั่ง ไปจนถึงการเคลื่อนไหวที่ต้องอาศัยประสานสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของสมองหลายส่วน รวมไปถึงการเคลื่อนไหวที่ต้องอาศัยทักษะขั้นสูง เช่น การวิ่งหลบคู่ต่อสู้ การเต้นบัลเลย์ การเล่นสกีหรือแม้กระทั่งการเล่นยิมนาสติก ล้วนแต่ต้องอาศัยการทำงานของกล้ามเนื้อหลาย ๆ มัด โดยอาศัยพื้นฐานการทำงานจากการหดตัวของกล้ามเนื้อมัดที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหว ทั้งที่เกิดขึ้นจากการควบคุมการทำงานของสมองหรือภายใต้การควบคุมการทำงานของรีเฟล็กซ์ (Voluntary or Reflex)

การควบคุมการทำงานของสมอง (Motor Control) ประกอบด้วย การทำงานในระดับล่างสุดของระบบประสาท คือ เซลล์ประสาทสั่งการ (Motor Neuron) ในไขสันหลังที่จัดว่าเป็น Lower Motor Neuron และถือว่าเป็น Final Common Pathway ในการควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย การควบคุมการเคลื่อนไหวที่มีความซับซ้อนยุ่งยากและมีหลายระบบเข้ามาเกี่ยวข้องมากขึ้น จะอาศัยการทำงานของสมองชั้นสูงขึ้น (Higher Brain) เช่น การทำงานของสมองส่วน Cerebral Cortex สมองส่วน Cerebellum และสมองส่วน Basal Ganglia ดังนั้นเมื่อรูปแบบในการเคลื่อนไหวมีความสลับซับซ้อนมากขึ้น ข้อมูลที่ได้รับจากระบบ Sensory ที่มาจากอวัยวะต่าง ๆ ในร่างกายก็ย่อมมีความสำคัญต่อการควบคุมการเคลื่อนไหวมากขึ้น เพื่อให้สามารถปรับแต่งการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นให้การตอบสนองที่เหมาะสมราบรื่นและเป็นไปอย่างที่ต้องการ (Goal-Directed Movement) การจัดรูปแบบในการควบคุมการเคลื่อนไหว (Organization of Motor Control) โดยทั่วไปแล้วนั้น การควบคุมการเคลื่อนไหวของร่างกาย ประกอบด้วย 4 ขั้นตอนหลักคือ 1) แรงจูงใจในการเคลื่อนไหว (Motivation) 2) ความคิดที่ต้องการเคลื่อนไหว (Ideation) 3) การวางแผนการเคลื่อนไหว (Programming) และ 4) การลงมือเคลื่อนไหว (Execution) จากขั้นตอนทั้ง 4 ขั้นนี้แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ในการทำงานของระบบประสาทในแต่ละส่วนที่มีการสั่งการลงมา จนกระทั่งเกิดการเคลื่อนไหวที่ต้องการ การทำงานที่เกิดขึ้นจะเกิดขึ้นได้ดีมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับข้อมูลที่สมองได้รับเข้ามาจาก ระบบเซนซอริมอเตอร์ (Sensorimotor System) และ ระบบลิมบิก (Limbic System)

ระบบเซนซอริมอเตอร์ เป็นระบบที่เกี่ยวข้องกับการรับรู้ต่าง ๆ (Sensory) และการสั่งการในการเคลื่อนไหวส่วน ระบบลิมบิก จะมีการทำงานที่เชื่อมโยงไปหาสมองส่วน Midbrain และก้านสมอง ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมระบบที่สำคัญต่อการดำรงชีวิต (Vital Functions) เช่น ความหิว กระหายน้ำ การเต้นของหัวใจ ความดันโลหิต และอุณหภูมิของร่างกาย เป็นต้น ดังนั้นหากทุกระบบมีการส่งข้อมูลเข้ามายังสมองมากพอ จะทำให้ มอเตอร์คอร์เทกซ์ สามารถสั่งการเคลื่อนไหวกลับมาได้อย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพมากที่สุด

นอกจากนี้ ระบบลิมบิก ยังทำหน้าที่เกี่ยวกับการควบคุมอารมณ์และความต้องการพื้นฐานในร่างกายมนุษย์ (Basic Biological Drives) รวมไปถึงการเรียนรู้และความจำ (Learning and Memory) ข้อมูลจากการเรียนรู้และความจำในอดีตมีผลต่อการเคลื่อนไหวที่จะเกิดขึ้นในแต่ละครั้งด้วยเช่นกัน โดยแรงจูงใจที่อยากจะเคลื่อนไหว (Motivation) ที่เกิดขึ้นใน ระบบลิมบิก จะถูกถ่ายทอดเป็นความคิด (Idea) และถูกส่งต่อไปยัง Associated Cortex ใน Cerebral Cortex ไม่ว่าจะเป็น Frontal Parietal Temporal และ Occipital Lobe หลังจากนั้นจะเกิดการวางแผน

(Motor Program) ขึ้นใน Associated Cortex เหล่านี้เพื่อเป็นการจัดลำดับขั้นตอนในการทำงานของกล้ามเนื้อก่อนหลัง ตามความต้องการในการเคลื่อนไหว ก่อนที่จะถูกส่งต่อไปยัง Primary Motor Cortex (Area 4) และสั่งการผ่านสมองแต่ละส่วนลงมาจนถึงไขสันหลัง เพื่อควบคุมให้กล้ามเนื้อสามารถทำงานตามที่ประสาทส่วนกลางได้เตรียมการเอาไว้ การหดตัวของกล้ามเนื้อจะทำให้เกิดการทำงานใน 2 รูปแบบคือ การเคลื่อนไหวตามที่สมองต้องการ (Voluntary Movement) และการปรับท่าทาง (Postural Adjustment) เพื่อให้ร่างกายบางส่วนอยู่นิ่ง และมีความมั่นคงพอที่จะช่วยให้การเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นดำเนินต่อไปได้จนกระทั่งเสร็จสิ้นลง ในระหว่างที่กล้ามเนื้อมีการหดตัวทำงานอยู่นั้น ตัวรับรู้ต่าง ๆ ทั้งจากตัวกล้ามเนื้อ เอ็นกล้ามเนื้อ ข้อต่อและผิวหนัง จะส่งข้อมูลย้อนกลับคืน (Feedback Information) ไปที่สมอง เพื่อให้สมองมีการปรับแต่งการเคลื่อนไหวให้ราบรื่น และเป็นไปอย่างที่ต้องการ การส่งข้อมูลย้อนกลับคืนไปที่สมองในลักษณะนี้เป็นการควบคุมแบบวงจรปิด (Closed-Loop Control) แต่หากไม่มีการส่ง Sensory Input กลับไปที่สมอง จะเรียกการควบคุมในลักษณะนี้ว่า เป็นการควบคุมแบบวงจรเปิด (Opened-Loop Control) การศึกษาการควบคุมการทำงานของระบบสั่งการ แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การควบคุมการทำงานของศูนย์สั่งการส่วนล่าง (Lower Centers) และการควบคุมการทำงานของศูนย์สั่งการส่วนบน (Higher Centers) ซึ่งมีรูปแบบการทำงานและอวัยวะที่ทำหน้าที่แตกต่างกันออกไป

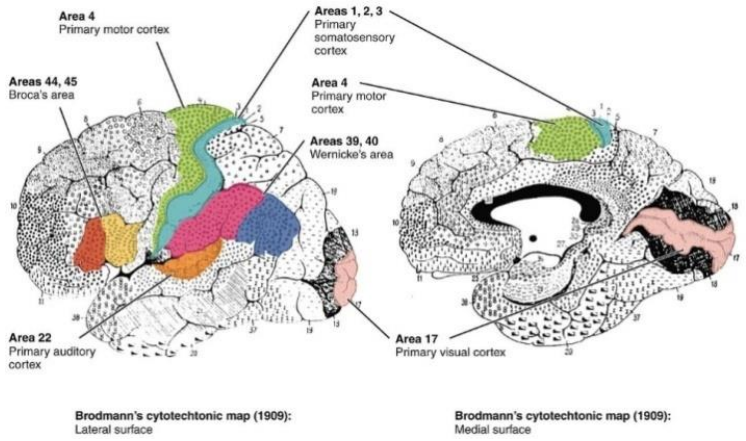
การควบคุมการทำงานของสมองชั้นสูง (Higher Brain Functions) การควบคุมการทำงานของสมองชั้นสูง จะประกอบไปด้วยการควบคุมการทำงานของสมองส่วน ซีรีบรัลคอร์เทกซ์ (Cerebral Cortex), เบซอลแกงเกลีย (Basal Ganglia) และ ซีรีเบลลัม (Cerebellum) ทั้งนี้ เพราะการเคลื่อนไหวในรูปแบบต่าง ๆ ล้วนแต่เป็นการทำงานที่มีความสลับซับซ้อนและต้องอาศัยการประสานงานของกล้ามเนื้อหลายมัด รวมถึงการควบคุมการทำงานผ่านทางสมองหลาย ๆ ส่วนเพื่อให้การเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้นมีความเหมาะสมและเกิดข้อผิดพลาดน้อยที่สุดแม้ว่ากลไกในการควบคุมการเคลื่อนไหวของสมองจะยังไม่สามารถศึกษาและอธิบายได้หมด รูปแบบการทำงานบางชนิด ก็สร้างความพิศวงให้แก่นักวิทยาศาสตร์เป็นอย่างมากโดยเฉพาะการใช้มือในการเคลื่อนไหว หยิบ จับหรือทำงานที่ต้องอาศัยความละเอียดในการเคลื่อนไหวการทำงานประเภทนี้จัดว่าเป็นการทำงานแบบ Fine Motor Movement และพบเฉพาะในมนุษย์เท่านั้น ในขณะที่สัตว์ประเภทอื่นยังไม่สามารถที่จะทำได้นอกจากนี้พบว่า การทำงานของสมองหลายส่วนอย่าง Basal Ganglia และ Cerebellum ก็มีส่วนสำคัญในการควบคุมการเคลื่อนไหวแม้ว่า สมองทั้งสองส่วนจะไม่มีการส่งข้อมูลโดยตรงไปที่ไขสันหลัง แต่กลับสามารถควบคุมการเคลื่อนไหวได้อย่างดี ดังนั้นการเกิดความเสียหายของสมองทั้ง 2 ส่วนนี้ ผู้ป่วยจะยังสามารถเคลื่อนไหว หรือทำงานได้ แต่รูปแบบการทำงานที่เกิดขึ้นจะมีลักษณะไม่เหมือนคนปกติทั่วไป เพราะการเคลื่อนไหวที่เกิดขึ้น อาจช้าหรือเร็วกว่าปกติ มีจังหวะไม่สม่ำเสมอ เช่น อาจช้าหรือเร็วเกินไปหรืออาจเกิดปัญหาอาการกระตุกของกล้ามเนื้อหรือแขน-ขาในระหว่างที่มีการเคลื่อนไหว เป็นต้นขณะที่การควบคุมการเคลื่อนไหวของ Cerebral Cortex เป็นการควบคุมการทำงานของไขสันหลังโดยตรง โดยจะมีการสั่งการควบคุมการเคลื่อนไหวผ่านทาง Lateral Corticospinal Tract ทำให้สมองสามารถควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อได้โดยตรง ดังนั้นหากสมองส่วนนี้เกิดความเสียหายจะส่งผลให้ผู้ป่วยเกิดการอ่อน

แรงของร่างกายในซีกตรงข้ามกับสมองและไม่สามารถที่จะเคลื่อนไหวร่างกายส่วนนั้น ๆ ได้ในบางครั้งจะเรียกระบบประสาทที่ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหวโดยตรงนี้ว่า Pyramidal System เนื่องจากเซลล์ประสาทที่ส่งข้อมูลลงมาจาก Cerebral Cortex ทาง Lateral Corticospinal Tract จะเป็นเซลล์ประสาทที่มีลักษณะเป็นรูปสามเหลี่ยมคล้ายพีระมิดจึงเรียกเซลล์นี้ว่า Pyramidal Cells และตั้งชื่อทางเดินประสาทตามลักษณะของเซลล์ต้นกำเนิดที่มีการส่งกระแสประสาท

นอกจากนี้ยังพบว่าสมองทั้ง 2 ด้านจะต่อกันด้วยใยประสาทขนาดใหญ่ที่มีชื่อว่า Corpus Callosum ทำให้สมองทั้ง 2 ด้านมีการส่งผ่านข้อมูลเข้าหากันตลอดเวลา ดังนั้นจึงทำให้การทำงานของร่างกายทั้ง 2 ด้านมีลักษณะที่สอดคล้องกัน หากเกิดความเสียหาย เช่น เกิดการฉีกขาดหรือผ่า Corpus Colossus ออกจากกันทั้งหมด จะทำให้เกิดบุคลิกภาพ 2 แบบในตัวคนนั้น เนื่องจากสมองไม่สามารถที่จะทำงานประสานกันได้ ส่วนการควบคุมการทำงานของระบบประสาทในลักษณะของการทำงานในรูปแบบของการประสานสัมพันธ์ข้อมูล จะถูกปรับแต่งกระแสประสาทจาก Cerebellum หรือ Basal Ganglia ทำให้สามารถควบคุมคุณภาพของการเคลื่อนไหวได้อย่างมีประสิทธิภาพ เรียกการทำงานของระบบประสาทในกลุ่มหลังนี้ว่า เป็นการทำงานของระบบ Extrapyramidal System

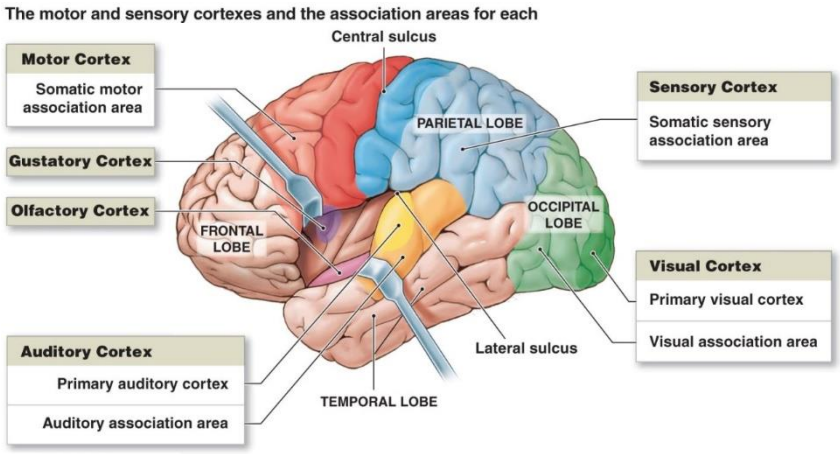
สมองส่วน Motor Cortex, Cerebral Cortex ของมนุษย์เป็นสมองที่มีวิวัฒนาการที่สูงที่สุดเมื่อเทียบกับสิ่งมีชีวิตอื่นบนโลกใบนี้ โดยจัดว่าเป็นสมองใหม่ (Endbrain) เนื่องจากมีการจัดเรียงตัวของเซลล์ประสาทในการทำงานถึง 6 ชั้น ในขณะที่สมองเก่า (Pale Brain) ในสัตว์หรือแม้แต่ในส่วนของ Hippocampus ของมนุษย์พบว่า มีการจัดเรียงตัวของเซลล์ในชั้นต่าง ๆ อยู่เพียงแค่ 3 ชั้นเท่านั้น การที่มีจำนวนชั้นของเซลล์ประสาทมากขึ้น ทำให้เซลล์สามารถทำงานที่มีความยุ่งยากและซับซ้อนได้มากขึ้น ทำให้มนุษย์มีความคิด และสามารถที่จะทำอะไรได้หลายอย่างมากกว่าสัตว์ชนิดอื่น ๆ

โครงสร้างการทำงานของเนื้อสมองใน Cerebral Cortex ที่เกี่ยวข้องกับประสาทสั่งการ (Motor System) สามารถแบ่งออกได้เป็น Primary Motor Area (M 1 หรือ Area 4) Premotor Area (PM หรือ Area 6 ทางด้านนอก) และ Supplementary Motor Area (SMA หรือ Area 6 ทางด้านใน) ปัจจุบันเพิ่งมีการค้นพบ Motor Areas ใหม่ที่อยู่ใน Cingulated Gyrus (Area 24) 2 ส่วน คือ Rostal Cingulated Motor Area (rCMA) และ Caudal Cingulated Motor Area (cCMA) ดังภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 พื้นที่ตามโครงสร้างสมอง (Brodmann, 1909)

การศึกษาตำแหน่งที่ควบคุมการเคลื่อนไหว ได้มีการจัดทำ Motor Cortex Map ดังภาพที่ 2-5 ขึ้นจากการแบ่งสมองบริเวณ Precentra; Gyrus (Motor Cortex) ออกทำให้ได้ Human Motor Homunculus ขึ้น โดยมีการแบ่งส่วนต่าง ๆ ของร่างกายที่ปรากฏบน มอเตอร์คอร์เทกซ์ จากด้านในออกไปทางด้านนอก ดังนี้ บริเวณช่วงล่างตั้งแต่ขาลงไปถึงเท้าจะอยู่ทาง Medial Wall และร่องในสมอง ถัดออกมาจะเป็น ลำตัวและแขน บริเวณที่อยู่ทางด้านนอกสุดจะเป็นตำแหน่งของใบหน้าซึ่งพื้นที่ของมือและใบหน้าจะมีบริเวณค่อนข้างกว้าง เมื่อเทียบกับส่วนอื่น ๆ ของร่างกาย



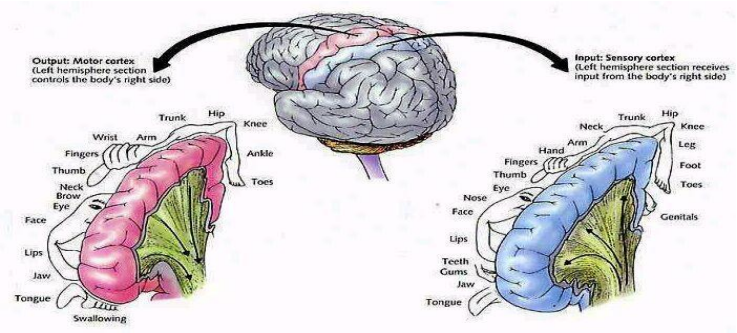
ภาพที่ 2-5 แผนที่แสดงส่วนของ มอเตอร์คอร์เทกซ์ (Heindorf, Arber and Keller, 2018)

สมองส่วน Primary Motor Cortex ที่อยู่บริเวณด้านหน้าต่อ Central Sulcus ทำหน้าที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการเคลื่อนไหว ที่อยู่ภายใต้อำนาจจิตใจของทุกประเภท (Voluntary Movement) โดยจะควบคุมการทำงานของร่างกายด้านตรงข้ามกับสมอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้งานของมือในการเคลื่อนไหว (Fine Motor Movement) โดย 60% ของข้อมูลที่ Primary Motor

Cortex ได้รับจะมาจากข้อมูลของ Proprioception และ 30% จะมาจาก Cutaneous Sensory Input ที่มาจากส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เซลล์ประสาทที่รับข้อมูลเกี่ยวข้องกับ Proprioception จะถูกกระตุ้นเมื่อความเร็วและแรงในการหดตัวของกล้ามเนื้อเกิดการเปลี่ยนแปลง ส่วนเซลล์ประสาทที่รับพวก Tactile Senses จะถูกกระตุ้นในระหว่างที่มีการเคลื่อนไหวที่ต้องอาศัยการปรับเปลี่ยนแรง เช่น ในขณะหยิบหรือจับวัตถุ เป็นต้น

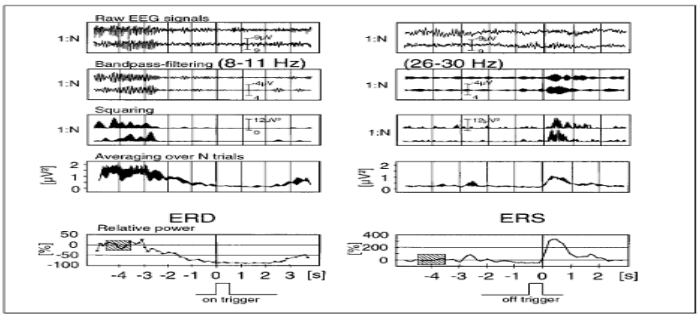
สมองส่วน Supplementary Motor Cortex อยู่บริเวณด้านหน้าต่อ Primary Motor Cortex โดยจะอยู่ทางด้านในของสมอง ทำหน้าที่เกี่ยวกับการวางแผนการเคลื่อนไหว (Motor Planning) ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากต่อการเริ่มต้นในการเคลื่อนไหว (Initiation of Movement) การเริ่มต้นการเคลื่อนไหวของตาและศีรษะ (Orientation of Eyes and Head) รวมไปถึงการวางแผนลำดับขั้นในการเคลื่อนไหว (Sequential Movements) เซลล์ประสาทใน Supplementary Motor Cortex จะถูกกระตุ้นให้ทำงานก่อนที่กล้ามเนื้อจะหดตัว ซึ่งจะทำงานมากขึ้นเมื่อเกิดความตั้งใจในการเคลื่อนไหว และหากมีการฝึกจำ (memory) เข้ามาเกี่ยวข้องด้วยจะกระตุ้นให้เซลล์ประสาทมีการทำงานมากขึ้น โดยเฉพาะข้อมูลที่ได้จากการมองเห็นหรือได้ยินจะมีผลต่อการเคลื่อนไหวมากกว่าที่จะเป็นข้อมูลจาก Proprioception หรือ Tactile Inputs ทำให้แหล่งข้อมูลที่ได้รับมีความแตกต่างจากของ Primary Motor Cortex

สมองส่วน Premotor Cortex อยู่บริเวณด้านหน้าต่อ Primary Motor Cortex โดยจะอยู่ทางด้านเปลือกนอกของสมอง ยังไม่ทราบหน้าที่การทำงานที่แน่ชัด แต่อาจเกี่ยวข้องกับการควบคุมการทำงานบริเวณหัวไหล่หรือสะโพก (Girdle Muscles) นอกจากนี้ยังพบว่า เซลล์ประสาทใน Premotor Area จะถูกกระตุ้นให้ทำงานในการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่อง (Series of Movement) แต่หากกล้ามเนื้อทำงานทีละมัด เซลล์ประสาทในส่วนนี้จะไม่ถูกกระตุ้นให้ทำงานและยังพบว่าในขณะวางแผนการเคลื่อนไหว เซลล์ประสาทบางส่วนจะถูกกระตุ้นให้ทำงานเหมือนที่พบในSupplementary Motor Area ดังภาพที่ 2-6



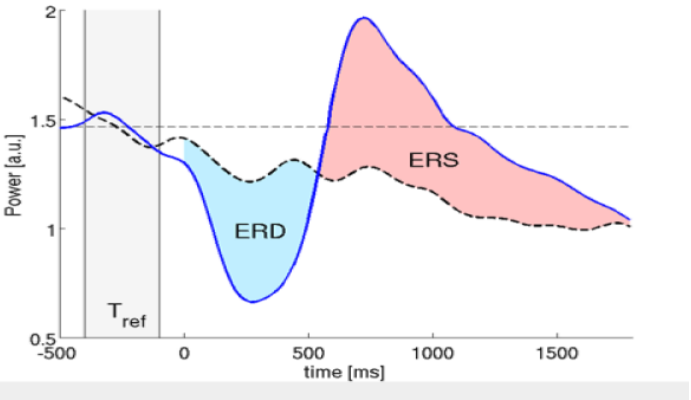
ภาพที่ 2-6 พื้นที่สมองมอเตอร์และเซนซอรีคอร์เทกซ์ที่ควบคุมการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (Martin, 2007)

การควบคุมการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ของร่างกายมนุษย์เริ่มขึ้นจากสมองส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการเคลื่อนไหว ส่งสัญญาณวางแผนการเคลื่อนไหว ส่งผลให้คลื่นไฟฟ้าสมองที่ความถี่ 8–12 Hz หรือ Mu Rhythm จะลดระดับพลังงานลง เรียกลักษณะเด่นจากการลดระดับพลังงานลงนี้เรียกว่า Event-Related De-synchronization หรือ ERD โดยจะพบสัญญาณนี้ที่สมองส่วนที่อยู่ด้านตรงข้ามกับร่างกาย ในส่วนที่จะเกิดการเคลื่อนไหวโดยเฉพาะแขน ในทางกลับกันสัญญาณคลื่นสมองจะกลับมาสูงขึ้นอีกครั้ง หลังจากเกิดการเคลื่อนไหวร่างกายไปแล้ว พบได้ในย่านความถี่ที่เรียกว่า Beta-Frequency Band (26–30 Hz.) เรียกลักษณะเด่นนี้ว่า Event-Related Synchronization (ERS) หรือ Beta Rebound ดังภาพที่ 2-7



ภาพที่ 2-7 ลักษณะเด่นของสัญญาณคลื่นไฟฟ้า ERD และ ERS (Hoffmann, 2010, p. 14)

และคลื่นสมองที่เกิดลักษณะเด่น ERD/ ERS (Huang, Qian, Oxenham, Fei, & Bai, 2011, pp. 1-8) ดังภาพที่ 2-8



ภาพที่ 2-8 สัญญาณ ERD และ ERS (Lemm, Muller, & Curio, 2009, p. 6)

ลัดดา เหลืองรัตนมาศ และเสรี ชัดแช้ม (2555) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าที่มีต่อหน้าที่บริหารจัดการของสมองในวัยผู้ใหญ่ตอนต้น โดยผู้วิจัยออกแบบโปรแกรมการออก

กำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าโดยอาศัยแนวคิดการเสริมสร้างสมรรถภาพของหัวใจและการหายใจกลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษาพยาบาลวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนีชลบุรีเพศหญิงการวิจัยแบ่งเป็น 3 ระยะได้แก่ ระยะก่อนทดลองกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับการประเมินความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO2 Max) ทำกิจกรรมทดสอบหน้าที่บริหารจัดการของสมอง (Madrid Card Sorting Test: MCST) และวัดคลื่นไฟฟ้าสมองที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event- Related Potential: ERP) ระยะทดลองกลุ่มทดลองออกกำลังกายตามโปรแกรมการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเวลา 2 เดือนและระยะหลังทดลองกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมได้รับการทดสอบเช่นเดียวกับก่อนทดลอง ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่ากลุ่มทดลองหลังออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้ามีค่า VO2 Max มากขึ้น หน้าที่บริหารจัดการของสมองเพิ่มขึ้น มีค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบจากการทำ MCST เพิ่มขึ้น และระยะเวลาการตอบสนองลดลง เมื่อเทียบกับก่อนออกกำลังกายและเทียบกับกลุ่มควบคุมผล การวัดคลื่นไฟฟ้าสมองภายหลังออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้ามีค่าความกว้างของคลื่น P300 ขณะทำ MCST ลดลง ความสูงของคลื่น P300 เพิ่มขึ้น ที่ตำแหน่ง F3, F7 และ Fz อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเทียบกับก่อนออกกำลังกายและเทียบกับกลุ่มควบคุม จากผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า การออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือนทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของหัวใจ และการหายใจดีขึ้นส่งผลให้ หน้าที่บริหารจัดการของสมองเพิ่มขึ้น

St-Louis-Deschênes, Moore, and Ellemberg (2015) ได้ศึกษาเรื่อง ผลของการออกกำลังกายอย่างเข้มข้นต่อกิจกรรมที่เกิดขึ้นเองในสมองในเด็ก ผลลัพธ์ชี้ว่า ความสัมพันธ์ของ spectral power ใน คลื่น alpha1 (8-10 Hz) ลดลงหลังออกกำลังกาย 10 ถึง 20 นาที และความสัมพันธ์นั้น spectral power ในคลื่น alpha2 (10-12 Hz) เพิ่มขึ้นหลังออกกำลังกาย 20 และ 30 นาที เมื่อเปรียบเทียบ การวัดก่อนออกกำลังกาย. การเปลี่ยนแปลงทั้งสองนี้เกิดขึ้นพร้อมกันใน คลื่น alpha1 และคลื่น alpha2 เป็นการชี้แนะเพิ่มขึ้นในความเอาใจใส่อย่างระมัดระวัง จากรายงานของผลลัพธ์แนะนำว่า a single session ของการออกกำลังกายสูงสุด ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นด้วยกิจกรรม electro-cortical ที่เกิดด้วยตัวของมันเอง ของสมองว่า สุดท้ายที่น้อยที่สุดหลังออกกำลังกาย 30 นาที

Badcock et al. (2015) ได้ศึกษาเรื่อง การใช้งานวัดคลื่นไฟฟ้าสมองของ Emotiv EPOC EEG system แบบ Event-Related Potentials สำหรับการวิจัยคุณภาพการฟังในเด็ก พบว่า EPOC EEG System สามารถใช้เป็นดัชนีคุณภาพการฟังล่าช้าของเด็ก ERP สูงสุด (เช่น P1, N1, P2, N2, P3) และส่วนประกอบ MMN ERP ของเด็ก

Nacy, Kbah, Jafer, and Shaalan (2016) ได้ศึกษาเรื่อง การควบคุม Servo Motor โดยใช้สัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองจากสมองส่วนของ Primary Motor Cortex พบว่า การติดต่อสื่อสารกับคอมพิวเตอร์ด้วยสมอง (BCI) เป็นกลุ่มเครื่องมือของกระบวนการซึ่งสามารถใช้สัญญาณของ EEG ในสมองของมนุษย์ตีความและการควบคุมอุปกรณ์ภายนอกได้ ในงานวิจัยนี้เป็นวิธีการใหม่ที่เป็นการควบคุมการหมุนของ Servo Motor โดยใช้สัญญาณ EEG จากเปลือกสมองของมนุษย์ (Brain Cortex) สัญญาณเหล่านี้จะต้องผ่านขั้นตอนการประมวลผลที่ประกอบด้วยเครื่องกรองสัญญาณรบกวนและสัญญาณส่วน

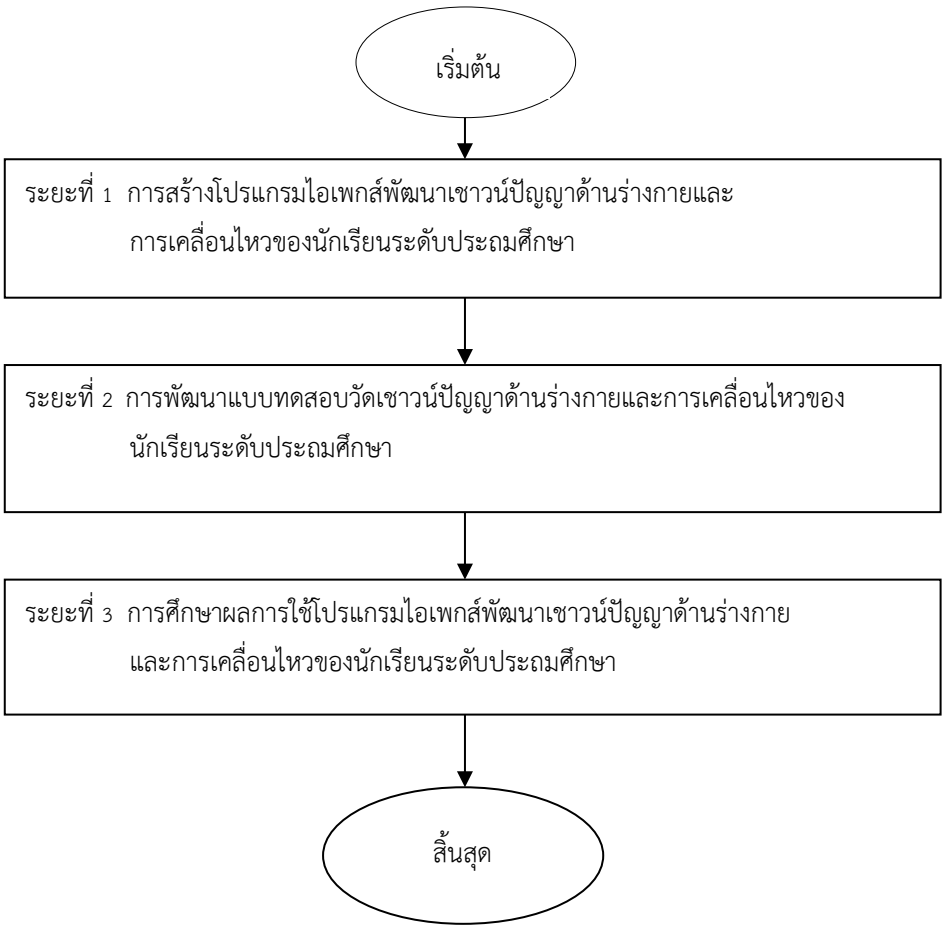
ใหญ่ทั่ว ๆ ไปสัญญาณที่ได้จากกระบวนการนี้จะเข้าไปสู่บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ Arduino ซึ่งจะควบคุมการหมุนมอเตอร์เซอร์โวและงานวิจัยนี้ใช้เครื่อง Emotiv EPOC ในการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง

Shearer and Karanian (2017) ได้ศึกษา เชาวน์ปัญญา (Intelligence) ในแง่มุมของวิทยาการทางปัญญา (Neuroscience) กรณีการสนับสนุนทฤษฎีพหุปัญญาโดยมีการทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับวิทยาการทางปัญญา 318 เรื่อง สรุปว่า มีหลักฐานเพียงพอว่า แต่ละเชาวน์ปัญญามีการเชื่อมโยงกับระบบประสาท และทฤษฎีพหุปัญญาเป็นสะพานเชื่อมระหว่างประสาทการรับรู้ และการเรียนการสอน และยังพบบริเวณของประสาท ที่เกี่ยวข้องกับเชาวน์ปัญญาอีกด้วย เช่น ด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว จะอยู่บริเวณ Cerebral Motor Strip, Thalamus, Basal Ganglia และ Cerebellum เป็นต้น

สรุป เชาวน์ปัญญา (Intelligence) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ หรือ การสร้างสรรค์ผลงานต่าง ๆ ซึ่งจะมีความสัมพันธ์กับบริบททางวัฒนธรรมในแต่ละแห่ง รวมทั้งความสามารถในการตั้งปัญหาเพื่อจะหาคำตอบ และเพิ่มพูนความรู้ สามารถพัฒนาได้ เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว เป็นความสามารถในการควบคุมร่างกายทั้งหมด หรือ บางส่วนในการแสดงออกถึง ความรู้สึกนึกคิด ความต้องการ ที่ต้องอาศัยกล้ามเนื้อมัดเล็ก มัดใหญ่ การประสานสัมพันธ์ระหว่างอวัยวะแต่ละส่วน และความสามารถของเชาวน์ปัญญาด้านนี้ พอสรุปได้สามประการ ได้แก่ 1) การใช้ส่วนของร่างกายในการแสดงความคิด และความรู้สึก 2) การใช้มือในการประดิษฐ์ และปรับปรุงซ่อมแซม สิ่งต่าง ๆ และ 3) การใช้ทักษะเฉพาะทางกาย ดังนั้นการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว คือ การจัดกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนมีสมรรถภาพทางกาย และสมรรถภาพทางจิตที่ดี ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ได้แก่ เพศ เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อเชาวน์ปัญญาด้านต่าง ๆ จากการศึกษายังมีผลที่ยังไม่สามารถสรุปได้อย่างชัดเจน และลักษณะของเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว เป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของบุคคล ที่นำไปสู่การมีเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวสูงหรือต่ำ รวมทั้งนักเรียนระดับประถมศึกษาซึ่งเหมาะสมสอดคล้องกับพัฒนาการตามช่วงวัยและเป็นการส่งเสริมให้เด็กมีกิจกรรมทางกายเพื่อลดความเสี่ยงจากโรคที่เกิดจากการเนือยนิ่ง เอกลักษณ์ไทยสามารถจัดเป็นกิจกรรมที่สอดคล้องกับแนวคิดของ Gardner และ Armstrong ในการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านนี้ รวมทั้ง เอ็กเซอร์ไซส์เกมที่สร้างแรงจูงใจด้วยเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวเกี่ยวพันกับการทำงานของสมองส่วน ซีรีเบลลัม เบซอลแกงเกลีย และมอเตอร์คอร์เท็กซ์ สามารถวัดกิจกรรมภายในเซลล์ประสาทได้โดยใช้เครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

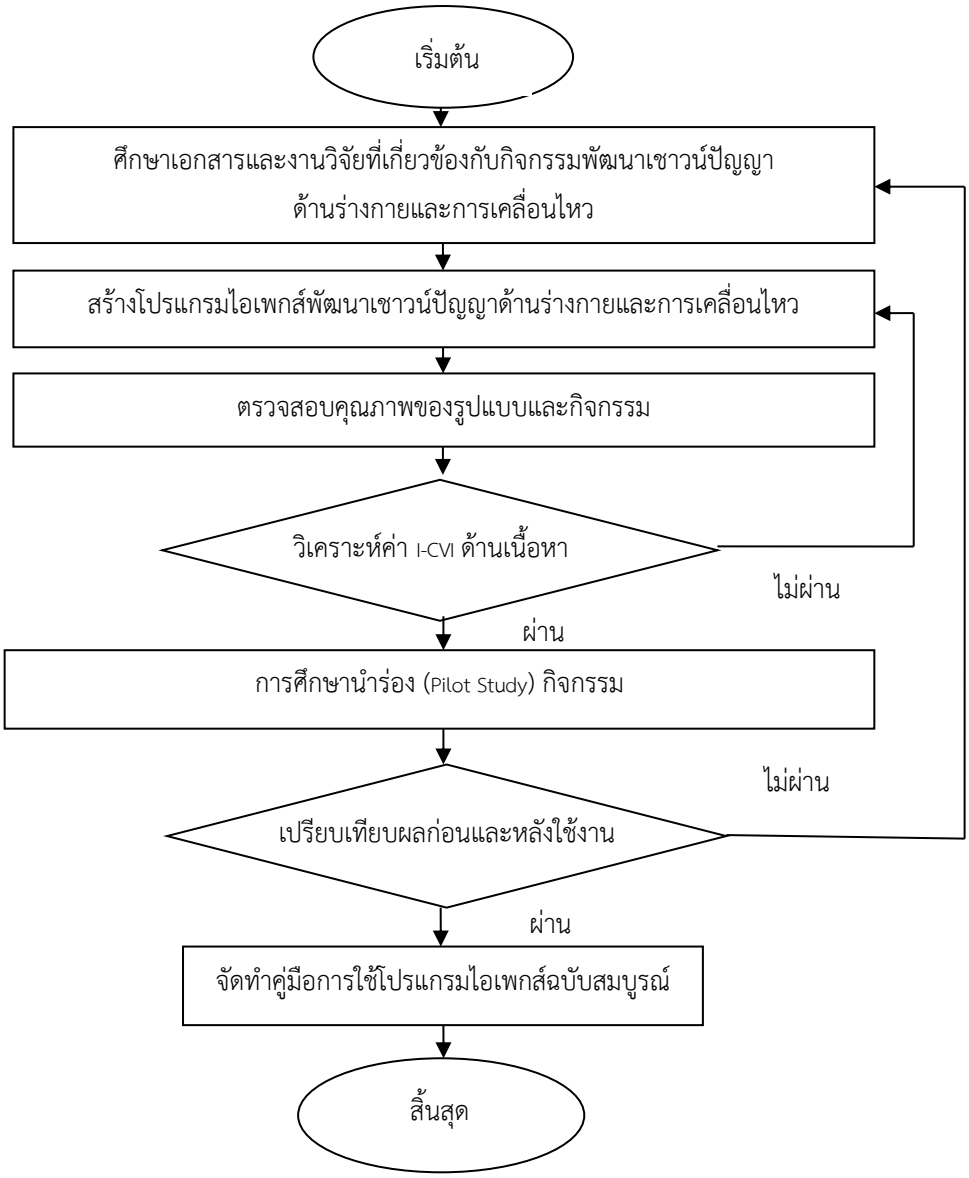
การวิจัยนี้ใช้แบบแผนการวิจัยเชิงทดลอง โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ Pretest-Posttest Control Group Design (Edmonds & Kennedy, 2017, p. 37) เพื่อสร้างโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา รวมทั้งพัฒนาแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา ตามทฤษฎีพหุปัญญาของ Gardner และศึกษาผลการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 ระยะและขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

ระยะที่ 1 การสร้างโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา

การสร้างโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา สามารถแสดงได้ ดังภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-2 ขั้นตอนการสร้างโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา

จากภาพที่ 3-2 การสร้างโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา มีรายละเอียด ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาตลอดจนหลักการและวิธีการวัดพฤติกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้

1.1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนากิจกรรมพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา ดังนี้

จากเอกสาร ตำรา งานวิจัย ที่ได้ศึกษาค้นคว้าพบว่า การพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว จำเป็นต้องมีความเข้าใจเกี่ยวกับวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว (Kinesiology) การเรียนรู้การเคลื่อนไหว (Motor Learning) การพัฒนาสมรรถภาพทางกาย ทักษะเฉพาะทางกายและสมรรถภาพทางจิต รวมทั้งต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องคือ เพศ และเชาวน์ปัญญาทั่วไป สูง-ต่ำ ด้วย ด้วยแนวคิดดังกล่าวและจากการที่ได้ศึกษาค้นคว้า รวบรวมจากงานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศ ผู้วิจัยได้สร้างโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวที่เหมาะสมกับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5 ตามแนวคิดของ Gardner และ Armstrong นอกจากนี้ผู้วิจัยได้นำท่ารำ ท่าฟ้อน ท่าเต้น จากเอกลักษณ์ไทย อันประกอบด้วย การละเล่นพื้นบ้านของไทย รำไทยภาคต่าง ๆ รำมวยไทยและฤาษีดัดตน และเพื่อสร้างแรงจูงใจให้กับกลุ่มทดลอง โดยนำเอ็กเซอร์ไซส์เกมมาใช้ในการดำเนินกิจกรรมโดยการเทียบเคียงกับกิจกรรมตามแนวคิดของ Gardner และ Armstrong ซึ่งเหมาะสมกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นคนไทยในด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ดังที่ Gardner ได้ให้แนวคิดไว้ว่า เชาวน์ปัญญาต้องการพื้นที่ในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้กับโอกาสที่เหมาะสมต่อการพัฒนาและเชาวน์ปัญญาของแต่ละบุคคลจะไม่อยู่คงที่หรืออยู่ที่ระดับที่ตนมีตอนเกิดแต่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ หากได้รับการส่งเสริมที่เหมาะสม นอกจากนี้ Armstrong (2018, pp. 24-25) ยังกล่าวว่า เชาวน์ปัญญาสามารถพัฒนาได้ขึ้นอยู่กับภูมิหลังทางวัฒนธรรม ประวัติศาสตร์ เวลาสถานที่ที่เกิดและเติบโตขึ้น รวมทั้งลักษณะและสภาพแวดล้อมทางวัฒนธรรมหรือประวัติศาสตร์ (Maftoon & Sarem, 2012)

1.2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมที่เป็นเครื่องมือในการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ได้นำมาวิเคราะห์เพื่อหาหลักการในการพัฒนาฯ ดังนี้

กิจกรรมที่เป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาใช้การวิเคราะห์เปรียบเทียบจากนิยาม หลักการ แนวคิด กลยุทธ์และแนวทางการพัฒนาของ Gardner และ Armstrong เป็นแนวทางในการจัดกิจกรรมร่วมกับเอกลักษณ์ไทยและเอ็กเซอร์ไซส์เกมดังตารางที่ 3-1 และตารางที่ 3-2

ตารางที่ 3-1 การวิเคราะห์นิยามของ Gardner และแนวคิดของ Armstrong

นิยาม/แนวคิด	ผลการวิเคราะห์
Gardner: เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily-Kinesthetic Intelligence) สรุปได้ว่า เป็นความสามารถในการใช้ร่างกายทั้งหมดหรือบางส่วนในการใช้ร่างกายของตนแสดงความคิดความรู้สึก ได้แก่ นักแสดง นักแสดงท่าใบ้ นักกีฬา นาฏกร นักฟ้อนรำและความสามารถในการใช้มือประดิษฐ์ เช่น นักปั้น ช่างซ่อมรถยนต์ ศัลยแพทย์ ปัญญาด้านนี้รวมถึง เช่น ความคล่องแคล่ว ความแข็งแรง ความรวดเร็ว ความยืดหยุ่น ความประณีตและความไวทางประสาทสัมผัส เป็นต้น	1. ความสามารถในการใช้ร่างกายทั้งหมดหรือบางส่วนในการใช้ร่างกายของตนแสดงความคิดความรู้สึก 2. ความสามารถในการใช้มือประดิษฐ์ 3. ความสามารถการใช้ทักษะทางกาย
Armstrong: เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily Kinesthetic Intelligence) คือ ความเชี่ยวชาญในการใช้ร่างกายทั้งหมดในการแสดงความคิดและความรู้สึก เช่น นักแสดง นักแสดงละครใบ้ และนักกีฬาหรือนักเต้น เป็นต้น มีความคล่องแคล่วในการใช้มือในการประดิษฐ์ หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ เช่น คนงานฝีมือ นักแกะสลัก ช่างยนต์ หรือศัลยแพทย์ เป็นต้น รวมทั้งทักษะเฉพาะทางกายที่มีความสามารถประสานสัมพันธ์อวัยวะของร่างกาย การทรงตัว ความคล่องแคล่ว ความแข็งแรง ความยืดหยุ่น ความรวดเร็ว และความไวทางประสาทสัมผัส จนสามารถตอบสนองออกมาเป็นพฤติกรรมได้อย่างสมบูรณ์	1. ความเชี่ยวชาญในการใช้ร่างกายทั้งหมดในการแสดงความคิดและความรู้สึก 2. มีความคล่องแคล่วในการใช้มือในการประดิษฐ์หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ 3. ทักษะเฉพาะทางกาย

ตารางที่ 3-2 หลักการเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว

ผลการวิเคราะห์	สังเคราะห์เป็นหลักการ
Gardner 1. ความสามารถในการใช้ร่างกายทั้งหมดหรือบางส่วนของตนแสดงความคิดและความรู้สึก 2. ความสามารถในการใช้มือประดิษฐ์ 3. ความสามารถการใช้ทักษะทางกาย Armstrong 1. ความเชี่ยวชาญในการใช้ร่างกายทั้งหมดในการแสดงความคิดและความรู้สึก 2. มีความคล่องแคล่วในการใช้มือในการประดิษฐ์ หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ 3. ทักษะเฉพาะทางกาย	1. ความสามารถในการใช้ร่างกายทั้งหมดหรือบางส่วนของตนแสดงความคิดและความรู้สึก 2. ความสามารถในการใช้มือประดิษฐ์หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ 3. ความสามารถการใช้ทักษะเฉพาะทางกาย

จากตารางที่ 3-2 หลักการของการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว สามารถสรุปได้เป็น 3 ประการ ได้แก่

1. ความสามารถในการใช้ร่างกายทั้งหมดหรือบางส่วนของตนแสดงความคิดและความรู้สึก
2. ความสามารถในการใช้มือประดิษฐ์หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ
3. ความสามารถการใช้ทักษะเฉพาะทางกาย

หลังจากได้หลักการ (Concept) แล้วนำหลักการมาวิเคราะห์หาพฤติกรรม (Behavior) ที่สัมพันธ์กัน ดังตารางที่ 3-3

ตารางที่ 3-3 พฤติกรรมเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว

หลักการ (Concept)	พฤติกรรม (Behavior)
1. ความสามารถในการใช้ร่างกายทั้งหมดหรือบางส่วนของตนแสดงความคิดและความรู้สึก	1. การเคลื่อนไหวในเชิงแสดงออก (Expressive movement) เช่น การแสดงออก ทางสีหน้า หรืออากัปกิริยาท่าทางต่าง ๆ 2. การเคลื่อนไหวในเชิงตีความ (Interpretative movement) เช่น การเคลื่อนไหวใน เชิงสุนทรียภาพ หรือการเคลื่อนไหวในเชิงสร้างสรรค์
2. ความสามารถในการใช้มือประดิษฐ์หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ	1. การเคลื่อนไหวอยู่กับที่ (Non - locomotor Movements) เช่น การเคลื่อนไหวของนิ้วมือ นิ้วเท้า 2. การเคลื่อนไหวเชิงบังคับ โดยกิริยาสะท้อนหลายอย่างร่วมกัน (Manipulative Movement) เช่น การเล่นเปียโน การพิมพ์ดีด
3. ความสามารถการใช้ทักษะเฉพาะทางกาย	ความสามารถการใช้ร่างกายในการเคลื่อนไหวที่ต้องอาศัย 1. ความอดทน (Endurance) เช่น ความอดทนของร่างกายในการวิ่งแข่งมาราธอน 2. ความแข็งแรง (Strength) เช่น ความแข็งแรงของแขนในการยกน้ำหนัก เป็นต้น 3. ความยืดหยุ่น (Flexibility) เช่น ความยืดหยุ่นของกล้ามเนื้อแขนขาในการเต้นรำ 4. ความคล่องตัวในการเคลื่อนไหว (Agility) เช่น ความฉับไวในการเปลี่ยนทิศทาง การเคลื่อนไหว 5. ความเร็ว (Speed) 6. การทรงตัว (Balance)

จากพฤติกรรมได้นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบสำหรับเปรียบเทียบกับสมรรถภาพทางกายและกิจกรรมในโปรแกรมไอเพกส์ ดังตารางที่ 3-4

ตารางที่ 3-4 การเปรียบเทียบพฤติกรรมความสอดคล้องกับสมรรถภาพทางกาย

พฤติกรรม	สมรรถภาพทางกาย	กิจกรรม
1. ความสามารถในการใช้ร่างกายทั้งหมดหรือบางส่วนในการใช้ร่างกายของตนแสดงความคิดและความรู้สึก 1.1 การเคลื่อนไหวในเชิงแสดงออก (Expressive movement) 1.2 การเคลื่อนไหวในเชิงตีความ (Interpretative movement) 2. ความสามารถในการใช้มือประดิษฐ์หรือปรับปรุงเปลี่ยนแปลงสิ่งต่าง ๆ 2.1 การเคลื่อนไหวอยู่กับที่ (Non - locomotor Movements) 2.2 การเคลื่อนไหวเชิงบังคับ โดยกิริยาสะท้อนการจัดกระทำการเคลื่อนไหว (Manipulative Movement) 3. ความสามารถการใช้ทักษะเฉพาะทางกาย 3.1 ความอดทน (Endurance) 3.2 ความแข็งแรง (Strength) 3.3 ความยืดหยุ่น (Flexibility) 3.4 ความคล่องตัวในการเคลื่อนไหว (Agility) 3.5 ความเร็ว (Speed) 3.6 ความสมดุล (Balance)	1. ความอดทนของระบบหัวใจและหลอดเลือด (Cardiovascular Endurance) 2. ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (Muscular Strength) 3. ความอดทนของกล้ามเนื้อ (Muscular Endurance) 4. ความอ่อนตัว (Flexibility) 5. สัดส่วนของร่างกาย (Body Composition) 6. เวลาปฏิริยา (Reaction Time) 7. ความเร็ว (Speed) 8. พลัง (Power) 9. ความว่องไว (Agility) 10. ความสัมพันธ์ระหว่างระบบประสาทและกล้ามเนื้อ (Coordination) 11. การทรงตัว (Balance)	การเล่นเกม Exercise Gamesที่ประกอบด้วยท่ารำ ท่าฟ้อน และท่าเต้นจาก 1. การละเล่นพื้นบ้าน เช่น รำลาวกระทบไม้ 2. รำไทยสี่ภาค เช่น ฟ้อนกะโป่, เซิ้งกระติ๊บ, ลิเกฮูลู 3. รำมวยไทย เช่น แม่ไม้มวยไทย และ 4. ท่าฤาษีดัดตน โดยกำหนดขนาดการฝึกตามความต่อเนื่อง (ระยะเวลา) ความเร็ว (จังหวะ) และการใช้ท่าทางตามแบบที่กำหนดจากท่าง่ายไปหายากจากช้าไปเร็ว

จากการวิเคราะห์ตามตารางที่ 3.1 ถึง ตารางที่ 3.4 พบว่า หลักการและแนวคิดที่นำไปใช้สร้างโปรแกรมไอเพกส์ คือ การเรียนรู้การเคลื่อนไหว การสร้างสมรรถภาพทางกายที่ดีและการเป็นนักกีฬาหรือนักแสดงหรือนาฏกรหรือจิตกรที่เก่งนั้นต้องมีสมรรถภาพทางจิตที่ดีด้วย สำหรับการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา

2. สร้างโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 กำหนดองค์ประกอบของโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว มีดังนี้

2.1.1 อุปกรณ์ ได้แก่ คอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊คหรือตั้งโต๊ะ พร้อมฮาร์ดดิสค์แบบพกพา จอโทรทัศน์ และกล้องคินเน็คท์

2.1.2 โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ได้แก่ Visual Studio V.10 Motion Capture และ SDK 18

2.1.3 กิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมฝึกสมรรถภาพทางกาย และสมรรถภาพทางจิต

2.1.4 คู่มือการใช้โปรแกรมไอเพกส์

2.2 กำหนดรายละเอียดกิจกรรมที่ใช้ในโปรแกรมไอเพกส์ ดังนี้

2.2.1 กิจกรรมการฝึกสมรรถภาพทางกาย ได้แก่

1) การทำท่าทางตาม ท่ารำ ท่าฟ้อน และท่าเต้น ที่กำหนดบนหน้าจอภาพประกอบดนตรี มี 3 ระดับ (Level) ได้แก่ ระดับเบา หรือง่าย ระดับ ปานกลาง และระดับหนัก หรือยาก บนฐานปัจจัย 3 ประการ ได้แก่ ความแรง ความถี่ และระยะเวลา

2) การทำท่าฤษีดัดตน (การบริหารกล้ามเนื้อบริเวณใบหน้า,การบริหารมือและร่างกายก่อนฝึก (Warm up) รวมทั้งการผ่อนคลายกล้ามเนื้อหลังฝึก (Cool Down))

2.2.2 กิจกรรมการฝึกสมรรถภาพทางจิต ได้แก่

1) การกำหนดและการควบคุมการหายใจ

2) การรวบรวมสมาธิ

3) การสร้างจินตภาพ

4) การพูดกับตนเอง

2.3 กำหนดระยะเวลา ใช้เวลา 60 นาที ต่อวัน จำนวน 20 วัน โดยแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ 1) ช่วงฝึกสมรรถภาพทางจิตและอบอุ่นร่างกาย 5-10 นาที 2) ช่วงฝึกสมรรถภาพทางกาย 40-50 นาที 3) ช่วงผ่อนคลาย 5-10 นาที

2.4 รายละเอียดที่ใช้ในการฝึก ประกอบด้วยท่ารำ ท่าฟ้อนและท่าเต้นที่มีขนาดการออกกำลังกายตั้งแต่ระดับเบาจนถึงหนัก ลำดับความยากง่ายจากการเคลื่อนไหวร่างกายตั้งแต่หนึ่งส่วนขึ้นไปหาหลาย ๆ ส่วน เช่น มืออย่างเดียว เท้าอย่างเดียว มือและเท้าพร้อมกัน และหลาย ๆ ส่วนของร่างกาย เป็นต้น ตามจังหวะดนตรีช้าไปเร็ว ดังตารางที่ 3-5

ตารางที่ 3-5 การกำหนดกิจกรรมที่ต้องฝึกตามหลักการ/แนวคิดของ Gardner และ Armstrong

ครั้งที่	ชื่อกิจกรรม	กิจกรรม
-	เตรียมตัวเตรียมใจ	ทำความเข้าใจ สร้างแรงจูงใจ ทำแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้านพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมอง
1-20	สดใสร่าเริงบันเทิงสนุก	การฝึกท่าทางตามท่ารำ ท่าฟ้อน และท่าเต้น
-	ความยั่งยืน	ทำแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้านพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมอง

2.5 การสร้างโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา ใช้โปรแกรม Microsoft SDK, Motion Capture หรืออื่น ๆ พร้อมทั้งอุปกรณ์ซึ่งประกอบด้วย คอมพิวเตอร์โน๊ตบุ๊คหรือตั้งโต๊ะ กล้อง Kinect และจอโทรทัศน์ หรือจอคอมพิวเตอร์ มีลักษณะการทำกิจกรรมคล้ายการเล่นเอ็กเซอร์ไซส์เกมแต่แตกต่างในกระบวนการเล่น ซึ่งแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงฝึกสมรรถภาพทางจิตและอบอุ่นร่างกาย ช่วงฝึกสมรรถภาพทางกาย และช่วงผ่อนคลาย โดยมีรายละเอียดของชุดฝึก ดังตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3-6 กิจกรรมสดใสร่าเริงบันเทิงสนุก

นาทีที่	กิจกรรม	ชื่อทำนองเพลง	ความเร็ว (ครั้ง/นาที)
1-10	การฝึกการหายใจ สร้างสมาธิ สร้างจินตภาพพูดกับตนเอง และยืดเหยียดร่างกายด้วยท่าฤาษีดัดตน	ลาวดวงเดือน	- - -
11-20	รำไหว้ครูมวยไทยท่าพนม-เทพพนม รำไหว้ครูมวยไทยท่าปฐม-พรหม รำไหว้ครูมวยไทยท่าสอดสร้อยมาลา-พรหมยืน	ไหว้ครูมวยไทย	54
21-30	ฟ้อนกะโป๋ ท่าปรับขบวน ฟ้อนกะโป๋ ท่าเคาะกะโป๋บนสลับล่าง ฟ้อนกะโป๋ ท่าเคาะกะโป๋เฉียง ฟ้อนกะโป๋ ท่าเคาะกะโป๋สามระดับ	ฟ้อนกะโป๋	66

ตารางที่ 3-6 (ต่อ)

นาทีที่	กิจกรรม	ชื่อทำนองเพลง	ความเร็ว (ครั้ง/นาที)
31-35	เซิ้งกระติ๊บ ท่าย่ำเท้าคลึงสะโพก เซิ้งกระติ๊บ ท่าย่อ เซิ้งกระติ๊บ ท่าย่ำเท้าโบกสะบัด	หย่าวพิณลายเซิ้ง	90
36-50	รำวงมาตรฐานท่าสอดสร้อยมาลา รำวงมาตรฐานท่าชักแป้งผัดหน้า รำวงมาตรฐานท่ารำส่าย รำวงมาตรฐานท่าสอดสร้อยมาลาแปลง รำวงมาตรฐานท่าแขกเต้าเข้ารัง รำวงมาตรฐานท่ารำยั่ว รำวงมาตรฐานท่าพรหมสี่หน้า รำวงมาตรฐานท่าช้างประสานงา รำวงมาตรฐานท่าจ่อเพลิงกาฬ รำวงมาตรฐานท่าจันทร์ทรงกลดต่ำ	งามแสงเดือน ชาวไทย รำซิมารำ คืนเดือนหงาย ดวงจันทร์วันเพ็ญ ดอกไม้ของชาติ หญิงไทยใจงาม ดวงจันทร์ขวัญฟ้า ยอดชายใจหาญ บูชานักรบ	100
51-55	ลิเกฮูลู	ลิเกฮูลู	120
56-60	ยืดเหยียดผ่อนคลายฤๅษีดัดตน	ดนตรีไทยสปา	

3. ตรวจสอบประสิทธิภาพของกิจกรรมพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาโดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การตรวจสอบประสิทธิภาพของกิจกรรมพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวโดยผู้ทรงคุณวุฒิ (ภาคผนวก) ดังมีรายชื่อต่อไปนี้

3.1.1 ดร.ปริญญา เรืองทิพย์
อาจารย์ประจำ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา

3.1.2 ดร.อเนก พุทธิเดช
อาจารย์ประจำ มหาวิทยาลัยราชมงคลสุวรรณภูมิ

3.1.3 ดร.ธีร์นวัช สุขวิลัยหิรัญ
อาจารย์ประจำ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3.1.4 นายยุทธพงษ์ โฮมหงษ์
ครูชำนาญการพิเศษ วิชาพลศึกษา โรงเรียนชุมพลโพนพิสัย

3.1.5 นางสมจิตร วิเศษสุนทร

ครูเชี่ยวชาญ วิชานาฏศิลป์ โรงเรียนชุมพลโพนพิสัย

นำโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวที่พัฒนาขึ้นและคู่มือการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวฉบับร่าง เสนอผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 คน ดังกล่าวข้างต้น เพื่อหาค่าความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาโดยดัชนีความตรงเชิงเนื้อหา (content validity index –CVI) เป็นการประเมินความเหมาะสมด้านเนื้อหา และด้านลำดับขั้นตอนการใช้ชุดกิจกรรมพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวก่อนที่จะนำไปใช้สำหรับการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา การประเมินความเหมาะสมด้านเนื้อหาของชุดกิจกรรมพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาประเมินใน 5 ประเด็นหลัก ได้แก่

1. องค์ประกอบและความชัดเจนของกิจกรรมพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวฉบับร่าง
2. จำนวนกิจกรรม
3. ลักษณะของกิจกรรม
4. ระยะเวลาการดำเนินกิจกรรม และ
5. ความชัดเจนของคู่มือการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวฉบับร่าง

แบบประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 4 ระดับ (Likert Scale) โดยมีคะแนนการประเมิน ดังนี้

4 หมายถึง กิจกรรมมีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

3 หมายถึง กิจกรรมมีความเหมาะสมในระดับมาก

2 หมายถึง กิจกรรมมีความเหมาะสมในระดับน้อย

1 หมายถึง กิจกรรมมีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

การคำนวณค่าดัชนีความตรงเชิงเนื้อหาของข้อคำถามรายข้อ (Item-Content Validity Index: I-CVI)

การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหาพิจารณาจากค่า I-CVI ใช้จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ 5 คน ค่า I-CVI เท่ากับ 1.00 ข้อคำถามใดมีค่า I-CVI ต่ำกว่าเกณฑ์นี้ ผู้วิจัยเครื่องมือพิจารณาปรับแก้ตามคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิหรือตัดข้อคำถามนั้นทิ้ง (Polit & Beck, 2006) และนำค่า I-CVI หาค่า S-CVI โดยใช้สูตรการคำนวณค่า I-CVI และ S-CVI ดังนี้

$$\text{I-CVI} = \frac{\text{จำนวนข้อที่ผู้ทรงคุณวุฒิทุกคนให้ความคิดเห็นในระดับ } \mathbf{3} \text{ และ } \mathbf{4}}{\text{จำนวนรายการทั้งหมด}}$$

$$\text{S-CVI} = \frac{\text{ผลรวมค่า } I-CVI \text{แต่ละข้อ}}{\text{จำนวนข้อทั้งหมด}}$$

3.2 การศึกษานำร่อง (Pilot Study)

หลังจากปรับปรุงโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวตามข้อเสนอแนะและผู้ใช้งานแล้ว ผู้วิจัยได้นำโปรแกรมไอเพกส์ ไปศึกษานำร่อง (Pilot Study) กับนักเรียนในระดับประถมศึกษาที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 8 คน (ชายเชาวน์ปัญญาทั่วไป สูง 2 คน ต่ำ 2 คน และหญิงเชาวน์ปัญญาทั่วไป สูง 2 คน ต่ำ 2 คน) เป็นเวลา 5 ครั้ง ครั้งละ 60 นาที เพื่อศึกษาความพึงพอใจกการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว แบบประเมินความพึงพอใจกับโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) โดยมีคะแนนการประเมิน ดังนี้

5 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจกับกิจกรรมระดับมากที่สุด

4 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจกับกิจกรรมระดับมาก

3 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจกับกิจกรรมระดับปานกลาง

2 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจกับกิจกรรมระดับน้อย

1 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจกับกิจกรรม ฯ ในระดับน้อยที่สุด

การแปลผลความพึงพอใจ

ผลการประเมินรายด้านนำไปคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยและนำมาเทียบกับเกณฑ์ โดยมีเกณฑ์การประเมิน ดังนี้

4.50-5.00 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจกับกิจกรรมระดับมากที่สุด

3.50-4.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจกับกิจกรรมระดับมาก

2.50-3.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจกับกิจกรรมระดับปานกลาง

1.50-2.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจกับกิจกรรมระดับน้อย

1.00-1.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจกับกิจกรรมระดับน้อยที่สุด

จากการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนมีความพึงพอใจกับกิจกรรมระดับมากที่สุด

4. การตรวจสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวโดยผู้ใช้งานหลังจากปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ นำโปรแกรมไอเพกส์ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับประถมศึกษา โรงเรียนอนุบาลจุมพลโพนพิสัย ตำบลจุมพล อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย จำนวน 20 คน โดยแต่ละคนจะต้องเข้าร่วมกิจกรรมพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวจำนวน 5 ครั้ง เปรียบเทียบคะแนนตอบถูกจากการทำแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีของ Carver

$$r_{cc} = \frac{a+c}{N}$$

เมื่อ r_{cc} แทน ค่าความเชื่อมั่น

a แทน จำนวนผู้ทำคะแนนผ่านทั้งสองครั้ง (คะแนน)

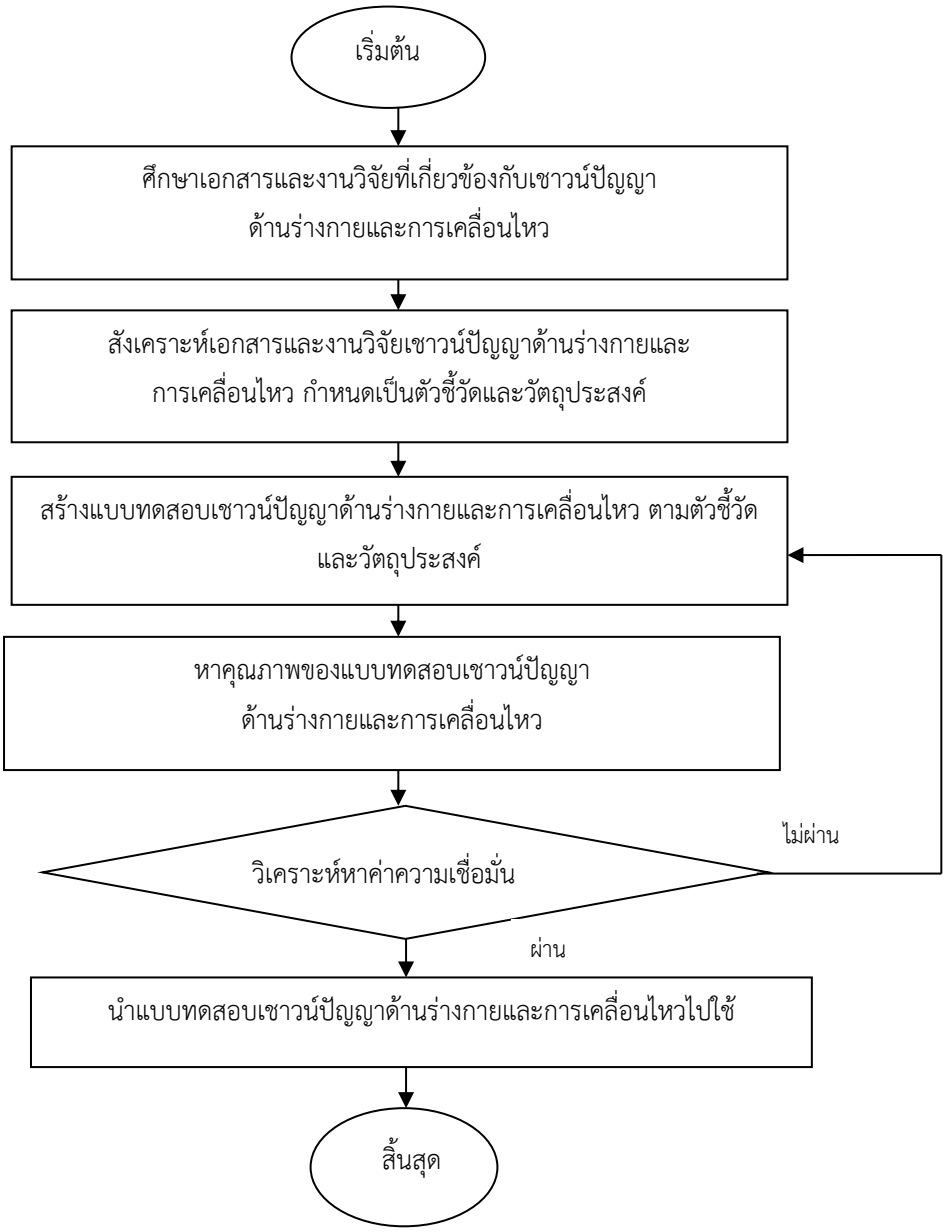
c แทน จำนวนผู้ทำคะแนนไม่ผ่านทั้งสองครั้ง

N แทน จำนวนผู้สอบทั้งหมด

5. จัดทำคู่มือการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ฉบับสมบูรณ์ (ภาคผนวก)

ระยะที่ 2 การพัฒนาแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา

การพัฒนาแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา แสดงขั้นตอนการดำเนินการ (Flow Chart) ของการพัฒนา ดังภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 ขั้นตอนการพัฒนาแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว

จากภาพที่ 3-3 การพัฒนาแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา สามารถแสดงขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

ขั้นที่ 1 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว มีรายละเอียด ดังนี้

ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับ หลักการของเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ตามทฤษฎีพหุนาม (Multiple Intelligence) ของ Gardner และแนวคิดของอาร์มสตรอง รวมทั้งงานวิจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ขั้นที่ 2 สังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว กำหนดเป็นตัวชี้วัดและวัตถุประสงค์ มีรายละเอียด ดังนี้

1. สังเคราะห์เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา พบว่า หลักการและแนวคิดของเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ประกอบด้วยความสามารถ 3 ประการ ได้แก่ 1) การใช้ส่วนของร่างกายในการแสดงความคิดและความรู้สึก 2) การใช้มือในการประดิษฐ์และปรับปรุงซ่อมแซมสิ่งต่าง ๆ และ 3) การใช้ทักษะเฉพาะทางกาย ซึ่งความสามารถดังกล่าวมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับสมอง ประกอบด้วย มอเตอร์คอร์เทกซ์ (Motor Cortex) เบซอลแกงเกลีย (Basal Ganglia) และซีรีเบลลัม (Cerebellum) มีรายละเอียดดังนี้

1.1 การใช้ส่วนของร่างกายในการแสดงความคิดและความรู้สึก สมองส่วนที่เกี่ยวข้องคือ มอเตอร์คอร์เทกซ์ (Motor Cortex) เบซอลแกงเกลีย (Basal Ganglia) และซีรีเบลลัม (Cerebellum) เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ Eriksen Flanker Task (Bauemeister & Bunce, 2014)

1.2 การใช้มือในการประดิษฐ์และปรับปรุงซ่อมแซมสิ่งต่าง ๆ สมองส่วนที่เกี่ยวข้องคือ มอเตอร์คอร์เทกซ์ (Motor Cortex) เบซอลแกงเกลีย (Basal Ganglia) และซีรีเบลลัม (Cerebellum) เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ Finger Taping Task (Lisi, Noda, & Morimoto, 2014)

1.3 การใช้ทักษะเฉพาะทางกาย สมองส่วนที่เกี่ยวข้องคือมอเตอร์คอร์เทกซ์ (Motor Cortex) เบซอลแกงเกลีย (Basal Ganglia) และซีรีเบลลัม (Cerebellum) เครื่องมือที่ใช้ ได้แก่ Eriksen Flanker Task Finger Taping Task และ Reaction Time Task

2. คัดเลือกแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวที่เป็นมาตรฐานและเหมาะสมกับนักเรียนระดับประถมศึกษา 2 ด้าน ได้แก่ ด้านพฤติกรรม และ ด้านคลื่นไฟฟ้าสมอง แต่เนื่องจากเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว เป็นความสามารถที่เกี่ยวข้องกับสมองส่วนมอเตอร์ คอร์เทกซ์ (Motor Cortex) เบซอลแกงเกลีย (Basal Ganglia) และซีรีเบลลัม (Cerebellum) ดังนั้นการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองจึงต้องมีความสัมพันธ์กับหน้าที่ของสมองส่วนดังกล่าวคือ มอเตอร์คอร์เทกซ์เกี่ยวข้อง หน้าที่บริหารจัดการ (Executive Function) ใช้ Flanker และ Stroop Arrow (Bauemeister & Bunce, 2014), เบซอลแกงเกลีย เกี่ยวข้องกับความตั้งใจและการยับยั้ง (Attention and Inhibition) ใช้แบบทดสอบ Eriksen Flanker Task (Chaddock, et. Al., 2010) Finger Taping Task (Lisi, Noda, & Morimoto, 2014) และ Reaction Time Task การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองโดยศึกษาค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง ในขณะที่ให้สิ่งกระตุ้นซ้ำๆ โดยแบบทดสอบ Eriksen Flanker Task หรือ Finger Taping Task และ Reaction Time Task หรือการใช้เครื่องมืออย่างหลากหลายดังกล่าวเพื่อวัดได้ตรงตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

ขั้นที่ 3 พัฒนาแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ด้านพฤติกรรมโดยการนำแบบทดสอบ และด้านคลื่นไฟฟ้าสมอง การนำแบบทดสอบชนิด Eriksen Flanker Task, Finger Taping Task และ Reaction Time Task มาใช้ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ แต่เนื่องจาก Eriksen Flanker Task รวม Finger Taping Task และ Reaction Time Task ไว้ในแบบทดสอบแล้วจึงใช้เฉพาะ Eriksen Flanker Task อย่างเดียวเท่านั้น

ขั้นที่ 4 หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว

ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์งานเพื่อนำไปสร้างข้อปฏิบัติและเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ดังนี้

1. การหาความเที่ยงตรงเชิงพินิจระหว่างข้อปฏิบัติกับเกณฑ์การให้คะแนน ว่าข้อปฏิบัติแต่ละข้อวัดได้ตรงตามเกณฑ์การให้คะแนนหรือไม่ คำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Congruence) โดยค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อปฏิบัติกับเกณฑ์การให้คะแนน (IOC) ต้อง เท่ากับ 0.81–1.00 แสดงว่า ข้อปฏิบัติในแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว มีความสอดคล้องกับเกณฑ์การให้คะแนนทุกข้อ

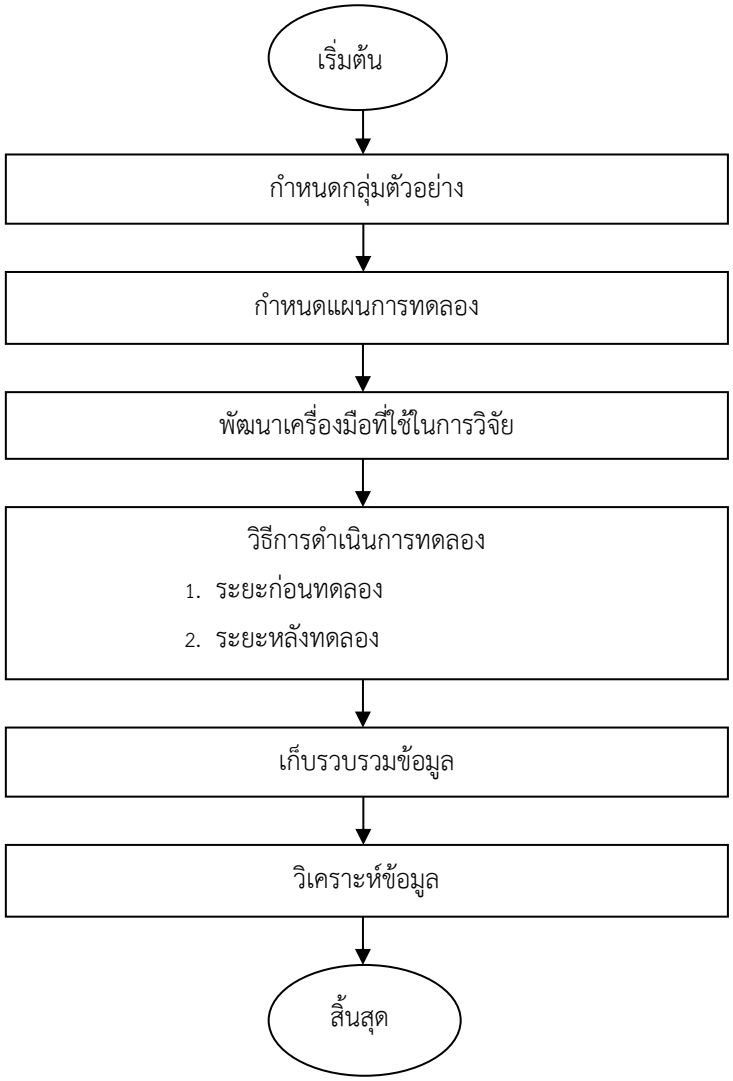
2. หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวผู้วิจัยได้นำข้อปฏิบัติและเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนอนุบาลจุมพลโพนพิสัย อำเภอโพนพิสัย ระดับประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นแบบวัดความคงที่ (Measure of Stability) ที่เป็นวิธีการทดสอบซ้ำ (Test-Retest Method) โดยใช้เครื่องมือชุดเดียวกันไปทดสอบกับผู้ให้ข้อมูลกลุ่มเดียวกัน 2 ครั้ง ที่ใช้ช่วงเวลาที่ต่างกันแล้วนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient)

3. หาคุณภาพของความเหมาะสมและสะดวกต่อการนำแบบทดสอบไปใช้ โดยใช้แบบสอบถาม เพื่อแสดงความคิดเห็นในเรื่องความเหมาะสมต่อการนำแบบวัดไปใช้ว่า มีความเหมาะสมและสะดวกหรือไม่ อย่างไร

ขั้นที่ 5 นำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวไปใช้ มีรายละเอียดดังนี้

ผู้วิจัยนำแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวไปใช้ทดสอบนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลจุมพลโพนพิสัย อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย หลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา และนำผลที่ได้มาวิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์การวิจัยดังกล่าวข้างต้น

ระยะที่ 3 การศึกษาผลการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา



ภาพที่ 3-4 ขั้นตอนการศึกษาผลการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว

จากภาพที่ 3-4 ขั้นตอนการศึกษาผลการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา มีรายละเอียดแต่ละขั้นตอน ดังนี้

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลจุมพลโพนพิสัย อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย ปีการศึกษา 2561 ซึ่งเป็นอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัยที่ได้รับการอนุญาตจากผู้ปกครอง กลุ่มตัวอย่างทุกคนมีลักษณะตามเกณฑ์ที่กำหนดซึ่งพิจารณาจากแบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล

การเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการโดยประชาสัมพันธ์ ให้นักเรียนสมัครเข้าร่วมเป็นอาสาสมัครการวิจัยด้วยความสมัครใจที่โรงเรียนอนุบาลจุมพลโพนพิสัย อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย โดยให้นักเรียนอาสาสมัครกรอกข้อมูลส่วนตัวและทำแบบทดสอบที่มีอยู่ในเกณฑ์การคัดเข้าเป็นกลุ่มตัวอย่าง และนำข้อมูลของนักเรียนอาสาสมัครมาคัดเข้ากลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้เพศชายและเพศหญิงมีจำนวนใกล้เคียงกัน จากนั้นใช้การสุ่มอย่างง่ายคัดนักเรียนเข้ากลุ่มทดลอง 80 คน โดยการแยกตามเพศ จากนั้นนำนักเรียนกลุ่มทดลองทั้งชายและหญิง 2 กลุ่ม มาทำแบบประเมินเชาวน์ปัญญาทั่วไปเพื่อจัดกลุ่มเป็น 4 กลุ่ม คือ กลุ่มเพศชายที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง 20 คน ต่ำ 20 คน และเพศหญิงก็เช่นเดียวกันแบ่งเป็นกลุ่มสูง 20 คนและต่ำ 20 คน (เกณฑ์กลุ่มสูงทำคะแนนได้ 110 ขึ้นไป และกลุ่มต่ำ 89 ลงไป) รวมจำนวน 80 คน

ในการประมาณขนาดตัวอย่าง ขนาดกลุ่มตัวอย่างที่เพียงพอสำหรับการวิจัยเชิงทดลองควรมีจำนวนอย่างน้อย 15 คน ต่อกลุ่มที่ศึกษา แต่เพื่อให้มีความน่าเชื่อถือและมีความแม่นยำมากขึ้น ขนาดกลุ่มตัวอย่างจึงควรมีจำนวน 20 คนต่อกลุ่มการศึกษา (McMillan & Schumacher, 2014, p. 272) สอดคล้องตามเกณฑ์การพิจารณาขนาดกลุ่มตัวอย่างตามหลักทางสถิติสำหรับเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของสองกลุ่ม โดยกำหนดค่าขนาดอิทธิพล (Effect Size: ES) กับ .80 ค่าความน่าจะเป็นของความคลาดเคลื่อนในการทดสอบแบบทางเดียวประเภทที่หนึ่ง (Type I Error หรือค่านัยสำคัญทางสถิติ) α_1 = .05 และค่าอำนาจการทดสอบ (Power of Test) เท่ากับ .80 จากตารางขนาดอิทธิพล (Power Tables for T-test) ของ Cohen (1988, p. 54) ได้ขนาดกลุ่มตัวอย่างจำนวนอย่างน้อย 20 คนต่อกลุ่มศึกษา (Cohen, Manion, & Morrison, 2007, p. 521; Kellar & Kelvin, 2013, p. 110) เพื่อป้องกันการขาดหายไปของกลุ่มตัวอย่าง (Dropout)

จากเหตุผลดังกล่าวจึงกำหนดขนาดกลุ่มตัวอย่างเป็น 20 คน ต่อกลุ่มที่ศึกษา ซึ่งในการศึกษานี้ประกอบด้วยกลุ่มทดลอง 1 กลุ่ม แบ่งเป็นกลุ่มย่อย 4 กลุ่มคือ กลุ่มที่ 1 เพศชายที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง 20 คน กลุ่มที่ 2 เพศชายที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ 20 คน กลุ่มที่ 3 เพศหญิงที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง 20 คน และกลุ่มที่ 4 เพศหญิงที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไป ต่ำ 20 คน ดังนั้นกลุ่มตัวอย่างที่ใช้จึงมีจำนวนเท่ากับ 80 คนโดยให้อาสาสมัครกรอกแบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล และพิจารณาตามเกณฑ์การคัดเข้า (Inclusions Criteria) และเกณฑ์การคัดออก (Exclusions Criteria) ดังนี้

เกณฑ์การคัดเลือกเข้า (Inclusion Criteria)

1. มีอายุระหว่าง 10-12 ปี

2. มีสุขภาพแข็งแรง ไม่มีโรคประจำตัวหรือรับประทานยารักษาโรคเป็นประจำ ไม่เคยมีประวัติการบาดเจ็บที่ศีรษะหรือประวัติการได้รับอุบัติเหตุอย่างรุนแรง

3. มีการได้ยินเป็นปกติ โดยไม่ติดตั้งเครื่องช่วยในการได้ยิน

4. มีการมองเห็นที่ระยะใกล้ (Near Vision) หรือแก้ไขให้เป็นปกติด้วยการสวมแว่นสายตาทดสอบได้โดยใช้แผ่นทดสอบที่ระยะใกล้แบบพกพาที่เรียกว่า Near Chart หรือ Rosenbaum Pocket Vision Screener

5. ถนัดมือขวา ประเมินความถนัดการใช้มือขวา โดยใช้แบบสำรวจความถนัดการใช้มือ Edinburgh Handedness Inventory ของ Oldfield (1971) โดยผู้เข้าร่วมการทดลองต้องมีผลคะแนนรวมที่แสดงความถนัดมือขวา 80 คะแนน จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน

6. ไม่มีความบกพร่องในการรับรู้สี ประเมินได้จากแผ่นทดสอบตาบอดสี (Test of Color-Deficiency) มาตรฐานชนิดตัวเลขของภาควิชาจักษุวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล โดยพิจารณาจากการอ่านตัวเลขถูกต้องตั้งแต่ 13 แผ่นขึ้นไป

7. มีเชาวน์ปัญญาทั่วไป (General Intelligence Quotient) สูงหรือต่ำซึ่งได้จากการประเมินด้วยแบบวัด I.Q. Standard Progressive Matrices ของ John Raven ซึ่งผู้ที่ทำคะแนนได้มากกว่า 110 ขึ้นไป อยู่กลุ่มสูง และต่ำกว่า 89 ลงไป อยู่กลุ่มต่ำ โดยการคัดเลือกนั้นจะจัดเรียงคะแนนกลุ่มนักเรียนชายและกลุ่มนักเรียนหญิงจากน้อยไปมากตามลำดับไปกลุ่มสูงนับจากคนที่ได้คะแนนสูงสุดลงไป 20 คน และกลุ่มต่ำนับจากคนที่ได้คะแนนน้อยที่สุดขึ้นไป 20 คน เฉพาะกลุ่มทดลองเท่านั้น

8. มีความเต็มใจเข้าร่วมการทดลองตามเวลาที่กำหนด และได้รับความยินยอมจากผู้ปกครอง

เกณฑ์การคัดออก (Exclusions Criteria) มีดังนี้

1. มีข้อห้ามในการใช้สายตา ระหว่างการเข้าร่วมการวิจัย
2. มีปัญหาสุขภาพ หรืออาการเจ็บป่วยที่ต้องรับการรักษาระหว่างที่มีการเข้าร่วมการวิจัย
3. ไม่สามารถเข้าร่วมการทดลองได้อย่างต่อเนื่อง

ตารางที่ 3-7 การเลือกตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลอง

เพศ	**เชาวน์ปัญญาทั่วไป**		**รวม**
	สูง	ต่ำ	
ชาย	20	20	40
หญิง	20	20	40
รวม	40	40	80

แบบแผนการทดลอง

การวิจัยนี้ ใช้เทคนิคการวิจัยแบบ Factorial Design โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ 2 x 2 Factorial Pretest and Posttest Design (Between Subjects) (Edmonds & Kennedy, 2017, p.77) มีแบบแผนการทดลอง ดังตารางที่ 3-8

ตารางที่ 3-8 แบบแผนการทดลองแบบ 2 x 2 Factorial Pretest and Posttest Design (Between Subjects)

Group	Pretest	Treatment	Posttest
E_1	O_1 O_2	X	O_3O_4
E_2	O_1 O_2	X	O_3O_4
E_3	O_1 O_2	X	O_3O_4
E_4	O_1 O_2	X	O_3O_4
	Time >		

ความหมายของสัญลักษณ์

R หมายถึง การกำหนดกลุ่มตัวอย่างเข้ากลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมโดยการสุ่ม

E_1 หมายถึง กลุ่มทดลองซึ่งเป็นเพศชาย ที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง

E_2 หมายถึง กลุ่มทดลองซึ่งเป็นเพศชาย ที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ

E_3 หมายถึง กลุ่มทดลองซึ่งเป็นเพศหญิงที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง

E_4 หมายถึง กลุ่มทดลองซึ่งเป็นเพศหญิง ที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ

X หมายถึง การฝึกด้วยโปรแกรมไอเพกส์

O_1 หมายถึง การวัดตัวแปรตามด้านพฤติกรรมก่อนการทดลองใช้โปรแกรมไอเพกส์

O_2 หมายถึง การวัดคลื่นไฟฟ้าสมองก่อนการทดลองใช้โปรแกรมไอเพกส์

O_3 หมายถึง การวัดตัวแปรตามด้านพฤติกรรมหลังการทดลองใช้โปรแกรมไอเพกส์

O_4 หมายถึง การวัดคลื่นไฟฟ้าสมองหลังการทดลองใช้โปรแกรมไอเพกส์

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 3 ประเภท ได้แก่ เครื่องมือที่ใช้ในการคัดกรองผู้เข้าร่วมวิจัย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง และเครื่องมือที่ใช้ในการวัดตัวแปรตาม มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการคัดกรองผู้เข้าร่วมวิจัย ประกอบด้วย

1.1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไป ได้แก่ เพศ อายุ โรคประจำตัว การมองเห็น การเป็นโรคเกี่ยวกับกล้ามเนื้อตา ดังภาคผนวก ก

1.2 แบบสำรวจความถนัดในการใช้มือ โดยใช้แบบสำรวจความถนัดการใช้มือเอดินเบิร์ก (Edinburgh Handedness Inventory) พัฒนาโดยโอฟิลล์ (Oldfield, 1971) ผู้วิจัยเลือกแบบวัดชนิดนี้เป็นแบบประเมินความชำนาญหรือความชอบในการใช้มือเพื่อทำกิจกรรมในชีวิตประจำวันเช่น การวาดรูป การเขียนหนังสือ การแปรงฟัน การจับช้อนขณะรับประทานอาหาร หรือการจับมีด เป็นต้น มีจำนวน 20 ข้อ โดยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างเลือกตอบว่าใช้มือใดในการปฏิบัติแต่ละกิจกรรมที่กำหนดให้ หากกลุ่มตัวอย่างไม่แน่ใจว่าใช้มือใดในการปฏิบัติกิจกรรมนั้น ๆ สามารถเลือกตอบได้ทั้งสองตัวเลือก การศึกษานี้

เลือกกลุ่มตัวอย่างที่มีความถนัดในการใช้มือขวาเพื่อทำกิจกรรม โดยพิจารณาจากคะแนนความถนัดในการใช้มือที่มากกว่า 80 คะแนน

1.3 แผ่นวัดระดับการมองเห็นในระยะใกล้ (Near Vision) แสดงในภาคผนวก ก ทดสอบได้โดยใช้แผ่นทดสอบที่ระยะใกล้ หรือที่เรียกว่า Rosenbaum Pocket Vision Screener มีขนาด 6.375”x 3.5” (Richmond Products, n.d.) บน chart มีตัวเลขหรือตัวอักษรที่มีขนาดลดหลั่นกันลงมา และแต่ละแถวจะมีตัวเลขกำกับ เช่น 20/20, 20/25, 20/100 เป็นต้น โดยการวัดทำในที่ที่มีแสงสว่างเพียงพอและทำการวัดโดยการปิดตาทีละข้าง จากนั้นกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างอ่านระยะที่กำหนดคือ 14 นิ้ว หรือ 33 เซนติเมตร ตั้งแต่แถวที่อยู่บนสุดจนถึงแถวที่ตัวเล็กที่สุดที่สามารถอ่านได้ แล้วบันทึกผลระดับการมองเห็นตามเลขที่กำกับแต่ละแถว หากกลุ่มตัวอย่างสามารถอ่านได้ถึงแถวที่มีเลขกำกับ 20/25 หรือ J1 ถือว่า กลุ่มตัวอย่างมีระดับการมองเห็นที่ระยะปกติ (Schwiegerling, 2004, p. 19)

1.4 แผ่นทดสอบตาบอดสี (Test of Color-Deficiency) เป็นแบบทดสอบการรับรู้สี พัฒนาโดย Ishihara ใช้ทดสอบผู้มีความบกพร่องในการรับรู้สี (Test of Color Blindness) มีลักษณะเป็นแผนภาพที่พิมพ์จุดสีหลายจุดสีเข้าด้วยกัน โดยใช้หลายสีมาเรียงเป็นเลขอารบิกหรือเป็นเส้นขดไปมา และมีพื้นเป็นจุดสีต่าง ๆ ปะปนกัน ชุดแผนภาพทดสอบตาบอดสีมีจำนวน 24 แผ่นประกอบด้วย แผ่นทดสอบที่เป็นตัวเลข จำนวน 17 แผ่น ดังภาคผนวก ก ใช้สำหรับผู้ที่อ่านตัวเลขได้ ซึ่งแผ่นที่ 16 และ 17 จะใช้วินิจฉัยแยกชนิดตาบอดสีเท่านั้น และแผนภาพทดสอบที่ทำเป็นลายเส้น จำนวน 7 แผ่น สำหรับผู้ที่อ่านหนังสือไม่ได้ ดังนั้นในงานนี้ผู้วิจัยใช้แผ่นทดสอบตาบอดสีที่เป็นตัวเลข จำนวน 15 แผ่น พิจารณาจากความถูกต้องในการอ่านตัวเลขเป็นภาพ ตามเกณฑ์ของภาควิชาจักษุวิทยา คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดลซึ่งกำหนดว่า ผู้ที่ไม่มีความบกพร่องในการรับรู้สีจะสามารถอ่านแผ่นทดสอบตาบอดสีได้ถูกต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 13 แผ่น ส่วนผู้ที่มีความบกพร่องในการรับรู้สี จะสามารถอ่านแผ่นภาพทดสอบตาบอดสีได้ถูกต้องน้อยกว่าหรือเท่ากับ 9 แผ่น

1.5 แบบคัดกรองภาวะซึมเศร้า (Center for Epidemiologic Studies-Depression Scale: CES-D) เป็นแบบประเมินตนเองเกี่ยวกับระดับความรู้สึกที่เกี่ยวข้องกับอาการ และการแสดงออกของภาวะซึมเศร้าในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา ของกรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข (2539) เป็นแบบวัดชนิดมาตรประมาณค่า 3 ระดับ (Likert Scale)

1.6 แบบคัดกรองเชาวน์ปัญญาทั่วไป เป็นแบบประเมินตนเองโดยแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาทั่วไป (General Intelligence Quotient) ของ John Raven วัดความสามารถของบุคคลในการหารูปความสัมพันธ์ระหว่างรูปทรง เรขาคณิต โจทย์ของแบบทดสอบอยู่ในรูปภาพเมตริกที่มีลวดลายต่าง ๆ กัน แต่ละข้อมีส่วนที่ขาดหายไป ผู้รับการทดสอบต้องเลือกชิ้นส่วนจากตัวเลือก 6-8 แบบเพียง 1 ชิ้น เพื่อเติมลงไปในส่วนที่ขาดหายไปให้สมบูรณ์ เรียงลำดับจากง่ายไปยาก ไม่จำกัดเวลา

2. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาที่พัฒนาขึ้นในขั้นตอนที่ 1 ซึ่งผ่านการตรวจสอบคุณภาพเรียบร้อยแล้ว มีลักษณะเป็น เอ็กเซอร์ไซส์เกมที่ประกอบด้วย ท่ารำ ท่าฟ้อน และท่าเต้น จาก

การละเล่นพื้นบ้านของไทย การรำไทย การรำมวยไทย และฤาษีดัดตน ใช้เวลาทำกิจกรรมจำนวน 20 ครั้ง ๆ ละ 60 นาที แบ่งเป็น 3 ช่วง ช่วงแรก สมรรถภาพทางจิต 5-10 นาที ช่วงที่สอง ช่วงฝึกสมรรถภาพทางกาย 40-50 นาที ช่วงที่สาม ผ่อนคลายร่างกาย 5-10 นาที ด้วยท่ากายบริหารของฤาษีดัดตน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวัดตัวแปรตาม

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดตัวแปรตาม แบ่งเป็น 2 ชนิด ได้แก่ 1) เครื่องมือวัดด้านพฤติกรรม และ 2) เครื่องมือวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง

3.1 เครื่องมือวัดด้านพฤติกรรมเป็นแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยวัด ก่อนและหลังการทำกิจกรรม ที่พัฒนาจาก Eriksen Flanker Task ทดสอบบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ และใช้เป็นสิ่งกระตุ้น (Stimuli) ในการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง

3.2 เครื่องมือวัดและบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองได้แก่ Emotiv EPOC+ Neuroheadset เปนเครื่องวัดคลื่นสมองที่มีความละเอียดสูง เปนระบบไรสายเชื่อมตอกับคอมพิวเตอรไดโดยตรงทำให งายตอการใช้งาน ดังภาพที่ 3-5

ภาพที่ 3-5 อุปกรณตรวจวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง Emotiv EPOC+ และรูปแบบวิธีการสวมใส

วิธีดำเนินการทดลอง

การวิจัยนี้แบ่งวิธีการทดลองเป็น 2 ระยะ ดังนี้

1. ระยะก่อนทดลอง

1.1 แนะนำตัวต่อผู้บริหารสถานศึกษา และครูประจำชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ของนักเรียนโรงเรียนอนุบาลจุมพลโพนพิสัย อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย เพื่อขอความร่วมมือในการทำวิจัยและขอความอนุเคราะห์อำนวยความสะดวกในการเข้าพบนักเรียน

1.2 ชี้แจงให้นักเรียนทราบเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขั้นตอนการวิจัย ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการวิจัย พร้อมสอบถามความสมัครใจในการเข้าร่วมการวิจัย

1.3 ดำเนินการคัดกรองนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนอนุบาลจุมพลโพนพิสัย ที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์การคัดเข้าที่กำหนด และยินดีเข้าร่วมการวิจัย จำนวน 80 คน โดย 1) กรอกแบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล 2) ทำแบบสอบวัดภาวะซึมเศร้า 3) ทำแบบสำรวจความถนัดในการใช้มือของเอดินเบิร์ก 4) ประเมินการมองเห็นระยะใกล้ โดยเจเกอร์ชาร์ต (Jaeger's Chart) 5) ทำแผ่นทดสอบตาบอดสีชนิดตัวเลข 6) ประเมินเชาวน์ปัญญาทั่วไป

1.4 รวบรวมสรุปผลการคัดกรองนักเรียนโรงเรียนอนุบาลจุมพลโพนพิสัย แต่ละคน มีนักเรียนที่มีคุณสมบัติผ่านเกณฑ์การคัดเข้าและลงนามยินยอมเข้าร่วมการวิจัย 80 คน

1.5 สุ่มอย่างง่าย (Sampling Random Assignment) เข้ากลุ่มทดลอง A, B, C และ D ด้วยการจับฉลากแบบไม่คืนที่ กลุ่มละ 20 คน เมื่อสิ้นสุดการทดลองขนาดกลุ่มตัวอย่างยังคงอยู่ครบจำนวนเท่าเดิมกลุ่มละ 20 คน

1.6 ชี้แจงวิธีการทดลองกับกลุ่มทดลองทั้งกลุ่ม A, B, C และ D ในการปฏิบัติตัวเพื่อเตรียมการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมอง (ภาคผนวก) การปฏิบัติตัวขณะทดลอง และตลอดช่วงระยะระหว่างทดลอง พร้อมทั้งนัดวัน เวลา ในการดำเนินการทดลอง

1.7 วัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้านพฤติกรรมและวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง

2. ระยะทดลอง

เมื่อดำเนินการในข้อที่ 1 เรียบร้อยแล้วผู้วิจัยนัดหมายการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวตามตารางนัดหมาย ณ สถานศึกษา

2.1 การฝึกด้วยโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ดำเนินการฝึกที่ โรงเรียนอนุบาลจุมพลโพนพิสัย อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย โดยแต่ละคนจะได้รับการฝึกจำนวน 20 ครั้ง ครั้งละวัน วันละ 60 นาที

2.2 อุปกรณ์ที่ต้องใช้ขณะฝึกด้วยโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว เครื่องเล่น เอ็กเซอร์ไซส์เกม จำนวน 20 ชุด

2.3 การวัดผลของตัวแปรตามด้านพฤติกรรมก่อนและหลังการทดลอง และด้านคลื่นไฟฟ้าสมองหลังการทดลองกับกลุ่มทดลอง ดำเนินการที่โรงเรียนอนุบาลจุมพลโพนพิสัย อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย ตามตารางนัดหมาย โดยใช้แบบทดสอบวัด ผู้วิจัยได้ทำการชี้แจงกับกลุ่มตัวอย่างเพื่อทำความเข้าใจเกี่ยวกับแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว และอธิบายการใช้งานเครื่องบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง Emotiv EPOC ก่อนที่จะทำการวัดผลของตัวแปรตาม ทั้งการทำแบบทดสอบด้านพฤติกรรม และการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง

ในการวัดผลของตัวแปรตาม กลุ่มทดลองจะได้รับการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองก่อน และต่อด้วยการทำแบบทดสอบทางพฤติกรรม ดำเนินการวัดก่อนการทดลองครั้งที่ 1 และหลังการทดลองครั้งที่ 20 ซึ่งเป็นครั้งสุดท้ายในการทดลอง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

การศึกษานี้ มีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ขอหนังสือจากวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา ไปยังผู้อำนวยการโรงเรียนอนุบาลจุมพลโพนพิสัย อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย เพื่อขอความอนุเคราะห์ให้นักเรียนระดับประถมศึกษา เป็นกลุ่มทดลองเครื่องมือวิจัยและเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัย

2. หลังได้รับอนุญาตจากผู้อำนวยการโรงเรียน ได้ดำเนินการนัดหมายเพื่อประชุมชี้แจงนักเรียนให้ได้รับทราบถึงวัตถุประสงค์ของการวิจัย ขั้นตอนการวิจัย และประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย พร้อมสอบถามความสมัครใจในการเข้าร่วมการวิจัย

3. ดำเนินการรับสมัครและให้อาสาสมัครที่ประสงค์เข้าร่วมการวิจัยกรอกแบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล ตอบแบบคัดกรองภาวะซึมเศร้า แบบประเมินความถนัดในการใช้มือ แผ่นทดสอบที่ระยะใกล้ แผ่นทดสอบตาบอดสี และแบบประเมินเชาวน์ปัญญาทั่วไป เพื่อนำไปเป็นข้อมูลสำหรับคัดกรองนักเรียนที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ที่กำหนด

4. เมื่อได้นักเรียนอาสาสมัครที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์แล้ว จึงดำเนินการขอหนังสือเพื่อขอความอนุเคราะห์เข้าร่วมการวิจัย จากวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา จัดส่งไปยังผู้ปกครองของนักเรียนอาสาสมัคร เพื่อดำเนินการอนุญาตในแบบฟอร์มแสดงความยินยอม หากผู้ปกครองยินยอมให้นักเรียนเข้าร่วมโครงการวิจัย

5. ดำเนินการสุ่มเพื่อแบ่งกลุ่มตัวอย่างนักเรียนอาสาสมัคร โดยใช้หลักการสุ่มเข้ากลุ่มแบบจับคู่ ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย โดยการจับฉลากรายชื่อคู่เพศเดียวกันแบบไม่คืนที่ แล้วสุ่มแยกคู่เข้ากลุ่ม เพื่อให้เพศหญิงและเพศชาย มีจำนวนใกล้เคียงกันในแต่ละกลุ่ม ได้กลุ่มตัวอย่าง ตามวิธีการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างข้างต้น ได้แก่ กลุ่มทดลองที่ฝึกด้วยโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว

6. จัดทำตารางนัดหมายนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง เพื่อมาดำเนินการทดลองที่โรงเรียนอนุบาลจุมพลโพนพิสัย อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย

7. นัดประชุมนักเรียนกลุ่มทดลองเพื่อชี้แจงขั้นตอนการดำเนินการทดลอง การเตรียมตัวก่อนเข้ารับการทดลอง และนัดหมายวันเวลา

8. กลุ่มทดลองที่จะได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ได้ทำแบบทดสอบด้านพฤติกรรม ที่โรงเรียนอนุบาลอนุบาลจุมพลโพนพิสัย อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย ก่อนการทดลองหรือการฝึก

9. หลังจากกลุ่มทดลองได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวเสร็จสิ้น กลุ่มทดลองทั้งหมดจะได้รับการตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองและทำแบบทดสอบด้านพฤติกรรม ที่โรงเรียนอนุบาลอนุบาลจุมพลโพนพิสัย อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย

10. จัดทำหนังสือขออนุญาตโรงเรียนอนุบาลอนุบาลจุมพลโพนพิสัย เสนอต่อคณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา เพื่อบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง

11. จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล และดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลที่โรงเรียนอนุบาลอนุบาลจุมพลโพนพิสัย อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย

12. ดำเนินการเก็บขอมูลการวิจัยด้วยการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองและทำแบบทดสอบทางพฤติกรรม ที่โรงเรียนอนุบาลอนุบาลจุมพลโพนพิสัย อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย ด้วยการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมองหลังการทดลอง ตามขั้นตอนการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยมีขั้นตอนสำหรับการบันทึกคลื่นไฟฟ้าสมอง ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การเตรียมอุปกรณ์การเก็บข้อมูลด้วยการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองต้องดำเนินการติดตั้งและเซ็ตอุปกรณของ Emotiv EPOC+ neuroheadset โดยอุปกรณทั้งหมดมีดังนี้

ภาพที่ 3-6 เครื่องมือและอุปกรณ Emotiv EPOC+

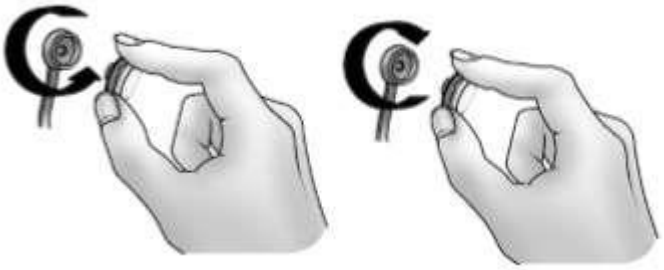
ขั้นตอนที่ 2

ทำการหยดน้ำยาลงไปที่จุดเซนเซอร ใหครบทั้งหมด 16 จุด กอน การเริ่มตนใชงานทุกครั้งเพื่อทำการลางจุดเซนเซอร (ดังภาพที่ 3-7)

ภาพที่ 3-7 วิธีการหยดน้ำยาลางจุดเซนเซอร์

ขั้นตอนที่ 3

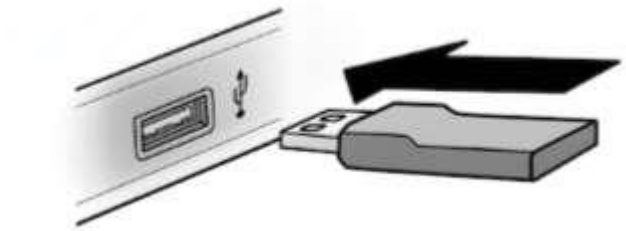
นำเซนเซอรทั้งหมด 16 จุด ติดตั้งลงบนกานรับคลื่นสมองของเครื่อง Emotiv EPOC+ โดยการติดตั้งใหหมุนไปทางดานขวาหรือหมุนตามเข็มนาฬิกา เชนเดียวกันกับเมื่อตองการถอนการติดตั้งจุดเซนเซอรใหทำการหมุนไปทางดานซายหรือหมุนทวนเข็มนาฬิกา (ดังภาพที่ 3-8)



ภาพที่ 3-8 วิธีการติดตั้งจุดเซนเซอร

ขั้นตอนที่ 4

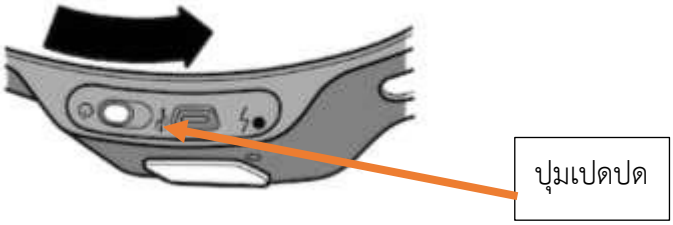
นำตัว Bluetooth นี้เชื่อมตอกับ Computer ผานชอง USB ของ Computer สังเกตไดจากไฟสีเหลืองจะแสดงบริเวณตัว Bluetooth นี้ (ดังภาพที่ 3-9)



ภาพที่ 3-9 การเชื่อมตอ Bluetooth ระหวางอุปกรณ Emotiv EPOC และ Computer

ขั้นตอนที่ 5

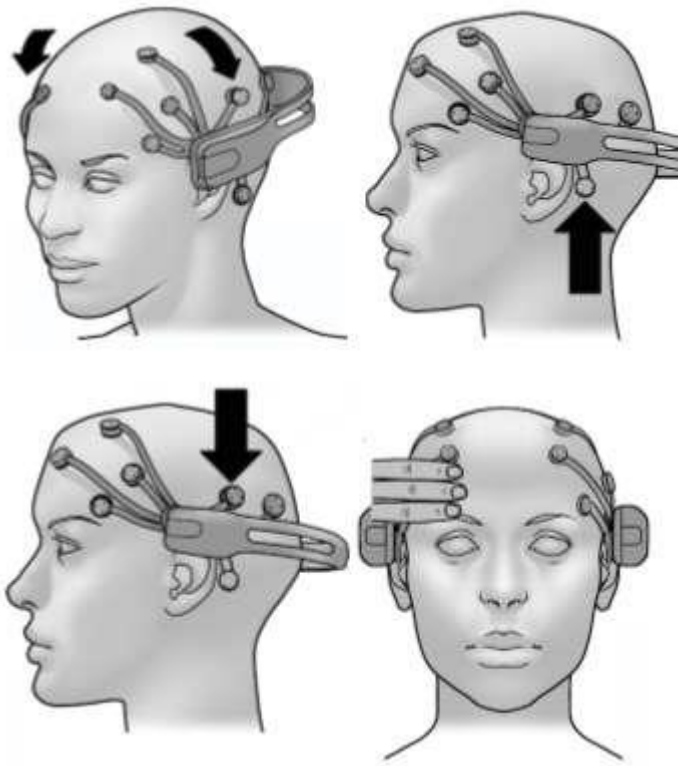
เปดเครื่อง Emotiv EPOC+ เพื่อรับสัญญาณเชื่อมตอกับ Computer ผานทาง Bluetooth (ดังภาพที่ 3-10)



ภาพที่ 3-10 ปุ่มเปิดปิดเครื่องมือ Emotiv EPOC+

ขั้นตอนที่ 6

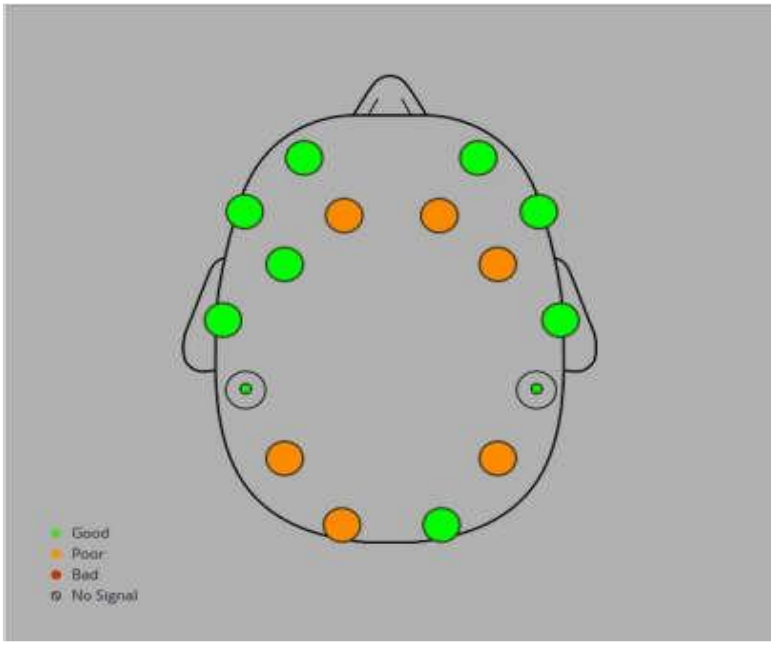
นำเครื่อง Emotiv EPOC+ สวมใส่ลงบนศีรษะในลักษณะให้ปุ่มเปิดปิดเครื่อง Emotiv EPOC+ อยู่ข้างหลังโดยขนานกับใบหูด้านบน และให้จุดเซนเซอร์ด้านหน้าห่างจากคิ้วประมาณ 3 นิ้วในแนวนอน (ดังภาพที่ 3-11)



ภาพที่ 3-11 ลักษณะการสวมใส่เครื่องมือ Emotiv EPOC ที่ถูกต้อง

ขั้นตอนที่ 7

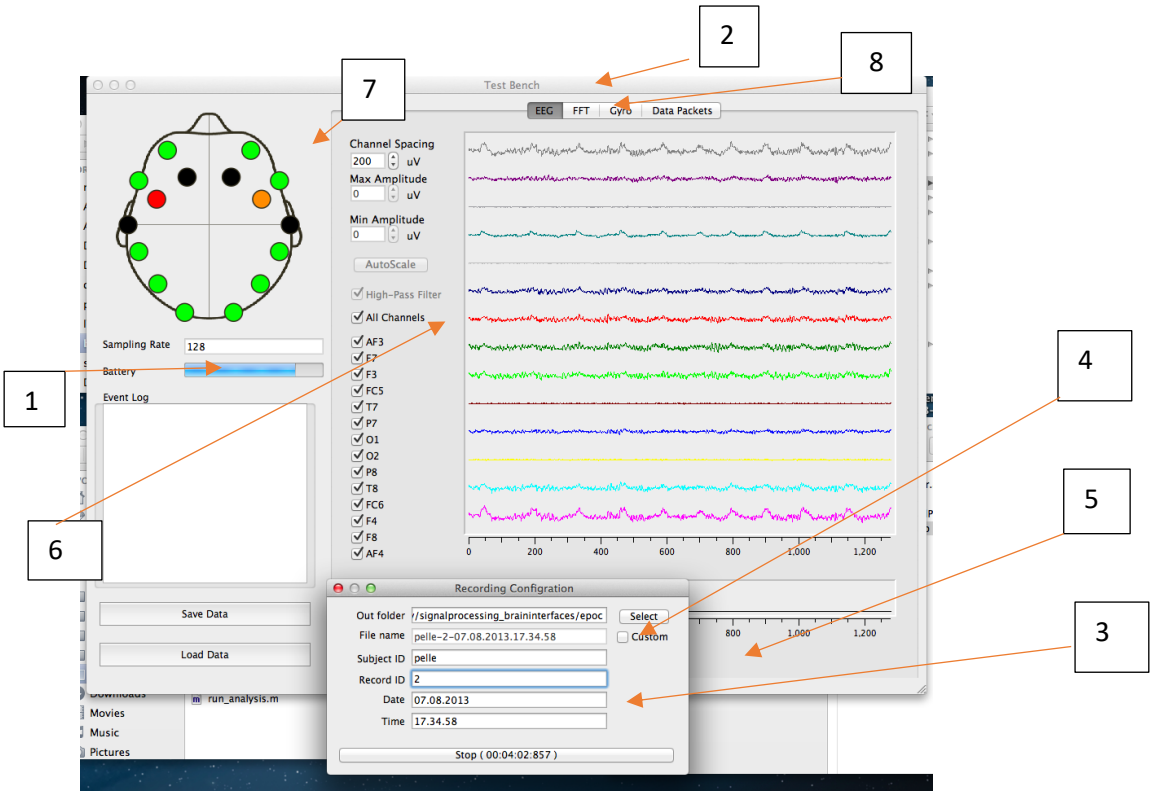
ทำการเปิดโปรแกรม Emotiv Xavier SDK Control จะได้หน้าจอแสดงจุดเซนเซอร์ทั้งหมด 14 จุด (ดังภาพที่ 3-12)



ภาพที่ 3-12 ตัวอย่างจุดเซนเซอรของเครื่อง Emotiv EPOC ทั้งหมด 14 จุด

โปรแกรมจะแสดงความพร้อมขององค์ประกอบที่หน้าจอของโปรแกรมดังนี้

1. แสดงแบตเตอรี่ของอุปกรณ Emotiv EPOC+
2. แสดงสัญญาณในการเชื่อมตอระหวางเครื่อง Emotiv EPOC+ และ Computer
3. แสดงเวลาที่เปดใชงานทั้งหมด
4. แสดงชื่อผูใชงานในขณะนั้น
5. แสดงคำอธิบายในการใชงานเพื่อหาคาคลื่นสมอง
6. แสดงตำแหนงเซนเซอรเพื่อใหรูวามีจุดใดที่ติดในขณะนั้น
7. แสดงไฟจุดเซนเซอร โดยมีทั้งหมด 4 ระดับ ได้แก
   - Good (สีเขียว) สัญญาณคลื่นสมองชัดเจน
   - Poor (สีสม) สัญญาณคลื่นสมองปานกลาง
   - Bad (สีแดง) สัญญาณคลื่นสมองต่ำ
   - No Signal (สีเทาหรือสีดำ) ไมพบสัญญาณคลื่นสมองใดๆ
8. แสดงแถบเมนูและหัวขอที่จะทำการแสดงกราฟคลื่นสมองและดำเนินการบันทึกคาคลื่นสมอง ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-13 ส่วนประกอบหน้าจอของโปรแกรม Emotiv EPOC+

การพิทักษ์สิทธิ์ผู้เข้าร่วมการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยแนะนำตัวกับกลุ่มตัวอย่าง อธิบายข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ในการทำวิจัย ขั้นตอนการทำวิจัย ประโยชน์ที่จะได้รับจากการทำวิจัย และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการทำวิจัยอย่างละเอียด เมื่อกลุ่มตัวอย่างเข้าใจดีแล้ว จึงสอบถามความสมัครใจและให้ลงนามยินยอมเข้าร่วมการวิจัย ซึ่งข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับผู้เข้าร่วมการวิจัยนี้จะถูกเก็บเป็นความลับ จะเปิดเผยเฉพาะผลสรุปของการวิจัยในภาพรวม และใช้ประโยชน์จากการศึกษาเชิงวิชาการเท่านั้น อีกทั้งผู้เข้าร่วมวิจัย สามารถบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยเมื่อใดก็ได้ ผู้วิจัยจะดำเนินการขออนุญาตการทดลอง และขอรับการตรวจสอบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยของวิทยาลัยวิทยาการวิจัยแลวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษานี้จำแนกการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยคะแนนความถูกต้องในการตอบ และระยะเวลาในการตอบสนองจากการทำกิจกรรม Eriksen Flanker Task ของกลุ่มทดลองเพศชายกับเพศหญิง หลังการฝึกด้วยโปรแกรมไอเพกส์ โดยใช้สถิติ Two Way ANOVA

2. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบ และระยะเวลาในการตอบสนองจากการทำกิจกรรม Eriksen Flanker Task ของกลุ่มทดลองที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไป สูงกับต่ำ หลังการฝึกด้วยโปรแกรมไอเพกส์ โดยใช้สถิติ Two Way ANOVA

3. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ ของคลื่นแอลฟาจากการทำกิจกรรม Eriksen Flanker Task ของกลุ่มทดลองเพศชายกับเพศหญิง หลังการฝึกด้วยโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวโดยใช้สถิติ Two Way ANOVA

4. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ ของคลื่นแอลฟาจากการทำกิจกรรม Eriksen Flanker Task ของกลุ่มทดลองที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไป สูงกับต่ำ หลังการฝึกด้วยโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวโดยใช้สถิติ Two Way ANOVA

5. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบ และระยะเวลาในการตอบสนองจากการทำกิจกรรม Eriksen Flanker Task ของกลุ่มทดลองระหว่างเพศกับเชาวน์ปัญญาทั่วไป หลังการฝึกด้วยโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวโดยใช้สถิติ Two Way ANOVA

6. วิเคราะห์เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ ของคลื่นแอลฟาจากการทำกิจกรรม Eriksen Flanker Task ของกลุ่มทดลองระหว่างเพศกับเชาวน์ปัญญาทั่วไป หลังการฝึกด้วยโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวโดยใช้สถิติ Two Way ANOVA

บทที่ 4
ผลการวิจัย

การพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาด้วยโปรแกรมไอเพกส์: การศึกษาเชิงพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมอง มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อสร้างโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาตามทฤษฎีพหุปัญญา 2) เพื่อพัฒนาแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาตามทฤษฎีพหุปัญญา และ 3) เพื่อศึกษาผลการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา ได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังต่อไปนี้

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาตามทฤษฎีพหุปัญญา

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาแบบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาตามทฤษฎีพหุปัญญา

ตอนที่ 3 ผลการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา

1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง
2. ผลการเปรียบเทียบคะแนนจากแบบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวจากแบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว จำแนกตามเพศ และเชาวน์ปัญญาทั่วไป และหาปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป
3. ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมองของนักเรียนระดับประถมศึกษาขณะทำแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวจำแนกตามเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป และหาปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป

เพื่อให้การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลและการทำความเข้าใจผลการวิเคราะห์ข้อมูลตรงกัน จึงกำหนดสัญลักษณ์และความหมายแทนค่าสถิติต่าง ๆ ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ ดังนี้

สัญลักษณ์	ความหมาย
n	จำนวนกลุ่มตัวอย่าง (Sample Size)
M	ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Sample Mean)
SD	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)
CV	ค่าสัมประสิทธิ์การกระจาย (Coefficient of Variation)

t ค่าสถิติทดสอบ *t*

F ค่าสถิติทดสอบ *F*

df องศาความเป็นอิสระ (Degrees of Freedom)

SS ค่าผลรวมยกกำลังสอง (Sum of Square)

MS ค่าเฉลี่ยผลรวมยกกำลังสอง (Mean of Square)

Max ค่าสูงสุดของชุดข้อมูล (Maximum)

Min ค่าต่ำสุดของชุดข้อมูล (Minimum)

p ค่าความน่าจะเป็นทางสถิติ

ตอนที่ 1 ผลการพัฒนาโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาตามทฤษฎีพหุปัญญา

ผลการพัฒนาโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาตามทฤษฎีพหุปัญญา นำเสนอเป็น 2 ประเด็น ดังนี้

1. ผลการพัฒนาโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาตามทฤษฎีพหุปัญญา

1.1 ผลการกำหนดโครงสร้างของโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว

1.2 ผลการกำหนดรูปแบบโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว

1.3 ผลการจัดทำคู่มือการใช้งานของโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว

2. ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

รายละเอียดของผลการพัฒนาโปรแกรมไอเพกส์ มีดังนี้

1. ผลการพัฒนาโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว

1.1 การสร้างโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา มีผลการกำหนดโครงสร้าง ดังนี้

โปรแกรมไอเพกส์สำหรับพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ออกแบบเป็นเอกซ์เซอร์ไซส์เกมผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาเริ่มจากการศึกษาทฤษฎีพหุปัญญาของ Gardner เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว โดยพิจารณาจากความหมาย วิธีการพัฒนาเชาวน์ปัญญาทั่วไป ร่วมกับแนวคิดของ Armstrong (2018) ซึ่งประกอบด้วย 3 กิจกรรมหลัก ได้แก่ 1) กิจกรรมฝึกสมรรถภาพทางจิต 2) กิจกรรมฝึกสมรรถภาพทางกาย และ 3) กิจกรรมผ่อนคลาย โดยทั้ง 3 กิจกรรมประกอบด้วย ท่ารำ ท่าฟ้อน และท่าเต้นจากการละเล่นพื้นบ้านของไทย การรำไทยสี่ภาค การรำมวยไทย และฤาษีดัดตน โดยกิจกรรมทั้งหมดนี้มีเนื้อหาเกี่ยวกับการพัฒนาเชาวน์

ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวตามแนวคิดของการด์เนอร์ (Gardner) และอารม์สตรอง (Armstrong) ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวนั้นเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว (Kinesiology) การเรียนรู้การเคลื่อนไหว (Motor Learning) การฝึกฝนการเคลื่อนไหว (Motor Training) เป็นกิจกรรมที่ใช้ร่างกายในการแสดงออกถึงความรู้สึกและความคิด กิจกรรมการทรงตัว กิจกรรมพัฒนากล้ามเนื้อมัดเล็กและมัดใหญ่ กิจกรรมการประสานสัมพันธ์ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวร่างกายร่วมกัน โดยกิจกรรมเหล่านี้จะทำให้เกิดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา การพัฒนาประกอบด้วยการเคลื่อนไหวที่มั่นคงและต่อเนื่อง (Balance) อวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนไหว คือ กล้ามเนื้อมัดเล็กมัดใหญ่ที่มีความแข็งแรง อดทน (Strength) การเคลื่อนไหวมีความคล่องแคล่ว (Dexterity) ว่องไว (Speed) มีความยืดหยุ่น (Flexibility) มีการประสานสัมพันธ์การเคลื่อนไหว (Coordination) การสัมผัสรับรู้เพื่อการเคลื่อนไหวที่แม่นยำ (Tactile Capabilities) และการรับรู้จากการสัมผัส (Haptic Capabilities) เป็นต้น ซึ่งเป็นการสร้างสมรรถภาพที่ดีให้กับร่างกายนั่นเอง กิจกรรมที่ใช้ในโปรแกรมไอเพกส์ ดังนี้

1.1.1 กิจกรรมการฝึกสมรรถภาพทางจิต ได้แก่ 1) การกำหนดและการควบคุมการหายใจ 2) การรวบรวมสมาธิ 3) การสร้างจินตภาพ 4) การพูดกับตนเอง

1.1.2 กิจกรรมการฝึกสมรรถภาพทางกาย ได้แก่ 1) การทำท่าฤาษีดัดตนเป็นการอบอุ่นร่างกายด้วยการบริหารกล้ามเนื้อบริเวณใบหน้า มือ และร่างกายเตรียมความพร้อม 2) การทำท่าทางตามท่ารำ ท่าฟ้อน และท่าเต้น ที่กำหนดหน้าจอภาพ ประกอบดนตรี

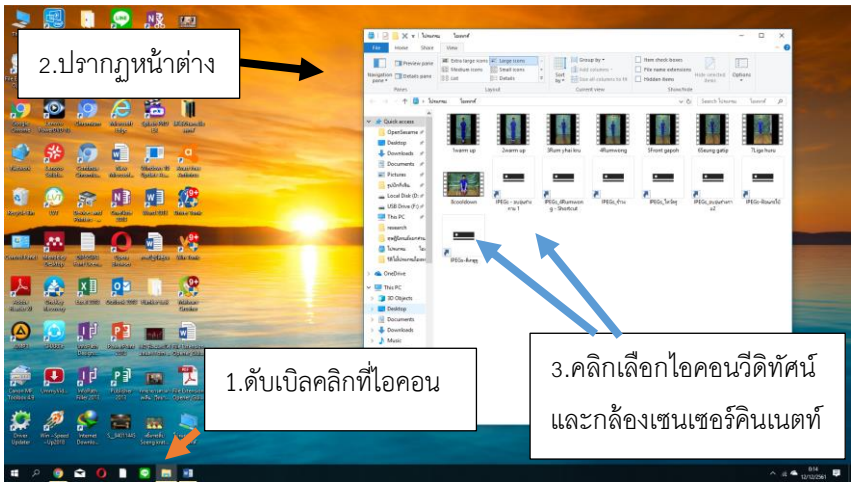
1.1.3 กิจกรรมผ่อนคลาย ได้แก่ การปรับสภาพร่างกาย กล้ามเนื้อ การเต้นของหัวใจให้เข้าสู่ภาวะปกติอย่างค่อยเป็นค่อยไปด้วยการนวดตัวเองตามท่าฤาษีดัดตน ก่อนที่จะหยุดพักหรือเลิก

ระยะเวลาการฝึกแต่ละครั้ง ใช้เวลา 30-60 นาที ต่อวัน จำนวน 20 วัน โดยแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ 1) ช่วงฝึกสมรรถภาพทางจิตและอบอุ่นร่างกาย 5-10 นาที 2) ช่วงฝึกสมรรถภาพทางกาย 30-50 นาที 3) ช่วงผ่อนคลาย 5-10 นาที

กิจกรรมที่ใช้ในการฝึก ประกอบด้วยท่ารำ ท่าฟ้อน ท่าเต้น และท่าฤาษีดัดตนที่มีขนาดการออกกำลังกายตั้งแต่ระดับเบาจนถึงหนัก ลำดับความยากง่ายจากการเคลื่อนไหวร่างกายตั้งแต่หนึ่งส่วนขึ้นไปหาหลาย ๆ ส่วน เช่น มืออย่างเดียว เท้าอย่างเดียว มือและเท้าพร้อมกัน เป็นต้น ตามจังหวะดนตรีช้าไปเร็ว กิจกรรมทั้ง 3 กิจกรรมมีรายละเอียดประกอบด้วยช่วงเวลา กิจกรรมการฝึก ทำนองเพลงต่าง ๆ ดังที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 ตารางที่ 3-6

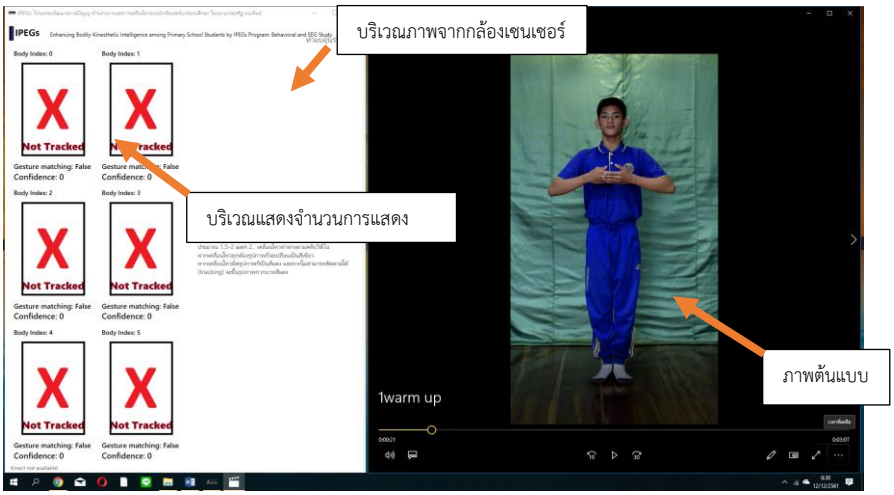
1.2 ผลการกำหนดรูปแบบของโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว

โปรแกรมไอเพกส์สำหรับพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว มีลักษณะเป็น เอกซ์เซอร์ไซส์เกม สามารถติดตั้งในคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะและคอมพิวเตอร์ชนิดพกพา (Notebook) ทั่วไประบบปฏิบัติการ Windows 10 ดังภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 โปรแกรมไอเพกส์บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ชนิดพกพา (Computer Notebook)

ไอคอนเป็นปุ่มนำไปสู่หน้าจอเริ่มต้นของโปรแกรมไอเพกส์สำหรับพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ซึ่งแสดง “เมนูหลัก” ประกอบด้วย เมนูย่อย ได้แก่ กิจกรรมฝึกสมรรถภาพทางจิตและ แสดงดังภาพที่ 4-2 โดยในแต่ละเมนูย่อยมีหน้าจอแสดงรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 4-2 หน้าจอหลักโปรแกรมไอเพกส์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

1.3 ผลการจัดทำคู่มือการใช้งานโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว

คู่มือการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ประกอบด้วย 6 ส่วน ดังนี้ 1) คำชี้แจง 2) กิจกรรมที่ใช้ในโปรแกรมไอเพกส์ 3) กำหนดเวลา กิจกรรม และดนตรีประกอบ 4) รายละเอียด 5) การแสดงผลการฝึกตามโปรแกรมไอเพกส์และเกณฑ์การตัดสิน 6) หลักการทำงานของกล้องคินเนคท์ (Kinect) และการประยุกต์ใช้งาน

ผู้วิจัยได้จัดทำคู่มือเป็นรูปเล่มขนาด A4 (แสดงในภาคผนวก ค)

2. ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา (แสดงในภาคผนวก ก) ดังนี้

2.1 ผลการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ

โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา ได้รับการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 5 ท่าน ใน 2 ประเด็น ได้แก่ ด้านความตรงเชิงเนื้อหา ด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง ได้ผลการประเมินดังตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้ออหาของโปรแกรมไอเพกส์โดยผู้เชี่ยวชาญ

ประเด็นประเมิน	*จำนวนความเห็นที่ตรงกัน*	*I-CVI*
ด้านความตรงเชิงเนื้อหา		
1. ชื่อโปรแกรม มีความชัดเจนและตรงเชิงเนื้อหา	5	1.00
2. คำนำ มีความชัดเจนและตรงเชิงเนื้อหา	5	1.00
3. คำชี้แจงทั่วไปมีความชัดเจนและตรงเชิงเนื้อหา	5	1.00
4. คำชี้แจงเพื่อดำเนินการฝึกมีความชัดเจนและตรงเชิงเนื้อหา	5	1.00
5. ช่วงอบอุ่นร่างกายสำหรับผู้ฝึกมีความตรงเชิงเนื้อหา	5	1.00
6. ช่วงฝึก สำหรับผู้รับการฝึกมีความตรงเชิงเนื้อหา	5	1.00
7. วัตถุประสงค์ในแต่ละช่วงมีความชัดเจนและตรงเชิงเนื้อหา	5	1.00
8. เนื้อหาของในแต่ละช่วงมีความชัดเจนและตรงเชิงเนื้อหา	5	1.00
9. การเรียงลำดับเนื้อหามีความชัดเจนและตรงเชิงเนื้อหา	5	1.00
10. ภาพการเคลื่อนไหวของในแต่ละช่วง มีความชัดเจน และตรงเชิงเนื้อหา	5	1.00
11. การจัดเรียงเนื้อหาจากง่ายไปยาก ช้าไปเร็ว และเบาไปหนัก	5	1.00
12. ช่วงผ่อนคลาย มีความชัดเจนและตรงเชิงเนื้อหา	5	1.00
13. การแสดงผล มีความชัดเจนเข้าใจง่าย และตรงเชิงเนื้อหา	5	1.00
14. โดยภาพรวมโปรแกรมนี้ มีความตรงเชิงเนื้อหา	5	1.00
S-CVI ด้านความตรงเชิงเนื้อหา	5	1.00
ด้านความเหมะสมในการนำไปใช้งานจริง		
1. ชื่อเรื่อง ของโปรแกรมมีความเหมาะสม	5	1.00
2. คำนำ ของโปรแกรมมีความเหมาะสม	5	1.00
3. คำชี้แจง ของโปรแกรมมีความเหมาะสม	5	1.00

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

ประเด็นประเมิน	*จำนวนความเห็นที่ตรงกัน*	*I-CVI*
4. ภาพประกอบ ของโปรแกรม มีความเชื่อมโยงกับเนื้อหา	5	1.00
5. การสื่อความหมาย ของภาพของโปรแกรม มีความเหมาะสม	5	1.00
6. โปรแกรม มีการใช้เวลาอย่างเหมาะสม	5	1.00
7. ขนาดตัวอักษร และชนิดของตัวอักษรคำบรรยายของโปรแกรมมีความเหมาะสม	5	1.00
8. การใช้สีภาพ ของโปรแกรมมีความเหมาะสม	5	1.00
9. การนำเสนอขั้นตอนตามลำดับ ของโปรแกรมมีความเหมาะสม	5	1.00
10. ความสวยงามของโฮมเพท พื้นหลัง ภาพประกอบของโปรแกรมมีความเหมาะสม	5	1.00
11. โปรแกรมสร้างแรงจูงใจได้เหมาะสม	5	1.00
12. โดยภาพรวมของโปรแกรม มีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง	5	1.00
S-CVI ด้านความเหมะสมในการนำไปใช้งานจริง	5	1.00
S-CVI โปรแกรมไอเพกส์	5	1.00

จากตารางที่ 4-1 ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยผู้ทรงคุณวุฒิ ปรากฏว่า ในภาพรวม ผลการประเมินความตรงเชิงเนื้อหาของโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา ในภาพรวมมีความเหมาะสมมากที่สุด (*S-CVI=1.00*)

2.2 การศึกษานำร่อง (Pilot Study)

หลังจากปรับปรุงโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวตามข้อเสนอแนะและผู้ใช้งานแล้ว ผู้วิจัยได้นำโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ไปศึกษานำร่อง (Pilot Study) กับนักเรียนในระดับประถมศึกษาที่มีลักษณะคล้ายกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 8 คน (ชายระดับเชาวน์ปัญญาสูง 2 คน ต่ำ 2 คน และหญิงระดับเชาวน์ปัญญาสูง 2 คน ต่ำ 2 คน) เป็นเวลา 5 ครั้ง ครั้งละ 60 นาที เพื่อศึกษาความพึงพอใจกการใช้โปรแกรมไอเพกส์ ดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อโปรแกรมไอเพกส์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยผู้ใช้งาน (*n*=8)

รายการประเมิน	*M*	*SD*	ระดับความพึงพอใจ
1. ขั้นตอนเข้าใจง่าย	4.50	0.76	มากที่สุด
2. คำแนะนำวิธีการใช้งานโปรแกรมเข้าใจง่าย	4.88	0.35	มากที่สุด
3. ปุ่มต่าง ๆ ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน	4.63	0.74	มากที่สุด
4. สีที่ใช้มีความสวยงาม ไม่แสบตา	4.88	0.35	มากที่สุด
5. ภาพวีดิทัศน์มีความเหมาะสม ชัดเจน	4.63	0.74	มากที่สุด
6. ลักษณะท่าทางสามารถทำตามวีดิทัศน์ได้ไม่ยากเกินไป	4.75	0.46	มากที่สุด
7. ภาพประกอบและวิดีทัศน์สื่อความหมายชัดเจน เข้าใจง่าย	4.88	0.35	มากที่สุด
8. เนื้อหามีความเหมาะสมไม่มากหรือน้อยเกินไป	4.75	0.46	มากที่สุด
9. โปรแกรมฝึกมีความสนุกสนาน น่าสนใจ	4.88	0.35	มากที่สุด
10. ระยะเวลาใช้งานเหมาะสม	4.75	0.46	มากที่สุด
รวม	4.75	2.18	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-2 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อโปรแกรมไอเพกส์โดยผู้ใช้งาน ปรากฏว่า ภาพรวม ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อโปรแกรมไอเพกส์มีค่าเฉลี่ย 4.75 อยู่ในระดับมากที่สุด

จากผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมไอเพกส์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยผู้ทรงคุณวุฒิและผู้ใช้งาน ผู้วิจัยได้นำข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ไปปรับปรุงให้โปรแกรมไอเพกส์มีความเหมาะสมยิ่งขึ้น ผลจากการศึกษานำร่อง (Pilot Study) แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมไอเพกส์มีความเหมาะสมที่จะใช้ในการทดลองต่อไป

2.3 ผลการตรวจประสิทธิภาพโดยผู้ใช้งาน

การตรวจสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวโดยผู้ใช้งานหลังจากปรับปรุงตามข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ นำโปรแกรมไอเพกส์ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับประถมศึกษา โรงเรียนอนุบาลจุมพลโพนพิสัย ตำบลจุมพล อำเภอโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย จำนวน 20 คน โดยแต่ละคนจะต้องเข้าร่วมกิจกรรมพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวจำนวน 5 ครั้ง เปรียบเทียบคะแนนตอบถูกจากการทำแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นด้วยวิธีของ Carver ได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.75 และสถิติทดสอบที (t-test) มีคะแนนก่อนและหลังมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05

ตารางที่ 4-3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนความถูกต้องเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนประถมศึกษาระหว่างก่อนกับหลังฝึกด้วยโปรแกรมไอเพกส์

การวัด	*n*	*M*	*SD*	*t*	*p*
ก่อนฝึก	20	69.97	22.39	4.716*	< .05
หลังฝึก	20	88.70	13.64		

จากตารางที่ 4-3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนประถมศึกษาระหว่างก่อนกับหลังใช้โปรแกรมไอเพกส์ ปรากฏว่า คะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวหลังฝึกด้วยโปรแกรมไอเพกส์สูงกว่าก่อนฝึกอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จากผลการประเมินความเหมาะสมของโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยผู้เชี่ยวชาญและผู้ใช้งาน ผู้วิจัยได้นำข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่าง ๆ ปรับปรุงให้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษามีความเหมาะสมยิ่งขึ้น ผลจากการทดลองใช้ แสดงให้เห็นว่า โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา มีความเหมาะสมที่จะใช้ในการทดลองต่อไป

ตอนที่ 2 ผลการพัฒนาแบบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาตามทฤษฎีพหุปัญญา

แบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาตามทฤษฎีพหุปัญญา และ Eriksen Flanker Task ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้น มีผลการพัฒนาดังนี้

1. การหาความตรงระหว่างข้อปฏิบัติกับเกณฑ์การให้คะแนน ว่าข้อปฏิบัติแต่ละข้อวัดได้ตรงตามเกณฑ์การให้คะแนนหรือไม่ คำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Congruence) โดยค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อปฏิบัติกับเกณฑ์การให้คะแนน (IOC) ต้อง เท่ากับ 0.81–1.00 แสดงว่าข้อปฏิบัติในแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว มีความสอดคล้องกับเกณฑ์การให้คะแนนทุกข้อ ดังตารางที่ 4-4

ตารางที่ 4-4 ผลการประเมินความตรงแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยผู้ทรงคุณวุฒิ (*n*=5)

รายการประเมิน	*M*	*SD*	ระดับความพึงพอใจ
1. ขั้นตอนเข้าใจง่าย	4.6	0.55	มากที่สุด
2. คำแนะนำวิธีการใช้งานเข้าใจง่าย	4.6	0.55	มากที่สุด
3. ปุ่มต่าง ๆ ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน	4.6	0.55	มากที่สุด
4. สีที่ใช้มีความสวยงาม ไม่แสบตา	4.6	0.55	มากที่สุด
5. ขนาดภาพมีความเหมาะสม ชัดเจน	4.8	0.45	มากที่สุด
6. ลักษณะการสุ่มภาพคำถามไม่ยากเกินไป	4.6	0.89	มากที่สุด
7. องค์ประกอบภาพสื่อความหมายชัดเจน เข้าใจง่าย	4.6	0.89	มากที่สุด
8. จำนวนภาพคำถามมีความเหมาะสมไม่มากหรือน้อยเกินไป	4.8	0.45	มากที่สุด
9. แบบทดสอบมีความท้าทายน่าสนใจ	4.8	0.45	มากที่สุด
10. ระยะเวลาใช้งานเหมาะสม	4.6	0.89	มากที่สุด
รวม	4.66	0.19	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-4 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อปฏิบัติกับเกณฑ์การให้คะแนน (IOC) ต้องเท่ากับ 4.66 แสดงว่า ข้อปฏิบัติในแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว มีความสอดคล้องกับเกณฑ์การให้คะแนนทุกข้อ

2. หาคุณภาพของแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวผู้วิจัยได้นำข้อปฏิบัติและเกณฑ์การให้คะแนนของแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ไปทดลองใช้กับนักเรียนโรงเรียนอนุบาลจุมพลโพนพิสัย อำเภอโพนพิสัย ระดับประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20 คน เพื่อหาความเชื่อมั่นแบบวัดความคงที่ (Measure of Stability) ที่เป็นวิธีการทดสอบซ้ำ (Test-Retest Method) โดยใช้เครื่องมือชุดเดียวกันไปทดสอบกับผู้ให้ข้อมูลกลุ่มเดียวกัน 2 ครั้ง ที่ใช้ช่วงเวลาที่ต่างกันแล้วนำคะแนนที่ได้มาคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์แบบเพียร์สัน (Pearson Product Moment Correlation Coefficient) ดังตารางที่ 4-5

ตารางที่ 4-5 หาค่าความเชื่อมั่นแบบวัดความคงที่ (Measure of Stability) ที่เป็นวิธีการทดสอบซ้ำ

สอบครั้งที่ 1 (X)	สอบครั้งที่ 2 (Y)	XY	X^2	Y^2
98.96	98.96	9793.08	9793.08	9793.08
98.96	100.00	9896.00	9793.08	10000.00
93.75	95.83	8984.06	8789.06	9183.39
88.54	98.96	8761.92	7839.33	9793.08
97.92	98.96	9690.16	9588.33	9793.08
41.67	46.88	1953.49	1736.39	2197.73
83.83	95.83	8033.43	7027.47	9183.39
87.50	100.00	8750.00	7656.25	10000.00
59.38	63.75	3785.48	3525.98	4064.06
82.92	96.88	8033.29	6875.73	9385.73
100.00	97.92	9792.00	10000.00	9588.33
65.63	75.00	4921.88	4306.64	5625.00
98.96	88.54	8761.92	9793.08	7839.33
53.13	66.04	3508.71	2822.80	4361.28
85.75	98.96	8485.82	7353.06	9793.08
66.67	58.33	3888.86	4444.89	3402.39
87.50	90.62	7929.25	7656.25	8211.98
87.50	100.00	8750.00	7656.25	10000.00
89.58	90.62	8117.74	8024.58	8211.98
43.75	47.92	2096.50	1914.06	2296.33
1611.90	1710	143933.58	136596.31	152723.30

$$r_{tt} = \frac{N\sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N\sum X^2 - (\sum X)^2][N\sum Y - (\sum Y)^2]}}$$

$$= 0.93$$

3. หาคุณภาพของความเหมาะสมและสะดวกต่อการนำแบบทดสอบไปใช้โดยใช้แบบสอบถามเพื่อแสดงความคิดเห็นในเรื่องความเหมาะสมต่อการนำแบบวัดไปใช้ว่า มีความเหมาะสมและสะดวกหรือไม่ อย่างไร ดังตารางที่ 4-6

ตารางที่ 4-6 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา โดยผู้ใช้งาน (*n*=20)

รายการประเมิน	*M*	*SD*	ระดับความพึงพอใจ
1. ขั้นตอนเข้าใจง่าย	4.80	0.52	มากที่สุด
2. คำแนะนำวิธีการใช้งานเข้าใจง่าย	4.75	0.55	มากที่สุด
3. ปุ่มต่าง ๆ ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน	4.90	0.31	มากที่สุด
4. สีที่ใช้มีความสวยงาม ไม่แสบตา	4.85	0.37	มากที่สุด
5. ขนาดภาพมีความเหมาะสม ชัดเจน	4.95	0.22	มากที่สุด
6. ลักษณะการสุ่มภาพคำถามไม่ยากเกินไป	4.80	0.52	มากที่สุด
7. องค์ประกอบภาพสื่อความหมายชัดเจน เข้าใจง่าย	4.85	0.37	มากที่สุด
8. จำนวนภาพคำถามมีความเหมาะสมไม่มากหรือน้อยเกินไป	4.75	0.44	มากที่สุด
9. แบบทดสอบมีความท้าทายน่าสนใจ	4.90	0.45	มากที่สุด
10. ระยะเวลาใช้งานเหมาะสม	4.85	0.49	มากที่สุด
รวม	4.84	0.11	มากที่สุด

จากตารางที่ 4-6 ผลการประเมินความพึงพอใจต่อแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวโดยผู้ใช้งาน ปรากฏว่า ภาพรวม ผู้ใช้งานมีความพึงพอใจต่อแบบทดสอบในระดับมากที่สุด (*M*=4.84)

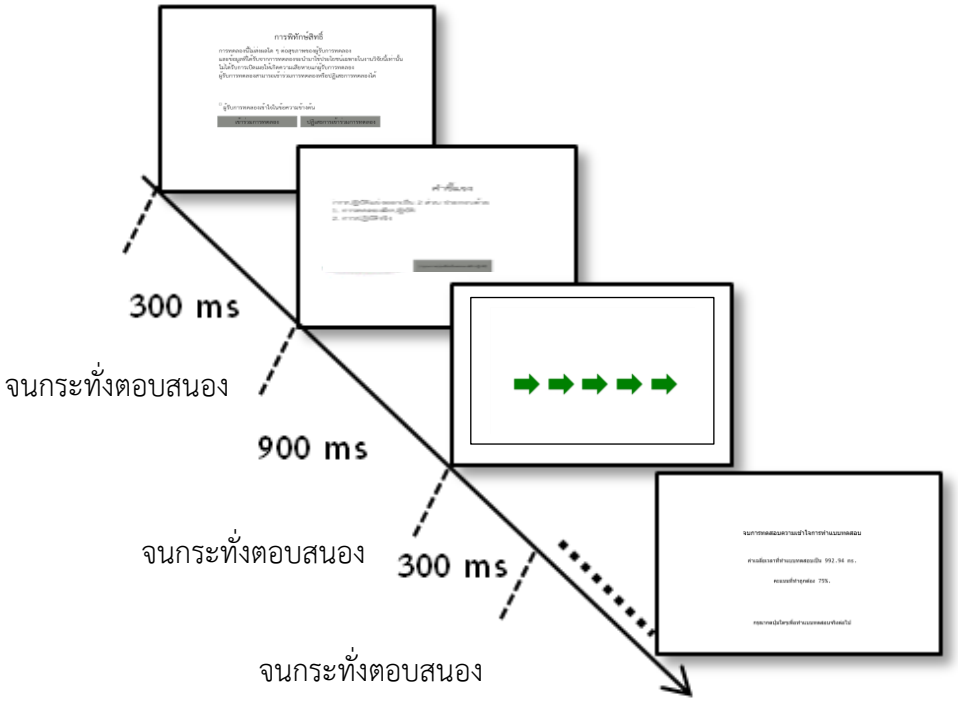
แบบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นจาก แบบทดสอบด้านการรับรู้ (Perception): Ericksen flanker task ซึ่งเป็นแบบทดสอบสติปัญญา แบบทดสอบนี้จะวัดเวลา (Reaction Time) ที่กลุ่มตัวอย่างใช้ต่อการตัดสินใจกดแป้นพิมพ์ลูกศรซ้ายหรือขวาและคะแนนตอบถูก (Accuracy Score) รวมทั้งการทำหน้าที่บริหารจัดการของสมอง (Executive Function) หลังผ่านการตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ โดยผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 คน วิเคราะห์หาค่าความตรง ได้ค่า CVI เท่ากับ 1 และหาค่าความเชื่อมั่นผลการพัฒนาแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ ประกอบด้วยกิจกรรม 3 ส่วน ได้แก่ 1) การชี้แจง 2) การทดลองฝึกปฏิบัติ และ 3) การปฏิบัติจริง มีรายละเอียด ดังนี้

1. การชี้แจง เป็นช่วงอธิบายแสดงความเข้าใจ และยินยอมของกลุ่มตัวอย่าง ประกอบด้วย

1.1 การพิทักษ์สิทธิ์ เป็นการอธิบายผลการเข้าร่วมการทดลอง การเก็บรักษาข้อมูลของผู้รับการทดลอง กลุ่มตัวอย่างสามารถเลือกเพื่อเข้าร่วมการทดลองหรือปฏิเสธการทดลองได้

1.2 คำชี้แจงการปฏิบัติ เป็นการอธิบายก่อนการทดสอบ เริ่มจากการทดลองฝึกปฏิบัติและการปฏิบัติจริง

1.3 คำแนะนำการปฏิบัติ เป็นการอธิบายการปฏิบัติกิจกรรมตามปกติ (Ongoing Task) และการปฏิบัติกิจกรรมตามแผน (Prospective Memory Task) ของแต่ละกิจกรรมการทดสอบโดยช่วงการฝึกปฏิบัติ มีการกำหนดเวลาตอบสนองและร้อยละการตอบถูก เมื่อกลุ่มตัวอย่างสามารถทำคะแนนตอบถูกได้ร้อยละ 50 ขึ้นไปแสดงว่า มีความเข้าใจในการทำแบบทดสอบและสามารถทำแบบทดสอบจริงได้ ดังภาพที่ 4-3



ภาพที่ 4-3 ลำดับขั้นตอนในส่วนการชี้แจงและทดลองปฏิบัติเพื่อซักซ้อมความเข้าใจผ่าน

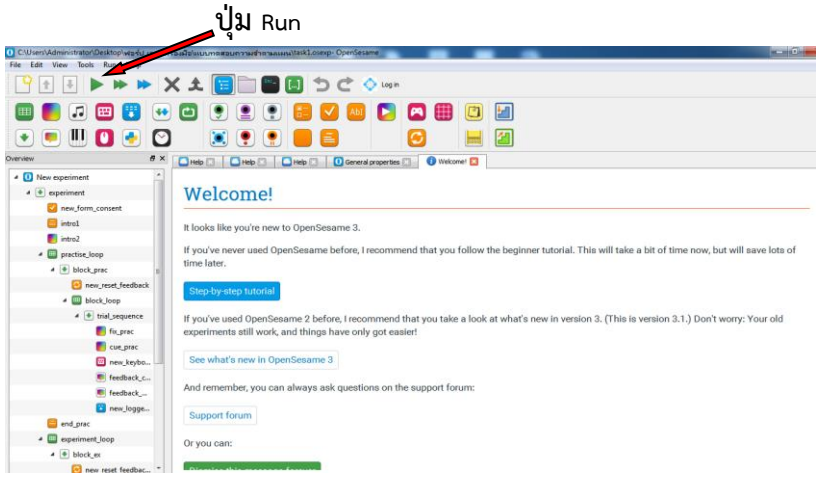
2. การปฏิบัติจริง ในแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ คือ กิจกรรมทดสอบการจดจ่อและควบคุมอารมณ์ความรู้สึก มีรายละเอียด ดังนี้

2.1 ส่วนกิจกรรมการประเมิน แบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ในรูปแบบ Application ติดตั้งบนคอมพิวเตอร์ชนิดพกพา หรือแบบตั้งโต๊ะแบบระบบหน้าจอสัมผัสหรือเมาส์ ระบบปฏิบัติการ Windows 8.1 ขึ้นไป ประกอบด้วย

3.1.1 ส่วนของไอคอนสำหรับการเข้าใช้งานแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นปุ่มนำไปสู่หน้าจอเริ่มต้นแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ ดังภาพที่ 4-4

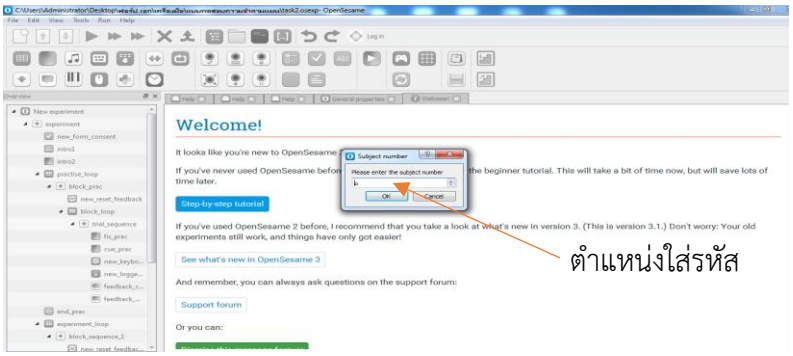
ภาพที่ 4-4 หน้าจอแสดงไอคอนสำหรับเข้าใช้งานแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์

3.1.2 หน้าจอเริ่มการทำกิจกรรม เป็นปุ่มนำไปสู่การเริ่มต้นปฏิบัติกิจกรรม ดังภาพที่ 4-5



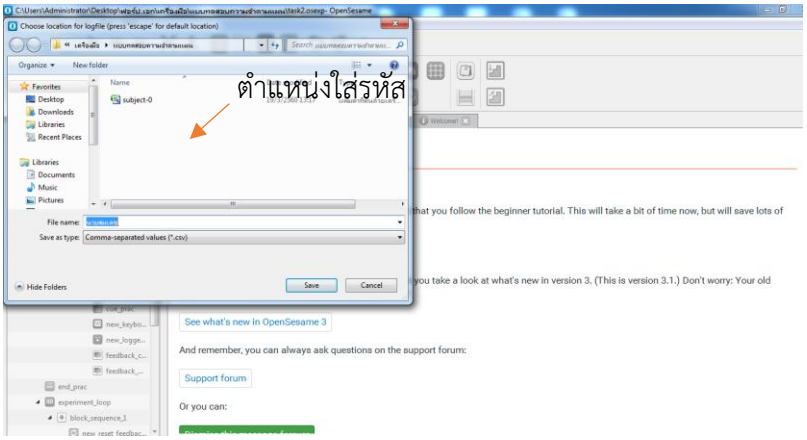
ภาพที่ 4-5 หน้าจอแสดงปุ่ม Run สำหรับเริ่มต้นปฏิบัติกิจกรรม

3.1.3 หน้าจอสำหรับใส่รหัสผู้รับการทดลอง ดังภาพที่ 4-6



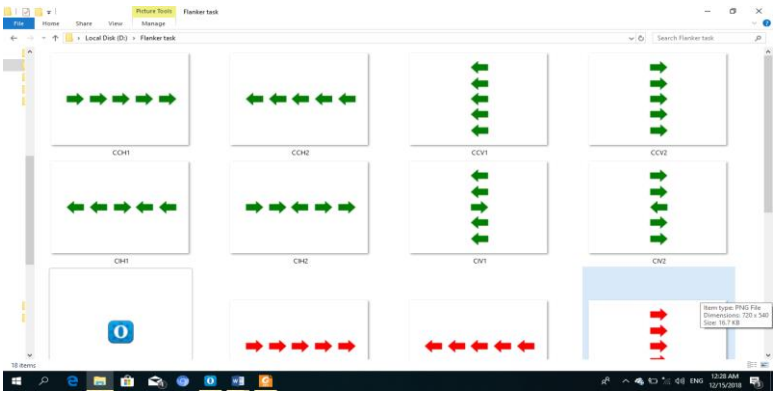
ภาพที่ 4-6 หน้าจอสำหรับใส่รหัสผู้รับการทดลอง

3.1.4 หน้าจอแสดงหน้าต่างเพื่อบันทึกข้อมูลการทดสอบ ดังภาพที่ 4-7



ภาพที่ 4-7 หน้าจอแสดงตำแหน่งการสร้าง Text File เพื่อบันทึกข้อมูลการทดสอบ

3.2 ส่วนกิจกรรมการทดสอบ เป็นหน้าจอการทำกิจกรรมในแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ จำนวน 16 ภาพ ดังภาพที่ 4-8



ภาพที่ 4-8 ภาพกิจกรรมที่ใช้เป็นแบบทดสอบ

3.2.1 ส่วนกิจกรรมทดสอบ ลำดับของกิจกรรมตามแผน และกิจกรรมตามปกติ เกิดจากการตั้งค่าการสุ่ม (Random) ในโปรแกรม Open Sesame Version 3.1 การกำหนดลำดับกิจกรรมการปฏิบัติจริง ดังนี้

1) เริ่มต้น หน้าจอมีภาพวงกลมสีดำ “●” ตำแหน่งกลางหน้าจอ เป็นเวลา 900 มิลลิวินาที

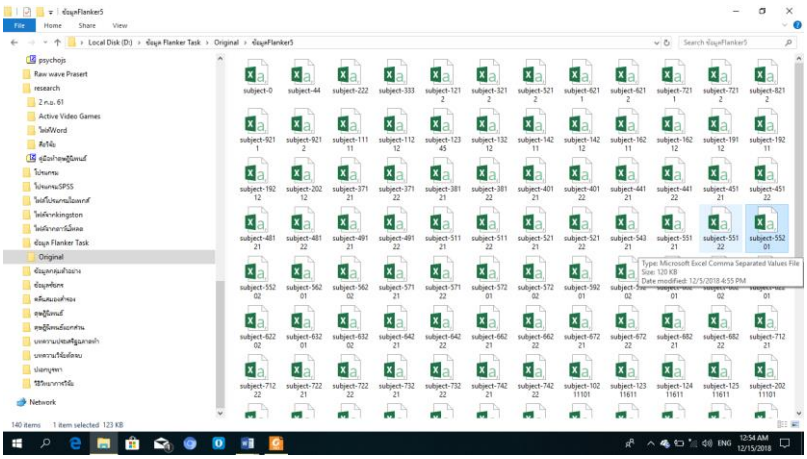
2) จากนั้นหน้าจอจะปรากฏภาพกิจกรรมตามปกติ หรือกิจกรรมตามแผน และตามเงื่อนไขของแต่ละแบบทดสอบ เป็นเวลา 1,500 มิลลิวินาที

3) เมื่อผู้รับการทดลองตอบสนองกิจกรรมเป้าหมายหรือหมดเวลาในช่วง 1,500 มิลลิวินาที หน้าจอคอมพิวเตอร์จะปรากฏเป็นสีขาว (Blank Screen) เวลา 900 มิลลิวินาที เพื่อเป็นการพักสายตาของผู้รับการทดลอง

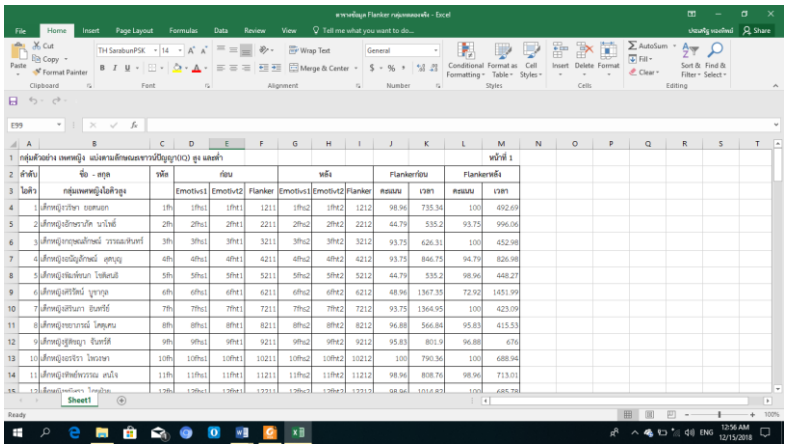
4) การแสดงผล เมื่อผู้รับการทดลองปฏิบัติกิจกรรมเสร็จสิ้น หน้าจอแสดงผลคะแนนตอบถูก และระยะเวลาตอบสนองจะปรากฏขึ้น โดยแสดงคะแนนที่ตอบสนองถูกต้อง จะแสดงเป็นร้อยละ และระยะเวลาที่ใช้ตอบสนองมีหน่วยเป็นมิลลิวินาที

ดังนั้น แบบทดสอบ ประกอบด้วย ภาพวงกลมสีดำ เป็นเวลา 900 มิลลิวินาที กิจกรรมตามแผน หรือกิจกรรมตามปกติ เป็นเวลา 1,500 มิลลิวินาที และหน้าจอคอมพิวเตอร์สีขาว (Blank Screen) เป็นเวลา 900 มิลลิวินาที ตามลำดับ

3.2.2 ส่วนบันทึกผลการทดสอบ ประมวลผลด้วยโปรแกรม Microsoft Office Excel การแสดงผลส่วนนี้เป็นส่วนที่โปรแกรมสำเร็จรูป Open Sesame Version 3.1 สร้างขึ้นโดยอัตโนมัติก่อนเริ่มการทำกิจกรรมในลักษณะของ Text File และจัดเก็บใน Folder ตำแหน่งเดียวกันแต่ละกิจกรรมตามรหัสของผู้รับการทดลองที่กรอกในส่วนเริ่มต้น ดังภาพที่ 4-9 และภาพที่ 4-10



ภาพที่ 4-9 หน้าจอแสดง Folder จัดเก็บข้อมูลตามรายชื่อผู้รับการทดลอง



ภาพที่ 4-10 หน้าจอแสดงข้อมูลแต่ละแบบทดสอบในรูปไฟล์ Microsoft Office Excel

ตอนที่ 3 ผลการนำโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาตามทฤษฎีพหุปัญญาที่พัฒนาขึ้นไปใช้

ผลการนำโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาตามทฤษฎีพหุปัญญา ที่พัฒนาขึ้นไปใช้ แบ่งการนำเสนอผลการศึกษา เป็นดังนี้

1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง ดังตารางที่ 4-7

ตารางที่ 4-7 ข้อมูลทั่วไป

ลักษณะทั่วไป	กลุ่มตัวอย่าง (n=80)	
	จำนวน	ร้อยละ
เพศ		
ชาย	40	50
หญิง	40	50
เชาวน์ปัญญาทั่วไป		
เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง ตั้งแต่ 110 ขึ้นไป	40	50
เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ ตั้งแต่ 98 ลงมา	40	50
ความถนัดมือ		
ขวา	80	100
ซ้าย	-	-

ตารางที่ 4-7 (ต่อ)

ลักษณะทั่วไป	กลุ่มตัวอย่าง (*n*=80)	
	จำนวน	ร้อยละ
การมองเห็น		
ปกติ	80	100
ต้องใช้แว่นสายตา	-	-
ภาวะซึมเศร้า		
ไม่เป็น	80	100
เป็น	-	-

จากตารางที่ 4-7 กลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 80 คน กลุ่มตัวอย่างเพศหญิงมีจำนวน 40 คน (ร้อยละ 50) และเพศชายมีจำนวน 40 คน (ร้อยละ 50) และเมื่อพิจารณาผลการเปรียบเทียบสัดส่วนเพศชายและเพศหญิงของทั้งสองกลุ่ม ปรากฏว่า สัดส่วนเพศชายและเพศหญิงไม่แตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างมีเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง เชาวน์ปัญญาทั่วไปตั้งแต่ 110 ขึ้นไปจำนวน 40 คน (ร้อยละ 50) เชาวน์ปัญญาทั่วไประดับต่ำตั้งแต่ 89 ลงมา 40 คน (ร้อยละ 50) และเมื่อพิจารณาผลการเปรียบเทียบสัดส่วนผู้ที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไประดับสูงและเชาวน์ปัญญาทั่วไประดับต่ำของทั้งสองกลุ่ม ปรากฏว่า สัดส่วนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน กลุ่มตัวอย่างถนัดมือขวาจำนวน 80 คน (ร้อยละ 100) และมีการมองเห็นปกติ จำนวน 80 คน (ร้อยละ 100) ไม่เป็นภาวะซึมเศร้า จำนวน 80 คน (ร้อยละ 100)

2. ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา ระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว

2.1 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว จำแนกตามเพศ

ตารางที่ 4-8 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวจากแบบทดสอบระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์

	ก่อนใช้		หลังใช้					
	M	*SD*	*M*	*SD*	*MD*	*df*	*t*	*p*
เพศชาย (*n*=40)	72.00	21.29	86.05	13.78	14.05	39	4.63*	<.05
เพศหญิง (*n*=40)	78.23	20.55	86.41	18.43	8.18	39	3.56*	<.05
เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง (*n*=40)	79.32	21.62	92.48	8.25	13.17	39	4.67*	<.05
เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ (*n*=40)	70.91	19.80	79.97	19.53	9.06	39	3.48*	<.05
โดยรวม (*n*=80)	75.11	21.02	86.22	16.17	21.11	79	5.78*	<.05

จากตารางที่ 4-8 แสดงว่า กลุ่มตัวอย่างเพศชายหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว มีค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task (*M*= 86.05) สูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์ (*M*=72.00) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (*t*=4.63, *p*<.05) เพศหญิงหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว มีค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task (*M*=86.41) สูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (*M*=78.23) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (*t*=3.56, *p*<.05) สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 คือ นักเรียนระดับประถมศึกษาเพศชายและเพศหญิงมีค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว สูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว

กลุ่มตัวอย่างที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว มีค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task (*M*=92.48) สูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (*M*=79.36) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (*t*=4.67, *p*<.05) กลุ่มที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว มีค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task

(*M*=79.98) สูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (*M=70.911*) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (*t*=3.48*, p*<.05), สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 คือ นักเรียนระดับประถมศึกษาทีมีเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงและเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ มีค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว สูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว

ตารางที่ 4-9 ค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว จำแนกตามเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป หลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์

กลุ่ม		เพศชาย		เพศหญิง	
	n	*M*	*SD*	*M*	*SD*
เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง	40	89.86	8.28	95.11	7.52
เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ	40	82.24	17.05	77.71	21.95

จากตารางที่ 4-9 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างเพศชายที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว มีค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task เท่ากับ 89.86 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 8.28 เพศชายเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 82.24 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 17.05

กลุ่มตัวอย่างเพศหญิงเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว มีค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาทั่วไปจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task เท่ากับ 95.11 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 7.52 เพศหญิงเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 77.71 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 21.95

ตารางที่ 4-10 ผลการทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวจากแบบทดสอบจำแนกตามเพศ และเชาวน์ปัญญาทั่วไป หลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์

แหล่งความแปรปรวน	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*p*
เพศ	2.57	1	2.57	.01*	< .05
เชาวน์ปัญญาทั่วไป	3128.31	1	3128.31	13.94	.16
เพศ*เชาวน์ปัญญาทั่วไป	478.22	1	478.22	2.13*	< .05

จากตารางที่ 4-10 แสดงว่า กลุ่มตัวอย่างเพศชายและเพศหญิงมีค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 ความแตกต่างของเชาวน์ปัญญาทั่วไปไม่มีผลต่อเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 3 นอกจากนี้ยังปรากฏว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่อเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 4

2.2 ผลการเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยระยะเวลาตอบสนองจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว จำแนกตามเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป

ตารางที่ 4-11 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระยะเวลาตอบสนองจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ จำแนกตามเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป

กลุ่ม		ก่อนใช้		หลังใช้					
	n	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*MD*	*df*	*t*	*p*
เพศชาย	40	847.42	237.92	873.45	183.48	26.03	39	0.63	0.12
เพศหญิง	40	937.97	275.07	856.79	261.70	81.18	39	1.85*	<.05
เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง	40	874.16	221.88	813.68	231.41	60.48	39	1.62*	<.05
เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ	40	911.23	294.19	916.57	208.13	5.34	39	0.11	0.06

จากตารางที่ 4-11 แสดงให้เห็นว่า เพศชายหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว มีค่าเฉลี่ยระยะเวลาตอบสนองจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task (*M*=873.45) มากกว่ากว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์ (*M*=847.42) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เพศหญิงหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ มีค่าเฉลี่ยระยะเวลาตอบสนองจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task (*M*=856.79) ต่ำกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว *(M=937.97)* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 คือ นักเรียนระดับประถมศึกษาเพศชายและเพศหญิงมีค่าเฉลี่ยระยะเวลาตอบสนองจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task หลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ ต่ำกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์ กลุ่มตัวอย่างที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์มีค่าเฉลี่ยระยะเวลาตอบสนองจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task

(*M*=813.68) ต่ำกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (*M*=874.16) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (*t*= 1.62, *p*<.05) กลุ่มตัวอย่างที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ มีค่าเฉลี่ยระยะเวลาตอบสนองจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ผ่านหน้าจอคอมพิวเตอร์ (*M*=916.57) สูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว *(M*=911.23*)* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 (*t*=.110, *p*>.05) ไม่สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 คือ นักเรียนระดับประถมศึกษาที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงและเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ มีค่าเฉลี่ยระยะเวลาตอบสนองจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task หลังการใช้โปรแกรม ไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ต่ำกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว

ตารางที่ 4-12 ค่าเฉลี่ยระยะเวลาตอบสนองจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว หลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป

กลุ่ม		เพศชาย		เพศหญิง	
	n	*M*	*SD*	*M*	*SD*
เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง	40	871.49	171.14	755.86	271.28
เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ	40	875.40	199.52	957.73	213.40

จากตารางที่ 4-12 แสดงว่ากลุ่มตัวอย่างเพศชายที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว มีค่าเฉลี่ยระยะเวลาตอบสนองจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task เท่ากับ 871.49 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 171.14 เพศชายเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 875.40 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 199.52

กลุ่มตัวอย่างเพศหญิงเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว มีค่าเฉลี่ยคะแนนระยะเวลาตอบสนองจากแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task เท่ากับ 755.86 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 271.28 เพศหญิงเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 957.73 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เท่ากับ 213.40

ตารางที่ 4-13 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Theta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเพศ

คลื่นไฟฟ้าสมอง	ก่อนใช้		หลังใช้					
Theta	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*MD*	*df*	*t*	*p*
เพศชาย (*n*=40)								
AF3	4.65	1.21	6.57	1.54	1.91	39	6.07*	<.05
F7	11.39	37.71	6.30	2.97	6.98	39	0.85	.34
F3	4.13	1.36	6.25	3.76	2.11	39	3.78*	<.05
FC5	4.76	7.84	3.82	1.32	.945	39	0.76	.45
P7	12.18	61.17	5.42	16.42	6.76	39	0.67	.51
O1	3.87	4.89	15.99	80.22	12.12	39	0.95	.35
O2	5.21	3.84	5.76	1.85	.554	39	0.85	.40
F8	15.57	46.41	9.02	4.00	12.10	39	1.63	.11
FC6	4.39	1.84	5.17	3.57	.78	39	1.68	.10
F4	2.73	1.97	7.97	15.60	5.23	39	2.22*	<.05
AF4	10.49	25.50	6.90	3.04	3.59	39	0.90	.37
เพศหญิง (*n*=40)								
AF3	6.19	2.13	6.19	3.70	1.21	39	2.10*	<.05
F7	5.98	4.63	10.45	9.07	4.46	39	3.27*	<.05
F3	4.62	2.82	5.24	2.85	.615	39	1.44	.16
FC5	3.59	1.91	4.23	4.02	.64	39	.83	.41
P7	2.14	1.77	2.67	3.20	.53	39	.90	.37
O1	3.57	1.95	5.72	14.08	2.14	39	.98	.33
O2	5.17	2.88	23.19	106.80	18.02	39	1.07	.29
F8	8.39	8.77	27.84	114.41	19.45	39	1.07	.29
FC6	5.10	2.89	27.49	106.75	22.38	39	1.33	.19
F4	4.55	2.83	22.74	104.58	18.19	39	1.10	.28
AF4	7.24	6.58	6.19	4.14	.069	39	.06	.96

จากตารางที่ 4-13 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Theta ของนักเรียนระดับประถมศึกษา หลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ เพศชายบริเวณ AF3, F3 และเพศหญิงบริเวณ AF3, F7 สูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับ

สมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 โปรแกรมไอเพกส์สามารถพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาได้

ตารางที่ 4-14 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha ขณะทำแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเพศ

คลื่นไฟฟ้าสมอง	ก่อนใช้		หลังใช้					
Alpha	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*MD*	*df*	*t*	*p*
เพศชาย (*n*=40)								
AF3	2.89	1.31	3.65	1.66	0.75	39	2.73*	< .05
F7	4.37	1.70	3.28	1.40	1.09	39	.727	.47
F3	2.57	1.40	3.29	2.05	0.70	39	2.51*	< .05
FC5	2.64	1.66	2.31	1.06	0.32	39	0.82	.41
P7	4.40	1.00	3.40	1.06	1.01	39	0.34	.74
O1	2.47	2.35	6.00	2.97	3.52	39	0.96	.34
O2	4.60	3.29	5.48	2.52	0.87	39	1.45	.17
FC6	7.12	1.99	5.40	1.92	1.72	39	0.57	.57
F4	2.89	1.30	2.98	1.60	0.09	39	1.68	.79
F8	2.07	1.89	4.65	1.85	2.57	39	2.36*	< .05
AF4	7.12	1.99	4.89	2.28	0.15	39	0.24	.81
เพศหญิง (*n*=40)								
AF3	3.11	1.81	2.92	1.82	0.19	39	0.52	.60
F7	2.95	1.82	3.09	1.81	-0.14	39	0.39	.70
F3	2.48	1.90	2.23	1.49	0.25	39	0.94	.36
FC5	2.07	1.52	1.90	1.60	0.17	39	0.83	.41
P7	1.27	1.26	1.47	1.03	0.20	39	0.49	.63
O1	2.26	1.44	2.96	2.95	0.71	39	0.76	.45
O2	4.57	4.42	1.59	0.74	6.01	39	0.97	.34
FC6	3.32	2.24	1.35	0.54	7.03	39	0.68	.50
F4	2.55	1.83	9.39	4.85	6.84	39	1.09	.28
F8	4.25	2.19	1.77	1.04	6.52	39	1.07	.29
AF4	3.79	3.36	3.02	2.35	0.77	39	1.30	.20

จากตารางที่ 4-14 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ เพศชายบริเวณ AF3, F3, F8 สูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

โปรแกรมไอเพกส์สามารถพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาได้

ตารางที่ 4-15 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Lower Beta ขณะทำแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเพศ

คลื่นไฟฟ้าสมอง	ก่อนใช้		หลังใช้					
Lower Beta	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*MD*	*df*	*t*	*p*
เพศชาย (*n*=40)								
AF3	1.47	1.14	1.62	0.80	0.14	39	0.67	0.51
F7	2.51	2.41	1.51	0.68	1.00	39	0.98	0.33
F3	1.36	1.20	1.59	1.43	0.23	39	1.22	0.23
FC5	1.54	0.87	1.17	0.65	0.36	39	1.18	0.24
P7	2.78	2.72	1.88	1.78	0.89	39	0.54	0.60
O1	1.24	0.88	2.70	1.73	1.46	39	0.94	0.35
O2	1.92	1.59	2.13	0.85	0.20	39	0.81	0.42
FC6	1.55	1.20	1.41	1.02	0.13	39	0.64	0.53
F4	1.41	1.28	2.12	1.11	0.71	39	1.15	0.26
F8	2.95	1.01	2.07	0.81	0.87	39	0.92	0.37
AF4	1.83	1.84	1.60	0.92	0.23	39	0.81	0.42
เพศหญิง (*n*=40)								
AF3	1.65	1.26	1.34	0.67	0.31	39	1.50	0.14
F7	1.57	1.36	1.36	0.64	0.21	39	0.14	0.36
F3	1.42	1.42	1.09	0.82	0.33	39	0.93	0.09
FC5	1.31	1.29	0.94	0.58	0.37	39	0.36*	< .05
P7	1.06	1.02	0.98	0.36	0.08	39	1.76	0.79
O1	1.34	1.24	1.52	1.34	0.18	39	0.09	0.74
O2	2.31	1.94	4.25	3.34	1.94	39	2.09	0.37
F8	2.00	1.84	3.93	1.57	1.93	39	0.04	0.39
FC6	1.57	1.14	3.64	1.82	2.07	39	0.28	0.36
F4	2.31	1.97	3.98	1.98	1.67	39	0.79	0.43
AF4	1.98	1.02	1.34	0.82	0.64	39	0.34*	< .05

จากตารางที่ 4-15 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Lower Beta ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ เพศหญิง บริเวณ FC5, AF4 สูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

โปรแกรมไอเพกส์สามารถพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาได้

ตารางที่ 4-16 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง High Beta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเพศ

คลื่นไฟฟ้าสมอง	ก่อนใช้		หลังใช้					
Higher Beta	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*MD*	*df*	*t*	*p*
เพศชาย (*n*=40)								
AF3	0.99	.77	0.98	0.58	0.01	39	1.06	0.30
F7	1.63	0.87	1.13	0.64	0.50	39	0.81	0.42
F3	0.87	0.81	1.01	0.83	0.14	39	0.70	0.49
FC5	1.01	0.77	0.85	0.60	0.16	39	1.04	0.30
P7	1.86	1.25	1.20	0.90	0.66	39	0.85	0.40
O1	0.75	0.24	1.25	0.50	0.50	39	0.53	0.60
เพศหญิง (*n*=40)								
AF3	1.65	1.26	1.34	0.67	0.31	39	1.50	0.14
F7	1.37	1.28	0.78	0.46	0.59	39	0.14	0.36
F3	1.62	1.55	1.01	0.83	0.61	39	0.93	0.09
FC5	1.64	1.42	0.66	0.52	0.98	39	0.36*	<.05
P7	1.46	1.04	0.69	0.42	0.77	39	1.76	0.79
O1	1.18	0.78	0.75	0.98	0.43	39	0.09	0.74
O2	1.18	0.65	0.81	0.62	0.37	39	2.09	0.37
F8	1.36	0.69	2.15	1.37	0.79	39	0.04	0.39
FC6	1.57	0.85	2.1	1.14	0.53	39	0.28	0.36
F4	1.24	0.92	1.73	1.50	0.49	39	0.79	0.43
AF4	1.88	1.17	2.1	1.14	0.22	39	0.34*	<.05

จากตารางที่ 4-16 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง High Beta ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว เพศหญิง บริเวณ FC5, AF4 สูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

โปรแกรมไอเพกส์สามารถพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาได้

ตารางที่ 4-17 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Theta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเชาวน์ปัญญาทั่วไป

คลื่นไฟฟ้าสมอง	ก่อนใช้		หลังใช้					
Theta	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*MD*	*df*	*t*	*p*
เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง (*n* = 40)								
AF3	5.09	1.92	6.60	2.11	1.51	39	3.20*	< .05
F7	11.84	7.87	8.54	7.71	3.30	39	0.54	0.59
F3	3.73	2.02	5.34	2.42	1.61	39	3.62*	< .05
FC5	4.25	1.72	3.65	1.67	0.61	39	0.50	0.62
P7	11.57	6.26	2.25	1.15	9.32	39	0.96	0.34
O1	3.28	4.97	3.15	1.83	0.12	39	0.15	0.89
O2	4.78	4.32	5.51	2.68	0.74	39	1.00	0.32
FC6	3.67	2.10	9.65	3.35	5.98	39	1.67	0.10
F4	2.97	2.34	5.41	2.49	2.45	39	4.99*	< .05
F8	16.61	7.02	10.34	7.01	6.27	39	0.84	0.41
AF4	12.13	5.90	6.81	3.05	5.32	39	1.31	0.20
เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ (*n* = 40)								
AF3	5.76	1.82	7.38	3.42	1.63	39	3.47*	< .05
F7	5.54	2.08	8.22	6.36	2.67	39	2.61*	< .05
F3	5.03	2.24	6.16	4.08	1.13	39	1.97	0.06
FC5	4.11	2.51	4.41	3.87	0.30	39	0.45	0.66
P7	2.76	2.05	5.85	1.61	3.09	39	1.15	0.26
O1	4.17	1.66	1.56	1.02	14.39	39	1.12	0.27
O2	5.61	2.03	2.45	1.75	17.84	39	1.06	0.30
F8	5.83	2.30	2.02	1.01	17.20	39	1.04	0.31
FC6	4.32	2.68	2.31	1.29	20.98	39	1.26	0.19
F4	7.36	1.82	2.33	10.87	20.96	39	1.28	0.29
AF4	5.61	2.51	7.41	4.12	1.80	39	2.88	0.58

จากตารางที่ 4-17 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Theta ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง บริเวณ AF3, F3, F4 และเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ บริเวณ AF3, F7 สูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์ อย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 โปรแกรมไอเพกส์สามารถพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาได้

ตารางที่ 4-18 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเชาวน์ปัญญาทั่วไป

คลื่นไฟฟ้าสมอง	ก่อนใช้		หลังใช้					
Alpha	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*MD*	*df*	*t*	*p*
เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง (*n*=40)								
AF3	5.09	1.92	6.60	2.11	1.51	39	3.20*	<.05
F7	3.84	2.87	8.54	7.71	3.30	39	0.54	0.59
F3	3.73	2.02	5.34	2.42	1.61	39	3.62*	<.05
FC5	4.25	1.72	3.65	1.67	0.61	39	0.50	0.62
P7	1.57	1.26	2.25	1.15	9.32	39	0.96	0.34
O1	3.28	2.97	3.15	1.83	0.12	39	0.15	0.89
O2	4.78	4.32	5.51	2.68	0.74	39	1.00	0.32
FC6	3.67	2.10	9.65	2.35	5.98	39	1.67	0.10
F4	2.97	2.34	5.41	2.49	2.45	39	4.99*	<.05
F8	1.61	1.02	10.34	7.01	6.27	39	0.84	0.41
AF4	2.13	1.90	6.81	3.05	5.32	39	1.31	0.20
เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ (*n*=40)								
AF3	3.16	1.50	3.31	1.84	0.15	39	0.40	0.69
F7	3.02	1.67	3.34	1.70	0.32	39	0.95	0.35
F3	2.71	1.69	2.90	1.99	0.19	39	0.68	0.50
FC5	2.45	1.79	2.26	1.53	-0.19	39	0.78	0.44
P7	1.79	1.68	3.49	1.24	1.70	39	1.25	0.22
O1	2.62	1.39	6.89	3.52	4.27	39	1.14	0.26
O2	4.57	2.11	4.48	3.62	6.91	39	1.12	0.27
F8	3.78	1.80	3.85	1.33	6.08	39	0.95	0.35
FC6	2.43	1.65	2.04	1.25	8.61	39	1.34	0.32
F4	4.34	1.67	2.36	1.94	7.02	39	1.08	0.48
AF4	3.19	1.85	3.43	2.33	0.24	39	0.56	0.06

จากตารางที่ 4-18 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง บริเวณ AF3, F3, F4 สูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 โปรแกรมไอเพกส์สามารถพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาได้

ตารางที่ 4-19 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Lower Beta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเชาวน์ปัญญาทั่วไป

คลื่นไฟฟ้าสมอง	ก่อนใช้		หลังใช้					
Lower Beta	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*MD*	*df*	*t*	*p*
เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง (*n*=40)								
AF3	1.21	0.56	1.45	0.74	0.24	39	2.00*	<.05
F7	2.19	1.39	1.37	0.73	0.82	39	0.82	0.42
F3	1.03	0.63	1.20	0.82	0.17	39	1.24	0.22
FC5	1.16	0.56	1.01	0.68	0.15	39	0.60	0.55
P7	2.27	9.71	0.83	0.47	1.44	39	0.95	0.35
O1	0.93	0.91	1.00	0.71	0.08	39	0.45	0.66
O2	1.62	1.35	2.03	0.90	0.41	39	1.68	0.10
FC6	1.14	0.68	1.52	1.18	0.37	39	1.15	0.26
F4	0.85	0.59	1.32	0.80	0.47	39	3.33*	< .05
F8	2.58	1.01	1.87	0.86	0.71	39	0.74	0.46
AF4	1.86	1.15	1.45	0.89	0.41	39	1.19	0.24
เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ (*n*=40)								
AF3	1.92	1.53	1.51	0.76	0.41	39	1.53	0.14
F7	1.89	1.57	1.50	0.59	0.39	39	1.46	0.15
F3	1.75	1.67	1.48	1.46	0.26	39	1.13	0.27
FC5	1.68	1.62	1.11	0.56	0.58	39	2.39*	< .05
P7	1.56	1.49	2.03	1.95	0.46	39	0.66	0.52
O1	1.65	1.53	3.21	1.18	1.56	39	0.96	0.34
O2	2.62	2.01	4.35	1.32	1.74	39	0.81	0.43
F8	2.40	1.91	3.83	1.46	1.43	39	0.65	0.52
FC6	2.14	2.05	4.44	1.24	2.31	39	1.00	0.77

ตารางที่ 4-19 (ต่อ)

คลื่นไฟฟ้าสมอง	ก่อนใช้		หลังใช้					
Lower Beta	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*MD*	*df*	*t*	*p*
F4	2.68	2.03	4.18	1.94	1.50	39	0.71	0.95
AF4	1.95	1.69	1.48	0.87	0.47	39	1.91*	< .05

จากตารางที่ 4-19 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Low Beta ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง บริเวณ F4 และเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ บริเวณ FC5, AF4 สูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 โปรแกรมไอเพกส์สามารถพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาได้

ตารางที่ 4- 20 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Higher Beta ขณะทำแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาระหว่างก่อนกับหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ จำแนกตามเชาวน์ปัญญาทั่วไป

คลื่นไฟฟ้าสมอง	ก่อนใช้		หลังใช้					
Higher Beta	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*MD*	*df*	*t*	*p*
เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง (*n*=40)								
AF3	0.78	0.45	0.85	0.55	0.07	39	0.64	0.53
F7	1.44	2.89	0.96	0.67	0.48	39	1.00	0.32
F3	0.74	0.83	0.71	0.58	0.03	39	0.19	0.85
FC5	0.94	1.29	0.72	0.56	0.22	39	0.95	0.39
P7	1.23	0.71	0.68	0.57	0.55	39	0.91	0.37
O1	0.52	0.50	0.61	0.62	0.08	39	0.64	0.52
O2	0.74	0.48	0.97	0.60	0.22	39	1.86	0.07
FC6	0.96	0.31	1.16	0.71	0.20	39	0.80	0.43
F4	0.57	0.41	0.72	0.48	0.15	39	1.58	0.12
F8	1.81	1.60	1.16	0.71	0.65	39	1.11	0.28
AF4	1.38	0.73	0.80	0.57	0.58	39	2.06*	< .05

ตารางที่ 4-20 (ต่อ)

คลื่นไฟฟ้าสมอง	ก่อนใช้		หลังใช้					
Higher Beta	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*MD*	*df*	*t*	*p*
เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ (*n*=40)								
AF3	1.57	0.93	0.92	0.50	0.65	39	2.06*	< .05
F3	1.77	1.52	0.96	0.21	0.81	39	2.10*	< .05
FC5	1.53	1.01	0.82	0.48	0.70	39	2.20*	< .05
P7	1.81	1.75	1.27	1.04	0.53	39	1.52	0.14
O1	1.40	0.93	1.45	0.77	0.04	39	0.07	0.95
O2	1.58	0.95	2.23	0.36	0.66	39	0.59	0.56
F8	0.96	0.31	1.16	0.71	0.20	39	1.04	0.31
FC6	1.92	0.54	2.27	1.87	0.35	39	0.30	0.56
F4	2.24	0.46	2.30	1.11	0.06	39	0.07	1.00
AF4	1.78	1.41	0.92	0.72	0.87	39	2.47	0.13

จากตารางที่ 4-20 แสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Higher Beta ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง บริเวณ AF4 และเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ บริเวณ AF3, F3, FC5 สูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1 โปรแกรมไอเพกส์สามารถพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาได้

ตารางที่ 4-21 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้า Theta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Taskของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป

อิเล็กโทรด	เพศชาย (*n*=40)				เพศหญิง (*n*=40)			
	เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง (*n*=20)		เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ (*n*=20)		เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง (*n*=20)		เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ (*n*=20)	
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
AF3	7.25	1.33	5.89	1.48	5.95	2.54	8.87	4.14
F7	6.75	4.02	5.86	1.25	10.33	9.96	10.58	8.35
F3	6.36	1.54	6.15	5.17	4.31	2.74	6.17	2.73
FC5	4.19	1.31	3.45	1.26	3.10	1.83	5.37	5.21

ตารางที่ 4-21 (ต่อ)

อิเล็กโทรด	เพศชาย (*n*=40)				เพศหญิง (*n*=40)			
	เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง (*n*=20)		เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ (*n*=20)		เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง (*n*=20)		เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ (*n*=20)	
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
P7	2.62	0.92	8.22	3.16	1.87	1.26	3.47	1.25
O1	2.62	0.92	8.22	3.16	1.87	1.26	3.47	4.25
O2	5.86	1.91	5.68	1.83	5.16	3.28	4.23	1.70
F8	8.29	1.83	9.76	5.33	2.39	1.41	6.90	4.80
FC6	4.30	3.03	6.06	3.93	5.00	2.41	3.99	1.30
F4	5.59	2.36	10.35	1.96	5.24	2.65	4.26	1.60
AF4	7.73	2.69	6.08	3.22	5.90	3.18	8.74	4.56

จากตารางที่ 4-21 กลุ่มตัวอย่างเพศชายเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงและต่ำ มีค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Theta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา หลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ ที่ตำแหน่ง AF3, F7, F3, FC5, P7, O1, O2, F8, FC6, F4 และ AF4 อยู่ระหว่าง 2.62 ถึง 10.35 ไมโครโวลต์ และกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงและต่ำ 1.87 ถึง 40.26 ไมโครโวลต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4-22 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้า Alpha ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป

อิเล็กโทรด	เพศชาย (*n*=40)				เพศหญิง (*n*=40)			
	เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง (*n*=20)		เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ (*n*=20)		เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง (*n*=20)		เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ (*n*=20)	
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
AF3	4.09	1.52	3.21	1.72	2.44	1.52	3.41	2.00
F7	3.39	1.18	3.17	1.62	2.67	1.76	3.51	1.80
F3	3.39	1.18	3.17	1.62	2.67	1.76	3.51	1.80
FC5	2.53	1.05	2.09	1.05	1.37	1.01	2.43	1.91
P7	1.84	0.88	4.95	1.29	0.93	0.60	2.02	1.73
O1	2.42	1.87	9.58	2.44	1.72	1.25	4.21	1.24

ตารางที่ 4-22 (ต่อ)

อิเล็กโทรด	เพศชาย (*n*=40)				เพศหญิง (*n*=40)			
	เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง (*n*=20)		เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ (*n*=20)		เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง (*n*=20)		เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ (*n*=20)	
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
O2	5.60	2.15	5.36	2.90	3.56	2.09	1.61	0.98
F8	5.00	1.76	4.79	1.96	3.62	1.83	1.93	1.30
FC6	2.64	1.97	3.33	1.85	4.34	7.17	1.37	0.43
F4	3.54	2.13	5.76	1.56	2.45	1.49	1.33	0.64
AF4	4.50	2.40	3.27	2.03	2.46	1.92	3.59	2.65

จากตารางที่ 4-22 กลุ่มตัวอย่างเพศชายเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงและต่ำ มีค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา หลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ ที่ตำแหน่ง AF3, F7, F3, FC5, P7, O1, O2, F8, FC6, F4 และ AF4 อยู่ระหว่าง 1.84 ถึง 9.58 ไมโครโวลต์ และกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงและต่ำ 1.37 ถึง 17.93 ไมโครโวลต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4-23 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้า Low Beta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Taskของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป

อิเล็กโทรด	เพศชาย (*n*=40)				เพศหญิง (*n*=40)			
	เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง (*n*=20)		เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ (*n*=20)		เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง (*n*=20)		เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ (*n*=20)	
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
AF3	1.79	0.82	1.45	0.76	1.11	0.46	1.57	0.77
F7	1.54	0.82	1.47	0.53	1.19	0.59	1.53	0.66
F3	1.58	0.90	1.60	1.84	0.81	0.51	1.37	0.98
FC5	1.28	0.80	1.06	0.46	0.74	0.41	1.15	0.65
P7	1.04	0.47	2.72	1.25	0.62	0.37	1.34	1.85
O1	1.15	0.88	4.26	1.73	0.86	0.45	2.17	4.67
O2	2.24	0.96	2.01	0.73	1.81	0.79	6.69	2.23
F8	2.14	0.92	2.00	0.71	1.60	0.73	6.35	1.72

ตารางที่ 4-23 (ต่อ)

อิเล็กโทรด	เพศชาย (*n*=40)				เพศหญิง (*n*=40)			
	เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง (*n*=20)		เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ (*n*=20)		เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง (*n*=20)		เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ (*n*=20)	
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
FC6	1.24	1.14	1.58	0.88	1.79	0.89	6.07	2.44
F4	1.52	0.98	2.73	1.74	1.12	0.50	6.16	2.91
AF4	1.81	1.00	1.39	0.79	1.10	0.59	1.57	0.96

จากตารางที่ 4-23 กลุ่มตัวอย่างเพศชายเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงและต่ำ มีค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Low Beta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา หลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ ที่ตำแหน่ง AF3, F7, F3, FC5, P7, O1, O2, F8, FC6, F4 และ AF4 อยู่ระหว่าง 1.04 ถึง 4.26 ไมโครโวลต์ และกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงและต่ำ 0.62 ถึง 6.69 ไมโครโวลต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4-24 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้า High Beta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Taskของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป

อิเล็กโทรด	เพศชาย (*n*=40)				เพศหญิง (*n*=40)			
	เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง (*n*=20)		เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ (*n*=20)		เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง (*n*=20)		เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ (*n*=20)	
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
AF3	1.10	0.67	0.87	0.45	0.61	0.22	0.96	0.56
F7	1.08	0.71	1.19	0.57	0.84	0.62	1.19	0.99
F3	0.96	0.70	1.07	0.61	0.46	0.26	0.86	0.63
FC5	0.90	0.68	0.81	0.52	0.54	0.33	0.84	0.46
P7	0.82	0.58	1.59	0.60	0.55	0.55	0.96	0.26
O1	0.78	0.82	1.71	0.91	0.43	0.21	1.18	2.24
O2	1.13	0.78	0.97	0.62	0.81	0.28	3.49	1.37
F8	1.37	0.79	1.36	0.63	0.96	0.57	3.25	1.62
FC6	0.84	0.87	0.89	0.45	0.78	0.60	3.04	1.09

ตารางที่ 4-24 (ต่อ)

อิเล็กโทรด	เพศชาย (*n*=40)				เพศหญิง (*n*=40)			
	เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง (*n*=20)		เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ (*n*=20)		เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง (*n*=20)		เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ (*n*=20)	
	M	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*	*M*	*SD*
F4	0.84	0.62	1.67	0.49	0.60	0.23	2.86	1.17
AF4	1.02	0.67	0.81	0.46	0.59	0.34	1.03	0.90

จากตารางที่ 4-24 กลุ่มตัวอย่างเพศชายเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงและต่ำ มีค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง High Beta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา หลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ ที่ตำแหน่ง AF3, F7, F3, FC5, P7, O1, O2, F8, FC6, F4 และ AF4 อยู่ระหว่าง 0.78 ถึง 1.67 ไมโครโวลต์ และกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงและต่ำ .43 ถึง 3.49 ไมโครโวลต์ ตามลำดับ

ตารางที่ 4-25 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้า Theta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Taskของนักเรียนระดับร่างกายและการเคลื่อนไหว จำแนกตามเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป

อิเล็กโทรด	ตัวแปรที่ศึกษา	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*p*
AF3	เพศ	14.06	1	14.06	2.04	0.16
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	12.20	1	12.20	1.77	0.19
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	91.59	1	91.59	13.29*	<.05
F7	เพศ	345.21	1	345.21	7.40*	<.05
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	2.10	1	2.10	0.05	0.83
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	6.42	1	6.42	0.14	0.71
F3	เพศ	20.51	1	20.51	1.86	0.18
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	13.65	1	13.65	1.24	0.27
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	21.33	1	21.33	1.94	0.17
FC5	เพศ	3.48	1	3.48	0.41	0.52
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	11.65	1	11.65	1.38	0.24
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	45.63	1	45.63	5.39*	<.05

ตารางที่ 4-25 (ต่อ)

อิเล็กโทรด	ตัวแปรที่ศึกษา	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*p*
P7	เพศ	151.29	1	151.29	1.09	0.30
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	258.76	1	258.76	1.86	0.18
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	79.97	1	79.97	0.57	0.45
O1	เพศ	2112.13	1	2112.13	0.64	0.43
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	4748.84	1	4748.84	1.43	0.24
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	2023.59	1	2023.59	0.61	0.44
O2	เพศ	6073.86	1	6073.86	1.07	0.31
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	6438.47	1	6438.47	1.13	0.29
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	6569.37	1	6569.37	1.16	0.29
FC6	เพศ	9961.20	1	9961.20	1.73	0.19
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	3577.63	1	3577.63	0.62	0.43
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	2700.02	1	2700.02	0.47	0.50
F4	เพศ	4367.93	1	4367.93	0.78	0.38
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	7913.17	1	7913.17	1.42	0.24
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	4576.55	1	4576.55	0.82	0.37
F8	เพศ	8506.26	1	8506.26	1.61	0.21
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	6473.15	1	6473.15	1.23	0.27
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	5458.33	1	5458.33	1.04	0.31
AF4	เพศ	3.40	1	3.40	0.28	0.60
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	7.05	1	7.05	0.58	0.45
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	100.80	1	100.80	8.31*	<.05

จากตารางที่ 4-25 การเปรียบเทียบการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้า Theta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พบว่า ความแตกต่างทางเพศไม่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ยกเว้น F7 ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 4 ความแตกต่างของเชาวน์ปัญญาทั่วไปไม่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 6 และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับระดับไอคิวต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ที่ตำแหน่ง AF3, FC5, AF4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 7

ตารางที่ 4-26 ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาทั่วไป ด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาว์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว จำแนกตามเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป

อิเล็กโทรด	ตัวแปรที่ศึกษา	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*p*
AF3	เพศ	10.71	1	10.71	3.70	0.06
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	0.04	1	0.04	0.01	0.91
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	17.12	1	17.12	5.91*	<.05
F3	เพศ	10.71	1	10.71	3.70	0.06
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	0.04	1	0.04	0.01	0.91
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	17.12	1	17.12	5.91*	<.05
FC5	เพศ	3.39	1	3.39	1.97	0.17
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	1.90	1	1.90	1.10	0.30
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	11.21	1	11.21	6.51*	<.05
P7	เพศ	73.90	1	73.90	2.17	0.15
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	88.44	1	88.44	2.60	0.11
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	20.32	1	20.32	0.60	0.44
O1	เพศ	184.14	1	184.14	0.61	0.42
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	465.16	1	465.16	1.65	0.20
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	108.75	1	108.75	0.39	0.54
O2	เพศ	521.25	1	521.25	0.66	0.42
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	951.78	1	951.78	1.21	0.28
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	1021.33	1	1021.33	1.30	0.26
FC6	เพศ	1085.87	1	1085.87	1.25	0.27
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	810.08	1	810.08	0.93	0.34
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	642.05	1	642.05	0.74	0.39
F4	เพศ	449.02	1	449.02	0.52	0.47
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	1294.88	1	1294.88	1.51	0.22
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	679.27	1	679.27	0.79	0.38
F8	เพศ	691.96	1	691.96	0.79	0.38
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	994.77	1	994.77	1.13	0.29
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	1054.05	1	1054.05	1.20	0.28

ตารางที่ 4-26 (ต่อ)

อิเล็กโทรด	ตัวแปรที่ศึกษา	SS	df	MS	F	p
AF4	เพศ	14.92	1	14.92	2.90	0.09
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	0.05	1	0.05	0.01	0.92
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	28.01	1	28.01	5.45*	<.05

จากตารางที่ 4-26 การเปรียบเทียบการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้า Alpha ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พบว่า ความแตกต่างทางเพศไม่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 4 ความแตกต่างของเชาวน์ปัญญาทั่วไปไม่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 6 และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับระดับไอคิวต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ที่ตำแหน่ง AF3, F3, FC5, AF4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 7

ตารางที่ 4-27 ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Lower Beta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป

อิเล็กโทรด	ตัวแปรที่ศึกษา	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*p*
AF3	เพศ	0.07	1	0.07	0.14	0.71
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	1.58	1	1.58	3.06	0.08
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	3.26	1	3.26	6.32*	<.05
F7	เพศ	0.37	1	0.37	0.84	0.36
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	0.41	1	0.41	0.95	0.33
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	0.82	1	0.82	1.88	0.17
F3	เพศ	1.67	1	1.67	1.23	0.27
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	5.05	1	5.05	3.74	0.06
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	1.47	1	1.47	1.09	0.30
FC5	เพศ	0.20	1	0.20	0.55	0.46
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	1.01	1	1.01	2.82	0.10
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	2.00	1	2.00	5.57*	<.05

ตารางที่ 4-27 (ต่อ)

อิเล็กโทรด	ตัวแปรที่ศึกษา	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*p*
P7	เพศ	28.69	1	28.69	3.66	0.06
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	16.43	1	16.43	2.10	0.15
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	4.58	1	4.58	0.58	0.45
O1	เพศ	97.53	1	97.53	1.85	0.18
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	28.17	1	28.17	0.53	0.47
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	16.18	1	16.18	0.31	0.58
O2	เพศ	108.46	1	108.46	1.06	0.31
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	90.11	1	90.11	0.88	0.35
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	130.68	1	130.68	1.27	0.26
FC6	เพศ	107.12	1	107.12	1.00	0.32
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	127.13	1	127.13	1.19	0.28
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	77.51	1	77.51	0.72	0.40
F4	เพศ	195.04	1	195.04	1.65	0.20
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	45.92	1	45.92	0.39	0.53
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	73.14	1	73.14	0.62	0.43
F8	เพศ	106.33	1	106.33	1.09	0.30
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	72.49	1	72.49	0.74	0.39
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	119.00	1	119.00	1.22	0.27
AF4	เพศ	0.02	1	0.02	0.03	0.87
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	1.40	1	1.40	1.94	0.17
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	3.89	1	3.89	5.40*	<.05

จากตารางที่ 4-27 การเปรียบเทียบการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้า Lower Beta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พบว่า ความแตกต่างทางเพศไม่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 4 ความแตกต่างของเชาวน์ปัญญาทั่วไปไม่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 6 และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับระดับไอคิวต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ที่ตำแหน่ง AF3, FC5, AF4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 7

ตารางที่ 4-28 ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Higher Beta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Flanker Task ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์จำแนกตามเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป

อิเล็กโทรด	ตัวแปรที่ศึกษา	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*p*
AF3	เพศ	0.08	1	0.08	0.33	0.57
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	1.68	1	1.68	6.60*	<.05
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	0.79	1	0.79	3.12	0.08
F7	เพศ	1.10	1	1.10	2.00	0.16
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	0.28	1	0.28	0.51	0.48
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	0.29	1	0.29	0.52	0.47
F3	เพศ	1.31	1	1.31	1.48	0.23
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	0.42	1	0.42	0.47	0.50
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	2.44	1	2.44	2.76	0.10
FC5	เพศ	0.22	1	0.22	0.83	0.36
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	0.77	1	0.77	2.91	0.09
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	0.50	1	0.50	1.91	0.17
P7	เพศ	7.01	1	7.01	3.12	0.08
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	0.67	1	0.67	0.30	0.59
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	4.02	1	4.02	1.79	0.19
O1	เพศ	14.11	1	14.11	1.89	0.17
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	0.17	1	0.17	0.02	0.88
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	3.86	1	3.86	0.52	0.47
O2	เพศ	31.94	1	31.94	1.18	0.28
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	40.50	1	40.50	1.49	0.23
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	23.98	1	23.98	0.88	0.35
FC6	เพศ	26.99	1	26.99	1.28	0.26
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	24.33	1	24.33	1.15	0.29
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	21.81	1	21.81	1.03	0.31
F8	เพศ	26.10	1	26.10	1.38	0.24
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	26.36	1	26.36	1.39	0.24
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	10.92	1	10.92	0.58	0.45

ตารางที่ 4-28 (ต่อ)

อิเล็กโทรด	ตัวแปรที่ศึกษา	*SS*	*df*	*MS*	*F*	*p*
AF4	เพศ	0.26	1	0.26	0.65	0.42
	เชาวน์ปัญญาทั่วไป	2.14	1	2.14	5.36*	<.05
	เพศ* เชาวน์ปัญญาทั่วไป	0.20	1	0.20	0.51	0.48

จากตารางที่ 4-28 การเปรียบเทียบการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้า Higher Beta ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พบว่า ความแตกต่างทางเพศไม่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ซึ่งไม่สอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 4 ความแตกต่างของเชาวน์ปัญญาทั่วไปมีผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง บริเวณ AF3, AF4 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 6 และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับระดับไอคิวต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ที่ตำแหน่ง AF3, F3, FC5, AF4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานการวิจัย ข้อที่ 7

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผล

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาตามทฤษฎีพหุปัญญา (MIT) และวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว (Kinesiology) และพัฒนาแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาตามทฤษฎีพหุปัญญา (MIT) ด้วยการศึกษาผลการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ก่อนกับหลังการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ระหว่างเพศชายกับเพศหญิง และเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงกับต่ำ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่อเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา หลังการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว กับกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอนุบาลจุมพลโพนพิสัย เป็นอาสาสมัครที่ได้รับการอนุญาตจากผู้ปกครอง จำนวน 80 คน แบ่งเป็น เพศหญิง 40 คน เพศชาย 40 คน จัดกลุ่มเพศชายที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง 20 คน เชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ 20 คน เพศหญิงที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง 20 คนและเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ 20 คน โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นผู้มีสุขภาพดี ถนัดมือขาว การมองเห็นปกติ ไม่ตาบอดสี ไม่เป็นโรคซึมเศร้า มีการจัดเข้ากลุ่มทดลองโดยการสุ่มอย่างง่าย แบบแผนการทดลองใช้เทคนิคการวิจัยแบบ Factorial Design โดยใช้แบบแผนการทดลองแบบ 2 x 2 Factorial Pretest and Posttest Design ดำเนินการทดลองตั้งแต่วันที่ 16 พฤศจิกายน – 4 ธันวาคม 2561 ตัวแปรที่ศึกษาประกอบด้วย ตัวแปรทดลองได้แก่ โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา ตัวแปรตาม ได้แก่ เชาว์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว โดยประเมินความถูกต้องในการตอบ และระยะเวลาการตอบสนองจากการทำกิจกรรมทดสอบด้วยแบทดสอบ Flanker Task และวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลมี 3 ชนิด ได้แก่ 1) เครื่องมือที่ใช้ในการคัดกรองผู้เข้าร่วมวิจัย ประกอบด้วยแบบสอบถามข้อมูลทั่วไป แบบสำรวจความถนัดในการใช้มือ แผ่นวัดระดับการมองเห็น แผ่นทดสอบตาบอดสี แบบคัดกรองภาวะซึมเศร้า และแบบวัดเชาวน์ปัญญา Standard Progressive Matrices Sets A, B, C, & E Prepared by J C Raven 2) เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและความเคลื่อนไหวของนักเรียนประถมศึกษาที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น 3) เครื่องมือที่ใช้ในการวัดตัวแปรตาม ได้แก่ แบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ ที่พัฒนาจาก Ericksen Flanker Task ที่ วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยความถี่ ค่าร้อยละ สถิติทดสอบ *t*-test, two way ANOVA

สรุปการวิจัย

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาตามทฤษฎีพหุปัญญา (Multiple Intelligence Theory) และวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว (Kinesiology) และพัฒนาแบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาตามทฤษฎีพหุปัญญาด้วยการศึกษาผลการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา ในการเปรียบเทียบความแตกต่างของเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ก่อนกับหลังการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ระหว่างเพศชายกับเพศหญิง และเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงกับต่ำ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับเชาวน์ปัญญาทั่วไป ต่อเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา หลังการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว อย่างต่อเนื่องในช่วงระยะเวลาสั้น โดยการกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างออกกำลังกายตามโปรแกรมไอเพกส์ทุกวันในเวลาเช้าก่อนเข้าชั้นเรียน หรือเวลาเย็นหลังเลิกเรียนวันละ 60 นาที กลุ่มตัวอย่างสามารถพัฒนาเชาว์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวได้ดีขึ้นประเมินได้จากค่าเฉลี่ยในการทำแบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ได้คะแนนความถูกต้องเพิ่มขึ้นใช้เวลาในการทดสอบลดลงในกลุ่มเพศหญิงและเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง เมื่อเทียบกับก่อนใช้โปรแกรมไอเพกส์ อย่างมีนัยสำคัญที่ .01 ดังนั้นโปรแกรมไอเพกส์ และแบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวที่ผู้วิจัยออกแบบพัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมในการพัฒนาเชาว์ปัญญาทางด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว สรุปผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์และสมมติฐานได้ ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการฝึกโปรแกรมไอเพกส์ เพศชายหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (*M*=86.048) สูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์ (*M*=71.997) เพศหญิงหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (*M*=86.407) สูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์ (*M*=78.228) กลุ่มตัวอย่างที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง หลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (*M*=92.481) สูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์ (*M*=79.315) กลุ่มที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ หลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (*M=79.974*) สูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์ (*M=70.911*) กลุ่มตัวอย่างเพศชายที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง หลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (*M*=89.857) สูงกว่าเพศชายเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ มีค่าเฉลี่ย (*M*=82.240) กลุ่มตัวอย่างเพศหญิงเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง หลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญา (*M*=95.105) สูงกว่าเพศหญิงเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ มีค่าเฉลี่ย (*M*=77.709)

2. กลุ่มตัวอย่างมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับเชาวน์ปัญญาทั่วไป ต่อเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา หลังการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวกลุ่มตัวอย่างเพศชายและเพศหญิงมีค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของ

นักเรียนระดับประถมศึกษา ความแตกต่างของเชาวน์ปัญญาทั่วไป ไม่มีผลต่อเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว นอกจากนี้ยังปรากฏว่ามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไป ต่อเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว

3. กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Theta เพศชายบริเวณ AF3, F3 และเพศหญิงบริเวณ AF3, F7 เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง บริเวณ AF3, F3, F4 และเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ บริเวณ AF3, F7 ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha เพศชายบริเวณ AF3, F3, F8 เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง บริเวณ AF3, F3, F4 ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Lower Beta เพศหญิง บริเวณ FC5, AF4 เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง บริเวณ F4 และเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ บริเวณ FC5, AF4 ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Higher Beta เพศหญิง บริเวณ FC5, AF4 เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง บริเวณ AF4 และเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ บริเวณ AF3, F3, FC5 หลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ สูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์

4. กลุ่มตัวอย่างเพศชายเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงและต่ำ มีค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Theta อยู่ระหว่าง 2.62 ถึง 10.35 ไมโครโวลต์ และกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงและต่ำ 1.87 ถึง 40.26 ไมโครโวลต์ ตามลำดับ Alpha กลุ่มตัวอย่างเพศชายเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงและต่ำ อยู่ระหว่าง 1.84 ถึง 9.58 ไมโครโวลต์ และกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงและต่ำ 1.37 ถึง 17.93 ไมโครโวลต์ ตามลำดับ Lower Beta กลุ่มตัวอย่างเพศชายเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงและต่ำอยู่ระหว่าง 1.04 ถึง 4.26 ไมโครโวลต์ และกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงและต่ำ 0.62 ถึง 6.69 ไมโครโวลต์ ตามลำดับ Higher Beta กลุ่มตัวอย่างเพศชายเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงและต่ำ อยู่ระหว่าง 0.78 ถึง 1.67 ไมโครโวลต์ และกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงเชาวน์ปัญญาทั่วไป สูงและต่ำ .43 ถึง 3.49 ไมโครโวลต์ ตามลำดับ ที่ตำแหน่ง AF3, F7, F3, FC5, P7, O1, O2, F8, FC6, F4 และ AF4 ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา หลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์

5. มีปฏิสัมพันธ์ของคลื่นไฟฟ้าสมองระหว่างเพศกับเชาวน์ปัญญาทั่วไป ต่อเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พบว่า ช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้า Theta ความแตกต่างทางเพศไม่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ยกเว้น F7 ความแตกต่างของเชาวน์ปัญญาทั่วไป ไม่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ที่ตำแหน่ง AF3, FC5, AF4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้า Alpha ความแตกต่างทางเพศไม่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ความแตกต่างของเชาวน์ปัญญาทั่วไป ไม่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ที่ตำแหน่ง AF3, F3, FC5, AF4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้า Lower Beta ความแตกต่างทางเพศไม่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ความแตกต่างของเชาวน์ปัญญาทั่วไป ไม่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ที่ตำแหน่ง AF3, FC5, AF4 อย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ระดับ .05 ช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้า Higher Beta ความแตกต่างทางเพศไม่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ความแตกต่างของเชาวน์ปัญญาทั่วไป มีผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง บริเวณ AF3, AF4 และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับเชาวน์ปัญญาทั่วไป ต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ที่ตำแหน่ง AF3, F3, FC5, AF4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผลการวิจัย

จากการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่า กลุ่มตัวอย่างที่เข้าร่วมใช้โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 1 เดือน มีเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวสูงขึ้นซึ่งอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่ได้รับการฝึกโปรแกรมไอเพกส์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว หลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ สูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์ ซึ่งสอดคล้องกับ Perez, Nieto, Otero, Amengual and Manzano (2014) ที่กล่าวว่า เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว มีนัยสำคัญทางสถิติ เกี่ยวข้องกับความสามารถในการเคลื่อนไหว และเป็นเชาวน์ปัญญาที่ดีที่สุดในการทำนายผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการ กลุ่มตัวอย่างเพศชายที่มีเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (*M*= 89.857) สูงกว่าเพศชายเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ มีค่าเฉลี่ย (*M*=82.240) กลุ่มตัวอย่างเพศหญิงเชาวน์ปัญญาทั่วไป สูงหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ มีค่าเฉลี่ยคะแนนเชาวน์ปัญญา (*M*=95.105) สูงกว่าเพศหญิงเชาวน์ปัญญาทั่วไป ต่ำ มีค่าเฉลี่ย (*M*=77.709) สอดคล้องกับ Punia and Jyoti (2016) ที่พบว่าเด็กหญิงมีการแสดงออกมากกว่าเด็กชายในด้านการประสานสัมพันธ์และไม่อยู่กับที่ของเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว สอดคล้องกับ Jensen (2009, p. 38) ที่กล่าวว่า การออกกำลังกายเป็นการเตรียมสมองสำหรับการเรียนรู้โดยการใส่สภาวการณ์ที่ดีที่เหมาะสมที่สุดในสมอง และ Triana (2017) ที่ได้ศึกษาเรื่อง รูปแบบการวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวในองค์ประกอบการเต้น พบว่าความสามารถการรับรู้การเคลื่อนไหว และการถ่ายทอดการเคลื่อนไหวเป็นปัจจัยโดยอ้อม ขณะที่เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวเป็นปัจจัยโดยตรงต่อการกำหนดการเต้น และเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวสามารถพัฒนาได้โดยการฝึกปฏิบัติและการเน้นที่โครงสร้างผ่านความสามารถการรับรู้การเคลื่อนไหวและการถ่ายทอดการเคลื่อนไหว สอดคล้องกับ Chatterjee, Dey, and Adhikary (2014) ว่า การเต้นนั้นจูงใจและกระตุ้นให้เยาวชนมีกิจกรรมทางกาย เป็นการออกกำลังกายที่ไม่เป็นการแข่งขันทำให้เกิดผลสะท้อนที่ดีต่อสุขภาพทางร่างกายและจิตใจ เยาวชนหญิงสามารถมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางกายผ่านการเต้นได้ สอดคล้องกับ Aleksic and Ivanovic (2017) ว่า นักเรียนที่มีคะแนนสูงในเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ชอบเล่นเกมผจญภัย และเกมกีฬาประเภทการต่อสู้ และสอดคล้องกับ Blaydes (2012) ที่กล่าวว่าว่า การออกกำลังกายของเรานั้นเพื่อสมองเป็นอันดับแรกเพราะว่า สมองไม่สามารถที่จะกระทำกับตัวสมองเองได้ สมองต้องอาศัยร่างกายที่จะนำเลือดที่ประกอบไปด้วยกลูโครส และออกซิเจนไปหล่อเลี้ยง การออกกำลังกายเปลี่ยนแปลงสมองได้ถึงระดับโมเลกุล มันเปลี่ยนไปในทางที่ดีอย่างรวดเร็ว เช่น การออกกำลังกายทำให้มีการลำเลียงกลูโครส และ

ออกซิเจนไปสู่สมอง สร้างความสมดุลของสารสื่อประสาท และสารเคมีในสมองที่ควบคุมการสั่งการร่างกาย รวมทั้งบริหารจัดการพฤติกรรมด้วย การออกกำลังกายเพิ่มความจำโดยสร้างความแข็งแรงให้แขนงประสาทที่รับสิ่งกระตุ้นสำหรับความจำเฉพาะหน้า และการระลึกถึง การออกกำลังกายทำให้เกิดเซลล์ประสาทขึ้นใหม่ และการเจริญเติบโตของเซลล์สมองใหม่ การออกกำลังกายสร้างการกระตุ้นและสะสม BDNF ซึ่งช่วยการเจริญเติบโตและบำรุงรักษาตัวสมองเอง การออกกำลังกายเพิ่มระดับความตั้งใจผ่านซีรีเบลลัม (Cerebellum)

2. กลุ่มตัวอย่างมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับเชาวน์ปัญญาทั่วไป ต่อเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา หลังการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว สอดคล้องกับ Sener and Cokcalıskan (2018) ที่พบว่า มีนัยสำคัญทางสถิติแตกต่างกันระหว่างนักเรียนชายและนักเรียนหญิง นอกจากนี้ ผลการวิจัยพบว่า ความแตกต่างเชาวน์ปัญญาทั่วไปไม่มีผลต่อเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว สอดคล้องกับ Aleksić and Ivanović (2017) ที่ได้ศึกษาเรื่อง เพศและพหุปัญญาของวัยรุ่นตอนต้นกับตัวทำนายความชอบของการเล่นเกมว่า ขึ้นอยู่กับความชื่นชอบของแต่ละบุคคล นอกจากนี้ยังปรากฏว่า มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศและเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่อเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว สอดคล้องกับ Agarwal and Suraksha (2017) ที่กล่าวว่า นักเรียนชายมีนัยสำคัญทางสถิติในเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวและด้านธรรมชาติวิทยามากกว่านักเรียนหญิง

3. กลุ่มตัวอย่างมีค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Theta เพศชายบริเวณ AF3, F3 และเพศหญิงบริเวณ AF3, F7 เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง บริเวณ AF3, F3, F4 และเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ บริเวณ AF3, F7 ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Alpha เพศชายบริเวณ AF3, F3, F8 เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง บริเวณ AF3, F3, F4 ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Lower Beta เพศหญิง บริเวณ FC5, AF4 เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง บริเวณ F4 และเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ บริเวณ FC5, AF4 ค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์คลื่นไฟฟ้าสมอง Higher Beta เพศหญิง บริเวณ FC5, AF4 เชาวน์ปัญญาทั่วไปสูง บริเวณ AF4 และเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่ำ บริเวณ AF3, F3, FC5 หลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ สูงกว่าก่อนการใช้โปรแกรมไอเพกส์ สอดคล้องกับ Ermutlu, Yu cesir, Eskikurt, Temel and Isoglu-Alkac (2014) การฝึกทางกายภาพสามารถทำให้เกิดคลื่นไฟฟ้าสมองขณะพักได้ และกลุ่มนักเต้นมีการเกิดคลื่นไฟฟ้าสมอง แอลฟาและเบต้า และ Budde, Voelcker-Rehage, Pietraβyk-Kendziorraa, Ribeiroc, and Tidow (2008) ซึ่งศึกษาเกี่ยวกับ การออกกำลังกายประสานกันอย่างเข้มข้น ทำให้การเอาใจใส่การปฏิบัติงาน ในวัยรุ่นดีขึ้นและพบว่า ซีรีเบลลัม (Cerebellum) และ เปลือกสมองส่วนหน้า (Prefrontal Cortex) มีการเชื่อมโยงกัน สมองส่วนหน้า (Prefrontal Cortex) เป็นส่วนของพื้นที่ของหน้าที่บริหารจัดการ (Executive Function Attention Area) ซีรีเบลลัม (Cerebellum) ควบคุมทักษะการเคลื่อนไหว ความคล่องตัว และการประสานงาน สอดคล้องกับ Hillman, Buck, Themanson, Pontifex, and Castelli (2009) ว่า การออกกำลังกายแบบแอโรบิค และการพัฒนาความรู้ความเข้าใจกรณี: ค่าเฉลี่ยของความต่างศักย์ไฟฟ้าของสมอง และดัชนีประสิทธิภาพงานของการควบคุมหน้าที่บริหารจัดการในเด็กวัยเรียนตอนปลายมีความสัมพันธ์กันและข้อมูลบอกว่าการออกกำลังกายเป็นการเข้าสังคม

ด้วยการปฏิบัติการรับรู้ที่ดีกว่าและผ่านการควบคุมของสมองส่วนหน้าที่บริหารจัดการ และพบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างการออกกำลังกายและการรับรู้ด้วย

4. กลุ่มตัวอย่างเพศชายเชาวน์ปัญญาทั่วไปสูงและต่ำ มีค่าเฉลี่ยพลังงานสัมบูรณ์ของช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้าสมอง Theta อยู่ระหว่าง 2.62 ถึง 10.35 ไมโครโวลต์ และกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงเชาวน์ปัญญาทั่วไป สูงและต่ำ 1.87 ถึง 40.26 ไมโครโวลต์ ตามลำดับ Alpha กลุ่มตัวอย่างเพศชายเชาวน์ปัญญาทั่วไป สูงและต่ำ อยู่ระหว่าง 1.84 ถึง 9.58 ไมโครโวลต์ และกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงเชาวน์ปัญญาทั่วไป สูงและต่ำ 1.37 ถึง 17.93 ไมโครโวลต์ ตามลำดับ Lower Beta กลุ่มตัวอย่างเพศชายเชาวน์ปัญญาทั่วไป สูงและต่ำอยู่ระหว่าง 1.04 ถึง 4.26 ไมโครโวลต์ และกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงเชาวน์ปัญญาทั่วไป สูงและต่ำ 0.62 ถึง 6.69 ไมโครโวลต์ ตามลำดับ Higher Beta กลุ่มตัวอย่างเพศชายเชาวน์ปัญญาทั่วไป สูงและต่ำอยู่ระหว่าง 0.78 ถึง 1.67 ไมโครโวลต์ และกลุ่มตัวอย่างเพศหญิงเชาวน์ปัญญาทั่วไป สูงและต่ำ .43 ถึง 3.49 ไมโครโวลต์ ตามลำดับ ที่ตำแหน่ง AF3, F7, F3, FC5, P7, O1, O2, F8, FC6, F4 และ AF4 ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษา หลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์ สอดคล้องกับ Hillman (2009) ได้ศึกษาและทดสอบเกี่ยวกับผลสะท้อนของการออกกำลังกายที่มีต่อหน้าที่บริหารจัดการทางสติปัญญาระหว่างนักเรียนที่นั่งเฉย ๆ 30 นาทีกับนักเรียนที่เดินบนลู่วิ่ง 20 นาที ก่อนแล้วทำแบบทดสอบ พบว่า การสแกนสมองของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม กลุ่มที่เดินบนลู่วิ่ง แสดงปฏิกิริยา มากกว่ากลุ่มที่นั่งเฉย ๆ และสอดคล้องกับ Thitiphongtakan, Widjaja, Siripornpanich, and Ajjimaporn (2015) ว่าการเล่นออกกำลังกายทำให้กลุ่มทดสอบมีคลื่นเบต้าเพิ่มขึ้น และสอดคล้องกับ St-Louis-Deschênes, Moore, and Ellemberg (2015) ที่กล่าวว่า ผลของการออกกำลังกายอย่างเข้มข้นต่อกิจกรรมที่เกิดขึ้นเองในสมองในเด็กทำให้เกิดความสัมพันธ์ของ Spectral Power ใน คลื่น Alpha1 (8-10 Hz) ลดลงหลังออกกำลังกาย 10 ถึง 20 นาที และความสัมพันธ์นั้น Spectral Power ในคลื่น Alpha2 (10-12 Hz) เพิ่มขึ้นหลังออกกำลังกาย 20 และ 30 นาที

5. มีปฏิสัมพันธ์ของคลื่นไฟฟ้าสมองระหว่างเพศกับเชาวน์ปัญญาทั่วไป ต่อเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ขณะทำแบบทดสอบเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยคอมพิวเตอร์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาหลังการใช้โปรแกรมไอเพกส์พบว่า ช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้า Theta ความแตกต่างทางเพศไม่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ยกเว้น F7 ความแตกต่างของเชาวน์ปัญญาทั่วไป ไม่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ที่ตำแหน่ง AF3, FC5, AF4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้า Alpha ความแตกต่างทางเพศไม่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ความแตกต่างของเชาวน์ปัญญาทั่วไป ไม่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ที่ตำแหน่ง AF3, F3, FC5, AF4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้า Lower Beta ความแตกต่างทางเพศไม่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ความแตกต่างของเชาวน์ปัญญาทั่วไป ไม่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับเชาวน์ปัญญาทั่วไปต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ที่ตำแหน่ง AF3, FC5, AF4 อย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติที่ระดับ .05 ช่วงความถี่คลื่นไฟฟ้า Higher Beta ความแตกต่างทางเพศไม่มีผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ความแตกต่างของเชาวน์ปัญญาทั่วไป มีผลต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง บริเวณ AF3, AF4 และมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพศกับเชาวน์ปัญญาทั่วไป ต่อคลื่นไฟฟ้าสมอง ที่ตำแหน่ง AF3, F3, FC5, AF4 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับ Medina (2012, pp. 1-12) ว่า การออกกำลังกายเพิ่มประสิทธิภาพของสมองส่วนหน้าที่บริหารจัดการ (Executive Function Area) ซึ่งเป็นสมองในส่วนที่ทำให้เกิดความสนใจ ใส่ใจ การตัดสินใจ การแก้ปัญหา การวางแผนและการยับยั้งชั่งใจ และปรับปรุงสมองส่วนหน้าที่บริหารจัดการได้รับการให้ดีขึ้น นอกจากนี้ได้กล่าวล่าสุดถึงประโยชน์ของการออกกำลังกายว่า การออกกำลังกายระหว่าง 60-120 นาที ขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคล เพิ่มระดับของโดปามีน (Dopamine Levels) ที่สนับสนุนการเรียนรู้ราวประมาณ 2 ½ ชั่วโมง หลังจากนั้นระดับเซโรโทนิน (Serotonin Levels) จะสูงขึ้นซึ่งเซโรโทนินเป็นตัวควบคุมอารมณ์และพฤติกรรมของคน และจากการศึกษาอื่น ๆ ยังแสดงว่า การออกกำลังกายสนับสนุนสมองด้านการจัดการความจำอีกด้วย อย่างไรก็ตามยังมีการเปลี่ยนแปลงหลังจากนั้นอีก 3 ปี ซึ่งแนะนำว่า ชีวิตที่ ยืนยาวนั้นต้องการการออกกำลังกาย และการออกกำลังกายลดโรคที่เกี่ยวกับสมอง เช่น ความเครียด (Depression) ความจำเสื่อม (Alzheimer) และอาการทางจิต (Dementia)

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. จากผลการวิจัยที่ชี้ให้เห็นว่าการพัฒนาเชาว์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาด้วยโปรแกรมไอเพกส์ไม่เพียงแต่เป็นการเพิ่มสมรรถภาพทางกายแต่สามารถพัฒนาเชาว์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาได้ ซึ่งผลการวิจัยนี้จะช่วยกระตุ้นให้เห็นความสำคัญของการทำกิจกรรมที่ใช้ร่างกายในการแสดงออกถึงความรู้สึกและความคิด กิจกรรมการทรงตัว กิจกรรมพัฒนากล้ามเนื้อมัดเล็กและมัดใหญ่ กิจกรรมการประสานสัมพันธ์ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวร่างกายร่วมกัน โดยกิจกรรมเหล่านี้จะทำให้เกิดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา ซึ่งเป็นการสร้างสมรรถภาพที่ดีให้กับร่างกาย ดังนั้น ควรมีการรณรงค์ให้ผู้ดูแลเด็กในระดับประถมศึกษานำโปรแกรมไอเพกส์ไปใช้เพื่อพัฒนาเชาว์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวให้กับเด็ก

2. สถานศึกษาต่าง ๆ ในระดับประถมศึกษาควรให้ความสำคัญของการพัฒนาเชาว์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยโปรแกรมไอเพกส์ มีชั่วโมงการพัฒนาเชาว์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยโปรแกรมไอเพกส์เป็นประจำ เพราะการพัฒนาเชาว์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการทำงานของสมอง ซึ่งการวิจัยครั้งนี้พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงการส่งสัญญาณที่เปลือกสมองส่วนไรเอทัล และส่วนหน้า โดยเฉพาะสมองส่วนที่เกี่ยงข้องกับความสามารถทางปัญญาในด้านต่าง ๆ การพัฒนาเชาว์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้วยโปรแกรมไอเพกส์จึงเป็นวิธีหนึ่งที่จะช่วยเพิ่มศักยภาพในการเรียนรู้ได้

3. นักวิจัยและผู้ที่สนใจสามารถประยุกต์โปรแกรมไอเพกส์เพื่อพัฒนาเชาว์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาเพื่อศึกษาความสามารถทางสมองในด้านอื่น ๆ เช่น ด้านกราฟฟิกความสวยงาม การใช้ตัวการ์ตูนแทนคนแสดง การคิดท่าทางใหม่ ๆ เป็นต้น

ข้อเสนอแนะในการวิจัยต่อไป

1. การศึกษานี้เป็นการศึกษาเฉพาะในกลุ่มตัวอย่างนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และถนัดมือขวาควรมีการศึกษาในประชากรกลุ่มอื่น ๆ เพื่อเป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมไอเพกส์

2. การวิจัยนี้ กลุ่มตัวอย่างใช้เวลาในการฝึกกิจกรรม จำนวน 20 ครั้ง ๆ ละ 60 นาที และมีการวัดตัวแปรที่ศึกษา 2 ครั้ง คือ ก่อนและหลังการทดลอง ดังนั้นการออกแบบการวิจัยครั้งต่อไปอาจมีการวัดตัวแปรตามทุกครั้งหลังการทดลอง จำนวนครั้งการทดลอง และระยะเวลาของแต่ละช่วงกิจกรรมอาจปรับเปลี่ยนได้

3. กลุ่มตัวอย่าง อาจปรับเปลี่ยนได้ตามจุดประสงค์ของงานวิจัยครั้งต่อไป

4. การพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวมีความเกี่ยวข้องกับวิทยาศาสตร์การเคลื่อนไหว (Kinesiology) การเรียนรู้การเคลื่อนไหว (Motor Learning) และระบบประสาทยนต์ (Motor System) ดังนั้นยังมีสิ่งที่รอคอยการศึกษาค้นคว้าอีกมากมายต่อไป

บรรณานุกรม

กิจจา ถนอมสิงหะ และจินตนา สรายุทธพิทักษ์. (2560). การพัฒนารูปแบบกิจกรรมการออกกำลังกายโดยใช้ศิลปะมวยไทย เพื่อส่งเสริมคุณภาพชีวิตของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย. *วารสารครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 45*(1), 1-17.

กัญญภัค แมกกี้ และผจญ คำชูสังข์. (2560). ความหลากหลายทางเพศตามทัศนะทฤษฎีจิตวิทยาบุคลิกภาพและพุทธปรัชญาเถรวาท. *วารสารบัณฑิตศึกษาปริทรรศน์, 13(3)*, 121-133.

ชวนพบ เอี่ยวสานุรักษ์, จุลลดา จุลเสวก, ภูวดล บัวบางพลู และเจนจบ สุขแสงประสิทธ์. (2560). ความสัมพันธ์ระหว่างเพศ สาขาวิชา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและบุคลิกภาพ กับแบบการเรียนของนักศึกษาครู. *วารสารบัณฑิตศึกษา มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์, 11*(1), 33-43.

ดุลยา จิตตะยโศธร. (2551). บทบาททางเพศ: ในทัศนะของนักจิตวิทยา. *วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย, 28*(1), 195-208.

ทิพย์สุคนธ์ เพชรโอภาส และบุญชู บุญลิขิตศิริ. (2558). การออกแบบเกมการละเล่นพื้นบ้านไทยในรูปแบบสถานการณ์จาลองตามทฤษฎีเครื่องล่อใจ. *วารสารวิชาการศิลปะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร, 6*(2), 90-100.

ธงชัย จินาพันธ์, ดุสิต โพธิพันธุ์, ธวัชชัย ศรีพรงาม และณัฐพร พวงเกตุ. (2559). เทคนิคการวิเคราะห์และการสกัดลักษณะเด่นสัญญาณคลื่นไฟฟ้าสมองในย่านความถี่ Mu และ Beta Rhythm ด้วยโปรแกรม BCI2000. *วารสารวิจัยราชภัฏธนบุรี, 2*(2), 63-71.

ธงชัย จินาพันธ์ และสุชาดา กรเพชรปาณี. (2559). การประยุกต์การพิมพ์ภาษาไทยด้วยระบบลูกผสมคลื่นไฟฟ้าสมองและระบบติดตามดวงตา สำหรับผู้พิการทางการเคลื่อนไหว. *วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา*, *14*(2), 19-31.

ธัชกร โบว์แดง, เบญจวรรณ บุณยะประพันธ์ และราชันย์ บุญธิมา. (2558). การฝึกสมาธิแบบอานาปานสติที่มีผลต่อความเครียดในการทำ งานของพนักงานบัญชี. *วารสารวิชาการศิลปะศาสตร์ประยุกต์, 1*(2), 91-102.

ธันยชนก กวาวปญญา, ชมนาด วรรณพรศิริ และกาญจนา สุขแก่ว. (2553). ผลของโปรแกรมสร่างเสริมสมรรถนะแหงตนและคีตมวยไทยตอสมรรถภาพทางกายของทหารที่มีน้ำหนักเกินมาตรฐาน. *วารสารการพยาบาลและสุขภาพ, 4*(2), 58-71.

นันทนัช สงศิร, สุจินดา ย่องจีน และบัญญัติ ยงย่วน. (2560). ผลของกิจกรรมการละเล่นไทยที่มีต่อการพัฒนาสมรรถภาพ ทางกายของเด็กปฐมวัย. *วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี, 28*(1), 24-34.

บัญญพนต์ พูลสวัสดิ์ (2561). จำลองการปั่นจักรยานบนความจริงเสมือนด้วยอำดุยโน่ร่วมกับฐานข้อมูลเรียลไทม์. *Engineering Journal of Siam University, 19*(1), 50-59.

ปนิษฐา เรืองปัญญาวุฒิ. (2557). ผลของการจัดการเรียนรู้วิชาพลศึกษาโดยใช้เกมการละเล่นพื้นบ้านไทยที่มีต่อสุขสมรรถนะของนักเรียนประถมศึกษา. *OJED, 9*(2), 100-114.

ปัทมา เกิดกาญจน์, วรสิทธิ์ ศิริพรพาณิชย์, อมรพันธ์ อัจจิมาพร, ณัฏฐวี ศรีเกตุ, ภูดิส ศรีเกตุ และวารี วิดจายา (2560). ผลของการเล่นเกมแบบปฏิสัมพันธ์แบบฉับพลันต่อคลื่นไฟฟ้าสมองและเวลาปฏิกิริยาการตอบสนองในกลุ่มวัยรุ่นที่ออกกำลังกายเป็นประจำและไม่ค่อยออกกำลังกาย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา, 17*(2), 55-67.

ณัฏฐ์ศศิ ชูกิจรุ่งโรจน์ และดวงพร เบญจนราสุทธิ์. (2559). ผลการออกกำลังกายด้วยท่าฤๅษีดัดตนต่อความโค้ง และช่วงการเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังส่วนอกและเอว ในนักศึกษาหญิงระดับมหาวิทยาลัย. *วารสาร มฉก.วิชาการ, 19*(38), 21-34.

พงษ์ศักดิ์ ศรีสมทรัพย์ และวันชัย บุญรอด (2556). ผลของการฝึกกุศโลบาย ห้าขั้นตอนที่มีต่อคะแนนในการยิงธนู. *วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ, 14*(3),13-20.

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิตยสถาน พ.ศ. 2554. (2554). กรุงเทพมหานคร: นานมีบุ๊คพับลิเคชันส์; หน้า 215.

พรพิมล ศรีสุวรรณ, สุทธิลักษณ์ ตั้งกีรติชัย และนิรมล พัจนสุนทร. (2553). การเล่นเกมคอมพิวเตอร์ การทำหน้าที่ของครอบครัว และพฤติกรรมส่งเสริมสุขภาพของเด็กวัยเรียนในเขตเทศบาลนครขอนแก่น. *วารสารนครราชสีมาวิทยาลัย, 4*(2), 3-10.

พัชรีวรรณ แสงเรือง และรัตโนทัย พลับรู้การ. (2555). การศึกษาระดับสติปัญญาของเด็กวัยเรียนอายุ 10–12 ปี ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร. *กุมารเวชสาร, 19*(1), 31-39.

ภาณุรัชต์ บุญส่ง. (2560). การดำรงอยู่ของนาฏศิลป์ไทยในยุคประเทศไทย 4.0. *วารสารวิชาการนวัตกรรมสื่อสารสังคม, 5*(1), 107-116.

ภาริส วงศ์แพทย์, วันทนียา วัชรีอุดมกาล, ปราการเกียรติ ยังคง และศุภเชษฐ์ ปัญญา. (2557). ผลการศึกษานำร่องการใช้เกมคอมพิวเตอร์ และเซนเซอร์วัดแรง ในการช่วยฝึกการทรงตัวแบบพลวัต ของผู้ป่วยโรคหลอดเลือดสมอง. *เวชศาสตร์ฟื้นฟูสาร, 24*(2), 44-48.

ภูมินทร์ มีขันหมาก, เทเวศร์ พิริยะพฤนท์ และสมควร โพธิ์ทอง. (2553). ผลการจัดกิจกรรมนันทนาการที่เน้นการละเล่นของเด็กไทยที่มีต่อคุณค่าทาง วัฒนธรรม ของนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดดอน กรุงเทพมหานคร. *วารสารพฤติกรรมศาสตร์เพื่อการพัฒนา, 2*(1), 104-113.

มานพ นอบน้อม. (2556). การพัฒนาหลักสูตรฝึกอบรม เรื่อง กีฬามวยไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยปทุมธานี, 5*(1), 39-51.

มณฑิรา วิทยากิตติพงษ์. (2549).การตรวจคลื่นไฟฟ้าสมองในผู้ใหญ่: ความรู้พื้นฐานสำหรับพยาบาล. *สงขลานครินทร์เวชสาร, 24*(5), 445-452.

มลฤดี คทายเพ็ชร, นฤพนธ์ วงศ์จตุรภัทร และฉัตรกมล สิงห์น้อย. (2557). การเปรียบเทียบเจตคติการออกกำลังกายของผู้ที่ออกกำลังกาย ด้วยกิจกรรมแอโรบิคดานซ์กับกิจกรรมฮูลาฮูป. *วิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ, 15*(2), 38-47.

ลัดดา เหลืองรัตนมาศ และเสรี ชัดแช้ม. (2555). ผลของการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าที่มีต่อหน้าที่บริหารจัดการของสมองในวัยผู้ใหญ่ตอนต้น: การศึกษาคลื่นไฟฟ้าสมองที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์. *วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา*, *10*(2), 17-34.

วารี วิดจายา, ปัทชา กระแสร์เสียง, ศจีรา คุปพิทยานันท์ และณัฐวุฒิ ธาน. (2554). ผลของการฝึกไหว้ครูรำมวยไทยและโยคะต่อสมรรถภาพทางกาย. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา, 11*(2), 106-130.

วีระวัฒน์ พันธ์ครุฑ. (2559). ชีวิตเนือยนิ่ง (Sedentary life). *นิตยสารหมอชาวบ้าน*, *450*(1), 1-3.

สุธาศินี เวชพราหมณ์ มยุรี ศุภวิบูลย์ และพิชิต เมืองนาโพธิ. (2555). ผลของการฝึกสมาธิแบบอานาปานสติและการจินตภาพที่มีผลต่อ ความสามารถในการยิงประตูโทษบาสเกตบอล. *วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ, 13*(3), 21-29.

สนธยา สีละมาด. (2557). *กิจกรรมทางกายเพื่อสุขภาพ.* กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สรวงสุดา มูลมา, รังสรรค์ สิงหเลิศ, ประวิทย์ สิมมาทัน และมโนรี อดทน. (2012). การศึกษาความสามารถในการใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่โดยใช้กิจกรรมการละเล่นพื้นบ้านของนักเรียนบกพร่องทางสติปัญญาระดับปฐมวัย. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2*(2), 143-150.

สโรชา สุทธิจิต และสุจิตรา สุคนธทรัพย์. (2552). ผลการออกกำลังกายท่าฤๅษีดัดตนที่มีต่อความอ่อนตัวและการทรงตัวของผู้สูงอายุ. *วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ, 10*(1), 1-10.

สุทธิพงศ์ ภูเก้าแก้ว และดวงไกร ทวีสุข. (2560). ผลการฝึกกายบริหารด้วยแม่ไม้มวยไทยและลูกไม้มวยไทยที่มีต่อสมรรถภาพทางกาย ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2. *วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์, 36*(5), 175-181.

สุพัตรา ตาลดี และสถาพร ขันโต. (2009). การศึกษาความสามารถทางพหุปัญญาของเด็กปฐมวัยโดยใช้กิจกรรมการละเล่นพื้นบ้าน. *วารสารศึกษาศาสตร์ ฉบับวิจัยบัณฑิตศึกษา*, 3(1), 1-5.

เสาวนีย์ ชูจันทร์, วนลดา ทองใบ และจีราภรณ์ กรรมบุตร. (2559). ผลของโปรแกรมส่งเสริมการของเด็กวัยเรียนตอนปลายที่มีภาวะน้ำหนักเกิน. *วารสารวิทยาลัยพยาบาลบรมราชชนนี กรุงเทพมหานคร, 32*(1), 31-43.

อานันท์ รุ่งเรือง และถนอมวงศ์ กฤษณ์เพ็ชร์. (2557). ผลของการฝึกออกกำลังกายด้วยการรำมวยไทยที่มีต่อสุขสมรรถนะและการทรงตัวของผู้สูงอายุ. *วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ*, *15*(3), 61-74.

อาพรรณชนิต ศิริแพทย์. (2557). การจินตภาพทางการกีฬาแบบเพ็ทเลป (PETTLEP). *วารสารวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ*, *15*(3), 1-12.

อภิลักษณ์ เทียนทอง และสุพัชรินทร์ ปานอุทัย. (2556). องค์ประกอบความสามารถของนักกอล์ฟเยาวชนสมัครเล่น: ความสัมพันธ์ระหว่างแต้มต่อทักษะกีฬา สมรรถภาพทางกาย และสมรรถภาพทางจิต. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการกีฬา, 13*(2), 31-43.

Agarwal, S. (2017). A Comparative Study of Multiple Intelligence Among Male and Female Students of Class XI. *International Journal of Advanced Research in Education & Technology (IJARET), 4*(1), 82-85.

Ahamed, Y., MacDonald, H., Reed, K., Naylor, P. J., Liu-Ambrose, T., & McKay, H.. (2007). School-based physical activity does not compromise children's academic performance. *Medicine Science Sports Exercise, 39*(2), 371-376.

AjZen, I. (2001). Nature and operation of attitudes. *Ann Rev Psychol, 52*(1), 27-58.

Aleksić, A., & Ivanović, M. (2017). Early Adolescent Gender and Multiple Intelligences Profiles asPredictors of Digital Gameplay Preferences. *Croatian Journal of Education, 19*(3), 697-727.

Armstrong, T. (2018). *Multiple Intelligences in the Classroom (4th ed.)*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.

Badcock, N. A., Preece, K. A., Wit, B. D., Glenn, K., Fieder, N., Thie, J., & McArthur, G. (2015). Validation of the Emotiv EPOC EEG system for research quality auditory event-related potentials in children. *PeerJ. 3*(1), 10-15.

Barkman, J., Pfeiffer, K., Diltz, A., & Peng, W. (2016). Examining Energy Expenditure in Youth Using XBOX Kinect: Differences by Player Mode. *Journal of Physical Activity and Health, 13*(1), 41-43.

Biddiss, E., & Irwin, J. (2010). Active Video Games to Promote Physical Activity in Children and Youth. *Arch Pediatr Adolesc Med, 164*(7), 664-672.

Bilir, F. P., & Sirin, Y. (2017). Analysis of Bridge Player Profiles According to Their Intelligence Areas. *Journal of Education and Training Studies, 5*(9), 100-108.

Birbaumer, N. (2006). Breaking the silence: brain-computer interfaces (BCI) for communication and motor control. *Psychophysiology, 43*(6), 517-732.

Blaydes-Madigan, J. (2012). Does Exercise Make You Smarter?. *Active & Healthy Magazine, 19*(4), 4-9.

Bordelon, D. E., & Banbury, M. M. (2016). Pursuing the Parametor: Validating the Multiple Intelligences Inventory for teachers. *Assessment for effective Interventory, 30*(3), 33-51.

Brodmann, K. (1909). *Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde*. Leipzig: Johann Ambrosius Barth.

Budde, H., Voelcker-Rehage, C., Pietraβyk-Kendziorraa, S., Ribeiroc, P., & Tidow, G. (2008). Acute coordinative exercise improves attentional performance in Adolescents. *Neuroscience Letters, 441*, 219–223.

Bumgarner, M. R., & Senchina, D. S. (2013). Physiological, psychological, and Performance differences between Wii fitness gaming and traditional gym Exercises. *International Journal of Undergraduate Research and Creative Activities*, *5*(1), 1-9.

Buneo, C. A., & Andersen, R. A. (2005). The posterior parietal cortex: Sensorimotor interface for the planning and online control of visually guided movements. *Neuropsychologi*a, *44*, 2594–2606.

Cacioppo, J. T., Tassinary, L. G., & Berntson, G. G. (2007). *Handbook of Psychophysiology, Third Edition*. Lodon, Cambridge University Press.

Campos, C. M., & Fernandez, H. D. (2016). The Benefits of Active Video Games for Educational and Physical Activity Approaches: A Systematic Review. *New Approaches in Educational Research*, *5*(2), 115-122.

Carlson, S. A., Fulton, J. E., Lee, S. M., Maynard, L. M., Brown, D. R., & Dietz, W. H. (2008). Physical education and academic achievement in elementary school: data from the early childhood longitudinal study. *Am J Public Health, 98*(4), 721-727.

Chatterjee, S., Dey, S., & Adhikary, S. R. (2014). A Comparative Study on Balance and Flexibility between Dancer and Non-Dancer Girls. *IOSR Journal of Sports and Physical Education, 1*(5), 36-40.

Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences, 2nd Edition.* Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum.

Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education (6th ed.)*. London: Routledge Falmer.

Currie, J., Ramsbottom, R., Ludlow, H., Nevill, A., & Gilder, M. (2008). Cardio-respiratory fitness, habitual physical activity and serum brain derived neurotrophic factor (BDNF) in men and women. *Neuroscience Letter, 451*(2), 152-155.

Damian, M., Oltean, A., & Damian, C. (2018). The Impact of Sedentary Behavior on Health and the Need for Physical Activity in Children and Adolescents. *Revista Romaneasca pentru Educatie Multidimensionala, 10*(1), 71-83.

Dunstan, D. W., Barr, E. L. M., Healy, G. N., Salmon, J., Shaw, J. E., Balkau, B., Magliano, D. J., Cameron, A. J., Zimmet, P. Z., & Owen, N. (2010). In Television Viewing and Mortality. *The AusDiab Study Circulation, 121*(1), 384-391.

Dzib, R. R., Martínez, J. L., Pech, V. C., & Castro, E. L.(2016). Serious Game to Combat Childhood Obesity Using Kinect. *International Journal of Computer Science Issues, 13*(6), 136-141.

Ebadi, M., & Tabe, H. (2015). The study of relationship between bodily- kinesthetic intelligence and entrepreneurship of sports managers in Azarbayejan. *International Journal of Sport Studies, 5*(2), 220-224.

Edmonds, W. A., & Kennedy, T. D. (2017) *An applied guide to research designs: quantitative, qualitative, and mixed methods* (2nd ed.). Los Angeles: SAGE.

Ehsani, F., Abdollahi, I., Ali, M., Bandpei, M., Zahiri, N., & Jaberzadeh, S. (2015). Motor Learning and Movement Performance: Older versus Younger Adults. *Basic and clinical Neuroscience, 6*(4), 231-238.

Ermutlu, N., Yu cesir, I., Eskikurt, G., Temel, T., Isoglu-Alkac, U. (2014). Brain electrical activities of dancers and fast ball sports athletes are different. *Cogn Neurodyn, 9*(2), 257–263

Foley, L., & Maddison, R. (2010). Use of Active Video Games to Increase Physical Activity in Children: A (Virtual) Reality?. *Pediatric Exercise Science, 22*(1), 7-20.

Fred, L., & Melody, L. (2014). Applying Multiple Intelligences in the Classroom: A Fresh Look at Teaching Writing. *International Journal of Scholarly Academic Intellectual Diversity. 16*(1)*,* 1-5.

Gao, Z., Huang, C., Liu, T., & Xiong, W. (2012). Impact of interactive dance games on urban children's physical activity correlates and behavior. *Journal of Exercise Science & Fitness, 10*(2), 107-112.

Gao, Z., Zhang, T., & Stodden, D. (2013). Children's physical activity levels and psychological correlates in interactive dance versus aerobic dance. *Journal of Exercise Science & Fitness, 2*(3), 146-151.

Gao, Z., Pope, Z., Lee, J. E., Stodden, D., Roncesvalles, N., Pasco, D., Huang, C., & Feng, D. (2017). Impact of exergaming on young children's school day energy expenditure and moderate-to-vigorous physical activity levels. *Journal of Exercise Science & Fitness, 6*(1), 6-11.

Gardner, H. (1983). *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. New York: Basics Books.

Gardner, H. (2011). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. New York: Basic Books.

George, A. M., Rohr, L. E., & Byrne, J. (2016). Impact of Nintendo Wii Games on Physical Literacy in Children: Motor Skills, Physical Fitness, Activity Behaviors, and Knowledge. *Sports, 4*(3), 1-10.

Gomez-Gil, J., San-Jose-Gonzalez, I., Nicolas-Alonso, L. F., & Alonso-Garcia, S. (2011). Steering a Tractor by Means of an EMG-Based Human-Machine Interface. *Sensors, 11*(1), 7110-7126

Hajhashemi, K., Caltabiano, N., Anderson, N., & Tabibzadeh, S. A. (2018). Multiple Intelligences, Motivations and Learning Experience Regarding Video-Assisted Subjects in a Rural University. *International Journal of Instruction January 2018, 11*(1), 167-182.

Hamid, A., Rahim, M., Seyedeh, S. D., & Maryam, D. (2016). The blood levels of Serotonin and Dopamine and Physical fitness factors in active and inactive men addicted to opium during rehabilitation. *Physical Activity Review, 4*(1), 1-8.

Hannaford, C. (2005). *Under the title Smart Moves, Why Learning is not All Your Head*. Utah: Salt Lake City.

Haskell, W. L., Lee, I. M., Pate, R. R., & Powell, K. E. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med Sci Sports Exerc, 39*(8), 1423-34.

Heindorf, M., Arber, S., & Keller, G. B. (2018). Mouse Motor Cortex Coordinates the Behavioral Response to Unpredicted Sensory Feedback. *Neuron, 99*(5), 1040-1054.

Heuvel, V. D., Kahn, R. S., Goni, J., & Sporns, O. (2012). High-cost, high-capacity backbone for global brain Communication. *Proceeding of the National Academic of Science of the United State of America, 109*(28), 11372–11377.

Hillman, C. H., Buck, S. M., Themanson, J. R., Pontifex, M. B., & Castelli, D. M. (2009). Aerobic Fitness and Cognitive Development: Event-Related Brain Potential and Task Performance Indices of Executive Control in Preadolescent Children. *Developmental Psychology Journal, 45*(1), 114-129.

Hofmann, S. G., Sawyer, A. T., Witt, A. A., & Oh, D. (2010). The effect of mindfulness-based therapy on anxiety and depression: A meta-analytic review. *Journal of Consulting and Clinical Psychology, 78*(2), 169-183.

Huang, D., Qian, K., Oxenham, S., Fei, D., & Bai, O. (2011). Event-related desynchronization/ synchronization-based brain-computer interface towards volitional cursor control in a 2D center-out paradigm. *IEEE, 11*(1), 151-158.

Jensen, E. (2009). *Teaching with the Brain In Mind*. Alexandria, Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development.

Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Siegelbaum, S. A., & Hudspeth, A. J. (2013). *Principles of neural science*. New York: McGraw-Hill.

Kaur, M. (2014). Gender Differences in Multiple Intelligences with Respect to Grade Level. *American International Journal of Research in Humanities, Arts and Social Sciences*, *1*(1), 2328-3734.

Kellar, S. P., & Kelvin, E. A. (2013*). Munro's statistical methods for health care research (6th ed.)*. Philadelphia, Pennsylvania: Lippincott Williams & Wilkins.

Keogh, J., Kilding, A., Pidgeon, P., Ashley, L., & Gillis, D. (2009). Physical Benefits of Dancing for Healthy Older Adults: A Review. *Journal of Aging and Physical Activity, 17*, 479-500.

Kimura, K., & Hozumi, N. (2012). Investigating the acute effect of an aerobic dance Exercise program on neuro-cognitive function in the elderly. *Psychology of Sport and Exercise, 13*(1), 623-629.

Kivunja, C. (2015). Creative Engagement of Digital Learners with Gardner's Bodily-Kinesthetic Intelligence to Enhance Their Critical Thinking. *Creative Education, 6*(1), 612-622.

Knudson, D. (2007). *Fundamentals of Biomechanics (2nd ed.)*. California: Springer.

Lee, T. C., Lin, Y. S., Chiang, C. H., & Wu, M. H. (2013). Dance/movement therapy for children suffering from earthquake trauma in Taiwan: A preliminary exploration. *The Arts in Psychotherapy, 40*(1), 151–157.

Lemm, S., Muller, K. R., & Curio, G. (2009). A generalized framework for quantifying the dynamics of EEG event-related desynchronization. *PLoS Computational Biology, 5*(8), 1-10.

McFarland, D. J., Krusienski, D. J., & Wolpaw, J. R. (2006). Brain-computer interface signal processing at the Wadsworth Center: mu and sensorimotor beta rhythms. *Progress in Brain Research, 159*(1), 410-419.

Maftoon, P., & Sarem, S. N. (2012). The Realization of Gardner's Multiple Intelligences (MI) Theory in Second Language Acquisition (SLA). *Journal of Language Teaching and Research, 3*(6), 1233-1241.

Marmeleira, J. (2013). An examination of the mechanisms underlying the effects of physical activity on brain and cognition. *European Review of Aging and Physical Activity October 2013, 10*(2), 83–94

Martin, A. (2007). The representation of object concepts in the brain. *Annual Review of Psychology*, *1*(58), 25–45.

McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2014). *Research in education: evidence-based inquiry*. Harlow, England: Pearson cop.

Medina, (2012). *Brain Rules*. Washington, Seattle: Pear Press.

Mina, M., & Dusan, R. (2017). Level in which students prefer different types of Gardner'multiple intelligence. *Journal of Educational and Instructional Studies in the World, 7*(2), 55-64.

Mongkol, S., Pongsuwan, P., Methanon, P., Numhom, R, Thapa, T., & Putthipiriya, S. (2013). The effect of exercise with dance game of Nintendo Wii toward body mass index and cardiovascular system in obese women. *Bull Chiangmai Assoc Med Sci, 46*(2), 122-30.

Nacy, S. M., Kbah, S. N., Jafer, H. A., & Shaalan, I. (2016). Controlling a Servo Motor Using EEG Signals from the Primary Motor Cortex. *American Journal of Biomedical Engineering, 6*(5), 139-146.

Nathan, D., Huynh, D. Q., Rubenson, J., & Rosenberg, M. (2015). Estimating Physical Activity Energy Expenditure with the Kinect Sensor in an Exergaming Environment. *Public Library of Science*, *10*(5), 1-22.

Oldfield, R. C. (1971). The Assessment And Analysis Of Handedness: The Edinburgh Inventory. *Neuropsychologia*, *9*(1), 97-113.

Owen, N., Sparling, P. B., Healy, G. N, Dunstan, D. W., & Matthews, C. E. (2010). Sedentary Behavior: Emerging Evidence for a New Health Risk. *Mayo Clinic Processing, 85*(12), 1138–1141.

Paszkiel, S. (2016). Control Based on Brain-Computer Interface Technology for Video-Gaming with Virtual Reality Techniques. *Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems, 10*(4), 3-7.

Perez, M. R., Nieto, P., Otero, R., Amengual, A., & Manzano, A. N. (2014). Relationships among multiple intelligences, motor performance and academic achievement in secondary school children. *International Journal of Academic Research Part B, 6*(6), 69-76.

Pierce, L. (2014). The integrative power of dance/movement therapy: Implications for the treatment of dissociation and developmental trauma. *The Arts in Psychotherapy, 41*(1), 7–15.

Polit, D. F., & Beck, C. T. (2006). The content validity index: Are you sure you know what's being reported? Critique and recommendations [Electronic version]. *Research in Nursing & Health, 29*(1), 489-497.

Punia, V., & Jyoti, J. (2016). Effect of Gender on Underlying Factors of Multiple Intelligence among School Going Children. *International Conference on Recent Innovation in Science, Management, Education and Technology, 16*(1), 815-822.

Ramadan, R. A., Refat, S., Elshahed, M. A., & Ali, R. A. (2015). *Basics of Brain Computer Interface. In Brain-Computer Interfaces (pp. 31-50)*. Springer International Publishing.

Robinson, P., Oades, L. G., & Caputi, P. (2015). Conceptualising and measuring mental fitness: A Delphi study. *International Journal of Wellbeing, 5*(1), 53-73.

Salonini, E., Gambazza, S., Meneghelli, I., Tridello, G., Sanguanini, M., Cazzarolli, C., Zanini, A., & Assael, M. (2015). Active Video Game Playing in Children and Adolescents With Cystic Fibrosis: Exercise or Just Fun?. *Respiratory Care, 60*(8), 1172-1179.

Schwiegerling, J. (2004). *Field guide to visual and ophthalmic optics*. Washington: SPIE Bellingham.

Seidler, R. D. (2011). Neural Correlates of Motor Learning, Transfer of Learning, and Learning to Learn. *Exerc Sport Sci Rev, 38*(1), 3–9.

Senel, E., & Yıldız, M. (2016). The Investigation of Bodily-Kinesthetic Intelligence and Sports personship Orientation of Students in School of Physical Education and Sport. *International Refereed Academic Journal of Sports, Health and Medical Sciences, 19*(1), 53-61

Sener, S., & Cokcaliskan, A. (2018). An Investigation between Multiple Intelligences and Learning Styles. *Journal of Education and Training Studies, 6*(2), 125-132.

Shearer, C. B. (1994). *The MIDAS: Professional manual*. Kentucky, Ohio: MI Research and Consulting.

Shearer, C. B., & Karanian, J. M. (2017). The neuroscience of intelligence: Empirical support for the theory of multiple intelligences?. *Trends in Neuroscience and Education, 6*(1), 211–223.

Shewmake, C. J., Merrie, M. D., & Calleja, p. (2015). Xbox Kinect Gaming Systems as a Supplemental Tool Within a Physical Education Setting: Third and Fourth Grade Students' Perspectives. *The Physical Educator, 72*(1), 142–152.

Sporis, G., Badric, M., Prskalo, I., & Bonacin, D. (2013). Kinesiology-Systematic review. *Sport Science, 1*(6), 7-23.

Sporns, O. (2013). Structure and function of complex brain network. *Dialoques In Clinical Neuroscience, 15*(3), 247-262.

Stanmore, E., Stubbs, B., Vancampfort, D., Bruin, E. D., & Firth, J. (2017). The effect of active video games on cognitive functioning in clinical and non-clinical populations: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews, 78*(1), 34–43.

St-Louis-Deschênes, M., Moore, R. D., & Ellemberg, D. (2015). The Effect of Acute Aerobic Exercise on Spontaneous Brain Activity in Children. *Pediat Therapeut, 5*(1), 1-4.

Sullivan, K. j., Kantak, S. S., Burtner, P. A. (2008). Motor Learning in Children: Feedback Effects on Skill Acquisition. *Physical Therapy, 88*(6), 720-732.

Sun, H. (2013). Impact of exergames on physical activity and motivation in Elementary school students: A follow-up study. *Journal of Sport Health Science, 2*(1), 138-145.

Tanaka, C., Reilly, J. J., Tanaka, M., & Tanaka, S. (2018). Changes in Weight, Sedentary Behaviour and Physical Activity during the School Year and Summer Vacation. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 15*(5), 1-19.

Thitiphongtakan, S., Widjaja, W., Siripornpanich, V., & Ajjimaporn, A. (2015). The Acute Effects of Exergame on Brain Funtions in Elderly. *Journal of Sports Science and Technology, 15*(1), 131-140.

Triana, D. D. (2017). Smart kinesthetic measurement model in dance composition. *Journal of Arts Research and Education, 17*(1), 58-67.

Tsai, & Min-Ying. (2016). Research on Multiple Intelligences of Junior High School Students with Different Background Variables. *Journal of Modern Education Review*, 6(1), 10–18.

Tsiaparas, N. N. (2006). *Wavelet Analysis in Coherence Estimation of Electroencephalographic Signals in Children for the Detection of Dyslexia – related Abnormalities*. Athens: University of Patras.

Uzho, S. A., & Salame, P. M., (2016). *Use of Bodily-Kinesthetic Intelligence Theory to Improve the Creative Learning of the English Language in Students of 1st EGB at Unidad Educative Bilingual Institution Particular Abdon Calderon*. Guayaquil-Ecuador: United Educative institute Particular Bilingual Abdon Calderon.

World Health Organization. (2017). *Draft WHO global action plan on physical activity 2018 – 2030*. Retrieved from http://www.who.int/ncds/governance/gappa_version_4 August 2017.pdf.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

เครื่องมือคัดกรองนักเรียนเข้ากลุ่มทดลอง

ก 1. แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล

ก 2. แบบคัดกรองภาวะซึมเศร้า

ก 3. แบบสำรวจความถนัดในการใช้มือของเอดินเบอร์ก

ก 4. การประเมินการมองเห็นระยะใกล้โดยเจเกอร์ชารต์

ก 5. แผ่นทดสอบตาบอดสีชนิดตัวเลข

ก 6. แบบวัดเชาวน์ปัญญาทั่วไป

ก 1. แบบสอบถามข้อมูลส่วนบุคคล

คำชี้แจง ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย √ หน้าข้อความ และกรอกข้อมูลในช่องว่างที่ตรงตามความเป็นจริงเกี่ยวกับตัวนักเรียน

1. เพศ

   ☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ.....ปี (เศษของปี เกิน 6 เดือน นับเป็นอีก 1 ปี)

3. ความถนัดในการใช้มือ

   ☐ ถนัดมือขวา ☐ ถนัดมือซ้าย ☐ ถนัดทั้งสองมือ

4. การรับประทานอาหารหลักในแต่ละวัน

   ☐ ครบ 3 มื้อ ☐ ไม่ครบ 3 มื้อ (ไม่รับประทานมื้อ.....)

5. โรคประจำตัว

   ☐ ไม่มี ☐ มี โปรดระบุโรค.....

6. การเคยได้รับบาดเจ็บที่สมองหรือผ่าตัดสมอง

   ☐ ไม่เคย ☐ เคย

7. การรับประทานยาหรือผลิตภัณฑ์อาหารเสริม

   ☐ เคย ☐ นาน ๆ ครั้ง (โปรดระบุชนิด.....)

   ☐ เป็นประจำทุกวัน (โปรดระบุชนิด.....

8. การมองเห็น ☐ ปกติ ☐ ต้องใส่แว่นสายตาช่วย

9. การเป็นโรคเกี่ยวกับกล้ามเนื้อตา หรือเคยได้รับการผ่าตัดกล้ามเนื้อตา

   ☐ ไม่เคย ☐ เคย

10. การนอนหลับวันละ.....ชั่วโมง

11. การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์

   ☐ ไม่เป็น ☐ เป็น

12. การเล่นเกมในคอมพิวเตอร์ หรือโทรศัพท์มือถือ

   ☐ ทุกวัน ☐ 3-5 วันต่อสัปดาห์

   ☐ 1 วันต่อสัปดาห์ ☐ ไม่เคยเล่นเลย

ก 2. แบบคัดกรองภาวะซึมเศร้าในเด็ก CDI (Childhood Depressive Inventory)

ศาสตราจารย์อุมาพร ตรังคสมบติ
ภาควิชาจิตเวชศาสตร์ คณะแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชื่อ/นามสกุล..... เพศ..... อายุ ..... ปี วันที่ประเมิน .....

คำชี้แจง เลือกประโยคที่ตรงกับความรู้สึก หรือความคิดของท่านมากที่สุด ในระยะ 2 สัปดาห์ที่ผ่านมา โดยทำเครื่องหมาย X ลงในช่อง ( )

ข้อ	รายการคำถาม (นักเรียนตอบ)	คะแนน (ครูกรอก)
1)	(ก) ฉันรู้สึกเศร้านาน ๆ ครั้ง (ข) ฉันรู้สึกเศร้าบ่อยครั้ง (ค) ฉันรู้สึกเศร้าตลอดเวลา	
2)	(ก) อะไร ๆ ก็มีอุปสรรคไปเสียหมด (ข) ฉันไม่แน่ใจว่าสิ่งต่าง ๆ จะเป็นไปด้วยดี (ค) สิ่งต่าง ๆ จะเป็นไปด้วยดีสำ หรับฉัน	
3)	(ก) ฉันทำอะไร ๆ ได้ค่อนข้างดี (ข) ฉันทำผิดพลาดหลายอย่าง (ค) ฉันทำอะไรผิดพลาดไปหมด	
4)	(ก) ฉันรู้สึกสนุกกับหลายสิ่งหลายอย่าง (ข) ฉันรู้สึกสนุกเฉพาะกับบางสิ่งบางอย่าง (ค) ไม่มีอะไรสนุกสนานเลยสำ หรับฉัน	
5)	(ก) ฉันทำตัวไม่ดีเสมอ (ข) ฉันทำตัวไม่ดีบ่อยครั้ง (ค) ฉันทำตัวไม่ดีนาน ๆ ที	
6)	(ก) นาน ๆ ครั้งฉันจะคิดถึงสิ่งไม่ดีที่อาจเกิดขึ้นกับฉัน (ข) ฉันวิตกว่าจะมีสิ่งไม่ดีเกิดขึ้นกับฉัน (ค) จะต้องมีสิ่งเลวร้ายเกิดขึ้นกับฉันแน่ ๆ	

ข้อ	รายการคำถาม (นักเรียนตอบ)	คะแนน (ครูกรอก)
7)	(ก) ฉันเกลียดตัวเอง (ข) ฉันไม่ชอบตัวเอง (ค) ฉันชอบตัวเอง	
8)	(ก) สิ่งเลวร้ายทั้งหมดที่เกิดขึ้นเป็นความผิดของฉัน (ข) สิ่งเลวร้ายหลายสิ่งที่เกิดขึ้นเป็นความผิดของฉัน (ค) สิ่งเลวร้ายที่เกิดขึ้นมักไม่ใช่ความผิดของฉัน	
9)	(ก) ฉันรู้สึกอยากร้องไห้ทุกวัน (ข) ฉันไม่คิดจะฆ่าตัวตาย (ค) ฉันต้องการฆ่าตัวตาย	
10)	(ก) ฉันรู้สึกอยากร้องไห้ทุกวัน (ข) ฉันรู้สึกอยากร้องไห้บ่อยครั้ง (ค) ฉันรู้สึกอยากร้องไห้นาน ๆ ครั้ง	
11)	(ก) ฉันรู้สึกหงุดหงิดใจตลอดเวลา (ข) ฉันรู้สึกหงุดหงิดใจบ่อยครั้ง (ค) ฉันรู้สึกหงุดหงิดใจนาน ๆ ที	
12)	(ก) ฉันชอบอยู่กับคนอื่น (ข) ฉันไม่ค่อยชอบอยู่กับคนอื่น (ค) ฉันไม่ต้องการอยู่กับใครเลย	
13)	(ก) ฉันไม่สามารถตัดสินใจอะไรต่าง ๆ ด้วยตนเอง (ข) ฉันตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ ได้ลำ บาก (ค) ฉันตัดสินใจเรื่องต่าง ๆ ได้ง่าย	
14)	(ก) ฉันเป็นคนหน้าตาดี (ข) ฉันเป็นคนหน้าตาไม่ค่อยดี (ค) ฉันเป็นคนหน้าตาน่าเกลียด	
15)	(ก) ฉันต้องใช้ความพยายามอย่างหนักทุกครั้งที่ทำการบ้าน (ข) ฉันต้องใช้ความพยายามอย่างหนักบ่อยครั้ง (ค) การทำการบ้านไม่ใช่ปัญหาใหญ่สำ หรับฉัน เวลาทำการบ้าน	

ข้อ	รายการคำถาม (นักเรียนตอบ)	คะแนน (ครูกรอก)
16)	(ก) ฉันนอนไม่หลับทุกคืน (ข) ฉันนอนไม่หลับหลายคืน (ค) ฉันนอนหลับสบาย	
17)	(ก) ฉันรู้สึกเหนื่อย นาน ๆ ครั้ง (ข) ฉันรู้สึกเหนื่อย บ่อยครั้ง (ค) ฉันรู้สึกเหนื่อย ตลอดเวลา	
18)	(ก) มีหลายวันที่ฉันไม่รู้สึกอยากกินอาหาร (ข) มีบางวันที่ฉันไม่รู้สึกอยากกินอาหาร (ค) ฉันกินอาหารได้ดี	
19)	(ก) ฉันไม่กังวลกับการเจ็บป่วย (ข) ฉันกังวลกับการเจ็บป่วยบ่อยครั้ง (ค) ฉันกังวลกับการเจ็บป่วยตลอดเวลา	
20)	(ก) ฉันไม่รู้สึกเหงา (ข) ฉันรู้สึกเหงาบ่อยครั้ง (ค) ฉันรู้สึกเหงาตลอดเวลา	
21)	(ก) ฉันไม่รู้สึกสนุกเลย เวลาอยู่ที่โรงเรียน (ข) ฉันรู้สึกสนุกนาน ๆ ครั้ง เวลาอยู่ที่โรงเรียน (ค) ฉันรู้สึกสนุกบ่อยครั้ง เวลาอยู่ที่โรงเรียน	
22)	(ก) ฉันมีเพื่อนมาก (ข) ฉันมีเพื่อนไม่กี่คน และอยากมีมากกว่านี้ (ค) ฉันไม่มีเพื่อนเลย	
23)	(ก) การเรียนของฉัน อยู่ในขั้นใช้ได้ดี (ข) การเรียนของฉัน ไม่ค่อยดีเหมือนเมื่อก่อน (ค) การเรียนของฉัน แย่ลงมาก	

ข้อ	รายการคำถาม (นักเรียนตอบ)	คะแนน (ครูกรอก)
24)	(ก) ฉันทำอะไรไม่ดีเท่าคนอื่น (ข) ฉันคงทำอะไรได้ดีเท่าคนอื่นถ้าฉันพยายาม (ค) ฉันทำ ได้ดีพอ ๆ กับคนอื่นอยู่แล้ว ในขณะนี้	
25)	(ก) ไม่มีใครรักฉันจริง (ข) ฉันไม่แน่ใจว่ามีใครรักฉันหรือเปล่า (ค) ฉันรู้สึกว่ามีคนรักฉัน	
26)	(ก) ฉันทำตามคำสั่งที่ได้รับเสมอ (ข) ฉันไม่ทำตามคำสั่งบ่อยครั้ง (ค) ฉันไม่เคยทำตามคำสั่งเลย	
27)	(ก) ฉันเข้ากับคนอื่นได้ดี (ข) ฉันทะเลาะกับคนอื่นบ่อยครั้ง (ค) ฉันทะเลาะกับคนอื่นตลอดเวลา	
รวมคะแนนกลุ่มที่ 1 ได้แก่ ข้อ 1, 3, 4, 6, 9, 12, 14, 17, 19, 20, 22, 23, 26, 27		
รวมคะแนนกลุ่มที่ 2 ได้แก่ ข้อ 2, 5, 7, 8, 11, 13, 15, 16, 18, 21, 24, 25		

การแปลผล

การแปลผลแต่ละตัวเลือกจะมีคะแนนความรุนแรงของอาการ ดังนี้

คะแนน 0 หมายถึง ไม่มีอาการเศร้าเลย หรือมีน้อย

คะแนน 1 หมายถึง มีอาการบ่อย

คะแนน 2 หมายถึง มีอาการตลอดเวลา

การให้คะแนนและการแปลผล แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 ได้แก่ ข้อ 1, 3, 4, 6, 9, 12, 14, 17, 19, 20, 22, 23, 26, 27 แต่ละข้อให้คะแนน ดังนี้

(ก) ให้ 0 คะแนน (ข) ให้ 1 คะแนน (ค) ให้ 2 คะแนน

กลุ่มที่ 2 ได้แก่ ข้อ 2, 5, 7, 8, 11, 13, 15, 16, 18, 21, 24, 25 แต่ละข้อให้คะแนน ดังนี้

(ก) ให้ 2 คะแนน (ข) ให้ 1 คะแนน (ค) ให้ 0 คะแนน

คะแนนรวม มีได้ตั้งแต่ 0 ถึง 54 ผู้ที่ได้คะแนนรวมสูงกว่า 15 คะแนนขึ้นไป จากการคัดกรองถือว่ามีภาวะซึมเศร้า ที่มีนัยสำคัญทางคลินิก

ก 3. แบบสำรวจความถนัดในการใช้มือของเอดินเบอร์ก
(Edinburgh Handedness Inventory)

ชื่อ-สกุล (เด็กชาย/เด็กหญิง.).....อายุ.....ปี

คำชี้แจง กรุณาทำเครื่องหมาย X ลงในช่องที่ตรงกับการใช้มือของนักเรียนในกิจกรรมต่อไปนี้

ข้อ	กิจกรรม	มือข้างที่ใช้ทำกิจกรรม				
		ใช้มือขวาเป็นประจำ	ใช้มือขวาบ่อย	ใช้มือทั้งสองข้างเท่ากัน	ใช้มือซ้ายบ่อย	ใช้มือซ้ายเป็นประจำ
1	การเขียน					
2	การวาด					
3	การขว้างปา					
4	การใช้กรรไกร					
5	การแปรงฟัน					
6	การใช้มีด					
7	การใช้ช้อน					
8	การใช้ไม้กวาด					
9	การแข่งขันที่ถนัด					
10	การเปิดฝากล่อง					
รวม						

การให้คะแนน

ใช้มือขวาเป็นประจำ	เท่ากับ	100 คะแนน
ใช้มือขวาบ่อย	เท่ากับ	50 คะแนน
ใช้มือทั้งสองข้างเท่ากัน	เท่ากับ	0 คะแนน
ใช้มือซ้ายบ่อย	เท่ากับ	-50 คะแนน
ใช้มือซ้ายเป็นประจำ	เท่ากับ	-100 คะแนน

การแปลผล

ผู้ที่ถนัดการใช้มือซ้าย อยู่ในช่วงคะแนนระหว่าง -80 ถึง -100
ผู้ที่ถนัดการใช้มือทั้งสองข้าง อยู่ในช่วงคะแนนระหว่าง -75 ถึง 75
ผู้ที่ถนัดการใช้มือขวา อยู่ในช่วงคะแนนระหว่าง 80 ถึง 100

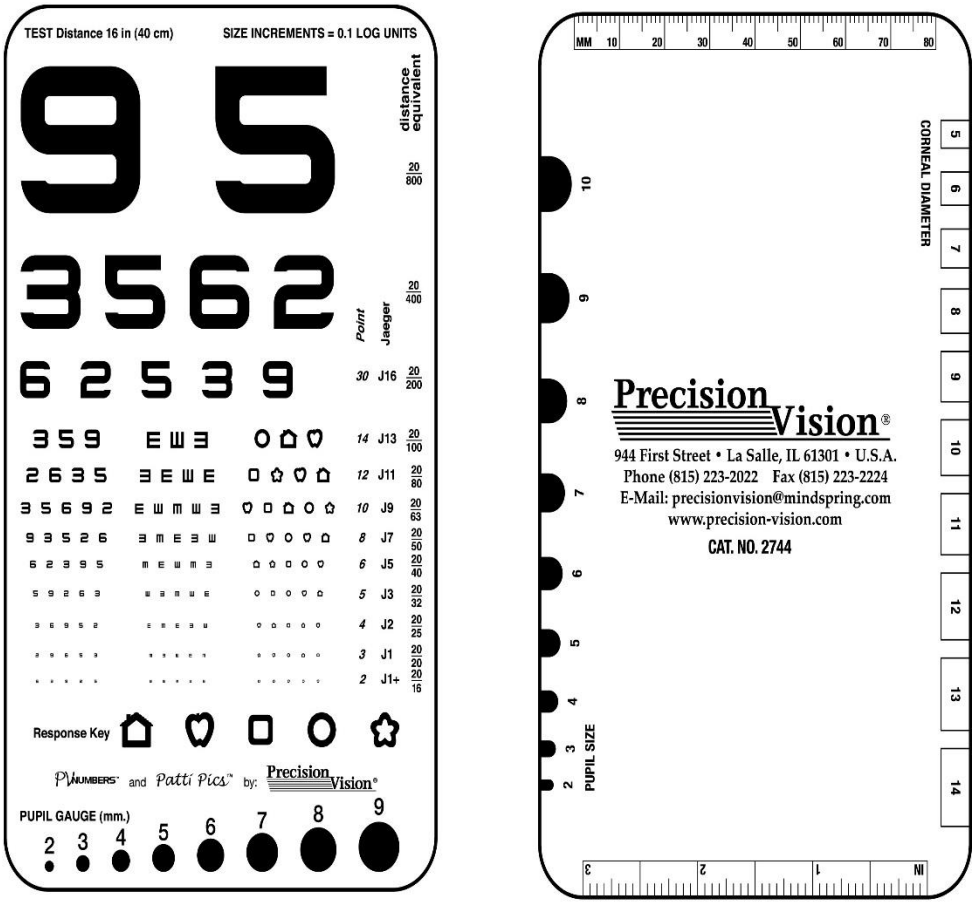
ก 4. การประเมินการมองเห็นระยะใกล้โดยเจเกอร์ชารต์

ขั้นตอน

1. ให้เด็กยืนหรือนั่งห่างจากแผ่นทดสอบ เป็นระยะ 20 ฟุต หรือ6เมตร

2. เริ่มการทดสอบทีละตา เริ่มจากตาขวา ใช้ไม้ปิดตาข้างซ้ายให้มิด โดย ไม่ต้องหลับตาหรือหรี่ตาข้างซ้าย

3. ให้เด็กอ่านตัวเลขจากแถวตัวบนสุดก่อน จากนั้นค่อยๆอ่านแถวถัดมา จนกระทั่งไม่สามารถอ่านตัวเลขได้



แผ่นวัดระดับการมองเห็นระยะใกล้ (Near Vision)

4. หากอ่านตัวเลขตั้งแต่แถวที่ 1 ไม่ได้ให้จดบันทึกว่า “<20/200” หมายถึง เห็นน้อยกว่า 20/200

5. ให้เด็กอ่านตัวเลขในแผ่นทดสอบ เรียงลำดับทีละตัวจากซ้ายไปขวา และเรียงจากแถวบนสุดลงมาทีละแถวจนอ่านตัวเลขต่อไปอีกไม่ได้ เมื่อสิ้นสุดที่แถวใดให้ดูตัวเลขแสดงระดับการเห็นที่

กำกับอยู่ท้ายแถว จากนั้นให้จดบันทึก เช่น ถ้าอ่านตัวเลขได้ถึงแถวที่ 7 ระดับการเห็น คือ 20/20 หรือ 6/6

6. แถวสุดท้ายที่อ่านตัวเลขได้คือแถวตัวเลขที่อ่านแล้ว ถูกต้องเท่ากับ หรือมากกว่าครึ่งของจำนวนตัวเลขในแถวนั้น

7. วิธีบันทึกระดับการเห็น

กรณีที่ 1 หากสามารถอ่านตัวเลขได้น้อยกว่ากึ่งหนึ่ง เช่น 2 ใน 5 ตัวเลข หรือ 1 ใน 5 ตัวเลข ให้ลงจำนวนตัวเลขที่อ่านได้เป็นค่าบวกของระยะที่ปรากฏในแถวก่อนหน้าที่อ่านตัวเลขได้

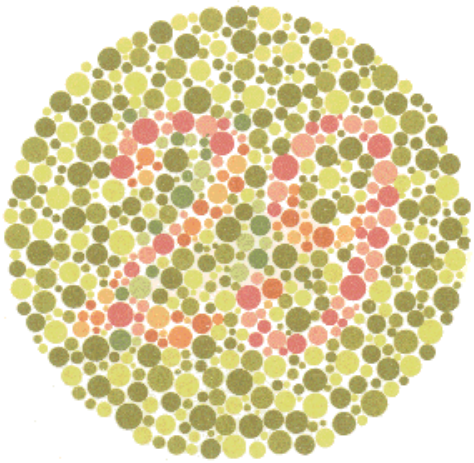
กรณีที่ 2 หากสามารถอ่านตัวเลขได้มากกว่ากึ่งหนึ่ง เช่น 3 ใน 5 ตัวเลข หรือ 4 ใน 5 ตัวเลข ให้ลงจำนวนตัวเลขที่อ่านไม่ได้เป็นค่าลบของ ระยะที่ปรากฏในแถวที่อ่านตัวเลขได้

8. กรณีที่เด็กมีแว่นสายตาอยู่แล้ว ขั้นแรกให้อ่านด้วยตาเปล่าก่อน จากนั้น ให้อ่านซ้ำอีกครั้งโดยสวมแว่น แล้วจดบันทึกผลการอ่านด้วยแว่นว่า “VA with gl =.....” (gl ย่อมาจาก glasses)

9. สลับมาทดสอบตาซ้าย

เกณฑ์การตัดสินว่าผิดปกติ คือ เห็นน้อยกว่า 6 แถว (<20/30) ในตาข้างใดข้างหนึ่ง หรือ ตาสองข้างเห็นต่างกันตั้งแต่สองแถวขึ้นไป

ก 5. แผ่นทดสอบตาบอดสีชนิดตัวเลข (Test of Colour-Deficiency) (ตัวอย่าง)



เกณฑ์การตัดสิน

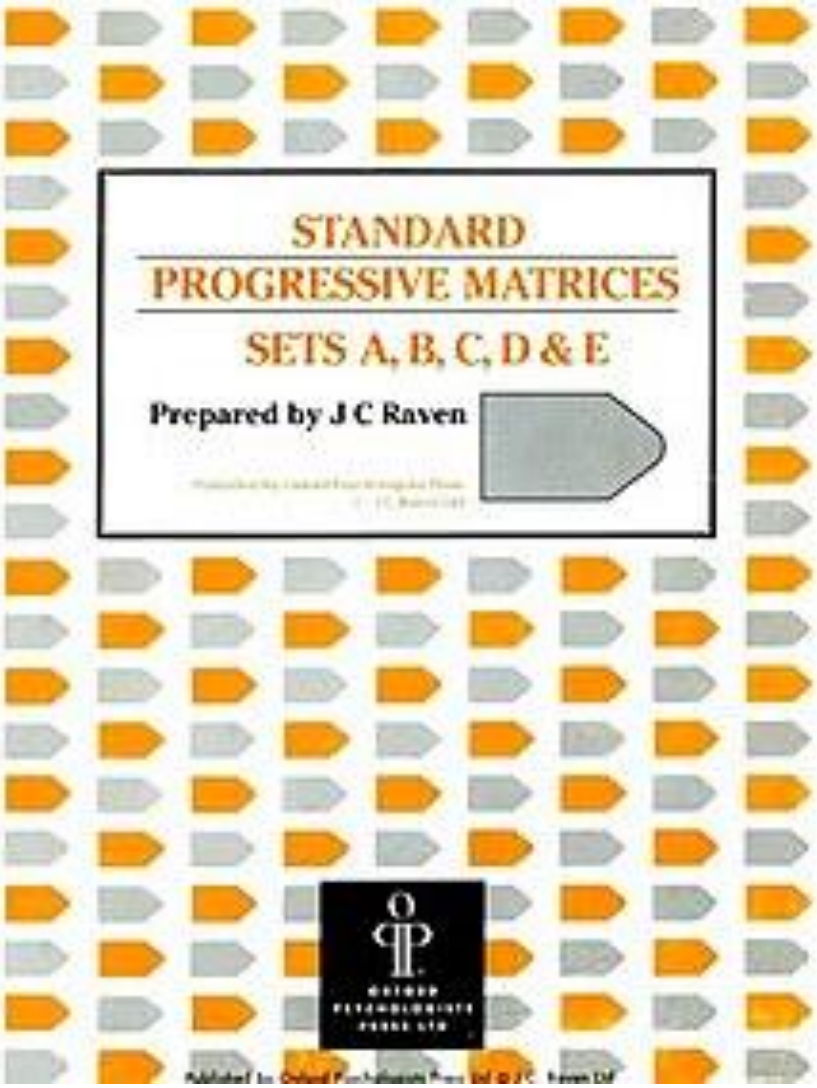
ตาปกติจะอ่านได้หมายเลข 29

ตาบอดสีแดง-เขียวจะอ่านได้หมายเลข70

ตาบอดสีจะไม่สามารถอ่านได้

ก 6. แบบวัดเชาวน์ปัญญาทั่วไป

(Standard Progressive Matrices Sets A B C D & S)

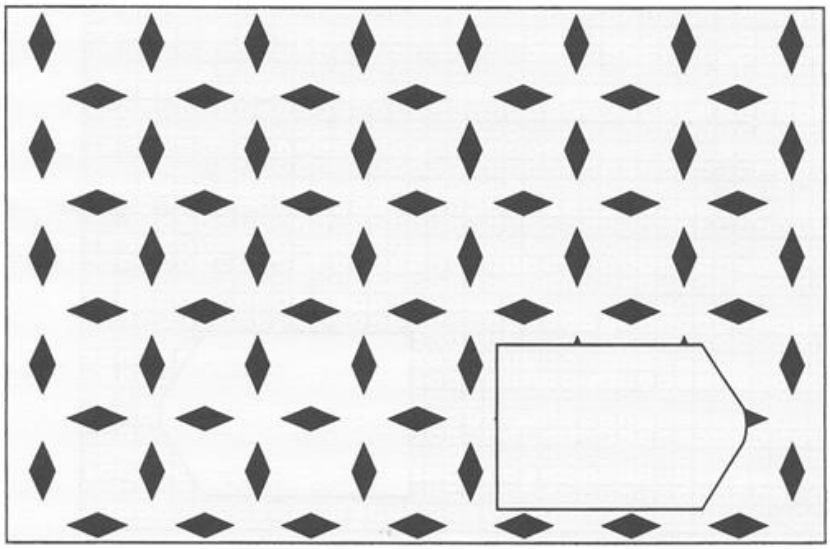


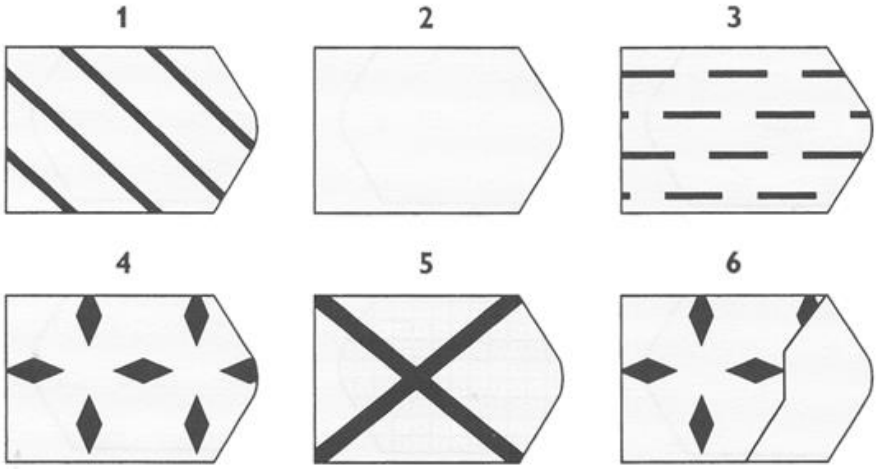
แบบทดสอบ มีทั้งหมด 5 ชุด ชุดละ 12 ข้อ รวมทั้งหมด 60 ข้อ ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 40 นาที

ชุด A จำนวน 12 ข้อ ชุด B จำนวน 12 ข้อ
ชุด C จำนวน 12 ข้อ ชุด D จำนวน 12 ข้อ
ชุด E จำนวน 12 ข้อ

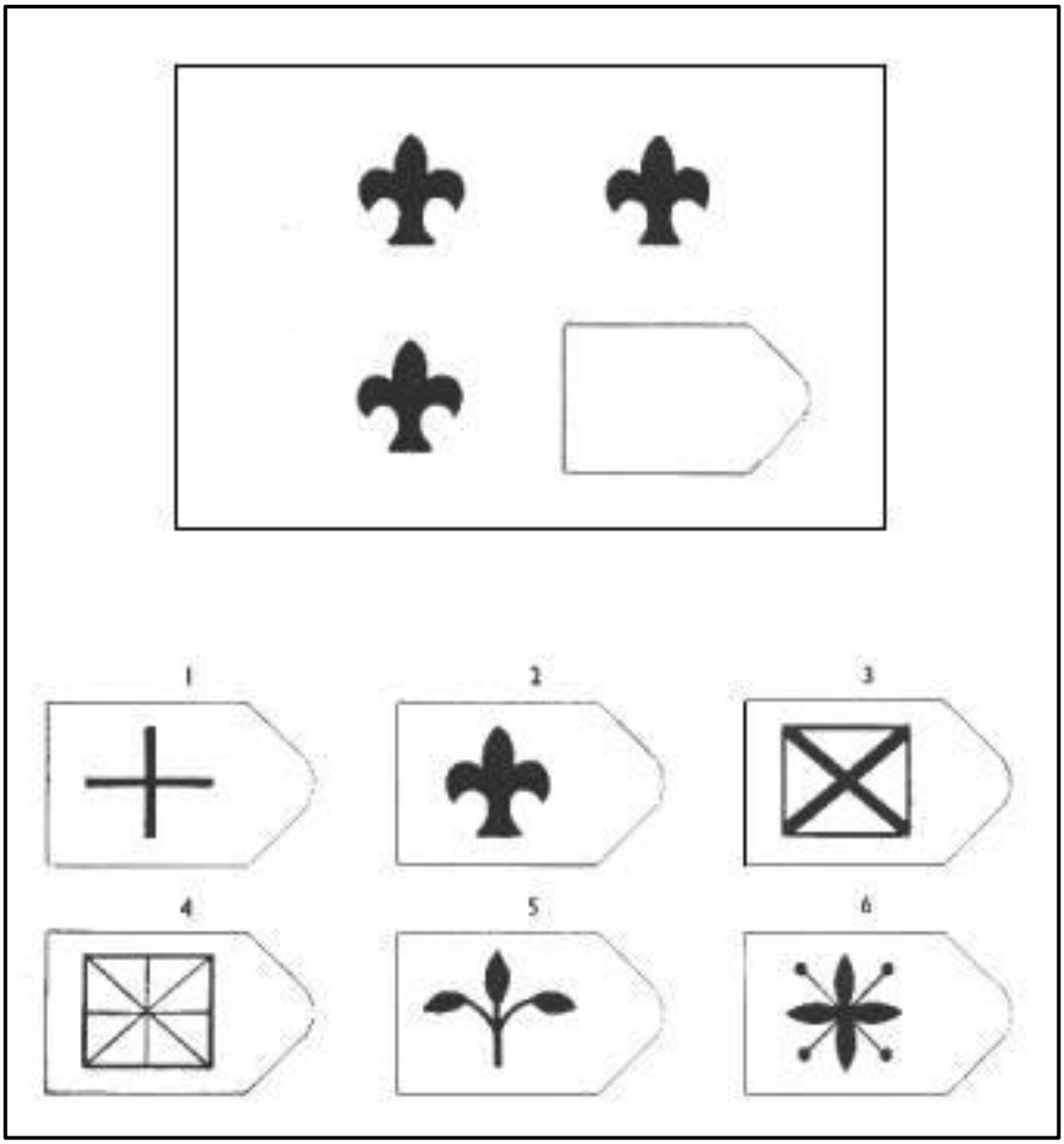
หมายเหตุ นำเสนอตัวอย่างเฉพาะ **A1 B1 C1 D1** และ **E1**

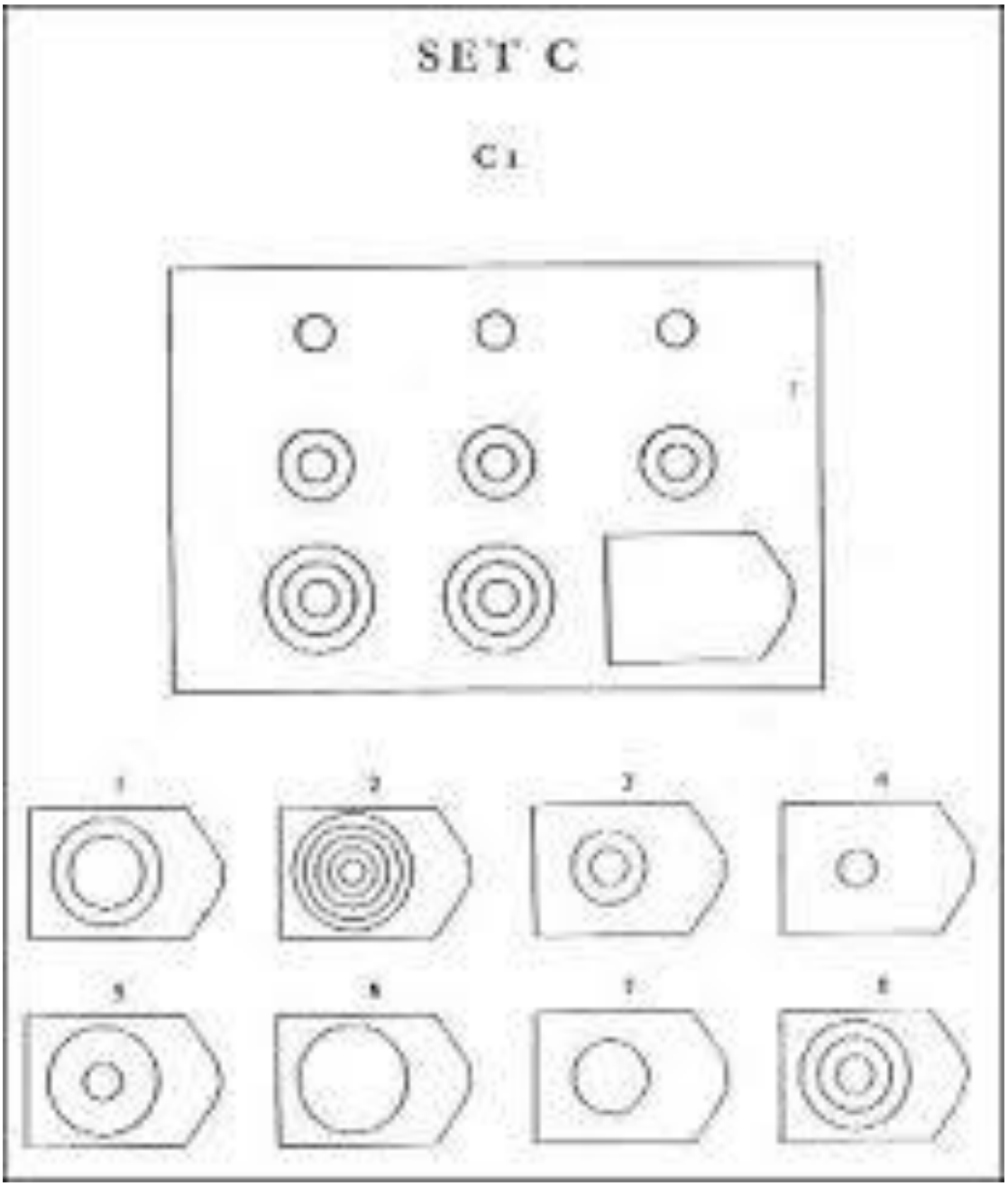
A1





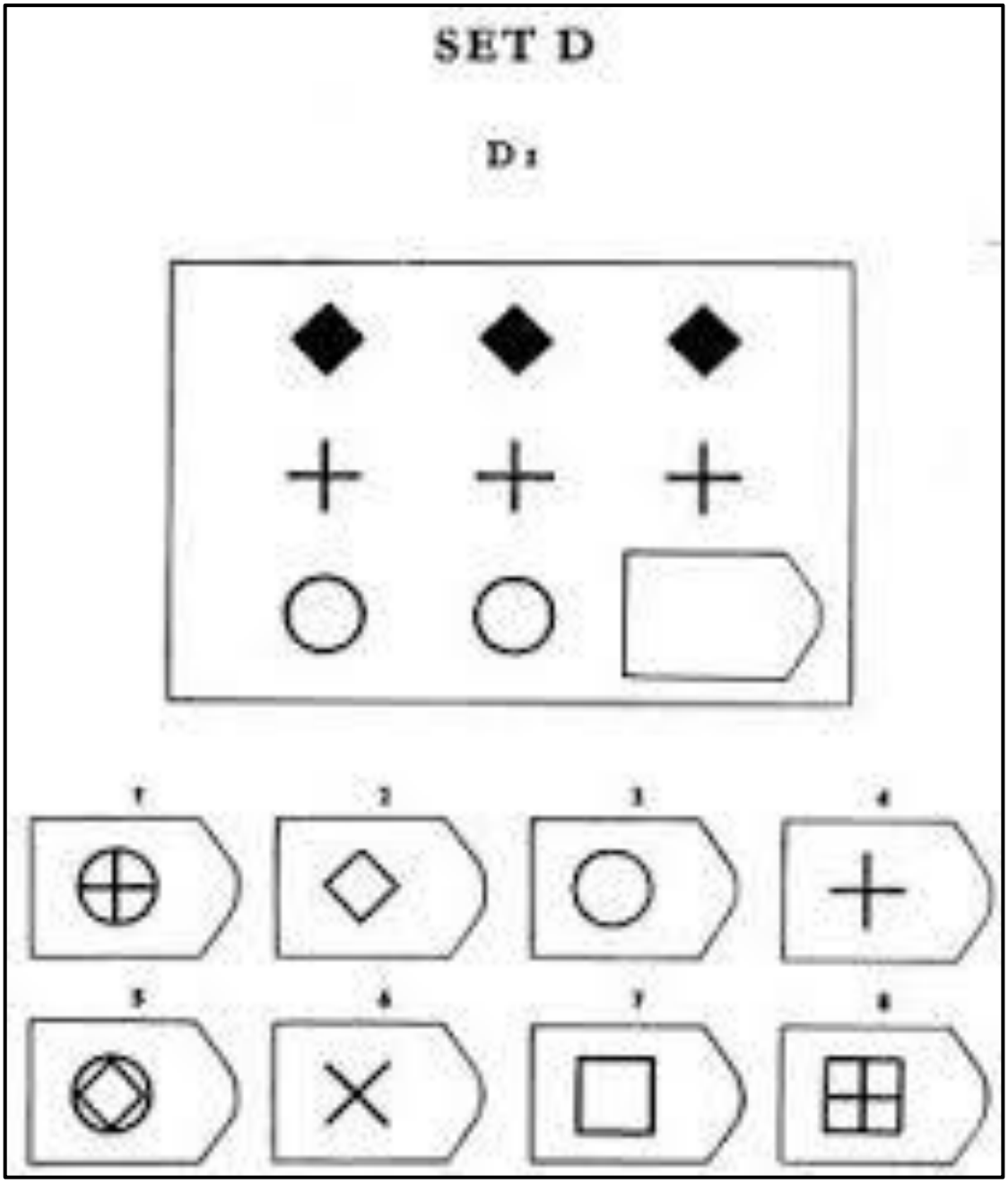
B 1




SET C
C1

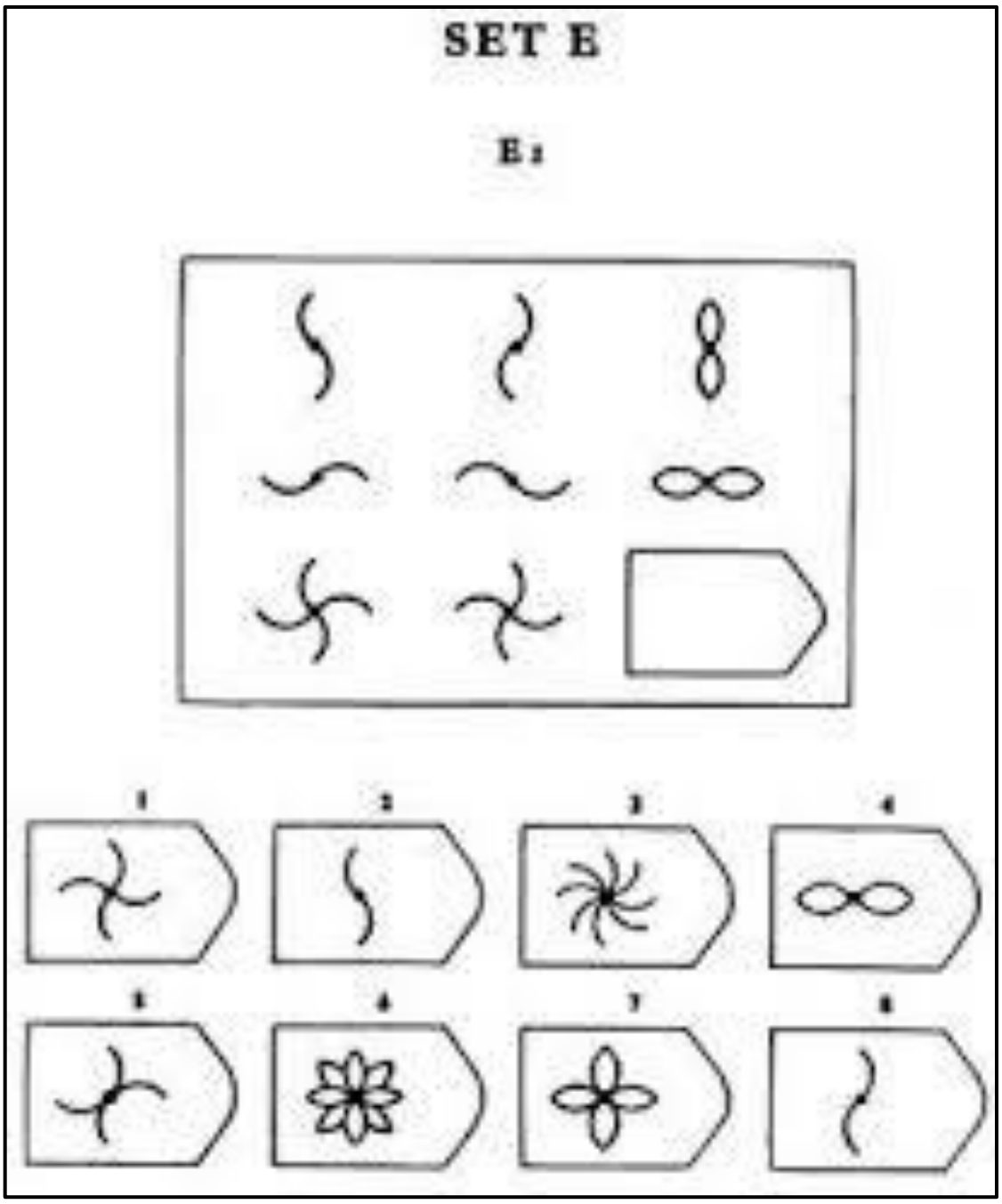
SET D

D 1



SET E

E:



ภาคผนวก ข

ข 1. คู่มือโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกาย
และการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ข 1. คู่มือโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว
ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

คู่มือ
โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว
ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

พัฒนาโดย

นายประเสริฐ ทองทิพย์
นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา
2561

คำนำ

โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา นี้ จัดทำขึ้นเพื่อประกอบการทำดุษฎีนิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาด้วยโปรแกรมไอเพกส์: การศึกษาเชิงพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมอง (Enhancing Bodily-Kinesthetic Intelligence among Primary School Students by IPEGs Program: Behavioral and EEG Study) โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนา เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา ซึ่งเชาวน์ปัญญานี้เป็นด้านหนึ่งในเชาวน์ปัญญาทั้ง 9 ด้าน ตามทฤษฎีพหุปัญญาของการ์ดเนอร์ (Gardner, 1999) ที่มีความหมายว่า เป็นความสามารถในการใช้ร่างกายทั้งหมดหรือบางส่วนของตนแสดงความคิด และความรู้สึก เช่น นักแสดง นักแสดงละครใบ้ นักกีฬา หรือนาฏกร นักฟ้อนรำ เป็นความสามารถในการใช้มือประดิษฐ์หรือซ่อมแซมสิ่งต่าง ๆ (ฝีมือ) เช่น ช่างปั้น ช่างซ่อมรถยนต์ ศัลยแพทย์ และ เป็น ความสามารถในการใช้ทักษะเฉพาะทางกาย เช่น ความคล่องแคล่ว ความแข็งแรง ความยืดหยุ่น ความรวดเร็ว ความประณีต และความไวทางประสาทสัมผัส เป็นต้น โปรแกรมนี้จัดทำขึ้นในลักษณะเอ็กซ์เซอร์ไซส์เกม โดยมีรายละเอียด ขั้นตอนการฝึกจากการศึกษาแนวคิดทฤษฎีต่าง ๆ และประยุกต์จากพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของ อาร์มสตรอง (Armstrong, 2018) และใช้วิธีการฝึกความสามารถตามเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวร่วมกับการฝึกสมรรถภาพทางจิต เพื่อพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา

ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เกี่ยวข้อง ในการพัฒนานักเรียนระดับประถมศึกษาต่อไป

ขอขอบคุณผู้เป็นเจ้าของเอกสารที่ผู้วิจัยได้นำมาอ้างอิงประกอบการทำคู่มือนี้ และขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องที่มีส่วนช่วยให้โปรแกรมไอเพกส์นี้สำเร็จด้วยดี

ประเสริฐ ทองทิพย์
นิสิตปริญญาเอก สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา 2561

สารบัญ

เรื่อง หน้า

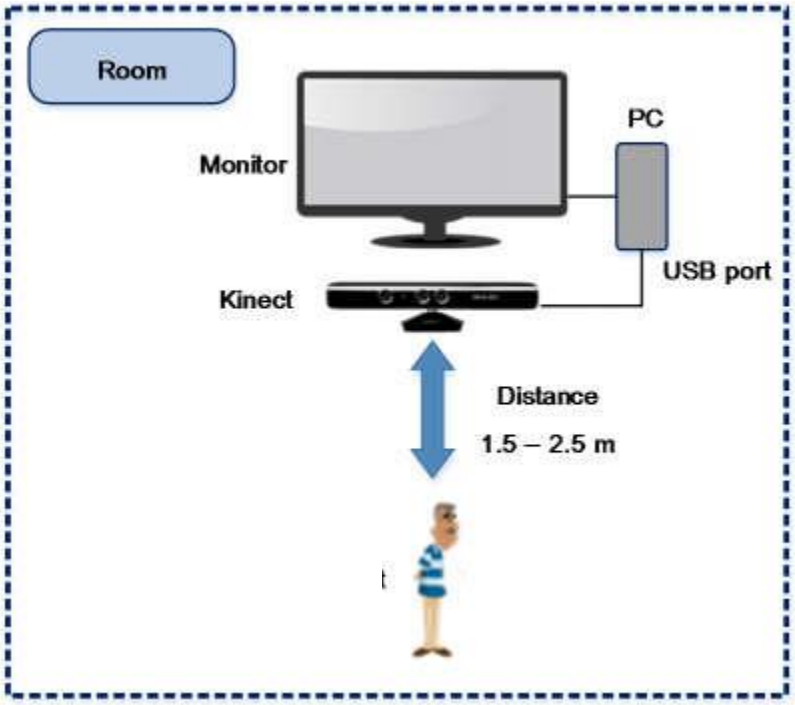
คำชี้แจง..... 1
กิจกรรมที่ใช้ในโปรแกรมไอเพกส์..... 2
กำหนดเวลา กิจกรรม และดนตรีประกอบ..... 3
รายละเอียด..... 4
การแสดงผลการฝึกตามโปรแกรมไอเพกส์และเกณฑ์การตัดสิน..... 16
การติดตั้งโปรแกรม..... 21

โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ของนักเรียนระดับประถมศึกษา

คำชี้แจง

โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวประกอบด้วย ท่ารำ ท่าฟ้อน และท่าเต้น จาก 1) การละเล่นพื้นบ้านของไทย 2) การรำไทยสี่ภาค 3) การรำมวยไทย 4) ฤๅษีดัดตน โดยกิจกรรมทั้งหมดนี้มีเนื้อหาเกี่ยวกับการพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวตามแนวคิดของการด์เนอร์ และอาร์มสตรอง ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวนั้นเป็นกิจกรรมที่ใช้ร่างกายในการแสดงออกถึงความรู้สึกและความคิด การใช้มือในการประดิษฐ์และซ่อมแซมสิ่งต่าง ๆ และการใช้ทักษะเฉพาะทางกาย เช่น การทรงตัว การพัฒนากล้ามเนื้อมัดเล็กและมัดใหญ่ การประสานสัมพันธ์ของอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนไหวร่างกายร่วมกัน โดยกิจกรรมเหล่านี้จะทำให้เกิดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา การพัฒนาประกอบด้วยการเคลื่อนไหวที่มั่นคงและต่อเนื่อง (Balance) อวัยวะที่ใช้ในการเคลื่อนไหวคือ กล้ามเนื้อมัดเล็กมัดใหญ่มีความแข็งแรง อดทน (Strength) การเคลื่อนไหวมีความคล่องแคล่ว (Dexterity) ว่องไว (Speed) มีความยืดหยุ่น (Flexibility) มีการประสานสัมพันธ์การเคลื่อนไหว (Coordination) การสัมผัสรับรู้เพื่อการเคลื่อนไหวที่แม่นยำ (Tactile Capabilities) และการรับรู้จากการสัมผัส (Haptic Capabilities) เป็นต้น ซึ่งเป็นการสร้างสมรรถภาพที่ดีให้กับร่างกายนั่นเอง

โปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา ใช้โปรแกรม Microsoft SDK, Motion capture หรืออื่น ๆ พร้อมทั้งอุปกรณ์ซึ่งประกอบด้วย กล้อง Kinect แผ่นเหยียบอิเล็คโทรนิกส์ และจอโทรทัศน์ หรือจอคอมพิวเตอร์ มีลักษณะการทำกิจกรรมคล้ายการเล่น เอ็กเซอร์ไซส์เกมแต่แตกต่างในกระบวนการเล่นซึ่งแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ ช่วงฝึกสมรรถภาพทางจิตและอบอุ่นร่างกาย ช่วงฝึกสมรรถภาพทางกาย และช่วงผ่อนคลาย โดยมีรายละเอียดของชุดฝึก ดังภาพต่อนี้ไป



กิจกรรมที่ใช้ในโปรแกรมไอเพกส์

1) กิจกรรมการฝึกพัฒนาความสามารถตามเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ได้แก่ 1.1) การทำท่าทางตาม ท่ารำ ท่าฟ้อน และท่าเต้น ที่กำหนดหน้าจอภาพ ประกอบดนตรี 1.2) การทำท่าฤษีดัดตน (การบริหารกล้ามเนื้อบริเวณใบหน้า,การบริหารมือและร่างกาย)

2) กิจกรรมการฝึกสมรรถภาพทางจิต ได้แก่ 2.1) การกำหนดและการควบคุมการหายใจ 2.2) การรวบรวมสมาธิ 2.3) การสร้างจินตภาพ 2.4) การพูดกับตนเอง

ระยะเวลา ใช้เวลา 60 นาที ต่อวัน จำนวน 20 วัน โดยแต่ละครั้งแบ่งเป็น 3 ช่วง คือ 1) ช่วงฝึกสมรรถภาพทางจิตและอบอุ่นร่างกาย 5-10 นาที 2) ช่วงฝึกสมรรถภาพทางกาย 40-50 นาที 3) ช่วงผ่อนคลาย 5-10 นาที

กิจกรรมที่ใช้ในการฝึก ประกอบด้วยท่ารำ ท่าฟ้อนและท่าเต้นที่มีขนาดการออกกำลังกายตั้งแต่ระดับเบาจนถึงหนัก ลำดับความยากง่ายจากการเคลื่อนไหวร่างกายตั้งแต่หนึ่งส่วนขึ้นไปหาหลาย ๆ ส่วน เช่น มืออย่างเดียว เท้าอย่างเดียว มือและเท้าพร้อมกัน เป็นต้น ตามจังหวะดนตรีช้าไปเร็ว ดังตาราง

ตาราง กำหนดเวลา กิจกรรม และดนตรีประกอบ ประมาณ 60 นาที

นาทีที่	กิจกรรม	ชื่อทำนองเพลง	ความเร็ว (ครั้ง/นาที)
1-10	การฝึกการหายใจ สร้างสมาธิ สร้างจินตภาพ พูดกับตนเอง และยืดเหยียดร่างกายด้วยท่า ฤาษีดัดตน	ลาวดวงเดือน	- - -
11-20	รำไหว้ครูมวยไทยท่าพนม-เทพพนม รำไหว้ครูมวยไทยท่าปฐม-พรหม รำไหว้ครูมวยไทยท่าสอดสร้อยมาลา-พรหมยืน	ไหว้ครูมวยไทย	54
21-30	ฟ้อนกะโป๋ ท่าปรับขบวน ฟ้อนกะโป๋ ท่าเคาะกะโป๋บนสลับล่าง ฟ้อนกะโป๋ ท่าเคาะกะโป๋เฉียง ฟ้อนกะโป๋ ท่าเคาะกะโป๋สามระดับ	ฟ้อนกะโป๋	66
31-35	เชิ้งกระติ๊บ ท่าย่ำเท้าคลึงสะโพก เชิ้งกระติ๊บ ท่าย่อ เชิ้งกระติ๊บ ท่าย่ำเท้าโบกสะบัด	หย่าวพิณลายเชิ้ง	90
36-50	รำวงมาตรฐานท่าสอดสร้อยมาลา รำวงมาตรฐานท่าชักแป้งผัดหน้า รำวงมาตรฐานท่ารำส่าย รำวงมาตรฐานท่าสอดสร้อยมาลาแปลง รำวงมาตรฐานท่าแขกเต้าเข้ารัง รำวงมาตรฐานท่ารำยั่ว รำวงมาตรฐานท่าพรหมสี่หน้า รำวงมาตรฐานท่าช้างประสานงา รำวงมาตรฐานท่าจ่อเพลิงกาฬ รำวงมาตรฐานท่าจันทร์ทรงกลดต่ำ	งามแสงเดือน ชาวไทย รำซิมารำ คืนเดือนหงาย ดวงจันทร์วันเพ็ญ ดอกไม้ของชาติ หญิงไทยใจงาม ดวงจันทร์ขวัญฟ้า ยอดชายใจหาญ บูชานักรบ	100
51-55	ลิเกฮูลู	ลิเกฮูลู	120
56-60	ยืดเหยียดผ่อนคลายฤาษีดัดตน	ดนตรีไทยสปา	

รายละเอียด

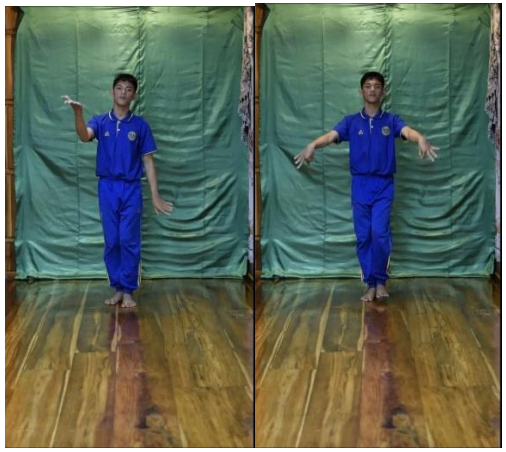
รายละเอียด		
ช่วงที่ 1 การกำหนดและการควบคุมการหายใจ รวบรวมสมาธิ สร้างจินตภาพ พูดกับตนเอง และยืดเหยียดร่างกายด้วยท่าฤาษีดัดตน		
ลำดับขั้น	**คำบรรยาย**	**ภาพตัวอย่าง(ภาพจริงเป็นภาพเคลื่อนไหว)**
ขั้นตอนที่ 1 ผู้ฝึกยืนอยู่หน้าจอมอนิเตอร์ห่างประมาณ 1.5-2.5 เมตร ทำตัวตามสบาย เมื่อพร้อมแล้วให้ผู้ฝึกดูภาพที่ปรากฏที่หน้าจอมอนิเตอร์และปฏิบัติตามโดยจะมีภาพและเสียงบรรยายประกอบเพลงลาวดวงเดือน	ท่าฤาษีดัดตน เป็นการบริหารร่างกาย ซึ่งเน้นการฝึกลมหายใจและใช้สมาธิ ร่วมด้วย จึงเป็นทั้งการบริหารร่างกายและบริหารจิต รวมทั้งช่วยในการบำบัดอาการเจ็บป่วยเบื้องต้นได้ ให้ผู้ฝึกหายใจเข้า-สูดลมหายใจเข้าช้า ๆ ทางจมูก ค่อย ๆ เบ่งช่องท้องให้ท้องป่องออก อกขยาย ซี่โครงสองข้างจะขยายออกปอดขยายใหญ่มากขึ้น ยกไหล่ ขึ้น จะเป็นการหายใจเข้าให้ลึกที่สุด กลั้นลมหายใจไว้สักครู่ ในช่วงผนังช่องท้องจะยุบเล็กน้อยหน้าอกจะยืดเต็มที่ หายใจออก-ค่อยๆ ผ่อนลมหายใจออกช้าๆ โดยยุบท้อง หุบซี่โครง สองข้างเข้ามา แล้วลดไหล่ลง จะทำให้หายใจออกได้มากที่สุดทำจำนวน 4 รอบ ผู้ฝึกจินตนาการตามภาพการหายใจเข้าออกเพื่อเป็นการรู้สติมีสมาธิจิตใจแน่วแน่ และพูดกับตัวเองว่า “เราเป็นคนดี เราเป็นคนเก่ง เรามีความสุข” 3 รอบ	

รายละเอียด (ต่อ)		
ช่วงที่ 1 การกำหนดและการควบคุมการหายใจ รวบรวมสมาธิ สร้างจินตภาพ พูดกับตนเอง และยืดเหยียดร่างกายด้วยท่าฤาษีดัดตน		
ลำดับขั้น	**คำบรรยาย**	**ภาพตัวอย่าง(ภาพจริงเป็นภาพเคลื่อนไหว)**
ขั้นตอนที่ 2 ผู้ฝึกยืนอยู่หน้าจอมอนิเตอร์ห่างประมาณ 1.5-2.5 เมตร ทำตัวตามสบายเมื่อพร้อมแล้วให้ผู้ฝึกดูภาพที่ปรากฏที่หน้าจอมอนิเตอร์และปฏิบัติตามโดยจะมีภาพและเสียงบรรยายประกอบเพลงลาวดวงเดือนเป็นท่านวดกล้ามเนื้อบริเวณใบหน้าและยืดเหยียดร่างกาย	**ท่านวดกล้ามเนื้อบริเวณใบหน้า** ท่าเสยผม ท่าทาแป้ง ท่าเช็ดปาก ท่าเช็ดคาง ท่ากดใต้คาง ท่าถูหูและถูหลัง ท่าตบท้ายทอย **ท่าดำรงกายอายุยืน** ลุกขึ้นยืนพร้อมกับกำมือทั้งสองข้าง โดยให้มือข้างซ้ายอยู่บนมือข้างขวาจากนั้นย่อเข่าลง พร้อม ๆ กับการขมิบท้องและแขม่วก้น จากนั้นจึงค่อย ๆ ผ่อนคลายลง และทำอย่างนี้ต่อไปเรื่อย ๆ **ท่านางแบบ** ลุกขึ้นยืน ใช้มือข้างขวาจับด้านหลัง มือข้างซ้ายจับที่ต้นขา แล้วเอียงคอไปทางด้านขวามือเช่นเดียวกับมือที่จับข้างหลัง หลังจากนั้นหันคอกลับมาที่เดิม ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ แล้วทำการเปลี่ยนสลับข้าง สำหรับท่านี้เรียกได้ว่าเป็นการบริหารร่างกายใน แนวบิด จะช่วยในเรื่องของการปวดเมื่อยบริเวณสะโพกได้เป็นอย่างดี **ท่าเต้นโขน** ยืนกางขาทั้งสองข้างออก แล้วใช้มือทั้งสองข้างวางลงบนหน้าขาทั้งสองข้าง จากนั้นยกขาซ้ายขึ้น แล้ววางขาซ้ายลงกลับมาสู่ท่าเดิม จากนั้นยกขาขวาขึ้น แล้ววางขาขวาลงและกลับมาสู่ท่าเดิม ท่านี้จะช่วยในเรื่องของการทรงตัว	

รายละเอียด (ต่อ)		
ช่วงที่ 2 กิจกรรมการฝึกพัฒนาความสามารถตามเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (การรำไหว้ครู)		
ลำดับขั้น	**คำบรรยาย**	**ภาพตัวอย่าง (ภาพจริงเป็นภาพเคลื่อนไหว)**
ขั้นตอนที่ 1 ผู้ฝึกยืนอยู่หน้าจอมอนิเตอร์ห่างประมาณ 1.5-2.5 เมตร ทำตัวตามสบายเมื่อพร้อมแล้วให้ผู้ฝึกดูภาพที่ปรากฏที่หน้าจอมอนิเตอร์และ **ขั้นตอนที่ 2** ผู้ฝึกปฏิบัติท่าทางตามภาพและเสียงบรรยายประกอบเพลงรำไหว้ครูมวยไทยเป็นท่ารำไหว้ครูมวยไทยท่าพนม **ท่าเทพนม ท่าปฐม ท่าพรหม ท่าสอดสร้อยมาลาและท่าพรหมยืนต่อเนื่องตามภาพ**	**ท่าพนม**และ**ท่าเทพนม** คุกเข่าตัวตรง พนมมือเสมอหน้าอก ทำจิตใจให้สงบ ภาวนาเราเป็นคนดี คนเก่ง มีความสุข เพื่อระลึกถึงพระคุณของบิดามารดา ครูบาอาจารย์ และสิ่งศักดิ์สิทธิ์ กราบลงที่พื้น ๓ ครั้ง โน้มตัวไปด้านหน้าพร้อมกับเหยียดแขนทั้งสองข้างไปด้านหลัง โดยการลอดผ่านรักแร้ แล้วเลยไปด้านหน้าเป็นท่ากอบพระแม่ธรณี ตามองไปด้านหน้า จากนั้นทำท่าถวายบังคม ปฏิบัติทั้งหมด ๓ รอบ **ท่าปฐมและท่าพรหม** ยกตัวก้าวเท้าขวาออกไปข้างหน้าประมาณ ๑ ก้าว เข่าขวางอตั้งฉากกับพื้น โน้มตัวไปด้านหน้า ตามองตรง ขาซ้ายเหยียดตรงไปด้านหลัง งอหลังเท้าเชิดขึ้น แขนขวาอยู่บนต้นขาขวา แขนซ้ายงอคุมเสมอออก กำหมัดทั้งสองข้าง จากท่าปฐมให้ยกเท้าขวาออกไปวางด้านหน้า หมัดทั้งสองประสานกันระดับอกหน้ามองตรง โน้มตัวมาข้างหน้าควงหมัด ๓ รอบ	

รายละเอียด (ต่อ)		
ช่วงที่ 2 กิจกรรมการฝึกพัฒนาความสามารถตามเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (รำวงมาตรฐาน 10 เพลง)		
ลำดับขั้น	**คำบรรยาย**	**ภาพตัวอย่าง(ภาพจริงเป็นภาพเคลื่อนไหว)**
ขั้นตอนที่ 1 ผู้ฝึกยืนอยู่หน้าจอมอนิเตอร์ห่างประมาณ 1.5-2.5 เมตร ทำตัวตามสบายเมื่อพร้อมแล้วให้ผู้ฝึกดูภาพที่ปรากฏที่หน้าจอมอนิเตอร์และ **ขั้นตอนที่ 2** ผู้ฝึกปฏิบัติตามภาพและจังหวะตามเสียงเพลงรำวงมาตรฐาน 10 เพลง **ต่อเนื่องตามภาพ**	รำวงมาตรฐานท่าสอดสร้อยมาลา รำวงมาตรฐานท่าชักแป้งผัดหน้า รำวงมาตรฐานท่ารำส่าย รำวงมาตรฐานท่าสอดสร้อยมาลาแปลง รำวงมาตรฐานท่าแขกเต้าเข้ารัง รำวงมาตรฐานท่ารำยั่ว รำวงมาตรฐานท่าพรหมสี่หน้า รำวงมาตรฐานท่าช้างประสานงา รำวงมาตรฐานท่าจ่อเพลิงกาฬ รำวงมาตรฐานท่าจันทร์ทรงกลดต่ำ	

รายละเอียด (ต่อ)		
ช่วงที่ 2 กิจกรรมการฝึกพัฒนาความสามารถตามเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (ท่าฟ้อนกะโป๋)		
ลำดับขั้น	**คำบรรยาย**	**ภาพตัวอย่าง(ภาพจริงเป็นภาพเคลื่อนไหว)**
ขั้นตอนที่ 1 ผู้ฝึกยืนอยู่หน้าจอมอนิเตอร์ห่างประมาณ 1.5-2.5 เมตร ทำตัวตามสบายเมื่อพร้อมแล้วให้ผู้ฝึกดูภาพที่ปรากฏที่หน้าจอมอนิเตอร์และปฏิบัติตามโดยจะมีภาพและเสียงบรรยายประกอบเพลงท่าฟ้อนกะโป๋ **ต่อเนื่องตามภาพ**	ให้ผู้ฝึกจินตนาการว่าได้ถือกะโป๋หรือกะลาไว้ในมือทั้งสองข้าง ท่าที่ 1 ท่าปรับขบวน แยกขาเล็กน้อยกระโดดขึ้นลงตามจังหวะ มืออยู่ระดับเอวผายเข้าผายออกตามจังหวะ นับ 1-8 ท่าที่ 2 ท่าเคาะกะโป๋บนสลับล่าง กระโดดยกขาข้างขวาตั้งฉากกับพื้นก่อนแล้วสลับซ้ายขวา มือเหวี่ยงขึ้นไปเหนือศีรษะเคาะกะโป๋ตามจังหวะแล้วเหวี่ยงมือลงมาเคาะกันด้านหลังผู้ฝึก นับ 1-8 ท่าที่ 3 ท่าเคาะกะโป๋เฉียง เขย่งเท้าขวาขยับตามจังหวะเพลงแล้วเคาะกะโป๋ท่ามือเฉียง ๆ นับ 1-8 แล้วสลับเท้าขวาเป็นเท้าซ้าย นับ 1-8 ท่าที่ 4 ท่าเคาะกะโป๋สามระดับ กระโดดยกขาข้างขวาตั้งฉากกับพื้นก่อนแล้วสลับซ้ายขวา มือเหวี่ยงขึ้นไปเหนือศีรษะเคาะกะโป๋ระดับบน ลดลงมาเคาะระดับกลาง และเหวี่ยงไปด้านหลังเคาะระดับล่าง นับ 1-8	

รายละเอียด (ต่อ)		
ช่วงที่ 2 กิจกรรมการฝึกพัฒนาความสามารถตามเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (เชิ้งกระติ๊บ)		
ลำดับขั้น	**คำบรรยาย**	**ภาพตัวอย่าง (ภาพจริงเป็นภาพเคลื่อนไหว)**
ขั้นตอนที่ 1 ผู้ฝึกยืนอยู่หน้าจอมอนิเตอร์ห่างประมาณ 1.5-2.5 เมตร ทำตัวตามสบายเมื่อพร้อมแล้วให้ผู้ฝึกดูภาพที่ปรากฏที่หน้าจอมอนิเตอร์และปฏิบัติตามโดยจะมีภาพและเสียงบรรยายประกอบเพลงเชิ้งกระติ๊บ **ต่อเนื่องตามภาพ**	พื้นฐาน เดินย่ำเท้าและมือจับเอว โดยต้องเขย่งปลายเท้า เมื่อได้เท้าแล้วจะเดินแบบธรรมชาติคือ จะต้องแกว่งแขนตามธรรมชาติ ตามจังหวะ และนับ 1-8 ท่าที่ 1 ท่าย่ำเท้าคลึงสะโพก เดินย่ำไปเรื่อยๆ และเริ่มตั้งวงไปข้างหน้า มืออีกข้างจะคลึงที่สะโพกและทำสลับไปมาตามจังหวะ และนับ 1-8 ท่าที่ 2 ท่าย่อ ทำไปเรื่อยๆและค่อยๆย่อตัวลง และเริ่มเข้าท่าจีบข้างตัวและขยิ่มตัวทำสลับพร้อมกับเปลี่ยนมือเป็นพนมมือและค่อย ๆ ลุกขึ้นยืน ตามจังหวะและนับ 1-8 ท่าที่ 3 ท่าย่ำเท้าโบกสะบัด ย่ำเท้าและจีบมือคว่ำไปข้างหน้าอีกมือจีบโบกไปด้านหลังสลับกันไปตามจังหวะ นับ 1-8	

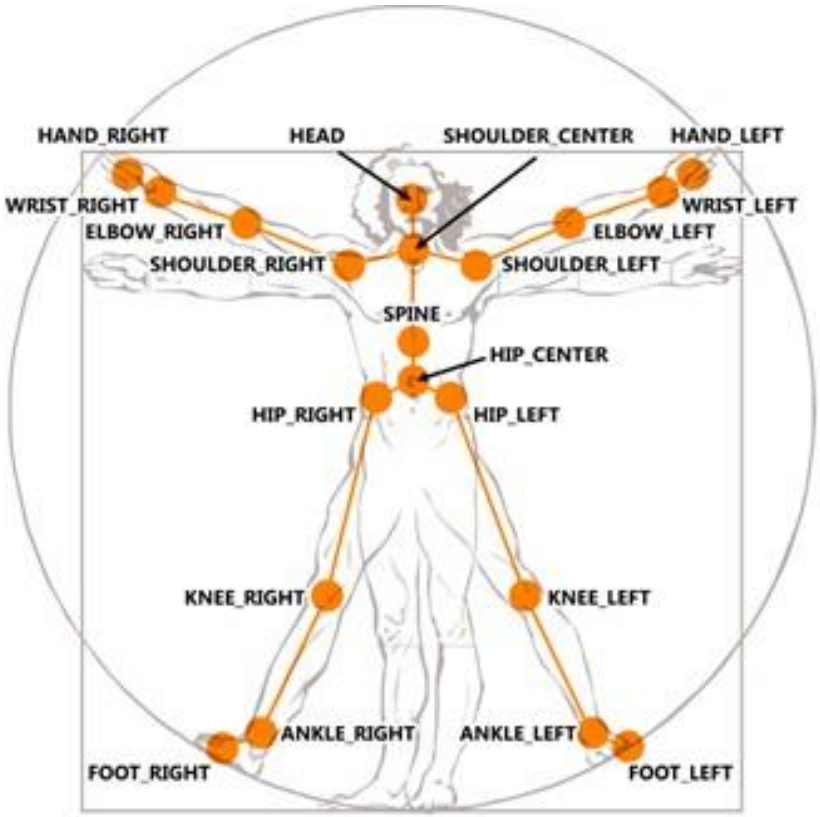
รายละเอียด (ต่อ)		
ช่วงที่ 2 กิจกรรมการฝึกพัฒนาความสามารถตามเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (ลิเกฮูลู)		
ลำดับขั้น	**คำบรรยาย**	**ภาพตัวอย่าง (ภาพจริงเป็นภาพเคลื่อนไหว)**
ขั้นตอนที่ 1 ผู้ฝึกยืนอยู่หน้าจอมอนิเตอร์ห่างประมาณ 1.5-2.5 เมตร ทำตัวตามสบายเมื่อพร้อมแล้วให้ผู้ฝึกดูภาพที่ปรากฏที่หน้าจอมอนิเตอร์และปฏิบัติตามโดยจะมีภาพและเสียงบรรยายประกอบเพลงลิเกฮูลู **ต่อเนื่องตามภาพ**	**ท่าคลื่น** ใช้มือข้างขวาทำท่าคลื่นไปทางด้านซ้ายนับ 3 เปลี่ยนเป็นมือซ้ายนับ 3 ขณะทำมือเท้าทำท่าเขย่งตามจังหวะทั้งหมด 8 รอบ **ท่าว่ายน้ำ** ใช้มือขวาเหวี่ยงออกไปด้านหน้าสลับกับมือซ้ายเหมือนการว่ายน้ำขณะทำมือเท้าทำท่าเขย่งตามจังหวะ ทั้งหมด 8 รอบ **ท่าแตะตัก อก ไหล่ ศีรษะ** ใช้มือทั้งสองแตะตัก อก ไหล่ ศีรษะและย้อนกลับ ศีรษะ ไหล่ อกตัก ขณะทำมือเท้าทำท่าเขย่งตามจังหวะทั้งหมด 8 รอบ ทำวนซ้ำอีกตามทำนองเพลง	

รายละเอียด (ต่อ)		
ช่วงที่ 2 กิจกรรมการฝึกพัฒนาความสามารถตามเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (ยืดเหยียดผ่อนคลายฤาษีดัดตน)		
ลำดับขั้น	**คำบรรยาย**	**ภาพตัวอย่าง(ภาพจริงเป็นภาพเคลื่อนไหว)**
ขั้นตอนที่ 1 ผู้ฝึกยืนอยู่หน้าจอมอนิเตอร์ห่างประมาณ 1.5-2.5 เมตร ทำตัวตามสบายเมื่อพร้อมแล้วให้ผู้ฝึกดูภาพที่ปรากฏที่หน้าจอมอนิเตอร์และปฏิบัติตามโดยจะมีภาพและเสียงบรรยายประกอบเพลงการยืดเหยียดผ่อนคลายฤาษีดัดตน**ต่อเนื่องตามภาพ**	**ท่าฤาษีดัดตนแก้กล่อน และแก้เข่าขัด** นั่งลงเหยียดขาทั้งสองข้าง เท้าชิดกัน มือทั้งสองข้างวางไว้บริเวณหน้าขา หน้าตรง หลังตรง สูดลมหายใจเข้าให้ลึกที่สุดพร้อมกับใช้มือทั้งสองข้างนวดตั้งแต่ต้นขาต่อเนื่องไปจนถึงปลายเท้า ผ่อนลมหายใจออกพร้อมกับคลายมือจากปลายเท้า นวดจากข้อเท้ากลับขึ้นมาจนถึงต้นขา แล้วกลับมาอยู่ในท่าเตรียมเริ่มต้นทำซ้ำ จนครบ 5-10 ครั้ง **ท่าฤาษีดัดตนแก้กล่อนปัตคาด และแก้เส้นมหาสนุกระงับ** นั่งเหยียดขาข้างซ้ายให้เฉียงออกไปทางด้านซ้าย งอเข่าขวาให้ฝ่าเท้าชิดต้นขาซ้าย กำหมัดทั้งสองข้างให้ขนานกันไว้ที่ระดับอก โดยให้ห่างจากอก สูดลมหายใจเข้าให้ลึกที่สุด พร้อมกับยื่นกำปั้นซ้ายเหยียดออกไปทางปลายเท้าซ้ายหันหน้าไปตามกำปั้นในลักษณะเล็งเป้าหมาย ดึงกำปั้นและศอกข้างขวาไปทางด้านหลังให้เต็มที่จนรู้สึกตึงและสะบักและหลัง กลั้นลมหายใจไว้สักครู่ ผ่อนลมหายใจออก พร้อมกับเปลี่ยนกลับมาอยู่ในท่าเตรียม เริ่มต้นทำซ้ำใหม่ แต่เปลี่ยนเป็นเหยียดขาขวาและกำปั้นขวา ทำสลับกันซ้าย ขวา นับเป็น 1 ครั้ง ทำซ้ำ 5-10 ครั้ง	

การแสดงผลการฝึกตามโปรแกรมไอเพกส์และเกณฑ์การตัดสิน

การแสดงผลการฝึกตามโปรแกรมไอเพกส์		
การให้คะแนนความถูกต้อง	**ความถูกต้องจุดของข้อต่อ**	**เกณฑ์การตัดสินความสามารถคิดเป็นร้อยละ (%)**
การให้คะแนนความถูกต้องใช้ Skeletal feed ซึ่งเป็นความสามารถในการแสดงโครงกระดูกของ ผู้ฝึกและข้อต่อ (joint) ในระยะที่สามารถติดตามได้สูงสุด 2 คน และระบุจุดกลางของผู้อื่นได้อีก 4 คน โดยผู้ใช้ทุกคนต้องหันหน้าเข้าอุปกรณ์ ทั้งนี้อุปกรณ์สามารถแสดงข้อต่อรวมทั้งหมด 20 จุดสำคัญตามร่างกาย ประกอบไปด้วย ศีรษะ กลางไหล่ มือ ทั้งสองข้าง ข้อมือทั้งสองข้าง ข้อศอกทั้งสองข้าง ไหล่ทั้งสองข้าง บริเวณสะดือ กลางสะโพก สะโพก ทั้งสองข้าง หัวเข่าทั้งสองข้าง ข้อเท้าทั้งสองข้าง กลางเท้าทั้งสองข้าง	เลียนแบบท่าทางได้ถูกต้องโดยการตรวจจับของโปรแกรมดูจากข้อต่อของผู้ฝึก 1 จุด ได้ร้อยละ 5 2 จุด ได้ร้อยละ 10 3 จุด ได้ร้อยละ 15 4 จุด ได้ร้อยละ 20 5 จุด ได้ร้อยละ 25 6 จุด ได้ร้อยละ 30 7 จุด ได้ร้อยละ 35 8 จุด ได้ร้อยละ 40 9 จุด ได้ร้อยละ 45 10 จุด ได้ร้อยละ 50 11 จุด ได้ร้อยละ 55 12 จุด ได้ร้อยละ 60 13 จุด ได้ร้อยละ 65 14 จุด ได้ร้อยละ 70 15 จุด ได้ร้อยละ 75 16 จุด ได้ร้อยละ 80 17 จุด ได้ร้อยละ 85 18 จุด ได้ร้อยละ 90 19 จุด ได้ร้อยละ 95 20 จุด ได้ร้อยละ 100	คะแนนร้อยละ 85-100 แปลว่า สูงมาก คะแนนร้อยละ 65-80 แปลว่า สูง คะแนนร้อยละ 45-60 แปลว่า ปานกลาง คะแนนร้อยละ 25-40 แปลว่า ต่ำ คะแนนร้อยละ 0-20 แปลว่า ต่ำมาก

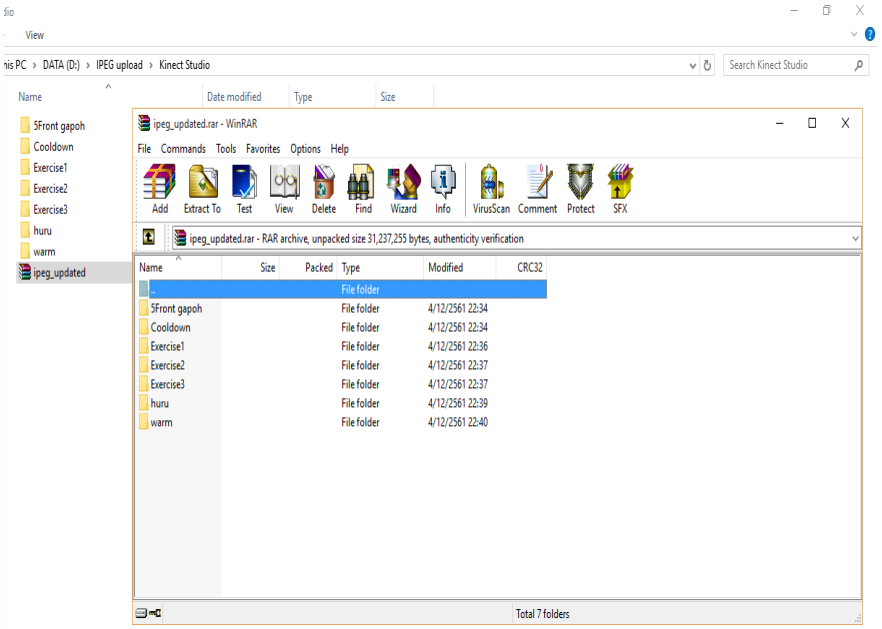
ภาพตัวอย่างจำลอง Skeletal feed



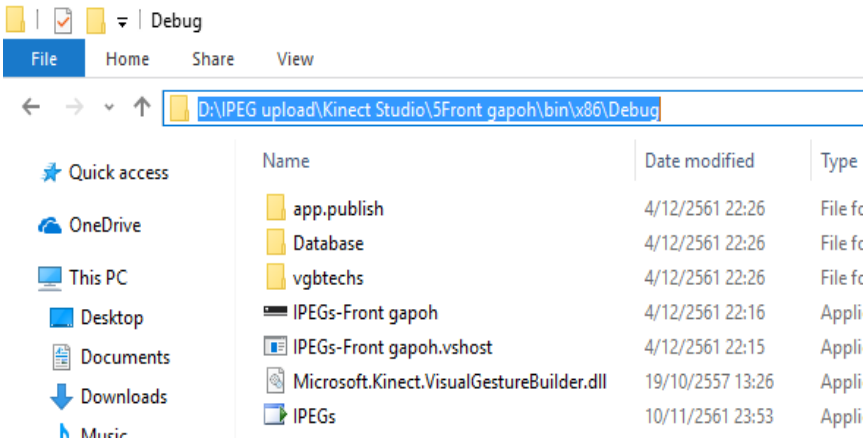
ที่มา: (http://ajgo.blogspot.com/2015/10/skeleton-kinect_24.html)

วิธีการติดตั้ง

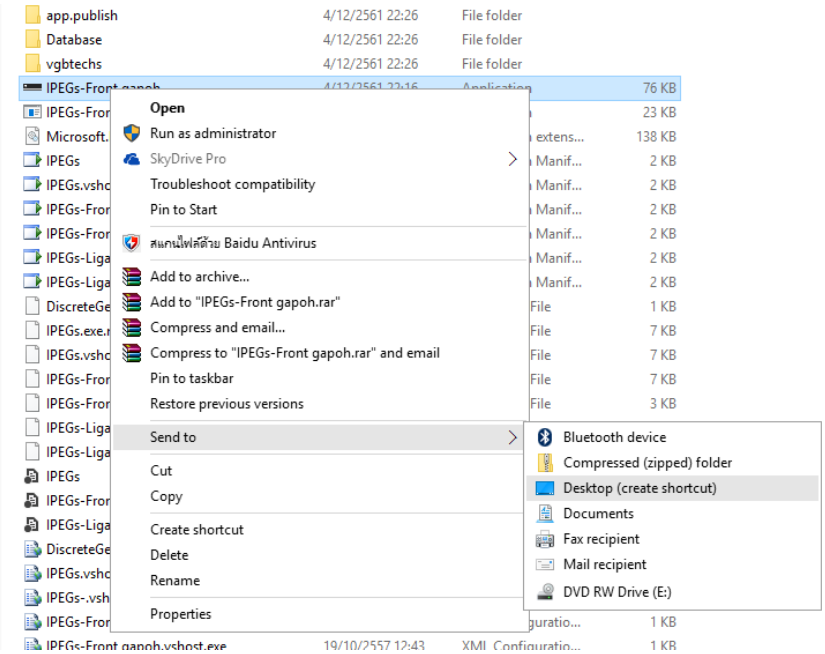
1. ทำการแตกไฟล์ ipeg_updated.rar ไว้ที่ไดร์ฟฮาร์ดดิสก์ เช่น Drive D:



2. ดับเบิลโฟล์เดอร์ เช่น D:\IPEG upload\Kinect Studio**5Frontgapoh\bin\x86\Debug**



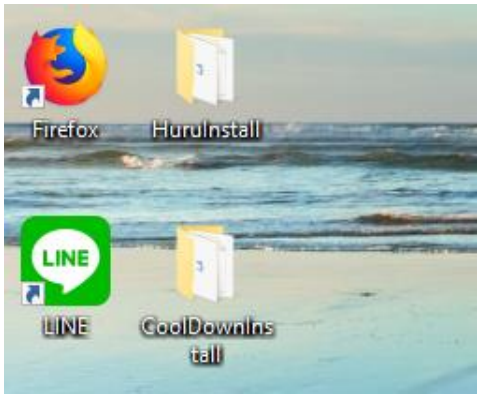
3. คลิกขวา/คลิกเลือก **Send to/Desktop(Create shortcut)**



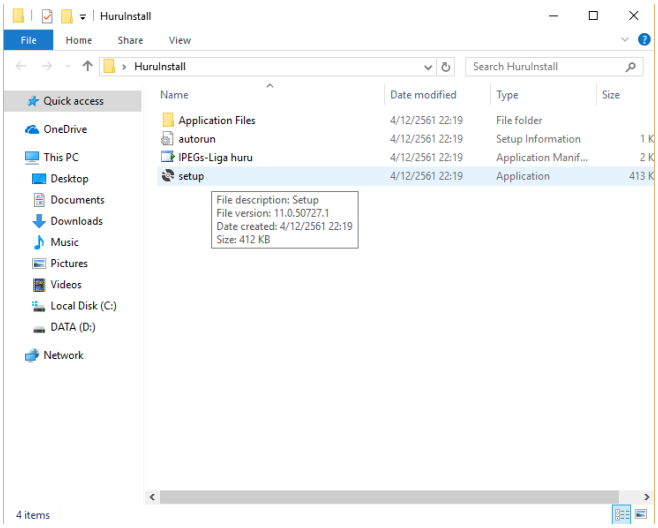
4. ดับเบิลคลิกไฟล์บนหน้าจอเดสก์ทอปเพื่อใช้งาน

วิธีการติดตั้ง (ติดตั้งจากไฟล์ติดตั้ง)

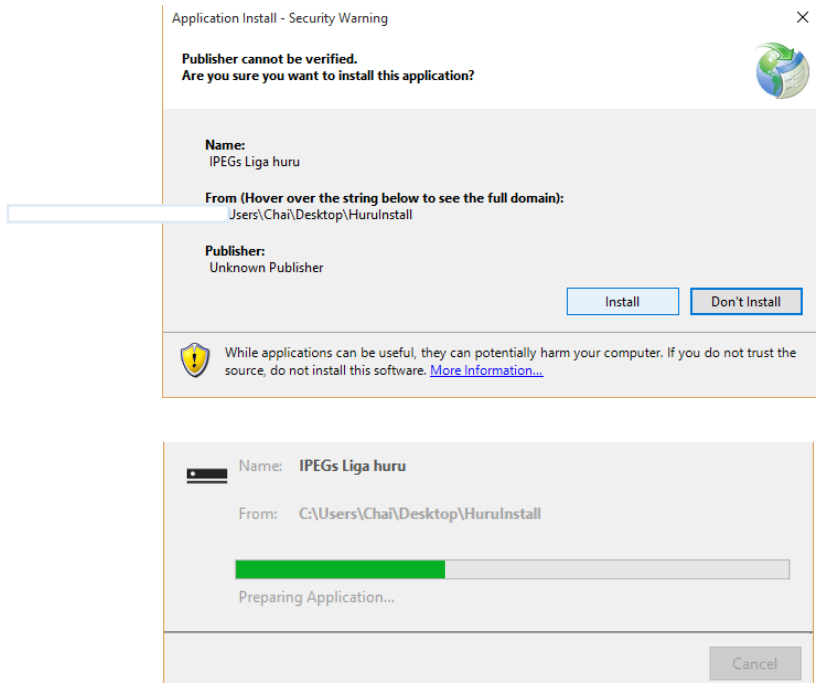
5. ดับเบิลคลิกโฟล์เดอร์ที่ต้องการ



6. ดับเบิลคลิกไฟล์ **Setup**



7. คลิกปุ่ม **Install**



8. ดับเบิลคลิกไฟล์บนหน้าจอเดสก์ทอป

รายการอ้างอิง

Marieb, E.N. (1998). *Human Anatomy & Physiology.* (4th ed.*).* Menlo Park, California: Benjamin/Cummings Science Publishing.

Netter, Frank H. (1987) , *Musculoskeletal system: anatomy, physiology, and metabolic disorders*, Summit, New Jersey: Ciba-Geigy Corporation.

Tortora, G. J. (1989) , *Principles of Human Anatomy.* (5th ed.). New York: Harper & Row, Publishers.

ภาคผนวก ค

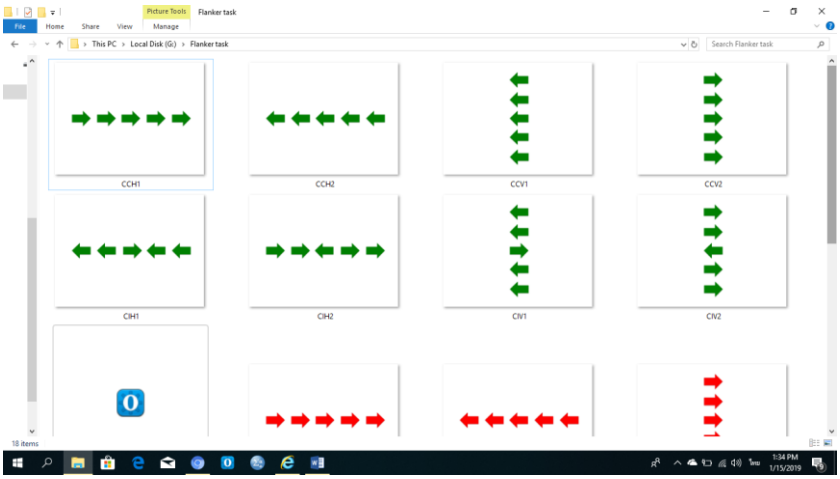
ค 1. คู่มือการใช้แบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ด้านพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมอง

ค 2. คู่มือการใช้แบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ด้านคลื่นไฟฟ้าสมอง

ค 1. คู่มือการใช้แบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ด้านพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมอง

การวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวด้านพฤติกรรมเป็นการทดสอบ 1) การใช้ส่วนของร่างกายในการแสดงความคิดและความรู้สึก 2) การใช้มือในการประดิษฐ์และปรับปรุงซ่อมแซมสิ่งต่าง ๆ และ 3) การใช้ทักษะเฉพาะทางกาย โดยใช้สิ่งเร้าเป็นการทำแบบทดสอบชนิด Eriksen Flanker Task โดยวัดคะแนนจากการตอบถูกและปฏิกิริยาในการตอบสนองจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และใช้เป็นสิ่งกระตุ้นขณะที่กลุ่มทดลองวัดคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าสมองชนิดพกพา

แบบทดสอบ Eriksen Flanker Task ประกอบด้วย สิ่งเร้าเป็นภาพลูกศร 5 อัน สีเขียวและสีแดง จำนวน 16 ภาพ ดังภาพ (ตัวอย่าง)



1) ภาพลูกศร 5 อัน ชี้ไปทิศทาง ด้านขวา ทั้งหมด

2) ภาพลูกศร 5 อัน ชี้ไปทิศทาง ด้านซ้าย ทั้งหมด

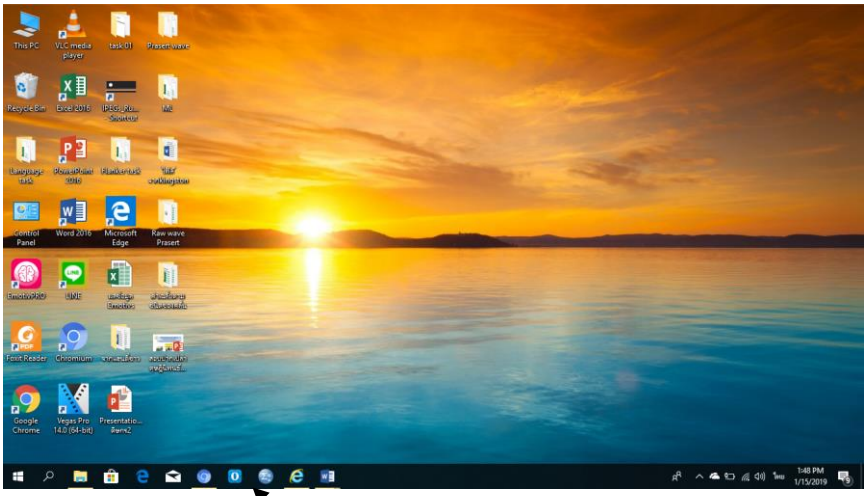
3) ภาพลูกศรตรงกลางชี้ไปทางซ้ายในขณะที่ลูกศร 4 อัน ที่อยู่ด้านข้างชี้ไปทางด้านขวา

4) ภาพลูกศรตรงกลางชี้ไปทางขวาในขณะที่ลูกศร 4 อัน ที่อยู่ด้านข้างชี้ไปทางด้านซ้าย

ผู้ทำแบบทดสอบต้องตัดสินใจว่า ลูกศรตรงกลางชี้ (ลูกที่ 3) ถ้าเป็นสีเขียวให้ กด < หรือ > ตามทิศทางของลูกศรแต่ถ้าเป็นสีแดงให้กด < หรือ > ตรงข้ามกับทิศทางของลูกศร

การทำแบบทดสอบ Eriksen Flanker Task มีขั้นตอนดังนี้

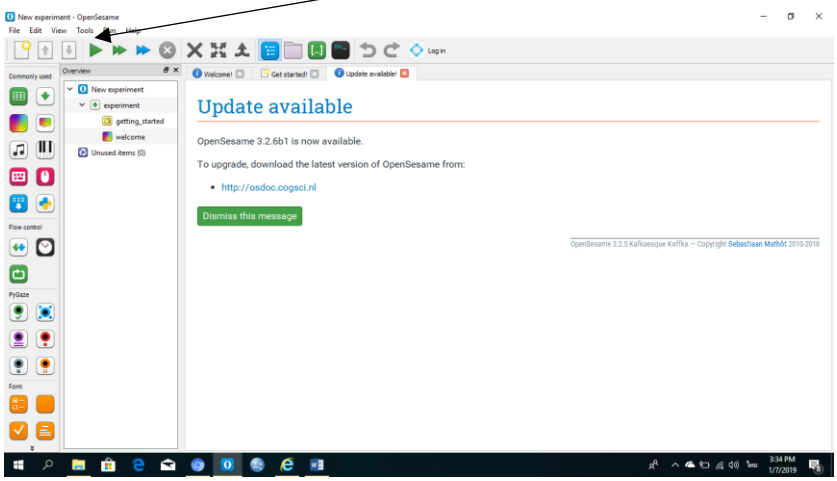
ขั้นที่ 1 เปิดโปรแกรมดังภาพ



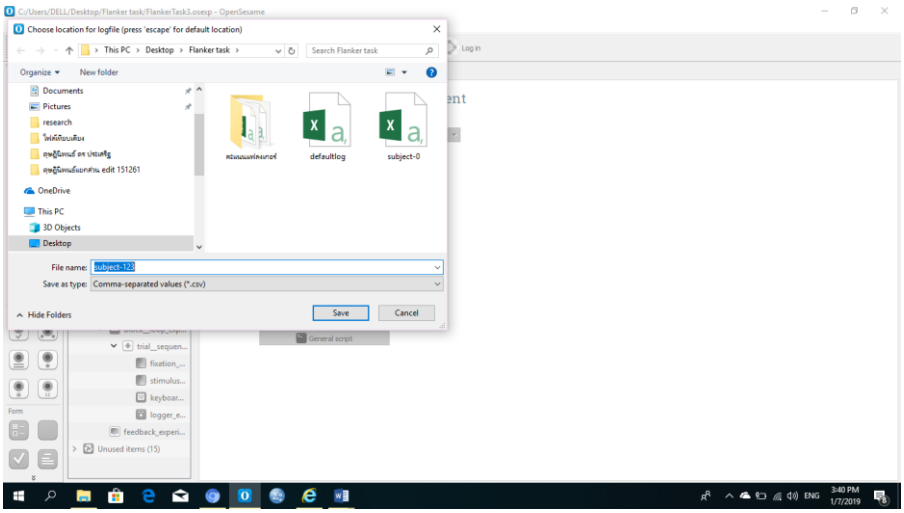
ดับเบิลคลิ๊กที่ไอคอนขอโปรแกรม OpenSasme

ขั้นที่ 2 ปรากฏหน้าจอดังภาพ และตั้งชื่อไฟล์ผู้ทดสอบ

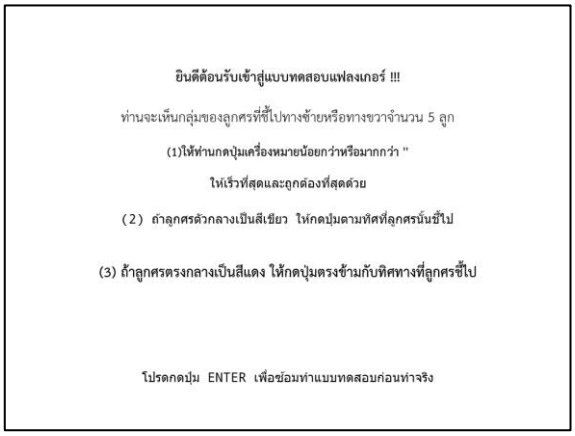
ดับเบิลคลิ๊กที่ลูกศรสีเขียว



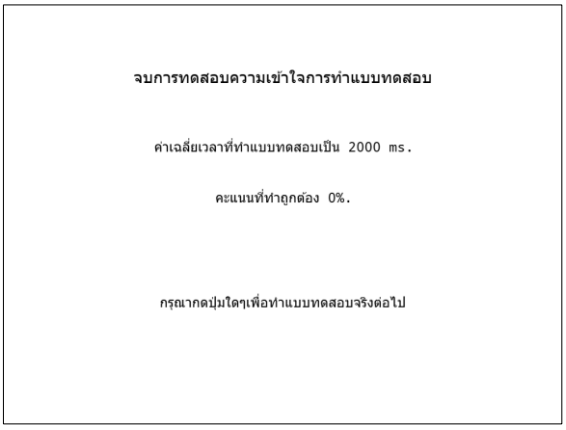
ขั้นที่ 3 ตั้งชื่อไฟล์



ขั้นที่ 5 เริ่มทดสอบโดยจะมีกระบวนการแจ้งให้ดำเนินการตามขั้นตอนจนจบ เช่น



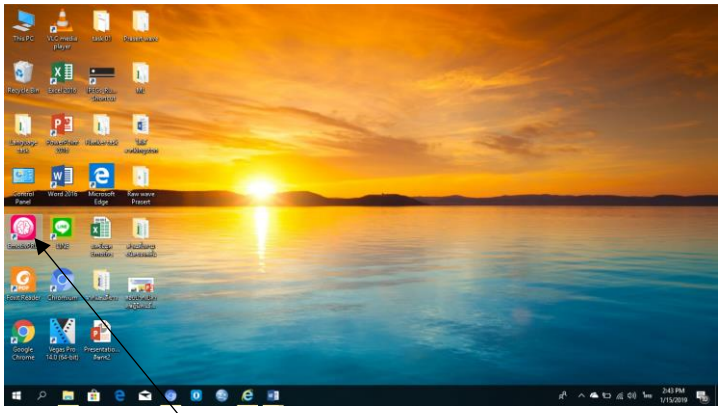
ขั้นที่ 6 เมื่อจบกระบวนการโปรแกรมจะแจ้งค่าของคะแนนตอบถูกเป็นร้อยละ และเวลาตอบสนองเป็นมิลลิวินาที บันทึกผลการทดลองลง Microsoft Excel



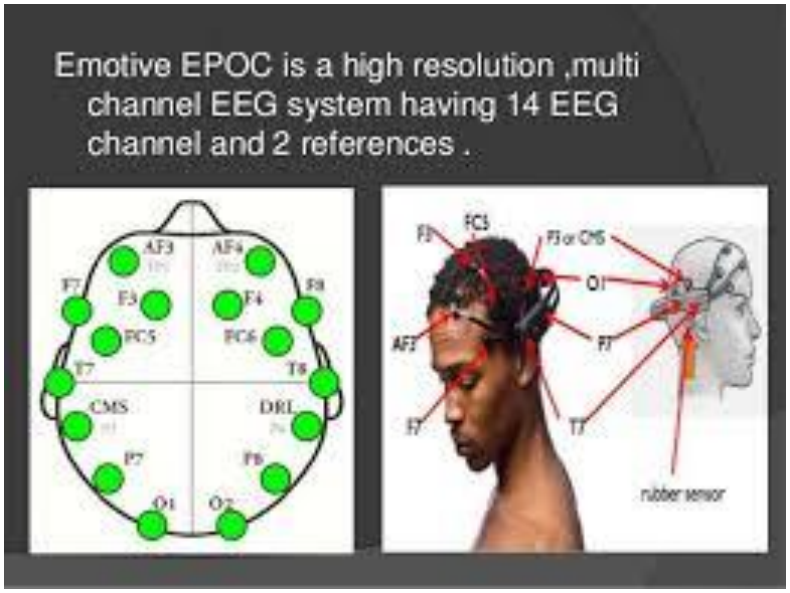
ค 2. คู่มือการใช้แบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ด้านคลื่นไฟฟ้าสมอง

การใช้แบบทดสอบวัดเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว Eriksen Flanker Task เพื่อวัดคลื่นไฟฟ้าสมองต้องทำควบคู่กันระหว่างกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบหน้าจอคอมพิวเตอร์กับการวัดคลื่นไฟฟ้าสมอง รวมใช้คอมพิวเตอร์ 2 เครื่องต่อการวัดด้านพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมอง โดยมีขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 เปดโปรแกรม Emotiv Xavier SDK Control และระหว่างนี้ก็ดำเนินการเปิดโปรแกรมแบบทดสอบ Eriksen Flanker Task ไปพร้อมกันและดำเนินการตามคู่มือวัดด้านพฤติกรรม ส่วนการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองให้กลุ่มตัวอย่างสวมใส Emotiv EPOC neuroheadset โดยจุดเซนเซอรหรือโหนดของเครื่อง Emotiv EPOC neuroheadset จะตอง เปนสีส้มหรือสีเขียวเทานั้นในการทำการทดลองสังเกตได เมื่อเซนเซอรเปนสีสมหรือสีเขียวทั้งหมด ควรมีค่าร้อยละ 85 ขึ้นไป จึงสามารถวัดได้ จะใหผูทดลองทำการเลนเกม เพื่อบันทึกคาลงใน Microsoft Excel ในภายหลัง



ขั้นที่ 2 ตรวจสอบจุดเซนเซอร์หรือ อิเลกโทรด ทั้ง 14 จุด ให้เป็นสีเขียวและมีร้อยละ 85 ขึ้นไป จึงดำเนินการทดสอบและเก็บข่อมูล



ขั้นที่ 3 ระหว่างทำแบบทดสอบผู้วิจัยดำนินการเก็บข้อมูลด้วยโปรแกรรม Emotiv Pro ตามกระบวนการที่ได้แสดงไว้ในบทที่ 3

ขั้นที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูลจากไฟล์เอกซ์เซลที่โปรแกรมบันทึกไว้เป็นค่าพลังงานสัมบูรณ์ ได้ค่าเฉลี่ยแต่ละชนิดของคลื่น

ภาคผนวก ง

ง 1. รายชื่อคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญ
ง 2. แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมในการนำไปใช้งานของโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา
ง 3. เอกสารแสดงความยินยอม
ง 4. เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
ง 5. เอกสารขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย
ง 6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ง 1. รายชื่อคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญ

1. ดร.ปริญญา เรืองทิพย์	ตำแหน่ง อาจารย์ประจำวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา โทร. 084 3461441
2. ดร.เอนก พุทธิเดช	ตำแหน่ง อาจารย์ มหาวิทยาลัยราชมงคลสุวรรณภูมิ โทร. 088 5789868
3. ดร.ธีร์นวัช สุขวิลัยหิรัญ	รองหัวหน้าฝ่ายพัฒนาเทคโนโลยีสารสนเทศ ศูนย์วิจัย การจัดการนวัตกรรม และเทคโนโลยี สำนักวิทยาศาสตร์ และ เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โทร. 090 9196246
4. นายยุทธพงษ์ โฮมหงษ์	ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนชุมพลโพนพิสัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 จังหวัดหนองคาย การศึกษา ปริญญาตรี สาขา พลศึกษา ปริญญาโท สาขา พลศึกษา (อดีตนักกีรฑาทีมชาติและปัจจุบันโค้ชนักกีรฑาทีมชาติ) โทร. 089 9418206
5. นางสมจิตร วิเศษสุนทร	ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ครูเชี่ยวชาญ ด้านนาฏศิลป์ โรงเรียนชุมพลโพนพิสัย สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 21 จังหวัดหนองคาย การศึกษา ปริญญาตรี สาขา นาฏศิลป์ ปริญญาโท สาขา การบริหารการศึกษา โทร. 089 5723626

ง 2. แบบประเมินความตรงเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมในการนำไปใช้งานของโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา

คำชี้แจง

1. คำชี้แจงเกี่ยวกับนิยามเชิงปฏิบัติการ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาตาม Multiple Intelligence Theory และ Exercise Promotion Theory

นิยามเชิงปฏิบัติการของ โปรแกรมไอเพกส์ (Innovation Program Exercise Games : IPEGs Program) หมายถึง เอ็กเซอร์ไซส์เกมซึ่งประกอบด้วยการฝึกสมรรถภาพทางจิตซึ่งประกอบด้วยการหายใจ การทำสมาธิ การจินตภาพการเคลื่อนไหว และการพูดกับตนเอง รวมทั้งการฝึกสมรรถภาพทางกายและทักษะเฉพาะทางกาย โดยมีการแสดงผลการฝึกแบบทันที จากการทำกิจกรรมหรือการกระทำเป็นท่ารำ ท่าฟ้อน หรือเต้นจาก รำวงมาตรฐานของไทย รำไหว้ครูมวยไทย ฟ้อนกะโป๋ เซิ้งกระติ๊บ และฤๅษีดัดตน เป็นต้น เพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของของร่างกาย เช่น กล้ามเนื้อ ข้อต่อ เส้นเอ็น และสมองส่วนที่เกี่ยวข้องกับเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว ในส่วนของ ซีรีเบลลัม (Cerebellum) บาซอลแกงเกลีย (Basal Ganglia) และมอเตอร์คอร์เทกซ์ (Motor Cortex) เพื่อพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา

เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily-kinesthetic Intelligence) หมายถึง ความสามารถ 3 ประการ คือ 1) ความสามารถในการใช้ร่างกายทั้งหมดหรือบางส่วนของตนแสดงความคิด และความรู้สึก เช่น นักแสดง นักแสดงละครใบ้ นักกีฬา หรือนาฏกร นักฟ้อนรำ 2) ความสามารถในการใช้มือประดิษฐ์หรือซ่อมแซมสิ่งต่าง ๆ (ฝีมือ) เช่น ช่างปั้น ช่างซ่อมรถยนต์ ศัลยแพทย์ และ 3) ความสามารถในการใช้ทักษะเฉพาะทางกาย เช่น ความคล่องแคล่ว ความแข็งแรง ความยืดหยุ่น ความรวดเร็ว ความประณีต และความไวทางประสาทสัมผัส เป็นต้น

2. คำชี้แจงเพื่อการประเมิน

แบบประเมินฉบับนี้สำหรับให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ใช้ตรวจสอบและประเมินความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง ของโปรแกรมไอเพกส์พัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา ขอให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินความตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาความสอดคล้องระหว่าง นิยามเชิงปฏิบัติการของคำว่า เชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหว (Bodily-kinesthetic Intelligence) ว่าสอดคล้องกันหรือไม่ โดยให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นด้านความตรงเชิงเนื้อหา แบบประเมินมีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) โดยมีคะแนนการประเมิน ดังนี้

5 หมายถึง เนื้อหาของโปรแกรมกับนิยามเชิงปฏิบัติสอดคล้องมากที่สุด
4 หมายถึง เนื้อหาของโปรแกรมกับนิยามเชิงปฏิบัติสอดคล้องมาก
3 หมายถึง เนื้อหาของโปรแกรมกับนิยามเชิงปฏิบัติสอดคล้องปานกลาง
2 หมายถึง เนื้อหาของโปรแกรมกับนิยามเชิงปฏิบัติสอดคล้องน้อย
1 หมายถึง เนื้อหาของโปรแกรมกับนิยามเชิงปฏิบัติสอดคล้องน้อยที่สุด

และให้ผู้ทรงคุณวุฒิ ประเมินความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริงของโปรแกรมไอเพกส์โดยให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นด้านความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริงโดยแบบประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ มีลักษณะเป็นมาตราประมาณค่า 5 ระดับ (Likert Scale) โดยมีคะแนนการประเมิน ดังนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมการนำไปใช้งานจริงของโปรแกรมระดับมากที่สุด
4 หมายถึง มีความเหมาะสมการนำไปใช้งานจริงของโปรแกรมระดับมาก
3 หมายถึง มีความเหมาะสมการนำไปใช้งานจริงของโปรแกรมระดับปานกลาง
2 หมายถึง มีความเหมาะสมการนำไปใช้งานจริงของโปรแกรมระดับน้อย
1 หมายถึง มีความเหมาะสมการนำไปใช้งานจริงของโปรแกรมระดับน้อยที่สุด

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง
นายประเสริฐ ทองทิพย์
นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
สาขาวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา

1. การประเมินความตรงเชิงเนื้อหา

ขอให้ผู้ทรงคุณวุฒิ โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความตรงเชิงเนื้อหา ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ที่	รายการข้อความ	ระดับความตรงเชิงเนื้อหา				
		5	4	3	2	1
1	ชื่อโปรแกรม มีความชัดเจนและตรงเชิงเนื้อหา					
2	คำนำ มีความชัดเจนและตรงเชิงเนื้อหา					
3	คำชี้แจงทั่วไป มีความชัดเจนและตรงเชิงเนื้อหา					
4	คำชี้แจงเพื่อดำเนินการฝึก มีความชัดเจนและตรงเชิงเนื้อหา					
5	ช่วงอบอุ่นร่างกายสำหรับผู้ฝึก มีความตรงเชิงเนื้อหา					
6	ช่วงฝึก สำหรับผู้รับการฝึก มีความตรงเชิงเนื้อหา					
7	วัตถุประสงค์ ของในแต่ละช่วง มีความชัดเจนและตรงเชิงเนื้อหา					
8	เนื้อหา ของในแต่ละช่วง มีความชัดเจนและตรงเชิงเนื้อหา					
9	การเรียงลำดับเนื้อหา มีความชัดเจน และตรงเชิงเนื้อหา					
10	ภาพการเคลื่อนไหวของในแต่ละช่วง มีความชัดเจน และตรงเชิงเนื้อหา					
11	การจัดเรียงเนื้อหา จากง่ายไปยาก ช้าไปเร็ว และเบาไปหนัก					
12	ช่วงผ่อนคลาย มีความชัดเจนและตรงเชิงเนื้อหา					
13	การแสดงผล มีความชัดเจนเข้าใจง่าย และตรงเชิงเนื้อหา					
14	โดยภาพรวมโปรแกรมนี้ มีความตรงเชิงเนื้อหา					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อการปรับปรุงและพัฒนาโปรแกรมฯ โดยผู้เชี่ยวชาญ

.....

....

2. การประเมินความความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง

ขอให้ผู้เชี่ยวชาญ โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง ที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

ที่	รายการข้อความ	ระดับความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง			
		4	3	2	1
1	ชื่อเรื่อง ของโปรแกรมมีความเหมาะสม				
2	คำนำ ของโปรแกรมมีความเหมาะสม				
3	คำชี้แจง ของโปรแกรมมีความเหมาะสม				
4	ภาพประกอบ ของโปรแกรม มีความเชื่อมโยงกับเนื้อหา				
5	การสื่อความหมาย ของภาพของโปรแกรม มีความเหมาะสม				
6	โปรแกรม มีการใช้เวลาอย่างเหมาะสม				
7	ขนาดตัวอักษร และชนิดของตัวอักษรคำบรรยาย ของโปรแกรมมีความเหมาะสม				
8	การใช้สีภาพ ของโปรแกรมมีความเหมาะสม				
9	การนำเสนอขั้นตอนตามลำดับ ของโปรแกรมมีความเหมาะสม				
10	ความสวยงามของโฮมเพท พื้นหลัง ภาพประกอบ ของโปรแกรมมีความเหมาะสม				
11	โปรแกรมสร้างแรงจูงใจได้เหมาะสม				
12	โดยภาพรวมของโปรแกรม มีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานจริง				

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อการปรับปรุงและพัฒนาโปรแกรมฯ โดยผู้เชี่ยวชาญ

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

การประเมินความพึงพอใจต่อโปรแกรมไอเพกส์ของนักเรียนระดับประถมศึกษาโดยผู้ใช้งาน

รายการประเมิน		*M*	*SD*	ระดับความพึงพอใจ
1. ขั้นตอนเข้าใจง่าย				
2. คำแนะนำวิธีการใช้งานโปรแกรมเข้าใจง่าย				
3. ปุ่มต่าง ๆ ใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน				
4. สีที่ใช้มีความสวยงาม ไม่แสบตา				
5. ภาพวีดิทัศน์มีความเหมาะสม ชัดเจน				
6. ลักษณะท่าทางสามารถทำตามวีดิทัศน์ได้ไม่ยากเกินไป				
7. ภาพประกอบและวิดีทัศน์สื่อความหมายชัดเจน เข้าใจง่าย				
8. เนื้อหามีความเหมาะสมไม่มากหรือน้อยเกินไป				
9. โปรแกรมฝึกมีความสนุกสนาน น่าสนใจ				
10. ระยะเวลาใช้งานเหมาะสม				
รวม				

ง 3. **เอกสารแสดงความยินยอม**

เอกสารแสดงความยินยอม
ของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย (Consent Form)
(สำหรับผู้ที่มีอายุตั้งแต่ ๗ ปี แต่ไม่ถึง ๑๒ ปี)

หัวข้อวิทยานิพนธ์/ดุษฎีนิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาด้วยโปรแกรมไอเพกส์: การศึกษาเชิงพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมอง

วันให้คำยินยอม วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ก่อนที่ข้าพเจ้าจะลงชื่อในเอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ ข้าพเจ้าได้รับการอธิบายถึงวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย วิธีการวิจัย และรายละเอียดต่างๆ ตามที่ระบุในเอกสารข้อมูลสำหรับผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ซึ่งผู้วิจัยได้ให้ไว้แก่ข้าพเจ้า และข้าพเจ้าเข้าใจคำอธิบายดังกล่าวครบถ้วนเป็นอย่างดีแล้ว และผู้วิจัยรับรองว่าจะตอบคำถามต่างๆ ที่ข้าพเจ้าสงสัยเกี่ยวกับการวิจัยนี้ด้วยความเต็มใจ และไม่ปิดบังซ่อนเร้นจนข้าพเจ้าพอใจ

ก่อนที่ข้าพเจ้าจะเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ด้วยความสมัครใจ และมีสิทธิที่จะบอกเลิกการเข้าร่วมโครงการวิจัยนี้ เมื่อใดก็ได้ การบอกเลิกการเข้าร่วมการวิจัยนั้นไม่มีผลกระทบต่อผลการเรียน หรือสิทธิประโยชน์ที่มีตามปกติที่ข้าพเจ้าจะพึงได้รับต่อไป

ผู้วิจัยรับรองว่าจะเก็บข้อมูลเกี่ยวกับตัวข้าพเจ้าเป็นความลับ จะเปิดเผยได้เฉพาะในส่วนที่เป็นสรุปผลการวิจัย การเปิดเผยข้อมูลของข้าพเจ้าต่อหน่วยงานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องต้องได้รับอนุญาตจากข้าพเจ้า

ข้าพเจ้าได้อ่านข้อความข้างต้นแล้วมีความเข้าใจดีทุกประการ และได้ลงนามในเอกสารแสดงความยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม .....ผู้ยินยอม

(.....)

ข้าพเจ้า.....บิดา/มารดาหรือผู้ปกครอง
ยินยอมให้.....เข้าร่วม
โครงการวิจัยนี้

กรณีที่ข้าพเจ้าไม่สามารถอ่านหรือเขียนหนังสือได้ ผู้วิจัยได้อ่านข้อความในเอกสารแสดงความยินยอม
ให้แก่ข้าพเจ้าฟังจนเข้าใจดีแล้ว ข้าพเจ้าจึงลงนามหรือประทับลายนิ้วหัวแม่มือของข้าพเจ้าในเอกสารแสดงความยินยอมนี้ด้วยความเต็มใจ

ลงนาม .....
(.....)
บิดา/มารดาหรือผู้ปกครอง

ลงนาม .....พยาน
(.....)

<u>หมายเหตุ</u> ๑. กรณีที่บิดา/มารดาหรือผู้ปกครองให้ความยินยอมด้วยการประทับลายนิ้วหัวแม่มือ ขอให้มีพยานลงลายมือชื่อรับรองด้วย

๒. ขอให้ผู้วิจัยปรับใช้สรรพนาม/ถ้อยคำ ให้เหมาะสมกับเด็กที่เป็นผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

ง 4. เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

ที่ ๐๘๐/๒๕๖๑

เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา

๑. **ชื่อเรื่องดุษฎีนิพนธ์**

ชื่อเรื่อง: การพัฒนาเชาว์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา ด้วยโปรแกรมไอเพกส์: การศึกษาเชิงพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมอง

TITLE: ENHANCING BODILY-KINESTHETIC INTELLIGENCE AMONG PRIMARY SCHOOL STUDENTS BY IPEGs PROGRAM: BEHAVIORAL AND EEG STUDY

๒. **ชื่อนิสิต:** นายประเสริฐ ทองทิพย์
หลักสูตร ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (Ph.D.) **สาขาวิชา** การวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา
รหัส ๕๕๘๑๐๒๗๕

๓. ผลการพิจารณาของคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า เค้าโครงดุษฎีนิพนธ์ดังกล่าวเป็นไปตามหลักการของจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยที่ผู้วิจัยเคารพสิทธิและศักดิ์ศรีในความเป็นมนุษย์ ไม่มีการล่วงละเมิดสิทธิ สวัสดิภาพ และไม่ก่อให้เกิดภยันตรายแก่ตัวอย่างการวิจัย กลุ่มตัวอย่าง และผู้เข้าร่วมในโครงการวิจัย

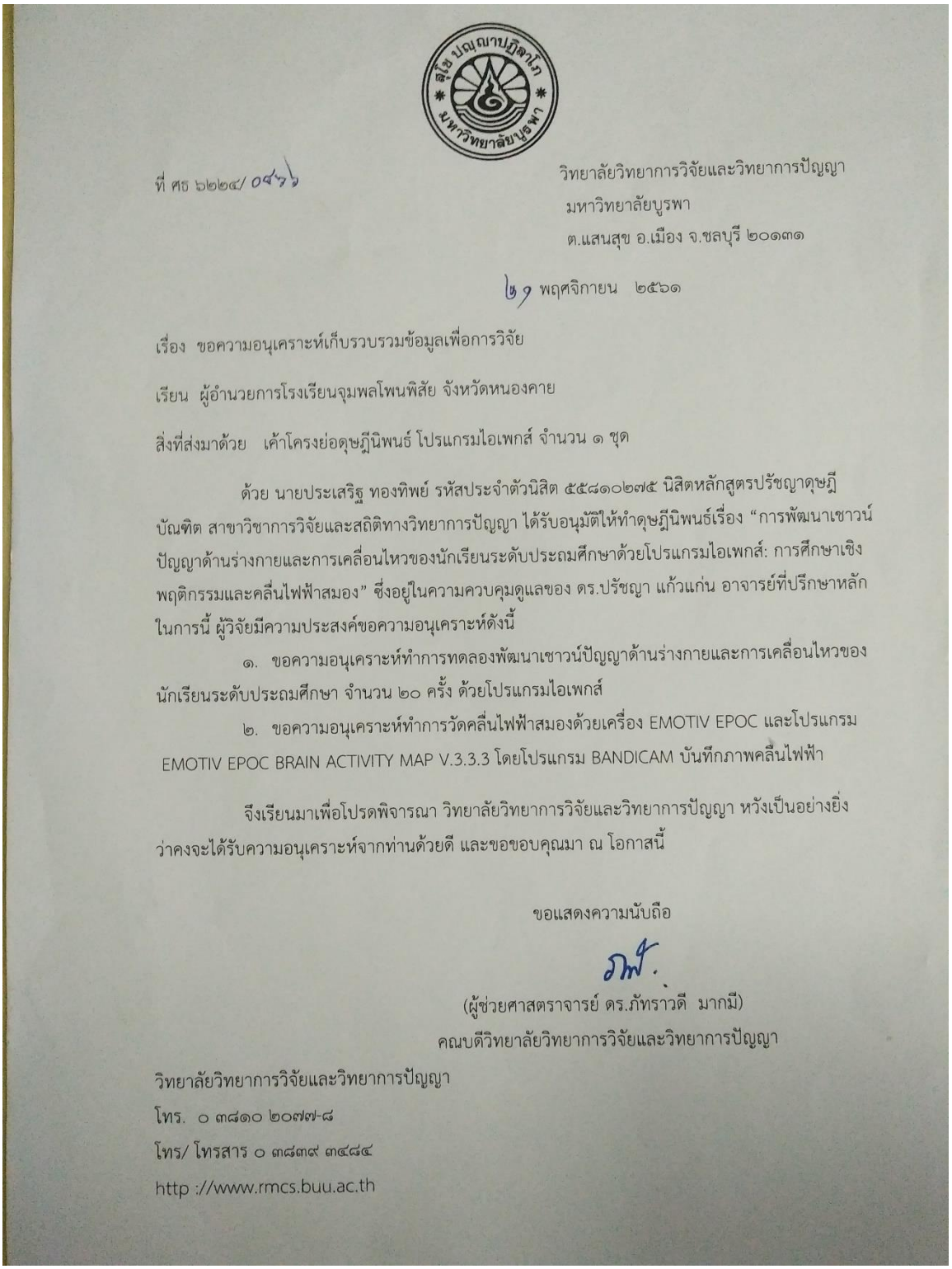
จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยในขอบข่ายของเค้าโครงดุษฎีนิพนธ์ที่เสนอได้ ตั้งแต่วันที่ออกเอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ฉบับนี้ จนถึงวันที่ ๓๐ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๑

ออกให้ ณ วันที่ ๑๕ พฤศจิกายน พ.ศ. ๒๕๖๑

ลงนาม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี)
คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา

ง 5. เอกสารขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย



ที่ ศธ ๖๒๒๔/ ๐๔๖๖

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๑ พฤศจิกายน ๒๕๖๑

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนจุมพลโพนพิสัย จังหวัดหนองคาย

สิ่งที่ส่งมาด้วย เค้าโครงย่อดุษฎีนิพนธ์ โปรแกรมไอเพกส์ จำนวน ๑ ชุด

ด้วย นายประเสริฐ ทองทิพย์ รหัสประจำตัวนิสิต ๕๕๘๑๐๒๗๕ นิสิตหลักสูตรปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและสถิติทางวิทยาการปัญญา ได้รับอนุมัติให้ทำดุษฎีนิพนธ์เรื่อง “การพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษาด้วยโปรแกรมไอเพกส์: การศึกษาเชิงพฤติกรรมและคลื่นไฟฟ้าสมอง” ซึ่งอยู่ในความควบคุมดูแลของ ดร.ปรัชญา แก้วแก่น อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ในการนี้ ผู้วิจัยมีความประสงค์ขอความอนุเคราะห์ดังนี้

๑. ขอความอนุเคราะห์ทำการทดลองพัฒนาเชาวน์ปัญญาด้านร่างกายและการเคลื่อนไหวของนักเรียนระดับประถมศึกษา จำนวน ๒๐ ครั้ง ด้วยโปรแกรมไอเพกส์

๒. ขอความอนุเคราะห์ทำการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองด้วยเครื่อง EMOTIV EPOC และโปรแกรม EMOTIV EPOC BRAIN ACTIVITY MAP V.3.3.3 โดยโปรแกรม BANDICAM บันทึกภาพคลื่นไฟฟ้า

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ภัทราวดี มากมี)
คณบดีวิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา

วิทยาลัยวิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา
โทร. ๐ ๓๘๑๐ ๒๐๗๗-๘
โทร/ โทรสาร ๐ ๓๘๓๙ ๓๔๘๔
http ://www.rmcs.buu.ac.th

ง 6. การวิเคราะห์ข้อมูล

ตัวอย่าง การวิเคราะหฺข้อมูลโดย spss

Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	คะแนนก่อน	75.1126	80	21.02598	2.35078
	คะแนนหลัง	86.2276	80	16.17222	1.80811

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	คะแนนก่อน & คะแนนหลัง	80	.600	.000

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
					Lower	Upper			
Pair 1	คะแนนก่อน - คะแนนหลัง	11.11	17.18837	1.92172	-14.94002	7.28985	5.784	79	.000