ผลของการฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยเพื่อพัฒนาระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองและระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมองของเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน: งานวิจัยทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม

EFFECTS OF CREATIVE DANCE PROGRAM TRAINING IN CONTEMPORARY DANCE FORM TO IMPROVE EXECUTIVE FUNCTION AND BRAIN-DERIVED NEUROTROPHIC

กีรติ อินทวชิรารัตน์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2566

ผลของการฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยเพื่อพัฒนาระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองและระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมองของเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน: งานวิจัยทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม

กีรติ อินทวชิรารัตน์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

EFFECTS OF CREATIVE DANCE PROGRAM TRAINING IN CONTEMPORARY DANCE FORM TO IMPROVE EXECUTIVE FUNCTION AND BRAIN-DERIVED NEUROTROPHIC FACTOR LEVELS OF OBESE SCHOOL-AGED CHILDREN: A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL

KEERATI INTAWACHIRARAT

A Dissertation Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of DOCTOR OF PHILOSOPHY

(Sport and Exercise Science)

Faculty of Physical Education, Srinakharinwirot University

2023

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยเพื่อพัฒนาระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองและระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมองของเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน: งานวิจัยทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม

ของ

กีรติ อินทวชิรารัตน์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.สนธยา สีละมาด)

..... ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทิต มิตรานันท์)

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กันนิกา เพิ่มพูนพัฒนา)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุภาภรณ์ ศิลาเลิศเดชกุล)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัจฉริยะ เอนก)

ชื่อเรื่อง	ผลของการฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยเพื่อพัฒนาระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองและระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมองของเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน: งานวิจัยทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม
ผู้วิจัย	กีรติ อินทวชิรารัตน์
ปริญญา	ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต
ปีการศึกษา	2566
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. สนธยา สีละมาด
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิทิต มิตรานันท์

โรคอ้วนในเด็กเป็นสาเหตุสำคัญของความเจ็บป่วยเรื้อรังที่ส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศ จึงมีความจำเป็นที่ต้องได้รับการแก้ไข งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (Executive Function: EF) และระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (Brain-Derived Neurotrophic Factor: BDNF) ที่ส่งผลต่อภาวะอ้วนในเด็กและแนวทางการแก้ไข โดยทำการศึกษา 2 ระยะ การศึกษาที่ 1 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความแตกต่างของระดับ EF ทั้ง 4 ด้าน (การยับยั้งพฤติกรรม การยืดหยุ่นทางความคิด ความจำใช้งาน การวางแผน) และระดับ BDNF ระหว่างเด็กที่มีระดับการเจริญเติบโตแตกต่างกัน โดยทำการเก็บข้อมูลในเด็กวัยเรียน อายุ 9-12 ปี จำนวน 66 คน ที่มีน้ำหนักสมส่วน (n=22) เริ่มอ้วน (n=22) และมีภาวะอ้วน (n=22) ผลการศึกษาพบว่า EF ด้านการวางแผน มีความสัมพันธ์ที่แข็งแกร่งที่สุดกับค่าองค์ประกอบ (composite) ทั้งหมด เด็กที่อยู่ในกลุ่มน้ำหนักสมส่วนและเริ่มอ้วน มีค่าศูนย์กลางข้อมูล(centroids) ตามทิศทางของค่าสัมประสิทธิ์โครงสร้างต่ำกว่ากลุ่มที่มีภาวะอ้วนอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .001$) โดยสรุปเด็กที่มีการเจริญเติบโตในระดับสมส่วนจะมี EF ด้านการวางแผนที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเด็กที่เริ่มอ้วนและมีภาวะอ้วน การศึกษาที่ 2 มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยเพื่อพัฒนาระดับ EF และระดับ BDNF ของเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน โดยอาสาสมัคร 35 คนที่ผ่านเกณฑ์คัดเข้า ถูกแบ่งเป็นกลุ่มทดลอง (n=17) และกลุ่มควบคุม (n=18) ด้วยโปรแกรมสุ่มอย่างง่าย กลุ่มทดลองทำการฝึกเต้นที่ระดับความหนักปานกลาง ครั้งละ 60 นาที 3 ครั้งต่อสัปดาห์ ทั้งหมด 10 สัปดาห์ ผู้วิจัยทำการประเมินตัวแปร ซึ่งประกอบด้วย การวัดระดับ BDNF อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ระดับ EF 4 ด้าน และองค์ประกอบของร่างกาย ได้แก่ ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) และเปอร์เซ็นต์ไขมันก่อนและหลังการทดลอง ผลการศึกษาพบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างระดับ BDNF และ VO_2peak (r=.356) โดยโปรแกรมเต้นส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของระดับ BDNF (p=.005) และ VO_2peak (p=.004) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในอาสาสมัครกลุ่มทดลองเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม นอกจากนี้ยังพบว่าค่าคะแนนดิจิตสแปนเทส ในกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p=.022) แสดงถึงระดับ EF ด้านความจำใช้งานที่พัฒนาขึ้นหลังการฝึกโปรแกรม อย่างไรก็ดี การประเมิน EF ด้านการยับยั้งพฤติกรรม การยืดหยุ่นทางความคิด และด้านการวางแผน ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม และโปรแกรมเต้นไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงตัวแปรด้านองค์ประกอบของร่างกาย เนื่องจากทั้งในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมี BMI เพิ่มขึ้น และเปอร์เซ็นต์ไขมันลดลงอย่างมีนัยสำคัญ (p = .026, p=.001 ตามลำดับ) สรุป โปรแกรมเต้นสามารถเพิ่มระดับ BDNF,VO2peak และการทำงานของสมองด้านความจำในกลุ่มเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วนได้ ทั้งยังเป็นโปรแกรมการออกกำลังกายที่สนุกสนานและเข้าถึงได้ง่ายมีส่วนในการพัฒนาเด็กอย่างเป็นองค์รวม ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของสมองในเด็ก ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียควรส่งเสริมให้เด็กมีระดับการเจริญเติบโตในเกณฑ์สมส่วน ด้วยการมีกิจกรรมทางกาย เช่น การเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย

คำสำคัญ : ความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง, ระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง, เด็กวัยเรียน, ภาวะอ้วน, นาฏศิลป์ร่วมสมัย, เต้น, สร้างสรรค์

Title	EFFECTS OF CREATIVE DANCE PROGRAM TRAINING IN CONTEMPORARY DANCE FORM TO IMPROVE EXECUTIVE FUNCTION AND BRAIN-DERIVED NEUROTROPHIC FACTOR LEVELS OF OBESE SCHOOL-AGED CHILDREN: A RANDOMIZED CONTROLLED TRIAL
Author	KEERATI INTAWACHIRARAT
Degree	DOCTOR OF PHILOSOPHY
Academic Year	2023
Thesis Advisor	Associate Professor Dr. Sonthaya Sriramatr
Co Advisor	Assistant Professor Dr. Witid Mittranun

Childhood obesity constitutes a significant determinant of chronic illness, exerting a substantial impact on the national economy, thereby necessitating concerted efforts for mitigation and resolution. This research endeavors to investigate Executive Function (EF) and Brain-Derived Neurotrophic Factor (BDNF), as they relate to childhood obesity, with a particular focus on potential intervention strategies. This study was comprised of two distinct phases. Study One aimed to examine the differences between Thai growth references on EF and BDNF in children and 66 students were divided into a normal-weight group (n=22), overweight group (n=22), and obesity (n=22) group based on their weight for height. The EF was assessed by four components (inhibitory control, cognitive flexibility, working memory, and planning); as well as BDNF. According to the study, there were statistically significant variations between the three growth references in EF ($p < .001$). The link between the planning test and the group differences was the strongest. The data suggested that superior figure groups exhibited enhanced EF scores, particularly in the domain of planning skills. Study Two investigated the effects of creative dance program training in contemporary dance form on improving EF and BDNF levels in obese school-aged children. The research implemented a dance-based exercise program that incorporated creative movement and skill training in contemporary dance. The training sessions, lasting 60 minutes each, were conducted at a moderate intensity, occurring three times per week over a span of 10 weeks. The 35 participants were randomly assigned to either the experimental group (n=17) or the control group (n=18). The results revealed a positive correlation between BDNF levels and VO_2peak (r=.356). The dance program significantly induced a notable elevation in both BDNF levels (P=.005) and the $VO_{2\ peak}$ in the experimental group when compared to the control group (p=.004). Despite a marked improvement in working memory, evidenced by enhanced test scores (p=.022), the program did not yield significantly distinct effects on inhibitory control, cognitive flexibility, and planning components of EF in both experimental and control groups. Furthermore, significant changes in body composition variables were observed in both experimental and control groups, specifically, an increase in Body Mass Index ($p = .026$) and a decrease in body fat percentage (p=.001). In conclusion, this research highlights the potential benefits of dance programs for obese children, emphasizing enhancements in BDNF levels, cardiorespiratory fitness, and working memory. It posits that such programs provide an enjoyable and accessible avenue for exercise, contributing comprehensively to the physical and cognitive development of obese children. Hence, to gain optimal brain health in children, stakeholders must promote proportional weight for height. This can be facilitated through active participation in physical activities, such as creative dance program training in contemporary dance form.

Keyword : EF, BDNF, children, obese, dance, contemporary, creative

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์เล่มนี้ได้สำเร็จลุล่วง บรรลุตามวัตถุประสงค์ทางการศึกษาระดับปริญญาเอกเป็นที่เรียบร้อยแล้ว แต่ความสำเร็จที่เกิดขึ้นนี้มิได้เกิดจากความเพียรพยายามของผู้วิจัยเท่านั้น แต่เป็นความสำเร็จที่ได้รับแรงสนับสนุนจากผู้คนซึ่งเป็นดั่งลมใต้ปีก คอยช่วยเหลือ ประคับประคองให้ผู้วิจัยฟันฝ่าอุปสรรคต่างๆบนเส้นทางสายการศึกษาครั้งนี้มาได้ ดังบทกลอนซึ่งประพันธ์โดย หม่อมหลวงปิ่น มาลากุล ใจความว่า “กล้วยไม้มีดอกช้า ฉันใด การศึกษาเป็นไป เช่นนั้น แต่ออกดอกคราวใด งามเด่น งานสั่งสอนปลูกปั้น เสร็จแล้วแสนงาม” บัดนี้งานสั่งสอนปลูกปั้นของครูบาอาจารย์ได้สำเร็จเสร็จสิ้นแล้ว ผู้วิจัยจึงขอกล่าวกิตติกรรมประกาศแด่บุคคลสำคัญทุกท่าน ดังนี้

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สนธยา สีละมาด อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ผู้เปรียบดั่งแสงสว่างนำทาง ผู้มองเห็นทุกความเป็นไปได้ในงานของนิสิต ให้คำปรึกษา แนะนำ ช่วยปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องและตรวจสอบความถูกต้องในการทำปริญญานิพนธ์จนมีความสมบูรณ์ คอยติดตามถามไถ่ ทั้งในแง่ของการเรียนการงาน และการใช้ชีวิตด้วยความเข้าใจและมีเมตตา เป็นกำลังใจสำคัญที่ทำให้ผู้วิจัยก้าวข้ามความยากลำบากต่างๆมาได้

กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิทิต มิตรานันท์ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้คอยตั้งคำถาม ชี้แนะ และให้แง่มุมใหม่ๆในการดำเนินงานวิจัย ขัดเกลาความแหลมคมของผู้วิจัยและงานวิจัยให้เป็นไปตามมาตรฐานสากลที่นักวิจัยพึงมี เป็นผู้ที่จุดประกายความสนใจในการทำวิจัยให้กับนิสิต เป็นต้นแบบของนักวิชาการที่มีความเก่ง ความใฝ่รู้ ความอ่อนน้อมถ่อมตน และเป็นผู้ผลักดันให้นิสิตอยากพัฒนาตนเองอยู่เสมอ

กราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กันนิกา เพิ่มพูนพัฒนา ประธานการสอบ ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก ซึ่งคอยให้คำแนะนำเกี่ยวกับงานวิจัยอย่างรอบด้านเสมอมา เป็นผู้ที่มีความรู้ ความเข้าใจลึกซึ้งในหัวข้อที่ผู้วิจัยทำการศึกษา ความเชี่ยวชาญและความใจดีของอาจารย์เป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วง และเกิดประโยชน์สูงสุดในทิศทางที่ควรจะเป็น

กราบขอบพระคุณ คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ ศาสตราจารย์ ดร. สาลี่ สุภาภรณ์ รองศาสตราจารย์ ดร. สุภาภรณ์ ศิลาเลิศเดชกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อัจฉริยะ เอนก ที่ได้ช่วยตรวจสอบ ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ เพื่อนำมาแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องในการจัดทำปริญญานิพนธ์ จนทำให้ปริญญานิพนธ์เล่มนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

กราบขอบพระคุณ อาจารย์วรารมย์ ทวิวรดิลก และ อาจารย์ ดร.ชิตพล เปลี่ยนศิริ ผู้เชี่ยวชาญด้านการเต้น ซึ่งเป็นกำลังสำคัญในการช่วยพัฒนาโปรแกรมที่ใช้ในงานวิจัยนี้ให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของผู้วิจัย อาจารย์ทั้งสองท่านมีความมุ่งมั่น ทุ่มเทที่จะแบ่งปันความรู้และประสบการณ์อย่างเต็มความสามารถ โดยไม่คาดหวังสิ่งตอบแทน เพียงปรารถนาให้งานวิจัยนี้ช่วยพัฒนาเด็กไทย และเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้โลกใบนี้ดีขึ้น

กราบขอบพระคุณคณาจารย์ในภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้นิสิตตลอดระยะเวลาในการศึกษา โดยเฉพาะ อาจารย์ ดร.นุชรี เสนาคำ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ถนอมศักดิ์

เสนาคำ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประสิทธิ์ ปีประทุม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิชญาวีร์ ภานุรัชต์ฐนนท์ สำหรับความห่วงใยและกำลังใจที่มอบให้ทุกครั้งที่พบเจอ

ขอบพระคุณบุคลากรในภาควิชาวิทยาศาสตร์การกีฬา นางสาวคณิตา คุ้มสิงสัน นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการที่ช่วยอำนวยความสะดวกอย่างเต็มที่ และให้ข้อแนะนำในการใช้อุปกรณ์ต่างๆ ทำให้การเก็บข้อมูลงานวิจัยเป็นไปอย่างราบรื่น ขอบพระคุณ คุณพรสมัคร ภูมิเขต และคุณใกล้รุ่ง รวมทรัพย์ เจ้าหน้าที่ฝ่ายบริการการศึกษา ที่ได้ให้ข้อแนะนำเกี่ยวกับเอกสาร กรอบระยะเวลาและขั้นตอนในการดำเนินการกิจกรรมต่างๆสำหรับนิสิตระดับบัณฑิตศึกษาอย่างถูกต้อง แม่นยำ ด้วยความเอาใจใส่และมีใจบริการ

ที่สำคัญ ผู้วิจัยต้องขอขอบพระคุณ คณะครูและนักเรียนโรงเรียนคำเขื่อนแก้ว และโรงเรียนบ้านบางน้ำจืด ที่สละเวลา แรงกาย แรงใจ ให้การสนับสนุนและเข้าร่วมงานวิจัยจนเสร็จสิ้น กราบขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการ ศศิธร บุตรเมือง ผู้อำนวยการโสรจ สำโรง ที่อนุญาตให้ผู้วิจัยเข้าไปดำเนินการเก็บข้อมูลในโรงเรียน และอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลให้เป็นไปอย่างราบรื่น และขอขอบคุณเป็นพิเศษสำหรับการประสานงานที่ยอดเยี่ยมของคุณครูนฤมล นภัทรธนานันท์ และคุณครูปภาวดี สานนท์ ด้วยความช่วยเหลือของทั้งสองท่านการเก็บข้อมูลจึงสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณ เพื่อน พี่น้อง นิสิตระดับปริญญาโทและเอกในสาขาวิทยาศาสตร์การกีฬาทุกท่านที่อาจไม่ได้เอ่ยนามทั้งหมด โดยเฉพาะ ดร. วทัญญู คำรส อาจารย์เดชา ชินอักษร คุณนภัสสร สุขส่ง คุณศตกมล ศรีพาแลว คุณยุพาวรรณ ระงับไพร อาจารย์เกษศิรินทร์ กิตติพงษ์ภากร รวมไปถึงคุณกนกพร ดอนเจดีย์ และพี่น้องสาขาพฤติกรรมศาสตร์ท่านอื่นๆ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการเป็นผู้ช่วยวิจัย เป็นแหล่งแบ่งปันข้อมูลข่าวสารในการเรียน เป็นคลังความรู้ในการทำวิจัยตลอดระยะเวลาการศึกษา รวมไปถึงเป็นเพื่อนคู่คิด มิตรยามยาก เป็นที่ปรึกษาช่วยแก้ไขปัญหาให้กันเสมอมา

ขอบคุณเหล่าเพื่อนสนิท (ปอ แอม บุ๊ค ฝ้าย ขวัญ อุ๋ม เหมี่ยว ไอซ์ ดรีม พี่อัม ออย) และอีกหลายคนที่ไม่ได้กล่าวถึง สำหรับความรัก ความปรารถนาดี การรับฟังอย่างไม่ตัดสิน และกำลังใจที่มีให้กันในทุกช่วงเวลา

ขอบพระคุณครูบาอาจารย์ทุกท่านด้วยจิตคารวะ ที่ให้การอบรมสั่งสอนผู้วิจัยมาตั้งแต่ระดับอนุมาลจนถึงระดับมหาวิทยาลัย

สุดท้ายนี้กราบขอบพระคุณครอบครัวที่เป็นขุมพลังอันยิ่งใหญ่ของผู้วิจัย ครอบครัวคือผู้อยู่เบื้องหลังทุกๆความสำเร็จในชีวิต หากไม่มีการสนับสนุนจากครอบครัว ก็คงไม่มีความสำเร็จในวันนี้ คุณความดีทั้งหมดที่เกิดจากการศึกษาและงานวิจัยในครั้งนี้เป็นความดีความชอบของทุกคนในครอบครัว เพื่อจะได้ส่งต่อความรู้ไปสู่สังคมในวงกว้างต่อไป

ขอขอบคุณทุกท่านจากหัวใจ การได้รู้จักทุกท่านคือรางวัลแห่งชีวิตที่มีคุณค่ายิ่งกว่าปริญญาทุกใบ

กีรติ อินทวชิรารัตน์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ซ

สารบัญตาราง ..... ฐ

สารบัญรูปภาพ ..... ด

บทที่ 1 บทนำ 1

ภูมิหลัง 1

ความมุ่งหมายของงานวิจัย 10

คำถามของการวิจัย 11

สมมติฐานของการวิจัย 11

ความสำคัญของการวิจัย 12

ขอบเขตของการวิจัย 12

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย 12

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย 12

ตัวแปรที่ศึกษา 13

นิยามศัพท์เฉพาะ 14

บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรม 16

1. ภาวะน้ำหนักเกินและภาวะอ้วนในเด็ก 16

1.1 ความหมายของภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในเด็กและวัยรุ่น 16

1.2 ความชุกของภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในเด็กและวัยรุ่น 17

1.3 สาเหตุและปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน 18
1.4 ผลกระทบจากการมีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน 19
1.5 แนวทางการแก้ไขปัญหาภาวะอ้วนในเด็ก 20
1.6 เกณฑ์การประเมินภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในเด็ก 20
2. พัฒนาการเด็กวัยเรียน 24
2.1 พัฒนาการทางด้านร่างกาย (Physical Development) 24
2.2 บุคลิกภาพและพัฒนาการทางสังคม (Personality and social development) 25
2.3 พัฒนาการทางเพศ 28
3. ความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง 32
3.1 ความหมายของความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง 32
3.2 องค์ประกอบของความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง 33
3.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง 34
4. ผลของภาวะอ้วนต่อความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 35
5. ความสัมพันธ์ของสารนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมอง และภาวะอ้วนและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 39
6. ความหมายของกิจกรรมทางกายและการออกกำลังกายในเด็ก 42
7. ผลของการออกกำลังกายต่อความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 43
7.1 ผลของการออกกำลังกายต่อความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง 43
7.2 ผลของการออกกำลังกายต่อความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและภาวะอ้วน 48
8. ผลของการออกกำลังกายต่อสารนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์ในสมอง 49
9. การเต้นและผลของการเต้นต่อภาวะอ้วน ความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง และสารนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมอง 50

9.1 การเต้น 50
9.2 ผลของการเต้นต่อภาวะอ้วนในเด็ก 51
9.3 ผลของการเต้นต่อระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองในเด็ก 51
9.4 การเต้นเชิงสร้างสรรค์ (creative dance) 52
9.5 นาฏศิลป์ร่วมสมัย (Contemporary Dance) 53
บทที่ 3 วิธีการดำเนินวิจัย 58
1. กำหนดกลุ่มประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง 58
กลุ่มตัวอย่าง 58
เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง 60
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและวิธีการประเมินตัวแปรในงานวิจัย 62
1. เครื่องมือที่ใช้ในการหาค่าภาวะการเจริญเติบโต (น้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง) ของเด็กวัยเรียน และค่าองค์ประกอบของร่างกาย 62
2. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (Executive function: EF) 64
3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวแปรด้านสารชีวเคมีในเลือด 70
4. เครื่องมือที่ใช้ทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2peak) 75
5. อุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกโปรแกรมการเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย 76
แผนภาพสรุปวิธีดำเนินการวิจัย 77
ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล 80
การเก็บรวบรวมข้อมูล 85
3. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย 90
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 92
ผลการศึกษาระยะที่ 1 92

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง 92
ผลการศึกษาระยะที่ 2 103
1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง 103
2. ผลของโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย 104
บทที่ 5 อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ 132
การศึกษาระยะ 1 132
สรุปและอภิปรายผล 133
การศึกษาระยะที่ 2 136
สรุปและอภิปรายผล 136
สรุปผลการวิจัย 146
ข้อจำกัดงานวิจัย 147
ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต 148
บรรณานุกรม 149
ภาคผนวก 163
ภาคผนวก ก เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล 164
ภาคผนวก ข แบบประเมินความพร้อมก่อนออกกำลังกายสำหรับเด็ก 173
ภาคผนวก ค แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง 175
ภาคผนวก ง แบบประเมินโรคความผิดปกติในการรับประทานอาหาร The Eating Attitudes Test (EAT-26) 181
ภาคผนวก จ แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมวิจัยที่มีต่อกิจกรรมการออกกำลังกาย 185
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยเพื่อพัฒนาระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองและระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมองของเด็กนักเรียนที่มีภาวะอ้วน 187
ภาคผนวก ช ใบรับรองจริยธรรมการวิจัย 234

ประวัติผู้เขียน.....237

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 ระดับการเจริญเติบโตที่จำแนกตามดัชนีบ่งชี้ของน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง สำหรับเด็กอายุ 6-19 ปี 22

ตาราง 2 น้ำหนักและส่วนสูงที่เหมาะสมของเด็กวัยเรียน 24

ตาราง 3 พัฒนาการด้านต่าง ๆของเด็กวัยเรียน 26

ตาราง 4 ระดับการเจริญเติบโตที่จำแนกตามดัชนีบ่งชี้ของน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง สำหรับเด็กอายุ 6-19 ปี 58

ตาราง 5 ระดับการเจริญเติบโตที่จำแนกตามดัชนีบ่งชี้ของน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 59

ตาราง 6 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง และข้อมูลผู้ปกครอง การศึกษาระยะที่ 1 92

ตาราง 7 ข้อมูลค่าเฉลี่ย, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษา 94

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม TGR ที่มีต่อตัวแปรด้านองค์ประกอบของร่างกาย ด้วยสถิติ 1-way MANOVA 95

ตาราง 9 ข้อมูลค่าเฉลี่ย, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษา 96

ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม TGR ที่มีต่อตัวแปร BDNF และ EF ด้วยสถิติ 1-way MANOVA 97

ตาราง 11 ข้อมูลสหสัมพันธ์คาโนนิคอล (Canonical correlations), ค่าเป็นสัมประสิทธิ์ของตัวแปรจำแนกมาตรฐาน (standardized discriminant coefficients), และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคาโนนิคอลกับตัวแปรเดิม (structure coefficients) ของตัวแปรตาม 100

ตาราง 12 ข้อมูลค่าศูนย์กลางของกลุ่มระดับการเจริญเติบโต, ระดับนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) 102

ตาราง 13 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง และข้อมูลผู้ปกครอง การศึกษาระยะที่ 2 103

ตาราง 14 ข้อมูลทั่วไปค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก่อนเข้าร่วมโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย (Pre-test) ระหว่างกลุ่ม 104

ตาราง 15 ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของตัวแปรตาม กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย 106

ตาราง 16 ค่าความสัมพันธ์ (Correlations) ของตัวแปรตาม 107

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบสองทาง เพื่อทดสอบผลการฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยที่มีต่อระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และระดับอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2peak) ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม 108

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มก่อนการฝึก ที่มีต่อระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ด้วยสถิติ Hotelling's T^2 108

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มก่อนการฝึก ที่มีต่อระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ในแต่ละตัวแปร 109

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มหลังการฝึกที่มีต่อระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ด้วยสถิติ Hotelling's T^2 แบบมีตัวแปรร่วม 110

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มหลังการฝึกที่มีต่อระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ในแต่ละตัวแปร 110

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างภายในกลุ่มทดลองระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกด้วยสถิติ Hotelling' s T^2 แบบวัดซ้ำ 111

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังการฝึก 111

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างภายในกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกด้วยสถิติ Hotelling' s T^2 แบบวัดซ้ำ 113

ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ของกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนและหลังการฝึก 113

ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบสองทาง เพื่อทดสอบผลการฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยที่มีต่อระยะเวลาในการทดสอบเทรลเมคกิ้งเทส (TMT) และระดับคะแนนในการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (SCWT) ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม 116

ตาราง 27 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มก่อนการฝึกที่มีต่อค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการทดสอบเทรลเมคกิ้งเทส (TMT) และระดับคะแนนในการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (SCWT) ด้วยสถิติ Hotelling's T^2 116

ตาราง 28 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มหลังการฝึกที่มีต่อค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการทดสอบเทรลเมคกิ้งเทส (TMT) และระดับคะแนนในการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (SCWT) ด้วยสถิติ Hotelling's T^2 117

ตาราง 29 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างภายในกลุ่มทดลองระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกด้วยสถิติ Hotelling' s T^2 แบบวัดซ้ำ 118

ตาราง 30 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการทดสอบเทรลเมคกิ้งเทส (TMT) และระดับคะแนนในการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (SCWT) ของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังการฝึก 118

ตาราง 31 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างภายในกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกด้วยสถิติ Hotelling' s T^2 แบบวัดซ้ำ 120

ตาราง 32 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการทดสอบเทรลเมคกิ้งเทส (TMT) และระดับคะแนนในการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (SCWT) ของกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนและหลังการฝึก 120

ตาราง 33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบผลของโปรแกรมการฝึกที่มีต่อการทดสอบทาวเวอร์ออฟลอนดอน (ToL) ระหว่างกลุ่มและระหว่างช่วงเวลาการฝึก 123

ตาราง 34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบผลของโปรแกรมการฝึกที่มีต่อระดับคะแนนการทดสอบดิจิตสแปน (DS) ระหว่างกลุ่มและระหว่างช่วงเวลาการฝึก 125

ตาราง 35 ทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ด้วยสถิติทีที่เป็นอิสระจากกัน (Independent Samples t-test)..... 125

ตาราง 36 ทดสอบความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา ด้วยสถิติที ที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Paired samples t-test)..... 126

ตาราง 37 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบสองทาง เพื่อทดสอบผลการฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยที่มีต่อค่าดัชนีมวลกาย (BMI) และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (Percent Body Fat) ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม..... 127

ตาราง 38 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบผลของโปรแกรมการฝึกที่มีต่อค่าดัชนีมวลกาย (BMI) และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (Percent Body Fat) ระหว่างกลุ่มและระหว่างช่วงเวลาการฝึก..... 128

ตาราง 39 สรุปผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของตัวแปรตามที่ศึกษา..... 131

สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในงานวิจัย 15
ภาพประกอบ 2 กราฟแสดงน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง สำหรับเด็กอายุ 6-19 ปี (เพศชาย) 23
ภาพประกอบ 3 กราฟแสดงน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง สำหรับเด็กอายุ 6-19 ปี (เพศหญิง) 23
ภาพประกอบ 4 พัฒนาการทางเพศในแต่ละลำดับขั้น 32
ภาพประกอบ 5 พัฒนาการของความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) ในแต่ละช่วงวัย 33
ภาพประกอบ 6 กลไกการตอบสนองของร่างกายและองค์ประกอบในสมองต่อภาวะอ้วน 36
ภาพประกอบ 7 กลไกการตอบสนองของร่างกายและองค์ประกอบในสมองต่อการออกกำลังกาย 43
ภาพประกอบ 8 องค์ประกอบของกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) 45
ภาพประกอบ 9 วิธีการวัดองค์ประกอบของร่างกาย 63
ภาพประกอบ 10 วิธีการวัดส่วนสูง 63
ภาพประกอบ 11 การประเมินด้วยสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส 66
ภาพประกอบ 12 การประเมินด้วยเทรลเมคกิ้งเทส 67
ภาพประกอบ 13 การประเมินด้วยดิจิตสแปนเทส (Digit Span test) 68
ภาพประกอบ 14 แบบบันทึกผลการประเมินด้วย Tower of London 69
ภาพประกอบ 15 การประเมินด้วยทาวเวอร์ออฟลอนดอน 70
ภาพประกอบ 16 วิธีการเจาะเลือดบริเวณข้อพับแขนด้านใน (antecubital vein) 72
ภาพประกอบ 17 การนั่งพักคอยหลังทำการเจาะเลือด 72
ภาพประกอบ 18 ตัวอย่างขั้นตอนการใช้อีไลซ่าเทคนิค (enzyme-linked immunosorbent assay: ELISA) 74

ภาพประกอบ 19 วิธีการการทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด 76
ภาพประกอบ 20 วิธีดำเนินการวิจัย การศึกษาระยะที่ 1..... 77
ภาพประกอบ 21 ผู้ช่วยวิจัยชี้แจงรายละเอียดของแบบสอบถามและแจกแบบสอบถาม 78
ภาพประกอบ 22 ขั้นตอนการประเมินค่าองค์ประกอบของร่างกาย 79
ภาพประกอบ 23 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล การศึกษาระยะที่ 1..... 80
ภาพประกอบ 24 เกม/กิจกรรมละลายพฤติกรรม 82
ภาพประกอบ 25 วอร์มอัพพร้อมเสียงดนตรี 83
ภาพประกอบ 26 การฝึกทักษะการเต้น..... 84
ภาพประกอบ 27 คูลดาวน์..... 84
ภาพประกอบ 28 ช่วงการฝึกในการโปรแกรมการเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย 85
ภาพประกอบ 29 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล 87
ภาพประกอบ 30 วิธีดำเนินการวิจัย การศึกษาระยะที่ 2..... 89
ภาพประกอบ 31 ค่าเฉลี่ยของระดับ BDNF และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน..... 97
ภาพประกอบ 32 ค่าเฉลี่ยของระดับ ToL และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 98
ภาพประกอบ 33 ค่าเฉลี่ยของระดับ TMT และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 98
ภาพประกอบ 34 ค่าเฉลี่ยของระดับ SCWT และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน 99
ภาพประกอบ 35 ค่าเฉลี่ยของระดับ DS และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน..... 99
ภาพประกอบ 36 กราฟค่าเฉลี่ยของระดับ นิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) กลุ่มทดลอง 112
ภาพประกอบ 37 กราฟค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ของกลุ่มทดลอง 112
ภาพประกอบ 38 กราฟค่าเฉลี่ยของระดับ นิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) กลุ่มควบคุม 114

ภาพประกอบ 39 กราฟค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ของกลุ่มควบคุม 114
ภาพประกอบ 40 สรุปผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของตัวแปร BDNF 115
ภาพประกอบ 41 สรุปผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของตัวแปร VO_2peak 115
ภาพประกอบ 42 กราฟค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการทดสอบเทรลเมคกิ้งเทส (TMT) ของกลุ่มทดลอง 119
ภาพประกอบ 43 กราฟค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนในการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (SCWT) ของกลุ่มทดลอง 119
ภาพประกอบ 44 กราฟค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการทดสอบเทรลเมคกิ้งเทส (TMT) ของกลุ่มควบคุม 121
ภาพประกอบ 45 กราฟค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนในการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (SCWT) ของกลุ่มควบคุม 121
ภาพประกอบ 46 สรุปผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของตัวแปร TMT 122
ภาพประกอบ 47 สรุปผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของตัวแปร SCWT 122
ภาพประกอบ 48 กราฟค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนในการทดสอบทาวเวอร์ออฟลอนดอน (ToL) ระหว่างกลุ่ม และระหว่างช่วงเวลา 124
ภาพประกอบ 49 สรุปผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของตัวแปร ToL 124
ภาพประกอบ 50 กราฟค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนการทดสอบดิจิตสแปน (DS) ระหว่างกลุ่ม และระหว่างช่วงเวลา 126
ภาพประกอบ 51 สรุปผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของตัวแปร DS 127
ภาพประกอบ 52 กราฟค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีมวลกาย (BMI) ระหว่างกลุ่ม และระหว่างช่วงเวลา 129
ภาพประกอบ 53 กราฟค่าเฉลี่ยของระดับเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (Percent Body Fat) ระหว่างกลุ่ม และระหว่างช่วงเวลา 129
ภาพประกอบ 55 สรุปผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของตัวแปร %body fat 130

ภาพประกอบ 56 เครื่องวัดค่าองค์ประกอบของร่างกาย (Charder MA601, Body Composition Analyzer) 165
ภาพประกอบ 57 เครื่องชั่งน้ำหนัก และวัดส่วนสูง (ZEPPER, MK250C) 165
ภาพประกอบ 58 สายวัด 165
ภาพประกอบ 59 แบบทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ด (Stroop and Color word Test) 166
ภาพประกอบ 60 แบบทดสอบเทรลเมคกิ้ง (Trail Making Test) ส่วน A 166
ภาพประกอบ 61 แบบทดสอบเทรลเมคกิ้ง (Trail Making Test) ส่วน B 166
ภาพประกอบ 62 แบบทดสอบดิจิตสแปน (Digit Span test) 167
ภาพประกอบ 63 แบบทดสอบทาวเวอร์ออฟลอนดอน (Tower of London) 167
ภาพประกอบ 64 เครื่องวัดความดันโลหิตแบบดิจิตอล (Semi-automated blood pressure) .. 167
ภาพประกอบ 65 เครื่องตรวจวัดระดับออกซิเจนในเลือดและวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Pulse Oximeter) 167
ภาพประกอบ 66 ไซริงค์ (Syring 3 mL) 168
ภาพประกอบ 67 เข็มฉีดยา (Needle 24G) 168
ภาพประกอบ 68 สายรัดแขน (Tourniquet) 168
ภาพประกอบ 69 เทปแต่งแผลชนิดใส (Transpore) 168
ภาพประกอบ 70 สำลีก้อน (cotton wool ball) 169
ภาพประกอบ 71 แอลกอฮอล์เข้มข้น (Alcohol 70%) 169
ภาพประกอบ 72 หลอดเก็บเลือด (Red Clot Activator tube 3 mL) 169
ภาพประกอบ 73 เครื่องปั่นแรงเหวี่ยงสูง (centrifuged) 170
ภาพประกอบ 74 ตู้เย็นแช่แข็ง (Freezer อุณหภูมิ -86 ถึง -40 C) 170
ภาพประกอบ 75 เครื่องตรวจวิเคราะห์ (Absorbance Microplate Readers, BioTek Epoch Microplate Spectrophotometer) 171

ภาพประกอบ 76 ชุดตรวจนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมอง (Human BDNF ELISA Kit, RAB0026, Sigma-Aldrich, Inc.) 171

ภาพประกอบ 77 เครื่องวิเคราะห์อากาศ (Gas – analyzer Cardio Coach model 9002-co2) 172

ภาพประกอบ 78 จักรยานวัดงาน (Ergometer bike) ยี่ห้อโมนาร์ก (Monark) รุ่นเออร์โกเมดดิก 172

บทที่ 1
บทนำ

ภูมิหลัง

ในช่วงทศวรรษที่ผ่านมาอุบัติการณ์โรคอ้วน (Obesity) ในเด็กและวัยรุ่นทั่วโลกยังมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น 1 ใน 3 ของเด็กและวัยรุ่นทั้งหมดเริ่มมีภาวะน้ำหนักเกิน (Overweight) (Ogden et al., 2016) จากการสำรวจขององค์การอนามัยโลกพบว่ามีเด็กและวัยรุ่นที่มีอายุระหว่าง 5-19 ปี มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนมากถึง 340 ล้านคน (World Health Organization, 2020) ซึ่งเพิ่มขึ้นมากกว่า 4 เท่า จากร้อยละ 4 ไปเป็นร้อยละ 18 ของจำนวนประชากรทั้งหมด โดยในปี 2555 มีอัตราการเพิ่มขึ้นของเด็กที่เป็นโรคอ้วนทั่วโลกมากถึง 44 ล้านคน และคาดการณ์ว่าภายในปี 2568 จะมีเด็กทั่วโลกที่ประสบภาวะอ้วนสูงถึง 70 ล้านคน (Borda, Badillo, Suárez, & Rey, 2015) สอดคล้องกับรายงานของสำนักนโยบายและยุทธศาสตร์ ปี 2559 พบว่า เด็กวัยเรียนที่มีส่วนสูงระดับดี รูปร่างสมส่วนมีเพียงร้อยละ 64.2 และมีข้อมูลสำคัญจากโครงการพัฒนางานวิจัยเชิงนโยบายเพื่อลดปัญหาภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในเด็กไทย สถาบันวิจัยประชากรและสังคม มหาวิทยาลัยมหิดล ในปี 2563 พบว่า เด็กไทยมีภาวะอ้วนถึงร้อยละ 12 และมีการคาดการณ์ว่าในปี 2573 เด็กไทยอายุ 2-17 ปีจะมีภาวะโรคอ้วนเพิ่มขึ้นอีกร้อยละ 16 หรือเป็นจำนวนถึง 1.7 ล้านคน ทั้งนี้ หากไม่ได้รับการแก้ไขตัวเลขคาดการณ์อาจสูงถึง 3.9 ล้านคน (ร้อยละ 32)

จากข้อมูลดังกล่าวจะเห็นได้ว่าปัญหาโรคอ้วนในเด็กและวัยรุ่นยังคงเป็นปัญหาสาธารณสุขในประเทศที่หน่วยงานภาครัฐเล็งเห็นความสำคัญ โดยกระทรวงสาธารณสุขได้ระบุให้เป็นวาระหนึ่งในแผนยุทธศาสตร์ชาติ ระยะ 20 ปี เนื่องจากปัญหาโรคอ้วนในเด็กจะส่งผลให้พบปัญหาโรคไม่ติดต่อเรื้อรังเพิ่มขึ้นในผู้ใหญ่ซึ่งเป็นสาเหตุของความเจ็บป่วย พิการ ตลอดจนเป็นสาเหตุการตายก่อนวัยอันควร จนส่งผลกระทบต่อเศรษฐกิจของประเทศ เนื่องจากต้องแบกรับภาระค่าใช้จ่ายด้านสุขภาพของประชากร (Logan et al., 2021) จึงเป็นปัญหาที่ต้องได้รับการแก้ไขอย่างเร่งด่วน โดยการมีส่วนร่วมของหลายฝ่ายที่เกี่ยวข้องบูรณาการทุกระดับด้วยมาตรการในการป้องกัน และบำบัดรักษาที่ครอบคลุมปัจจัยด้านการบริโภค การมีกิจกรรมทางกายอย่างเหมาะสมและปัจจัยแวดล้อมที่มีผลต่อพฤติกรรมของบุคคล (Wangrath, 2018)

ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลให้เกิดภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในเด็ก ได้แก่ พฤติกรรมการบริโภคอาหารที่ไม่เหมาะสมและการออกกำลังกายหรือการมีกิจกรรมทางกายที่ไม่เพียงพอ (Bidzan-Bluma & Lipowska, 2018) ซึ่งปัจจุบันพบว่า พฤติกรรมการบริโภคอาหารของผู้ปกครองและเด็กมีแนวโน้มที่ไม่ถูกต้องตามหลักโภชนาการ เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากความเปลี่ยนแปลง

ทางสังคม ประกอบกับวิถีชีวิตในยุคสมัยที่มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีแบบก้าวกระโดด เด็กใช้เวลากับการดูสื่อหน้าจอต่าง ๆ มากขึ้น เกิดเป็นพฤติกรรมเนือยนิ่ง (Sedentary lifestyle) ทำให้เด็กมีการทำกิจกรรมทางกายและออกกำลังกายน้อยลง ซึ่งพฤติกรรมเหล่านี้ส่งผลให้ร่างกายมีการสะสมพลังงานส่วนเกินมากเกินความจำเป็น (Logan et al., 2021) นอกจากนี้ การโฆษณาและประชาสัมพันธ์สามารถเข้าถึงประชาชนได้ง่าย ทำให้เด็กมีการบริโภคอาหารจุบจิบรวมไปถึงขนม น้ำหวานและอาหารสำเร็จรูปกันมากขึ้นซึ่งอาหารเหล่านี้เป็นอาหารจำพวกแป้ง น้ำตาล ไขมัน และมีสารปรุงแต่งเมื่อบริโภคปริมาณมากต่อเนื่องเป็นเวลานานจะทำให้เกิดภาวะโภชนาการเกิน (Wangrath, 2018) ทั้งนี้ ยังมีงานวิจัย พบว่า ในคนที่มีพันธุกรรมเสี่ยงต่อการเป็นโรคอ้วนเมื่อต้องอาศัยอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมความอ้วน (Obesogenic environment) จะส่งผลให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นอีก 7.1 กิโลกรัม หากเทียบกับสิ่งแวดล้อมปกติทั่วไป (Brandkvist et al., 2019)

การเผชิญโรคอ้วนตั้งแต่ในวัยเด็กนั้นจะเกิดผลร้ายต่อสุขภาพร่างกายและจิตในระยะยาว ไม่ว่าจะเป็นโรคเรื้อรังที่ไม่ติดต่อ เช่น โรคเบาหวาน โรคหลอดเลือดหัวใจ โรคความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง โรคมะเร็ง รวมไปถึงความผิดปกติของระบบกระดูกและข้อ ความผิดปกติของการทำงานอวัยวะต่าง ๆ (Smith, Sumar, & Dixon, 2014) เด็กอ้วนมีโอกาสเติบโตไปเป็นผู้ใหญ่ที่อ้วนและมีปัญหาสุขภาพต่าง ๆ ตามมา (Güngör, 2014) นอกจากนี้ เด็กอ้วนมักได้รับการกระทำจากผู้อื่นในทางลบมากกว่าเด็กปกติ เช่น เด็กอ้วนมักถูกล้อเลียนหรือกลั่นแกล้ง (Peer victimization) ส่งผลให้เด็กอ้วนมีการเห็นคุณค่าในตนเองต่ำ (Low self-esteem) มีความวิตกกังวลในรูปร่าง (Body image dissatisfaction) และเสี่ยงต่อการมีภาวะซึมเศร้าสูง (Depressive symptoms) ที่สำคัญไปกว่านั้นการถูกตีตราจากสังคมมองว่าเด็กอ้วนเป็นปัญหา (Weight stigmatization) อาจจะนำไปสู่การมีปัญหาทางจิตอื่น ๆ ในอนาคต (Other psychological difficulties) (Janicke et al., 2014) งานวิจัยในระยะหลังพบว่าการลดความอ้วนให้มีประสิทธิภาพต้องคำนึงถึงปัจจัยต่าง ๆ อย่างรอบด้าน (Tuyet et al., 2017) เนื่องจากความอ้วนเกิดจากหลายสาเหตุ และมีความซับซ้อนแตกต่างกันไปในระดับปัจเจกบุคคล ไม่ว่าจะเป็นพันธุกรรม ระดับของฮอร์โมน สภาพจิตใจ คุณภาพการนอน สิ่งแวดล้อมที่อาศัยอยู่ รวมไปถึงกลไกการทำงานของสมอง (A. Jansen, Houben, & Roefs, 2015)

ความสามารถในการคิดเชิงบริหารของสมอง (Executive function: EF) คือ ความสามารถในการควบคุมความคิดและการตัดสินใจที่ส่งผลทำให้เกิดการกระทำสิ่งต่าง ๆ ได้สำเร็จตามเป้าหมาย เป็นทักษะการบริหารขั้นสูงโดยศูนย์กลางของสมองที่ควบคุมการทำงาน คือ สมองส่วนหน้า (Prefrontal cortex: PFC) ซึ่งจะมีการพัฒนาอย่างมากในช่วงวัยเด็ก (Children) จนถึงวัยรุ่น

(Adolescence) (Bidzan-Bluma & Lipowska, 2018) การพัฒนา EF มีความสัมพันธ์กับระดับพุทธิปัญญาหรือความสามารถในการรู้คิด (Cognitive Function) ซึ่งส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางวิชาการและความพร้อมในการเรียน (Academic performance and School readiness) (Diamond & Lee, 2011) โดยการมี EF ในระดับที่แตกต่างกันของเด็กส่งผลให้พฤติกรรม ลักษณะนิสัย และการประสบความสำเร็จในชีวิตของแต่ละคนแตกต่างกันไปด้วย (Kamijo et al., 2012) EF มีบทบาทสำคัญในการกำกับควบคุมตนเอง (Self-regulatory) ซึ่งรวมไปถึงความสามารถในการบริหารจัดการสมดุลพลังงาน (Energy balance) ทั้งในส่วนของการควบคุมการบริโภคอาหารและการทำกิจกรรมทางกายอย่างเหมาะสม ดังนั้นในคนที่ขาด EF โดยเฉพาะในสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมความอ้วน (Obesogenic environment) จึงส่งผลให้มีปัญหาด้านพฤติกรรม เช่น ไม่สามารถกำกับตนเองให้รับประทานอาหารในปริมาณที่เหมาะสมและมีกิจกรรมทางกายอย่างเพียงพอในแต่ละวัน รวมไปถึงความสามารถในการจัดสิ่งแวดล้อมให้เอื้อต่อการใช้พลังงานอย่างสมดุลซึ่งส่งผลทำให้เกิดภาวะน้ำหนักเกินได้ (Excess weight gain) (Hayes, Eichen, Barch, & Wilfley, 2018)

มีหลักฐานงานวิจัยพบว่าเด็กที่มีภาวะอ้วนจะมีความบกพร่องเกี่ยวกับการทำงานของสมอง (Brain dysfunctions) มีแนวโน้มที่ทักษะรู้คิดและผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอยู่ในระดับต่ำกว่าเด็กที่มีน้ำหนักตัวปกติซึ่งเป็นผลจากการขาด EF โดยเฉพาะด้านการยับยั้งพฤติกรรม (Inhibitory control) และด้านความจำใช้งาน (Working memory) (Reinert, Po'e, & Barkin, 2013) จากการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบพบว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีค่าดัชนีมวลกาย (Body mass index : BMI) สูงกว่าจะมีความสัมพันธ์กับความบกพร่องของความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF deficits) ในด้านการยับยั้งพฤติกรรม (Inhibitory control) ความจำขณะทำงาน (Working memory) ทักษะการตัดสินใจ (Decision making) การแก้ปัญหา (Problem solving) การวางแผน (Planning) และความยืดหยุ่นทางความคิด (Cognitive flexibility) (Hayes et al., 2018) ในงานวิจัยเชิงทดลองแบบสุ่มที่มีกลุ่มควบคุมระยะยาว (Randomized controlled trials: RCTs and longitudinal studies) ที่ศึกษาผลของการลดน้ำหนักต่อกระบวนการรู้คิดในวัยผู้ใหญ่พบว่า การลดน้ำหนักในคนที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนช่วยพัฒนาทักษะรู้คิดโดยเฉพาะในด้านสมาธิ ความจดจ่อ (Attention) ความจำ (Memory) และทักษะด้านภาษา (Language processes) สอดคล้องกับงานวิจัยซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อหาความสัมพันธ์ของความอ้วนกับ EF โดยวัดและแบ่งเกณฑ์ความอ้วนด้วยค่าดัชนีมวลกาย (BMI) ปริมาณไขมันในร่างกาย (Body fat) และไขมันในช่องท้อง (Visceral fat) ผลการวิจัยพบว่า เมื่อทำการควบคุมปัจจัยเรื่องระดับ

การศึกษาและระดับการมีกิจกรรมทางกายให้ใกล้เคียงกัน กลุ่มตัวอย่างที่มีภาวะอ้วนจะมีความบกพร่องด้านความจำขณะทำงานมากกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีภาวะน้ำหนักเกิน (Sánchez-SanSegundo et al., 2021) ขณะเดียวกันในคนที่ความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองบกพร่องเมื่อต้องการลดน้ำหนักอาจขาดความสามารถในการริเริ่มและรักษาน้ำหนักให้คงที่ได้ จึงทำให้กระบวนการลดน้ำหนักไม่สำเร็จตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ (Yang, Shields, Guo, & Liu, 2018) ทั้งนี้สำหรับกลุ่มตัวอย่างวัยเด็กมีงานวิจัยพบว่าเด็กที่มีปริมาณไขมันในร่างกายมากเกินไป โดยเฉพาะในเด็กอ้วนซึ่งมักพบว่ามีไขมันสะสมบริเวณหน้าท้องมากกว่าปกติ (Abdominal fat mass) จะมีระดับพุทธิปัญญาและหน้าที่การทำงานของสมองในระดับที่ต่ำกว่าเด็กที่มีปริมาณไขมันในร่างกายอยู่ในระดับปกติ สอดคล้องกับหลักฐานงานวิจัยที่พบว่าเด็กที่มี BMI สูงกว่าจะมีความสามารถในการอ่านและการคิดคำนวณ รวมไปถึงมีความสามารถในการยับยั้งพฤติกรรมต่ำกว่าเด็กที่มี BMI ปกติ (Raine et al., 2018)

นิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (Brain derived neurotrophic factor : BDNF) เป็นโมเลกุลโปรตีนที่สำคัญซึ่งกระจายอยู่ภายในสมอง โดยเฉพาะในสมองส่วนฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) และบริเวณสมองส่วนหน้า (Pezawas et al., 2004) ซึ่งสารโปรตีนนี้มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของเซลล์ประสาท (Neuronal growth) ส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ประสาท (Cell development) มีผลต่อการอยู่รอดของเซลล์ประสาท (Neuronal survival) รวมไปถึงกระตุ้นการเพิ่มแขนงประสาท (Neurogenesis) และความสามารถในการยืดหยุ่นของสมอง (Neuroplasticity) ปรับเปลี่ยนวงจรเชื่อมโยงใหม่ของเซลล์ประสาท ผ่านจุดไซแนปส์เชื่อมต่อการทำงานระหว่างเซลล์ได้ดีขึ้น (Synaptogenesis) BDNF จึงเปรียบเทียบได้กับอาหารของสมองเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เซลล์ประสาทตื่นตัวพร้อมในการทำงานซึ่งจำเป็นสำหรับการเรียนรู้ (Learning) และกระบวนการรู้คิด (Cognitive function) ที่หมายรวมถึงสมาธิ ความจำ การคิดแก้ไขปัญหา การตัดสินใจ และการวางแผน ทำให้การทำงานของสมองยังคงประสิทธิภาพดี ช่วยชะลอความเสื่อมของเซลล์ประสาทได้อีกด้วย (Kambeitz et al., 2012)

ทั้งนี้ มีหลักฐานงานวิจัยพบว่าในคนอ้วนร่วมด้วยการบริโภคอาหารไขมันสูงจะส่งผลต่อการลดระดับการสร้างนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และมีผลต่อกระบวนการปรับเปลี่ยนวงจรเชื่อมโยงใหม่ของเซลล์ประสาทผ่านจุดไซแนปส์ (Synaptogenesis) เป็นผลให้เกิดการบกพร่องของกระบวนการเรียนรู้และความจำ (A. L. Miller, Lee, & Lumeng, 2015) มีการศึกษาพบว่าในคนที่อ้วนมากกว่าจะมีระดับ BDNF หมุนเวียนในร่างกายน้อยกว่า ทั้งยังพบว่า การมี BDNF ในระดับต่ำส่งผลให้เกิดความบกพร่องในกระบวนการรู้คิด (Cognitive

impairment) และความบกพร่องของ EF ในด้านการยับยั้งพฤติกรรม การยืดหยุ่นทางความคิด และความจำขณะทำงาน (Si, Zhang, Zhu, & Chen, 2021)

นิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) เป็นสารที่ช่วยควบคุมให้ร่างกายคงสภาวะสมดุล (Homeostasis) ทำหน้าที่ควบคุมสมดุลพลังงาน (Energy balance) มีความเชื่อมโยงกับหน้าที่การทำงานของสมองส่วนหน้าในส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมพฤติกรรมการบริโภคอาหาร (Food intake behavior) (Cohen, Yates, Duong, & Convit, 2011) รวมไปถึงพฤติกรรมของผู้ปกครองในการดูแลเรื่องการบริโภคอาหารสำหรับเด็ก (Feeding behavior) BDNF ช่วยลดความอยากอาหาร (Reduces appetite) โดยทำหน้าที่ควบคู่ไปกับฮอร์โมนเลปติน ในทางกลับกันคนที่มี ระดับ BDNF ต่ำ อาจจะมีความผิดปกติในการรับประทานอาหาร (Eating disorder) (Rosas-Vargas, Martínez-Ezquerro, & Bienvenu, 2011) ขาดความสามารถในการยับยั้งพฤติกรรมการกินที่ผิดปกติจนส่งผลให้น้ำหนักตัวเพิ่มมากขึ้นและมีภาวะน้ำหนักเกินหรือภาวะอ้วนได้ (Beckers et al., 2008) จึงอาจกล่าวได้ว่า BDNF เป็นตัวแปรคั่นกลาง (Mediator) ที่ทำหน้าที่เชื่อมโยงเพื่อถ่ายทอดอิทธิพลของปัจจัยสาเหตุที่อยู่ต้นทาง (ความอ้วน) สู่ปัจจัยสาเหตุที่อยู่ปลายทาง (ความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง) โดยมีหลักฐานงานวิจัยก่อนหน้าพบว่าปัจจัยสาเหตุทั้งสองมีความสัมพันธ์กัน และพบว่า BDNF เป็นสารชีวภาพที่มีกลไกการทำงานสนับสนุนความเชื่อมโยงระหว่างตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับองค์ประกอบของร่างกาย (Goldfield et al., 2021) และความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง แต่จากการทบทวนวรรณกรรมของผู้วิจัยยังพบงานวิจัยจำนวนไม่มากที่หาความสัมพันธ์ระหว่างระดับความอ้วนและระดับ EF รวมไปถึงอิทธิพลของ BDNF ในฐานะตัวแปรคั่นกลาง (Marqués-Iturria et al., 2014) โดยเฉพาะในกลุ่มตัวอย่างวัยเด็กซึ่งยังไม่พบงานหลักฐานงานวิจัยลักษณะนี้ ในการศึกษานี้ ในการศึกษาระยะที่ 1 ผู้วิจัยจึงมีความสนใจศึกษาความสัมพันธ์ของตัวแปรดังกล่าวในกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นเด็กวัยเรียนเนื่องเป็นวัยที่ยังพบแนวโน้มปัญหาโรคอ้วนและผลกระทบจากโรคอ้วนในด้านต่าง ๆ ทั้งยังเป็นช่วงวัยที่ทักษะการคิดเชิงบริหารของสมองกำลังพัฒนาและส่งผลต่อพฤติกรรมของเด็ก ซึ่งหากไม่ได้รับการพัฒนาอย่างเหมาะสมอาจก่อให้เกิดความเสียหายในระยะยาวทั้งในระดับปัจเจกบุคคลและภาพรวมของประเทศชาติได้

จากผลการสังเคราะห์งานวิจัยอย่างเป็นระบบ (Hayes et al., 2018) พบว่ามีโปรแกรมหลากหลายที่ถูกการออกแบบมา เพื่อใช้ในการเพิ่มระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) ของเด็กที่มีน้ำหนักเกินและอ้วน เช่น การออกกำลังกาย การเพิ่มระดับการมีกิจกรรมทางกายผ่านหลักสูตรการเรียนการสอน การทำกิจกรรมในโรงเรียนทั้งในและนอกชั้นเรียน การปรับ

พฤติกรรมการรับประทานอาหาร หรือแม้แต่การให้โปรแกรมปรับพฤติกรรมเพื่อลดน้ำหนักแบบเป็นองค์รวม (Multicomponent behavioral weight loss interventions) ซึ่งทุกโปรแกรมสามารถพัฒนา EF ในด้านต่าง ๆ และช่วยลดภาวะอ้วนในเด็กได้ แต่การออกกำลังกายเป็นวิธีการที่นักวิจัยส่วนใหญ่พบว่าทำได้ง่ายและมีประสิทธิภาพสูงในการเพิ่มระดับ EF และการลดภาวะน้ำหนักเกินเนื่องจากการกระตุ้นให้มีกิจกรรมทางกายเพิ่มมากขึ้น ช่วยลดพฤติกรรมเนือยนิ่งซึ่งเป็นสาเหตุหลักของภาวะอ้วน (van der Niet et al., 2015) สอดคล้องกับผลการทบทวนงานวิจัยอย่างเป็นระบบซึ่งรวบรวมรูปแบบโปรแกรมที่ใช้ในการลดความอ้วนในเด็กพบว่า เมื่อเปรียบเทียบระหว่างการออกกำลังกายที่เด็กทำด้วยตัวเอง (Exercise without parents) การปรับพฤติกรรมการบริโภคอาหารที่ทำร่วมกับผู้ปกครอง และการบูรณาการระหว่างการปรับการบริโภคอาหาร การออกกำลังกายและการปรับการใช้ชีวิตภายใต้การดูแลของผู้ปกครองล้วนเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการลดน้ำหนักในเด็ก แต่วิธีการที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดคือการเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายที่ไม่ต้องทำร่วมกับผู้ปกครอง (Bae & Lee, 2021)

การออกกำลังกายช่วยเพิ่มระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) โดยมีหลักฐาน พบว่าคนที่มีระดับกิจกรรมทางกายสูงกว่าหรือนักกีฬาจะมี BDNF ในร่างกายอยู่ในระดับที่สูงกว่าคนที่ไม่ออกกำลังกายหรือมีระดับกิจกรรมทางกายต่ำกว่า เนื่องจากการออกกำลังกายกระตุ้นการสังเคราะห์ (Synthesis) และปล่อย (Release) BDNF และยังมีคุณสมบัติผ่านเข้าสู่เซลล์สมองได้จากกระบวนการ Blood-brain barrier ดังนั้นในขณะที่ออกกำลังกายกล้ามเนื้อมีการหดตัวมากขึ้นและทำการป้อนสัญญาณประสาทย้อนกลับ (Sends feedback signals) ไปที่ระบบประสาทส่วนกลาง (Central nervous system: CNS) จากนั้นระบบประสาทส่วนกลางจะทำการผลิตและปล่อยนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) ในสมอง (Central BDNF role) และมีการไหลเวียนไปทั่วร่างกายผ่านระบบไหลเวียนเลือด นอกจากนี้ขณะที่มีการออกกำลังกายเกิดการสังเคราะห์ BDNF ผ่านทางผนังหลอดเลือดด้วยเช่นกัน (Synthesized in vascular endothelium cell) ซึ่งเป็นกลไกการสังเคราะห์ BDNF ผ่านทางระบบประสาทส่วนปลาย (Peripheral BDNF role) (Marqués-Iturria et al., 2014)

จากผลการวิจัยในปัจจุบันการจะลดน้ำหนักและปริมาณไขมันได้สำเร็จต้องลดการสะสมพลังงานในร่างกายจากพฤติกรรมการบริโภคที่ไม่เหมาะสม และเพิ่มการใช้พลังงานส่วนเกินจากการเคลื่อนไหวร่างกาย ซึ่งปัจจัยเหล่านี้เกี่ยวข้องกับระดับ BDNF ในร่างกาย การออกกำลังกายถือเป็นวิธีที่เหมาะสมตามคำแนะนำของหลายองค์กร โดยการออกกำลังกายระดับปานกลางสะสมในแต่ละวันของสัปดาห์ควรได้รับการส่งเสริมสำหรับผู้ที่เป็นโรคอ้วนหรือผู้ที่มีความเสี่ยงที่จะเข้าสู่

ภาวะน้ำหนักเกิน (Alomari, Khabour, Alawneh, Alzoubi, & Maikano, 2020) เป็นที่น่าสนใจว่าแม้กลุ่มตัวอย่างที่มีภาวะอ้วนจะมีระดับ BDNF ต่ำกว่าคนที่มีน้ำหนักตามเกณฑ์ แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบระดับ BDNF ระหว่างกลุ่มคนอ้วนด้วยกันกลับพบว่าในคนอ้วนที่มีระดับสมรรถภาพทางกายสูง จะมีระดับ BDNF มากกว่าในคนอ้วนที่มีสมรรถภาพทางกายต่ำ ดังนั้นระดับสมรรถภาพทางกายที่แตกต่างกันจึงน่าจะมีความสัมพันธ์กับระดับ BDNF และในการทำวิจัยควรคำนึงถึงปัจจัยด้านสมรรถภาพทางกายของกลุ่มตัวอย่างด้วย (Alomari et al., 2020)

ในปัจจุบันยังไม่เป็นที่แน่ชัดว่าการทำกิจกรรมทางกายประเภทใด ที่ความหนัก ระยะเวลา และความถี่ในการทำกิจกรรมเท่าใดส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) และช่วยเพิ่มระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) ในเด็กที่มีภาวะอ้วนมากที่สุด (Hayes et al., 2018) จากหลักฐานงานวิจัยล่าสุดพบว่าการออกกำลังกายแบบแอโรบิค (Aerobic exercise) เพียงอย่างเดียวไม่สามารถเพิ่มระดับ EF และ BDNF ได้ดีเท่ากับการทำกิจกรรมทางกายที่มีรูปแบบเกมการออกกำลังกายร่วมกับการฝึกสมอง (Exergame) การฝึกศิลปะป้องกันตัว (Traditional martial arts) โปรแกรมการออกกำลังกายร่วมกับการฝึกเจริญสติ (Exercise-plus- mindfulness) (Diamond & Lee, 2011) เป็นที่น่าสนใจว่าการออกกำลังกายแบบทักษะเปิด (Open-skill exercise) เช่น การเล่นแบดมินตัน ช่วยเพิ่มระดับ BDNF มากกว่าการออกกำลังกายแบบทักษะปิด (Closed-skill exercise) เช่น การวิ่ง ซึ่งอาจเป็นผลมาจากรูปแบบการออกกำลังกายแบบทักษะเปิด (Open-skill exercise) มีสิ่งกระตุ้นเร้าและมีสถานการณ์ที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ต้องอาศัยความตั้งใจ จดจ่อมากกว่า ใช้ทักษะที่หลากหลายในการทำกิจกรรม ทั้งยังเกิดความสนุกสนานขณะทำกิจกรรม จึงมีนักวิจัยให้คำแนะนำว่าการออกกำลังกายหรือเล่นกีฬาแบบทักษะเปิด (Open-skill exercise) ช่วยพัฒนาสมองได้ดีกว่า (Di Liegro, Schiera, Proia, & Di Liegro, 2019) ผลการวิจัยที่ผ่านมามีแนวโน้มพบว่าการออกกำลังกายร่วมกันเป็นกลุ่ม (Group exercise) ที่ความหนักระดับปานกลางถึงระดับหนัก (Moderate to vigorous intensity) โดยมีระยะเวลาในการออกกำลังกายตั้งแต่ 10 นาทีขึ้นไปในแต่ละรอบระยะเวลาโดยรวมในการทำกิจกรรมทางกายไม่น้อยกว่า 60 นาทีต่อวัน ทำกิจกรรมต่อเนื่อง 8 สัปดาห์ขึ้นไปจะยิ่งเห็นการเปลี่ยนแปลงของระดับ EF และ BDNF แต่การจะเลือกกิจกรรมเพื่อพัฒนาสมองในเด็ก ต้องคำนึงถึงความชอบและความสนใจที่จะทำกิจกรรมนั้น ๆด้วย การมีกิจกรรมทางเลือกที่หลากหลายจึงมีความสำคัญ และช่วยลดภาวะอ้วนในเด็กได้อย่างยั่งยืน (Liu et al., 2020)

การเต้นเป็นการออกกำลังกายรูปแบบหนึ่งที่ทำการเคลื่อนไหวประกอบจังหวะเพลง ถ่ายทอดอารมณ์ (Emotions) ความรู้สึกนึกคิดผ่านการแสดงท่าทาง เป็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างการทำงานของสมองกับพฤติกรรมที่แสดงออกมา (Visuomotor integration) ขณะเต้นสมองเกิดการทำงานร่วมกันหลายส่วน มีการประสานสัมพันธ์ระหว่างระบบประสาทกล้ามเนื้อ (Neuromuscular) และระบบรับความรู้สึก (Sensorimotor) เมื่อส่วนที่ควบคุมการเคลื่อนไหว (Motor skills) รับรู้การเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (Kinesthetic) สมองรับและแปลผลข้อมูลจากการได้ยินเสียงเพลงประกอบจากนั้นเกิดการแสดงท่าทางเข้ากับจังหวะสอดประสานกับเพลง (Meng et al., 2020) การเต้นเป็นเป็นกิจกรรมแบบผสมผสาน (Multicomponent interventional approach) ที่ช่วยพัฒนาร่างกายแบบองค์รวม เพราะนอกจากจะส่งผลดีต่อการพัฒนาระดับสมรรถภาพทางกาย (Fitness levels) แล้วยังเป็นรูปแบบกิจกรรมที่กระตุ้นในคนมีปฏิสัมพันธ์กับสังคมมากขึ้น (Social interaction) ช่วยสร้างแรงจูงใจในการออกกำลังกาย (Motivation) เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่สนุกสนาน (Enjoyment) (Connolly, Quin, & Redding, 2011) ทำให้ผ่อนคลาย รื่นรมย์ ช่วยลดภาวะซึมเศร้า (Depressive symptom) และเพิ่มระดับความพึงพอใจในการใช้ชีวิต (Life satisfaction) สนับสนุนให้คนอยากออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง (Encouragement/ engaging) ส่งผลต่อสุขภาพในระยะยาว (Vankova et al., 2014) (Cruz-Ferreira, Marmeleira, Formigo, Gomes, & Fernandes, 2015) การเต้นเป็นการทำกิจกรรมทางกายที่ใช้กระบวนการคิดที่หลากหลาย ต้องใช้ทั้งการรับรู้ (Perception) การมีสมาธิจดจ่อ (Attention) ใช้ความจำเชิงกระบวนวิธี (Procedural memory) เพื่อจำวิธีปฏิบัติในกระบวนการต่าง ๆ ระหว่างทำการเต้นเพื่อให้การเต้นเป็นไปอย่างราบรื่น ผู้เต้นต้องมีสมาธิในการฟังจังหวะเพลงและแสดงท่าเต้นให้สอดคล้อง วางแผนการเคลื่อนไหวร่างกายอย่างเป็นขั้นตอน (Foster, 2013) ดังนั้นการเต้นจึงช่วยส่งเสริมกระบวนการคิด (Improve cognition function) (S. Brown, Martinez, & Parsons, 2006) เนื่องจากการเรียนรู้การเคลื่อนไหวแบบใหม่ ๆ และการเรียนรู้ทักษะที่ซับซ้อน (Complex) ช่วยให้มีการทำงานของสมองที่มากขึ้น มีการกระตุ้นเครือข่ายประสาทใยสมอง (Synaptogenesis) เพิ่มการหลั่งของนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) เพิ่มความสามารถในการเปลี่ยนแปลงของสมอง (Neuroplasticity) เกิดการปรับเปลี่ยนของเนื้อสมองในสมองหลายส่วน (Karpati et al., 2015)

แนวคิดการเต้นเชิงสร้างสรรค์ (Creative dance) เป็นกิจกรรมเคลื่อนไหวตามจังหวะผสมผสานระหว่างความคล่องตัวในการเคลื่อนไหวร่วมกับการแสดงออกทางศิลปะโดยเปิดโอกาสให้เด็กได้สร้างสรรค์การแสดงออกทางการเคลื่อนไหวของตนเอง โดยใช้ทักษะตามพัฒนาการด้านร่างกายให้เด็กได้สำรวจท่าทางการเต้นในหลากหลายลักษณะ ส่งผลต่อทักษะการเต้นและ

ความคิดสร้างสรรค์ที่สูงขึ้น (Lara-Aparicio, Mayorga-Vega, & López-Fernández, 2021) การเต้นเชิงสร้างสรรค์ช่วยให้เด็กได้เรียนรู้การแก้ไขปัญหา การแสดงออกถึงความรู้สึก การทำงานร่วมกัน การเข้าร่วมกับกิจกรรมมากขึ้นและการรู้จักคุณค่าของตนเอง (สวัสดิ์ & กิจ, 2015) มีงานวิจัยที่ทำการฝึกเต้นเชิงสร้างสรรค์ (Creative dance training) ในเด็กอายุ 6-9 ปี เป็นเวลา 5 สัปดาห์ พบว่า ในกลุ่มที่ฝึกการเต้นเชิงสร้างสรรค์ (Creative dance) มีกระบวนการรู้คิด (Cognitive function) ด้านทักษะมิติสัมพันธ์ (Spatial visualization) สามารถทำการทดสอบหมุนภาพในใจ (Mental rotation) ได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ทำกิจกรรมพลศึกษาทั่วไป (Physical education group) ซึ่งผู้ทำการวิจัยพบว่าทักษะด้านมิติสัมพันธ์ มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเด็ก (P. Jansen & Richter, 2015) นอกจากนี้ยังพบงานวิจัยในกลุ่มตัวอย่างเด็กวัยเรียนเพื่อดูผลของการฝึกการเต้นเชิงสร้างสรรค์ (Creative dance) เป็นเวลา 8 สัปดาห์ โดยใช้การเต้นเชิงสร้างสรรค์สอดแทรกไปในการเรียนการสอน (Creative-dance curriculum) พบว่าการฝึกเต้นเชิงสร้างสรรค์ช่วยเพิ่มความสามารถด้านการยับยั้งพฤติกรรม (Inhibitory control) และความจำขณะทำงาน (Working memory) จึงกล่าวได้ว่าการเต้นเชิงสร้างสรรค์ (Creative dance) เป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่มีเกี่ยวเนื่องกับกระบวนการรู้คิด (Connolly et al., 2011)

นาฏศิลป์ร่วมสมัย (Contemporary dance) เป็นรูปแบบหนึ่งของการเต้นเพื่อให้ผู้เรียนค้นพบการเคลื่อนไหวของตนเองจากการฝึกทักษะจนก่อให้เกิดเป็นการเต้นที่เป็นธรรมชาติและผ่อนคลาย รวมทั้งสามารถนำเสนอแนวความคิดและมุมมองผ่านร่างกายทุกส่วนซึ่งเคลื่อนไหวผสมผสานกันอย่างกลมกลืน (Coordination) ทำให้ผู้เรียนได้รู้จักข้อจำกัดของร่างกายและลักษณะการเคลื่อนไหวของตนเอง (Body awareness) เคลื่อนไหวร่างกายโดยสอดประสานไปกับการหายใจอย่างถูกต้อง (Link between breath and movement) มีการจัดระเบียบร่างกายและรักษาท่าทางอย่างเหมาะสม (Positioning and alignment) นอกจากนี้นาฏศิลป์ร่วมสมัย (Contemporary dance) เป็นการเต้นที่มีองค์ประกอบของการด้นสด (Improvisation) จึงเปิดโอกาสให้ผู้ฝึกได้ใช้ทักษะ EF ขณะทำการด้นสด (Improvisation) สอดคล้องกับงานวิจัยในกลุ่มผู้สูงอายุที่ทำการฝึกนาฏศิลป์ร่วมสมัย (Contemporary dance) เป็นระยะเวลา 5 เดือน พบว่าหลังการฝึกผู้สูงอายุมีค่าคะแนนในการทดสอบความยืดหยุ่นทางความคิด (Cognitive flexibility) สามารถเปลี่ยนความคิดเมื่อเงื่อนไขเปลี่ยนไป ทั้งยังสามารถปรับความจดจ่อไปตามสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนไปได้ดีขึ้น (Switching attention) (O. A. Coubard, S. Duretz, V. Lefebvre, P. Lapalus, & L. Ferrufino, 2011)

จากสถานการณ์ด้านภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน และความสำคัญของการส่งเสริม EF ของเด็กวัยเรียน ในการศึกษาระยะที่ 2 ของงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะใช้การฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย (Creative dance program training in Contemporary dance form) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ ออกแบบท่าทางการเคลื่อนไหวให้เป็นการเต้นร่วมสมัยที่มีความสร้างสรรค์ ซึ่งเป็นลักษณะการออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ผสมผสานระหว่างการประสานสัมพันธ์ของร่างกาย (Coordination aerobic exercise) และช่วยกระตุ้นการรับรู้ส่วนต่าง ๆ ของร่างกายขณะทำการเคลื่อนไหว (Body awareness) ตลอดจนมีองค์ประกอบของท่าทางที่ช่วยส่งเสริม EF (Diamond, 2012) นอกจากนี้โปรแกรมยังถูกออกแบบให้มีความปลอดภัยต่อการฝึกในเด็กที่มีภาวะอ้วนและกำหนดความหนักของการออกกำลังกายอยู่ในระดับปานกลางขึ้นไป เพื่อดูผลของการฝึกว่าช่วยพัฒนาทักษะการบริหารจัดการสมองขั้นสูง (EF) และเพิ่มระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) ในกลุ่มตัวอย่างได้หรือไม่ อย่างไร โดยการศึกษานี้ มีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมการควบคุมภาวะอ้วนตลอดจนส่งเสริมการพัฒนาสมอง ซึ่งหากเด็กวัยเรียนมีสุขภาวะที่ดี (Well being) มีความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองดีจะส่งผลต่อการพัฒนาเด็กและเยาวชนไทยให้เป็นพลเมืองที่มีคุณภาพในอนาคตต่อไป

ความมุ่งหมายของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาความแตกต่างของระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) และระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) ระหว่างเด็กวัยเรียนที่มีภาวะการเจริญเติบโตในเกณฑ์สมส่วน เริ่มอ้วน และมีภาวะอ้วน

2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2peak) ของเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน

3. เพื่อศึกษาเปรียบเทียบผลของการฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยเพื่อพัฒนาระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) และระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) ของเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน

คำถามของการวิจัย

งานวิจัยระยะที่ 1

1.1 ระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองและระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมองในเด็กวัยเรียนที่มีระดับการเจริญเติบโตในเกณฑ์สมส่วน เริ่มอ้วน และมีภาวะอ้วน มีความแตกต่างกันหรือไม่

งานวิจัยระยะที่ 2

2.1 ระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) ระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2peak) ของเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน มีความสัมพันธ์กันหรือไม่

2.2 การฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยมีผลต่อระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) และระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) ของเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วนหรือไม่

สมมติฐานของการวิจัย

งานวิจัยระยะที่ 1

1.1 ระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) และระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) ในเด็กวัยเรียนที่มีระดับการเจริญเติบโตในเกณฑ์สมส่วน เริ่มอ้วน และมีภาวะอ้วน มีความแตกต่างกัน

งานวิจัยระยะที่ 2

2.1 ระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) ระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2peak) ของเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน มีความสัมพันธ์กัน

2.2 การฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยช่วยพัฒนาระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) และระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) ของเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน

ความสำคัญของการวิจัย

1. ทราบถึงความแตกต่างของระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) และระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) ระหว่างเด็กวัยเรียนที่มีระดับการเจริญเติบโตในเกณฑ์สมส่วน เริ่มอ้วน และมีภาวะอ้วน

2. ทราบความสัมพันธ์ระหว่าง ระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2peak) ของเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน

3. ทราบผลของการฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยต่อระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) และระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) ของเด็กนักเรียนที่มีภาวะอ้วน

4. มีแนวทางเพิ่มขึ้นในการจัดกิจกรรมเพื่อลดภาวะอ้วนในเด็กวัยเรียนรวมไปถึงกิจกรรมที่ช่วยพัฒนาความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองในเด็กวัยเรียน

5. สถาบันการศึกษา หน่วยบริการทางสาธารณสุข หรือหน่วยงานต่าง ๆ เช่น โรงเรียน โรงพยาบาล ศูนย์สาธารณสุขชุมชนหรือผู้ที่สนใจ สามารถนำโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยไปปรับใช้เป็นแนวทางในการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อส่งเสริมและป้องกันภาวะน้ำหนักเกินและภาวะอ้วนในเด็กวัยเรียน

ขอบเขตของการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มประชากรเป้าหมาย คือ เด็กวัยเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 อายุระหว่าง 9-12 ปี

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาระยะที่ 1

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 อายุระหว่าง 9-12 ปี มีน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ในเกณฑ์สมส่วน เริ่มอ้วน และมีภาวะอ้วน โดยได้แนะนำการกำหนดกลุ่มตัวอย่างในงานวิจัย คือ อย่างน้อย 66 คน แบ่งเป็น 22 คนต่อกลุ่ม เพื่อพบความแตกต่างของระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองและระดับนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมองในเด็กวัยเรียนที่มีระดับการเจริญเติบโตต่างกัน และสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองได้

การศึกษาระยะที่ 2

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 อายุระหว่าง 9-12 ปี ที่มีน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน > +2 SD ซึ่งหมายถึงมีระดับการเจริญเติบโตแบบอ้วนระดับที่ 1 ขึ้นไป โดยกำหนดกลุ่มตัวอย่าง คือ 36 คน เพื่อพบการเปลี่ยนแปลงของระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองและระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จากนั้นทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง (Randomize control trial) เพื่อแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองจำนวน 18 คน ได้เข้าร่วมโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย ในวันจันทร์ พุธ และศุกร์ ระยะเวลารวม 10 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุม จำนวน 18 คน ใช้ชีวิตประจำวันปกติตามปกติ

ตัวแปรที่ศึกษา

การศึกษาระยะที่ 1

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ ระดับการเจริญเติบโต มี 3 ระดับ คือ น้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงอยู่ในเกณฑ์ที่สมส่วน เริ่มอ้วนและมีภาวะอ้วน

ตัวแปรตาม ได้แก่ ระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) และระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF)

การศึกษาระยะที่ 2

ตัวแปรอิสระ ได้แก่ โปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย

ตัวแปรตาม ได้แก่

1.1 ระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF)

1.2 ระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF)

1.3 อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2peak)

1.4 ระดับองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition)

1.4.1 ระดับการเจริญเติบโตตามเกณฑ์น้ำหนักต่อส่วนสูง (Weigh for Height)

1.4.2 มวลไขมันในร่างกาย (Body fat mass), เปอร์เซ็นต์ไขมัน (Percent body fat), ระดับไขมันภายในช่องท้อง (Visceral fat)

1.4.3 สัดส่วนเอว-สะโพก (Waist-hip-ratio)

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน หมายถึง การสะสมไขมันที่ผิดปกติหรือมากเกินไป อาจเป็นผลมาจากการขาดการออกกำลังกายหรือมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวร่างกายน้อย หรือการบริโภคอาหารที่ไม่ถูกสุขลักษณะ จึงทำให้ร่างกายได้รับพลังงานจากสารอาหารมากกว่าการสูญเสียพลังงานจากการเผาผลาญ เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยาจนก่อให้เกิดปัญหาโรคอ้วนที่อาจส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพ และเป็นสาเหตุของโรคไม่ติดต่อเรื้อรัง (NCDs)

2. ความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (Executive function: EF) หมายถึง ความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองขั้นสูงที่ช่วยให้มนุษย์ควบคุมอารมณ์ ความคิด การตัดสินใจ การกระทำและการแสดงออกเชิงพฤติกรรม ส่งผลให้มุ่งมั่นทำงานจนงานนั้นสำเร็จตามเป้าหมายหมายที่ตั้งไว้ (Bidzan-Bluma & Lipowska, 2018) โดยผู้วิจัยสนใจศึกษาใน 4 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับหัวข้องานวิจัย ดังนี้

2.1 การยับยั้งพฤติกรรม (Inhibitory Control)

2.2 ความยืดหยุ่นทางความคิด ความสามารถในการเปลี่ยนมุมมองความคิดเมื่อเงื่อนไขเปลี่ยนไป (Cognitive flexibility, Shifting)

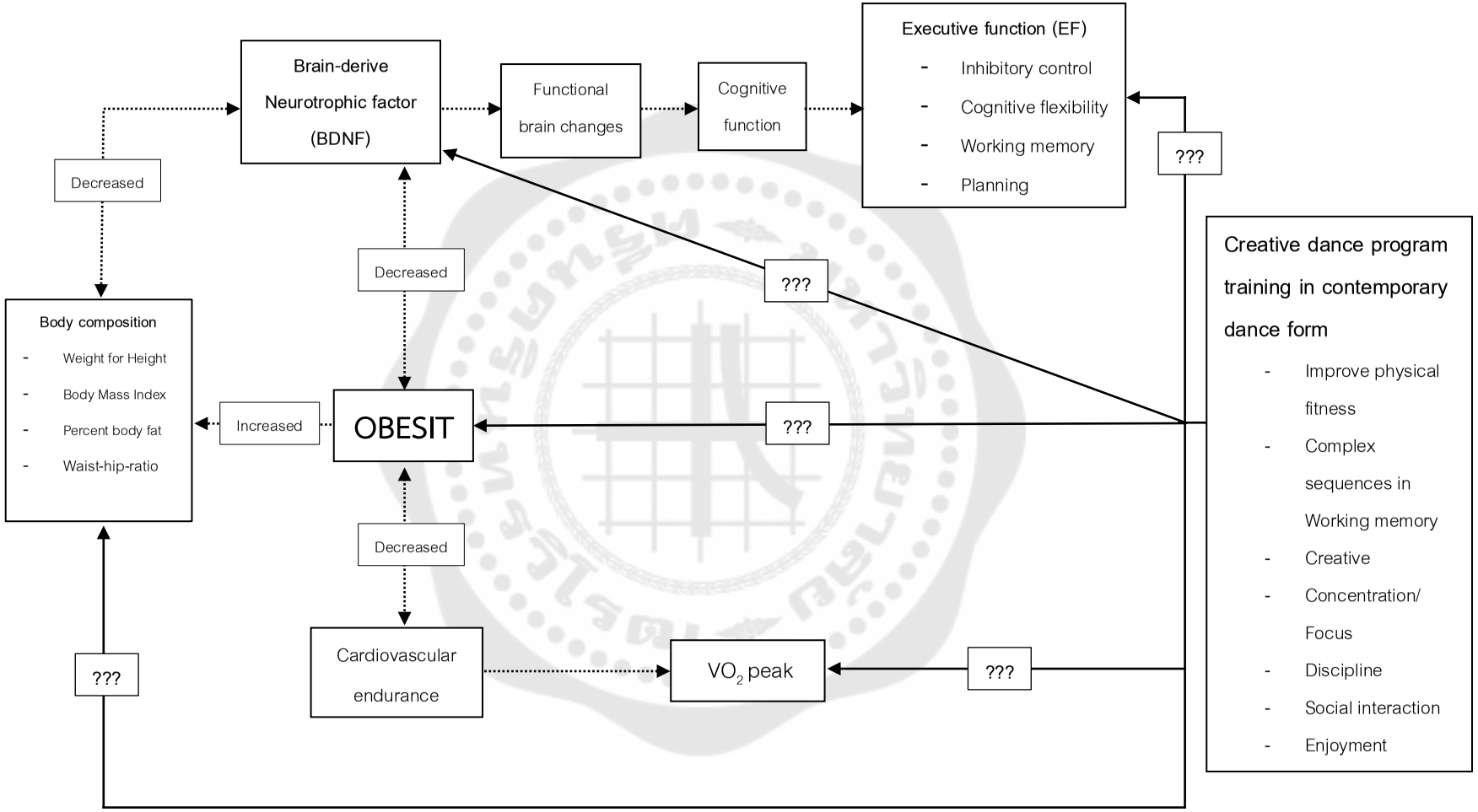
2.3 ความจำขณะทำงาน ความจำใช้งาน (Working Memory)

2.4 การวางแผนและการจัดการอย่างเป็นระบบ (Planning/Organize)

3. นิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (Brain derived neurotrophic factor: BDNF) เป็นโมเลกุลโปรตีนที่สำคัญซึ่งกระจายอยู่ภายในสมองโดยเฉพาะในสมองส่วนฮิปโปแคมปัส (Hippocampus) และบริเวณสมองส่วนหน้า ซึ่งสารโปรตีนนี้มีบทบาทสำคัญต่อการเจริญเติบโตของเซลล์ประสาท (Neuronal growth) ส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ประสาท (Cell development) มีผลต่อการอยู่รอดของเซลล์ประสาท (Neuronal survival)

4. เด็กวัยเรียน หมายถึง เด็กนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ในโรงเรียน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 อายุระหว่าง 9-12 ปี

5. โปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย Creative Dance in Contemporary Dance form หมายถึง โปรแกรมเต้นที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมาเพื่อเป็นโปรแกรมการออกกำลังกายในเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน โดยผสมผสานระหว่างการเต้นเชิงสร้างสรรค์ (Creative dance) และการเต้นร่วมสมัย (Contemporary dance)



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในงานวิจัย

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรม

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. ภาวะน้ำหนักเกินและภาวะอ้วนในเด็ก
2. พัฒนาการเด็กวัยเรียน
3. ความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง
4. ผลของภาวะอ้วนต่อความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
5. ความสัมพันธ์ของสารนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมองและภาวะอ้วน และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
6. ความหมายของกิจกรรมทางกายและการออกกำลังกายในเด็ก
7. ผลของการออกกำลังกายต่อความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
8. ผลของการออกกำลังกายต่อสารนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมอง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
9. การเต้นและผลของการเต้นต่อภาวะอ้วน ความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง และสารนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมอง

1. ภาวะน้ำหนักเกินและภาวะอ้วนในเด็ก

1.1 ความหมายของภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในเด็กและวัยรุ่น

World Health Organization (2016) ได้ให้ความหมายว่า ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน คือ การมีค่าดัชนีมวลกาย (BMI) ตั้งแต่ 25 kg/m^2 ขึ้นไป จัดเป็นภาวะน้ำหนักเกิน และค่าดัชนีมวลกาย (BMI) ตั้งแต่ 30 kg/m^2 ขึ้นไป จัดเป็นโรคอ้วน (Organization, 2021)

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ ได้ให้ความหมายว่า ภาวะน้ำหนักเกินหรือโรคอ้วนเป็นภาวะที่น้ำหนักตัวเกินกว่าเกณฑ์มาตรฐาน โดยเกิดจากการที่ร่างกายสะสมไขมันมากเกินไปซึ่งเป็นผลมาจากการขาดการออกกำลังกายหรือมีกิจกรรมการเคลื่อนไหวร่างกายน้อย หรือการบริโภคอาหารที่ไม่ถูกสุขลักษณะ จึงทำให้ร่างกายได้รับพลังงานจากสารอาหารมากกว่าการสูญเสียพลังงานจากการเผาผลาญ ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพ เช่น

โรคไม่ติดต่อเรื้อรังเรื้อรัง (NCDs) โดยจากการสำรวจในปี 2560 พบว่ามีผู้เสียชีวิตกว่า 4 ล้านคน ในแต่ละปีอันเป็นผลกระทบต่อเนื่องมาจากการมีน้ำหนักเกินและโรคอ้วน (Thai Health, 2557)

Brown และคณะ (2015) ได้ให้ความหมายว่า ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน หมายถึง การที่ร่างกายมีปริมาณไขมันสะสมมากเกินความต้องการ โดยเกิดจากการบริโภคอาหารมากเกินกว่าที่ร่างกายจะนำไปใช้ประโยชน์ได้หมดจึงถูกเก็บสะสมไว้ตามส่วนต่าง ๆ ของร่างกายในรูปของไขมัน ดังนั้นการควบคุมภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนต้องเริ่มจากการเปลี่ยนทัศนคติ เปลี่ยนแปลงรูปแบบการบริโภคอาหารและหมั่นการออกกำลังกายเป็นประจำ โดยเฉลี่ยอย่างน้อยวันละ 60 นาที สัปดาห์ละ 3-5 วัน จึงจะห่างไกลจากโรคภัยอันไม่ให้เสียชีวิตก่อนวัยอันควร (C. L. Brown, Halvorson, Cohen, Lazorick, & Skelton, 2015; van der Klaauw & Farooqi, 2015)

1.2 ความชุกของภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในเด็กและวัยรุ่น

จากการสำรวจขององค์การอนามัยโลก พบความชุกของภาวะอ้วนในวัยเด็กมีอัตราเพิ่มมากขึ้นกว่า 3 เท่า ในระยะเวลา 30 ปีที่ผ่านมา ในปี 2553 เด็กอายุระหว่าง 6-11 ปีในประเทศสหรัฐอเมริกา มีอัตราของเด็กอ้วนเพิ่มขึ้นจาก 7 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนประชากรเป็น 18 เปอร์เซ็นต์ของจำนวนประชากร และมีเด็กและวัยรุ่นมากกว่า 1 ใน 3 ของจำนวนประชากรที่มีน้ำหนักเกินและมีภาวะอ้วน (Oliver, 2022) สำหรับในประเทศไทย จากการสำรวจของกระทรวงสาธารณสุข ในปี พ.ศ. 2555 พบว่า ประมาณร้อยละ 14.5 ของเด็กไทยมีรูปร่างอ้วน โดยกรมอนามัยได้สำรวจเด็กนักเรียนชั้นอนุบาลและชั้นประถมศึกษา พบว่ามีเด็กที่มีภาวะโภชนาการเกินสูงเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจากการสำรวจสถานะสุขภาพประชากรไทยในปี 2540 ถึงปี 2544 พบว่าเด็กวัยเรียนอายุ 6-13 ปี อ้วนเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 5.8 เป็นร้อยละ 6.7 หรือเพิ่มขึ้นร้อยละ 15.5 (สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ, 2018)

ศรัล และคณะ ทำศึกษาสถานการณ์ภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในกลุ่มตัวอย่างเด็กวัยเรียน อายุระหว่าง 6-12 ปี จำนวน 428 คน โดยแบ่งกลุ่มเด็กวัยเรียนตามภาวะโภชนาการออกเป็น 4 กลุ่มคือ กลุ่มเด็กผอมจำนวน 33 คน (ร้อยละ 7.7) กลุ่มเด็กปกติจำนวน 261 คน (ร้อยละ 60.9) กลุ่มเด็กภาวะน้ำหนักเกินจำนวน 60 คน (ร้อยละ 14.1) และ กลุ่มเด็กอ้วนจำนวน 74 คน (ร้อยละ 17.3) ซึ่งข้อมูลการวิจัยครั้งนี้สอดคล้องกับรายงานสถานการณ์ภาวะโรคอ้วนในเด็กไทยวัยเรียนของกรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข โดยได้รายงานถึงแนวโน้มการเป็นโรคอ้วนของเด็กไทยวัยเรียนจะเพิ่มสูงขึ้นร้อยละ 13.1 ในปี พ.ศ.2560 (ขุนวิทยา, 2562)

1.3 สาเหตุและปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน

1.3.1 ปัจจัยเสี่ยงด้านพันธุกรรม (Genetic risk factors)

เมื่อพ่อหรือแม่คนใดคนหนึ่งมีภาวะน้ำหนักเกินหรือเป็นโรคอ้วน จะส่งผลให้ลูกเป็นเด็กอ้วนถึงร้อยละ 40 แต่ถ้าหากทั้งพ่อและแม่มีภาวะน้ำหนักเกินหรือเป็นโรคอ้วนทั้งคู่ ลูกจะมีโอกาสเป็นเด็กอ้วนสูงถึงร้อยละ 80 ความผิดปกติของยีนบางชนิดที่สัมพันธ์กับการเกิดภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในเด็ก อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกายของแต่ละบุคคลจะไม่เท่ากัน โดยเฉพาะผู้ที่มีอัตราการเผาผลาญในร่างกายต่ำก็จะสามารถลดน้ำหนักได้ยากกว่าผู้ที่มีอัตราการเผาผลาญที่ดีกว่า จึงทำให้การลดน้ำหนักของแต่บุคคลมีผลแตกต่างกัน (Karnik & Kanekar, 2012)

1.3.2 ปัจจัยเสี่ยงด้านพฤติกรรม (Behavioral risk factors)

การมีพฤติกรรมการรับประทานอาหารที่ไม่เหมาะสม จนไม่มีความสมดุลกับพลังงานที่ใช้ไปในแต่ละวัน ส่งผลให้เกิดภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในที่สุด

การมีพฤติกรรมเนือยนิ่งหรือพฤติกรรมที่มีการเคลื่อนไหวร่างกายน้อย (sedentary behavior) มีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในวัยเรียนและวัยรุ่น โดยผู้ที่มีกิจกรรมทางกายน้อยมีความเสี่ยงจะเป็นโรคอ้วนมากกว่าผู้ที่มีกิจกรรมทางกายมาก ถึงแม้ว่าผู้ที่มีกิจกรรมทางกายมากจะมีสัดส่วนการรับพลังงานมากกว่าก็ตาม

การมีพฤติกรรมการนอนที่ไม่เหมาะสม โดยจะพบว่าการมีระยะเวลาในการนอนหลับสั้น นอนไม่พอเพียงกับวัยจะมีความสัมพันธ์กับการเกิดภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในเด็ก รวมไปถึงความเครียดที่เกิดกับเด็กหรือเกิดขึ้นกับครอบครัวทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ล้วนมีผลต่อการเกิดภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในเด็ก (ขุนวิทยา, 2562)

1.3.3 ปัจจัยเสี่ยงด้านสิ่งแวดล้อมและสังคม (Environmental/societal risk factors)

การอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่ส่งเสริมให้เกิดโรคอ้วน (Obesogenic environment) ได้แก่ ความยากลำบากในการเข้าถึงอาหารที่ดี มีประโยชน์ ความไม่มั่นคงด้านอาหาร การอยู่ห่างไกลจากสถานที่ออกกำลังกายหรือสวนสาธารณะ และการอาศัยอยู่ในสังคมเมือง อยู่ใกล้ร้านสะดวกซื้อ การมีวิถีชีวิตที่สะดวกสบายขึ้น ขาดการเคลื่อนไหวร่างกาย ทำให้มีโอกาสอ้วนมากขึ้น

ภาวะโภชนาการเกินของพ่อแม่และวิธีการเลี้ยงดูเด็กที่ไม่มีขอบเขตชัดเจนในการดูแลพฤติกรรมการกินให้มีความเหมาะสม ทำให้เด็กบริโภคปริมาณมาก รวมถึงการมีเศรษฐานะ

ของครอบครัวในระดับต่ำ มีการศึกษาระดับต่ำ ส่งผลต่อระดับการรับรู้ของพ่อแม่ต่อเรื่องอาหารและสภาพแวดล้อมในการเคลื่อนไหวออกแรง (Health literacy)

1.4 ผลกระทบจากการมีภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วน

1.4.1 ผลกระทบต่อร่างกาย

- ระบบหัวใจและหลอดเลือด เด็กที่มีภาวะอ้วนส่วนใหญ่จะมีความดันโลหิตสูงกว่าเด็กที่ไม่อ้วน โดยเฉพาะในเด็กที่มีไขมันสะสมบริเวณหน้าท้อง (Abdominal obesity) จะทำให้มีความดันโลหิตสูงมากกว่าปกติ และระบบประสาทอัตโนมัติ (Sympathetic) มีการทำงานมากเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดโรคหลอดเลือดหัวใจอุดตันได้ในเด็กที่อ้วนรุนแรง (Chu et al., 2018)

- ระบบทางเดินหายใจ พบว่าเด็กที่มีภาวะโรคอ้วนที่มีไขมันสะสมในร่างกายสูงจะมีสมรรถภาพปอดลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบว่าเด็กอ้วนมีปัญหาการหยุดหายใจขณะหลับจากการอุดกั้นทางเดินหายใจ เรียกว่า Obstructive sleep apnea (OSA) ส่งผลต่อการเจริญเติบโตของเด็ก อีกทั้งยังมีอาการปวดศีรษะ สมาธิสั้น มักจะนอนหลับช่วงกลางวัน กระทบต่อประสิทธิภาพในการเรียน (Chu et al., 2018)

- กลุ่มอาการเมตาบอลิค (Metabolic syndrome) เป็นลักษณะของกลุ่มอาการที่ประกอบด้วย ภาวะดื้ออินซูลิน (Insulin resistant) หรือมีระดับกลูโคสในเลือดสูง (elevated glucose) ส่งผลให้เซลล์ต่าง ๆ ในร่างกายไม่สามารถนำน้ำตาลกลูโคสเข้าสู่เซลล์ได้ มีภาวะอ้วนลงพุง และภาวะไขมันในเลือดผิดปกติ (dyslipidemia) เมื่อเด็กบริโภคเฉพาะอาหารที่มีไขมันมาก ๆ และร่างกายไม่สามารถนำพลังงานจากสารอาหารมาใช้ได้หมด ร่างกายจะเกิดการสะสมพลังงานเป็นรูปแบบของไขมัน ทำให้มีไขมันในผนังหลอดเลือดเพิ่มมากขึ้น และอาจทำให้เลือดไปเลี้ยงกล้ามเนื้อหัวใจและสมองไม่เพียงพอต่อความต้องการ และพบการเกิดความผิดปกติของตับและท่อน้ำดี ส่งผลให้เกิดนิ่วในถุงน้ำดีร่วมกับภาวะเม็ดเลือดแดงแตกเรื้อรัง และมีไขมันสะสมในตับมากขึ้น ซึ่งเป็นปัจจัยที่เพิ่มโอกาสเกิดโรคไขมันพอกตับ (Hepatic steatohepatitis) (Al-Hamad & Raman, 2017)

- ระบบกระดูกและกล้ามเนื้อ ในเด็กและวัยรุ่นที่อ้วน 50-70% มักจะมีอาการเจ็บปวดและอักเสบตามข้อต่อและกล้ามเนื้อต่าง ๆ น้ำหนักตัวที่ไม่สัมพันธ์กับส่วนสูงหรืออายุในเด็กนั้นอาจเป็นอันตรายต่อแผ่นเยื่อเจริญกระดูกเข่าด้านใน (proximal medial tibial growth plate) เด็กจะมีขาโก่งเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ภาวะอ้วนจะทำให้มีขาท่อนบนขยายใหญ่ขึ้นจนอาจเกิดโรคหัวกระดูกสะโพกเลื่อน (slipped capital femoral epiphysis) และขาฉิ่ง (Knock knee) จึง

ส่งทำให้ร่างกายเคลื่อนไหวน้อยลง ฝ่าเท้าแบน เดินลำบาก จนมีโอกาสหกล้มและเกิดกระดูกหักได้บ่อยกว่าเด็กที่มีน้ำหนักปกติ

1.4.2 ผลกระทบด้านจิตใจ (Psychological comorbidities)

เด็กอ้วนมักเกิดความไม่พึงพอใจในรูปร่างของตนเอง (Body dissatisfaction) จนส่งผลให้บางคนมีพฤติกรรมการกินอาหารที่ไม่ดี เกิดเป็นความผิดปกติในการรับประทานอาหาร (Eating disorder symptoms) เด็กอ้วนมักถูกกลั่นแกล้ง (Bullying) ล้อเลียนจากคนรอบข้าง นอกจากนี้เด็กอ้วนยังชอบแยกตัวจากเพื่อน ขาดความมั่นใจ มีระดับการเห็นคุณค่าในตนเองต่ำลง จนขาดทักษะทางด้านสังคม อาจมีปัญหากับสมาชิกในครอบครัว มีผลการเรียนที่ไม่ดี และอาจเกิดภาวะซึมเศร้าจนนำไปสู่การมีปัญหาสุขภาพจิตอื่น ๆ ตามมาได้

1.5 แนวทางการแก้ไขปัญหาภาวะอ้วนในเด็ก

1.5.1 ให้ความรู้ด้านโภชนาการ เช่น แนะนำให้ลดอาหารที่มีปริมาณของไขมัน น้ำตาล และเกลือมากเกินไป เพื่อลดปริมาณพลังงานที่ร่างกายได้รับ

1.5.2 การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการบริโภคอาหาร โดยต้องทราบถึงสาเหตุของการรับประทานมากเกินกว่าความต้องการก่อน และแก้ไขที่ต้นเหตุนั้น ๆ จึงจะเป็นการลดน้ำหนักที่เหมาะสมและถาวร เด็กอ้วนต้องการการสนับสนุนหรือแรงกระตุ้นจากบุคคลรอบข้าง เช่น คนในครอบครัว เพื่อน เพื่อให้ผลดีในการลดน้ำหนัก

1.5.3 การออกกำลังกายที่เหมาะสมควบคู่กับการควบคุมอาหาร เป็นวิธีการลดน้ำหนักที่เหมาะสมและยั่งยืนที่สุด เนื่องจากการออกกำลังกายเป็นการเพิ่มการทำงานของกล้ามเนื้อและระบบต่าง ๆ ภายในร่างกาย ทำให้อัตราการเผาผลาญพลังงานในร่างกายเพิ่มสูงขึ้น ช่วยดึงเอาพลังงานจากไขมันออกมาใช้ได้มากอีกด้วย (Swain, Brawner, & Medicine, 2014)

1.6 เกณฑ์การประเมินภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในเด็ก

การประเมินภาวะน้ำหนักเกินที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ได้แก่ น้ำหนักตัวตามเกณฑ์ส่วนสูง (Weight for height) (สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2564) เป็นเกณฑ์อ้างอิงการเจริญเติบโตสำหรับเด็กอายุ 6-19 ปี เนื่องจากน้ำหนักตัวจะมีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็วกว่าส่วนสูง ถ้าหากเด็กได้รับการบริโภคอาหารที่ไม่เพียงจะทำให้น้ำหนักตัวลดลงหรือภาวะผอม ดังนั้น น้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงจึงเป็นดัชนีบ่งชี้ให้เห็นถึงการสะท้อนภาวะโภชนาการของเด็กในปัจจุบัน แม้จะไม่ทราบอายุที่แท้จริงหรืออิทธิพลจากเชื้อชาติก็มีผลกระทบน้อย และยังเป็นดัชนีบ่งชี้ของภาวะโภชนาการเกิน (ภาวะอ้วน) ที่ใช้กันเป็นสากล

การใช้กราฟน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง

เป็นการนำน้ำหนักตัวมาเทียบกับมาตรฐานที่ส่วนสูงเดียวกัน ใช้ดูลักษณะการเจริญเติบโตของเด็กว่ามีน้ำหนักสมส่วนกับส่วนสูงหรือไม่ เพื่อที่จะบอกได้ว่าเด็กมีรูปร่างสมส่วน ผอม หรืออ้วน ตามที่แสดงระดับการเจริญเติบโตที่จำแนกตามดัชนีบ่งชี้ของน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงที่แสดงไว้ในตารางที่ 1 และกราฟแสดงเกณฑ์อ้างอิงน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงสำหรับเด็กอายุ 6-19 ปี ในภาพประกอบที่ 2 และ 3 ซึ่งสามารถแบ่งกลุ่มภาวะการเจริญเติบโตได้เป็น 6 ระดับ ดังนี้

1) อ้วน (อยู่เหนือเส้น +3 SD) หมายถึง เด็กมีภาวะอ้วนชัดเจน (อ้วนระดับ 2) เป็นเด็กที่มีน้ำหนักตัวมากกว่าเด็กที่มีส่วนสูงเท่ากันอย่างมาก

2) เริ่มอ้วน (อยู่เหนือเส้น +2 SD) หมายถึง เด็กที่มีน้ำหนักตัวมาก ก่อนมีภาวะอ้วนชัดเจน (อ้วนระดับ 1)

3) ท้วม (อยู่เหนือเส้น +1.5 SD ถึง +2 SD) หมายถึง เด็กที่มีน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์เสี่ยงต่อการมีภาวะน้ำหนักตัวเกิน หากไม่มีการดูแลก็จะเพิ่มขึ้นไปจนถึงระดับเริ่มอ้วนได้

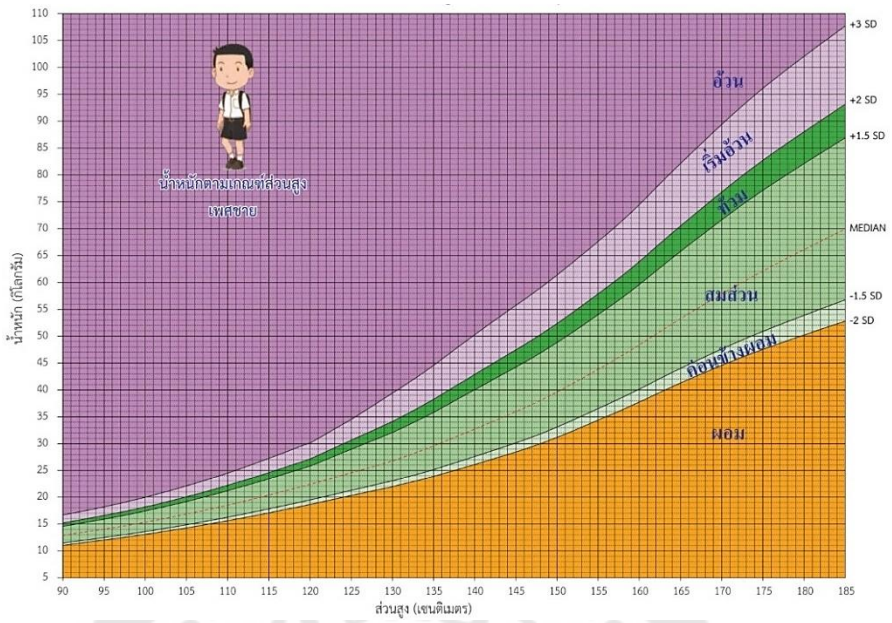
4) สมส่วน (อยู่ระหว่าง -1.5 SD ถึง +1.5 SD) หมายถึง เด็กที่มีน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ที่สมส่วนกับส่วนสูง จึงควรส่งเสริมให้เด็กมีการเจริญเติบโตให้ได้อยู่ในระดับนี้

5) ค่อนข้างผอม (อยู่ต่ำกว่าเส้น -1.5 SD ถึง -2 SD) หมายถึง เด็กที่มีน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์เสี่ยงต่อภาวะผอมได้

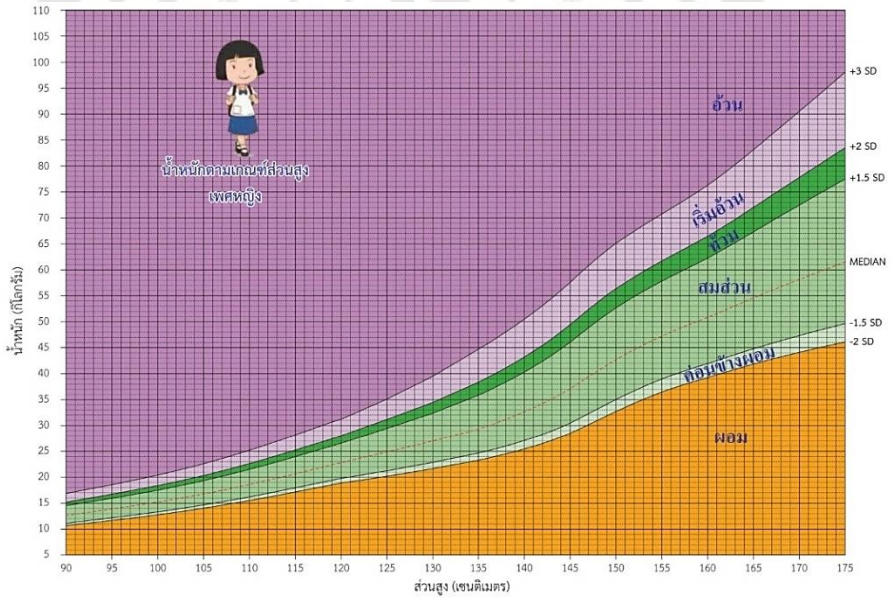
6) ผอม (อยู่ต่ำกว่าเส้น -2 SD) หมายถึง เด็กที่มีน้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ที่ขาดสารอาหารอย่างฉับพลัน มีน้ำหนักที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานเมื่อเทียบกับเด็กที่มีส่วนสูงเท่ากัน

ตาราง 1 ระดับการเจริญเติบโตที่จำแนกตามดัชนีบ่งชี้ของน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง สำหรับเด็กอายุ 6-19 ปี

ดัชนีบ่งชี้	จุดตัด	ภาวะการเจริญเติบโต	การแปลผล
น้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง	> +3 SD	อ้วน	อ้วนระดับ 2
	> +2 SD ถึง +3 SD	เริ่มอ้วน	อ้วนระดับ 1
	> + 1.5 SD ถึง +2 SD	ท้วม	น้ำหนักเกินอยู่ในเกณฑ์เสี่ยงต่อภาวะเริ่มอ้วน
	+ 1.5 SD ถึง -1.5 SD	สมส่วน	น้ำหนักอยู่ในเกณฑ์สมส่วนกับส่วนสูง
	< -1.5 SD ถึง -2 SD	ค่อนข้างผอม	น้ำหนักอยู่ในเกณฑ์เสี่ยงต่อภาวะผอม
	< -2 SD	ผอม	น้ำหนักอยู่ในเกณฑ์ขาดสารอาหาร



ภาพประกอบ 2 กราฟแสดงน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง สำหรับเด็กอายุ 6-19 ปี (เพศชาย)



ภาพประกอบ 3 กราฟแสดงน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง สำหรับเด็กอายุ 6-19 ปี (เพศหญิง)

ที่มา: คู่มือการใช้เกณฑ์อ้างอิงการเจริญเติบโตของเด็กอายุ 6-19 ปี สำนักโภชนาการ กรมอนามัย พ.ศ. 2654

2. พัฒนาการเด็กวัยเรียน

เด็กวัยเรียน (School Age Children) เป็นวัยที่เด็กอยู่ในช่วงอายุ 6 – 12 ปี วัยนี้มีการเปลี่ยนแปลงหลายอย่างที่แตกต่างกันไปจากวัยอนุบาล เช่น เด็กวัยนี้มีการเจริญเติบโตที่ช้าลง มีการเปลี่ยนแปลงทางสัดส่วนมากขึ้น มีการเข้ากลุ่มเพื่อนมากขึ้น มีความจำดีขึ้น มีเหตุผลมากขึ้น (โค้วตระกูล, 2550)

2.1 พัฒนาการทางด้านร่างกาย (Physical Development)

เด็กในวัยนี้มีพัฒนาการทางร่างกายช้า ๆ ทั้งทางด้านส่วนสูงและน้ำหนัก การเปลี่ยนแปลงส่วนใหญ่มักจะเป็นการเปลี่ยนแปลงทางด้านสัดส่วน ในวัยนี้ชั้นไขมันตามแก้ม อก ท้อง ก้น และต้นขาจะน้อยลง ทำให้เด็กดูผอมและสูงขึ้น พัฒนาการของกล้ามเนื้อ กระดูก และระบบประสาทดีขึ้น ซึ่งจะทำให้เด็กในวัยนี้มีการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกายอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น มีความแม่นตรงทางการเคลื่อนไหว มีความคล่องตัวและว่องไว และสามารถทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวได้ดี อย่างไรก็ตามความสามารถในการเคลื่อนไหวของเด็กแต่ละคนมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับการฝึกฝนหรือโอกาสที่เด็กจะได้เข้าร่วมกิจกรรม ตลอดจนความรู้สึกเชื่อมั่นในตัวเอง

ตาราง 2 น้ำหนักและส่วนสูงที่เหมาะสมของเด็กวัยเรียน

อายุ (ปี)	**น้ำหนัก (ก.ก.)**	**ส่วนสูง (ซ.ม.)**
4-6	16-20	100-110
7-9	22-26	115-125
10-12	28-32	130-140

2.2 **บุคลิกภาพและพัฒนาการทางสังคม** (Personality and social development)

เด็กในวัยเรียนจะเป็นวัยที่เด็กใช้ชีวิตอยู่ในโรงเรียนเป็นส่วนใหญ่ มีปฏิสัมพันธ์กับครูและกลุ่มเพื่อน เพราะฉะนั้นเด็กจะได้รับอิทธิพลจากครู และกลุ่มสูง ลักษณะพฤติกรรมทางสังคมของเด็กวัยนี้ คือ การจับกลุ่มเด็กเพศเดียวกันอย่างแน่นแฟ้นและตั้งเป็นกลุ่มสังคมเฉพาะของตน มีแนวคิด กิจกรรม กฎเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ตั้งขึ้นเฉพาะกลุ่ม อิทธิพลของกลุ่มเพื่อนจะมีต่อเด็กในวัยนี้มาก โดยเฉพาะในวัยนี้เป็นวัยที่เด็กจะชอบเปรียบเทียบกันทางสังคม (Social comparison) ซึ่งการชอบเปรียบเทียบกันกับเพื่อนจะส่งผลต่อความรู้สึกต่อความมีคุณค่าในตัวของเด็กเอง การมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนจะมีผลต่อพัฒนาการทางบุคลิกภาพของเด็ก เช่น การเกิดแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความรู้สึกมีคุณค่าของตนเอง หรือการทำให้เกิดปมด้อยในจิตใจ เป็นต้น นอกจากนั้นการยอมรับและการไม่ยอมรับ จะมีอิทธิพลต่อบุคลิกภาพของเด็กมาก โดยเด็กที่ได้รับการยอมรับ จะเติบโตเป็นผู้ใหญ่ที่มีความเชื่อมั่นในตัวเอง สามารถปรับตัวเข้ากับสังคมด้วยดี ส่วนเด็กที่ไม่เป็นที่ยอมรับในกลุ่มเพื่อนมักจะไม่มั่นใจในตัวเอง ปรับตัวเข้ากับสังคมได้ยาก รวมทั้งการสร้างปมด้วยต่าง ๆ ในจิตใจ อิทธิพลของเพื่อนจะมีต่อบุคลิกภาพของเด็กมาก ทั้งทางด้านความคิดและการกระทำ เพราะฉะนั้นการจัดกิจกรรมให้กลุ่มอย่างเหมาะสม เป็นสิ่งที่ควรกระทำอย่างยิ่งกับเด็กในวัยนี้ พ่อแม่หรือครูควรเปิดโอกาสให้เด็กได้แสดงออกในทางที่เหมาะสม (Dalgas-Pelish, 2006) ช่วงอายุของเด็กในวัยเรียน 6-12 ปีนั้น ถือเป็นช่วงสำคัญของเด็กในการเรียนรู้ทักษะชีวิต และพัฒนาการต่าง ๆทางด้านสติปัญญา เป็นช่วงที่การทำงานของสมองมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วและเต็มที่ ดังนั้นธรรมชาติและพฤติกรรมการเรียนรู้ของเด็กในช่วงวัยเรียนจึงมีการเปลี่ยนแปลงและแสดงให้เห็นถึงการเจริญเติบโตที่ค่อนข้างเด่นชัดในแต่ละขวบปี ซึ่งสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

ตาราง 3 พัฒนาการด้านต่าง ๆของเด็กวัยเรียน

อายุ	การเคลื่อนไหว	การช่วยเหลือตนเองและสังคม	ด้านสติปัญญาและจริยธรรม	ด้านภาษา
6 ปี	**กล้ามเนื้อมัดใหญ่** : เดินบนส้นเท้า เดินต่อเท้า ถอยหลังโดยใช้ 2 มือรับลูกบอลที่โยนมา กระโดดไกลได้ 1.2 เมตร **กล้ามเนื้อมัดเล็ก** : วาดรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน และสี่เหลี่ยมที่มีเส้นทะแยงมุมได้ เขียนหนังสือง่าย ๆ ได้	ช่วยงานบ้าน ผูกเชือกรองเท้า เล่นตามกติกาได้	อธิบายความหมายของคำ บอกความแตกต่างของ 2 สิ่ง รู้ซ้าย ขวา	รู้จักและนับตัวเลขได้มากกว่า 10
7 ปี	**กล้ามเนื้อมัดใหญ่** : กระโดดขาเดียวได้หลายครั้งติดต่อกัน เดินถือของหลายชิ้นได้ เริ่มขี่จักรยาน 2 ล้อ **กล้ามเนื้อมัดเล็ก** : วาดรูปคน 12 ส่วน ต่อบันได 10 ชิ้น เขียนหนังสือได้	รับผิดชอบงานบ้านที่ทำเป็นประจำ เล่นเป็นกลุ่ม ทำตามคำสั่งเพื่อหลีกเลี่ยงการลงโทษ	บอกวันในสัปดาห์ เปรียบเทียบขนาดใหญ่เล็ก แก้ปัญหาง่าย ๆ ได้ บวกลบเลขง่าย ๆ ได้ บอกเวลาก่อนหลัง และพูดโต้ตอบได้ชัดเจน	รู้จักและนับเวลาได้มากกว่า 10 นับเลข 30 ถอยหลังได้
8 ปี	**กล้ามเนื้อมัดใหญ่** : ทรงตัวได้ดี ขี่จักรยาน 2 ล้อได้ดี **กล้ามเนื้อมัดเล็ก** : เขียนหนังสือถูกต้อง วาดรูปกากะบาด	มีเพื่อนสนิท ยอมรับกฎเกณฑ์กติกาของผู้ใหญ่	บอกวันเดือนปีได้ ฟังเรื่องได้เข้าใจเนื้อหาเด่น เปรียบเทียบและเข้าใจเรื่องปริมาตร	รู้จักคำประมาณ 2,500 คำ

ตาราง 3 (ต่อ)

อายุ	การเคลื่อนไหว	การช่วยเหลือตนเองและสังคม	ด้านสติปัญญาและจริยธรรม	ด้านภาษา
9 ปี	**กล้ามเนื้อมัดใหญ่** : ยืนขาเดียวปิดตา 15 วินาที **กล้ามเนื้อมัดเล็ก** : วาดรูปทรงประบอก เขียนหนังสือตัวบรรจงได้ถูกต้อง	รู้ว่าอะไรควรไม่ควรในสถานการณ์ต่างกัน	บอกเดือนถอยหลังได้ อ่านและคิดเลขในใจ บวกลบเลขหลายชั้น คูณเลขชั้นเดียวได้	ใช้ภาษาในการสื่อความหมายได้ดีใกล้เคียงกับผู้ใหญ่
10-12 ปี	**กล้ามเนื้อมัดใหญ่** : รับลูกบอลมือเดียว กระโดดไกล 1.5-1.6 เมตร **กล้ามเนื้อมัดเล็ก** : วาดรูปทรงสี่เหลี่ยมลูกบาศก์	วางตัวจนเป็นที่ยอมรับของกลุ่มได้ วางตนเหมาะสม ยอมรับความคิดเห็นที่แตกต่างจากตนเองได้ เริ่มติดเพื่อน และเริ่มพัฒนาความสนใจเพศตรงข้ามในช่วงท้ายวัย	มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความยาว น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร และเวลา รู้จักเศษส่วน เขียน เล่าเรื่องสั้น ๆ ได้ แก้ปัญหาเป็นขั้นตอน แก้โจทย์ได้ 2 ชั้น	คูณหารได้ พูดตัวเลขตามได้ 6 หลัก พูดตัวเลขถอยหลังได้ 4-5 หลัก รู้จักและนับตัวเลขได้มากกว่า 10 ใช้ภาษาในการสื่อความหมายได้ดีใกล้เคียงกับผู้ใหญ่

2.3 พัฒนาการทางเพศ

การแบ่งช่วงอายุของวัยหนุ่มสาว (Crow & Kimura, 1965)

เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไปว่า วัยหนุ่มสาวนี้จะประกอบด้วยขั้นย่อยที่สำคัญ 3 ระยะ ดังนี้

ระยะที่ 1 ระยะก่อนวัยหนุ่มสาว (Prepubescent) เป็นช่วงที่ยังไม่มีวุฒิภาวะทางเพศ ขั้นดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นเมื่อลักษณะทางเพศขั้นทุติยภูมิกำลังเริ่มต้นพัฒนา แต่การทำหน้าที่ของระบบอวัยวะสืบพันธุ์ยังไม่มีการพัฒนา

ระยะที่ 2 วัยหนุ่มสาว (Pubescent) เป็นช่วงที่เด็กมีวุฒิภาวะปฐมภูมิ ระยะนี้ลักษณะพัฒนาการทางเพศทุติยภูมิยังคงพัฒนาต่อไป แต่จะมีการพัฒนาได้ไม่สมบูรณ์ยิ่งนัก และในขั้นนี้จะรวมถึงเซลล์เพศได้ถูกผลิตโดยอวัยวะที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับการสืบพันธุ์

ระยะที่ 3 ช่วงสุดท้ายของวัยหนุ่มสาว (Postpubescent) เป็นช่วงที่มีวุฒิภาวะทางเพศทุติยภูมิ ขั้นดังกล่าวนี้ลักษณะการพัฒนาทางเพศทุติยภูมิเริ่มสมบูรณ์ รวมทั้งอวัยวะเพศจะทำหน้าที่สมบูรณ์เต็มที่

เกณฑ์ที่แสดงว่าเด็กเข้าสู่วัยหนุ่มสาว

ลักษณะที่จะแสดงว่าเด็กได้ก้าวเข้ามาสู่วัยหนุ่มสาวอย่างสมบูรณ์จะเห็นได้จากการมีประจำเดือน การหลั่งอสุจิ มีสารเคมีภายในปัสสาวะ และการเอกซเรย์ของลักษณะการพัฒนาการของกระดูก กล่าวคือ

ในเด็กหญิงถือว่า การมีประจำเดือนเป็นครั้งแรก (Menarche) แสดงถึงการมีวุฒิภาวะทางเพศ หลังจากที่เด็กมีประจำเดือนแล้ว ลักษณะอวัยวะเพศและลักษณะทางเพศทุติยภูมิจะปรากฏขึ้นมาทีละเล็กน้อย ซึ่งลักษณะที่ปรากฏของการพัฒนาในระยะแรกนี้จะยังไม่สมบูรณ์ ซึ่งการพัฒนาการทางเพศนี้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้ระยะเวลานานต่อไปอีกระยะหนึ่ง ส่วนเพศชายลักษณะที่แสดงว่า เด็กชายมีวุฒิทางเพศนั้น คือ การหลั่งอสุจิเป็นครั้งแรก การวิเคราะห์สารเคมีจากปัสสาวะจะเป็นเครื่องพิสูจน์ได้ว่า เด็กนั้นได้มีวุฒิภาวะทางเพศแล้ว โดนพิจารณาจากสาร 2 ชนิด คือ ครีเอทิน (Creatine) และแอนโดรเจน (Androgen) เพราะเด็กชายที่ยังไม่มีวุฒิภาวะทางเพศจะมีสารครีเอทินอยู่เป็นจำนวนมาก ฉะนั้น เด็กที่ไม่มีสารครีเอทินแต่มีสารแอนโดรเจนจะแสดงว่าเด็กชายคนนั้นเริ่มมีวุฒิทางเพศ ซึ่งจะเริ่มประมาณอายุ 12.5 ปีนั่นเอง ส่วนเด็กหญิงก็จะสามารถวิเคราะห์สารเคมีในปัสสาวะได้เช่นกัน โดยการตรวจสอบฮอร์โมนที่มีชื่อว่าเอสโตรเจน ซึ่งจะเริ่มมีอายุประมาณ 11 ปี

ลักษณะสำคัญของวัยหนุ่มสาวบางประการ

คนที่จะเป็นผู้ใหญ่ได้นั้นจะต้องได้รับการพัฒนาการที่ดีมาตั้งแต่ระยะเตรียมตัวเข้าสู่วัยรุ่น ดังนั้น ลักษณะที่สำคัญสำหรับการเตรียมตัวที่จะเข้าสู่วัยรุ่นจะประกอบด้วยการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางด้านร่างกายและสรีระของร่างกายทั้งหมด และเรื่องของการเข้าสู่วัยรุ่นนั้นเป็นเรื่องที่มีความยากลำบากในการที่จะบอกว่า เด็กคนใดได้เข้าสู่วัยรุ่นแล้ว แต่สิ่งที่จะแสดงให้เห็นว่า เด็กคนนั้นได้เข้าสู่วัยรุ่นได้อย่างสมบูรณ์ คือ การมีประจำเดือนครั้งแรกในเด็กหญิง (Menarche หรือ First menstruation) ส่วนเด็กชายจะมีการหลั่งอสุจิเป็นครั้งแรก (The first nocturnal emission) จากการศึกษาในเรื่องของการเปลี่ยนแปลงลักษณะทางเพศของเด็กชาย พบว่า 7 เปอร์เซ็นต์ของเด็กชายที่มีขนขึ้นที่อวัยวะเพศ เมื่ออายุ 11 ปี,68 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออายุ 13 ปี และจะมีเพียง 1 เปอร์เซ็นต์เท่านั้นที่ยังไม่มีขนบริเวณอวัยวะเพศเกิดขึ้นในระยะเตรียมตัวเข้าสู่วัยรุ่น อย่างไรก็ตาม ขนอวัยวะเพศจะสมบูรณ์เต็มที่เมื่อเด็กอายุได้ 17 ปี

พัฒนาการลักษณะทางเพศปฐมภูมิ

ลักษณะพัฒนาการทางเพศปฐมภูมิ หมายถึง การพัฒนาอวัยวะสืบพันธุ์ (Sex Organs) เดิมทีอวัยวะเพศของวัยเด็กตอนปลายยังเล็กและทำหน้าที่ไม่สมบูรณ์ แต่เมื่อได้ก้าวมาสู่วัยหนุ่มสาวแล้ว อวัยวะเพศของเด็กจะมีการเปลี่ยนแปลงโดยการเพิ่มของขนาดและมีวุฒิภาวะมากขึ้น ลักษณะของพัฒนาการทางเพศปฐมภูมินี้จะมี 2 ลักษณะ คือ ลักษณะของอวัยวะเพศหญิง และลักษณะของอวัยวะเพศชาย ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

ลักษณะทางเพศปฐมภูมิของเพศชาย

อวัยวะเพศของเพศชาย ประกอบด้วย ลักษณะที่แสดงถึงอวัยวะสืบพันธุ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงทั้งภายในและภายนอกร่างกาย ภายนอกร่างกาย ประกอบด้วย ลำกล้อง (Penis) และถุงที่บรรจุอัณฑะ (Scrotum) ส่วนอวัยวะสืบพันธุ์ภายใน ได้แก่ อัณฑะ (Testes) หลอดนำน้ำอสุจิ ต่อมลูกหมาก ท่อน้ำปัสสาวะ สำหรับอัณฑะซึ่งตั้งอยู่ในถุงที่บรรจุอัณฑะจะอยู่ส่วนนอกของร่างกาย ส่วนที่จะมีการขยายขึ้นได้เพียง 10 เปอร์เซ็นต์ของขนาดที่จะวุฒิภาวะ ซึ่งจะมีอายุประมาณ 14 ปี และแล้วจะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วในระยะ 1-2 ปีต่อมา แต่หลังจากนั้นจะมีการพัฒนาการช้าลง สำหรับอัณฑะจะมีขนาดเต็มที่เมื่ออายุ 21 ปี หน้าที่ของอัณฑะคือทำหน้าที่ผลิตอสุจิ (Spermatozoa) หรือเซลล์เพศ ขณะเดียวกันจะทำหน้าที่ควบคุมฮอร์โมนของร่างกายให้มีความสมดุลทั้งสภาพทางร่างกายและสภาพจิตใจ

ขณะเดียวกันกับที่อัณฑะเริ่มมีการพัฒนานั้นจะมีการเจริญเติบโตของลำกล้องเช่นกัน โดยอัณฑะนั้นจะมีการขยายใหญ่อย่างรวดเร็ว การขยายใหญ่ของอัณฑะนี้จะเกิดขึ้น

ภายใน 4 เดือนของช่วงที่มีความสูงของร่างกายอย่างรวดเร็ว นอกจากอวัยวะส่วนที่สามารถมองเห็นได้แล้วเด็กจะยังมีการเปลี่ยนแปลงหรือมีการพัฒนาการของอวัยวะที่อยู่ส่วนภายในร่างกายเช่นกัน คือ หลอดน้ำอสุจิ ต่อมลูกหมาก ท่อปัสสาวะ สิ่งที่ได้กล่าวมานี้จะเป็นเรื่องราวของการเปลี่ยนแปลงในอวัยวะสืบพันธุ์ของเพศชายทั้งสิ้น

เมื่ออวัยวะสืบพันธุ์ของเพศชายทำงานอย่างสมบูรณ์เต็มที่แล้ว การหลั่งอสุจิครั้งแรกจึงเกิดขึ้นในการหลั่งอสุจินั้นอาจจะเป็นผลสืบเนื่องมาจากการนอนหลับฝันเรื่องราวที่ตื่นเต้นเกี่ยวกับเรื่องเพศ หรืออสุจิเต็มถุงพักและล้นออกมา หรือการได้รับสิ่งเร้ามากระตุ้นให้มีการหลั่งอสุจิออกมาก็ตาม เป็นเครื่องแสดงให้เห็นว่าอวัยวะของเพศชายได้ทำงานอย่างสมบูรณ์เต็มที่แล้ว

ลักษณะทางเพศปฐมภูมิของเพศหญิง

อวัยวะสืบพันธุ์ของเพศหญิงจะอยู่ภายในร่างกายเป็นส่วนใหญ่ ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอวัยวะเพศของอวัยวะดังกล่าวมีผลทำให้ช่องท้องของเด็กหญิงมีขนาดใหญ่ขึ้น แต่ขณะเดียวกันในช่วงที่เด็กหญิงมีการขยายของโครงกระดูกนี้เองทำให้เกิดช่องว่างพอที่จะให้อวัยวะเพศเหล่านั้นบรรจุลงไปได้ จึงมีผลทำให้หน้าท้องของเด็กหญิงแบนราบ

แม้ว่าอวัยวะเพศหญิงจะมีการพัฒนาการในช่วงระยะวัยหนุ่มสาวก็ตาม แต่ในเด็กแต่ละคนจะมีการพัฒนาที่ไม่เท่ากัน ตัวอย่างเช่น มดลูก (Uterus) เมื่อเด็กหญิงมีอายุได้ 12 ปี จะมีน้ำหนักเฉลี่ย 5.3 กรัม แต่เมื่ออายุ 16 ปี จะมีน้ำหนักเฉลี่ย 43 กรัม สำหรับท่อนำไข่ (Fallopian tube) และช่องคลอด (Vagina) จะมีการพัฒนาอย่างรวดเร็ว ในระยะนี้รังไข่ก็จะมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วเช่นกัน เพราะว่าน้ำหนักของรังไข่เมื่ออายุ 12 ปี รังไข่จะพัฒนาได้ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่ควรจะเป็น แต่อย่างไรก็ตามน้ำหนักของรังไข่หรือรังไข่นี้จะยังไม่สมบูรณ์จนกระทั่งเพศหญิงมีอายุ 20-21 ปี จึงจะทำงานอย่างเต็มที่

รังไข่ (Ovary) จะทำหน้าที่ผลิตไข่ (Ova หรือ Ovum) หรือเซลล์ที่ทำหน้าที่สืบพันธุ์ ขณะเดียวกันรังไข่จะทำหน้าที่ผลิตทีลิน (Theelin) และโพรเจสทิน (Progestin) ซึ่งทำหน้าที่เป็นฮอร์โมนเกี่ยวกับการช่วยเหลือในระหว่างตั้งครรภ์ รวมทั้งรังไข่จะทำหน้าที่ผลิตฮอร์โมนชื่อ ฟอลลิคูลาร์ (Follicular) และคอร์ปัสลูเทียม (Corpus luteum) ลักษณะฮอร์โมนที่มีภาวะอย่างสมดุลจะช่วยให้เกิดวงจรของการมีประจำเดือนตามปกติ และกระตุ้นให้ร่างกายมีลักษณะทางเพศทุติยภูมิอีกด้วย

เครื่องบ่งชี้ว่าเด็กหญิงมีวุฒิภาวะทางเพศ คือ การมีประจำเดือนเป็นครั้งแรก การเกิดประจำเดือนเป็นครั้งแรกเกิดจาก โลหิต น้ำเมือก และเซลล์เนื้อเยื่อในผนังมดลูก

โดยปกติแล้วเพศหญิงจะเริ่มมีประจำเดือนทุก ๆ 28 วัน จากวันที่เริ่มมีประจำเดือนจนถึงวัยหมดประจำเดือน (Menopause) ซึ่งมีอายุราว ๆ 40-50 ปี

การที่เด็กหญิงมีประจำเดือนมาเป็นครั้งแรกนั้นไม่ได้เป็นเครื่องแสดงว่าเด็กจะสามารถมีลูกได้ เพราะว่าในการที่เด็กมีประจำเดือนในครั้งแรกนั้น ช่วงที่มีประเดือนครั้งต่อ ๆ มานั้นไม่แน่นอนอาจจะเป็นหลาย ๆ เดือน หรืออาจจะใช้ร่วมปีในการที่มีประจำเดือนอีกครั้งหนึ่งก็ได้ ช่วงเวลาที่ประจำเดือนขาดหายไปจากครั้งแรกนั้น อาจจะใช้เวลา 1-6 ปีก็ย่อมได้ ซึ่งเป็นเรื่องของการทำงานของร่างกาย อีกประการหนึ่ง การที่คนจะมีลูกได้จะต้องมีการตกไข่ในช่วงระยะแรกนี้เด็กจะมีลักษณะของการเป็นหมัน เพราะต่อมไร้ท่อยังไม่ผลิตฮอร์โมนที่จะกระตุ้นให้มีการตกไข่และสืบพันธุ์

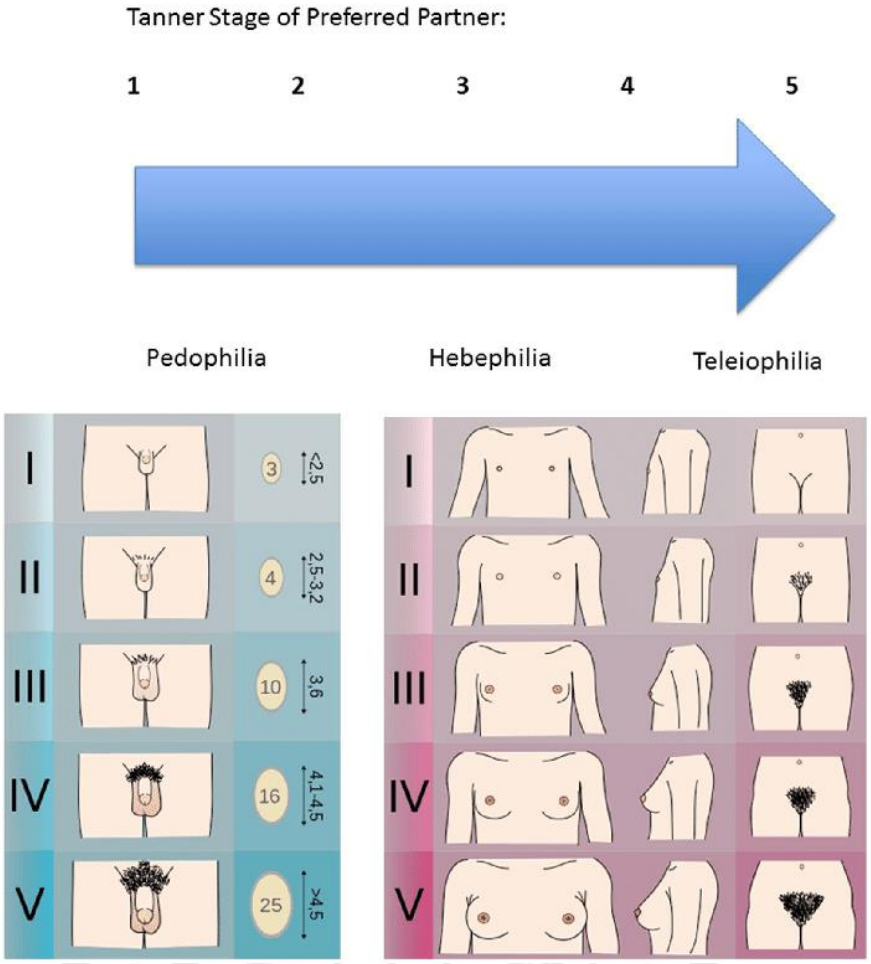
สรุปลำดับขั้นของพัฒนาการทางร่างกายของเด็ก

เด็กหญิง

1. หน้าอกเริ่มขยาย
2. ขนบริเวณอวัยวะเพศปรากฏเป็นครั้งแรก
3. ลักษณะทางร่างกายเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว
4. ขนบริเวณอวัยวะเพศหยาบขึ้น
5. มีประจำเดือนเป็นครั้งแรก
6. มีขนรักแร้ขึ้น

เด็กชาย

1. มีการเจริญเติบโตของอัณฑะ
2. มีขนบริเวณอวัยวะเพศขึ้นเป็นครั้งแรก
3. เสียงเปลี่ยนเป็นครั้งแรก
4. มีการหลั่งอสุจิเป็นครั้งแรก
5. ขนอวัยวะเพศหยาบขึ้น
6. ลักษณะทางร่างกายเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว
7. มีขนรักแร้
8. เสียงเปลี่ยนอย่างเด่นชัด
9. มีเครา



ภาพประกอบ 4 พัฒนาการทางเพศในแต่ละลำดับขั้น

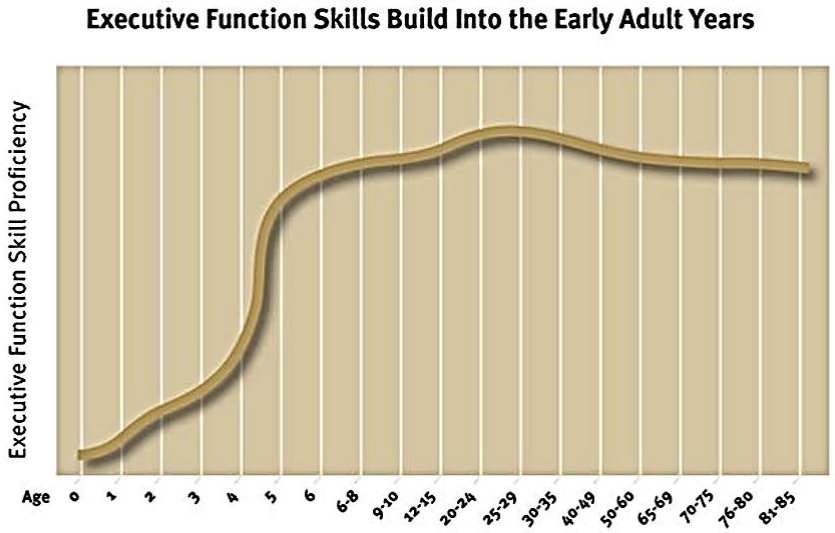
ที่มา: (Tenbergen et al., 2015)

3. ความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง

3.1 ความหมายของความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง

ความสามารถการคิดเชิงบริหาร (EF) หมายถึง การบริหารการรู้คิด อารมณ์ และพฤติกรรม เป็นทักษะที่แสดงถึงความสามารถในการทำงานของสมองส่วนหน้า (prefrontal cortex) ที่อยู่ภายใน frontal lobe โดยสมองส่วนหน้าประกอบด้วยเยื่อหุ้มสมองสองส่วน ส่วนที่หนึ่ง คือ dorsolateral prefrontal cortex ทำหน้าที่กำหนดเป้าหมาย ริเริ่ม จัดการวางแผน รวมถึงการปรับเปลี่ยนและมีสมาธิแน่วแน่ ส่วนที่สอง คือ orbital prefrontal cortex ทำหน้าที่กำกับควบคุมอารมณ์และพฤติกรรม EF มีความสำคัญต่อการเรียนในทุกระดับชั้น โดยเฉพาะชั้นอนุบาลและประถมศึกษาเนื่องจากเป็นตัวบ่งบอกถึงความพร้อมในการเรียนของเด็กได้มากกว่าระดับ

สติปัญญา โดยเฉพาะการเรียนรู้ด้านคณิตศาสตร์และด้านการอ่าน สมองส่วนหน้าใช้เวลาในการพัฒนายาวนานที่สุดต้องอาศัยสิ่งแวดล้อมและการเลี้ยงดูมาช่วยหล่อหลอมปรับแต่งวงจรประสาทเพื่อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยทักษะ EF จะพัฒนาอย่างมากในช่วงเด็กปฐมวัยต่อเนื่องไปจนถึงวัยเรียน วัยรุ่น วัยทำงาน และจะมีแนวโน้มลดลงในช่วงวัยสูงอายุ (ภักดีกุล & นวลจันทร์, 2015) ดังแสดงในภาพประกอบที่ 5



ภาพประกอบ 5 พัฒนาการของความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) ในแต่ละช่วงวัย

ที่มา: (Center on the Developing Child, 2012)

3.2 องค์ประกอบของความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง

จากการศึกษาทบทวนเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องพบว่ามีผู้ที่ให้องค์ประกอบของความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) ไว้หลากหลาย ซึ่งส่วนใหญ่แล้วมีแนวคิดที่ค่อนข้างสอดคล้องและคล้ายคลึงกัน (Reinert et al., 2013)

ผู้วิจัยมุ่งเน้นศึกษาในกลุ่มตัวอย่างวัยเรียน จึงเลือกตัวแปรในงานวิจัย 4 ด้าน ดังต่อไปนี้ (ภักดีกุล & นวลจันทร์, 2015)

- การยับยั้งพฤติกรรม (Inhibitory control) หมายถึง ความสามารถในการคิดอย่างรอบคอบก่อนลงมือทำ และยืดเวลาการตอบสนองเพื่อให้มีเวลาประเมินสถานการณ์หรือพฤติกรรมที่อาจมีผลกระทบด้านลบต่อตนเองและผู้อื่น ควบคุมความวู่วามได้

- การยืดหยุ่นทางความคิด (Cognitive flexibility) หมายถึง ความสามารถในการเปลี่ยนมุมมอง ปรับตัวให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งต่าง ๆ ได้เป็นอย่างดี เพื่อให้สามารถ

ยอมรับสถานการณ์ที่แตกต่างจากเดิม ปรับเปลี่ยนพฤติกรรมได้ง่าย มีความยืดหยุ่นในการแก้ปัญหา

- ความจำขณะทำงาน (Working memory) หมายถึง ความสามารถในการเก็บรักษาข้อมูลไว้ในหน่วยความจำขณะปฏิบัติงานที่ซับซ้อน เพื่อให้งานสำเร็จบรรลุผลตามเป้าหมาย ซึ่งแสดงพฤติกรรมโดยจดจำสิ่งต่าง ๆ ไว้ในความคิด

- การวางแผน (Planning) หมายถึง วางกระบวนการขั้นตอนที่จะไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ โดยมองเห็นภาพรวมแล้วนำเอาส่วนประกอบสำคัญต่าง ๆ มาเชื่อมต่อกัน มีการจัดลำดับความสำคัญ แยกแยะทำก่อน-หลัง จัดตารางเวลาการทำงานเพื่อใช้แผนเป็นเครื่องมือกำกับการทำงานไปจนถึงความสำเร็จที่ตั้งไว้

3.3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง

จากแนวคิดของไวก๊อตสกี้ (Vygotsky & Cole, 1978) ร่วมกับการทบทวนวรรณกรรมพบว่า ระดับ EF ในเด็กขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย สามารถจำแนกได้ 3 ด้าน ดังนี้

3.3.1 ปัจจัยด้านอายุของเด็ก โดยเมื่อเด็กโตขึ้นจะสามารถคิดซับซ้อนเป็นเหตุเป็นผลมากขึ้นตามวัย (Bibok, Carpendale, & Müller, 2009) และมีการศึกษาพบว่าพัฒนาการด้านกล้ามเนื้อมัดเล็กกับทักษะ EF มีความสัมพันธ์กัน เป็นพื้นฐานในการพัฒนาความพร้อมในการเรียนของเด็ก (Cameron et al., 2012) และระดับความเครียด ความวิตกกังวลของเด็กจะทำให้ เซลล์ประสาทที่สมองฝ่อและลดจำนวนลง ส่งผลต่อสติปัญญาและความจำ ซึ่งเป็นอุปสรรคในการพัฒนา EF ของเด็ก (Ackerman & Friedman-Krauss, 2017; Vernon-Feagans, Willoughby, & Garrett-Peters, 2016)

3.3.2 ปัจจัยด้านผู้ปกครอง มีการศึกษาพบว่าผู้ปกครองที่มีระดับการศึกษาสูง จะเข้าใจพัฒนาการตามช่วงวัยของเด็ก มีวิธีการสื่อสารเชิงบวก ให้คำแนะนำอย่างเหมาะสมกับสถานการณ์ ซึ่งมีความสำคัญในการส่งเสริม EF ของเด็ก (Blair et al., 2011) ในทางกลับกันการที่ผู้ปกครองมีความเครียดจากปัจจัยต่าง ๆ จะปฏิสัมพันธ์กับเด็กลดลง มีผลต่อการดูแลเด็ก (Wagner et al., 2016) เนื่องจากเด็กจะเกิดการเรียนรู้จากพฤติกรรมของผู้ปกครอง ดังนั้นการผู้ปกครองที่มี EF ดี จะเป็นแบบอย่างและช่วยส่งเสริมให้เด็กมี EF ที่ดีด้วย (Cuevas et al., 2014)

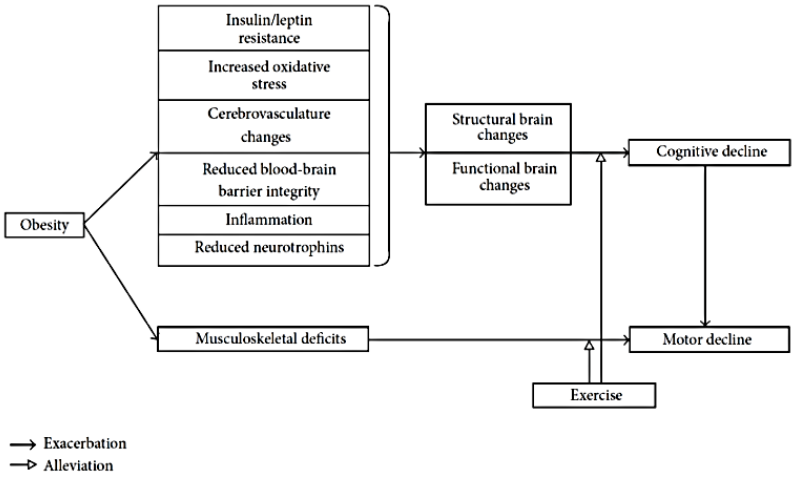
3.3.3 ปัจจัยด้านเศรษฐกิจและสังคม มีการศึกษาพบว่าครอบครัวที่มีรายได้เพียงพอ ผู้ปกครองจะมีเวลาดูแลและอยู่ร่วมกับเด็กมากขึ้น ทำให้เด็กมีพัฒนาการสมวัย และสามารถควบคุมกำกับตนเองได้ มีทักษะ EF ในระดับดี (Sulik et al., 2015) รวมถึงบทบาทการจัด

กิจกรรมการเรียนรู้ของโรงเรียน มีการศึกษาพบว่า การเปิดโอกาสให้เด็กมีส่วนร่วมในชั้นเรียนช่วยพัฒนา EF ของเด็ก (Sutipan, Chumcha, Chutabhakdikul, & Thanasetkorn, 2012)

4. ผลของภาวะอ้วนต่อความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันมีการศึกษาพบว่าภาวะอ้วนส่งผลต่อกายวิภาคและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างในสมอง รวมไปถึงกระบวนการรู้คิด (Cognitive function) และความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) จากข้อมูลทางวิชาการพบว่าภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนมีอิทธิพลต่อกระบวนการรู้คิด (Cognitive function) ตลอดทุกช่วงวัย บุคคลที่มีภาวะอ้วนจะมีระดับความสามารถด้านการรู้คิด (Cognitive function) อยู่ในเกณฑ์ที่ควรได้รับการส่งเสริมหรือค่อนข้างต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มคนน้ำหนักปกติ (Sánchez-SanSegundo et al., 2021) การศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างสมองจากการฉายภาพของสมอง (Neuroimaging study) ในกลุ่มเด็กอ้วนแสดงให้เห็นถึงการมีปริมาตรที่เล็กลงของสมอง (Brain atrophy) ในส่วนต่าง ๆ เมื่อเทียบกับกลุ่มที่มีน้ำหนักตามเกณฑ์ (Ronan, Alexander-Bloch, & Fletcher, 2020) เนื่องจากภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนในวัยเด็กส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางพยาธิสรีรวิทยาในร่างกาย (pathophysiological changes) (A. A. Miller & Spencer, 2014) เช่น มีการสะสมของ white adipose tissue จำนวนมากและเป็นแหล่งผลิตของ proinflammatory cytokines ซึ่งได้แก่ IL-1, IL-6, IL-12 tumor-necrosis factor (TNFα) และ c-reactive protein โดยรายการวิจัยพบว่าการเพิ่มขึ้นของระดับ cytokines เหล่านี้มีความสัมพันธ์กับการอักเสบ (inflammatory) ของเซลล์สื่อประสาทในสมอง มีความเสี่ยงของการเกิดภาวะเครียด (oxidative stress) การเกิดสารอนุมูลอิสระ (reactive oxygen species) เป็นผลให้ระดับ EF ลดลง และยังพบข้อมูลที่น่าสนใจว่าภาวะพร่องความสามารถการคิดเชิงบริหาร (executive dysfunction) มีความสัมพันธ์กับพฤติกรรมที่ไม่ดีในการบริโภคอาหาร เช่น รับประทานอาหารปริมาณมากกว่าปกติ (increased food intake) ไม่สามารถหยุดรับประทานอาหารได้แม้ร่างกายจะรู้สึกอิ่ม (dis-inhibited eating) อันเป็นผลมาจากพฤติกรรมที่ไม่สามารถควบคุมตนเองได้ (Inhibitory control) และความผิดปกติของระบบการให้รางวัลของสมอง (reward system) (Reinert et al., 2013) มีงานวิจัยที่ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของค่าดัชนีมวลกาย (BMI) กับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) พบว่ากลุ่มคนที่มี BMI สูงกว่าเกณฑ์จะมี EF ต่ำกว่าคนที่มี BMI ในเกณฑ์ปกติ และมีการศึกษาความสัมพันธ์ของไขมันในช่องท้อง (Visceral adiposity) กับความสามารถในการรู้คิด (Cognitive performance) พบว่ากลุ่มคนที่มีไขมันในช่องท้องสูงผิดปกติมีแนวโน้มจะมีความจำ (memory) และความจดจ่อ (Attention) ลดลง สอดคล้องกับหลักฐานการศึกษาจากผลการวินิจฉัยโรคสมาธิสั้น (Attention-deficit

hyperactivity disorder: ADHD) ซึ่งพบความชุกในเด็กอ้วนมากกว่าเด็กที่มีน้ำหนักปกติ (Raine et al., 2018)



ภาพประกอบ 6 กลไกการตอบสนองของร่างกายและองค์ประกอบในสมองต่อภาวะอ้วน

ที่มา: (Wang C, Chan JS, Ren L, Yan JH. Z, 2016)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในประเทศ

ศรัล และคณะ (2562) จัดทำโครงการวิจัยเรื่อง ความสัมพันธ์ของภาวะโรคอ้วนและความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองในเด็กวัยเรียน อายุระหว่าง 6-12 ปี จำนวน 428 คน โดยแบ่งกลุ่มเด็กวัยเรียนตามภาวะโภชนาการออกเป็น 4 กลุ่มคือ กลุ่มเด็กผอมจำนวน 33 คน (ร้อยละ 7.7) กลุ่มเด็กปกติจำนวน 261 คน (ร้อยละ 60.9) กลุ่มเด็กภาวะน้ำหนักเกินจำนวน 60 คน (ร้อยละ 14.1) และ กลุ่มเด็กอ้วนจำนวน 74 คน (ร้อยละ 17.3) ศึกษาความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองแบบองค์รวม (Global Executive Composite: GEC) ผลการวิจัยพบว่าความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองของกลุ่มตัวอย่างเด็กวัยเรียนอยู่ในระดับปกติร้อยละ 51.9 และมีร้อยละ 48.4 ที่ควรได้รับการส่งเสริม เด็กนักเรียนที่เป็นโรคอ้วนจะมีทักษะความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองแบบองค์รวมต่ำกว่าเด็กนักเรียนที่มีภาวะโภชนาการเกณฑ์ผอมโดยมีระดับคะแนน T-Score ต่างกันเฉลี่ยประมาณ 11.688 คะแนน เด็กนักเรียนที่เป็นโรคอ้วนจะมีทักษะความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองแบบองค์รวมต่ำกว่าเด็กนักเรียนที่มีภาวะโภชนาการเกณฑ์น้ำหนักเกิน โดยมีระดับคะแนน T-Score ต่างกันเฉลี่ย ประมาณ 6.397

คะแนน และพบว่าการทำกิจกรรมวาดรูประบายสี กิจกรรมดนตรี การเล่นกับเพื่อน รวมถึงการเข้านอนอย่างเพียงพอ (10-12 ชั่วโมง) ส่งผลดีต่อทักษะความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (ขุนวิทยา, 2562)

งานวิจัยต่างประเทศ

Reinert และคณะ (2013) ได้รวบรวมงานวิจัยอย่างเป็นระบบและสรุปความสัมพันธ์ระหว่างการพัฒนาของความสามารถเชิงบริหารของสมอง (EF) กับภาวะอ้วนในเด็กและวัยรุ่น ซึ่งงานวิจัยที่นำมาวิเคราะห์จะดูผลของ ความสามารถเชิงบริหารของสมอง (EF) และหน้าที่การทำงานของสมอง (Brain activity) ส่วน prefrontal และ orbitofrontal โดยพิจารณาความสามารถเชิงบริหารของสมอง (EF) ในด้านต่าง ๆ ดังนี้ การยับยั้งพฤติกรรม(Inhibitory control) ความจดจ่อ (Attention) ระบบการให้รางวัลของสมอง (Reward sensitivity) และความจำขณะทำงาน (Working memory) ผลการสังเคราะห์พบว่ามีงานวิจัยที่ศึกษาความสามารถเชิงบริหารของสมอง (EF) ในด้านการยับยั้งพฤติกรรม(Inhibitory control) มากที่สุด คือ ร้อยละ 73.9 ของงานวิจัยทั้งหมด โดยพบงานที่ทำในกลุ่มตัวอย่างเด็กร้อยละ 43.5 และกลุ่มตัวอย่างวัยรุ่นร้อยละ 34.7 ซึ่งแบบประเมิน The Stroop Color-Word Interference Test ถูกนำมาใช้ในการวัดผลมากที่สุดและผลการวิจัยส่วนใหญ่ก็พบว่าในทั้งเด็กและวัยรุ่นที่มีภาวะอ้วน (Higher BMI) จะมี EF ในระดับต่ำกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มตัวอย่างที่มีค่าดัชนีมวลกาย (BMI) ในระดับปกติ ทั้งนี้การศึกษานี้ยังพบว่าพฤติกรรมการรับประทานอาหารมีความสัมพันธ์กับความสามารถเชิงบริหารของสมอง (EF) และค่าดัชนีมวลกายของกลุ่มตัวอย่าง ส่วนผลการวัดหน้าที่การทำงานของสมอง (Brain activity) ด้วย Functional magnetic resonance imaging (FMRI) และ Magnetic resonance imaging (MRI) ในงานวิจัยที่ทำการเปรียบเทียบหน้าที่การทำงานของสมอง (Brain activity) ระหว่างการทดสอบดูภาพอาหารหลาย ๆ ชนิด พบว่ามีความแตกต่างของปริมาณเนื้อสมอง (volume) บริเวณ orbitofrontal ในกลุ่มตัวอย่างที่มีค่าดัชนีมวลกาย (BMI) ต่างกัน จึงสามารถสรุปผลจากการสังเคราะห์งานวิจัยได้ว่า การออกแบบโปรแกรม เช่น การออกกำลังกาย การปรับพฤติกรรมการรับประทานอาหาร ช่วยพัฒนาความสามารถเชิงบริหารของสมอง (EF) ในด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะด้านการยับยั้งพฤติกรรม (Inhibitory control) ซึ่งอาจช่วยลดภาวะอ้วนในเด็กและวัยรุ่นได้ (Reinert et al., 2013)

Raine และคณะ (2018) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของภาวะอ้วนต่อทักษะรู้คิด(Cognitive function) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic achievement) ในกลุ่มตัวอย่างเด็กเพศหญิงอายุระหว่าง 7-9 ปี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินว่าระดับไขมันในร่างกาย (Adiposity) มีความสัมพันธ์อย่างไรต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และกระบวนการคิดของเด็ก โดยทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างเด็กที่มีภาวะอ้วนจำนวน 55 คน เปรียบเทียบกับเด็กที่มีน้ำหนักปกติ 55 คน ทำการประเมินทักษะรู้คิดด้วยแบบประเมิน Brief Intellectual Ability (BIA) และวัดปริมาณไขมันในร่างกายด้วยเครื่องมือวัดองค์ประกอบของร่างกาย Dual Energy X-ray Absorptiometry (DEXA) ผลการวิจัยพบว่าในกลุ่มเด็กอ้วนที่มีปริมาณไขมันในช่องท้อง (Visceral adipose tissue) สูงกว่า จะมีค่าคะแนนในการประเมินทักษะรู้คิด (Cognitive function) ที่ต่ำกว่า ($p \leq 0.04$) และมีผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (Academic achievement) ในด้านการอ่าน (Reading) และการคิดคำนวณทางคณิตศาสตร์ (Math) ต่ำกว่าในกลุ่มเด็กน้ำหนักปกติที่ $p \leq 0.04$ เช่นกัน ผู้วิจัยจึงให้ข้อสรุปว่า ปริมาณไขมันในช่องท้อง (visceral adipose tissue) ซึ่งเป็นตัวชี้วัดหนึ่งที่บ่งบอกถึงภาวะอ้วนในเด็กมีความสัมพันธ์กับทักษะรู้คิดและความฉลาดในการเรียนของเด็ก ดังนั้นภาวะอ้วนในเด็กจึงยังคงเป็นปัญหาสาธารณสุขที่ควรเฝ้าระวัง (Raine et al., 2018)

Sánchez-SanSegundo และคณะ (2021) ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยที่บ่งบอกถึงภาวะอ้วน ได้แก่ ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) ปริมาณไขมันในร่างกาย (body fat) ต่อความสามารถเชิงบริหารของสมอง (EF) 5 ด้าน ได้แก่ cognitive flexibility, inhibition, monitoring, planning และ working memory ในกลุ่มตัวอย่างวัยผู้ใหญ่จำนวน 87 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มที่มีภาวะน้ำหนักเกิน 34 คน และมีภาวะอ้วน 53 คน ซึ่งกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่มมีระดับการศึกษาและระดับกิจกรรมทางกายที่ใกล้เคียงกัน ผลการศึกษาพบว่าในกลุ่มตัวอย่างที่มีภาวะน้ำหนักเกินจะมีระดับ EF ในด้าน working memory และด้าน monitoring มีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณไขมันในร่างกายที่ $p = 0.05$ และ $p = 0.02$ ตามลำดับ ส่วนในกลุ่มตัวอย่างที่มีภาวะอ้วนพบว่าระดับ EF มีความสัมพันธ์เชิงลบกับปริมาณไขมันในร่างกายเช่นกัน โดยพบความสัมพันธ์ทั้งในด้าน inhibition ($p = 0.02$) และ working memory ($p = 0.04$) ผู้วิจัยจึงให้ข้อสรุปว่าปริมาณไขมันในร่างกายที่ประเมินด้วยการวัดค่าองค์ประกอบของร่างกาย เช่น การหาอัตราส่วนเอวต่อสะโพก (WHR) การวัดปริมาณไขมันในช่องท้อง (visceral fat) รวมไปถึงระดับไขมันในเลือดมีความสัมพันธ์กับทักษะ EF และควรพิจารณานำใช้ในงานวิจัยเพื่อเป็นตัวบ่งชี้ (marker) ถึงการมีภาวะอ้วนนอกเหนือจากการใช้ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) เพียงอย่างเดียว (Sánchez-SanSegundo et al., 2021)

5. ความสัมพันธ์ของสารนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมอง และภาวะอ้วนและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (Brain derived neurotrophic factor: BDNF) คือ สารนิวโรโทรฟิน (neurotrophin) ชนิดหนึ่งที่พบในร่างกายมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม เป็นโมเลกุลโปรตีนที่สำคัญซึ่งกระจายอยู่ภายในสมองโดยเฉพาะสมองส่วนฮิปโปแคมปัส (hippocampus) และบริเวณสมองส่วนหน้า (Prefrontal cortex) (Pezawas et al., 2004) นอกจากนี้ยังพบได้ในเนื้อเยื่อส่วนปลาย เช่น กล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อไขมัน (Sornelli et al., 2009) โดยมีกลไกการทำงานผ่านการกระตุ้นไคเนสบีของตัวรับโทรโพไมโอซิน (Tropomyosin receptor kinase B: TrkB) ซึ่งปฏิกิริยาการถ่ายโอนสัญญาณระหว่าง BDNF และการกระตุ้น TrkB มีความสำคัญมากสำหรับการทำงานของสมองในด้านการเรียนรู้ (Learning) และ ความจำ (Memory) เนื่องจากสารโปรตีนนี้มีบทบาทสำคัญต่อพัฒนาการของสมอง มีผลต่อการอยู่รอดของเซลล์ประสาท (neuronal survival) ช่วยในการเจริญเติบโตของเซลล์ประสาท (neuronal growth) ส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของเซลล์ประสาท (cell development) รวมไปถึงกระตุ้นการเพิ่มแขนงประสาท (neurogenesis) ปรับความสามารถในการยืดหยุ่นของสมอง (neuroplasticity) ปรับเปลี่ยนวงจรเชื่อมโยงใหม่ของเซลล์ประสาท ผ่านจุดไซแนปส์ ทำให้เชื่อมต่อการทำงานระหว่างเซลล์ได้ดีขึ้น (synaptogenesis) (Wang, Chan, Ren, & Yan, 2016) หลักฐานการวิจัยยังพบด้วยว่า BDNF เกี่ยวข้องกับกลไกการเผาผลาญพลังงาน (metabolic pathways) ทั้งในระบบประสาทส่วนกลางและอวัยวะส่วนปลาย (Pedersen et al., 2009) มีข้อมูลแสดงให้เห็นว่าเส้นทางการส่งสัญญาณ (signaling pathway) ของ BDNF ในไฮโปทาลามัสมีศักยภาพในการควบคุมสภาวะสมดุลของพลังงาน (energy homeostasis) การควบคุมน้ำหนักตัว (body weight control) และพฤติกรรมการกินอาหาร (feeding behavior) (Noble et al., 2011) นอกจากนี้ BDNF ยังถูกระบุว่าเป็นโปรตีนจากเซลล์กล้ามเนื้อที่เหนี่ยวนำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ (contraction-induced muscle cell) ซึ่งสามารถเพิ่มการออกซิเดชันของไขมันในกล้ามเนื้อ (fat oxidation in skeletal muscle) โดยทำงานร่วมกับโปรตีนไคเนสที่กระตุ้นด้วย adenosine monophosphate-activated (AMP) (Matthews et al., 2009) และ BDNF ยังเชื่อมโยงกับความผิดปกติของการเผาผลาญพลังงานในร่างกาย (metabolic disorders) กล่าวคือ พบระดับ BDNF ที่ลดลงในผู้ป่วยโรคอ้วนและโรคเบาหวานชนิดที่ 2 เมื่อเทียบระหว่างระยะแรกที่ได้รับการวินิจฉัยกับระยะที่มีความก้าวหน้าของโรค (Fujinami et al., 2008)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Araki และคณะ (2014) ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง BDNF กับภาวะอ้วนในเด็ก เนื่องจากการศึกษาที่ผ่านมาแม้จะพบหลักฐานยืนยันว่า BDNF มีบทบาทสำคัญต่อนิสัยการบริโภคอาหารและการควบคุมน้ำหนักตัว แต่มักทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างวัยผู้สูงอายุ ผู้ใหญ่และวัยรุ่น ยังพบหลักฐานงานวิจัยที่ทำในกลุ่มตัวอย่างวัยเด็กน้อยมาก ในงานวิจัยนี้ศึกษาในกลุ่มตัวอย่างเด็กเพศชายและหญิงชาวญี่ปุ่นจำนวน 98 คน ที่มีอายุระหว่าง 5-15 ปี โดยแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่มีน้ำหนักปกติ กลุ่มเด็กอ้วน และกลุ่มเด็กที่อ้วนมาก (mobidity obese) ซึ่งมีค่าเปอร์เซนไทล์ของดัชนีมวลกายสูงมากกว่า 99th เปอร์เซนไทล์ จากนั้นทำการวัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับภาวะอ้วน ซึ่งประกอบด้วย การวัดขนาดร่างกาย (Anthropometric) ด้วยวิธีการวัดไขมันใต้ชั้นผิวหนัง (Skinfold thickness) และเส้นรอบวงของสะโพก (Waist circumference) ร่วมกับเจาะเลือดเพื่อดูสารชีวเคมีในเลือดที่เกี่ยวข้องกับเซลล์ไขมันในร่างกาย (Adipocytokines) ประกอบด้วย Leptin, Adiponectin และ BDNF levels โดยวิเคราะห์ตัวอย่างเลือดด้วยอีไลซ่าเทคนิค (ELISA techniques) และพิจารณาความสัมพันธ์ร่วมกับข้อมูลน้ำหนักแรกคลอดของกลุ่มตัวอย่าง ผลการศึกษาพบว่าระดับ BDNF มีความสัมพันธ์กับน้ำหนักตัวแรกคลอดของเด็ก ($r = 0.264$, $p < 0.05$) และในกลุ่มเด็กอ้วนมากจะพบว่ามีระดับนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) ต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับกลุ่มเด็กอ้วน และเด็กที่มีน้ำหนักปกติ ซึ่งเป็นที่น่าสนใจว่าในกลุ่มเด็กอ้วนมากจะมีสัดส่วนของเด็กที่เข้าเกณฑ์วินิจฉัยว่ามีความผิดปกติของระบบเผาผลาญพลังงาน (Metabolic syndrome) ถึงร้อยละ 80 จึงเป็นเหตุผลในการอภิปรายของผู้วิจัยว่าภาวะที่ร่างกายมีปริมาณไขมันสูงจะทำให้เซลล์ต่าง ๆ ในร่างกายอักเสบและเกิดความไม่สมดุล (imbalance) ระหว่างการหลั่งฮอร์โมนในระบบเผาผลาญและระบบภูมิคุ้มกัน จนส่งผลให้เด็กอ้วนมากซึ่งมีความผิดปกติของระบบเผาผลาญพลังงาน เป็นกลุ่มที่มีระดับ BDNF หมุนเวียนต่ำที่สุด จากผลวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงให้ข้อสรุปว่า BDNF เป็นปัจจัยทางชีวภาพที่สำคัญทางสรีรวิทยาของเด็กอ้วน และควรมีการวิจัยเพิ่มเติมในการนำเอาการประเมินระดับการหมุนเวียนของ BDNF ในเลือดมาเป็นตัวแปรร่วมเพื่อใช้ในการพิจารณาโปรแกรมการบำบัดรักษาภาวะอ้วนในเด็ก (Araki, Yamamoto, Dobashi, Asayama, & Kusuhara, 2014)

Si และคณะ (2021) ทำการทบทวนวรรณกรรมพบว่าสารนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) ที่มีระดับต่ำมีความเกี่ยวข้องกับความบกพร่องทางสติปัญญา โดยเฉพาะอย่างยิ่งความสามารถด้าน Executive control (EC) และพบหลักฐานว่าคนที่เป็นโรคอ้วนจะมีระดับ BDNF ไหลเวียนต่ำ การศึกษาก่อนหน้านี้หลายชิ้นได้รายงานว่าภาวะน้ำหนักเกินและโรคอ้วนอาจ

ส่งผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพของ Executive control (EC) ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาความสัมพันธ์ของภาวะน้ำหนักเกินและภาวะอ้วนในเด็กวัยรุ่นต่อ Executive control (EC) และทำการวิเคราะห์อิทธิพลของสารนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และสารเซโรโทนิน (5-HT) ในฐานะตัวแปรคั่นกลาง (Mediator) ระหว่างภาวะน้ำหนักเกินและภาวะอ้วนในเด็กวัยรุ่นกับความสามารถการคิดเชิงบริหาร โดยทำการเก็บข้อมูลในนักศึกษามหาวิทยาลัยอายุระหว่าง 18-20 ปี กลุ่มตัวอย่างต้องทำการชั่งน้ำหนัก วัดส่วนสูงเพื่อคำนวณหาค่าดัชนีมวลกาย (BMI) และทำการประเมิน Executive control (EC) ด้วยแบบประเมิน Flanker task นอกจากนี้ทำการสังเคราะห์ระดับ BDNF และ 5-HT levels ด้วยอีไลซ่าเทคนิค (ELISA) จากนั้นนำค่าที่ได้จากการวัดตัวแปรทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าภาวะน้ำหนักเกินและภาวะอ้วนในเด็กวัยรุ่นมีความสัมพันธ์เชิงบวก (positively correlated) กับค่า EC ที่ $p \leq 0.005$ แต่พบว่ามีความสัมพันธ์เชิงลบ (negatively correlated) กับระดับ BDNF และระดับ 5-HT ที่ $p \leq 0.001$ นอกจากนี้ยังพบความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างระดับ BDNF กับ EC และจากการหาค่าอิทธิพลของสารนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และสารเซโรโทนิน (5-HT) ในฐานะตัวแปรคั่นกลาง (Mediator) ด้วยวิธีการทางสถิติพบว่าระดับ BDNF มีอิทธิพลในฐานะตัวแปรคั่นกลางระหว่างภาวะน้ำหนักเกินและภาวะอ้วนในเด็กวัยรุ่นกับระดับ EC อยู่ที่ 7.30% ส่วน 5-HT มีค่าอิทธิพลอยู่ที่ 8.76% ดังนั้น 5-HT และ BDNF จึงสามารถใช้เป็นตัวชี้วัดทางชีวภาพที่แสดงความเชื่อมโยงของภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนกับความสามารถการคิดเชิงบริหารในประชากรวัยเด็กได้ (Si et al., 2021)

Roth และคณะ (2013) ทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างเด็กจำนวน 90 คน โดยแบ่งเป็นเด็กที่มีน้ำหนักตัวปกติ 24 คน และเด็กอ้วน 66 คน เพื่อดูผลของการศึกษาระยะยาว (longitudinal data analysis) ในการให้โปรแกรมการลดน้ำหนักผ่านการปรับวิถีการดำเนินชีวิตประจำวัน (lifestyle intervention) ในระยะเวลา 1 ปี โดยมีวัตถุประสงค์การศึกษาเพื่อประเมินระดับของสารนิโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) ของกลุ่มตัวอย่างที่มีภาวะอ้วนก่อนและหลังเข้ารับโปรแกรมการลดน้ำหนักผ่านการปรับวิถีการใช้ชีวิตประจำวัน และนำมาเปรียบเทียบกับกลุ่มตัวอย่างที่มีน้ำหนักปกติ ผลการวิจัยพบว่าแม้ว่าจะมีหลักฐานงานวิจัยมากมายบ่งชี้ว่าในคนอ้วนจะมีระดับ BDNF หมุนเวียนในร่างกายต่ำกว่าในคนที่มีน้ำหนักปกติ แต่หลังจากกลุ่มตัวอย่างเด็กอ้วนเข้ารับโปรแกรม มีระดับ BDNF ที่ 20.3±1.0 สูงกว่ากลุ่มตัวอย่างที่มีน้ำหนักปกติที่ไม่ได้รับโปรแกรมซึ่งมีระดับ BDNF 12.5±1.7ng/mL ($p<0.001$) และพบความสัมพันธ์ (significantly correlated) ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของระดับ BDNF และฮอร์โมน Leptin แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร BDNF กับ insulin resistance โดยผู้วิจัยได้อภิปรายว่าความสัมพันธ์

ที่พบระหว่าง BDNF และ Leptin เกี่ยวข้องกับปริมาณไขมันในร่างกาย (fat mass) และ Leptin เป็นตัวเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างความอ้วนและระดับ BDNF ทั้งนี้งานวิจัยนี้ยังเป็นงานวิจัยแรกที่ดูความสัมพันธ์ระหว่าง BDNF, leptin ซึ่งใช้เป็นตัวแปรทางชีวเคมีในกลุ่มตัวอย่างเด็กอ้วนหลังการให้โปรแกรมลดน้ำหนักในระยะยาว ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาขยายผลต่อไปถึงบทบาทของ BDNF และ leptin ที่เกี่ยวข้องกับการเผาผลาญพลังงาน (energy expenditure) การลดน้ำหนัก (weight reduction intervention) การควบคุมความอยากในการรับประทานอาหาร (appetite control) ในกลุ่มตัวอย่างที่มีภาวะอ้วน เพื่อเป็นหลักฐานสนับสนุนงานวิจัยที่ผ่านมา และเพื่ออธิบายถึงกลไกการทำงานในระดับโมเลกุลของสารชีวเคมีเหล่านี้ (molecular pathways) (Roth, Elfers, Gebhardt, Müller, & Reinehr, 2013)

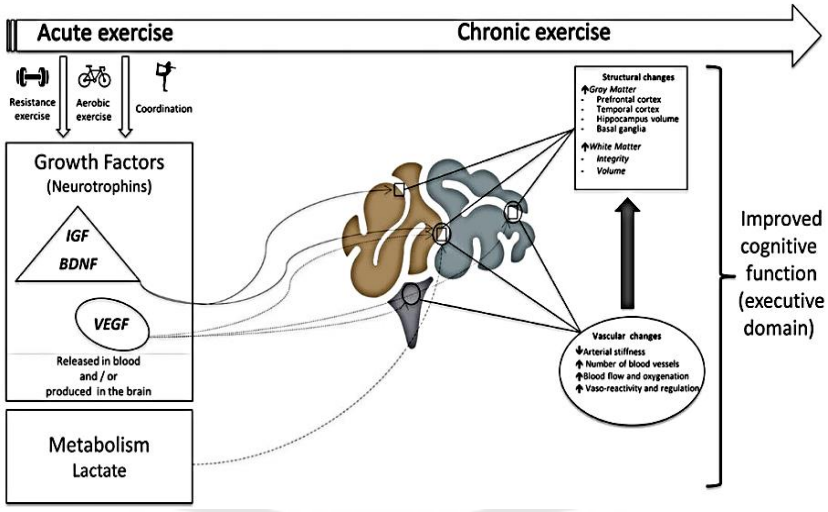
6. ความหมายของกิจกรรมทางกายและการออกกำลังกายในเด็ก

กิจกรรมทางกาย (Physical activity) หมายถึง การเคลื่อนไหวออกแรงโดยใช้กล้ามเนื้อมัดใหญ่ (skeletal muscle) ที่ทำให้ร่างกายมีอัตราการหายใจเร็วและแรงขึ้น มีการใช้พลังงานมากขึ้นเมื่อเทียบกับในขณะพัก การไม่อยู่เฉย หรือมีพฤติกรรมเนือยนิ่ง (Sedentary behavior) การเคลื่อนไหวร่างกายในการทำกิจกรรมต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นการเล่นกีฬา การออกกำลังกาย กิจกรรมนันทนาการ การเรียนในวิชาพลศึกษา หรือแม้แต่การเคลื่อนไหวออกแรงในการเดินทาง โดยการทำกิจกรรมทางกายที่มีการเคลื่อนไหวร่างกายอย่างเป็นแบบแผน (pattern, structured) กระทำซ้ำ ๆ (repetitive) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างเสริมสมรรถภาพทางกายและสุขภาพ (physical fitness and health) รวมไปถึงพัฒนาการทำงานของสมองด้วย (cognitive function) จากรายงานการสำรวจกิจกรรมทางกายในเด็กและเยาวชนไทย ปี 2558 หากจำแนกตามเพศพบว่า เด็กและเยาวชนชายมีสัดส่วนการมีกิจกรรมทางกายเพียงพอ สูงกว่าเด็กและเยาวชนหญิงในทุกกลุ่มอายุ (ร้อยละ 29.3 และร้อยละ 17.1) และเมื่อจำแนกตามค่าดัชนีมวลกาย (Body Mass Index: BMI) พบว่ากว่าครึ่งของเด็กทีมีน้ำหนักปกติมีกิจกรรมทางกายเพียงพอ (ร้อยละ 53.4) นอกจากนี้พบว่าเด็กและเยาวชนทั้งชายและหญิงทีมีน้ำหนักเกินและโรคอ้วนนั้นมีกิจกรรมทางกายทุกวันเพียงพอไม่ถึงร้อยละ 20 ซึ่งถือว่าต่ำกว่าร้อยละการมีกิจกรรมทางกายที่เพียงพอในภาพรวม

7. ผลของการออกกำลังกายต่อความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 ผลของการออกกำลังกายต่อความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง

มีหลักฐานงานวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายส่งผลต่อการพัฒนาสมองผ่านกลไกหลายอย่าง เช่น การสร้างเส้นเลือดใหม่ (angiogenesis) การไหลเวียนของเลือดในสมอง (cerebral blood flow) การขนส่งกลูโคส (glucose delivery) เพิ่มความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด (oxygen saturation) เพิ่มระดับสารสื่อประสาทในสมอง (neurotransmitter levels) ตลอดจนการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างในปริมาตรของสมอง (structural changes in brain volumes) จึงส่งผลเชื่อมโยงให้เกิดการพัฒนาการทำงานของระบบประสาทการรับรู้ (nero-cognition) ซึ่งหมายรวมถึงช่วยเพิ่มระดับ EF ในด้านต่าง ๆ ด้วย ดังแสดงในภาพประกอบที่ 7



ภาพประกอบ 7 กลไกการตอบสนองของร่างกายและองค์ประกอบในสมองต่อการออกกำลังกาย

ที่มา: (Dupuy et al., 2019)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Best และคณะ (2010) ทำการสังเคราะห์งานวิจัยอย่างเป็นระบบในกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่วัยทารก วัยเด็กและวัยรุ่น (Infant-Children- adolescence) โดยงานวิจัยนี้ได้นำผลจากการทบทวนวรรณกรรมมาสรุป และอภิปรายหาความสัมพันธ์ระหว่างกลไกการทำงานร่วมกันของ EF ของการออกกำลังกายแบบต่าง ๆ ดังนี้

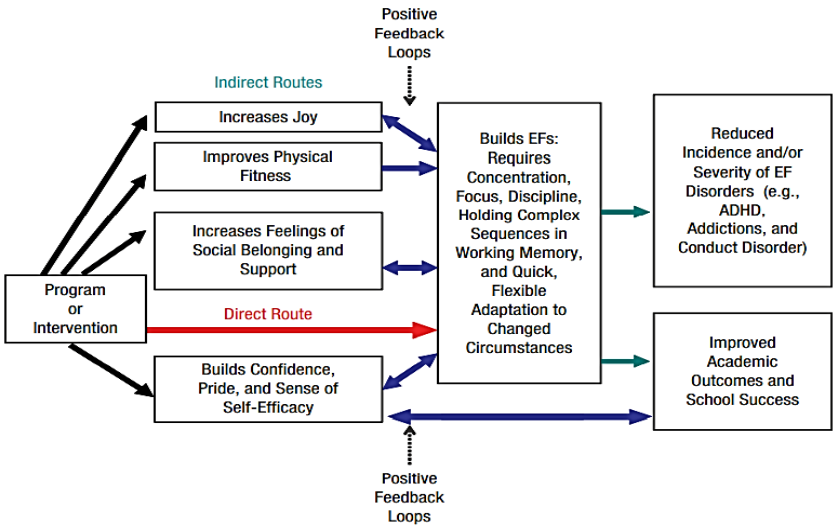
- การออกกำลังกายแบบต่อเนื่อง (Chronic exercise) เช่น โปรแกรมการฝึกวิ่ง (running program) ซึ่งทำการวัดผลหลังฝึกออกกำลังกายอย่างต่อเนื่อง 8 สัปดาห์ขึ้นไป

- การออกกำลังกายแบบฉับพลัน (Acute exercise) เช่น Circuit training, Coordination exercise ซึ่งทำการวัดผลหลังออกกำลังกายทันที โดยมีระยะเวลาในการออกกำลังกาย (duration) ประมาณ 10 นาทีถึง 1 ชั่วโมง

จากนั้นนำผลการวิจัยมาเปรียบเทียบว่าการออกกำลังกายทั้งสองแบบมีผลต่อการทำงานของสมองและ EF อย่างไรในเด็กแต่ละช่วงวัย โดยทุกงานวิจัยที่นำมาทบทวนวรรณกรรมและสังเคราะห์ผล ทำการวัดระดับ EF ด้วยแบบประเมินทางจิตประสาทวิทยา (neuropsychological assessment task) และดูหน้าที่การทำงานของสมอง (Brain activity) โดยงานวิจัยนี้พบว่าการออกกำลังกายประเภทเกมที่ทำเป็นกลุ่ม (games group) ช่วยให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา (physiological change) ของร่างกายและสมอง โดยผลการออกกำลังกายแบบฉับพลันช่วยเพิ่ม ระดับ EF ส่วนการออกกำลังกายแบบต่อเนื่องช่วยพัฒนาโครงสร้างของสมองในระยะยาว (morphological changes to brain) ซึ่งส่งผลต่อการกระบวนการรู้คิดในภาพรวม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงตอบสมมติฐานที่ว่าการออกกำลังกายไม่ว่าจะเป็นแบบฉับพลันหรือการฝึกต่อเนื่อง ล้วนส่งผลต่อระดับ EF โดย games group ที่มีความซับซ้อนในการเคลื่อนไหว (skilled and complex movement) จะช่วยพัฒนา EF มากกว่าการออกกำลังกายทั่วไป (regular exercise) เช่น การเดิน (Best, 2010)

Diamond และ Lee (2011) ได้ทำการรวบรวมงานวิจัยในกลุ่มตัวอย่างเด็กที่มีอายุระหว่าง 4-12 ปี ที่ทำการฝึกโปรแกรมซึ่งประกอบไปด้วย การเล่นเกมคอมพิวเตอร์เพื่อฝึกสมอง (Computerized training) การออกกำลังกายแบบแอโรบิกและการเล่นกีฬา (Aerobic Exercise and Sport) การฝึกศิลปะป้องกันตัว (Martial Arts) การฝึกสติ (Mindfulness Practices) และการเข้าร่วมหลักสูตรการเรียนแบบมอนเตสเซอรี่ (Classroom Curricula Montessori) ซึ่งผลการสังเคราะห์งานวิจัยพบว่าทุกกิจกรรมที่กล่าวมานี้ช่วยเพิ่มระดับ EF ในเด็กได้ โดยเฉพาะในด้านความจำขณะทำงาน และการยับยั้งพฤติกรรม เป็นที่น่าสนใจว่ากิจกรรมแบบ Montessori ซึ่งถูกระบุไว้เป็นหลักสูตรการศึกษาแบบหนึ่งที่มีการใช้การเคลื่อนไหวร่างกายและใช้การเล่นเป็นฐานในการเรียน ช่วยพัฒนาระดับ EF มากที่สุด อาจเนื่องมาจากเป็นรูปแบบกิจกรรมที่มีการจัดสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสมต่อการพัฒนาสมองของเด็ก และทำอย่างต่อเนื่อง สม่ำเสมอ นอกจากนี้ยังมีหลักฐานงานวิจัยที่พบว่าผลของการออกกำลังกายแบบแอโรบิก (aerobic exercise) เพียงอย่างเดียวไม่สามารถเพิ่ม EF ได้ดีเท่ากับการออกกำลังกายร่วมกับการฝึกสติ (exercise-plus-

mindfulness) และการฝึกศิลปะป้องกันตัว (traditional martial arts) ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะว่าการจะเลือกกิจกรรมเพื่อส่งเสริม EF ในเด็กต้องคำนึงถึงความชอบ ความสนใจ และความเต็มใจที่จะทำกิจกรรมนั้น ๆ ด้วย การมีกิจกรรมทางเลือกที่หลากหลายจึงมีความสำคัญสำหรับการพัฒนาสมองเด็กอย่างยั่งยืน และงานวิจัยนี้ยังพบหลักฐานสำคัญที่ว่าระดับ EF ที่แตกต่างกันในเด็ก สามารถใช้ในการทำนาย ความสามารถในการอ่านออกเขียนได้ (school readiness) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของเด็ก (academic performance) ของเด็กแต่ละคนได้ และยังสรุปข้อค้นพบออกมาเป็นองค์ประกอบของกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริม EF อย่างมีประสิทธิภาพ ดังแสดงในภาพประกอบที่ 8 (Diamond, 2012)



ภาพประกอบ 8 องค์ประกอบของกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF)

ที่มา: (Diamond et al., 2012)

van der Niet และคณะ (2015) ทำการเก็บข้อมูลงานวิจัยในเด็กประถมศึกษา (primary school) จำนวน 80 โรงเรียน เป็นเด็กชาย 36 คน และเด็กหญิง 44 คน อายุระหว่าง 8-12 ปี โดยทำการวัดระดับการมีกิจกรรมทางกาย (Physical activity level) ด้วยเครื่อง accelerometers และระดับ EF ด้านต่าง ๆ ด้วยแบบประเมินทางประสาทจิตวิทยา (neuropsychological task test) ดังนี้ ด้านการยับยั้งพฤติกรรม วัดด้วย Stroop test ด้านความจำขณะทำงาน วัดด้วย Visual Memory Span test ด้านการยืดหยุ่นทางความคิด วัดด้วย Trail making test และด้านการวางแผน วัดด้วย Tower of London โดยผลการวิจัยพบว่า การที่เด็กมีระยะเวลาของพฤติกรรม

เนือยนิ่ง (Sedentary time) มากส่งผลในทางลบต่อ EF ด้านการยับยั้งพฤติกรรม (r = - 0.24) ในทางกลับกันกลุ่มที่มีระดับกิจกรรมทางกายสูงจะมีความสามารถในการวางแผน และการยืดหยุ่นทางความคิดที่ดีกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มที่มีระดับกิจกรรมทางกายต่ำ เนื่องจากพบว่าใช้เวลาในการทำ Trail making test (execution time) น้อยกว่ากลุ่มที่มีระดับกิจกรรมทางกายต่ำ (r = - 0.29) ผู้วิจัยจึงให้ข้อแนะนำว่าในการดูแลเด็กให้มีสุขภาพแข็งแรงและมีความสามารถการคิดเชิงบริหารที่ดี ควรจำกัดระยะเวลาของการมีพฤติกรรมเนือยนิ่งและเพิ่มระดับการมีกิจกรรมทางกาย ซึ่งรูปแบบการมีกิจกรรมทางกายที่ช่วยพัฒนา EF มากที่สุดคือการทำกิจกรรมทางกายที่ความหนักปานกลางขึ้นไป (van der Niet et al., 2015)

Aadland และคณะ (2017) ทำการศึกษาระยะยาว (Longitudinal study) เป็นเวลา 7 เดือน ในกลุ่มตัวอย่างที่เป็นเด็กนักเรียนเกรด 5 (อายุ 10 ปี) จำนวน 1,129 คน ซึ่งเข้าเกณฑ์การเป็นนักเรียนที่มีความแคล่วคล่องว่องไว (Active Smarter Kids: ASK) ที่มีระดับกิจกรรมทางกาย (Physical activity level) มีระดับความทนทานของระบบหายใจและไหลเวียนเลือด (aerobic fitness) และมีทักษะการเคลื่อนไหว (motor skill) ในระดับใกล้เคียงกัน โดยมีคำถามงานวิจัยว่า EF เป็นตัวกลางความสัมพันธ์ (Mediate) ของระดับกิจกรรมทางกาย กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหรือไม่ ซึ่งทำการทดลองด้วยการวัด Physical activity level และ Sedentary time ด้วยเครื่อง accelerometers วัด Aerobic Fitness ด้วย Andersen-test (เอาระยะทางในการวิ่งมาคำนวณ VO_2peak) วัด Motor skill ด้วย Catching, Aiming และ Shuttle Run ส่วน EF ด้าน Inhibition วัดด้วย Stroop Color and Word Test ด้าน Cognitive flexibility วัดด้วย Semantic Verbal Fluency test และ Trail Making Test และด้าน Working memory วัดด้วย digit span test (WISC-IV) จากนั้นวัด Academic Performance ด้วย specific standardized Norwegian National tests (numeracy, reading, English) ผลการวิจัยไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่ว่า EF เป็นตัวกลางความสัมพันธ์ (Mediate) ของระดับการมีกิจกรรมทางกาย กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แม้ว่าจะมีหลักฐานสนับสนุนจากงานวิจัยอื่น ๆ ที่แสดงว่าระดับ EF มีความสัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการอภิปรายผลการทดลองโดยให้เหตุผลว่าในงานวิจัยนี้มีกลุ่มตัวอย่างจำนวนน้อยเกินไปสำหรับการทำ Mediation analysis และระยะเวลาในการติดตามผล 7 เดือนก็อาจจะสั้นเกินไปเมื่ออ้างอิงจากงานวิจัยแบบ Longitudinal study อื่น ๆ ทั้งนี้ผลการวิจัยพบความสัมพันธ์ทางตรง (direct link) ระหว่างตัวแปร motor skills กับ academic performance จึงสามารถสรุปได้ว่าการฝึกทักษะการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อน (complex motor task) ช่วยพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ในกลุ่มตัวอย่างได้ (เด็ก Norway อายุ 10 ปี) (Aadland et al., 2017)

Kleinloog และคณะ (2019) ได้ทำการศึกษาผลของการออกกำลังกายต่อการไหลเวียนเลือดในสมอง (cerebral blood flow: CBF) และความสามารถในการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) โดยทำการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างเพศชายที่ไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำและมีระดับกิจกรรมทางกายต่ำ (sedentary) จำนวน 17 คน ที่มีอายุระหว่าง 60–70 โดยมีค่าดัชนีมวลกาย (BMI) 25 ถึง 35 kg/m^2 กลุ่มตัวอย่างเข้ารับโปรแกรม aerobic exercise training เป็นเวลา 8 สัปดาห์ และทำการวัดความทนทานของระบบหายใจและไหลเวียนเลือดด้วยการหาค่า VO_2peak วัดการไหลเวียดเลือดในสมอง (CBF) ด้วยเครื่อง magnetic resonance imaging (MRI) นอกจากนี้ได้ทำการวัด EF ด้าน working memory และวัดความเร็วในการตอบสนองด้านประสาทจิตวิทยา (psychomotor speed) โดยหลังการฝึก aerobic exercise training พบว่าค่า VO_2peak ในกลุ่มทดลองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.001$) สอดคล้องกับการมีค่า CBF ที่เพิ่มขึ้นถึง 27% ($P < 0.05$) ในบริเวณสมองส่วนหน้า (frontal lobe) รวมไปถึงพบว่า ค่า latency of response ลดลง 5% ($P = 0.034$) แสดงถึงการมีความจำขณะทำงานที่ดีขึ้น (Kleinloog et al., 2019)

Zeng และคณะ (2021) ทำการเก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามในการสำรวจกลุ่มตัวอย่างเด็กอายุระหว่าง 6-12 ปี จำนวน 4304 คนในประเทศจีน โดยสำรวจระดับการมีกิจกรรมทางกาย (Physical activity level) ระยะเวลาที่มีพฤติกรรมเนือยนิ่ง (Sedentary time) ด้วยแบบสอบถาม International Physical Activity Questionnaire Short Form และวัดระดับ EF โดยใช้แบบประเมิน Behavior Rating Inventory of Executive Function (Parent Version) ที่ให้ผู้ปกครองเป็นผู้ตอบแบบประเมินได้ข้อค้นพบใหม่ที่ว่าเด็กที่มีระยะเวลาในการมีพฤติกรรมเนือยนิ่งมาก (High sedentary time) แม้ว่าจะมีระดับกิจกรรมทางกายสูง (High physical activity level) ก็มี EF ไม่แตกต่างจากกลุ่มมีระยะเวลาในการมีพฤติกรรมเนือยนิ่งต่ำ (Low sedentary time) และมีระดับกิจกรรมทางกายต่ำ (Low physical activity level) แต่กลับพบว่าในกลุ่มที่มีกลุ่มมีระยะเวลาในการมีพฤติกรรมเนือยนิ่งต่ำ (Low sedentary time) และมีระดับกิจกรรมทางกายสูง (High physical activity level) กลับมี EF ในระดับสูงกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจึงให้คำแนะนำว่าการจะเพิ่ม EF ในเด็กอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดนั้น นอกจากจะมุ่งเน้นไปที่การเพิ่มระดับการมีกิจกรรมทางกาย ควรลดระยะเวลาการมีพฤติกรรมเนือยนิ่งซึ่งเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อระดับ EF ในเด็กด้วย (Zeng et al., 2021)

7.2 ผลของการออกกำลังกายต่อความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองในเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและภาวะอ้วน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Davis และคณะ (2011) ทำการศึกษาผลการออกกำลังกายแบบแอโรบิกต่อการทำงานของสมอง โดยทำการวัดผลสัมฤทธิ์ด้านคณิตศาสตร์ (Math achievement) ด้วยแบบประเมินสมรรถภาพการรู้คิด (Cognitive assessment) และวัดหน้าที่การทำงานของสมอง (Brain activity) ด้วยเครื่อง Functional magnetic resonance imaging (FMRI) ในเด็กนักเรียนอายุ 7-11 ปี ที่มีพฤติกรรมเนือยนิ่ง (sedentary) และมีภาวะน้ำหนักเกิน โดยมีโปรแกรมที่ใช้ฝึกในงานวิจัยเป็นกิจกรรมออกกำลังกายแบบแอโรบิกที่ทำเป็นกลุ่ม (group aerobic exercise) ดังนี้ เกมวิ่ง (running games) กระโดดเชือก (jump rope) บาสเกตบอล (basketball) และฟุตบอล (soccer) ที่มีการปรับรูปแบบการเล่น (modified) ให้เป็นการเล่นเพื่อนันทนาการ เน้นความสนุกสนาน ไม่ใช่เพื่อการแข่งขันหรือเพื่อฝึกทักษะกีฬา โดยทำการฝึกเป็นเวลา 3 เดือน 5 วันต่อสัปดาห์ ซึ่งกลุ่มตัวอย่างจะถูกแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มฝึกหนัก (High dose exercise) ออกกำลังกาย 40 นาทีต่อวัน กลุ่มฝึกเบา (Low dose exercise) ออกกำลังกาย 20 นาทีต่อวัน และกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ออกกำลังกาย (No treatment) ผลการทดลองพบความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ด้านคณิตศาสตร์ (Math performance) ในกลุ่มที่ไม่ออกกำลังกาย (No treatment) กับกลุ่มที่ออกกำลังกาย (Exercise group) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม High dose exercise กับ Low dose exercise ทั้งนี้กลุ่ม High dose exercise มีการทำงานของสมองดีกว่ากลุ่ม Low dose exercise เล็กน้อย นอกจากนี้ผลการวัด FMRI พบว่า exercise group มีการเพิ่มขึ้นของหน้าที่การทำงานของสมองส่วน bilateral prefrontal cortex และมีหน้าที่การทำงานของสมองส่วน bilateral posterior parietal cortex ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ออกกำลังกาย อย่างไรก็ดีงานวิจัยนี้ยังไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ของผล FMRI บริเวณ สมองส่วนหน้า (frontal) และสมองส่วน supplementary eye fields ของทั้งสองกลุ่ม โดยสรุปการออกกำลังกายแบบแอโรบิกเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อการไหลเวียนเลือดในร่างกายรวมไปถึงบริเวณสมองของเด็กที่มีภาวะอ้วน (Davis et al., 2011)

8. ผลของการออกกำลังกายต่อสารนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์ในสมอง

มีหลักฐานการศึกษาแสดงให้เห็นผลในเชิงบวกของการออกกำลังกายต่อโครงสร้างสมองและหน้าที่การทำงานของสมอง โดยพบงานวิจัยในสัตว์ทดลองระบุว่าการออกกำลังกายช่วยเพิ่มระดับ BDNF ในสมอง โดยเฉพาะสมองส่วนฮิปโปแคมปัส และการมี BDNF ที่สูงขึ้นก็ส่งผลต่อระดับ EF ที่สูงขึ้นด้วยเช่นกัน ในทางกลับกันเมื่อขาดการมีกิจกรรมทางกายก็อาจส่งผลให้มี BDNF หมุนเวียนในระดับต่ำ จนทำให้ระดับ EF ลดลง (Huang, Larsen, Ried-Larsen, Møller, & Andersen, 2014) คนที่มีระดับกิจกรรมทางกายสูงกว่าหรือนักกีฬาจะมีการไหลเวียนของ BDNF ในร่างกายอยู่ในระดับที่สูงกว่าคนที่ไม่ออกกำลังกายหรือมีระดับกิจกรรมทางกายต่ำกว่า ผลการออกกำลังกายทั้งแบบฉับพลัน และผลของการฝึกในระยะยาวก็พบว่าช่วยเพิ่มระดับ BDNF ทั้งสิ้น เนื่องจากการออกกำลังกายกระตุ้นการสังเคราะห์ (synthesis) และปล่อย (release) BDNF และสารนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์ในสมอง (BDNF) ยังมีคุณสมบัติผ่านเข้าสู่เซลล์สมองได้โดยง่ายจากกระบวนการ blood-brain barrier ดังนั้นในขณะที่ออกกำลังกายกล้ามเนื้อมีการหดตัวมากขึ้นและทำการป้อนสัญญาณประสาทย้อนกลับ (sends feedback signals) ไปที่ระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system: CNS) จากนั้นระบบประสาทส่วนกลางจะทำการผลิตและปล่อย BDNF ในสมอง (central BDNF role) และมีการไหลเวียนไปทั่วร่างกายผ่านระบบไหลเวียนเลือด นอกจากนี้ขณะที่มีการออกกำลังกายเกิดการสังเคราะห์ BDNF ผ่านทางผนังหลอดเลือดด้วยเช่นกัน (synthesized in vascular endothelium cell) ซึ่งเป็นกลไกการสังเคราะห์ BDNF ผ่านทางระบบประสาทส่วนปลาย (peripheral BDNF role) (Marqués-Iturria et al., 2014) จากผลการวิจัยในปัจจุบันการจะลดน้ำหนักและปริมาณไขมันได้สำเร็จต้องลดการสะสมพลังงานในร่างกายจากพฤติกรรมการบริโภคที่ไม่เหมาะสม และเพิ่มการใช้พลังงานส่วนเกินจากการเคลื่อนไหวร่างกาย โดยปัจจัยเหล่านี้เกี่ยวข้องกับระดับ BDNF ในร่างกาย การเพิ่ม BDNF ด้วยการออกกำลังกายจึงเป็นกลยุทธ์ที่สามารถตอบสนองเกณฑ์เหล่านี้ได้ทั้งหมดซึ่งการออกกำลังกายถือเป็นวิธีที่เหมาะสมตามคำแนะนำของหลายองค์กร การออกกำลังกายระดับปานกลางสะสมในแต่ละวันของสัปดาห์ควรได้รับการส่งเสริมสำหรับผู้ที่เป็นโรคอ้วนหรือผู้ที่มีความเสี่ยงที่จะเข้าสู่ภาวะน้ำหนักเกิน (Alomari et al., 2020)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Azevedo และคณะ (2019) ทำการทบทวนอย่างเป็นระบบและการวิเคราะห์แบบอภิมาน meta-analysis แสดงผลของการการออกกำลังกาย (physical exercise interventions) ต่อระดับ BDNF และ EF ในกลุ่มตัวอย่างวัยรุ่นถึงวัยผู้ใหญ่ โดยศึกษาผลของโปรแกรมการฝึก

ออกกำลังกายแบบแอโรบิก (aerobic exercise) และการฝึกความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ (strengthening exercise) ทั้งดูผลแบบเฉียบพลัน (acute effect) และผลการฝึกระยะยาว (chronic effect) การวิเคราะห์อภิมานนี้รวบรวมการศึกษา 55 เรื่อง มีผู้เข้าร่วม 1180 คน (ผู้ชาย 75.4% อายุเฉลี่ย 27.9±10.8 ปี) ระบุผลลัพธ์ที่เป็นบวกในการเพิ่มระดับ BDNF หลังการออกกำลังกาย แต่ทั้งนี้ผลการวิเคราะห์งานวิจัยพบว่ามีความแตกต่างกันในกลุ่มตัวอย่างที่ทำการฝึกด้วยโปรแกรมที่มีรูปแบบ (type) ระยะเวลาในการฝึก (duration) ความถี่ (frequency) และความหนัก (intensity) รวมไปถึงความแตกต่างของวัยและเพศก็ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของระดับ BDNF ที่ต่างกันด้วย (Di Liegro et al., 2019) อย่างไรก็ตามมีการศึกษาเพียง 2 เรื่องที่ทำกับกลุ่มตัวอย่างวัยรุ่น และดูผลตัวแปรด้านการยับยั้งพฤติกรรม (inhibitory control) เท่านั้น และมีเพียง 10 งานวิจัยที่สนใจกลุ่มตัวอย่างที่มีภาวะอ้วนซึ่งมุ่งเน้นไปที่การให้โปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิก ทั้งยังไม่มีหลักฐานแน่ชัดว่าการออกกำลังกายรูปแบบใดส่งต่อการพัฒนาของระดับ BDNF และ EF มากที่สุด โดยเฉพาะในกลุ่มตัวอย่างวัยเด็กที่มีภาวะอ้วน (de Azevedo et al., 2019)

9. การเต้นและผลของการเต้นต่อภาวะอ้วน ความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง และสารนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมอง

9.1 การเต้น

การเต้นเป็นการออกกำลังกายรูปแบบหนึ่งที่เป็นการเคลื่อนไหวประกอบจังหวะเพลง มีงานวิจัยในสัตว์ทดลองพบว่าการเต้นประกอบเพลงเป็นการทำงานของทั้ง sensory และ motor จะช่วยให้สมองพัฒนามากกว่าการออกกำลังกายที่เน้นเฉพาะ motor อย่างเดียว (Meng et al., 2020) การเต้นส่งเสริมกระบวนการคิด (Cognition) เนื่องจากการเรียนรู้การเคลื่อนไหวแบบใหม่ ๆ และการเรียนรู้ทักษะที่ซับซ้อนช่วยให้มีการทำงานของสมองที่มากขึ้น การเต้นช่วยพัฒนาความจดจ่อ ความจำขณะทำงาน และความสามารถในการกำกับควบคุมตนเอง เนื่องจากผู้เต้นจะต้องจดจำท่าเต้น และลำดับการเต้นไว้ในใจ พร้อมกับทำการเคลื่อนไหวร่างกายให้ประสานสัมพันธ์กันทุกส่วนและสอดประสานกับเพลง (Meltzer, 2018) การเต้นช่วยเพิ่มกระบวนการกำเนิดประสาท (Neurogenesis) มีการกระตุ้นเครือข่ายประสาทใยสมอง การเต้นช่วยพัฒนาความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (artistic creativity) และเพิ่มความคล่องแคล่วว่องไวในการตอบสนองผ่านกลไกการปรับโครงสร้างของสมอง (Brain plasticity) ซึ่งหมายถึงความสามารถของสมองในการฟื้นตัว หรือเปลี่ยนแปลงโครงข่ายและการเชื่อมต่อกันของเซลล์ประสาท โดยสมองสามารถถูกกระตุ้นให้เกิดได้โดยการเรียนรู้ และจดจำสิ่งใหม่ผ่านกลไกเหล่านี้ (Teixeira-Machado, Arida, & de Jesus Mari, 2019)

9.2 ผลของการเต้นต่อภาวะอ้วนในเด็ก

Monteiro และคณะ (2020) ทำการวิจัยเชิงทดลองในกลุ่มเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและเด็กอ้วนจำนวน 30 คน อายุ 9 ± 1.1 ปี โดยทำการฝึกเต้นแอฟโฟรบราซิเลียน (Afro-Brazilian dance) ซึ่งโปรแกรมฝึกเต้นประกอบไปด้วยช่วงอบอุ่นร่างกาย (warm-up) 5 นาที ที่ความหนัก 60% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (HR max) และการเต้นต่อเนื่อง 10 นาที 4 รอบ ที่ความหนัก 70% to 80% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (HR max) สลับกับช่วงพัก 2 นาที 5 รอบ ที่ความหนัก 60% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (HR max) รวมระยะเวลาในการออกกำลังด้วยการเต้นทั้งหมดครั้งละ 60 นาที ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ ติดต่อกัน 13 สัปดาห์ ผลการศึกษาพบว่าการฝึกฝนเต้นแบบ Afro-Brazilian dance ช่วยพัฒนาสมรรถภาพทางกายของเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน โดยหลังการฝึกโปรแกรมการเต้น กลุ่มตัวอย่างมีค่าองค์ประกอบของร่างกาย (body composition) ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) ค่าสัดส่วนรอบเอวต่อสะโพก (WHR), ค่าความดันเลือด (SBP, DBP) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับช่วงก่อนฝึก (Monteiro, Almeida, & Bueno Júnior, 2020a)

9.3 ผลของการเต้นต่อระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองในเด็ก

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Shen และคณะ (2020) ทำการวิจัยโดยใช้การเต้นสตีท (Street-dance) ซึ่งเป็นการออกกำลังกายด้วยการเต้นประกอบเพลงโดยมีการออกแบบท่าทางแบบผสมผสาน เน้นการเคลื่อนไหวหลายส่วนให้มีการประสานสัมพันธ์กัน (coordination) และเป็นลักษณะการเต้นที่กระตุ้นระบบการรับความรู้สึก (sensory systems) จากการประสานสัมพันธ์ท่าเต้นที่มีความซับซ้อนกับจังหวะเพลง โดยมีสมมติฐานงานวิจัยว่าการเต้น Street-dance จะช่วยพัฒนา EF ในกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นเด็กวัยอนุบาล (preschool) จำนวน 60 คน ผู้วิจัยกำหนดให้กลุ่มตัวอย่างฝึกเต้นตามโปรแกรมเป็นจำนวนทั้งหมด 24 ครั้ง ฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ ระยะเวลาในการฝึกครั้งละ 40–50 นาที ผลการวิจัยพบว่าหลังการฝึก Street-dance 8 สัปดาห์ กลุ่มตัวอย่างมีระดับ EF เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับก่อนการฝึกและเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้ทำการฝึก ผู้วิจัยจึงให้ข้อสรุปว่า Street-dance เป็นโปรแกรมที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนา EF ในเด็ก แต่ทั้งนี้ยังต้องการการศึกษาเพิ่มเติมถึงองค์ประกอบในการฝึก Street-dance ว่ามีกลไกอย่างไรที่ส่งต่อการทำงานของสมองและระดับ EF ในเด็ก (Shen, Zhao, Huang, Liu, & Fang, 2020)

9.4 การเต้นเชิงสร้างสรรค์ (creative dance)

การเต้นเชิงสร้างสรรค์ (creative dance) เป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่มีเกี่ยวเนื่องกับกระบวนการรู้คิด (exercise-cognition relationship) (Connolly et al., 2011) สอดคล้องกับงานวิจัยที่ให้ข้อเสนอแนะว่า creative dance เป็นกิจกรรมที่มีความเหมาะสมสำหรับเด็กวัยเรียน ช่วยพัฒนา EF ในเด็กวัยนี้ได้เป็นอย่างดีโดยเฉพาะในด้านความจำขณะทำงาน เนื่องจากต้องใช้ทักษะในการจดจำท่าทางและลำดับขั้นตอนต่าง ๆ ขณะทำกิจกรรม จึงควรได้รับการส่งเสริมและนำมาเป็นกิจกรรมทั้งในและนอกชั้นเรียน (Oppici et al., 2020)

นอกจากนี้กิจกรรมการเต้นเชิงสร้างสรรค์ยังมีองค์ประกอบที่น่าสนใจขณะทำกิจกรรม กล่าวคือ

- ผู้ฝึกจะได้สำรวจร่างกายของตนเอง สำรวจลักษณะของสิ่งแวดล้อม ตลอดจนปฏิสัมพันธ์ของร่างกายกับสิ่งแวดล้อม ปรับการเคลื่อนไหวให้สอดคล้องกับจังหวะของเพลง

โปรแกรมการเต้นเชิงสร้างสรรค์ ส่งเสริมกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางสมอง ผ่านกระบวนการเรียนรู้ท่าทางการเต้น สร้างและจดจำลำดับการเต้นที่สร้างสรรค์ ซึ่งท้าทายและช่วยพัฒนาความจำในขณะทำงาน (working memory) ของเด็ก

- กระบวนการสร้างท่าเต้นของตัวเองผ่านการด้นสด (improvisation) ของแต่ละคน และการแสดงที่เป็นธรรมชาติต้องสอดประสานไปกับดนตรีและสิ่งกระตุ้นทางสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ ผู้ฝึกทำการกำหนดหัวข้อ (theme) ในการฝึก เช่น ผู้ฝึกกำหนดหัวข้อ การเดินทางไปงานเลี้ยง เด็กต้องสำรวจสภาพแวดล้อมของตนเองและเลือกท่าทางเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อนั้น ๆ จึงเป็นกระบวนการที่ฝึกความยืดหยุ่นทางความคิด (cognitive flexibility) และท้าทายการควบคุมพฤติกรรมยับยั้ง (inhibitory control)

- บทบาทของครูผู้ฝึกคือการสนับสนุนให้เด็กจับคู่เพื่อทำการเคลื่อนไหวที่แปลกใหม่และหลากหลายตอบสนองหัวข้อที่กำหนด ปรับสภาพแวดล้อมและธีมของบทเรียนให้มีความซับซ้อนมากขึ้น ผ่านจังหวะ ระดับเสียง หรือความสัมพันธ์ในดนตรี เพื่อให้เกิดการพัฒนาความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองมากที่สุด

ซึ่งองค์ประกอบเหล่านี้มีความสอดคล้องกับองค์ประกอบของกิจกรรมที่ช่วยส่งเสริมความสามารถเชิงบริหารของสมองที่ Diamond และคณะ (2012) ได้ทำการสรุปเป็นแนวทางปฏิบัติไว้ (Diamond, 2012)

9.5 นาฏศิลป์ร่วมสมัย (Contemporary Dance)

นาฏศิลป์ร่วมสมัย (Contemporary Dance) คือ รูปแบบหนึ่งของการเต้นเพื่อให้ผู้เรียนค้นพบการเคลื่อนไหวของตนเองจากการฝึกทักษะจนก่อให้เกิดเป็นการเต้นที่เป็นธรรมชาติและผ่อนคลาย รวมทั้งสามารถนำเสนอแนวความคิดและมุมมองผ่านร่างกายทุกส่วนซึ่งเคลื่อนไหวผสมผสานกันอย่างกลมกลืน โดยผู้เรียนไม่จำเป็นต้องมีพื้นฐานด้านการเต้นมาก่อน เทคนิคการเต้นแบบร่วมสมัยที่เน้นหลักธรรมชาติจะทำให้ผู้เรียนได้รู้จักข้อจำกัดของร่างกายและลักษณะการเคลื่อนไหวของตนเอง ซึ่งจะไม่ใช่ข้อจำกัดในการเต้นอีกต่อไป ข้อสังเกตอย่างหนึ่ง คือ ลักษณะของ Contemporary Dance มีแนวคิดทฤษฎี หลักการในการประดิษฐ์ท่าทาง การเคลื่อนไหว คล้ายหลักการของการสร้างสรรค์งานด้านศิลปะ โดยนำเอาฐานของงานศิลปะมาใช้เป็นองค์ประกอบดังนี้ (เจริญ, 2012)

1) ผลงานศิลปะ เป็นผลงานที่เกิดจากแรงบันดาลใจในสิ่งแวดล้อมของมนุษย์โดยผ่านสื่อให้ปรากฏเป็นรูปธรรม

2) ศิลปิน เป็นผู้ถ่ายทอดผลงานศิลปะโดยได้รับแรงบันดาลใจจากธรรมชาติ สิ่งแวดล้อม ด้วยความรู้สึกประทับใจหรือเกิดจากความสะเทือนอารมณ์ จึงถ่ายทอดออกมาตามอารมณ์ความรู้สึกและจินตนาการ

3) สิ่งแวดล้อม เป็นสิ่งเร้า เป็นตัวกระตุ้นให้มนุษย์เกิดความรู้สึกและแสดงออกด้วยการถ่ายทอดออกมาเป็นงานศิลปะ สิ่งแวดล้อมได้แก่ ธรรมชาติ ความเชื่อทางศาสนา เรื่องราวจากประวัติศาสตร์ วรรณคดี ตลอดจนขนบธรรมเนียมประเพณี เป็นต้น

4) สื่อ เป็นสิ่งที่มนุษย์นำไปถ่ายทอดแรงบันดาลใจที่ได้รับจากสิ่งแวดล้อมให้ออกมาเป็นรูปธรรม

นาฏศิลป์ร่วมสมัยพัฒนาขึ้นช่วงปลายทศวรรษที่ 19 เป็นระยะเวลาที่ศิลปะสมัยใหม่ (Modernism) ได้เข้ามามีบทบาทเพื่อตอบสนองความต้องการของคนยุคนั้น งานนาฏศิลป์ร่วมสมัยมีจุดเริ่มต้นจากนักเต้นที่มีความรู้สึกว่าการเต้นบัลเล่ต์ (Ballet) มีแบบแผนและข้อจำกัดจนเกินไป ทำให้เกิดความเบื่อหน่าย กฎระเบียบที่เคร่งครัดและพยายามค้นหาการเคลื่อนไหวที่แตกต่างออกไปจากเดิม จากบัลเล่ต์ไปสู่นาฏศิลป์สมัยใหม่ที่สลัดทิ้งประเพณีและระเบียบแบบแผน มาสนใจในความเป็นตัวของตัวเอง ลีลาและเทคนิคการเต้นเกิดจากความต้องการของนักเต้นและผู้ออกแบบท่าเต้นซึ่งนำรสนิยมส่วนตัวมาจัดสร้างเป็นแบบฉบับ ซึ่งไม่ได้จำกัดเฉพาะการเคลื่อนไหวและทักษะการเต้นเท่านั้นแต่ยังเกี่ยวข้องกับกระบวนการลำดับความคิดสร้างสรรค์ องค์ประกอบในการแสดงและตัวผู้สร้างนาฏศิลป์นั้น ๆ ด้วย จุดมุ่งหมายของ

การเคลื่อนไหวร่างกาย คือการแสดงออกถึงความรู้สึกภายในจิตใจ ทัศนคติ ซึ่งสามารถแสดงออกผ่านทางร่างกายมนุษย์โดยใช้การเคลื่อนไหวเป็นสื่อจึงอยากหลุดออกจากกฎเกณฑ์ที่ตายตัว และแสวงหาการเต้นรูปแบบใหม่ที่เป็นธรรมชาติมากขึ้น จึงสรุปได้ว่า นาฏศิลป์ร่วมสมัย (Contemporary Dance) คือการแสดงออกทางภายนอกโดยสื่อถึงความหมายภายในมีลักษณะการเต้นที่ไม่มีกฎเกณฑ์และรูปแบบตายตัว นักเต้นหรือนักออกแบบท่าเต้นมีอิสระในการคิดสร้างสรรค์ผลงานรูปแบบใหม่ที่ไม่ยึดติดกับรูปแบบเดิม (ภู, 2019)

การฝึกฝนทักษะทางร่างกายให้พัฒนาขึ้นทั้งความเร็ว ความสมดุลเป็นเทคนิคที่ใช้ร่างกายทั้งผู้สอนและผู้ฝึกเองแทนที่จะเหมือนนักแสดงนำบัลเล่ต์ที่มีจุดศูนย์กลางลำตัวที่แข็งแรง รวมถึงการแสดงตำแหน่งแขนขาที่ยืดยาว แต่นักเต้นสมัยใหม่ถกเถียงถึงการเต้นของพวกเขาที่ตรงข้ามกัน “การยืดและผ่อนคลาย” “ล้มกลิ้งและลุกขึ้น” “หดเกร็งและปลดปล่อย” อีกทั้งความยืดหยุ่นของร่างกายมีส่วนทำให้การแสดงทรงพลังเหมือนประสบการณ์ชีวิตที่เข้มข้น

การเต้นรำแบบสมัยใหม่ประสบความสำเร็จในเรื่องของเทคนิค การเปลี่ยนทิศทางของพละกำลังด้วยความเร็ว แต่ยังคงมองเห็นอารมณ์ความรู้สึก ในขณะเดียวกันกับแขนงอื่นที่พยายามผลักดันการเคลื่อนไหวและความเร็วใส่ในงานของตนเพื่อสะท้อนให้เห็นถึงความก้าวหน้าเช่นกัน ศิลปะนี้ถูกเติมเต็มด้วยการเคลื่อนไหวที่มีชีวิตชีวา มีการเจริญเติบโต เปิดกว้างมีพัฒนาการและการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลากับท่วงท่าที่มาจากนามธรรมแสดงให้เห็นถึงแรงขับและความปรารถนาแรงกล้าภายในการตอบสนองความขัดแย้งกันเองของการเป็นมนุษย์จนเกิดเป็นสุนทรียศาสตร์ นักเต้นที่ดีควรมีการแสดงออกทางอารมณ์จะนำพวกเขาไปในการแสดงความรู้สึกผ่านทางร่างกายที่กำลังเคลื่อนไหว สัญชาติพัฒนาได้ด้วยการฝึกซ้อมไม่ใช่เพียงแค่มีร่างกายที่แข็งแรงและการจัดการที่ดีเท่านั้น แต่ต้องมีปฏิกิริยาในการรับรู้ตีความต่อดนตรีส่งผ่านมัดกล้ามทุกสิ่งทุกอย่างต้องเกื้อหนุนกัน

ตัวอย่างและองค์ประกอบและลำดับขั้นตอนของการฝึกนาฏศิลป์ร่วมสมัย (Contemporary Dance) (Angioi, Metsios, Koutedakis, & Wyon, 2009; Connolly et al., 2011; Diamond, 2012)

1) ช่วงวอร์มอัพ (ประมาณ 5-10 นาที) เป็นช่วงการอบอุ่นร่างกายเตรียมความพร้อมร่างกายด้วยการเคลื่อนไหวด้วยความเร็วปานกลาง เริ่มด้วยท่าทางการเคลื่อนไหวอย่างง่ายที่ออกแบบมาเพื่อปรับให้มีความคุ้นเคยกับพื้นที่ (space) และค่อย ๆ เพิ่มอัตราการเต้นของหัวใจ

2) ช่วงการฝึกท่าเทคนิค (Structured contemporary technique exercises) (ประมาณ 25–30 นาที) ช่วงนี้ประกอบด้วยส่วนที่ใหญ่ที่สุดของโปรแกรมการฝึกและมักจะประกอบด้วยแบบฝึกหัดลักษณะท่าที่มีการเคลื่อนไหว ดังนี้

- การแกว่ง (swing) สำหรับส่วนแขนและขา เป็นการใช้แกนกลางลำตัวและเน้นการจัดตำแหน่งกระดูกสันหลังให้ถูกต้อง และการเคลื่อนไหวรับน้ำหนักส่วนบน

- การเคลื่อนไหวบนพื้น (floor-work) ส่วนนี้จะรวมแบบฝึกท่าทางที่ใช้การเปลี่ยนแปลงของทิศทางการเคลื่อนไหวบนพื้น การลงน้ำหนัก การถ่ายน้ำหนัก มีการเคลื่อนไหวที่เร็วมากขึ้น มีการใช้พื้นที่ในการเคลื่อนที่ มีลำดับขั้นการเคลื่อนไหวที่ซับซ้อน รวมถึงการกระโดด (jump) และการหมุน การเลี้ยว (simple turn)

3) ช่วงการเต้นเชิงสร้างสรรค์ การออกแบบท่าเต้นและการด้นสด (Creative and choreographic tasks, improvisation) (ประมาณ 15-20 นาที) ช่วงนี้ประกอบด้วยงานสร้างสรรค์และการออกแบบท่าเต้น ซึ่งออกแบบมาเพื่อให้โปรแกรมการฝึกเป็นเวทีที่สร้างสรรค์สำหรับผู้ฝึก รวมถึงมีรูปแบบการฝึกที่ผู้ฝึกมีโอกาสได้ทำงานเป็นคู่เพื่อสร้างหัวข้อ (theme) เกี่ยวกับการเคลื่อนไหวตามหัวข้อต่าง ๆ ทั้งนี้ก็ยังเป็นช่วงการฝึกที่ยังช่วยกระตุ้นการทำงานของระบบหายใจและไหลเวียนเลือด

4) คูลดาวน์ (ประมาณ 5-10 นาที)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Connolly และคณะ (2011) ได้ทำการศึกษาผลของการฝึกนาฏศิลป์ร่วมสมัย (contemporary dance) ต่อตัวแปรทางสรีรวิทยา (physiological) และตัวแปรทางด้านจิตใจ (psychological) โดยศึกษาในกลุ่มตัวอย่างเด็กวัยรุ่นเพศหญิง อายุ 14 ปี จำนวน 55 คน ที่กำลังศึกษาอยู่ในระดับมัธยมต้น (secondary schools) ในประเทศอังกฤษ โดยทำการวัดตัวแปร ดังนี้ ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนบน (upper body strength) วัดด้วย portable hand-grip dynamometer ความยืดหยุ่นของร่างกาย (flexibility) วัดด้วย sit-and-reach test ความทนทานของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด (aerobic fitness) วัดด้วย The 20-metre shuttle run test ระดับการเห็นคุณค่าในตนเอง (self-esteem) แรงจูงใจภายใน (intrinsic motivation) และทัศนคติต่อการเต้นและการทำกิจกรรมทางกายแบบกลุ่ม (attitudes toward dance and group physical activities) ประเมินด้วยการตอบแบบสอบถาม ซึ่งผลการทดลองพบว่าหลังการฝึกด้วยโปรแกรมเต้นนาฏศิลป์ร่วมสมัย (contemporary dance) ความทนทานของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดและความแข็งแรงของกล้ามเนื้อส่วนบนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ ($p=0.001$ และ 0.002

ตามลำดับ) แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของ ความยืดหยุ่นของร่างกาย นอกจากนี้ยังพบว่ามีระดับการเห็นคุณค่าในตนเองเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ (p=0.01) ส่วนแรงจูงใจภายในไม่มีการเปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสนใจว่าค่าคะแนนของแรงจูงใจภายในของกลุ่มตัวอย่างมีระดับสูงตั้งแต่ก่อนการฝึก สอดคล้องกับผลในด้านทัศนคติต่อการเต้นและการทำกิจกรรมทางกายแบบกลุ่มที่อยู่ในระดับสูงทั้งก่อนและหลังการฝึก ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าโปรแกรมการฝึก Contemporary dance ช่วยพัฒนากลุ่มตัวอย่างแบบองค์รวม (well-being) กล่าวคือมีสมรรถภาพทางกายและจิตใจดีขึ้น และ Contemporary dance ก็เป็นกิจกรรมที่กลุ่มตัวอย่างวัยรุ่นเพศหญิงชื่นชอบ เป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่ควรนำมาใช้ในการออกกำลังกายสำหรับเด็ก สอดคล้องกับงานวิจัยของ Angioi และคณะ (2009) ที่ได้ทำการทบทวนวรรณกรรมอย่างเป็นระบบเพื่อรวบรวมงานวิจัยที่ใช้โปรแกรมการฝึก contemporary dance เปรียบเทียบตัวแปรต่าง ๆ ทั้งในกลุ่มที่เป็นนักกีฬา นักเต้น และกลุ่มนักเรียนที่กำลังฝึกฝน โดยงานวิจัยที่นำมาศึกษาทำการวัดตัวแปร ดังนี้ สมรรถภาพทางกายที่แสดงถึงความทนทานของระบบแอโรบิก และแอนแอโรบิก ความแข็งแรงของกล้ามเนื้อ และองค์ประกอบของร่างกาย ผลการสังเคราะห์งานวิจัยพบว่าโปรแกรมการฝึกด้วย contemporary dance ช่วยพัฒนาร่างกายของผู้ฝึกฝนทั้งสมรรถภาพทางกายและองค์ประกอบของร่างกาย และเป็นที่น่าสนใจที่มีหลักฐานว่านักเต้นนาฏศิลป์ร่วมสมัย (contemporary dancers) มีอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (maximal oxygen uptake) และมีความทนทานของกล้ามเนื้อมากกว่านักเต้นบัลเลต์ (ballet dancers) แต่ทั้งสองกลุ่มมีค่าองค์ประกอบของร่างกาย (body composition) ในระดับใกล้เคียงกัน ผู้วิจัยจึงให้ข้อสรุปว่าการฝึกด้วยโปรแกรม contemporary dance จะส่งผลต่อสมรรถภาพทางกายของผู้ฝึกแตกต่างกันขึ้นอยู่กับรูปแบบของการฝึก (different styles) ระดับความหนักในการฝึก (levels) ผู้วิจัยได้ให้ข้อเสนอแนะว่าควรมีการศึกษาวิจัยเชิงทดลองเพิ่มเติมเพื่อดูผลของการฝึก contemporary dance ในกลุ่มตัวอย่างที่ไม่ใช่นักเต้น (normal population) (Angioi et al., 2009; Connolly et al., 2011)

Coubard และคณะ (2011) ได้ศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยการเต้นนาฏศิลป์ร่วมสมัย (contemporary dance) ต่อความสามารถในการจดจ่อ (attention control) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ EF ด้านความจำขณะทำงาน ในกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ โดยเปรียบเทียบกับการฝึกไทเก๊ก (Tai Chi Chuan) และการออกกำลังกายตามโปรแกรมป้องกันการหกล้ม (fall prevention) เป็นเวลา 5 เดือน ผลการวิจัยพบว่ากลุ่มที่เข้าร่วมการฝึกด้วยโปรแกรม contemporary dance มีการพัฒนา attentional control ดีที่สุดเมื่อเทียบกับการฝึกอีก 2 กลุ่ม โดยผู้วิจัยได้ทำการอภิปรายผลว่าการฝึก contemporary dance เป็นการออกกำลังกายที่เน้นการฝึกการเรียนรู้ของร่างกาย

(motor-skill learning) ร่วมกับการฝึกปรับเปลี่ยนทางความคิด ความใส่ใจ จดจ่อเมื่อสถานการณ์เปลี่ยน (switching attention tasks) ซึ่งการฝึก contemporary dance มีองค์ประกอบของการฝึกที่ช่วยกระตุ้นการพัฒนาในด้านดังกล่าว โดยเฉพาะช่วงที่ทำการฝึกด้นสด (improvisation) ตามหัวข้อ (theme) ที่ผู้ฝึกสอนกำหนด จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสมอง (Brain plasticity) และส่งผลต่อพัฒนาความยืดหยุ่นทางความคิด และปรับเปลี่ยนความจดจ่อตามสถานการณ์ (flexible attention) ในผู้สูงอายุได้มากกว่าการฝึกไท่เก๊กและ fall prevention (O. Coubard, S. Duretz, V. Lefebvre, P. Lapalus, & L. Ferrufino, 2011)

บทที่ 3
วิธีการดำเนินวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. กำหนดกลุ่มประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและวิธีการประเมินตัวแปรในงานวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. วิธีดำเนินการวิจัยและขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. กำหนดกลุ่มประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาระยะที่ 1

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 อายุระหว่าง 9-12 ปี โรงเรียนคำเขื่อนแก้ว อำเภอคำเขื่อนแก้ว จังหวัดยโสธร จำนวน 66 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ ละ 22 คน โดยใช้น้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงเป็นเกณฑ์แบ่งกลุ่ม ตามตารางการแสดงระดับการเจริญเติบโตที่จำแนกตามดัชนีบ่งชี้ของน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง สำหรับเด็กอายุ 6-19 ปี (สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2564) ดังนี้ (สมส่วน เริ่มอ้วน และอ้วนระดับ 1,2)

ตาราง 4 ระดับการเจริญเติบโตที่จำแนกตามดัชนีบ่งชี้ของน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง สำหรับเด็กอายุ 6-19 ปี

ดัชนีบ่งชี้	จุดตัด	ภาวะการเจริญเติบโต	การแปลผล
น้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง	> +2 SD	อ้วน	อ้วนระดับ 1,2
	> + 1.5 SD ถึง +2 SD	ท้วม	น้ำหนักเกินอยู่ในเกณฑ์เสี่ยงต่อภาวะเริ่มอ้วน
	+ 1.5 SD ถึง -1.5 SD	สมส่วน	น้ำหนักอยู่ในเกณฑ์สมส่วนกับส่วนสูง

ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม G*Power โดยใช้สถิติ ANOVA: Fixed effects, omnibus, one-way ด้วยกำหนดค่าอำนาจการทดสอบ (Power) ที่ 0.80 (สนธยา สีละมาด, 2013 และ พรทิพย์ เจริญสิทธิชัย, 2548) ขนาดอิทธิพล (Effect size) ที่ 0.4 โดยอ้างอิงจากงานวิจัยของ Marqués-Iturria และคณะ (Marqués-Iturria et al., 2014; Si et al., 2021) ซึ่งได้ทำการหาความสัมพันธ์ของภาวะน้ำหนักเกินและอ้วน (overweight/ obesity) ในเด็กวัยรุ่นและกลุ่มตัวอย่างวัยผู้ใหญ่ที่ส่งผลต่อ EF และ BDNF ได้กลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 66 คน โดยผู้วิจัยจะใช้วิธีแบ่งกลุ่มตัวอย่างด้วยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive random sampling) ออกเป็น 3 กลุ่มตามระดับการเจริญเติบโตที่กล่าวไปข้างต้น โดยแบ่งเป็น 22 คนต่อกลุ่ม เพื่อพบความแตกต่างของระดับ EF และ BDNF ในเด็กวัยเรียนที่มีระดับการเจริญเติบโตต่างกัน และสามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองได้

การศึกษาระยะที่ 2

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในระยะนี้ คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 อายุระหว่าง 9-12 ปี โรงเรียนบ้านบางน้ำจืด อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร มีน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน > +2 SD ซึ่งหมายถึงมีระดับการเจริญเติบโตแบบอ้วนระดับที่ 1 ขึ้นไป (อ้วนระดับ 1 และ อ้วนระดับ 2) จำนวน 36 คน

ตาราง 5 ระดับการเจริญเติบโตที่จำแนกตามดัชนีบ่งชี้ของน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ดัชนีบ่งชี้	จุดตัด	ภาวะการเจริญเติบโต	การแปลผล
น้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง	> +3 SD	อ้วน	อ้วนระดับ 2
	> +2 SD ถึง +3 SD	เริ่มอ้วน	อ้วนระดับ 1

ขนาดกลุ่มตัวอย่าง

คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างโดยใช้โปรแกรมG*Power โดยใช้สถิติ MANOVA: Special effects and interactions ด้วยการทดสอบ F-test กำหนดค่าอำนาจ (Power) ที่ 0.80 (สนธยา สีละมาด, 2013 และ พรทิพย์ เจริญสิทธิชัย, 2548) ขนาดเอฟเฟกต์ (Effect size) ที่ 0.3

ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Coubard และคณะ (O. A. Coubard et al., 2011) ที่ใช้โปรแกรมการฝึกเต้นแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย (contemporary dance) ในการฝึกกลุ่มตัวอย่างและดูผลของการฝึกต่อระดับ EF ได้แนะนำการกำหนดกลุ่มตัวอย่าง คือ อย่างน้อย 36 คน จากนั้นทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง (Randomize control trial) ด้วยการสุ่มอย่างง่าย (simple randomization) เพื่อแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองจำนวน 18 คน ได้เข้าร่วมโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย ในวันจันทร์ พุธ และศุกร์ ระยะเวลารวม 10 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุม จำนวน 18 คน ใช้ชีวิตประจำวันปกติตามปกติ ไม่ได้รับโปรแกรมออกกำลังกายแต่ได้รับคำแนะนำเรื่องกิจกรรมทางกายและการรับประทานอาหารในระหว่างที่เข้าร่วมวิจัย

เกณฑ์การคัดเลือกกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษาระยะที่ 1

เกณฑ์การคัดเข้าของกลุ่มตัวอย่าง (Inclusion criteria)

1. เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 อายุระหว่าง 9-12 ปี และมีน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงตั้งแต่ +1.5 ถึง > +3 ของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ตามเกณฑ์อ้างอิงการเจริญเติบโตของเด็กอายุ 6-19 ปี (สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2564)

2. มีรูปแบบลักษณะการใช้ชีวิตประจำวันตามปกติทั่วไปแต่ไม่ใช่ลักษณะของการออกกำลังกายเป็นประจำ

3. ไม่มีความบกพร่องทางสติปัญญาและไม่มีรอยโรคเกี่ยวกับความผิดปกติทางสมองหรือมีพัฒนาการล่าช้า

4. ไม่มีความผิดปกติทางการมองเห็นและการได้ยิน

5. กลุ่มตัวอย่างมีความสมัครใจเข้าร่วมในงานวิจัย และได้รับความยินยอมจากผู้ปกครองในการลงนามใบยินยอมเข้าร่วมวิจัย

เกณฑ์การคัดออกของกลุ่มตัวอย่าง (Exclusion criteria)

1. เป็นนักกีฬา

2. เป็นผู้ที่อยู่ระหว่างรับโปรแกรมการลดน้ำหนัก

3. เป็นโรคที่มีความผิดปกติเกี่ยวกับพฤติกรรมการรับประทานอาหาร (eating disorder)

4. มีโรคประจำตัวที่มีความเสี่ยงในการเก็บตัวอย่างเลือด เช่น มีปัญหาเลือดออกง่าย เกร็ดเลือดต่ำ กลัวเข็มที่ใช้ในการเจาะเลือด

การศึกษาระยะที่ 2

เกณฑ์การคัดเข้าของการเลือกกลุ่มตัวอย่าง (Inclusion criteria)

1. เป็นนักเรียนที่กำลังศึกษาอยู่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3-6 อายุระหว่าง 9-12 ปี มีน้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูงของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน > +2 SD ซึ่งหมายถึงมีภาวะการเจริญเติบโตแบบอ้วนระดับที่ 1 ขึ้นไป ตามเกณฑ์อ้างอิงการเจริญเติบโตของเด็กอายุ 6-19 ปี (สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข, 2564)

2. มีรูปแบบลักษณะการใช้ชีวิตประจำวันตามปกติทั่วไปแต่ไม่ใช่ลักษณะของการออกกำลังกายเป็นประจำ เช่น การเต้น เป็นต้น

3. ไม่มีความบกพร่องทางสติปัญญาและไม่มีรอยโรคเกี่ยวกับความผิดปกติทางสมองหรือมีพัฒนาการล่าช้า

4. ไม่มีความผิดปกติทางการมองเห็นและการได้ยิน

5. กลุ่มตัวอย่างมีสุขภาพดี แข็งแรงปราศจากโรค หรืออาการที่ทำให้ไม่พร้อมในการออกกำลังกาย ประเมินโดยแบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกายสำหรับเด็ก (Physical Activity Readiness Questionnaire for Children; PAR-Q for Children) (ภาคผนวก ก) ซึ่งผู้ปกครองของกลุ่มตัวอย่างต้องตอบว่า “ไม่” ทุกข้อจึงจะผ่านเกณฑ์การประเมิน

6. กลุ่มตัวอย่างมีความสมัครใจเข้าร่วมในงานวิจัย และได้รับความยินยอมจากผู้ปกครองในการลงนามใบยินยอมเข้าร่วมวิจัย

เกณฑ์การคัดออกของกลุ่มตัวอย่าง (Exclusion criteria)

1. เป็นนักกีฬา

2. เป็นผู้ที่อยู่ระหว่างรับโปรแกรมการลดน้ำหนัก

3. เป็นโรคที่มีความผิดปกติเกี่ยวกับพฤติกรรมการรับประทานอาหาร (eating disorder) คัดกรองโดยแบบประเมินความผิดปกติในการรับประทานอาหาร The Eating Attitudes Test (EAT-26) (ภาคผนวก ง)

4. เข้าร่วมการฝึกโปรแกรมการออกกำลังกายในงานวิจัยไม่ถึง 80% ของการฝึกทั้งหมด

5. ได้รับบาดแผลหรือมีการบาดเจ็บที่ไม่สามารถเข้าร่วมการวิจัยได้

6. มีโรคประจำตัวที่มีความเสี่ยง เป็นอุปสรรคต่อโปรแกรมการออกกำลังกายในการวิจัยครั้งนี้ เช่นโรคหัวใจ โรคเกี่ยวกับระบบประสาท โรคเกี่ยวกับระบบโครงร่างกล้ามเนื้อ

7. มีโรคประจำตัวที่มีความเสี่ยงในการเก็บตัวอย่างเลือด เช่น มีปัญหาเลือดออกง่าย เกร็ดเลือดต่ำ

8. เข้าสู่ภาวะเป็นหนุ่มเป็นสาว (Puberty) คัดกรองโดยการสอบถามผู้ปกครองถึงการแสดงลักษณะทางเพศทุติยภูมิของกลุ่มตัวอย่าง (Tanner stage 2 ขึ้นไป)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยและวิธีการประเมินตัวแปรในงานวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการหาค่าภาวะการเจริญเติบโต (น้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง) ของเด็กวัยเรียน และค่าองค์ประกอบของร่างกาย

1.1 เครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกาย (Body Composition Monitor) (ภาคผนวก ก)

ใช้ในการประเมินองค์ประกอบต่าง ๆ ของร่างกาย ได้แก่ ค่าน้ำหนักต่อส่วนสูง (Weight for Height) มวลไขมันในร่างกาย (Body fat mass) มวลปราศจากไขมัน (Fat free mass) เปอร์เซ็นต์ไขมัน (Percent Body Fat) ไขมันในช่องท้อง (Visceral fat) มวลกล้ามเนื้อ (Muscle mass)

ประเมินด้วยวิธีการ ดังนี้

1) ให้กลุ่มตัวอย่างที่เข้ารับการประเมินขึ้นยืนบนเครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกายด้วยเท้าเปล่า โดยไม่สวมถุงเท้า ถุงน่อง และเครื่องประดับที่เป็นโลหะหรือสแตนเลส

2) ผู้วิจัยจะทำการกรอกข้อมูลทั่วไป (วัน เดือน ปีเกิด อายุ เพศ) ของผู้ทดสอบการลงบนเครื่อง เพื่อประมวลผลเป็นรายบุคคล

3) ให้กลุ่มตัวอย่างจับแขนของเครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกายโดยให้ยืนนิ่ง ๆ ประมาณ 1-2 นาที เพื่อให้เครื่องประมวลผลการวิเคราะห์

4) จากนั้นเครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกายจะวิเคราะห์ผลออกมา

5) เมื่อเครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกายทำการวิเคราะห์เรียบร้อยแล้ว ให้บันทึกข้อมูลที่ได้ลงในใบบันทึกข้อมูล

ภาพประกอบ 9 วิธีการวัดองค์ประกอบของร่างกาย

1.2 เครื่องวัดส่วนสูง (ภาคผนวก ก)

ใช้ในการประเมินส่วนสูงของกลุ่มตัวอย่าง เพื่อนำส่วนสูงที่ได้ไปทำการหาค่าภาวะการเจริญเติบโต (น้ำหนักตามเกณฑ์ส่วนสูง) ร่วมกับน้ำหนักที่ประเมินได้

ภาพประกอบ 10 วิธีการวัดส่วนสูง

1.3 สายวัด (ภาคผนวก ก)

ใช้ในการประเมินอัตราส่วนของรอบเอวต่อรอบสะโพก (Waist-to-hip Ratio: WHR) (Yamborisut, Kijboonchoo, Wimonpeerapattana, Srichan, & Thasanasuwan, 2008) โดยใช้สายวัดทำการวัด 2 ส่วน ดังนี้

เส้นรอบเอว กลุ่มตัวอย่างอยู่ในท่ายืน เท้า 2 ข้าง ห่างกันประมาณ 10 เซนติเมตร จากนั้นหาตำแหน่งขอบบนสุดของกระดูกเชิงกรานและตำแหน่งชายโครงซี่สุดท้าย หรือวัดที่ตรงระดับสะดือพอดี หรือส่วนที่คอดที่สุดของช่วงเอว โดยควรวัดในช่วงหายใจออก ให้สายวัดแนบกับลำตัว ไม่รัดแน่น ทำให้ระดับของสายวัดรอบเอวอยู่ในแนวขนานกับพื้น

เส้นรอบสะโพก วัดจากจุดที่กว้างที่สุดของขนาดสะโพก โดยส่วนที่กว้างที่สุดอาจจะอยู่ด้านบน ด้านล่าง หรือตรงกันกับกระดูกสะโพก(ขึ้นอยู่กับเพศ และสรีระของแต่ละคน) จึงอาจจะใช้วิธีวัดจากเอวลงมาประมาณ 7 นิ้ว จะได้ขนาดสะโพกที่พอดี โดยให้สายวัดอยู่ระนาบเดียวกันกับพื้นทุกจุด

จากนั้นผู้วิจัยจะทำการบันทึกตัวเลขเป็นนิ้ว โดยที่ทั้งรอบเอวและรอบสะโพกต้องใช้หน่วยเดียวกัน และนำค่าทั้งสองแล้วนำมาคำนวณโดยนำความกว้างรอบเอวหารด้วยความกว้างรอบสะโพกจะได้อัตราส่วนของรอบเอวต่อรอบสะโพก (Waist-to-hip Ratio: WHR) โดยการแปลผลค่ารอบเอว ใช้เกณฑ์ค่ารอบเอวสำหรับเด็กไทย (สิทธิ์ & ตระกูล)

2. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (Executive function: EF)

ใช้การทดสอบทางประสาทจิตวิทยา (Neuropsychological testing) ซึ่งเป็นการประเมินความสามารถในการทำงานของสมอง (Cognitive function) และความสามารถทางสติปัญญา (Intelligence) โดยการทดสอบจะช่วยให้เข้าใจถึงความผิดปกติของการทำงานของสมอง เพื่อศึกษาว่าสมองส่วนใดมีความบกพร่องและมีระดับรุนแรงมากน้อยเพียงใด การทดสอบสามารถยืนยันการวินิจฉัยความผิดปกติของสมองได้ (Ferman et al., 2006) ถือเป็นการประเมินที่เป็นมาตรฐานสากล มีความปลอดภัยและไม่ส่งผลกระทบหรือเกิดอันตรายต่อผู้รับการตรวจประเมิน ในงานวิจัยนี้ใช้การประเมินความสามารถ 4 ด้าน ดังนี้

2.1 ด้านความสามารถในการยับยั้งพฤติกรรม (Inhibitory control)

ประเมินด้วยสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (Stroop and Color word Test) (ภาคผนวก ก) ซึ่งสร้างและพัฒนาโดย Stroop ค.ศ.1935 แบบทดสอบชุดนี้วัดการทำงานของสมองส่วนหน้าในส่วนที่เรียกว่า Lateral prefrontal cortex และ Anterior cingulate cortex นอกจากนี้ยังวัดการทำงานของสมองในส่วน Temporal และ Parietal lobe โดยในงานวิจัยนี้จะใช้ชุดแบบประเมินสำหรับเด็กอายุระหว่าง 5-14 ปี สตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส สำหรับเด็ก (Stroop and Color word Test: The children's version) ใช้เวลาในการทดสอบทั้งหมดประมาณ 15 นาที

จากการศึกษาความเที่ยงของแบบทดสอบมีค่า r = 0.81 (Moran & Yeates, 2011) แบบทดสอบนี้ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 สีและคำเขียนตรงกัน

คำว่า “เขียว” เขียนด้วยสีเขียว อ่านว่า เขียว

คำว่า “แดง” เขียนด้วยสีแดง อ่านว่า แดง

คำว่า “น้ำเงิน” เขียนด้วยสีน้ำเงิน อ่านว่า น้ำเงิน

โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องอ่านสีและคำ (Color word) อย่างรวดเร็ว

ส่วนที่ 2 สีและคำเขียนไม่ตรงกัน ให้อ่านตามคำเขียน

คำว่า “เขียว” เขียนด้วยสีแดง อ่านว่า เขียว

คำว่า “แดง” เขียนด้วยสีน้ำเงิน อ่านว่าแดง

คำว่า “น้ำเงิน” เขียนด้วยสีเขียว อ่านว่า น้ำเงิน

โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องอ่านคำ (Word) ไม่ว่าจะเขียนด้วยสีอะไรก็ตาม

ส่วนที่ 3 สีและคำเขียนไม่ตรงกัน ให้อ่านตามสี

คำว่า “เขียว” เขียนด้วยสีแดง อ่านว่า แดง

คำว่า “แดง” เขียนด้วยสีน้ำเงิน อ่านว่า น้ำเงิน

คำว่า “น้ำเงิน” เขียนด้วยสีเขียว อ่านว่า เขียว

โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องอ่านสี (Color) ไม่ว่าจะเขียนด้วยสีอะไรก็ตาม

ผู้ทดสอบจะต้องอ่านให้ถูกทุกคำ (ให้เวลาในการอ่านข้อละ 45 วินาที) หากอ่านผิดจะต้องอ่านใหม่ให้ถูกต้องก่อนที่จะอ่านข้อต่อไป การคิดคะแนนจะคิดจากระยะเวลาที่ใช้ในการตอบ และจำนวนคำที่อ่านได้ หมายเหตุ: เนื่องจากแบบประเมินนี้มีขั้นตอนที่อาสาสมัครต้องอ่านการ์ดสี และตัวหนังสือที่เป็นสี ผู้วิจัยจึงต้องทำการคัดกรองภาวะตาบอดสีของอาสาสมัครก่อนเข้ารับการประเมินด้วยแผ่นทดสอบอิชิฮารา (Ishihara plates)

ภาพประกอบ 11 การประเมินด้วยสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส

2.2 ด้านความสามารถในการเปลี่ยนมุมมองความคิด ความยืดหยุ่นทางความคิด (Cognitive flexibility)

ประเมินด้วยเทรงเมคกิ้งเทส (Trail Making Test: TMT) (ภาคผนวก ก) สร้างและพัฒนาโดย Adjustant General's Office, War Department, US Army แบบทดสอบชุดนี้มีความสามารถในการวัดสมองส่วนหน้าในส่วนที่เรียกว่า Dorsolateral ที่เกี่ยวข้องกับ ความสนใจ ความว่องไว และความยืดหยุ่นในการคิด โดยกลุ่มตัวอย่างต้องทำการทดสอบภายใต้ 5 เงื่อนไข ได้แก่ การค้นหาตัวเลข ลากเส้นเชื่อมโยงตัวเลขตามลำดับ ลากเส้นเชื่อมโยงตัวอักษรตามลำดับ ลากเส้นเชื่อมโยงสลับกันระหว่างตัวเลขและตัวอักษรตามลำดับ ใช้เวลาในการทดสอบทั้งหมดประมาณ 15 นาที จากการศึกษาความเที่ยงของแบบทดสอบ TMT A มีค่า r = 0.978 และ TMT B r = 0.957 (เกตุ, สาธร, & รส, 2019) แบบทดสอบนี้ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 แบบทดสอบ TMT ส่วน A ให้กลุ่มตัวอย่างใช้ดินสอลากเส้น (Downward extension) ให้เชื่อมกันตั้งแต่จุดที่ 1 - 25 ตามลำดับจากน้อยไปมาก เช่น 1-2-3-4-5 เป็นต้น

ส่วนที่ 2 แบบทดสอบ TMT ส่วน B กลุ่มตัวอย่างจะต้องลากเส้นให้เชื่อมกันคล้ายกับส่วน A แต่แตกต่างกันตรงที่ผู้รับการทดสอบจะต้องแยกแยะการเรียงลำดับระหว่างตัวเลขและตัวอักษร การลากโยงชุดตัวเลขสลับกับตัวอักษร 1-13 และ A-L เช่น 1-A-2-B-3-C เป็นต้น

ให้กลุ่มตัวอย่างทำการทดสอบให้เร็วที่สุด โดยค้นหาตัวเลขหรือตัวอักษรตามลำดับ ถ้ามีการเรียงลำดับผิดไม่สามารถข้ามไปตัวเลขหรือตัวอักษรตัวต่อไปได้ ผู้ทดสอบจะเตือนให้กลุ่มตัวอย่างพยายามค้นหาอีกครั้ง เมื่อทำการทดสอบเสร็จ ผู้วิจัยทำการบันทึกข้อมูลเป็นเวลาวินาที คะแนนจะได้จากเวลารวมทั้งหมดที่ได้จากการทดสอบ ซึ่งรวมถึงเวลาที่ผู้ทดสอบบอกถึงข้อที่ผู้รับการทดสอบทำผิดด้วย

ภาพประกอบ 12 การประเมินด้วยเทรลเมคกิ้งเทส

2.3 ด้านความจำในการทำงาน (Working memory) หมายถึง ความสามารถในการเก็บรักษาข้อมูลไว้ในหน่วยความจำขณะปฏิบัติงานที่ซับซ้อน

ประเมินด้วยเวชเลอร์อินเทลลิเจ้นสเกล สำหรับเด็ก (Wechsler Intelligence Scale for Children: WISC) ใช้ในการประเมินสำหรับเด็กอายุระหว่าง 5-16 ปี สร้างและพัฒนาโดย Wechsler ค.ศ. 1997 ใช้ประเมินความสามารถ ในการจำ (Memory) ความใส่ใจจดจ่อ (Attention) ซึ่งในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นไปที่การทำงานของสมองส่วนหน้า (Prefrontal Cortex: PFC) ที่ส่งผลต่อการทำงานของความจำขณะทำงาน (Working memory) โดยผู้วิจัยจึงเลือกประเมินความสามารถเฉพาะ โดยใช้ชุดทดสอบย่อย (Subtests) ที่เป็นแบบทดสอบความจำชุดตัวเลข (Digit Span test) (ภาคผนวก ก) ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่ การทดสอบ Digit Span Forward และการทดสอบ Digit Span Backward การทดสอบ Digit Span Forward หมายถึง การพูดทวนชุดตัวเลขตามแบบไปข้างหน้าตามผู้ทดสอบ เช่น 1-7 ต้องพูดทวนซ้ำว่า 1-2-3-4-5-6-7 เป็นต้น การทดสอบมีทั้งหมด 8 ข้อ 16 คะแนน และการทดสอบ Digit Span Backward หมายถึง การพูด

ทวนชุดตัวเลขตามแบบย้อนกลับ เช่น 4-9 ต้องพูดย้อนกลับว่า 9-8-7-6-5-4 เป็นต้น การทดสอบมีทั้งหมด 7 ข้อ 14 คะแนน โดยการทดสอบทั้งสองชุด ผู้ทดสอบจะพูดชุดตัวเลขแต่ละตัวห่างกันประมาณ 1 วินาที ทำการทดสอบในห้องที่เงียบ กลุ่มตัวอย่างนั่งตรงกันข้ามกับผู้ทดสอบ และทำการทดสอบรายบุคคล ใช้เวลาในการทดสอบทั้งหมดประมาณ 15 นาที จากการศึกษาความเที่ยงของแบบทดสอบมีค่า r = 0.81 - 0.94 (Goldstein & Beers, 2004) ดังภาพประกอบที่ 13

ภาพประกอบ 13 การประเมินด้วยดิจิตสแปนเทส (Digit Span test)

2.4 ด้านความสามารถในการวางแผน วางกระบวนการขั้นตอนที่จะไปสู่เป้าหมาย (Planning)

ประเมินด้วยทาวเวอร์ออฟลอนดอน (Tower of London) (ภาคผนวก ก) พัฒนาโดย William C.และ Eric A. วัดความสามารถด้านบริหารจัดการ (Executive function) การวางแผน (Planning) และการฝึกการแก้ไขปัญหา (Problem solving) โดยงานวิจัยนี้จะใช้แบบประเมิน Tower of London 2nd สำหรับเด็กอายุระหว่าง 5-14 ปี ซึ่งในการทดสอบกลุ่มตัวอย่างจะต้องหยิบลูกปัดจำนวนสามสี คือ แดง เขียว และน้ำเงิน เรียงในแท่งไม้ให้เหมือนกับที่ผู้ทดสอบกำหนด จำนวน 10 รูปแบบ โดยมีกติกา ดังนี้

1) ให้หยิบลูกปัดเพียงหนึ่งอันต่อครั้ง

2) ลูกปัดต้องอยู่ในแท่งไม้เท่านั้น

3) การหยิบลูกปัดจะสิ้นสุดลงเมื่อลูกปัดออกจากมือผู้รับการทดสอบ

โดย Tower of London ให้คะแนน 7 ด้าน ได้แก่

1) จำนวนครั้งที่ใช้ในการย้ายลูกปัดทั้งหมด (Total Moves)

2) ค่าเฉลี่ยเวลาที่ใช้ในการย้ายลูกปัดครั้งแรก (Initiation Time)

3) ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ใช้ในการย้ายลูกปัด (Execution Time)

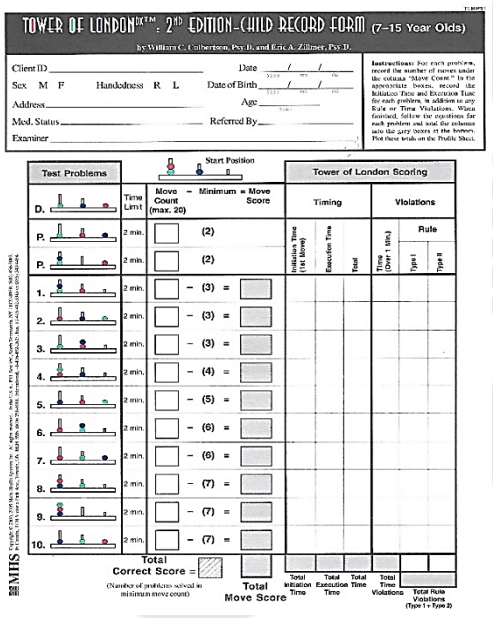
4) คะแนนรวมจำนวนครั้งที่ผู้รับการทดสอบทำผิดกติกา (Time Violations)

5) ค่าเฉลี่ยการทำผิดกติกา (Rule Violations)

6) คะแนนรวมของค่าคะแนนพิเศษที่มีการย้ายลูกปัดได้ถูกต้องตามเวลาที่กำหนด (Total Correct)

7) ค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพในการย้ายลูกปัดในการสร้างหอคอย (Problem Solving Time)

โดยที่มีจำนวนครั้งในการย้ายน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ ใช้เวลาทั้งหมดประมาณ 20 นาที จากการศึกษาความเที่ยงของแบบทดสอบมีค่า r = 0.80 (Culbertson & Zillmer, 2005)



TOWER OF LONDON^{DX}™: 2ND EDITION–CHILD RECORD FORM (7–15 Year Olds)

by William C. Culbertson, Psy.D. and Eric A. Zillmer, Psy.D.

Client ID _____ Date ___/___/___

Sex M F Handedness R L Date of Birth ___/___/___

Address _____ Age _____

Med. Status _____ Referred By _____

Examiner _____

Instructions: For each problem, record the number of moves under the column "Move Count." In the appropriate boxes, record the Initiation Time and Execution Time for each problem, in addition to any Rule or Time Violations. When finished, follow the directions for each problem and total the columns into the grey boxes in the bottom. Plot these totals on the Profile Sheet.

Start Position

Test Problems	Time Limit	Move Count (max. 20) – Minimum = Move Score	Tower of London Scoring: Timing: Initiation Time (1st Move)	Timing: Execution Time	Timing: Total	Violations: Time (Over 1 Min.)	Violations: Rule: Type I	Violations: Rule: Type II
D.								
P.	2 min.	(2)						
P.	2 min.	(2)						
1.	2 min.	– (3) =						
2.	2 min.	– (3) =						
3.	2 min.	– (3) =						
4.	2 min.	– (4) =						
5.	2 min.	– (5) =						
6.	2 min.	– (6) =						
7.	2 min.	– (6) =						
8.	2 min.	– (7) =						
9.	2 min.	– (7) =						
10.	2 min.	– (7) =						
		Total Correct Score = (Number of problems solved in minimum move count)	Total Move Score	Total Initiation Time	Total Execution Time	Total Time	Total Time Violations	Total Rule Violations (Type I + Type II)

MHS

ภาพประกอบ 14 แบบบันทึกผลการประเมินด้วย Tower of London

ที่มา: (Culbertson & Zillmer, 2005)

ภาพประกอบ 15 การประเมินด้วยทาวเวอร์ออฟลอนดอน

3. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวแปรด้านสารชีวเคมีในเลือด

กระบวนการในการเก็บตัวอย่างเลือด และการวิเคราะห์ตัวแปรด้านสารชีวเคมีในเลือด (ภาคผนวก ก)

3.1 เครื่องวัดความดันโลหิตแบบดิจิตอล (Semi-automated blood pressure)

3.2 เครื่องตรวจวัดระดับออกซิเจนในเลือดและวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Pulse Oximeter)

3.3 ชุดอุปกรณ์ในการเจาะเลือดเพื่อเก็บตัวอย่างเลือด (Syring 3 ml., Needle 24G, tunique, transpore, cotton wool ball, Alcohol 70%, EDTA tube 3 ml.)

3.4 เครื่องปั่นแรงเหวี่ยงสูง (centrifuged)

3.5 ตู้เย็นแช่แข็ง (Freezer)

3.6 เครื่องตรวจวิเคราะห์ (Flow cytometry)

3.7 ชุดตรวจนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมอง (Human BDNF ELISA Kit)

ดำเนินการวัดระดับนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF level) ด้วยการเก็บตัวอย่างเลือด และวิเคราะห์ผลด้วยวิธีการ ดังนี้

การเจาะเลือดของผู้เข้าร่วมวิจัยจะทำการเจาะในเวลา 7.00 - 8.00 น. ผู้เข้าร่วมจะต้องนอนหลับอย่างน้อย 8 ชั่วโมง งดรับประทานอาหารอย่างน้อย 8 - 12 ชั่วโมง แต่สามารถดื่มน้ำได้เล็กน้อย และจะต้องทำการบันทึกการรับประทานอาหาร 3 วันก่อนวันเจาะเลือด เมื่อมาถึงสถานที่เจาะเลือด ผู้เข้าร่วมวิจัยจะนั่งพักเป็นเวลา 15 นาที จากนั้นจะทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจและความดันโลหิตขณะพัก และวัดระดับออกซิเจนในเลือดอยู่ในเกณฑ์ปกติ พร้อมทั้งประเมินอาการผิดปกติต่าง ๆ ที่อาจเกิดจากภาวะน้ำตาลในเลือดต่ำจากการอดอาหาร (Fasting hypoglycemia) เช่น อาการใจสั่น มือสั่น เหงื่อออก อ่อนเพลีย กระวนกระวาย ตาลาย เป็นลม

นอกจากนี้ทีมแพทย์ต้องทำการประเมินเป็นรายบุคคลอย่างรอบคอบอีกครั้งว่าอาสาสมัครมีความพร้อมที่จะรับการเก็บตัวอย่างเลือดหรือไม่ แม้ว่าจะได้รับการยินยอมจากผู้ปกครองแล้ว แต่หากอาสาสมัครมีความกลัว วิตกกังวลในการเจาะเลือดมาก ก็สามารถปฏิเสธการเจาะเลือดได้ทุกเมื่อ ทีมบุคลากรทางการแพทย์จะอนุญาตให้ทำการเก็บตัวอย่างเลือดตามขั้นตอนได้ เมื่ออาสาสมัครมีความพร้อมทั้งทางร่างกายและจิตใจ

ดำเนินการเก็บตัวอย่างเลือดโดยมีการทำความสะอาดห้อง ทั้งโต๊ะ เก้าอี้ และอุปกรณ์ทุกชนิด ด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อพื้นผิวแบบแผน (Disinfectant wipes) สำหรับวัสดุสำหรับเก็บตัวอย่างเลือดทั้งหมดและถุงมือจะใช้ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทำให้ปราศจากเชื้อ (Sterilization) บรรจุอยู่ในบรรจุภัณฑ์ที่ปิดสนิทแบบใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง ภายในห้องมีการจัดการอากาศให้เป็นห้องแรงดันบวก โดยเปิดแอร์ พัดลมกรองอากาศ และเปิดกระจก โดยกำหนดจุดทีมแพทย์และเจ้าหน้าที่ประจำอยู่จะอยู่ทางเหนือลม โดยทีมเทคนิคการแพทย์และพยาบาล ใส่หน้ากากกรองอนุภาค ระดับ N95 หมวกคลุมผม ถุงมือแบบปราศจากเชื้อ เฟสชิลด์ (Face shield) และชุดกันละอองสารคัดหลัง (Isolation gown) ซึ่งทั้งหมดเป็นไปตามคำแนะนำแนวทางการใช้ อุปกรณ์ป้องกันการติดเชื้อ โดยกรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข

นักเทคนิคการแพทย์ทำการฆ่าเชื้อโรคบนผิวหนังด้วยแอลกอฮอล์ 70 % หลังจากนั้นจะใช้ชุดเจาะเลือด รุ่น BD Present with pre-attached needles 24G ประกอบด้วยเข็ม (Needle) ขนาด 24G และกระบอกบรรจุเลือด (Syringe) ขนาด 3 มิลลิตร หลังจากนั้นจึงทำการเจาะเลือดด้วยวิธีการเจาะหลอดเลือดดำบริเวณข้อพับแขนด้านใน (antecubital vein) โดยนักเทคนิคการแพทย์และพยาบาลวิชาชีพผู้มีความเชี่ยวชาญในการเจาะเลือดเด็กวัยเรียน นำเลือดใส่หลอดบรรจุเลือดจุกสีแดง (clot blood tube) ขนาด 3 มิลลิตร หลังจากเก็บตัวอย่าง เลือดส่วนเข็มจะถูกถอดทิ้งลงในกล่องสำหรับเก็บเข็มที่ใช้แล้วเพื่อป้องกันการทิ่มตำ ชุดและอุปกรณ์ที่ผ่านการใช้งานทั้งหมดจะถูกทิ้งลงในถุงขยะติดเชื้อ (สีแดง) และนำส่งทีมพยาบาลนำไปทิ้งยังถังขยะติดเชื้อในโรงพยาบาล

ภาพประกอบ 16 วิธีการเจาะเลือดบริเวณข้อพับแขนด้านใน (antecubital vein)

กลุ่มตัวอย่างจะเข้ามารับการเก็บตัวอย่างเลือดทีละคน ส่วนที่เหลือจะนั่งพักคอยบริเวณส่วนพักคอยนอกห้องประชุมที่มีอากาศถ่ายเท มีการเว้นระยะห่างทางสังคมไม่ต่ำกว่า 2 เมตร มีการทำความสะอาดบริเวณโดยรอบทั้งก่อนและหลังที่กลุ่มตัวอย่างใช้งานโดยการเช็ดด้วยแอลกอฮอล์แบบน้ำความเข้มข้นร้อยละ 70 โดยปริมาตร สำหรับกลุ่มตัวอย่างที่ทำการเก็บตัวอย่างเลือดเสร็จแล้ว จะออกมานั่งพักคอยอยู่อีกบริเวณโดยมีพยาบาลดูแลอย่างใกล้ชิด และเมื่อสิ้นสุดการเก็บตัวอย่างเลือด พยาบาลจะเป็นผู้ประเมินอาสาสมัครทุกคนอีกครั้งว่าเลือดหยุดไหลและอาสาสมัครมีความปลอดภัย โดยอาสาสมัครทุกคนจะต้องใส่หน้ากากกรองอนุภาคตลอดระยะเวลาที่อยู่ในพื้นที่เก็บตัวอย่างเลือด

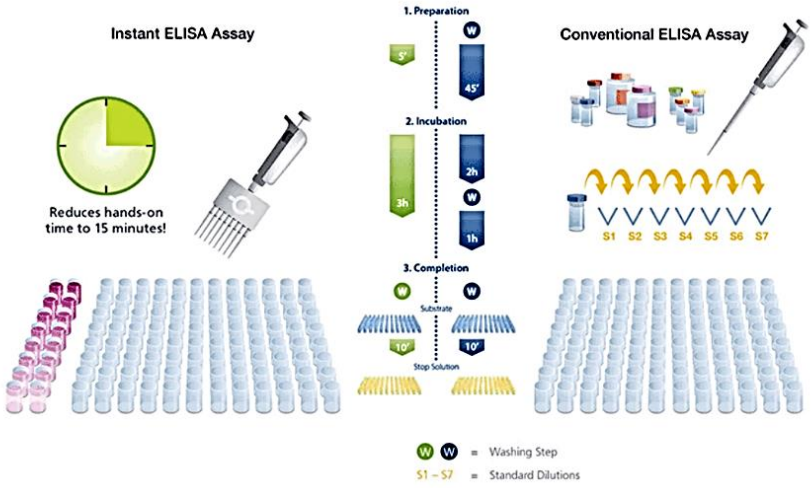
ภาพประกอบ 17 การนั่งพักคอยหลังทำการเจาะเลือด

นำตัวอย่างเลือดทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 15-30 นาที เพื่อให้เกิดการแข็งตัวของเลือด (clotting) จากนั้นนำเลือดไปเข้าเครื่องเหวี่ยง (centrifuged) ที่ 1100 × g at 4°C เป็นเวลา 15 นาที

เลือดที่ถูกปั่นจะแยกชั้นเป็นซีรั่ม (blood serum) นำมาแบ่งเก็บที่อุณหภูมิ 80 ˚C เพื่อรอการสังเคราะห์ (analysis)

ซึ่งในการศึกษาระยะที่1ได้นำเลือดที่ถูกปั่นจะแยกชั้นเป็นซีรั่ม (blood serum) บรรจุไว้ใน microcentrifuge tube ขนาด 1.5 มิลลิลิตร จากนั้นพัน microcentrifuge tube ด้วย parafilm และนำตัวอย่าง blood serum ทั้งหมด บรรจุในถังเก็บความเย็นคุณภาพสูงและรักษาอุณหภูมิด้วยน้ำแข็งแห้งตลอดการเดินทาง แล้วนำ blood serum ขนส่งจากอำเภอคำเขื่อนแก้ว จังหวัดยโสธร มายังห้องแลปชีวเคมี คณะพลศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ องครักษ์ จังหวัดนครนายก ซึ่งจะใช้เวลาเดินทางทั้งสิ้นประมาณ 8 ชั่วโมง โดยมีหลักฐานยืนยันว่าการขนส่ง blood serum หากสามารถรักษาอุณหภูมิให้อยู่ในช่วง 2-10 ˚C จะสามารถคงสภาพของสารระหว่างการขนส่งได้นานประมาณ 24 ชั่วโมง ทั้งนี้ผู้วิจัยจะทำการแวะเปลี่ยนน้ำแข็งแห้งที่อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา เพื่อควบคุมความเย็นให้อยู่ในอุณหภูมิที่เหมาะสมตลอดการเดินทาง การขนส่งจึงไม่กระทบต่อคุณภาพของ blood serum และเมื่อนำสารมาถึงห้องแลป จะทำการเก็บตัวอย่างสารที่ตู้เก็บอุณหภูมิ -80 ˚C ทันที ระหว่างรอการสังเคราะห์ (analysis) ซึ่งการเก็บรักษาในอุณภูมิมากกว่า -25 ˚C สามารถเก็บรักษา blood serum ได้นานกว่า 1 ปี (ไพรัตน์, 2563)

การวิเคราะห์ตัวอย่างเลือดทำการสังเคราะห์ (analysis) ณ ห้องแลปชีวเคมี สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล ซึ่งจะทำการสังเคราะห์ตัวอย่างนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) โดยนักวิทยาศาสตร์ (neuroscientist) ผู้เชี่ยวชาญในการใช้อีไลซ่าเทคนิค (enzyme-linked immunosorbent assay: ELISA) ซึ่งเป็นการทดสอบที่ใช้แอนติบอดีและการเปลี่ยนแปลงของสีในการวิเคราะห์หรือหาตัวตนของสาร นิยมใช้ในการหาความเข้มข้นของแอนติเจนในสารละลาย ด้วย Human BDNF ELISA Kit จากนั้นทำการอ่านผลระดับความเข้มข้นของนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์ (concentration of BDNF) ด้วยเครื่อง microplate reader โดยตั้งค่า wavelength ที่ 450 nm โดยอ่านผลเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐาน (standard wavelength)



ภาพประกอบ 18 ตัวอย่างขั้นตอนการใช้อีไลซ่าเทคนิค
(enzyme-linked immunosorbent assay: ELISA)

ที่มา: (Thermo Fisher Scientific)

การศึกษาระยะที่ 1

ทำการเก็บตัวอย่างเลือดจำนวน 1 ครั้ง โดยขั้นตอนการเก็บตัวอย่างเลือดในกลุ่มตัวอย่างจะทำก่อนการประเมิน executive function level ทั้ง 4 ด้าน และทำการเก็บตัวอย่างเลือดในเวลา 7.00-8.00 น. โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องนอนหลับอย่างน้อย 8 ชั่วโมง งดรับประทานอาหารอย่างน้อย 8 - 12 ชั่วโมง แต่สามารถดื่มน้ำได้เล็กน้อย

การศึกษาระยะที่ 2

ทำการเก็บตัวอย่างเลือดจำนวน 2 ครั้ง

1. ครั้งที่ 1 ก่อนเริ่มการฝึกโปรแกรมเต้น (Pre-test)

เก็บตัวอย่างเลือดในกลุ่มตัวอย่างก่อนการประเมิน executive function level ทั้ง 4 ด้าน และทำการเก็บตัวอย่างเลือดในเวลา 7.00-8.00 น. โดยกลุ่มตัวอย่างจะต้องนอนหลับอย่างน้อย 8 ชั่วโมง งดรับประทานอาหารอย่างน้อย 8 - 12 ชั่วโมง แต่สามารถดื่มน้ำได้เล็กน้อย

2. ครั้งที่ 2 หลังเสร็จสิ้นการฝึกโปรแกรมเต้น 10 สัปดาห์ (Post-test) ด้วยวิธีการเช่นเดียวกัน

4. เครื่องมือที่ใช้ทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2peak)

4.1 เครื่องวิเคราะห์อากาศ (Gas – analyzer Cardio Coach model 9002-co2) (ภาคผนวก ก) ใช้ในทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2peak)

4.2 จักรยานวัดงาน (Ergometer bike) ยี่ห้อโมนาร์ก (Monark) รุ่นเออร์โกเมดดิก 894 อี พีคไบค์ (Ergomedic 894E Peak Bike, Monark, Stockholm, Sweden) (ภาคผนวก ก)

ขั้นตอนการทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2peak) ด้วยเครื่องวิเคราะห์อากาศ

ผู้ร่วมวิจัยได้รับการทดสอบการออกกำลังกายแบบขั้น (Grade Exercise Test) ด้วยการปั่นจักรยาน และใส่เครื่องวัดอัตราการหายใจ (Gas Analyzer) เพื่อหาสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2max) กลุ่มตัวอย่างแต่ละคนเรียนรู้มาตรวัดความเหนื่อยของเด็ก (The Pictorial Children's Effort Rating Table : PCERT) ก่อนการทดสอบ ทำการทดสอบโดยการปั่นจักรยาน ซึ่งในการทดสอบนี้จะคงความเร็วของการปั่นจักรยานไว้ที่ 50 รอบต่อนาที เริ่มด้วยความหนักของงานที่ 20 วัตต์ และจะเพิ่มแรงต้านด้วยแผ่นน้ำหนักเพื่อเพิ่มความหนักครั้งละ 20 วัตต์ ทุก ๆ 3 นาที ทำซ้ำไปเรื่อย ๆ จนกว่าผู้ร่วมวิจัยถึงจุดล้าหรือมีอาการอื่น ๆที่แสดงว่าขีดสุดของความสามารถในการออกกำลังกายแล้ว เช่น เวียนศีรษะ หายใจแรงมาก เป็นต้น ผู้วิจัยบันทึกอัตราการเต้นของหัวใจ และประเมินความเหนื่อย เมื่อออกกำลังกายจบทุกขั้น โดยมีขั้นตอนการทดสอบดังนี้

1) ผู้ร่วมวิจัยใส่เครื่องวัดอัตราการหายใจ และขึ้นนั่งเตรียมพร้อมบนจักรยาน

2) อบอุ่นร่างกาย 3 นาที โดยการปั่นที่ความเร็ว 50 รอบต่อนาที ไม่ใส่น้ำหนัก

3) เริ่มขั้นที่ 1 ที่ความหนัก 20 วัตต์ โดยคงความเร็วในการปั่นที่ 50 รอบต่อนาที ปั่นจนครบ 3 นาที แล้วจึงวัดอัตราการเต้นของหัวใจ และประเมินความเหนื่อยที่ 30 วินาทีก่อนเปลี่ยนขั้น หลังจากนั้นจะเพิ่มแรงต้าน

4) ขั้นที่ 2 ที่ความหนัก 40 วัตต์ เพิ่มความหนักอีก 20 วัตต์ โดยคงความเร็วในการปั่นที่ 50 รอบต่อนาที ปั่นจนครบ 3 นาที แล้วจึงวัดอัตราการเต้นของหัวใจ และประเมินความเหนื่อยที่ 30 วินาทีก่อนเปลี่ยนขั้น หลังจากนั้นจะเพิ่มแรงต้าน

5) ขั้นที่ 3 ที่ความหนัก 60 วัตต์ เพิ่มความหนักอีก 20 วัตต์ โดยคงความเร็วในการปั่นที่ 50 รอบต่อนาที ปั่นจนครบ 3 นาที แล้วจึงวัดอัตราการเต้นของหัวใจ และประเมินความเหนื่อยที่ 30 วินาทีก่อนเปลี่ยนขั้น หลังจากนั้นจะเพิ่มแรงต้าน ทำซ้ำไปเรื่อย ๆ และหยุดการทดสอบเมื่อกลุ่มตัวอย่างถึงจุดล้า โดยจะบอกด้วยวาจาหรือแสดงอาการที่แสดงว่าถึงขีดสุดของความสามารถในการออกกำลังกายแล้ว เช่น หอบ เหนื่อยมาก หายใจแรงมาก เป็นต้น

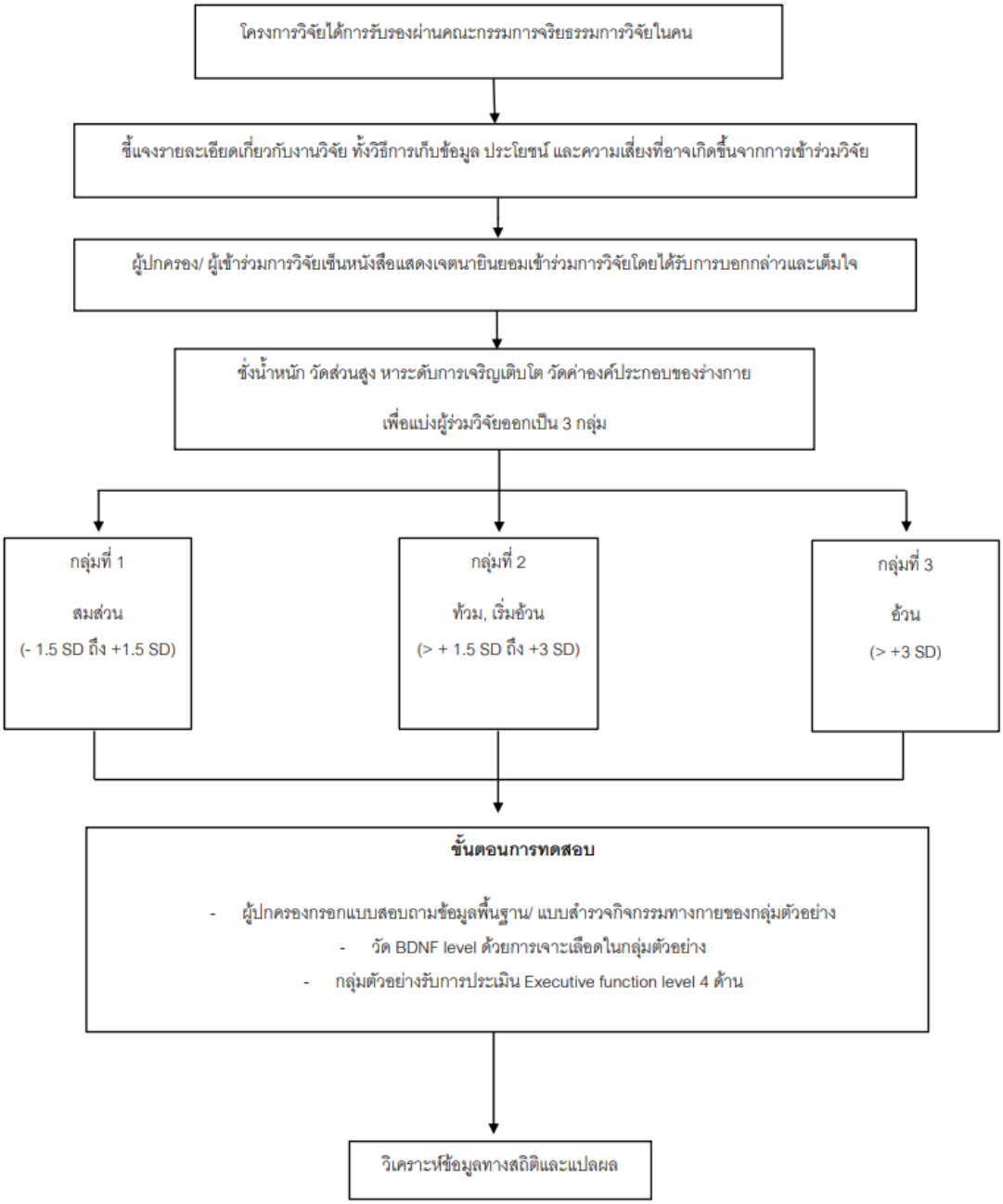
ภาพประกอบ 19 วิธีการการทดสอบสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด

5. อุปกรณ์ที่ใช้ในการฝึกโปรแกรมการเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย

5.1 เครื่องแสดงอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor) ยี่ห้อโพลาร์ รุ่นเอฟที 40 (FT40, Polar, Finland) (ภาคผนวก ก) และ Polar Vantage M นาฬิกา GPS มัลติสปอร์ต (Finland) (ภาคผนวก ก) ใช้สำหรับดูอัตราการเต้นของหัวใจ เพื่อควบคุมความหนักในการออกกำลังกาย (intensity) ให้เป็นไปตามระดับความหนัก ที่กำหนดในแต่ละช่วงของการฝึกโปรแกรมการเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย

5.2 เครื่องเสียงและลำโพงสำหรับเปิดเพลงประกอบขณะทำการฝึกโปรแกรมการเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย

แผนภาพสรุปวิธีดำเนินการวิจัย



ภาพประกอบ 20 วิธีดำเนินการวิจัย การศึกษาระยะที่ 1

โดยมีรายละเอียดและระยะเวลาในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ผู้ปกครองทำแบบสอบถามโดยใช้แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานของอาสาสมัครเกี่ยวกับปัจจัยที่ส่งผลต่อระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองจำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาในการตอบ 10-15 นาที โดยผู้ช่วยวิจัยจะทำการชี้แจงรายละเอียดของแบบสอบถามและแจกแบบสอบถามด้วยตนเอง

ภาพประกอบ 21 ผู้ช่วยวิจัยชี้แจงรายละเอียดของแบบสอบถามและแจกแบบสอบถาม

2. การวัดองค์ประกอบของร่างกาย (ใช้เวลา 15 นาที)

ขั้นตอนการประเมินค่าองค์ประกอบของร่างกาย

1. ให้อาสาสมัครขึ้นยืนบนเครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกายด้วยเท้าเปล่าโดยไม่สวมถุงเท้าและเครื่องประดับที่เป็นโลหะหรือสแตนเลส

2. ผู้วิจัยจะทำการกรอกข้อมูลทั่วไป (วัน เดือน ปีเกิด อายุ เพศ) ของอาสาสมัครลงบนเครื่อง เพื่อประมวลผลเป็นรายบุคคล

3. ให้อาสาสมัครจับแขนของเครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกายโดยให้ยืนนิ่ง ๆ ประมาณ 1-2 นาที เพื่อให้เครื่องประมวลผล

4. จากนั้นเครื่องวัดองค์ประกอบของร่างกายจะวิเคราะห์ผลออกมา

- ประเมินอัตราส่วนของรอบเอวต่อสะโพกโดยให้อาสาสมัครอยู่ในท่ายืน เท้า 2 ข้างห่างกันประมาณ 10 เซนติเมตร ผู้วิจัยจะทำการวัดเส้นรอบเอว และเส้นรอบสะโพกด้วยสายวัด

ภาพประกอบ 22 ขั้นตอนการประเมินค่าองค์ประกอบของร่างกาย

3. การประเมินระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง 4 ฐาน ฐานละ 15-20 นาที (ใช้เวลารวม 60 นาที)

1. ประเมินความสามารถในการยับยั้งพฤติกรรม ด้วยสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส

2. ประเมินการเปลี่ยนมุมมองความคิด ความยืดหยุ่นทางความคิด ด้วยเทรลเมคกิ้งเทส

3. ประเมินความจำในการทำงาน ด้วยดิจิตสแปนเทส

4. ประเมินความสามารถในการวางแผน วางกระบวนการขั้นตอนที่จะไปสู่เป้าหมาย ประเมินด้วยทาวเวอร์ออฟลอนดอนเทส

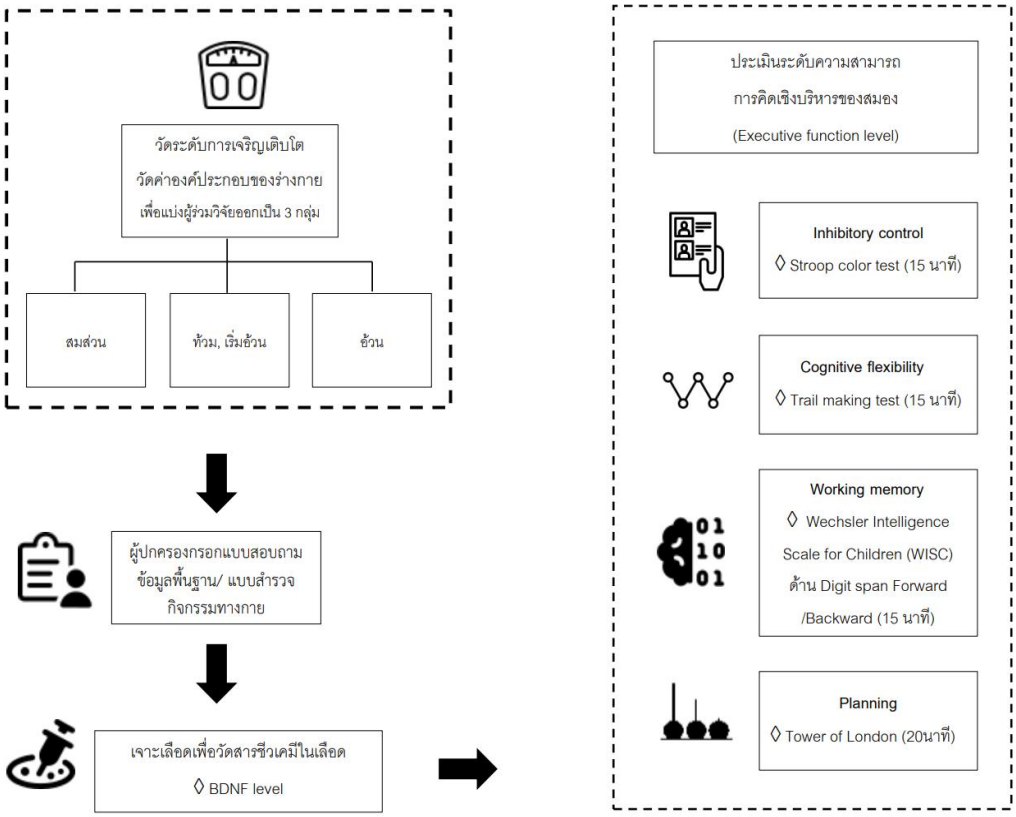
ซึ่งระยะเวลาในการประเมินรวมทุกฐานของอาสาสมัครแต่ละคน ประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที

4. การเจาะเลือด (ใช้เวลาไม่เกิน 15 นาทีต่อ 1 คน)

- วันที่เก็บสารชีวเคมีในเลือด ผู้วิจัยจะทำการนัดหมายกลุ่มอาสาสมัครมาเจาะเลือดในช่วงเช้าวันศุกร์ ซึ่งเป็นช่วงก่อนเข้าเรียน จึงไม่กระทบเวลาการเรียนการสอนเช่นกัน

- ผู้วิจัยทำการเก็บตัวแปรด้านสารชีวเคมีในเลือด เพื่อวัดระดับสารนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมอง ด้วยการเจาะเลือดบริเวณหลอดเลือดดำที่ข้อพับแขนปริมาณ 3 มิลลิลิตร (ครึ่งช้อนชา)

ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล



ภาพประกอบ 23 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล การศึกษาระยะที่ 1

การศึกษาระยะที่ 2

การสร้างโปรแกรมการเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย

1. ผู้วิจัยทำการทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง และปรึกษาผู้เชี่ยวชาญเพื่อออกแบบท่าทางในการฝึกโปรแกรมเต้นให้มีความถูกต้องตามหลักการ โดยครอบคลุมตั้งแต่ช่วงอบอุ่นร่างกาย ช่วงออกกำลังกายต่อเนื่อง และช่วงทำให้ร่างกายเย็นลง เหมาะสมกับลักษณะของกลุ่มตัวอย่าง และคัดเลือกดนตรีที่ใช้ประกอบในการฝึกให้มีความสอดคล้องกับโปรแกรมการฝึก

2. นำท่าการออกกำลังกายให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการฝึกสอนการเต้นและผู้ทรงคุณวุฒิด้านการสร้างโปรแกรมเพื่อพัฒนาทักษะ EF ทั้งหมด 5 ท่าน มาทำการตรวจสอบโปรแกรมและแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญจนโปรแกรมมีความสมบูรณ์แบบมากที่สุด (หาค่าความเที่ยงและความตรงของโปรแกรมที่จะใช้ในการฝึก)

3. ผู้วิจัยทำการวิจัยนำร่อง (pilot study) เพื่อทดสอบว่าโปรแกรมที่จะนำไปใช้มีความเหมาะสม ผสมผสานกันอย่างลงตัวหรือไม่ในภาพรวม ทั้งในเรื่องท่าทาง เพลงประกอบ ซึ่งผู้วิจัยทำการเลือกเพลงประกอบการเต้นที่มีจังหวะเหมาะสม สอดคล้องกับการเคลื่อนไหวในแต่ละช่วง โดยเพลงที่ใช้จะมีความเร็วของจังหวะต่อ 1 นาที (Beat Per Minute: BPM) ที่แตกต่างกันดังนี้ (Monteiro, Almeida, & Bueno Júnior, 2020b)

- เพลงจังหวะช้า 40 bpm ถึง 72 bpm ใช้ในการ วอร์มอัพ คูลดาวน์
- เพลงจังหวะปานกลาง 73 bpm ถึง 120 bpm ใช้ในการฝึกเทคนิคการเต้น
- เพลงจังหวะเร็ว 121 bpm ถึง 208 bpm ฝึกทักษะการเต้น และการด้นสด (เต้นต่อเนื่อง)

และควบคุมความหนักในการออกกำลังกายรักษาระดับอัตราการเต้นของหัวใจให้เป็นไปตามที่กำหนดตลอดช่วงของการออกกำลังกาย โดยจะกำหนดความหนักในการออกกำลังกายที่ระดับ 50-70% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด (เป็นการออกกำลังกายในระดับปานกลางที่เด็กที่มีภาวะอ้วนสามารถทำได้อย่างปลอดภัยและเกิดผลดีต่อระบบต่าง ๆ ของร่างกายตามหลักสรีรวิทยา) ซึ่งจะทำการติดเครื่องแสดงอัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate monitor) ดูอัตราการเต้นของหัวใจ เพื่อควบคุมความหนักในการออกกำลังกาย (intensity) ให้เป็นไปตามระดับความหนัก ที่กำหนดในแต่ละช่วงของการฝึกโปรแกรมการเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย

โปรแกรมการเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยเพื่อพัฒนาระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองและระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมองของเด็กนักเรียนที่มีภาวะอ้วนจะทำการฝึกทั้งหมด 10 สัปดาห์ 3 วันต่อสัปดาห์ วันละ 1 ชั่วโมง โดยมีรายละเอียด ดังนี้

- ขั้นตอนทำความคุ้นเคยกับโปรแกรมการฝึก (familiarization) ทำการฝึกเป็นเวลา 1 สัปดาห์ เพื่อสร้างความคุ้นเคยระหว่างผู้ฝึกสอนและผู้เข้าร่วมการวิจัย รวมไปถึงสร้างความคุ้นเคยกับการเคลื่อนไหวประกอบเพลง การฟังจังหวะเพลง เข้าใจขั้นตอนและองค์ประกอบในการฝึกโปรแกรมเต้น
- ระดับเริ่มต้น (beginner) ทำการฝึกเป็นเวลา 3 สัปดาห์ (สัปดาห์ที่ 2-4) ท่าเต้นในกลุ่มท่าของระดับเริ่มต้น เพื่อฝึกฝนท่าเต้นพื้นฐาน สร้างความคุ้นเคยกับท่าเต้น กำหนดความหนักการออกกำลังกายที่ไม่ต่ำกว่า 50% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด
- ระดับกลาง (intermediate) ทำการฝึกเป็นเวลา 3 สัปดาห์ (สัปดาห์ที่ 5-7) โดยใช้ท่าเต้นในกลุ่มท่าของความยากระดับกลาง เพื่อฝึกฝนท่าที่มีความซับซ้อนมากขึ้น

เข้าใจการเคลื่อนไหวของร่างกายตนเองและเคลื่อนไหวตามผู้ฝึกสอนได้อย่างคล่องแคล่ว แม่นยำมากขึ้น กำหนดความหนักการออกกำลังกายที่ไม่ต่ำกว่า 60% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด

- ระดับสูง (advance) ทำการฝึกเป็นเวลา 3 สัปดาห์ (สัปดาห์ที่ 8-10) ใช้ท่าเต้นที่ความยากระดับสูงโดยเน้นการต่อท่า ทำการเคลื่อนไหวต่อเนื่องและฝึกทำการด้นสด (improvisation) ตามหัวข้อ (theme) ที่ผู้ฝึกสอนกำหนดเพื่อให้กลุ่มตัวอย่างมีอิสระในการเคลื่อนไหว กำหนดความหนักการออกกำลังกายที่ไม่ต่ำกว่า 70% ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด

โปรแกรมการเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยประกอบไปด้วย 6 ช่วง รวมระยะเวลาในการฝึกทั้งหมด 60 นาที ขณะทำการฝึกจะควบคุมอัตราการเต้นของหัวใจด้วยของผู้เข้าร่วมวิจัยด้วย Polar Vantage M นาฬิกา GPS มัลติสปอร์ต (Finland) (โดยรายละเอียดท่าเต้นในแต่ละช่วงอยู่ใน ภาคผนวก ฉ)

ช่วงที่ 1 เกม/ กิจกรรมละลายพฤติกรรม (Game / Ice breaker) 15 นาที

- เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับกลุ่มตัวอย่างทั้งร่างกายและจิตใจ กระตุ้นให้มีความตื่นตัว

- เพื่อพัฒนาความสามารถในการยับยั้งพฤติกรรม (inhibitory control) การกำกับควบคุมตนเอง (self-regulation) ความรู้เนื้อรู้ตัว (body awareness) การรับรู้ด้านมิติสัมพันธ์ (spatial awareness)

ภาพประกอบ 24 เกม/กิจกรรมละลายพฤติกรรม

ช่วงที่ 2 วอร์มอัพพร้อมเสียงดนตรี (Warm up with music) 5 นาที

- เพื่อยืดเหยียดกล้ามเนื้อ อุ่นเครื่องทุกส่วนของร่างกาย ลดความเสี่ยงในการบาดเจ็บขณะฝึกเต้น

- ฝึกการหายใจพร้อมกับจัดระเบียบร่างกาย เคลื่อนไหวให้ถูกต้องเพื่อเพิ่มความรู้เนื้อรู้ตัว รับรู้การทำงานของร่างกาย (body awareness)

ภาพประกอบ 25 วอร์มอัพพร้อมเสียงดนตรี

ช่วงที่ 3 เทคนิค (Technique) 15 นาที

- กระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อและการเต้นของหัวใจให้มีอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดตามความหนักที่กำหนดในแต่ละระดับของการฝึก
- เรียนรู้การต่อท่าและเคลื่อนไหวต่อเนื่องประกอบเพลง
- ฝึกการประสานสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (Coordination)
- ฝึกสมาธิ ความจดจ่อ (Concentration) กระตุ้นความจำใช้งาน (Working memory) ฝึกความสามารถในการยับยั้งพฤติกรรม (inhibitory control) การรับรู้การเคลื่อนไหวร่างกาย (body awareness)

ช่วงที่ 4 ช่วงการฝึกทักษะการเต้น (Drill) 10 นาที

- กระตุ้นการทำงานของกล้ามเนื้อและการเต้นของหัวใจให้มีอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดตามความหนักที่กำหนดในแต่ละระดับของการฝึก
- เรียนรู้การต่อท่าและเคลื่อนไหวต่อเนื่องประกอบเพลง
- ฝึกการประสานสัมพันธ์ของส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย (Coordination)
- ฝึกสมาธิ ความจดจ่อ (Concentration) กระตุ้นความจำใช้งาน (Working memory) ฝึกความสามารถในการยับยั้งพฤติกรรม (inhibitory control) ฝึกทักษะการรับรู้ด้านมิติสัมพันธ์ (spatial awareness)

ภาพประกอบ 26 การฝึกทักษะการเต้น

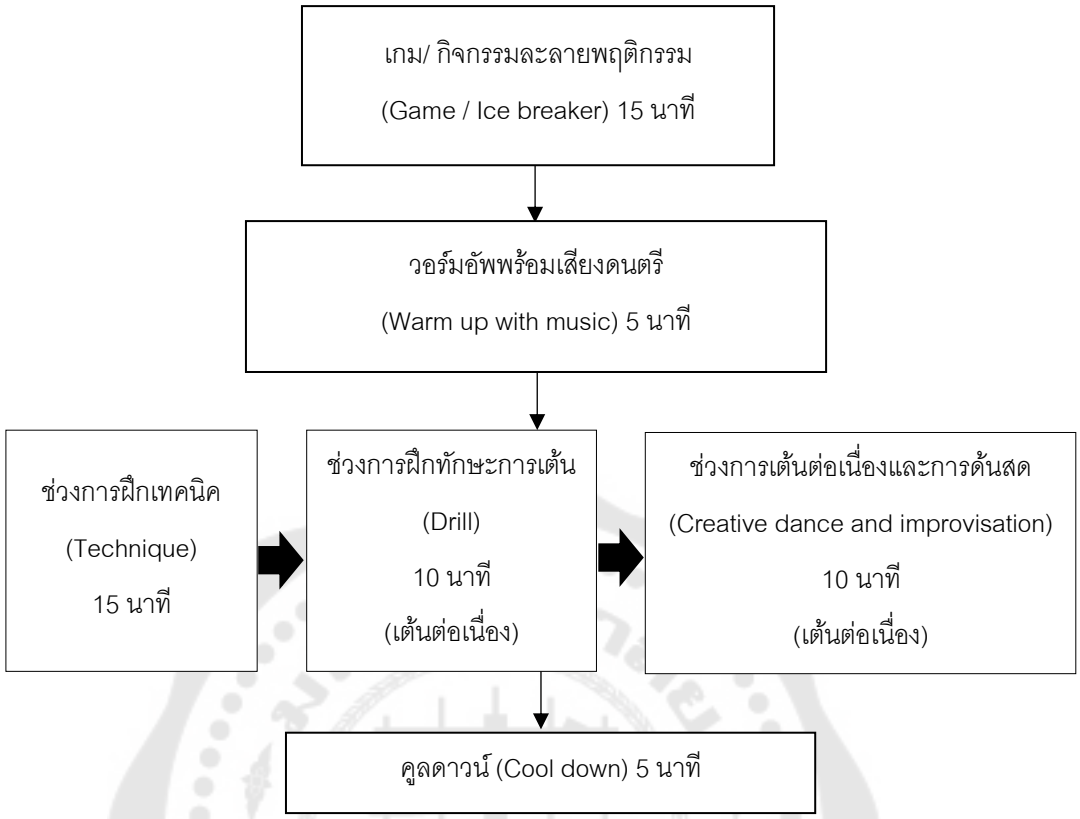
ช่วงที่ 5 ช่วงการเต้นต่อเนื่องและการด้นสด (Dance and improvisation) 10 นาที

- ฝึกการออกแบบท่าเต้นตามหัวข้อ (theme) ที่กำหนด
- เน้นการฝึกทักษะการบริหารชั้นสูงของสมองในด้าน การยืดหยุ่นทางความคิด การปรับเปลี่ยนความคิดเมื่อสถานการณ์เปลี่ยนไป (Cognitive flexibility) การวางแผน (Planning)

ช่วงที่ 6 คูลดาวน์ (Cool down) 5 นาที

- เพื่อยืดเหยียดกล้ามเนื้อ ผ่อนคลายทุกส่วนของร่างกาย

ภาพประกอบ 27 คูลดาวน์



ภาพประกอบ 28 ช่วงการฝึกในการโปรแกรมการเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยวิธีการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ผู้วิจัยทำหนังสือขออนุญาตจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ถึงผู้อำนวยการโรงเรียน เพื่อชี้แจงวัตถุประสงค์ ขั้นตอนการทำวิจัย ขอความร่วมมือในการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ขอความอนุเคราะห์ในการทำวิจัยและขอใช้พื้นที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

2. ทำการคัดเลือกเด็กวัยเรียนที่ผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เพื่อเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยตามที่กล่าวมาข้างต้น โดยผู้วิจัยเข้าแนะนำตัวพร้อมกับชี้แจงให้ทราบถึงวัตถุประสงค์ ประโยชน์ที่จะได้รับ และขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย

3. ผู้สมัครใจเข้าร่วมและมีคุณสมบัติตามเกณฑ์คัดเข้า ได้รับทราบรายละเอียดของการปฏิบัติตัวในการทดสอบและการเก็บข้อมูล และผู้ปกครองลงนามในหนังสือแสดงความยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

4. ผู้วิจัยจัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ในการประเมินตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย พร้อมทั้งจัดเตรียมสถานที่ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลวิจัย

5. ผู้วิจัยจัดสถานที่ทำการอบรมเกี่ยวกับประโยชน์ที่จะได้รับจากการออกกำลังกาย ความรู้เกี่ยวกับการรับประทานอาหาร ประเมินการรับประทานอาหาร โดยชี้แจงรายละเอียดให้กลุ่มตัวอย่างและผู้ปกครองเป็นผู้บันทึกการรับประทานอาหารประจำวัน และแบบประเมินพฤติกรรมการบริโภคอาหารของเด็กอายุ 6 - 13 ปี (สำนักโภชนาการ กรมอนามัย, 2555) (ภาคผนวก จ) โดยจะได้ค่าคะแนนพฤติกรรมการบริโภคอาหาร (คะแนน) โดยเกณฑ์การให้คะแนน คือ หากปฏิบัติจะได้ 1 คะแนน และถ้าไม่ปฏิบัติจะได้ 0 คะแนน

6. กลุ่มตัวอย่างและผู้ปกครองกรอกข้อมูลในแบบประเมินความพร้อมก่อนการออกกำลังกายสำหรับเด็ก (ภาคผนวก ข) และทำแบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่างรวมไปถึงตอบข้อคำถามเกี่ยวกับระดับการศึกษาของผู้ปกครอง รายได้ ความสัมพันธ์ในครอบครัว ลักษณะกิจกรรมกิจกรรมที่ทำร่วมกันในครอบครัว (เพื่อตัดตัวแปรแทรกซ้อนที่ส่งผลต่อระดับการคิดเชิงบริหารของสมอง) (ภาคผนวก ค)

7. ให้กลุ่มตัวอย่างมาทำการทดสอบ ณ ห้องประชุมของโรงเรียน ที่ควบคุมอุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส มีผู้ช่วยวิจัย และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ จำนวนทั้งสิ้น 3 คน เป็นผู้ควบคุมดูแล ก่อนการทดสอบทุกครั้ง ผู้เข้าร่วมวิจัยจะต้องพักผ่อนอย่างน้อย 8 ชั่วโมง รายละเอียดของการดำเนินการ ดังนี้

7.1 เมื่อผู้เข้าร่วมวิจัยมาถึง ณ สถานที่ทดสอบ จะทำการพักเป็นเวลา 15 นาที หลังจากนั้นจะได้รับการประเมินตัวแปรด้านสรีรวิทยาพื้นฐานเพื่อความปลอดภัยในการทดสอบแต่ละฐาน ได้แก่ อัตราการเต้นของหัวใจขณะพัก ความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว (Systolic blood pressure) ขณะพัก และความดันโลหิตขณะคลายตัว (Diastolic blood pressure) ขณะพัก

7.2 ทำการประเมินตัวแปรต่าง ๆ ในกลุ่มตัวอย่าง ดังต่อไปนี้

7.2.1 ชั่งน้ำหนัก (Weight) วัดส่วนสูง (Height)

7.2.2 วัดค่าองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition)

7.2.3 วัดอัตราส่วนของรอบเอวต่อรอบสะโพก (WHR)

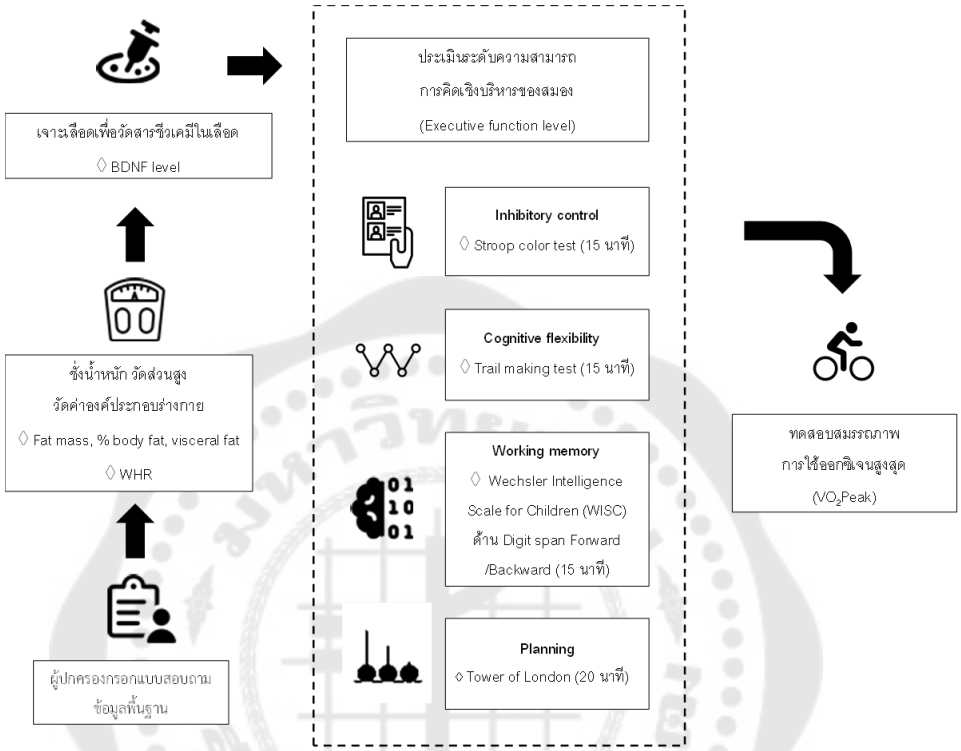
7.2.4 เจาะเลือดเพื่อวิเคราะห์หาสารชีวเคมีในเลือด ได้แก่

- ระดับสารนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF level)

7.2.5 ระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) 4 ด้าน

7.2.6 ระดับสมรรถภาพการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2peak)

โดยรายละเอียดในการประเมินทุกตัวแปรได้อธิบายอย่างละเอียดไปในหัวข้อที่ 2 (เครื่องมือที่ใช้การวิจัยและวิธีการประเมินตัวแปรในงานวิจัย)



ภาพประกอบ 29 ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

8. หลังจากทำการประเมินตัวแปรในระยะก่อนเริ่มทำการฝึกตามโปรแกรม (Pre-test) ผู้วิจัยจะทำการแบ่งกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม ด้วยวิธีการสุ่มอย่างง่าย (simple randomization) ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

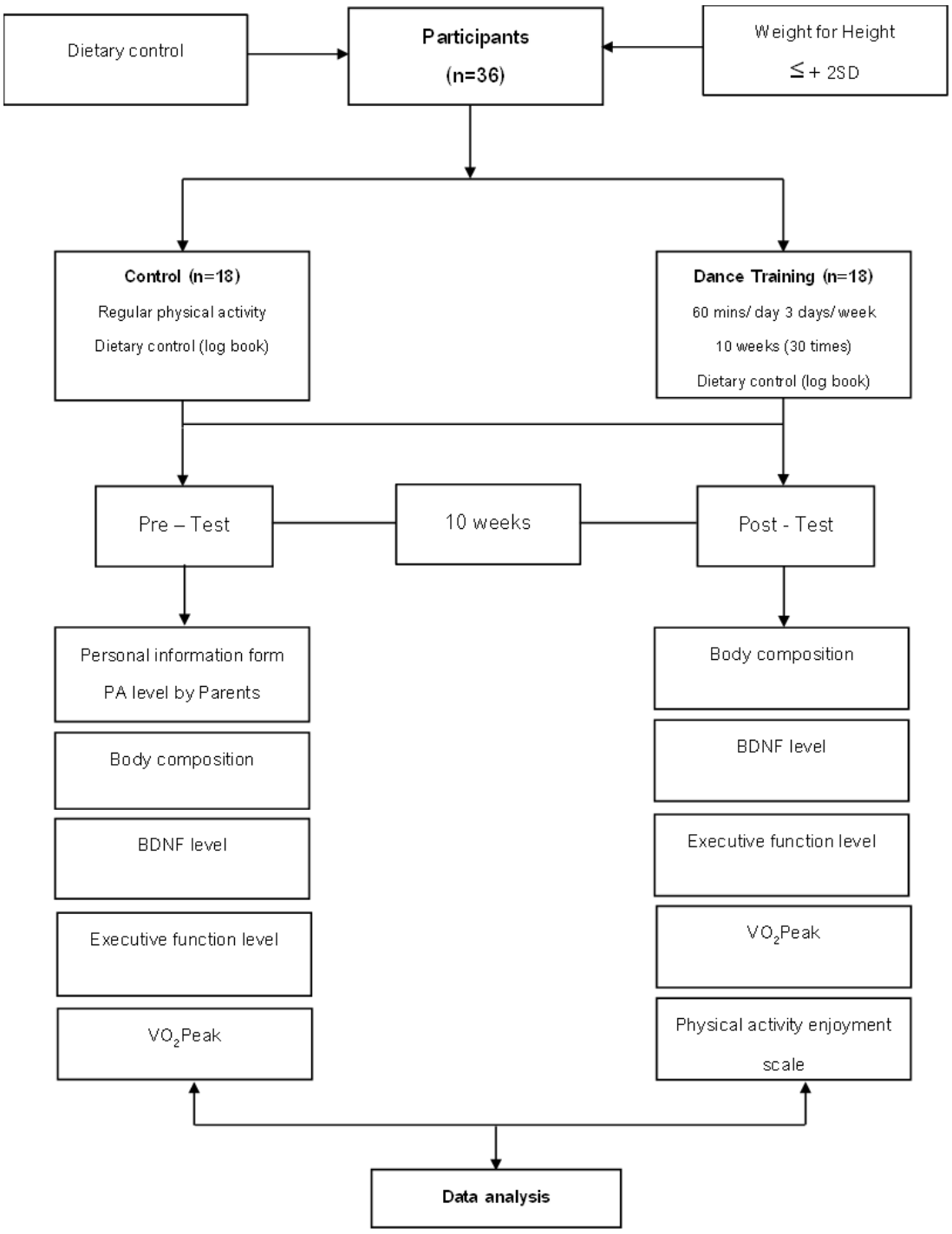
9. โดยกลุ่มทดลอง (Training group) จำนวน 18 คน ได้เข้าร่วมโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย ในวันจันทร์ พุธ และศุกร์ ระยะเวลารวม 10 สัปดาห์ โดยผู้วิจัยต้องชี้แจงวิธีการเตรียมตัวก่อนการฝึกตามโปรแกรม และการปฏิบัติตัวระหว่างช่วงที่เข้าร่วมงานวิจัยให้กับกลุ่มตัวอย่าง ผู้ปกครองและครู ส่วนกลุ่มควบคุม (Control group) จำนวน 18 คน ใช้ชีวิตประจำวันปกติตามปกติ ไม่ได้รับโปรแกรมออกกำลังกายแต่ได้รับคำแนะนำเรื่องกิจกรรมทางกายและการรับประทานอาหารในระหว่างที่เข้าร่วมวิจัย

10. ผู้วิจัยดำเนินการฝึกโปรแกรมการเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยให้กับกลุ่มทดลองตามกระบวนการวิจัยที่วางแผนไว้ และติดตามให้กลุ่มควบคุมทำการจด

บันทึกการรับประทานอาหาร และย้ำเตือนให้งดเว้นการทำกิจกรรมทางกายที่นอกเหนือไปจากกิจวัตรประจำวันที่เคยให้ข้อมูลไว้ก่อนเริ่มการวิจัย

11. เมื่อเสร็จสิ้นการฝึกโปรแกรมการเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยสำหรับเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน ผู้วิจัยจะทำการนัดหมายกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มเพื่อเข้ารับการประเมินตัวแปรต่าง ๆ ในงานวิจัยภายหลังการฝึก (Post-test) ด้วยกระบวนการเดียวกับที่ใช้ในการเก็บตัวแปรก่อนเริ่มการฝึกโปรแกรม (Pre-test) แต่ในกลุ่มทดลองจะเพิ่มขั้นตอนในการตอบแบบแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมวิจัยที่มีต่อกิจกรรมการออกกำลังกาย (Physical activity enjoyment scale) เพื่อดูระดับความรู้สึกสนุกสนานที่กลุ่มตัวอย่างมีต่อโปรแกรมที่ใช้ฝึก (ภาคผนวก ฉ)

12. ทำการวิเคราะห์ข้อมูล และสรุปผลการวิจัย รวมถึงจัดทำชุดข้อมูลและโปรแกรมการเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยสำหรับเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วนที่แก้ไขเสร็จสมบูรณ์ส่งให้โรงเรียนและคลินิกเด็กอ้วนที่เข้าร่วมโครงการวิจัยเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป



ภาพประกอบ 30 วิธีดำเนินการวิจัย การศึกษาระยะที่ 2

3. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษาระยะที่ 1

การจัดการและการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกมาดำเนินการตามกระบวนการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Version 26 (IBM Corporation, 2019) ดังนี้

1. หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) ระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 3 กลุ่ม คือ อาสาสมัครเด็กวัยเรียนกลุ่มน้ำหนักตามเกณฑ์สมส่วน เริ่มอ้วน และมีภาวะอ้วน

2. วิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรตาม ด้วยสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation Coefficient)

3. สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณร่วมแบบทางเดียว (1-way Multivariate Analysis of Variance : MANOVA)

4. วิเคราะห์จำแนกกลุ่ม (Descriptive Discriminant Analysis: DDA) เพื่อ

(a) ตรวจสอบว่ามีความแตกต่างระหว่างกลุ่มทั้งสาม (น้ำหนักตามเกณฑ์สมส่วน เริ่มอ้วน และมีภาวะอ้วน) ในตัวแปรตามรวม (composite dependent variable) สำหรับ BDNF และ EF

(b) ประเมินว่าตัวแปรตามใดที่สังเกตเห็นมีส่วนช่วยให้เกิดค่าองค์ประกอบ (composite) ทั้งหมด

การศึกษาระยะที่ 2

การจัดการและการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยนำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกมาดำเนินการตามกระบวนการวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป IBM SPSS Version 26 (IBM Corporation, 2019) ดังนี้

1. วิเคราะห์ความเป็นโค้งปกติของข้อมูล (Test of Normality) ของกลุ่มตัวอย่างด้วย การใช้สถิติ Skewness อ้างอิงตาม the rule of thumb โดยมีค่าอยู่ในช่วง + 1.96

2. วิเคราะห์ความแปรปรวนของชุดข้อมูลด้วยสถิติ Box's Test of Equality of Covariance Matrices

3. วิเคราะห์ความเท่ากันระหว่างกลุ่มข้อมูลทั้ง 2 กลุ่ม ในช่วงเวลาก่อนการฝึกด้วยสถิติ Independence Sample t-test

4. หาค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) ระดับองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม คือ อาสาสมัครกลุ่มทดลอง (Dance) และกลุ่มควบคุม (Control) ใน 2 ช่วงเวลา คือ ก่อนการทดลอง (Pre-test) และหลังการทดลอง (Post-test)

5. วิเคราะห์ค่าความสัมพันธ์ของตัวแปรตาม ด้วยสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation Coefficient)

6. วิเคราะห์ผลของการฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยของกลุ่มอาสาสมัคร (กลุ่มเต้น - กลุ่มควบคุม) และผลของเวลาการฝึก (ก่อน - หลัง) ที่มีต่อตัวแปรตาม โดยใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณร่วมแบบสองทาง (2 way Multivariate Analysis of Covariance : 2-way MANOVA) หากพบปฏิสัมพันธ์ ระหว่างกลุ่ม และ / หรือ เวลาการฝึกจะแยกทดสอบแต่ละตัวแปรด้วยวิธี Hotelling 's T^2 เพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบบตัวแปรเดียว (UNIVARIATE) หากพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จะดำเนินการวิเคราะห์ทางสถิติด้วยวิธีเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน ด้วยการวิเคราะห์สถิติ Independent Samples t-test และ/ หรือ วิเคราะห์ค่าเฉลี่ยภายในกลุ่มระหว่างช่วงเวลาก่อนและหลังการฝึกโปรแกรมด้วยการวิเคราะห์สถิติ Pair Samples t-test

7. กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการศึกษาระยะที่ 1

ตาราง 6 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง และข้อมูลผู้ปกครอง การศึกษาระยะที่ 1

		กลุ่มน้ำหนักสมส่วน n = 22	กลุ่มเริ่มอ้วน n = 22	กลุ่มอ้วน n = 22
เพศ	ชาย n = 30	10	10	10
	หญิง n = 36	12	12	12
ระดับการศึกษาผู้ปกครอง	ประถมศึกษา หรือต่ำกว่า	10	7	5
	มัธยมศึกษา หรือ ปวช.	7	7	11
	ปวส.	2	2	1
	ปริญญาตรีหรือสูงกว่า	1	3	1
รายได้ครอบครัว	น้อยกว่า 3,000 บาท	7	1	6
	3,000-10,000 บาท	9	8	8
	10,001-30,000 บาท	4	8	3
	มากกว่า 30,000 บาท	0	2	1

ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 6 แสดงข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง และข้อมูลผู้ปกครอง โดยกลุ่มตัวอย่างจำนวน 66 คน ที่ผ่านเกณฑ์คุณสมบัติการคัดเข้า เป็นเพศชาย 30 คน เพศหญิง 36 คน แบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ด้วยระดับการเจริญเติบโต คือ กลุ่มน้ำหนักตามเกณฑ์สมส่วน 22 คน (ชาย = 10 คน หญิง = 12 คน) กลุ่มเริ่มอ้วน 22 คน (ชาย = 10 คน หญิง = 12 คน) และกลุ่มอ้วน 22 คน (ชาย = 10 คน หญิง = 12 คน) ผู้ปกครองของกลุ่มอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม มีระดับการศึกษาสูงสุดและรายได้เฉลี่ยของครอบครัวตามรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 7

จากนั้นผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณทางเดียว (1-way MANOVA) โดยใช้วิเคราะห์ความแตกต่างในตัวแปรตามต่าง ๆ ของกลุ่ม

(น้ำหนักตามเกณฑ์สมส่วน, เริ่มอ้วน และอ้วน) และใช้การวิเคราะห์จำแนกเชิงพรรณนา (DDA) เพื่อดำเนินการเปรียบเทียบภายหลัง (a post-hoc analysis) สำหรับทดสอบว่ามีความแตกต่างของกลุ่มระหว่างระดับเกณฑ์การเจริญเติบโต (Thai growth rate: TGR) ทั้งสามระดับในตัวแปรตามสำหรับระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง(EF) และระดับนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และทำการวัดผลว่าตัวแปรตามตัวใดที่มีส่วนทำให้เกิดความแตกต่างในองค์ประกอบ(composite)ทั้งหมดนั้น

ผลการวิเคราะห์ได้ทำการทดสอบสมมติฐานเบื้องต้น ด้วย boxplot โดยใช้สถิติ Shapiro – Wilk พบว่าตัวแปรตามทั้งหมดมีการแจกแจงในรูปแบบปกติ ($p > .05$)

ตาราง 7 ข้อมูลค่าเฉลี่ย, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษา

ระดับการเจริญเติบโต	น้ำหนักสมส่วน	เริ่มอ้วน	อ้วน	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษา			
ตัวแปรที่ศึกษา	ค่าเฉลี่ย (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	ค่าเฉลี่ย (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	ค่าเฉลี่ย (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	1	2	3	4
อายุ	10.27(1.07)	10.11(1.05)	10.47(1.12)				
1. น้ำหนัก (กิโลกรัม)	32.01 (7.25)	42.98 (10.54)	59.36 (9.81)	-			
2. ส่วนสูง (ซม.)	139.00 (9.46)	141.79 (10.19)	148.72 (8.21)	.73	-		
3. ดัชนีมวลกาย (กก./ ม.^{2})	16.38 (1.98)	21.48 (2.14)	27.02 (4.84)	.93	.45	-	
4. เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (%)	18.92 (2.44)	25.44 (2.07)	35.76 (5.96)	.68	.42	.69	-
5. อัตราส่วนรอบเอวต่อรอบสะโพก	.83 (.08)	.88 (.04)	.96 (.06)	.51	.20	.59	.62

จากตารางที่ 7 แสดงสถิติเชิงพรรณนาสำหรับคุณลักษณะผู้เข้าร่วมและตัวแปรตาม ซึ่งแยกตามตัวแปรอิสระ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญในตัวแปรอายุระหว่างกลุ่มทั้งสาม ($p > .05$) และจากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติ 1-way MANOVA พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่ม TGR ทั้งสามกลุ่ม (น้ำหนักตามเกณฑ์สมส่วน, เริ่มอ้วน และอ้วน) เมื่อรวมตัวแปรด้านองค์ประกอบของร่างกาย (body composition) ทั้งหมดเข้าด้วยกัน (ส่วนสูง, ค่าดัชนีมวลกาย, เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย และอัตราส่วนของรอบเอวต่อรอบสะโพก) สถิติทดสอบ Pillai's trace =. 80 F (8, 178) = 14.72, p < 0.001, partial eta = .40 สถิติทดสอบ Box's M (115.04) มีนัยสำคัญ, p < 0.001 ดังตารางที่ 8

ตาราง 8 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม TGR ที่มีต่อตัวแปรด้านองค์ประกอบของร่างกาย ด้วยสถิติ 1-way MANOVA

ตัวแปร	F	p-value	Partial Eta^2	Power
องค์ประกอบของร่างกาย	14.72	.001	.40	.80

ทั้งนี้การตรวจสอบความเป็นเชิงเส้นด้วยสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation Coefficient) พบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์คือ .20 ถึง. 93 และเนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักตัวและค่าดัชนีมวลกาย (BMI) มีค่าเป็นบวกสูง (r = .93) จึงใช้ BMI สำหรับการทดสอบทางสถิติด้วย 1-way MANOVA เพื่อหลีกเลี่ยงภาวะร่วมเส้นตรงเชิงพหุ (multi - collinearity)

ตาราง 9 ข้อมูลค่าเฉลี่ย, ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน, และความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษา

ระดับการเจริญเติบโต	น้ำหนักสมส่วน	เริ่มอ้วน	อ้วน	ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษา			
ตัวแปรที่ศึกษา	ค่าเฉลี่ย (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	ค่าเฉลี่ย (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	ค่าเฉลี่ย (ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน)	1	2	3	4
1. BDNF (ng/ml)	4540.37 (764.33)	4564.20 (1497.00)	4285.21 (1007.01)	-			
2. ToL (คะแนน)	102.29 (4.32)	102.01 (3.38)	97.50 (6.40)	.29	-		
3. TMT (วินาที)	84.27 (33.81)	91.29 (25.46)	94.54 (36.08)	-.04	.02	-	
4. SCWT (คะแนน)	41.42 (9.32)	42.98 (10.62)	47.75 (8.82)	-.03	-.36	-.27	-
5. DS (คะแนน)	6.45 (1.20)	7.22 (1.14)	7.37 (1.16)	-.07	-.27	.32	-.27

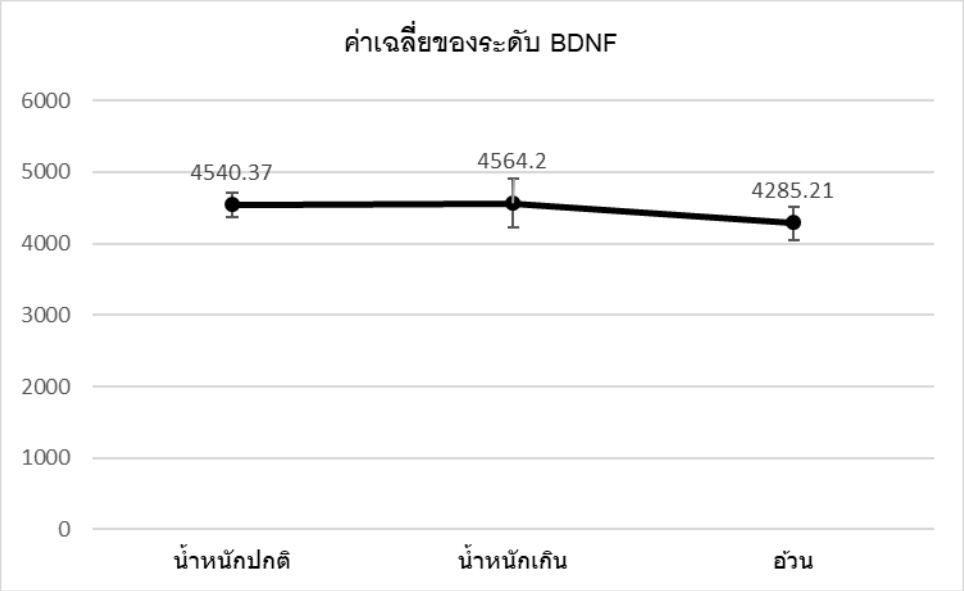
หมายเหตุ: BDNF = Brain-derived neurotrophic factor; TOL = Tower of London; TMT = Trail-making test; SCWT = Stroop and color word test; DS = Digit span

จากตารางที่ 9 แสดงสถิติเชิงพรรณนาสำหรับตัวแปร BDNFและ EF จากนั้นผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณ (1-way MANOVA) พบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างระดับการเจริญเติบโตทั้งสามกลุ่ม (น้ำหนักตามเกณฑ์สมส่วน, เริ่มอ้วน และอ้วน) ในตัวแปรรวม (BDNF, TOL, TMT, SCWT และ DS) Wilks'Lambda = .69 F (10,146) = 2.94, p < .01, partial eta = .19 สถิติทดสอบ Box's M (48.39) ไม่มีนัยสำคัญที่ $p > .05$ ดังแสดงในตารางที่ 10

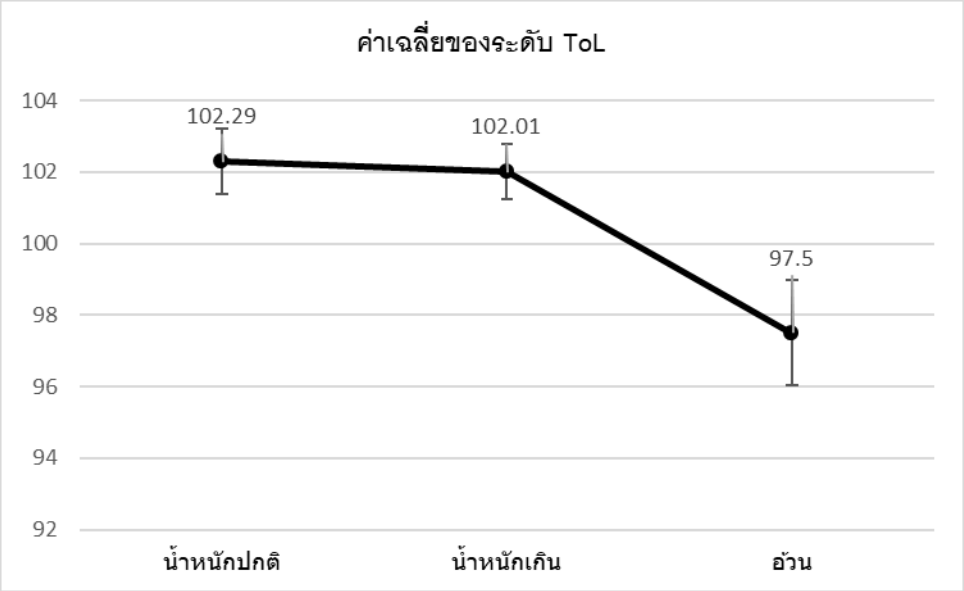
ตาราง 10 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่ม TGR ที่มีต่อตัวแปร BDNF และ EF ด้วยสถิติ 1-way MANOVA

ตัวแปร	F	p-value	Partial Eta^2	Power
BDNF และ EF	2.94	.01	.19	.69

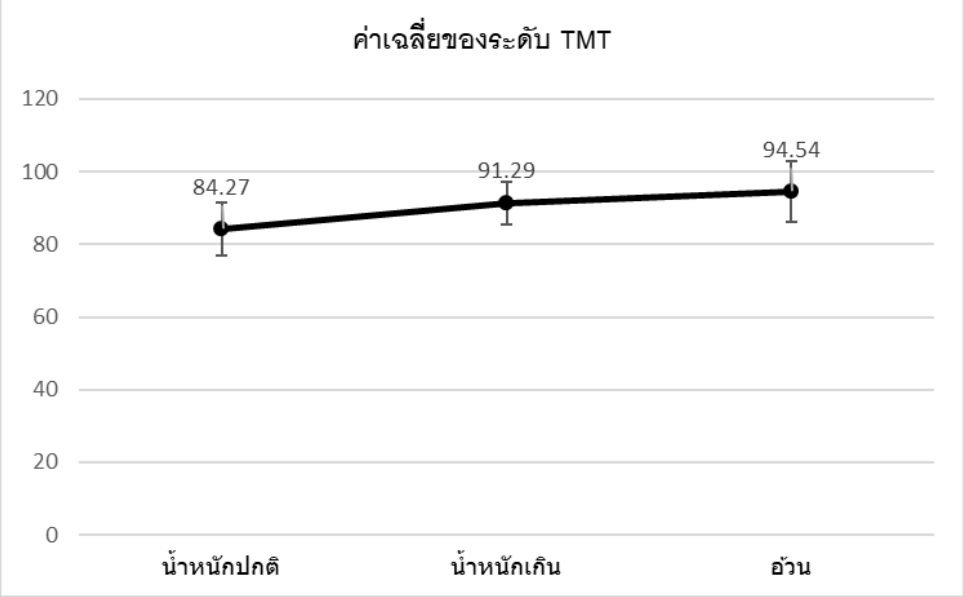
ภาพประกอบ 31-35 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานของตัวแปรตามแต่ละตัวในกลุ่มระดับการเจริญเติบโตของอาสาสมัครทั้งสามกลุ่ม



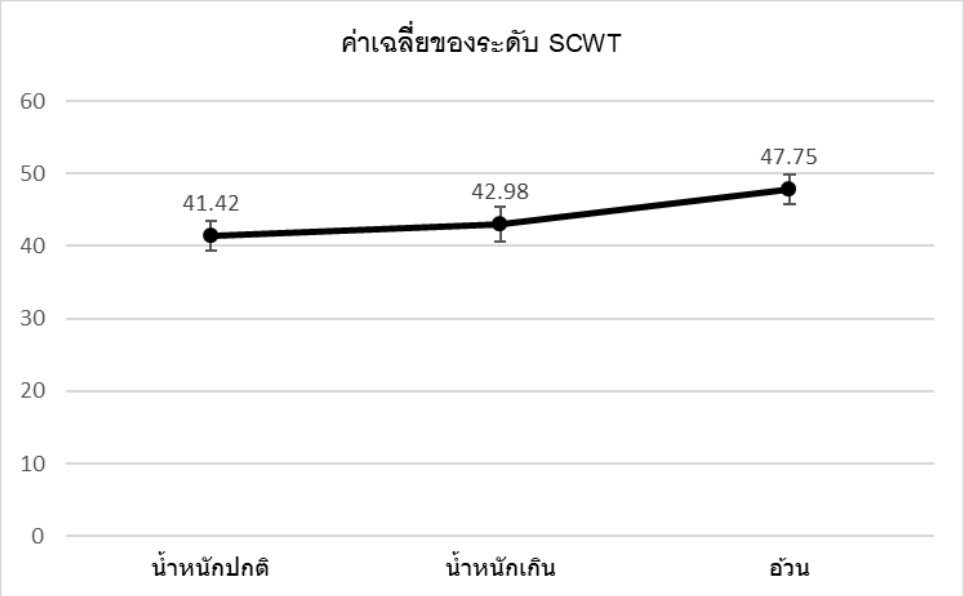
ภาพประกอบ 31 ค่าเฉลี่ยของระดับ BDNF และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน



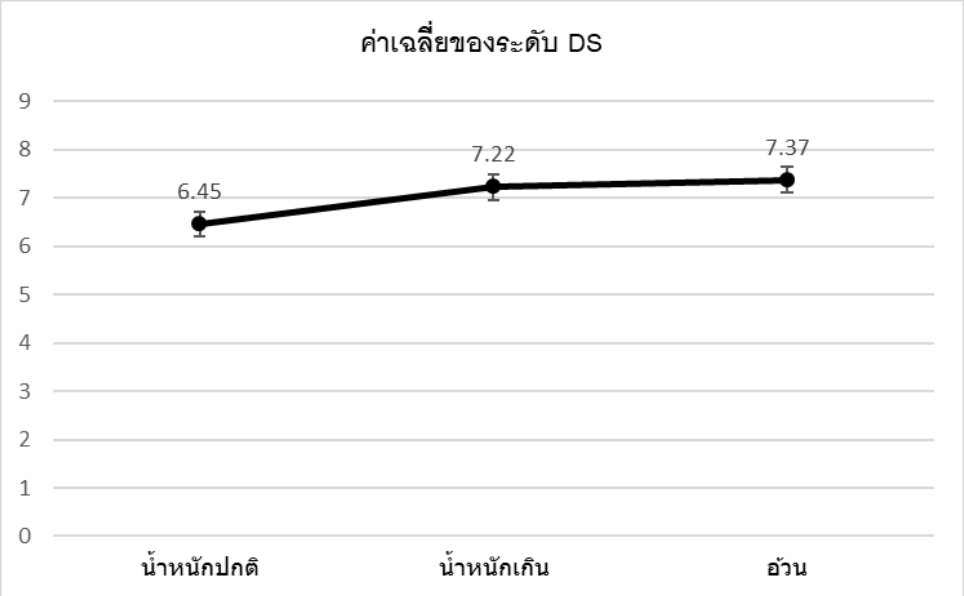
ภาพประกอบ 32 ค่าเฉลี่ยของระดับ ToL และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน



ภาพประกอบ 33 ค่าเฉลี่ยของระดับ TMT และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน



ภาพประกอบ 34 ค่าเฉลี่ยของระดับ SCWT และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน



ภาพประกอบ 35 ค่าเฉลี่ยของระดับ DS และค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐาน

ตาราง 11 ข้อมูลสหสัมพันธ์คาโนนิคอล (Canonical correlations), ค่าเป็นสัมประสิทธิ์ของตัวแปรจำแนกมาตรฐาน (standardized discriminant coefficients), และค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคาโนนิคอลกับตัวแปรเดิม (structure coefficients) ของตัวแปรตาม

	R_c^2	SDCs	r_s	r_s^2
ค่าองค์ประกอบของร่างกาย				
	.78			
ส่วนสูง		.14	.25	.06
ดัชนีมวลกาย		.42	.61	.37
เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย		.68	.81	.66
อัตราส่วนของรอบเอวต่อรอบสะโพก		.34	.48	.23
BDNF และ EF				
	.27			
BDNF		-.08	-.19	.04
ToL (คะแนน)		-.45	-.69	.48
TMT (วินาที)		.61	.21	.04
SCWT (วินาที)		.58	.51	.26
DS (คะแนน)		.49	.52	.27

หมายเหตุ: R_c^2 = squared canonical correlation (inverse of Wilks' lambda);
SDCs = standardized discriminant coefficients; r_s = structure coefficients;
r_s^2 = squared structure coefficients

จากตารางที่ 11 ซึ่งทำการวิเคราะห์ตัวแปรตามด้านองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) และตัวแปรตามด้าน BDNF และ EF เพื่อระบุว่าตัวแปรตามใดมีส่วนทำให้เกิดความแตกต่างของกลุ่ม โดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรคาโนนิคอลกับตัวแปรเดิม (structure coefficients) และค่าสัมประสิทธิ์ฟังก์ชันมาตรฐาน (standardized function coefficients)

จากการวิเคราะห์ตัวแปรตามด้านองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ทั้งหมด พบว่า เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายมีความสัมพันธ์ที่แข็งแกร่งที่สุดกับค่าองค์ประกอบ (composite) และให้ค่าสัมประสิทธิ์โครงสร้างเท่ากับ .81 เมื่อนำค่านี้มายกกำลังสองจะสามารถระบุได้ว่า

เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายมีสัดส่วนประมาณ 66 % ของความแปรปรวนในองค์ประกอบ (composite)ทั้งหมด จึงสามารถแปลผลได้ว่าความแตกต่างของผลรวมตัวแปรตามทั้งหมด ส่วนใหญ่เป็นผลมาจากเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ตามมาด้วยบทบาทจากค่าดัชนีมวลกาย อัตราส่วนของรอบเอวต่อรอบสะโพก และส่วนสูงตามลำดับ นอกจากนี้ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแปรตามด้านองค์ประกอบของร่างกาย สถิติทดสอบ Wilks's lambda = .21, (x^2 (8) = 138.37, p < .001, R_c^2 = .78 ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าตัวแปรด้านองค์ประกอบของร่างกายที่จำแนกระหว่างกลุ่มระดับการเจริญเติบโตมีค่าน้อยกว่า 1 % ของความแปรปรวนใน composite ดังนั้นจึงไม่นำมาแปลผล

จากตารางที่ 11 ซึ่งทำการวิเคราะห์ตัวแปรตามด้านความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) และระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ จากตัวแปรตามทั้ง 5 ตัว TOL มีความสัมพันธ์ที่แข็งแกร่งที่สุดกับค่าองค์ประกอบ (composite) ทั้งหมด และให้ค่าสัมประสิทธิ์โครงสร้าง (structure coefficient) เท่ากับ - .69 เมื่อนำค่านี้มายกกำลังสองจะสามารถระบุได้ว่า TOL คิดเป็นประมาณ 48% ของความแปรปรวนใน องค์ประกอบ (composite) ทั้งหมด จากค่า DS (r_s = .52, r_s^2 = .27), และ SCWT (r_s = .51, r_s^2 = .67) และเนื่องจากค่าสัมประสิทธิ์โครงสร้างสำหรับ BDNF และ TMT มีค่าเข้าใกล้ 0 จึงไม่นำผลการวิเคราะห์มาแปลผลทางสถิติ เนื่องจากไม่ได้มีบทบาทโดยตรงต่อความแตกต่างของกลุ่มในคอมโพสิตสังเคราะห์ (synthetic composite) โดยสรุปความแตกต่างของตัวแปรตามด้าน BDNF และ EFเป็นผลมาจากตัวแปร TOL เป็นส่วนใหญ่ ตามด้วยบทบาทจากตัวแปร DS และ SCWT ตามลำดับ

ตาราง 12 ข้อมูลค่าศูนย์กลางของกลุ่มระดับการเจริญเติบโต, ระดับนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF)

(Group centroids for synthetic composite for children's characteristics, BDNF, and EF)

	Centroids	95% CI
	Body composition	
น้ำหนักสมส่วน	-2.88	[-3.23, -2.53]
เริ่มอ้วน	-1.02	[-1.32, -.72]
อ้วน	1.56	[1.24, 1.88]
	BDNF และ EF	
น้ำหนักสมส่วน	-.87	[-1.24, -.50]
เริ่มอ้วน	-.30	[-.81, .19]
อ้วน	.51	[.17, .84]

จากตารางที่ 12 แสดงการวิเคราะห์ค่าข้อมูลศูนย์กลาง (centroids) ของข้อมูลตัวแปรด้านองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition)และ BDNF, EF โดยการจะพิจารณาว่าอาสามัคร กลุ่มใดที่มีความแตกต่างกันในองค์ประกอบ(composite)นี้ สามารถแปลผลได้โดยการใช้สถิติวิเคราะห์ค่าข้อมูลศูนย์กลาง (centroids) และความแปรปรวนแบบทางเดียว (one way ANOVA) ในการทดสอบความแตกต่างระหว่าง centroids ของกลุ่ม โดยมีระดับการเจริญเติบโตเป็นตัวแปรอิสระ และตัวแปรตามทั้งหมดเป็นคะแนนฟังก์ชันจำแนก (discriminate function scores)

จากการวิเคราะห์พบว่าค่าองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ของเด็กที่อยู่ในกลุ่มน้ำหนักสมส่วนและเริ่มอ้วนมีค่าศูนย์กลางข้อมูล (centroids) ต่ำกว่ากลุ่มที่มีภาวะอ้วนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นัยสำคัญตามลำดับ ($p < .001$) แปลผลได้ว่ากลุ่มน้ำหนักสมส่วนและเริ่มอ้วนมีเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ค่าดัชนีมวลกาย อัตราส่วนของรอบเอวต่อรอบสะโพก และส่วนสูง ต่ำกว่ากลุ่มที่มีภาวะอ้วนตามทิศทางของค่าสัมประสิทธิ์โครงสร้าง (structure coefficients)

สำหรับตัวแปรด้านความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) เนื่องจากเด็กที่อยู่ในกลุ่มน้ำหนักสมส่วนและเริ่มอ้วน มีค่าศูนย์กลางข้อมูล (centroids) ตามทิศทางของค่าสัมประสิทธิ์

โครงสร้างของกลุ่มต่ำกว่ากลุ่มที่มีภาวะอ้วนอย่างมีนัยสำคัญ ($p < .001$) จึงสามารถแปลผลได้ว่ากลุ่มที่มีน้ำหนักตามเกณฑ์สมส่วนมีค่าคะแนนในการทดสอบ TOL สูงกว่า แต่ในทางกลับกันพบว่ากลุ่มที่มีน้ำหนักตามเกณฑ์สมส่วนมีค่าคะแนนในการทดสอบ DS และ SCWT น้อยกว่ากลุ่มที่มีภาวะอ้วน จากการตรวจสอบความแตกต่างระหว่างค่าศูนย์กลางข้อมูล (centroid)

ผลการศึกษาระยะที่ 2

1. **ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง**

1.1ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง และข้อมูลผู้ปกครอง

กลุ่มตัวอย่างจำนวน 35 คน ที่ผ่านเกณฑ์คุณสมบัติการคัดเข้า เป็นเพศชาย 25 คน เพศหญิง 10 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ด้วยวิธีการสุ่มแบบจับฉลาก คือ กลุ่มทดลอง 17 คน (ชาย = 14 คน หญิง = 3 คน) และกลุ่มควบคุม 18 คน (ชาย = 11 คน หญิง = 7 คน) ผู้ปกครองของกลุ่มอาสาสมัครทั้ง 3 กลุ่ม มีระดับการศึกษาสูงสุด และรายได้เฉลี่ยของครอบครัวดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 13

ตาราง 13 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง และข้อมูลผู้ปกครอง การศึกษาระยะที่ 2

กลุ่ม		กลุ่มควบคุม n = 18	กลุ่มทดลอง n = 17
เพศ	ชาย n = 25	11	14
	หญิง n = 10	7	3
ระดับการศึกษาสูงสุดของผู้ปกครอง	ประถมศึกษา หรือต่ำกว่า	7	3
	มัธยมศึกษา หรือ ปวช.	5	10
	ปวส.	2	1
	ปริญญาตรีหรือสูงกว่า	1	0
รายได้เฉลี่ยต่อเดือนของครอบครัว	น้อยกว่า 3,000 บาท	1	0
	3,000-10,000 บาท	5	2
	10,001-30,000 บาท	6	8
	30,001-50,000 บาท	2	4

1.2 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มทดลอง (Dance group) และกลุ่มควบคุม (Control group) ไม่มีความแตกต่างกัน ยกเว้นตัวแปรความสูง ที่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p = 0.003) ก่อนเข้าร่วมโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย ดังแสดงข้อมูลในตารางที่ 14

ตาราง 14 ข้อมูลทั่วไปค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ก่อนเข้าร่วมโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย (Pre-test) ระหว่างกลุ่ม

ข้อมูลทั่วไป	ก่อนทำการศึกษา				
	กลุ่มทดลอง ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	**กลุ่มควบคุม** ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	Skewness	t	p-value
อายุ (ปี)	10.06±0.23	10.67±0.29	0.210	-1.613	0.116
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	54.08± 2.73	59.19±2.33	0.707	-1.427	0.163
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	144.54±2.05	153.10±1.64	-0.221	-3.267	0.003
ค่าดัชนีมวลกาย (กิโลกรัม/เมตร^2)	24.83±0.71	24.87±0.57	0.630	-0.046	0.963
อัตราส่วนเอวต่อสะโพก	0.97±0.01	0.94±0.06	-0.191	1.337	0.190
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ร้อยละ)	74.56+8.23	80.03+7.76	-0.197	-2.024	0.051

p-value < 0.05 คือ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ผลของโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย

2.1 แสดงค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) % การเปลี่ยนแปลงของตัวแปรตาม ได้แก่ ตัวแปรด้านสรีรวิทยา (Physiological variable) ประกอบด้วย ระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (Brain Derived Neurotrophic Factor: BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (Maximum Oxygen Uptake: VO_2peak) ตัวแปรด้านความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (Executive Function: EF) ประกอบด้วย การยับยั้งพฤติกรรม (Inhibitory Control)

ทำการประเมินด้วยสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (Stroop and color word test: SCWT) การยืดหยุ่นทางความคิด (Cognitive flexibility) ทำการประเมินด้วยเทรลเมคกิ้งเทส (Trail making test: TMT) ความจำใช้งาน (Working Memory) ทำการประเมินด้วยดิจิตสแปนเทส (Digit span test: DS) การวางแผนและการจัดการอย่างเป็นระบบ (Planning) ประเมินด้วยทาวเวอร์ออฟลอนดอน (Tower of London test: ToL) ตัวแปรด้านองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ประกอบด้วย ค่าดัชนีมวลกาย (Body mass index: BMI) และเปอร์เซ็นต์ไขมัน (Percent body fat: %body fat) ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย โดยแสดงข้อมูลในตารางที่ 15

ตาราง 15 ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ของตัวแปรตาม กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังเข้าร่วมโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย

ตัวแปร	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	หลัง–ก่อน	% ความต่าง	หลัง–ก่อน	% ความต่าง
	ค่าเฉลี่ย (ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน)							
BDNF (pg/ml)	3233.01 (915.79)	4034.83 (1183.16)	4036.42 (1512.94)	3253.65 (947.94)	801.82	24.80	-782.77	-19.39
VO_2peak (ml/kg/min)	17.34 (5.89)	20.43 (5.87)	20.95 (3.88)	15.66 (3.09)	3.09	17.82	-5.29	-25.25
SCWT (words)	41.47 (9.05)	56.13 (6.73)	46.88 (10.52)	55.61 (10.42)	14.66	35.35	8.73	18.62
TMT (Sec.)	91.93(22.22)	62.66 (16.91)	87.22 (34.19)	67.66 (24.37)	-29.27	-31.84	-19.56	-22.43
ToL (scores)	100.54 (3.91)	104.31 (2.46)	99.67 (3.7)	101.83 (3.51)	3.77	2.16	0.87	2.48
DS (scores)	6.54 (1.05)	7.33 (0.89)	7.75 (0.87)	7.31 (0.63)	0.79	12.08	-0.44	-5.68
BMI (kg/m^2)	24.83(0.71)	25.45 (3.12)	24.87 (0.57)	25.15 (2.66)	0.62	2.50	0.28	1.13
%Bodyfat (%)	38.29 (5.52)	37.14 (5.25)	39.22 (3.72)	37.81 (3.74)	-1.15	-3.00	-1.41	-3.60

2.2 แสดงค่าความสัมพันธ์ (Correlations: r) ของตัวแปรตาม

ผู้วิจัยทำการทดสอบหาค่าความสัมพันธ์ (Correlations) ของตัวแปรตามด้วยสถิติสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (Pearson Correlation Coefficient) เพื่อทำการทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของข้อมูล ถ้าตัวแปรตามในกลุ่มเดียวกันมีความสัมพันธ์กันระดับปานกลางจะสามารถใช้สถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนแบบพหุคูณ (MANOVA) ได้ ดังแสดงในตารางที่ 16

ตาราง 16 ค่าความสัมพันธ์ (Correlations) ของตัวแปรตาม

ตัวแปร x ตัวแปร	r	p-value (2-tailed)
VO_2peak x BDNF	.356*	.045
TMT x SCWT	-.619**	<0.001
BMI x Percent fat	.575**	<0.001
Fat mass x Visceral fat	.926**	<0.001
Fat mass x Percent fat	.784**	<0.001
Fat mass x BMI	.795**	<0.001
DS x TOL	-.352	.062

p-value < 0.05 คือ มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากตารางที่ 16 พบว่าระดับนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) มีความสัมพันธ์กับอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2peak) (r =.356) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าคะแนนการทดสอบเทรลเมคกิ้ง (Trail Making Test: TMT) มีความสัมพันธ์กับค่าคะแนนการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ด (Stroop and Color Word Test: SCWT) (r= -.619) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) มีความสัมพันธ์กับเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (Percent body fat) (r= .575) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ส่วนตัวแปรด้านปริมาณไขมันในร่างกาย (Fat mass) และปริมาณไขมันหน้าท้อง (Visceral fat) เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (Percent body fat) และค่าดัชนีมวลกาย (BMI) มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงที่ r =.926 r =.784 และ r = .795 ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าระดับ 0.7 จึงไม่นำมาวิเคราะห์ทางสถิติร่วมกัน เนื่องจากถือว่าเป็นตัวแปรเดียวกัน และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตามอื่น ๆ

2.3 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบสองทาง (2-way MANOVA) เพื่อทดสอบผลของโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย และผลของเวลาการฝึกที่มีต่อตัวแปรตามต่าง ๆ ดังนี้

2.3.1 ระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) แสดงในตารางที่ 17 ถึง 25

ตาราง 17 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบสองทาง เพื่อทดสอบผลการฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยที่มีต่อระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และระดับอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2peak) ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

ตัวแปร	F	p-value	Partial Eta^2	Power
กลุ่ม	.070[b]	.933	.005	.060
ช่วงเวลา	1.299[b]	.288	.082	.259
ปฏิสัมพันธ์	25.960[b]	<0.001	.642	1.000

จากตารางที่ 17 พบว่า โปรแกรมการฝึก (กลุ่ม) และช่วงเวลาการฝึก**มีปฏิสัมพันธ์กันต่อตัวแปรตาม** (Wilks' Lambda, F = 25.96, p < .05) ค่าอิทธิผล (Effect size) เท่ากับ .64 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ 1.00 โดยค่าความแปรปรวน-แปรปรวนร่วมของตัวแปรตาม (Dependent Variable) ด้วยสถิติ Box's Test of Equality of Covariance Matrices พบว่า มีความเท่ากัน (Homogeneity of variance-covariance matrices) มีค่า p = 0.138 เนื่องด้วยพบปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมการฝึกและช่วงเวลาการฝึก จึงต้องแยกทดสอบผลของโปรแกรมระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ Hotelling's T^2 (ตารางที่ 18 ถึง 21) และผลของช่วงเวลาการฝึกภายในแต่ละกลุ่ม ด้วยสถิติ Hotelling' s T^2 แบบวัดซ้ำ (ตารางที่ 22 ถึง 25)

ตาราง 18 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มก่อนการฝึก ที่มีต่อระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ด้วยสถิติ Hotelling's T^2

ตัวแปร	F	p-value	Partial Eta^2	Power
กลุ่ม	3.939[b]	.030	.203	.665

จากตารางที่ 18 พบว่า ก่อนการฝึกค่าเฉลี่ยของระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม **มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (**Wilks' Lambda, $F = 3.94$, $p < .05$) ค่าอิทธิผล (Effect size) เท่ากับ .20 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ .66 โดยค่าความแปรปรวน-แปรปรวนร่วมของตัวแปรตาม (Dependent Variable) ด้วยสถิติ Box's Test of Equality of Covariance Matrices พบว่า มีความเท่ากัน (Homogeneity of variance-covariance matrices) มีค่า $p = 0.129$ เนื่องจากพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการฝึก ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ข้อมูลแบบตัวแปรเดียว (Univariate) โดยสามารถแจกแจงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทีละตัวแปรที่ทำการศึกษาได้ดังตารางที่ 19

ตาราง 19 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มก่อนการฝึก ที่มีต่อระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ในแต่ละตัวแปร

ตัวแปร	F	p-value	Partial Eta^2	Power
BDNF_Pre	3.382	.075	.096	.430
VO_2Peak_Pre	5.014	.032	.135	.584

จากตารางที่ 19 พบว่า ก่อนการฝึก ค่าเฉลี่ยของระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม **ไม่มีความแตกต่างกัน** (Wilks' Lambda, $F = 3.38$, $p > .05$) ค่าอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ 0.10 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ .43

ก่อนการฝึก ค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม **มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05** (Wilks' Lambda, $F = 5.01$, $p < .05$) ค่าอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ .14 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ .58

เนื่องจากพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของค่าระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนการฝึก ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ความแตกต่างหลังการฝึกด้วยสถิติความแปรปรวนพหุคูณร่วม (MANCOVA) ด้วยสถิติ Hotelling's T^2 แบบมีตัวแปรร่วม (ตารางที่ 20)

ตาราง 20 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มหลังการฝึกที่มีต่อระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ด้วยสถิติ Hotelling's T^2 แบบมีตัวแปรร่วม

ตัวแปร	F	p-value	Partial Eta^2	Power
กลุ่ม	17.158[b]	<0.001	.560	.999

จากตารางที่ 20 พบว่า หลังการฝึก ค่าเฉลี่ยของระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม **มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05** (Wilks' Lambda, F = 17.16, p < .05) ค่าอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ .56 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ 1.00 โดยค่าความแปรปรวน-แปรปรวนร่วมของตัวแปรตาม (Dependent Variable) ด้วยสถิติ Box's Test of Equality of Covariance Matrices พบว่า มีความเท่ากัน (Homogeneity of variance-covariance matrices) มีค่า p = 0.117 ทั้งนี้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบตัวแปรเดียว (Univariate) สามารถแจกแจงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทีละตัวแปรที่ทำการศึกษาได้ดังตารางที่ 21

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มหลังการฝึกที่มีต่อระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ในแต่ละตัวแปร

ตัวแปร	F	p-value	Partial Eta^2	Power
BDNF_Post	15.910	<0.001	.362	.971
VO_2Peak_Post	26.617	<0.001	.487	.999

จากตารางที่ 21 พบว่าหลังการฝึก ค่าเฉลี่ยของระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม **มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05** (Wilks' Lambda, F = 15.91, p < .05) ค่าอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ .36 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ .97

หลังการฝึก ค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม **มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05** (Wilks' Lambda, F =26.61, p < .05) ค่าอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ .49และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ .99

ตาราง 22 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างภายในกลุ่มทดลองระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกด้วยสถิติ Hotelling' s T^2 แบบวัดซ้ำ

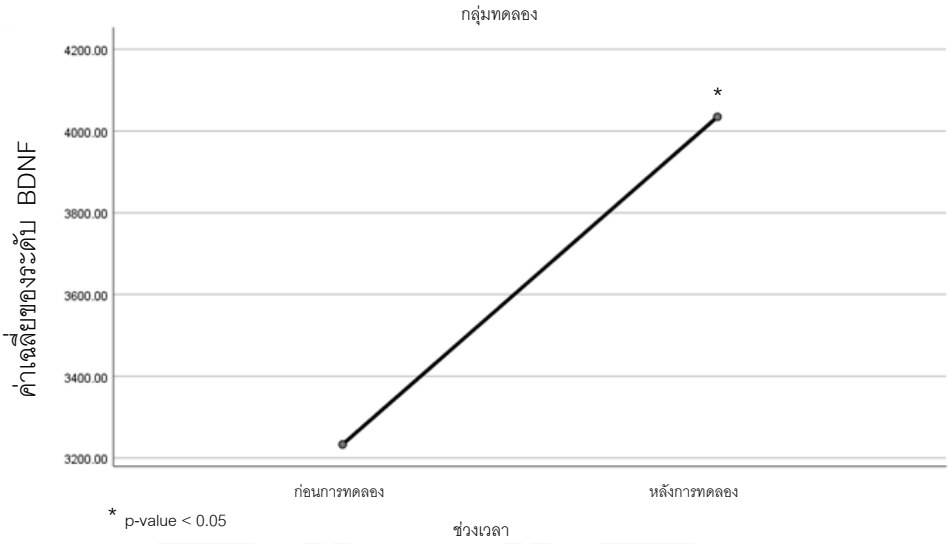
กลุ่ม	F	p-value	Partial Eta^2	Power
กลุ่มทดลอง	10.866^b	.001	.608	.969

จากตารางที่ 22 พบว่า ระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ของกลุ่มทดลอง **มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (**Wilks' Lambda, F = 10.87^b, p < .05) ค่าอิทธิผล (Effect size) เท่ากับ .61 ทั้งนี้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบตัวแปรเดียว (Univariate) สามารถแจกแจงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทีละตัวแปรที่ทำการศึกษาได้ดังตารางที่ 23

ตาราง 23 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังการฝึก

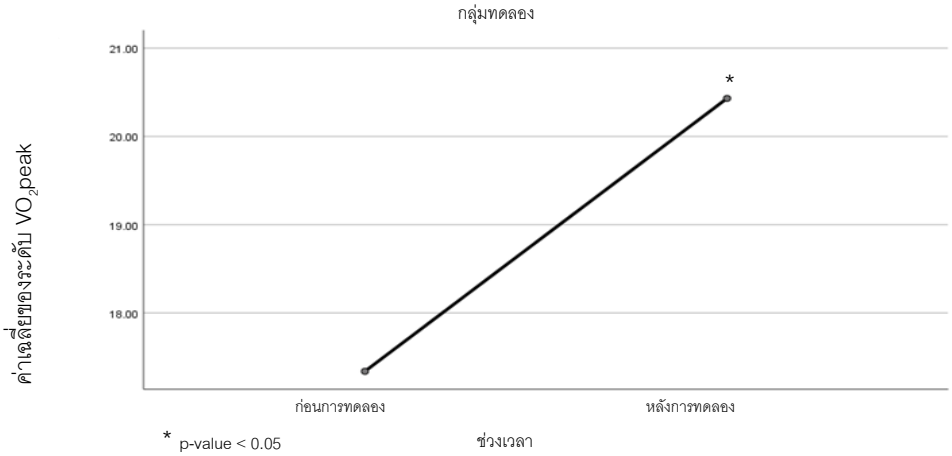
ตัวแปร	F	p-value	Partial Eta^2	Power
BDNF	10.805	.005	.419	.867
VO_2peak	11.208	.004	.428	.878

จากตารางที่ 23 พบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) ของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังการฝึก **มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05** (Greenhouse-Geisser, F = 10.81, p < .05) ค่าอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ .42 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ .87 (ดูภาพประกอบที่ 36)



ภาพประกอบ 36 กราฟค่าเฉลี่ยของระดับ นิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) กลุ่มทดลอง

ค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ของกลุ่มทดลอง ระหว่างก่อนและหลังการฝึก **มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05** (Greenhouse-Geisser, F = 11.21, p < .05) ค่าอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ .43 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ .88 (ดูภาพประกอบที่ 37)



ภาพประกอบ 37 กราฟค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ของกลุ่มทดลอง

ตาราง 24 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างภายในกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกด้วยสถิติ Hotelling' s T^2 แบบวัดซ้ำ

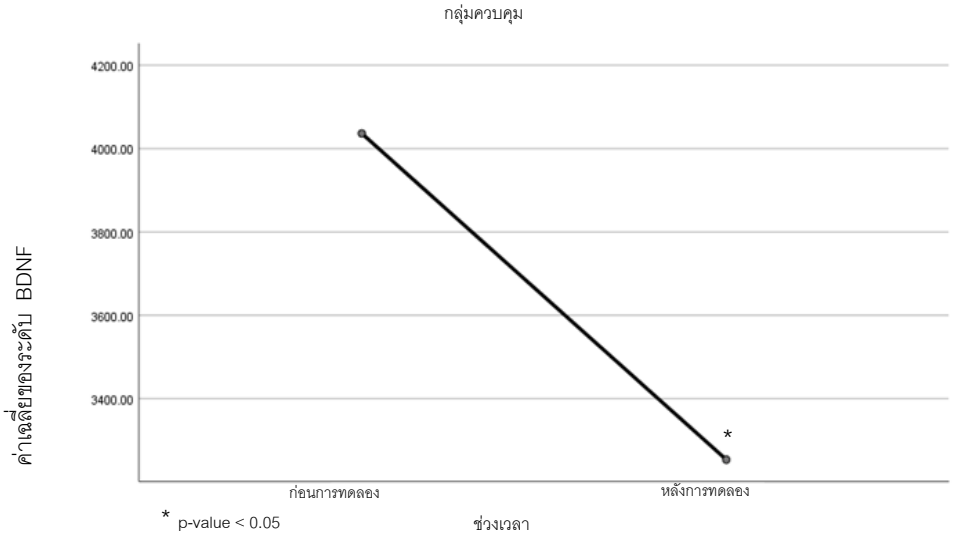
กลุ่ม	F	p-value	Partial Eta^2	Power
กลุ่มควบคุม	15.006[b]	<0.001	.682	.995

จากตารางที่ 24 พบว่า ระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ของกลุ่มควบคุม **มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (**Wilks' Lambda, F = 15.01[b], p < .05) ค่าอิทธิผล (Effect size) เท่ากับ .69 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ 1.00 ทั้งนี้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบตัวแปรเดียว (Univariate) สามารถแจกแจงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทีละตัวแปรที่ทำการศึกษาได้ดังตารางที่ 25

ตาราง 25 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ของกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนและหลังการฝึก

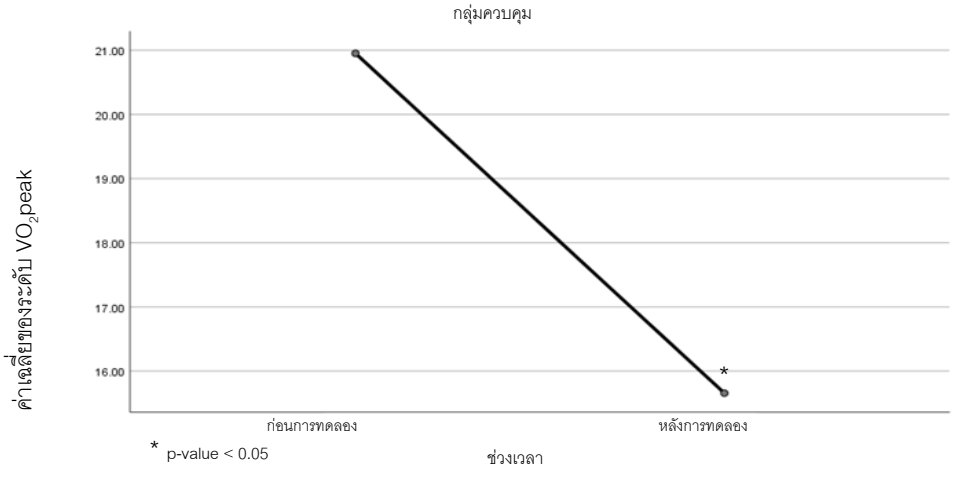
ตัวแปร	F	p-value	Partial Eta^2	Power[a]
BDNF	9.546	.007	.389	.823
VO_2peak	28.610	<0.001	.656	.999

จากตารางที่ 25 พบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) ของกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนและหลังการฝึก **มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05** (Greenhouse-Geisser, F = 10.81, p < .05) ค่าอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ .42 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ .82 (ดูภาพประกอบที่ 38)

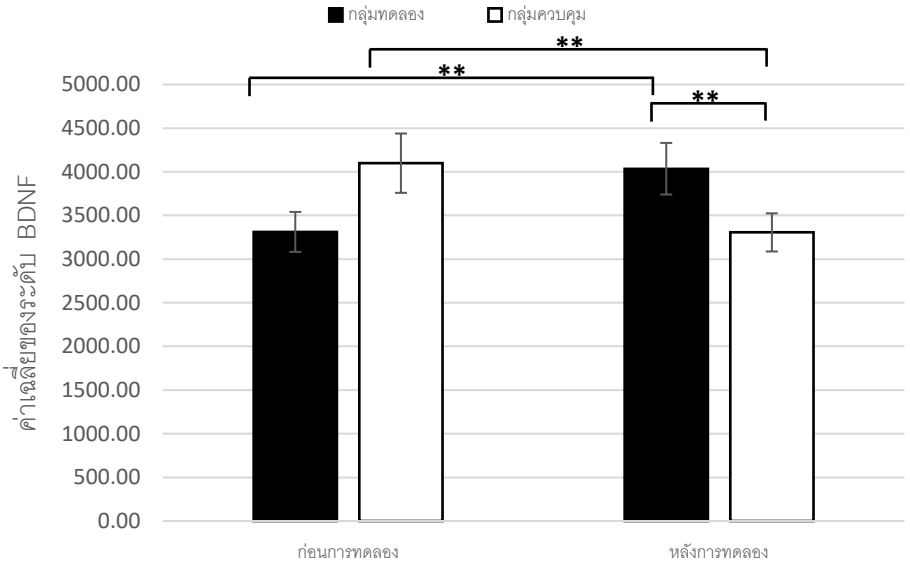


ภาพประกอบ 38 กราฟค่าเฉลี่ยของระดับ นิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) กลุ่มควบคุม

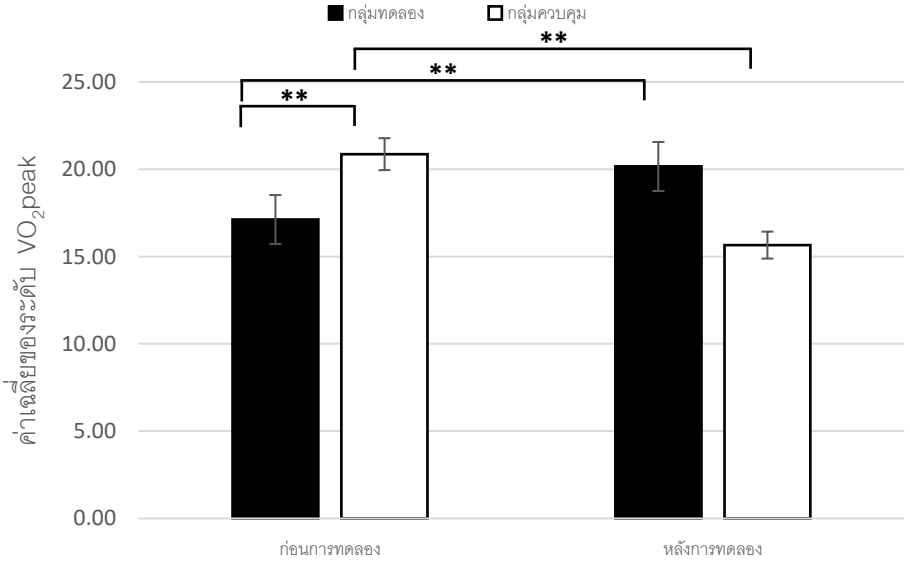
ค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ของกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนและหลังการฝึก **มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ** .05 (Greenhouse-Geisser, F = 28.61, p < .05) ค่าอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ .66 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ .99 (ดูภาพประกอบที่ 39)



ภาพประกอบ 39 กราฟค่าเฉลี่ยของอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ของกลุ่มควบคุม



ภาพประกอบ 40 สรุปผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของตัวแปร BDNF



ภาพประกอบ 41 สรุปผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของตัวแปร VO_2peak

2.3.2 ระยะเวลาในการทดสอบเทรลเมคกิ้งเทส (TMT) และระดับคะแนนในการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (SCWT) แสดงในตารางที่ 26 ถึง 31

ตาราง 26 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบสองทาง เพื่อทดสอบผลการฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยที่มีต่อระยะเวลาในการทดสอบเทรลเมคกิ้งเทส (TMT) และระดับคะแนนในการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (SCWT) ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

ตัวแปร	F	p-value	Partial Eta^2	Power
กลุ่ม	.070[b]	.933	.005	.060
ช่วงเวลา	1.299[b]	.288	.082	.259
ปฏิสัมพันธ์	4.073[b]	.027	.214	.679

จากตารางที่ 26 พบว่า โปรแกรมการฝึก (กลุ่ม) และช่วงเวลาการฝึก**มีปฏิสัมพันธ์กันต่อตัวแปรตาม** (Wilks' Lambda, F = 4.07[b], p < .05) ค่าอิทธิผล (Effect size) เท่ากับ .21 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ.68 โดยค่าความแปรปรวน-แปรปรวนร่วมของตัวแปรตาม (Dependent Variable) ด้วยสถิติ Box's Test of Equality of Covariance Matrices พบว่า มีความเท่ากัน (Homogeneity of variance-covariance matrices) มีค่า p = 0.478 เนื่องด้วย พบปฏิสัมพันธ์ระหว่างโปรแกรมการฝึกและช่วงเวลาการฝึก จึงต้องแยกทดสอบผลของโปรแกรมระหว่างกลุ่มด้วยสถิติ Hotelling's T^2 (ตารางที่ 27 ถึง 28) และผลของช่วงเวลาการฝึกภายในแต่ละกลุ่ม ด้วยสถิติ Hotelling' s T^2 แบบวัดซ้ำ (ตารางที่ 29 ถึง 32)

ตาราง 27 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มก่อนการฝึกที่มีต่อค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการทดสอบเทรลเมคกิ้งเทส (TMT) และระดับคะแนนในการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (SCWT) ด้วยสถิติ Hotelling's T^2

ตัวแปร	F	p-value	Partial Eta^2	Power
กลุ่ม	1.348[b]	.275	.082	.268

จากตารางที่ 27 พบว่า ก่อนการฝึกค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการทดสอบเทรลเมคกิ้งเทส (TMT) และระดับคะแนนในการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (SCWT) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม **ไม่มีความแตกต่างกัน** (Wilks' Lambda, $F = 1.35^b$, $p > .05$) ค่าอิทธิผล (Effect size) เท่ากับ .08 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ .27 โดยค่าความแปรปรวน-แปรปรวนร่วมของตัวแปรตาม (Dependent Variable) ด้วยสถิติ Box's Test of Equality of Covariance Matrices พบว่า มีความเท่ากัน (Homogeneity of variance-covariance matrices) มีค่า $p = .473$

เนื่องจากไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของระยะเวลาในการทดสอบเทรลเมคกิ้งเทส (TMT) และระดับคะแนนในการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (SCWT) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการฝึก ผู้วิจัยจึงทำการวิเคราะห์ความแตกต่างหลังการฝึกด้วยสถิติความแปรปรวนพหุคูณ (MANOVA) ด้วยสถิติ Hotelling's T^2 (ตารางที่ 28)

ตาราง 28 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกลุ่มหลังการฝึกที่มีต่อค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการทดสอบเทรลเมคกิ้งเทส (TMT) และระดับคะแนนในการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (SCWT) ด้วยสถิติ Hotelling's T^2

ตัวแปร	F	p-value	Partial Eta^2	Power
กลุ่ม	$.070^b$	.933	.004	.060

จากตารางที่ 28 พบว่า หลังการฝึกค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการทดสอบเทรลเมคกิ้งเทส (TMT) และระดับคะแนนในการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (SCWT) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม **ไม่มีความแตกต่างกัน** (Wilks' Lambda, $F = .07^b$, $p > .05$) ค่าอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ .004 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ .06 โดยค่าความแปรปรวน-แปรปรวนร่วมของตัวแปรตาม (Dependent Variable) ด้วยสถิติ Box's Test of Equality of Covariance Matrices พบว่า มีความเท่ากัน (Homogeneity of variance-covariance matrices) มีค่า $p = .277$

ตาราง 29 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างภายในกลุ่มทดลองระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกด้วยสถิติ Hotelling' s T^2 แบบวัดซ้ำ

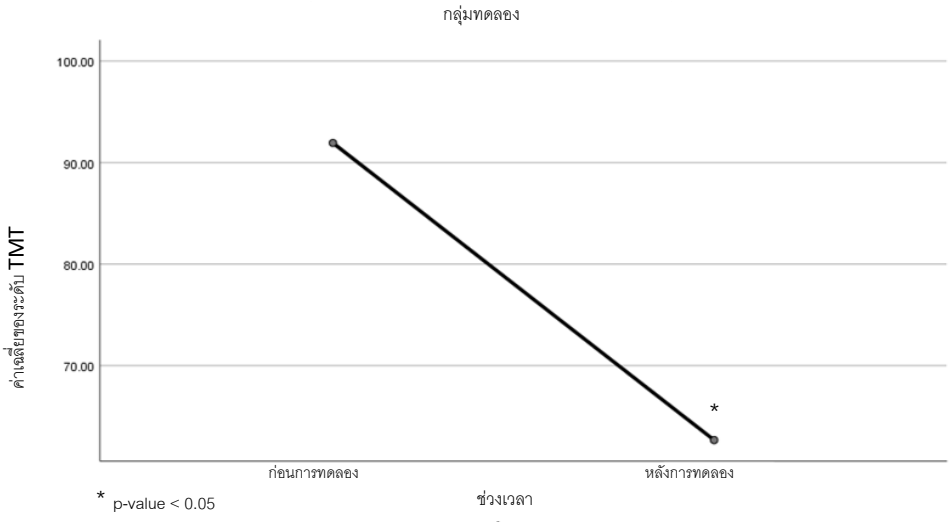
กลุ่ม	F	p-value	Partial Eta^2	Power
กลุ่มทดลอง	35.431 [b]	<0.001	.845	1.000

จากตารางที่ 29 พบว่า ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการทดสอบเทรลเมคกิ้งเทส (TMT) และระดับคะแนนในการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (SCWT) ของกลุ่มทดลอง **มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (**Wilks' Lambda, $F = 35.43^b$, $p < .05$) ค่าอิทธิผล (Effect size) เท่ากับ .86 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ 1.00 ทั้งนี้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบตัวแปรเดียว (Univariate) สามารถแจกแจงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทีละตัวแปรที่ทำการศึกษาได้ดังตารางที่ 30

ตาราง 30 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการทดสอบเทรลเมคกิ้งเทส (TMT) และระดับคะแนนในการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (SCWT) ของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังการฝึก

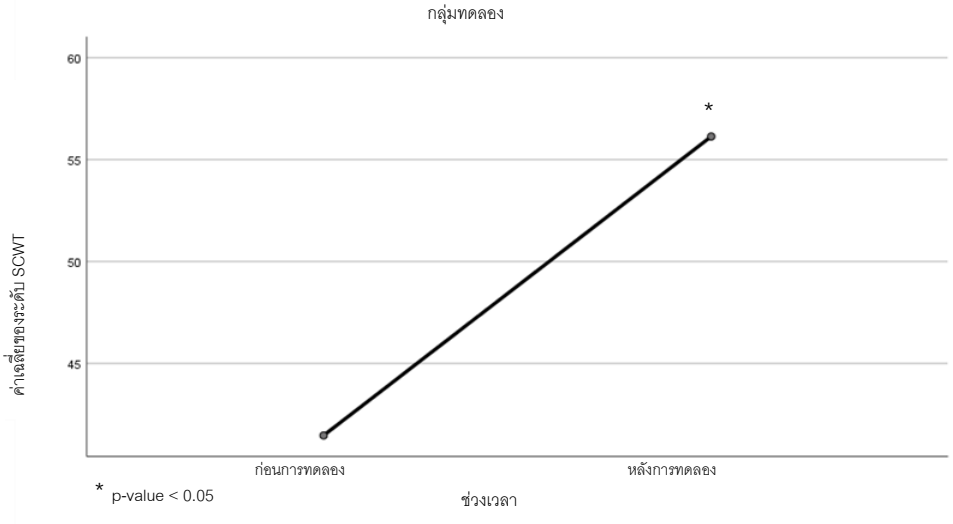
ตัวแปร	F	p-value	Partial Eta^2	Power
TMT	45.898	<0.001	.766	1.00
SCWT	56.941	<0.001	.803	1.00

จากตารางที่ 30 พบว่า ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการทดสอบเทรลเมคกิ้งเทส (TMT) และระดับคะแนนในการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (SCWT) ของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังการฝึก **มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05** (Greenhouse-Geisser, $F = 45.90$, $p < .05$) ค่าอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ .77 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ 1.00 (ดูภาพประกอบที่ 42)



ภาพประกอบ 42 กราฟค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการทดสอบเทรลเมคกิ้งเทส (TMT) ของกลุ่มทดลอง

ค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนในการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (SCWT) ของกลุ่มทดลองระหว่างก่อนและหลังการฝึก **มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05** (Greenhouse-Geisser, F = 56.94, p < .05) ค่าอิทธิพล (Effect size) เท่ากับ .80 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ 1.00 (ดูภาพประกอบที่ 43)



ภาพประกอบ 43 กราฟค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนในการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (SCWT) ของกลุ่มทดลอง

ตาราง 31 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างภายในกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนการฝึกกับหลังการฝึกด้วยสถิติ Hotelling' s T^2 แบบวัดซ้ำ

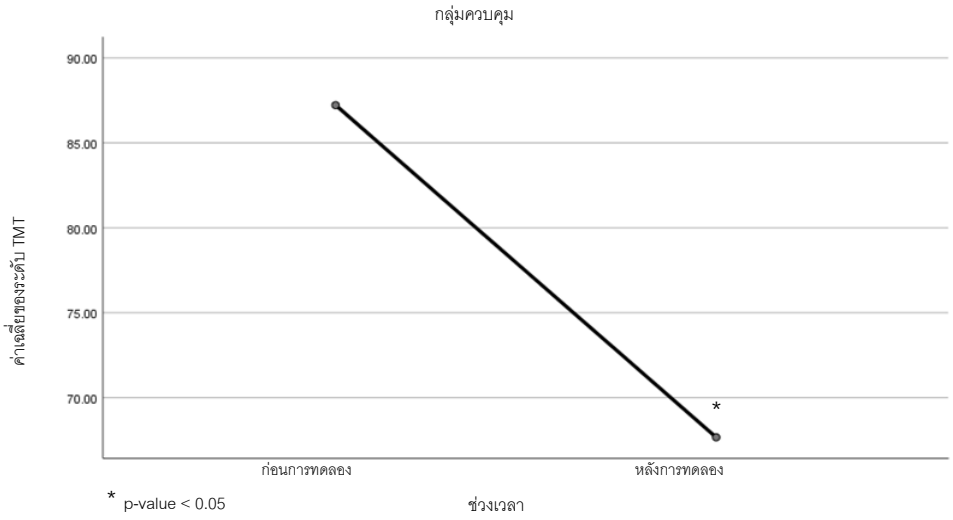
กลุ่ม	F	p-value	Partial Eta^2	Power
กลุ่มควบคุม	33.859 [b]	<0.001	.809	1.000

จากตารางที่ 31 พบว่า ค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการทดสอบเทรลเมคกิ้งเทส (TMT) และระดับคะแนนในการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (SCWT) ของกลุ่มควบคุม **มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (**Wilks' Lambda, F = 33.86[b], p < .05) ค่าอิทธิผล (Effect size) เท่ากับ .81 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ 1.00 ทั้งนี้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบตัวแปรเดียว (Univariate) สามารถแจกแจงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทีละตัวแปรที่ทำการศึกษาได้ดังตารางที่ 32

ตาราง 32 ผลการวิเคราะห์ความแตกต่างค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการทดสอบเทรลเมคกิ้งเทส (TMT) และระดับคะแนนในการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (SCWT) ของกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนและหลังการฝึก

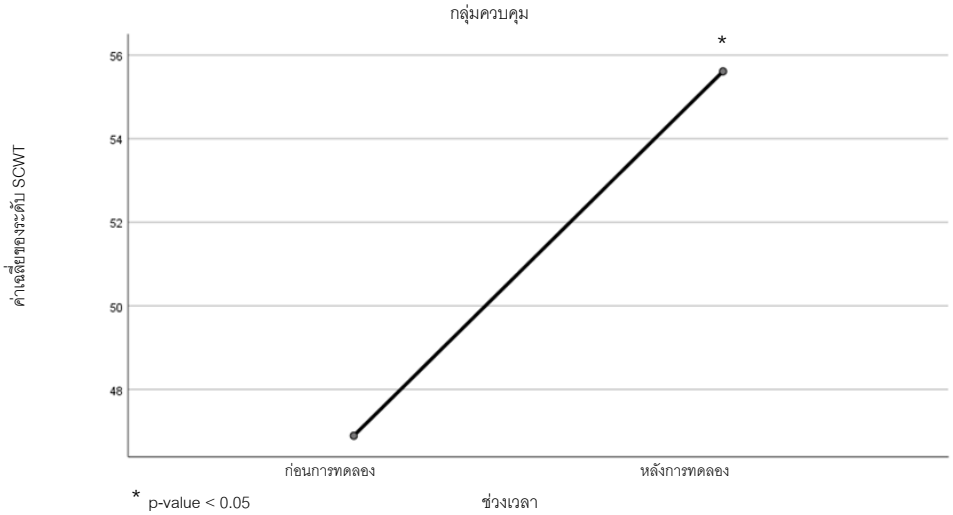
ตัวแปร	F	p-value	Partial Eta^2	Power
TMT	12.612	.002	.426	.917
SCWT	56.446	<0.001	.778	1.000

จากตารางที่ 32 พบว่าค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการทดสอบเทรลเมคกิ้งเทส (TMT) ของกลุ่มควบคุมในช่วงก่อนและหลังการฝึก **มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05** (Greenhouse-Geisser, F = 12.61 , p < .05) ค่า ค่าอิทธิผล (Effect size) เท่ากับ .43 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ .92 (ดูภาพประกอบที่ 44)

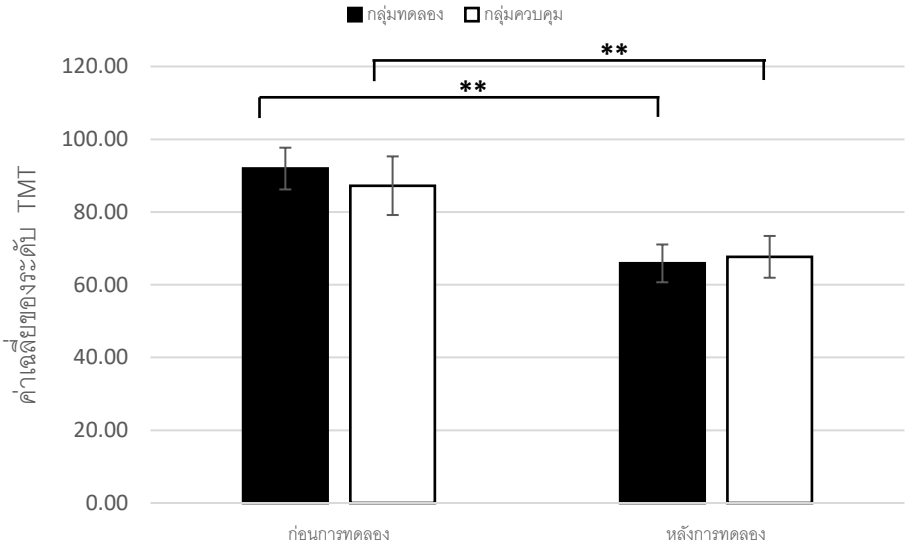


ภาพประกอบ 44 กราฟค่าเฉลี่ยของระยะเวลาในการทดสอบเทรลเมคกิ้งเทส (TMT) ของกลุ่มควบคุม

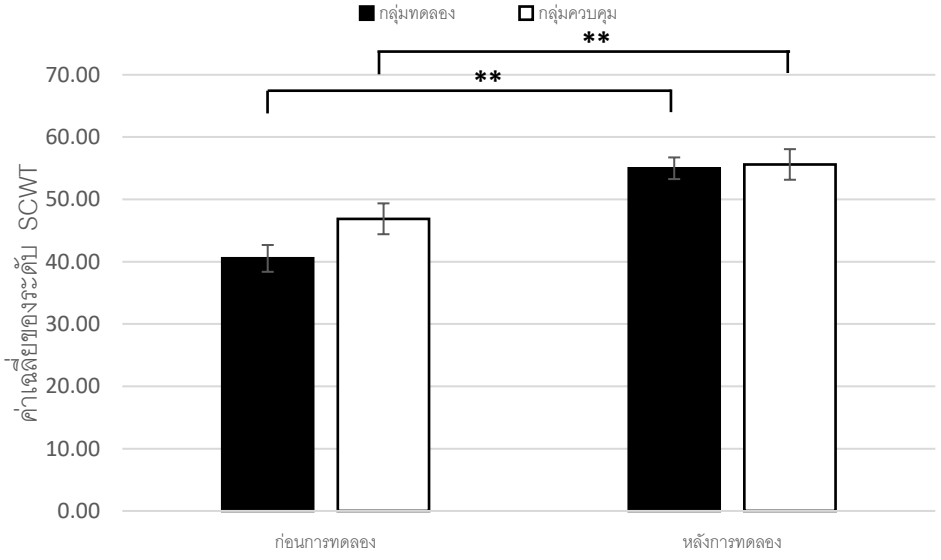
ค่าเฉลี่ยของค่าคะแนนในการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (SCWT) ของกลุ่มควบคุม (control group) ในช่วงก่อนและหลังการฝึก **มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05** (Greenhouse-Geisser, $F = 59.45$, $p < .05$) ค่าอิทธิผล (Effect size) เท่ากับ .78 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ 1.00 (ดูภาพประกอบที่ 45)



ภาพประกอบ 45 กราฟค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนในการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (SCWT) ของกลุ่มควบคุม



ภาพประกอบ 46 สรุปผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของตัวแปร TMT



ภาพประกอบ 47 สรุปผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของตัวแปร SCWT

2.3.3 ระดับคะแนนในการทดสอบทาวเวอร์ออฟลอนดอน (ToL) และระดับคะแนนในการทดสอบดิจิตสแปนเทส (DS) แสดงในตารางที่ 33 ถึง 36

เนื่องจากตัวแปรทั้งคู่ไม่มีความสัมพันธ์กันผู้วิจัยทำการแยกทดสอบด้วยสถิติการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ (2-way ANOVA with repeated measures) ทีละตัวแปร ดังนี้

2.3.3.1 ระดับคะแนนในการทดสอบทาวเวอร์ออฟลอนดอน (ToL)

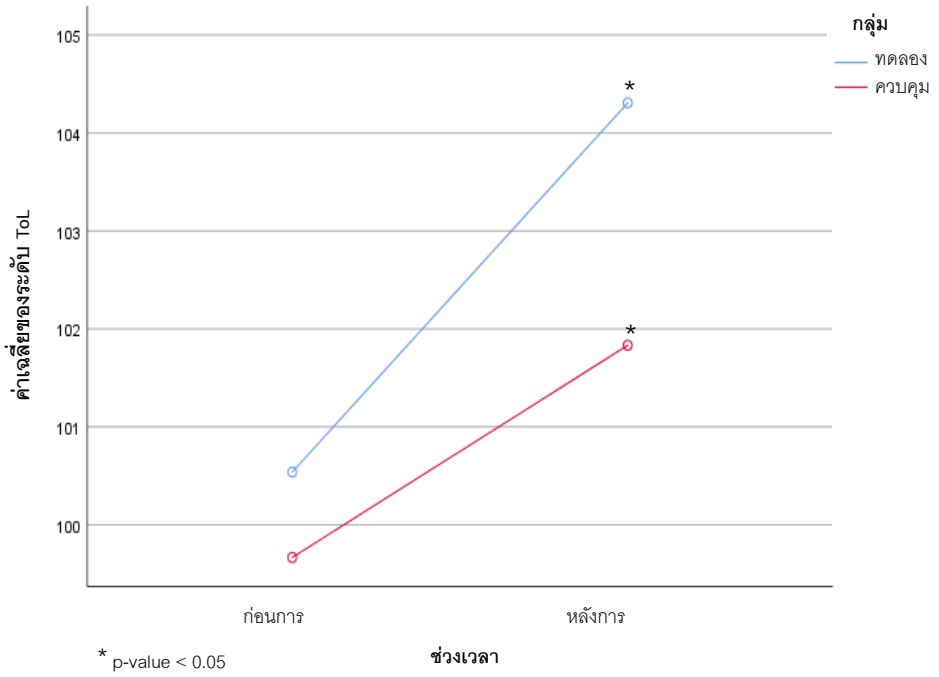
ตาราง 33 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบผลของโปรแกรมการฝึกที่มีต่อการทดสอบทาวเวอร์ออฟลอนดอน (ToL) ระหว่างกลุ่มและระหว่างช่วงเวลาการฝึก

ตัวแปร	F	p-value	Partial Eta^2	Power
กลุ่ม	2.897	.102	.112	.371
ช่วงเวลา	9.542	.005	.293	.841
ปฏิสัมพันธ์	.695	.413	.029	.126

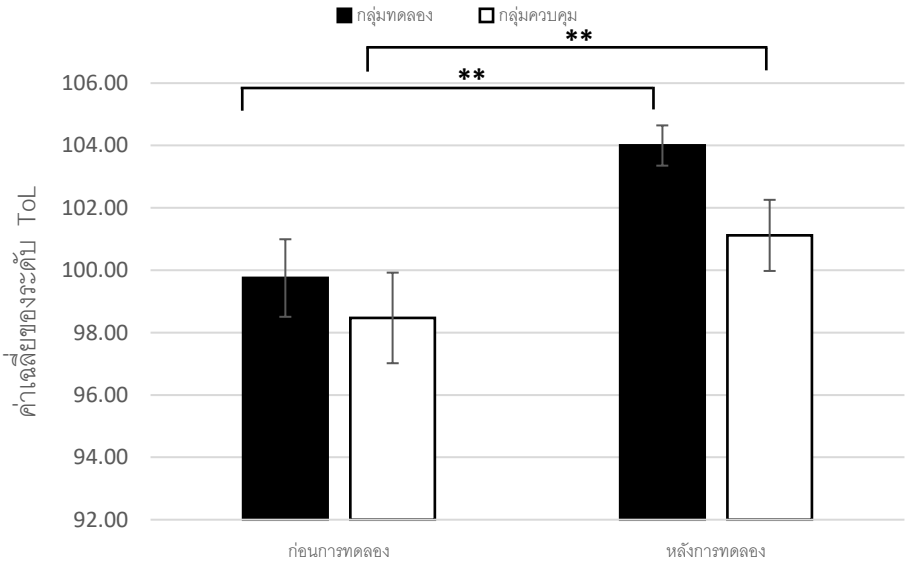
จากตารางที่ 33 พบว่า การฝึก (กลุ่ม) และช่วงเวลาการฝึก (ช่วงเวลา) **ไม่มีปฏิสัมพันธ์**กันต่อตัวแปรตาม ($F = .695$, $p > .05$) ค่าอิทธิผล (Effect size) เท่ากับ .03 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ .13

และในช่วงก่อนและหลังการฝึก ค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนในการทดสอบทาวเวอร์ออฟลอนดอน (ToL) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม **ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05** ($F = 2.897$, $p > .05$) ค่าอิทธิผล (Effect size) เท่ากับ .11 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ .37 (ดูภาพประกอบที่ 48)

แต่ค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนในการทดสอบทาวเวอร์ออฟลอนดอน (ToL) ของทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนและหลังการฝึก **มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05** ($F = 9.546$, $p < .05$) ค่าอิทธิผล (Effect size) ที่ .389 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) ที่ .867 (ดูภาพประกอบที่ 48)



ภาพประกอบ 48 กราฟค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนในการทดสอบทาวเวอร์ออฟลอนดอน (ToL) ระหว่างกลุ่ม และระหว่างช่วงเวลา



ภาพประกอบ 49 สรุปผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของตัวแปร ToL

2.3.3.2 ระดับคะแนนการทดสอบดิจิตสแปน (DS)

ตาราง 34 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบผลของโปรแกรมการฝึกที่มีต่อระดับคะแนนการทดสอบดิจิตสแปน (DS) ระหว่างกลุ่มและระหว่างช่วงเวลาการฝึก

ตัวแปร	F	p-value	Partial Eta^2	Power
กลุ่ม	5.409	.029	.190	.606
ช่วงเวลา	.610	.443	.026	.116
ปฏิสัมพันธ์	6.907	.015	. 231	.711

จากตารางที่ 34 พบว่า การฝึก (กลุ่ม) และช่วงเวลาการฝึก (ช่วงเวลา) มีปฏิสัมพันธ์กันต่อตัวแปรตาม ($F = 6.907$, $p < .05$) ค่าอิทธิผล (Effect size) เท่ากับ .23 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ .71 ผู้วิจัยจึงดำเนินการแยกการทดสอบทีละช่วงเวลา (ก่อน / หลัง) ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยการวิเคราะห์สถิติเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยระหว่างกลุ่มตัวอย่างสองกลุ่มที่เป็นอิสระจากกัน (Independent Samples T-Test) ดังตารางที่ 35

ตาราง 35 ทดสอบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม ด้วยสถิติทีที่เป็นอิสระจากกัน (Independent Samples t-test)

ตัวแปร	Mean	Std. Error Mean	t	p-value
DS_Pre	-1.00000	.32596	-3.068	.005
DS_Post	.02917	.32470	.090	.929

จากตารางที่ 35 พบว่า ก่อนการฝึกค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนการทดสอบดิจิตสแปน (DS) ระหว่างกลุ่มทดลอง (Dance group) และกลุ่มควบคุม (Control group) **มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05** ($t = -3.07$, $p < .05$) (ดูภาพประกอบที่ 50)

หลังการฝึกค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนการทดสอบดิจิตสแปน (DS) ระหว่างกลุ่มทดลอง (Dance group) และกลุ่มควบคุม (Control group) **ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05** ($t = .09$, $p > .05$) (ดูภาพประกอบที่ 50)

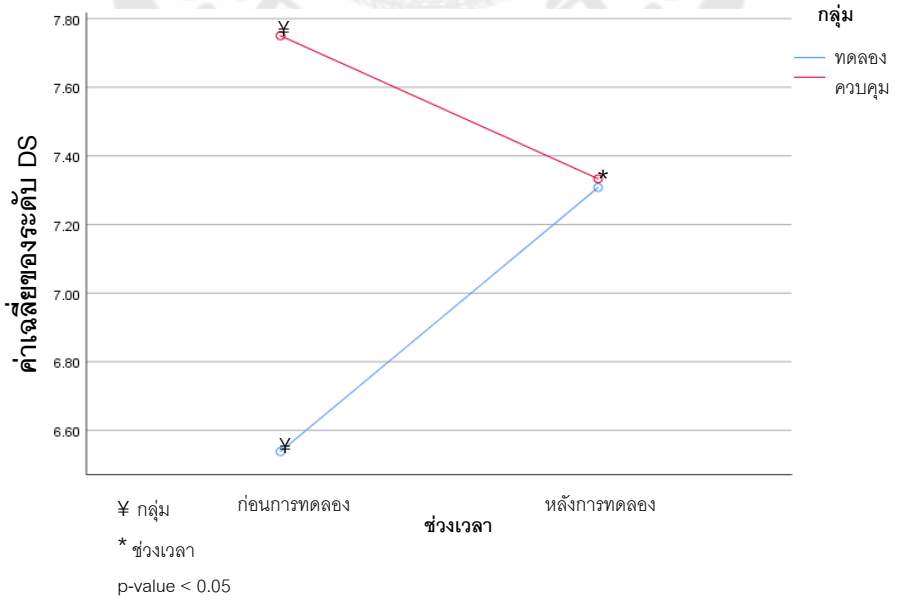
เนื่องจากค่าค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนการทดสอบดิจิตสแปน (DS) ระหว่างกลุ่มพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยจึงดำเนินการแยกการทดสอบทีละกลุ่ม ด้วยสถิติการทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง 2 กลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน (Paired samples t-test) ดังตารางที่ 36

ตาราง 36 ทดสอบความแตกต่างระหว่างช่วงเวลา ด้วยสถิติที ที่ไม่เป็นอิสระจากกัน (Paired samples t-test)

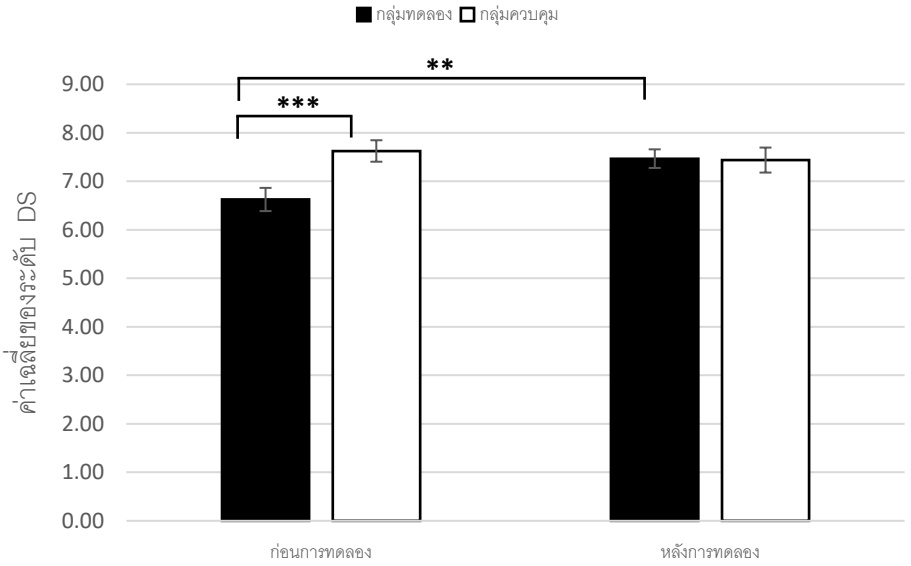
กลุ่ม		Mean	Std. Error Mean	t	p-value
กลุ่มทดลอง	ก่อน-หลัง	.-86667	.33618	-2.578	.022
กลุ่มควบคุม	ก่อน-หลัง	.14286	.27451	.520	.612

จากตารางที่ 36 พบว่า ค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนการทดสอบดิจิตสแปน (DS) ของกลุ่มทดลอง (Dance group) ระหว่างก่อนและหลังการฝึก **มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05** (t = -2.58, p < .05) (ดูภาพประกอบที่ 50)

ค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนการทดสอบดิจิตสแปน (DS) ของกลุ่มควบคุม (Control group) ระหว่างก่อนและหลังการฝึก **ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05** (t = .52, p > .05) (ดูภาพประกอบที่ 50)



ภาพประกอบ 50 กราฟค่าเฉลี่ยของระดับคะแนนการทดสอบดิจิตสแปน (DS) ระหว่างกลุ่มและระหว่างช่วงเวลา



ภาพประกอบ 51 สรุปผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของตัวแปร DS

2.3.4 ค่าดัชนีมวลกาย (BMI) และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (Percent Body Fat) จากตาราง 37 ถึง 38

ตาราง 37 ผลการวิเคราะห์ความแปรปรวนพหุคูณแบบสองทาง เพื่อทดสอบผลการฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยที่มีต่อค่าดัชนีมวลกาย (BMI) และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (Percent Body Fat) ของกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่ม

ตัวแปร	F	p-value	Partial Eta^2	Power
กลุ่ม	.359^b	.701	.022	.103
ช่วงเวลา	6.103^b	.006	.276	.856
ปฏิสัมพันธ์	1.046^b	.363	.061	.217

จากตารางที่ 37 พบว่า โปรแกรมการฝึก (กลุ่ม) และช่วงเวลาการฝึก**ไม่มีปฏิสัมพันธ์กันต่อตัวแปรตาม** (Pillai's Trace, F =1.05^b, p > .05) ค่าอิทธิผล (Effect size) เท่ากับ .06 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ .22 โดยค่าความแปรปรวน-แปรปรวนร่วมของตัวแปรตาม (Dependent Variable) ด้วยสถิติ Box's Test of Equality of Covariance Matrices พบว่า ไม่มีความเท่ากัน (Homogeneity of variance-covariance matrices) มีค่า p = 0.027

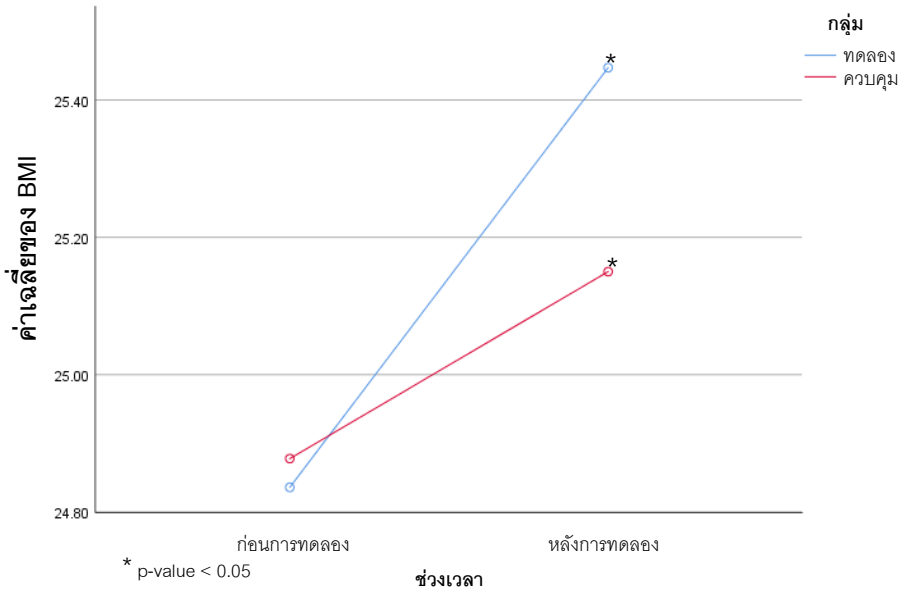
ระหว่างกลุ่มมีค่าดัชนีมวลกายและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ไม่แตกต่างกันทั้งก่อนการฝึกและหลังการฝึก (p = .701) แต่ทั้งสองกลุ่มมีค่าดัชนีมวลกายและเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายระหว่างก่อนและหลังการฝึกแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบตัวแปรเดียว (Univariate) สามารถแจกแจงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทีละตัวแปรที่ทำการศึกษาได้ดังตารางที่ 38

ตาราง 38 การวิเคราะห์ความแปรปรวนสองทางแบบวัดซ้ำ เพื่อทดสอบผลของโปรแกรมการฝึกที่มีต่อค่าดัชนีมวลกาย (BMI) และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (Percent Body Fat) ระหว่างกลุ่มและระหว่างช่วงเวลาการฝึก

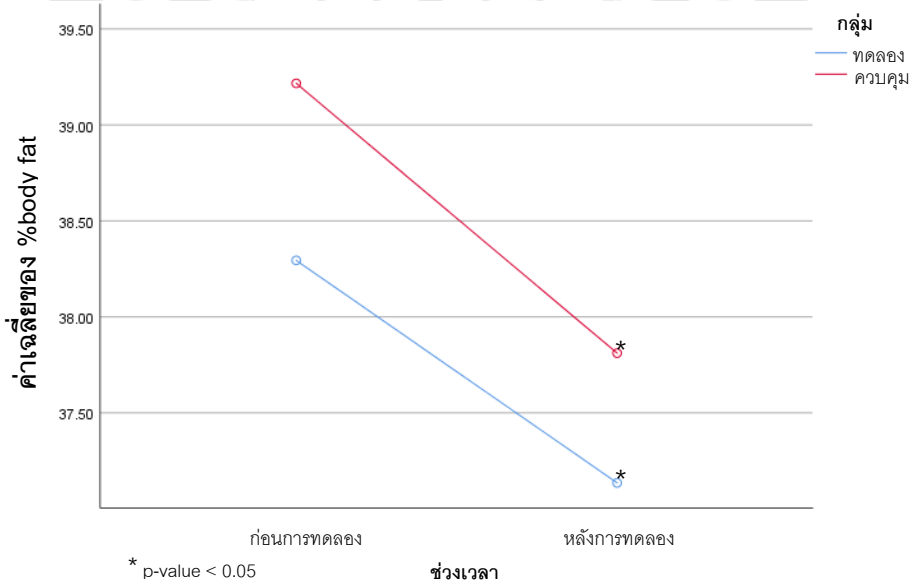
	ตัวแปร	F	p-value	Partial Eta^2	Power
กลุ่ม	BMI	.019	.892	.001	.052
	%Body Fat	.278	.601	.008	.081
ช่วงเวลา	BMI	5.397	.026	.141	.616
	%Body Fat	12.576	.001	.276	.931

จากตารางที่ 38 พบว่าก่อนและหลังการฝึก ค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีมวลกาย (BMI) ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม **ไม่มีความแตกต่างกัน** (F = .02 , p > .05) ค่าอิทธิผล (Effect size) เท่ากับ .00 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ .05 และค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม **ไม่มีความแตกต่างกัน** (F = .278, p > .05) ค่าอิทธิผล (Effect size) เท่ากับ .01 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ .08 (ดูภาพประกอบที่ 52 และ 53)

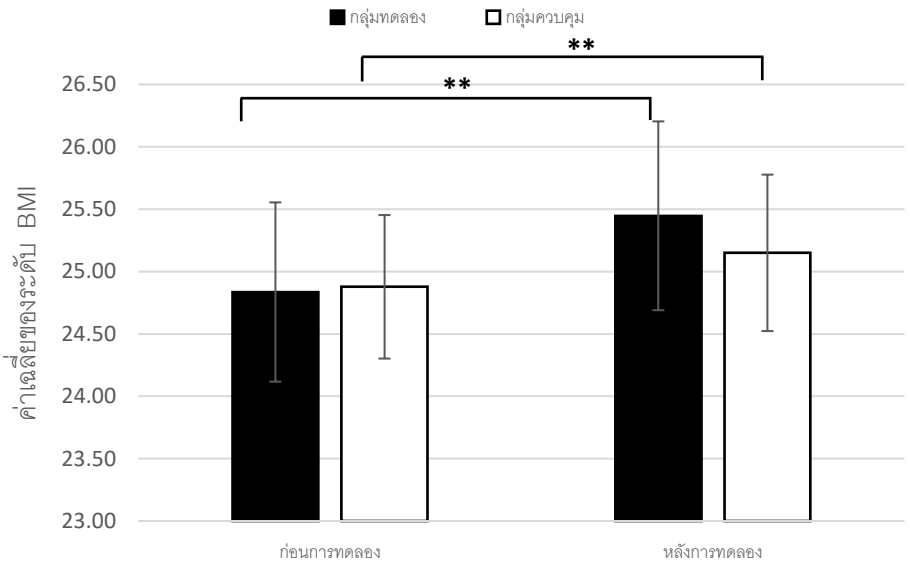
แต่พบว่าค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีมวลกาย ของทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนและหลังการฝึก **มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05** (F = 5.40, p < .05) ค่าอิทธิผล (Effect size) เท่ากับ .14 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ .62 และค่าเฉลี่ยของค่าเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย ทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมระหว่างก่อนและหลังการฝึก **มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05** (F = 12.58, p < .05) ค่าอิทธิผล (Effect size) เท่ากับ .28 และมีค่าอำนาจจำแนก (Power) เท่ากับ .93 (ดูภาพประกอบที่ 52 และ 53)



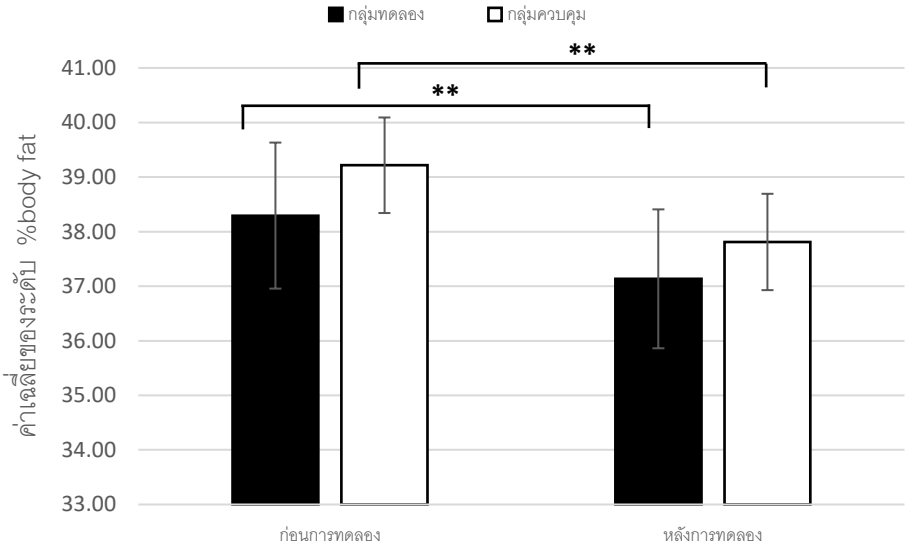
ภาพประกอบ 52 กราฟค่าเฉลี่ยของค่าดัชนีมวลกาย (BMI) ระหว่างกลุ่ม และระหว่างช่วงเวลา



ภาพประกอบ 53 กราฟค่าเฉลี่ยของระดับเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (Percent Body Fat) ระหว่างกลุ่ม และระหว่างช่วงเวลา



ภาพประกอบ 54 สรุปผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของตัวแปร BMI



ภาพประกอบ 54 สรุปผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของตัวแปร %body fat

ตาราง 39 สรุปผลวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติของตัวแปรตามที่ศึกษา

ตัวแปร	Between Group ระหว่างกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม		Within Group ระหว่างก่อนและหลังการฝึก	
	ก่อน	หลัง	กลุ่มทดลอง	กลุ่มควบคุม
BDNF	p = .075	p <0.001 **	p = .005 **	p = .007 **
VO_2peak	p = .032 **	p <0.001 **	p = .004 **	p <0.001 **
TMT	p = .275	p = .933	p <0.001 **	p = .002 **
SCWT	p = .275	p = .933	p <0.001 **	p <0.001 **
ToL	p = .102	p = .102	p = .005 **	p = .005 **
DS	p = .005 **	p = .929	p = .022 **	p = .612
BMI	p = .892	p = .892	p = .026 **	p = .026 **
Percent Body Fat	p = .601	p = .601	p = .001 **	p = .001 **

p-value < 0.05 คือ ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ได้กำหนดไว้

หมายเหตุ: ** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

บทที่ 5
อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การศึกษาระยะ 1

ในการศึกษาระยะที่ 1 นี้ผู้วิจัยมีสมมติฐานของการวิจัยว่า ระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (Executive Function: EF) และระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (Brain Derived Neurotrophic Factor: BDNF) ในเด็กวัยเรียนที่มีระดับการเจริญเติบโตในเกณฑ์สมส่วน เริ่มอ้วน และมีภาวะอ้วน มีความแตกต่างกัน

โดยทำการวัดตัวแปร ดังนี้ ตัวแปรตามด้านสรีรวิทยาประกอบด้วย ระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง ตัวแปรด้านความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง ได้แก่ การยับยั้งพฤติกรรม (Inhibitory Control) ทำการประเมินด้วยสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (Stroop and color word test: SCWT) การยืดหยุ่นทางความคิด (Cognitive flexibility) ทำการประเมินด้วยเทรลเมคกิ้งเทส (Trail making test: TMT) ความจำใช้งาน (Working Memory) ทำการประเมินด้วยดิจิตสแปนเทส (Digit span test: DS) การวางแผนและการจัดการอย่างเป็นระบบ (Planning) ประเมินด้วยทาวเวอร์ออฟลอนดอน (Tower of London test: ToL) ตัวแปรด้านองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition) ประกอบด้วย ค่าดัชนีมวลกาย (Body mass index: BMI) และเปอร์เซ็นต์ไขมัน (Percent body fat: %body fat)

จากการวิจัยพบว่า ในกลุ่มอาสาสมัครที่มีน้ำหนักตามเกณฑ์สมส่วน มีระดับความสูง (Height), ค่าดัชนีมวลกาย (BMI), เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย (percent body fat) และอัตราส่วนรอบเอวต่อสะโพก (WHR) ที่ต่ำกว่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอาสาสมัครที่เริ่มอ้วน และมีภาวะอ้วน ตามลำดับ และผลการวิจัยพบว่ามีความแตกต่างทางสถิติที่มีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มสามกลุ่ม (น้ำหนักตามเกณฑ์สมส่วน, เริ่มอ้วน และอ้วน) ในตัวแปร ToL, DS, และ SCWT ตามลำดับ

สรุปและอภิปรายผล

ผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานงานวิจัย ซึ่ง ToL มีความแตกต่างระหว่างกลุ่มมากที่สุด พบความเชื่อมโยงที่แข็งแรงที่สุด นั่นแสดงให้เห็นว่ากลุ่มอาสาสมัครที่มีระดับการเจริญเติบโตในเกณฑ์สมส่วนจะมีค่าคะแนนในการทดสอบด้วย ToL ที่ดีกว่าอาสาสมัครอีกสองกลุ่ม จึงอาจอภิปรายผลได้ว่าการที่กลุ่มอาสาสมัครที่มีคะแนน ToL ดีกว่า แสดงให้เห็นว่าเด็กที่มีน้ำหนักสมส่วนจะมีประสิทธิภาพการทำงานของสมองส่วนหน้าที่ดีกว่า มีระดับทักษะด้านการคิดเชิงบริหารมากกว่าเด็กที่มีน้ำหนักเกินหรืออ้วน เนื่องจากการทดสอบ ToL เป็นการสะท้อนการทำงานของสมองส่วนหน้าในด้านการวางแผนและการแก้ปัญหา (planning) โดยผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานวิจัยอื่น ๆ ที่พบว่ามีความสัมพันธ์ระหว่างค่าดัชนีมวลกาย (BMI) และปริมาณสารสีเทาในเนื้อสมอง (grey matter) โดยเฉพาะในสมองส่วนหน้า (prefrontal cortex) (Pannacciulli et al., 2006) อีกทั้งการวิจัยก่อนหน้านี้ยังอภิปรายว่าโรคอ้วนทำให้สมองทำงานบกพร่อง ส่งผลกระทบต่อหน้าที่การบริหารของสมองส่วนหน้า (executive functions) (Gunstad et al., 2007; Volkow et al., 2009) นอกจากนี้น้ำหนักที่สูงขึ้น จะทำให้ความสามารถในการประมวลผลของสมองลดลงอีกด้วย (Martín-Rodríguez, Tornero-Aguilera, López-Pérez, & Clemente-Suárez, 2022) มีงานวิจัยที่ทำการประเมินทักษะการวางแผน (planning) และการแก้ปัญหา (problem solving) ด้วยเครื่องมือ ToL ในกลุ่มอาสาสมัครเด็กวัยเรียนอายุ 8-12 ปี ที่มีค่า BMI แตกต่างกัน พบว่าเด็กที่มีน้ำหนักเกิน และมีภาวะอ้วน มีความบกพร่องของทักษะ EF ในด้าน problem solving และ planning มากกว่ากลุ่มที่มี BMI ในเกณฑ์ปกติ (Rezaei Niyasr, Zare, & Barjesteh, 2017)

อย่างไรก็ดีตัวแปร DS กลับพบว่าในกลุ่มที่มีภาวะอ้วนมีคะแนนในการทดสอบที่ดีกว่ากลุ่มที่เริ่มอ้วนและสมส่วน ซึ่งขัดแย้งกับงานวิจัยที่ผ่านมาที่พบว่าเด็กที่มีน้ำหนักปกติจะใช้เวลาในการทำการทดสอบ DS น้อยกว่าเด็กที่มีน้ำหนักเกินหรืออ้วน โดยมีค่าคะแนนในการทดสอบ DS ทั้งในส่วนไปข้างหน้าและถอยหลังดีกว่าเด็กที่มีน้ำหนักเกินหรืออ้วน (Cohen, Yates, Duong, & Convit, 2011) ทั้งนี้อาจจะอธิบายด้วยผลจากการศึกษาก่อนหน้านี้ที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างดัชนีมวลกาย (BMI) ที่เพิ่มขึ้นกับทักษะความจำใช้งาน (working memory) ที่ลดลง (Laurent et al., 2020; Patraca-Camacho et al., 2022) ในทางกลับกัน นักเรียนที่มีน้ำหนักปกติและมีการออกกำลังกายเป็นประจำมีผลสอบทดสอบความจำที่ดีกว่านักเรียนที่มีพฤติกรรมเนือยนิ่ง และมีน้ำหนักเกินหรืออ้วน (Patraca-Camacho et al., 2022) โดยในงานวิจัยระยะที่ 1 นี้ผู้วิจัยไม่ได้ทำการเก็บข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับระดับการมีกิจกรรมทางกายของกลุ่มอาสาสมัคร

จึงเป็นไปได้ว่าอาจจะมีตัวแปรแทรกซ้อนที่เกี่ยวกับการมีพฤติกรรมเนือยนิ่ง ทำให้ผลการวิจัยในตัวแปร DS ไม่เป็นไปตามทฤษฎีและหลักฐานสนับสนุนที่ผ่านมา

เช่นเดียวกันกับผลการวิจัยของตัวแปร SCWT ที่พบว่าในกลุ่มที่มีภาวะอ้วนมีคะแนนในการทดสอบที่ดีกว่ากลุ่มที่เริ่มอ้วนและสมส่วนเช่นกัน แม้ว่าจะมีข้อมูลจากงานวิจัยที่ผ่านมาซึ่งพบว่านักเรียนที่มีรูปร่างดีกว่าจะใช้เวลาในการทดสอบ SCWT น้อยกว่าเด็กที่น้ำหนักเกินหรืออ้วน เนื่องจากเด็กที่มีน้ำหนักปกติจะมีการทำงานของสมองส่วน lateral prefrontal cortex และ anterior cingulate cortex และ temporal and parietal lobe มากกว่า จึงที่มีความจดจ่อ ความเร็วในการประมวลผล และการยับยั้งที่ดีกว่า (Cohen et al., 2011) ทั้งนี้ Likhitweerawong และคณะได้ทำวิจัยแบบอภิมาน (meta-analysis) เพื่อดูความสัมพันธ์ของ weight status และระดับ EF ในกลุ่มวัยเด็กและวัยรุ่น พบว่าแม้แนวโน้มผลการศึกษาส่วนมากจะชี้ให้เห็นว่าภาวะอ้วนส่งผลต่อ EF deficit แต่ก็มีหลักฐานงานวิจัยบางชิ้นที่ไม่พบความแตกต่างระหว่าง weight status และระดับ EF โดยคณะผู้วิจัยได้ทำการสรุปปัจจัยแทรกซ้อนที่อาจส่งผลให้ผลการวิจัยไม่เป็นไปตามสมมติฐาน เช่น ตัวแปรเพศ ระดับรายได้ของครอบครัว ระดับการศึกษาของมารดา ภาวะเครียดของมารดา และวิธีการเลี้ยงดู และโครงสร้างครอบครัวที่มีปัจจัยเสี่ยงอื่น ๆ (Likhitweerawong, Louthrenoo, Boonchooduang, Tangwijitsakul, & Srisurapanont, 2022) โดยในการศึกษาระยะที่ 1 ของผู้วิจัยพบว่ากลุ่มอาสาสมัครทั้งสามกลุ่มมีรายได้ของครอบครัวในระดับที่ใกล้เคียงกัน แต่ผู้วิจัยไม่ได้ทำการเก็บข้อมูลในด้านวิธีการเลี้ยงดูของครอบครัวที่แตกต่างกันในกลุ่มอาสามัคร จึงอาจจะเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้ผลการวิจัยไม่สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา

สำหรับตัวแปร BDNF แม้ว่าจากข้อมูลค่าเฉลี่ยพบว่า ระดับ serum BDNF ในกลุ่มอาสาสมัครที่มีภาวะอ้วน มีแนวโน้มจะมีระดับต่ำกว่ากลุ่มที่มีน้ำหนักสมส่วน แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างกลุ่มอาสาสมัครทั้งสามกลุ่ม กล่าวคือ ไม่พบความแตกต่างของระดับ serum BDNF ในกลุ่มอาสาสมัครที่มีระดับการเจริญเติบโตแตกต่างกัน โดยหลักฐานงานวิจัยที่ผ่านมาส่วนใหญ่พบว่า กลุ่มอาสาสมัครที่มีภาวะอ้วนมีระดับ serum BDNF ต่ำกว่ากลุ่มที่มีน้ำหนักปกติ (Goldfield et al., 2021) อย่างไรก็ดีมีข้อมูลจากบางศึกษาที่ขัดแย้งกันและยังไม่พบข้อสรุปที่ชัดเจนเกี่ยวกับระดับ BDNF ในกลุ่มตัวอย่างที่มีระดับการเจริญเติบโตที่แตกต่างกัน กล่าวคือมีงานวิจัยที่พบว่าระดับ BDNF หมุนเวียนในร่างกายของสาสมัครผู้ป่วยโรคอ้วนไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมที่ไม่มีภาวะอ้วน (Sandrini et al., 2018) ในขณะที่ Villalobos Gutierrez, P.T. และคณะ พบว่า Plasma BDNF levels ในกลุ่มเด็กที่มีอายุระหว่าง 5-13 ปี ที่มีน้ำหนักเกินและอ้วน มีระดับสูงกว่าเด็กที่มีน้ำหนักปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Gutierrez,

Delgado, Renteria, Orozco, & Coronado, 2020) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Vaithinathan และคณะ ที่พบว่าเด็กอ้วนมีความเข้มข้นของระดับ BDNF ในน้ำลาย และ β-NGF มากกว่าเด็กที่มีน้ำหนักปกติอย่างมีนัยสำคัญ โดยผู้วิจัยได้อภิปรายผลว่า Salivary BDNF มีความสัมพันธ์เชิงบวกกับความอ้วน ความดันเลือด และอินซูลินในน้ำลาย ซึ่งการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย Multinominal regression analysis สามารถบอกความสัมพันธ์ระหว่างระดับ BDNF ในน้ำลาย, β-NGF, อินซูลิน, systolic pressure กับตัวแปรด้าน อายุ, เพศ, รายได้ และการศึกษาของมารดา (Selvaraju, Babu, & Geetha, 2022) ทั้งนี้หลักฐานงานวิจัยของ Roth และคณะ อธิบายว่าเมื่อทำการเปรียบเทียบระดับ serum BDNF ในเด็ก พบว่าเด็กอ้วนมีระดับ serum BDNF สูงกว่าเด็กที่ไม่อ้วน โดยอภิปรายความสัมพันธ์ระหว่าง BDNF กับมวลไขมัน ซึ่งอาจเกิดจากความแตกต่างของระดับและความรุนแรงของภาวะอ้วน รวมไปถึงช่วงอายุของกลุ่มตัวอย่าง (Roth et al., 2013) และอาจมีปัจจัยอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับความสัมพันธ์ของระดับการเจริญเติบโต และ BDNF level เช่น พันธุกรรม ปริมาณไขมันในร่างกาย ความผิดปกติของระบบ metabolic และพฤติกรรมการบริโภคอาหาร (A. A. Miller & Spencer, 2014)

ข้อสรุปสำคัญในการศึกษาระยะที่ 1 คือ เด็กที่มีระดับการเจริญเติบโตในระดับสมส่วนจะมีทักษะการบริหารของสมองส่วนหน้าที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเด็กที่เริ่มอ้วนและมีภาวะอ้วน ดังนั้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทักษะสมองด้านบริหารจัดการของเด็กและเยาวชน ผู้ที่มีส่วนได้ส่วนเสียควรให้ความสำคัญในการส่งเสริมให้เด็กมีระดับการเจริญเติบโตในเกณฑ์สมส่วน ด้วยการบริโภคอาหารที่ถูกหลักโภชนาการ มีกิจกรรมทางกายอย่างเหมาะสม และได้รับพักผ่อนเพียงพอ นอกจากนี้เด็กควรใช้เวลาในการมีพฤติกรรมเนือยนิ่งในแต่ละวันให้น้อยลงอีกด้วย

ข้อจำกัดในการศึกษา

1. ขนาดตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษานี้มีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับขนาดตัวอย่างในการศึกษาที่ผ่านมา ซึ่งอาจจำกัดความสามารถในการวิเคราะห์ทางสถิติและความแม่นยำของผลการวิจัย ผู้วิจัยจึงแนะนำให้การศึกษาในอนาคตเพื่อรวบรวมกลุ่มตัวอย่างที่ใหญ่ขึ้น

2. ควรเพิ่มการเก็บข้อมูลด้านปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับระดับของ EF, BDNF และนำมาวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติการถดถอยหลายตัวแปร (regression) หรือการวิเคราะห์อิทธิพล (path analysis) เพื่อหาปัจจัยเชิงสาเหตุ และบอกความสัมพันธ์ระหว่างระดับความอ้วน, EF และ BDNF กับตัวแปรที่เกี่ยวข้อง เช่น อายุ เพศ รายได้ การศึกษาของผู้ปกครอง วิธีการเลี้ยงดู ระดับการมีกิจกรรมทางกาย และการบริโภคอาหารในเด็ก เป็นต้น

การศึกษาระยะที่ 2

ในการวิจัยนี้ระยะนี้ ผู้วิจัยมีสมมติฐานของการวิจัยว่า (1) ระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (Brain-derived neurotrophic factor: BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2peak) ของเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน มีความสัมพันธ์กัน (2) การฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย (Creative dance program training in contemporary dance form) ช่วยพัฒนาระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (Executive function: EF) และระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (Brain-derived neurotrophic factor: BDNF) ของเด็กนักเรียนที่มีภาวะอ้วน

โปรแกรมการเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยที่เป็นการออกกำลังกายด้วยการเต้นที่มีองค์ประกอบของกิจกรรมเกมการเคลื่อนไหวแบบสร้างสรรค์ (creative game movement) และการฝึกทักษะ (skill) การเต้นแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย (contemporary dance) โดยทำการฝึกด้วยความหนักปานกลาง (50-70% ของอัตราการเต้นของหัวใจสูงสุด ซึ่งขณะทำการฝึกเต้นต่อเนื่องตลอด 20-30 นาที ต่อการฝึกแต่ละครั้ง อาสาสมัครมีอัตราการเต้นของหัวใจโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 108-147 ครั้งต่อนาที) ความถี่ 3 วันต่อสัปดาห์ เป็นระยะเวลาทั้งหมด 10 สัปดาห์ ก่อนฝึกและหลังฝึกอาสาสมัครได้รับการวัดตัวแปรตามด้านสรีรวิทยาประกอบด้วย ระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (Brain Derived Neurotrophic Factor: BDNF) อัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (Maximum Oxygen Uptake: VO_2peak) ตัวแปรด้านความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (Executive Function: EF) และตัวแปรด้านองค์ประกอบของร่างกาย (Body composition)

สรุปและอภิปรายผล

ระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2peak)

ผลการวิจัยพบว่า (1) ระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2peak) ของกลุ่มอาสาสมัครเด็กวัยเรียนมีความสัมพันธ์กัน และ (2) การฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยช่วยเพิ่มระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) และเพิ่มอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุด (VO_2peak) ของอาสาสมัครเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน โดยระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) ของกลุ่มทดลอง (Dance group) มีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเพิ่มขึ้น 801.82 ng/ml (คิดเป็นร้อยละ 24.80) และอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ในกลุ่มทดลอง (Dance group) มีค่าเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเพิ่มขึ้น 3.09 (คิดเป็นร้อยละ 17.82)

ซึ่งผลการวิจัยเป็นไปตามสมมติฐานที่ผู้วิจัยตั้งไว้และสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

(1) ระดับ BDNF และ VO_2peak มีความสัมพันธ์กัน แสดงให้เห็นว่าในกลุ่มอาสาสมัครเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วนเมื่อมีสมรรถภาพของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดสูงจะมีค่า BDNF สูงด้วย สอดคล้องกับหลักฐานงานวิจัยที่พบว่าเด็กที่มีภาวะอ้วนซึ่งมีสมรรถภาพของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือด(cardiorespiratory fitness) อยู่ในระดับดี (fit) จะพบความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างระดับ BDNF ในเลือด (plasma BDNF levels) และปริมาณเนื้อสมองส่วน right posterior hippocampus ส่วนในกลุ่มอาสาสมัครเด็กอ้วนที่มีสมรรถภาพของระบบหายใจและไหลเวียนเลือดต่ำกว่า (unfit) จะพบความสัมพันธ์เชิงลบระหว่างระดับ BDNF ในเลือด และปริมาณเนื้อสมองส่วน right hippocampal และ right anterior hippocampal (Adelantado-Renau et al., 2023) โดยอาจอธิบายได้จากกลไกที่พบว่าสมรรถภาพของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดมีอิทธิพลต่อการทำงานของสมองส่วนฮิปโปแคมปัสตลอดช่วงอายุขัยของมนุษย์ (Chaddock, Pontifex, Hillman, & Kramer, 2011) ความอ้วนในวัยเด็กส่งผลต่อการพัฒนาของสมอง เนื่องจากโรคอ้วนเกี่ยวข้องกับความแตกต่างทางสัณฐานวิทยาของสมองซึ่งส่งผลให้มีประสิทธิภาพการทำงานของทักษะรู้คิดในเด็กอ้วนด้อยกว่าเด็กที่มีน้ำหนักปกติ มีหลักฐานงานวิจัยที่พบว่าในคนที่มีภาวะอ้วน หรือมีความผิดปกติของระบบเมตาบอลิซึม (metabolic syndrome) จะมี serum BDNF ในระดับที่ต่ำ (Araki, Yamamoto, Dobashi, Asayama, & Kusuhara, 2014) เป็นที่น่าสนใจว่าแม้กลุ่มตัวอย่างที่มีภาวะอ้วนจะมีระดับ BDNF ต่ำกว่าคนที่มีน้ำหนักตามเกณฑ์แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบระดับ BDNF ระหว่างกลุ่มคนอ้วนด้วยกันกลับพบว่าในคนที่มีระดับสมรรถภาพทางกายดีกว่าจะมีระดับ BDNF สูงกว่าในคนอ้วนที่มีสมรรถภาพทางกายต่ำกว่า ดังนั้นระดับสมรรถภาพทางกายที่แตกต่างกันจึงน่าจะมีความสัมพันธ์กับระดับ BDNF (Alomari, Khabour, Alawneh, Alzoubi, & Maikano, 2020)

(2) การฝึกโปรแกรมการเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยเพิ่มระดับ BDNF และ VO_2peak ในเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน ซึ่งผู้วิจัยทำการอภิปรายว่าโปรแกรมการเต้นอาจจะส่งผลโดยตรงต่อการเพิ่ม VO_2peak และมีผลต่อเนื่องในการเพิ่มระดับ BDNF อีกทีหนึ่ง เนื่องจากการศึกษาพบว่ามีความสัมพันธ์เชิงบวกระหว่างระดับการมีกิจกรรมทางกายและระดับ BDNF (Szuhany, Bugatti, & Otto, 2015) และพบว่าระดับการมีกิจกรรมทางกายและสมรรถภาพทางกายด้านแอโรบิกมีความสัมพันธ์เชิงบวกและส่งผลต่อการพัฒนาโครงสร้างสมอง (Strong et al., 2005) การมีกิจกรรมทางกายในปริมาณที่มากขึ้นและระดับสมรรถภาพทางกายที่สูงขึ้นจึงอาจเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของสมอง (Cadenas-Sanchez et al., 2023) คนที่มีระดับ

กิจกรรมทางกายสูงกว่าหรือนักกีฬาจะมีการไหลเวียนของ BDNF ในร่างกายอยู่ในระดับที่สูงกว่าคนที่ไม่ออกกำลังกายหรือมีระดับกิจกรรมทางกายต่ำกว่า ในทางกลับกันเมื่อขาดการมีกิจกรรมทางกายก็อาจส่งผลให้มี BDNF หมุนเวียนในระดับต่ำจนทำให้ทักษะ EF ลดลง ดังนั้นจึงอาจสรุปได้ว่าการออกกำลังกายช่วยเพิ่มระดับ BDNF ในสมองโดยเฉพาะสมองส่วนฮิปโปแคมปัส

จากการศึกษาของ Lee และคณะเมื่อเปรียบเทียบระดับ resting BDNF ก่อนเข้าร่วมโปรแกรมการออกกำลังกายแบบแอโรบิค ในกลุ่มอาสาสมัครวัยเรียนที่มีน้ำหนักตัวปกติและมีภาวะอ้วน พบว่าในกลุ่มที่มีภาวะอ้วนจะมีระดับต่ำกว่า ทั้งนี้หลังเข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกาย 12 สัปดาห์ กลับพบว่า resting BDNF ในกลุ่มที่มีภาวะอ้วนมีระดับสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในขณะที่กลุ่มน้ำหนักตัวปกติไม่พบความเปลี่ยนแปลงทางสถิติ ทั้งยังพบว่ากลุ่มที่มีภาวะอ้วนมีอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังเข้าร่วมโปรแกรมออกกำลังกาย (Lee et al., 2014) ซึ่งสอดคล้องกับผลลัพธ์ของการศึกษาก่อนหน้านี้ที่อภิปรายว่าการมีอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นเป็นข้อบ่งชี้ว่ามีการทำงานของหัวใจดีขึ้น อาจเป็นผลมาจากการออกกำลังกายซึ่งช่วยเพิ่มมวลกล้ามเนื้อและเพิ่มการไหลเวียนเลือดซึ่งเป็นกลไกที่ทำให้เกิดการสร้างเส้นเลือดใหม่ โดยการสร้างเส้นเลือดใหม่ช่วยปรับปรุงสุขภาพหัวใจและหลอดเลือดและเมตาบอลิซึมได้อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากความหนาแน่นของเส้นเลือดฝอยที่เพิ่มขึ้นในกล้ามเนื้อโครงร่างช่วยเพิ่มการแลกเปลี่ยนออกซิเจนในร่างกาย (Ross, Kargl, Ferguson, Gavin, & Hellsten, 2023) นอกจากนี้ยังมีหลักฐานจากงานวิจัยของ Connolly และคณะ (2011) ซึ่งได้ทำการศึกษาผลของการฝึกนาฏศิลป์ร่วมสมัย (contemporary dance) โดยโปรแกรมที่ใช้มีองค์ประกอบคล้ายกับการฝึกโปรแกรมของผู้วิจัย พบว่าหลังการฝึกกลุ่มตัวอย่างมีความทนทานของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ รวมไปถึงมีหลักฐานจากงานวิจัยของ Angioi และคณะ (2009) พบว่านักเต้นนาฏศิลป์ร่วมสมัย (contemporary dancers) มีอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดในระดับสูงซึ่งแสดงถึงการมีความทนทานของระบบหายใจและไหลเวียนเลือดที่ดี (Angioi, Metsios, Koutedakis, & Wyon, 2009; Connolly, Quin, & Redding, 2011)

ผู้วิจัยนำเสนอความเชื่อมโยงระหว่างการออกกำลังกายกับการพัฒนาสมองและ BDNF เพิ่มเติมดังนี้ การออกกำลังกายที่ความหนักปานกลางจนถึงความหนักสูงส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา โดยเกิดการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ในระดับเซลล์ของกระบวนการสร้างเกล็ดเลือด (megakaryocytes and platelets) ไปจนถึงช่วยให้มีการไหลเวียนเลือดในสมอง ส่งผลให้เกิดการพัฒนาโครงข่ายของระบบประสาทในสมอง (neuroplasticity) และทำให้การทำงานของสมองมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Medina et al., 2010) ในขณะที่ออกกำลังกายกล้ามเนื้อจะหดตัว

มากขึ้น มีการป้อนสัญญาณประสาทย้อนกลับ (sends feedback signals) ไปที่ระบบประสาทส่วนกลาง (central nervous system: CNS) จากนั้นระบบประสาทส่วนกลางจะทำการกระตุ้นการสังเคราะห์ (synthesis) และปล่อย (release) สารนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์ในสมอง (central BDNF role) (Ribeiro et al., 2021) กำซาบผ่าน blood-brain barrier เข้าสู่เซลล์สมอง โดยเฉพาะในสมองส่วนฮิปโปแคมปัส (hippocampus) และเปลือกสมอง (cerebral cortex) (Chan, Jang, & Ho, 2022) นอกจากนี้ขณะที่มีการออกกำลังกายจะเกิดการสังเคราะห์ BDNF ผ่านทางผนังหลอดเลือดด้วยเช่นกัน (synthesized in vascular endothelium cell) ซึ่งเป็นกลไกการสังเคราะห์ BDNF ผ่านทางระบบประสาทส่วนปลาย (peripheral BDNF role) (Marqués-Iturria et al., 2014; Walsh & Tschakovsky, 2018) โดยมีหลักฐานยืนยันว่าทั้ง central และ peripheral BDNF อาจเป็นตัวกลางที่สื่อถึงประโยชน์ของการออกกำลังกายต่อสุขภาพ โดยเฉพาะในกลุ่มที่มีความผิดปกติของระบบเมตาบอลิซึม ซึ่ง BDNF เป็นโปรตีนที่เหนี่ยวนำให้เกิดการหดตัวของกล้ามเนื้อ (Knaepen, Goekint, Heyman, & Meeusen, 2010) ทั้งนี้ Cotman และคณะกล่าวว่า BDNF มีบทบาทเกี่ยวข้องกับการเติบโตและการอยู่รอดของระบบประสาท (synaptic plasticity and development) การส่งผ่านของสารสื่อประสาท (neuronal transmission) และการสร้างเส้นเลือดใหม่ (angiogenesis) (Cotman, Berchtold, & Christie, 2007) สอดคล้องกับข้อมูลจากการศึกษาในสัตว์ทดลองที่พบว่าการออกกำลังกายส่งผลต่อปริมาณเนื้อสมองส่วนฮิปโปแคมปัส (hippocampal volume) ซึ่งเป็นสมองส่วนที่เกี่ยวข้องกับเรื่องความจำ (Baptista & Andrade, 2018) โดยระดับ BDNF ที่เพิ่มขึ้นมีความเชื่อมโยงกับการสร้างเซลล์ประสาทใหม่ในสมองส่วนฮิปโปแคมปัส ผ่านกลไกการแพร่กระจาย การขยาย การงอกใหม่ของเซลล์ (Numakawa, Odaka, & Adachi, 2018)

ในทางกลับกัน งานวิจัยนี้พบว่า ระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมอง (BDNF) ของกลุ่มควบคุม (Control group) มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยลดลง 782.77ng/ml (คิดเป็นร้อยละ 19.39) สอดคล้องกับอัตราการใช้ออกซิเจนสูงสุดของร่างกาย (VO_2peak) ในกลุ่มควบคุม (Control group) ที่มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยลดลง 5.29 (คิดเป็นร้อยละ 25.25) อาจเป็นผลมาจากการที่อาสาสมัครกลุ่มควบคุมไม่ได้รับการฝึกด้วยโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย และเป็นกลุ่มเด็กที่มีภาวะอ้วนซึ่งมีแนวโน้มที่จะมีพฤติกรรมเนือยนิ่ง ขาดการมีกิจกรรมทางกายในระดับที่เหมาะสม ทำให้ผลการประเมินระดับ BDNF และ VO_2peak หลังเข้าร่วมงานวิจัย 10 สัปดาห์ (post-test) มีค่าตัวแปรทั้งสองลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ผู้วิจัยพบหลักฐานการศึกษาก่อนหน้าที่อาจนำมาอภิปราย

ผลได้ ดังนี้ งานวิจัยของ Fochesatto และคณะ ได้ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการมีพฤติกรรมเนือยนิ่ง (Sedentary time) สมรรถภาพของระบบหายใจและไหลเวียนเลือด (Cardiorespiratory fitness: CRF) และ ระดับ BDNF โดยหลักฐานงานวิจัยแสดงว่าการมี Sedentary time มากกว่า 511 นาทีต่อวัน มีความสัมพันธ์ระดับปานกลาง (a significant moderating role) กับ CRF และระดับ BDNF กล่าวคือ ในกลุ่มอาสาสมัครที่มี Sedentary time มากกว่า จะพบว่ามี CRF และ BDNF ในระดับต่ำกว่า เนื่องจากการมีกิจกรรมทางกายอย่างเพียงพอในเด็ก ช่วยพัฒนา CRF ผ่านกลไกการปรับตัวทางสรีรวิทยาของระบบหายใจและไหลเวียนเลือด ทั้งโครงสร้างและหน้าที่การทำงานในการขนส่งออกซิเจน และ CRF ก็มีความเชื่อมโยงกับการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสมองทั้งในส่วน white matter และ gray matter ซึ่งส่งผลให้เกิดการสร้างเส้นเลือดใหม่ (angiogenesis) ตลอดจนการสร้างและพัฒนาโครงข่ายของระบบประสาทในสมอง (neurogenesis and neuroplasticity) ผ่านกลไกการเพิ่มระดับ BDNF ในวัยเด็ก CRF ถือเป็นตัวชี้วัดสุขภาพ (health indicator) ทั้งทางด้านร่างกายและจิตใจ ดังนั้นการส่งเสริมให้เด็กมีสุขภาพสมองที่ดี (promote brain health in children) จะต้องกระตุ้นให้เด็กมีกิจกรรมทางกายมากขึ้น ควบคู่ไปกับการลดระยะเวลาการมีพฤติกรรมเนือยนิ่งในเด็กด้วย และ (Fochesatto et al., 2023) อย่างไรก็ดีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความอ้วน สมรรถภาพทางกาย และระดับ BDNF ยังมีความซับซ้อน และมีปัจจัยหลากหลาย จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมที่เกี่ยวกับระดับการมีกิจกรรมทางกายที่มีผลต่อระดับ BDNF ในเด็กที่มีน้ำหนักเกินและอ้วน (Mora-Gonzalez et al., 2019)

ระดับความสามารถเชิงบริหารของสมอง (EF) ซึ่งประกอบด้วย ค่าคะแนนการทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ดเทส (SCWT) ระยะเวลาในการทดสอบเทรลเมคกิ้งเทส (TMT) ค่าคะแนนการทดสอบดิจิตสแปนเทส (DS) ค่าคะแนนการทดสอบทาวเวอร์ออฟลอนดอน (ToL)

ผลการวิจัยพบว่า (1) การฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยช่วยเพิ่มค่าคะแนนการทดสอบ DS ของอาสาสมัครเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน โดยค่าคะแนนการทดสอบ DS ของกลุ่มทดลอง (Dance group) มีค่าเพิ่มสูงขึ้น 0.79 คะแนน (คิดเป็นร้อยละ 12.08) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่ในกลุ่มควบคุม (Control group) มีค่าลดลง 0.44 คะแนน (คิดเป็นร้อยละ 5.68) ไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ซึ่งจากผลการวิจัยผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

(1) หลังการฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยกลุ่มอาสาสมัครเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน มีแนวโน้มในการพัฒนาความสามารถเชิงบริหารของ

สมอง(EF) โดยเฉพาะด้านความจำใช้งาน (working memory) ซึ่งอาสาสมัครกลุ่มทดลองมีค่าคะแนนการทดสอบ DS ดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบช่วงก่อนและหลังการฝึกโปรแกรม โดยผู้วิจัยสามารถอธิบายกลไกการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

การเต้นเป็นรูปแบบหนึ่งของการออกกำลังกายที่ช่วยกระตุ้นการความสามารถในการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) ผ่านกลไกทางสรีรวิทยาที่หลากหลาย เช่น เพิ่มการไหลเวียนของเลือด เพิ่มประสิทธิภาพของโครงข่ายใยประสาท และเพิ่มการทำงานของสมองบางส่วน โดยเฉพาะสมองส่วนหน้า (Chichinina et al., 2022) เนื่องจากการเต้นเป็นกิจกรรมที่ต้องใช้ทักษะทางร่างกายและทักษะสมอง (physical and cognitive functions) (Rehfeld et al., 2018) งานวิจัยในสัตว์ทดลองพบว่าการเต้นประกอบเพลงเป็นการทำงานของทั้งระบบรับความรู้สึกและระบบสั่งการการเคลื่อนไหว (sensorimotor) (Chichinina et al., 2022) จึงช่วยให้สมองพัฒนามากกว่าการออกกำลังกายประเภทที่เน้นเฉพาะ motor เพียงอย่างเดียว (Meng et al., 2020) อีกทั้งเสียงดนตรีที่ใช้ประกอบการเต้นก็มีส่วนช่วยเพิ่มระดับ BDNF ได้เช่นกัน (Tao et al., 2022) การเต้นส่งเสริมกระบวนการคิด (Cognition) เนื่องจากการเต้นเป็นรูปแบบการเคลื่อนไหวที่มีความซับซ้อน (complexity) โดยการเรียนรู้ทักษะที่ซับซ้อนช่วยให้มีการทำงานของสมองที่มากขึ้น ต้องอาศัยการรับรู้ตำแหน่ง การจัดระเบียบร่างกาย และการทำงานประสานสัมพันธ์ทุกส่วนของร่างกาย การเรียนรู้การเคลื่อนไหวแบบใหม่ ๆ ช่วยพัฒนาความจำขณะทำงาน (working memory) เนื่องจากผู้เต้นจะต้องจดจำท่าเต้น และลำดับขั้นตอนการเต้นไว้ในใจ พร้อมกับทำการเคลื่อนไหวร่างกายให้สอดประสานกับจังหวะเพลง (Meltzer, 2018) สอดคลองกับงานวิจัยของ Oppici และคณะ ที่พบว่าการเรียนรู้ท่าเต้นที่ซับซ้อนเป็นเวลา 7 สัปดาห์ช่วยเพิ่ม working memory ของเด็กอายุ 8-10 ปี (Oppici, Rudd, Buszard, & Spittle, 2020) การเต้นช่วยเพิ่มกระบวนการกำเนิดประสาท (Neurogenesis) มีการกระตุ้นเครือข่ายประสาทใยสมอง การเต้นเพิ่มความคล่องแคล่วว่องไวในการตอบสนอง ผ่านกลไกการปรับโครงสร้างของสมอง (Brain plasticity) ซึ่งหมายถึงความสามารถของสมองในการฟื้นตัว หรือเปลี่ยนแปลงโครงข่ายและการเชื่อมต่อกันของเซลล์ประสาทซึ่งถูกกระตุ้นให้เกิดได้โดยการเรียนรู้ และจดจำสิ่งใหม่ผ่านกลไกเหล่านี้ (Teixeira-Machado et al., 2019) นอกจากนี้ยังมีหลักฐานที่แสดงว่าการเต้นเป็นการออกกำลังกายแบบแอบิคที่ความหนักปานกลางซึ่งช่วยเพิ่มปริมาณเนื้อสมองหลายส่วน เช่น cingulate cortex, insula และ corpus callosum ทั้งยังช่วยเพิ่ม plasma BDNF levels จึงส่งผลต่อพัฒนาการทำงานของสมองในด้านความจดจ่อ และความจำ

มีงานวิจัยพบว่าการฝึกเต้นเชิงสร้างสรรค์ช่วยพัฒนากระบวนการรู้คิด (cognitive function) และทักษะมิติสัมพันธ์ (spatial visualization) (P. Jansen & Richter, 2015) งานวิจัยในกลุ่มตัวอย่างเด็กวัยเรียนที่ใช้การเต้นเชิงสร้างสรรค์สอดแทรกไปในการเรียนการสอน (creative-dance curriculum) พบว่าช่วยเพิ่ม working memory จึงกล่าวได้ว่าการเต้นเป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่มีความสัมพันธ์กับกระบวนการรู้คิดของสมอง (exercise-cognition relationship) (Connolly et al., 2011) โดยสามารถอธิบายด้วยกลไกทางสรีรวิทยาตั้งแต่ระดับ molecular mechanisms กล่าวคือหากมีระดับ BDNF ที่เหมาะสมในช่วงวัยที่สมองกำลังมีการพัฒนา (critical periods of brain development) โดยเฉพาะในวัยเด็กที่มีการพัฒนาโครงข่ายใยประสาทและแตกแขนงอย่างรวดเร็ว จะทำให้มี brain health ที่ดี ส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของสมอง (brain outcome) ในระยะยาว (Davis et al., 2011) และการมีระดับ BDNF ที่สูงขึ้นก็ส่งผลต่อ EF ที่สูงขึ้นด้วยเช่นกัน (Huang, Larsen, Ried-Larsen, Møller, & Andersen, 2014)

(2) ความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมอง (EF) ในด้านการยับยั้งพฤติกรรม (Inhibitory Control) ซึ่งทำการประเมินด้วย SCWT การยืดหยุ่นทางความคิด (Cognitive flexibility) ทำการประเมินด้วย TMT และการวางแผนและการจัดการอย่างเป็นระบบ (Planning) ประเมินด้วย ToL โดยมีผลการศึกษา ดังนี้ การฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยไม่มีผลต่อค่าคะแนนการทดสอบ SCWT ของอาสาสมัครเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน โดยค่าคะแนนการทดสอบ SCWT ของกลุ่มทดลอง (Dance group) มีค่าเพิ่มสูงขึ้น 14.66 คะแนน (คิดเป็นร้อยละ 35.35) กลุ่มควบคุม (Control group) มีค่าเพิ่มสูงขึ้น 8.73 คะแนน (คิดเป็นร้อยละ 18.62) พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของกลุ่มอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม

(3) การฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยไม่มีผลต่อระยะเวลาในการทดสอบ TMT ของอาสาสมัครเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน โดยระยะเวลาในการทดสอบ TMT ของกลุ่มทดลอง (Dance group) มีค่าลดลง 29.27 วินาที (คิดเป็นร้อยละ 31.84) และกลุ่มควบคุม (Control group) มีค่าลดลง 19.56 วินาที (คิดเป็นร้อยละ 22.43) พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของกลุ่มอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม

(4) การฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยไม่มีผลต่อค่าคะแนนการทดสอบ TOL ของอาสาสมัครเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน โดยค่าคะแนนการทดสอบ TOL ของกลุ่มทดลอง (Dance group) มีค่าเพิ่มสูงขึ้น 3.77 คะแนน (คิดเป็นร้อยละ 3.75)

และกลุ่มควบคุม (Control group) มีค่าเพิ่มสูงขึ้น 2.16 คะแนน (คิดเป็นร้อยละ 2.17) โดยพบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของอาสาสมัครทั้งสองกลุ่ม

สำหรับตัวแปร SCWT, TMT และ ToL ในงานวิจัยนี้ พบว่าโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยไม่มีผลต่อการพัฒนา EF ทั้ง 3 ด้านของกลุ่มอาสาสมัคร ในการศึกษานี้ผู้วิจัยสามารถอภิปรายผลที่อาจเป็นปัจจัยให้ไม่พบความแตกต่างระหว่างอาสาสมัครกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Mortimer และคณะ ที่ได้ทำการสังเคราะห์งานวิจัยอภิมาน (Meta-analysis) พบว่า มีการศึกษาที่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของตัวแปร EF หลังจากฝึกโปรแกรมเต้น โดยผู้วิจัยทำการอภิปรายว่าอาจเกิดจาก ระยะเวลาในการฝึกที่สั้นเกินไป (short intervention period) ความหนักในการฝึกที่น้อยเกินไป (low dance intensity) นอกจากนี้อาจเกิดจากปัจจัยอื่น ๆ เช่น การที่อาสาสมัครกลุ่มควบคุมมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคม (Social interaction) ร่วมกับกลุ่มทดลองทำให้เกิดการเรียนรู้ หรือได้รับประสบการณ์ที่คล้ายคลึงกับอาสาสมัครกลุ่มทดลอง โดยปรากฏการณ์นี้อาจเรียกว่า active controls แล้วทำให้อาสาสมัครกลุ่มควบคุมมีการพัฒนา EF ในบางด้าน และมีหน้าที่การทำงานของสมองดีขึ้นเช่นเดียวกับกลุ่มทดลอง (Mortimer JA, Ding D. et al, 2012) และเนื่องจากการเรียนรู้โปรแกรมเต้นของเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วนในงานวิจัยนี้ เมื่อถึงระยะที่ครูฝึกถ่ายทอดช่วงของการด้นสด (improvisation) พบว่ายากต่อความเข้าใจและการเรียนรู้ของกลุ่มอาสาสมัคร กล่าวคือ อาสาสมัครยังไม่สามารถออกแบบท่าเต้นได้ด้วยตนเองภายในระยะเวลาการฝึก 10 สัปดาห์ จึงอาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ไม่พบความเปลี่ยนแปลงของ EF ในด้าน Inhibitory Control, Cognitive flexibility, Planning ดังที่ตั้งสมมติฐานไว้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rudd และคณะ ที่พบว่าเมื่อเปรียบเทียบระหว่างโปรแกรมการฝึกเต้นแบบมีการกำหนดท่าเต้นให้ (choreography classes) กับการเต้นเชิงสร้างสรรค์ (creative dance classes) ในกลุ่มอาสาสมัครเด็กอายุ 6-7 ปี สัปดาห์ละสองครั้ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์ พบว่ากลุ่ม creative dance classes มีการพัฒนา EF ด้าน inhibitory control และ working memory น้อยกว่ากลุ่ม choreography classes โดยผู้วิจัยอภิปรายว่าผลลัพธ์นี้อาจเป็นผลมาจากกระบวนการฝึกด้วยโปรแกรม creative dance ที่ให้กลุ่มอาสาสมัครออกแบบท่าเต้นเองไม่เป็นไปตามที่วางแผนไว้ (Rudd, Buszard, Spittle, O'Callaghan, & Oppici, 2021)

สำหรับตัวแปร TMT ซึ่งเป็นการทดสอบความยืดหยุ่นทางความคิด (cognitive flexibility) มีผลการทดลองแตกต่างกับงานวิจัยของ Coubard และคณะ (2011) ซึ่งพบว่าการเต้นนาฏศิลป์ร่วมสมัย (contemporary dance) เป็นเวลา 5 เดือน ช่วยพัฒนาต่อความยืดหยุ่นทาง

ความคิด และทักษะการปรับเปลี่ยนความจดจ่อตามสถานการณ์ (cognitive flexibility) ในกลุ่มตัวอย่างผู้สูงอายุ โดยผู้วิจัยได้ทำการอภิปรายผลว่าการฝึก contemporary dance เป็นการออกกำลังกายที่เน้นการฝึกการเรียนรู้ของร่างกาย (motor-skill learning) ร่วมกับการฝึกปรับเปลี่ยนทางความคิด ความใส่ใจ จดจ่อเมื่อสถานการณ์เปลี่ยน (switching attention tasks) มีองค์ประกอบของช่วงที่ทำการฝึกด้นสด (improvisation) ตามหัวข้อ (theme) ที่ผู้ฝึกสอนกำหนด จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของสมอง (Brain plasticity) (O. Coubard et al., 2011) นอกจากนี้ Davis & Cooper ได้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสมรรถภาพทางกาย (fitness) และปริมาณไขมันในร่างกาย (fatness) กับหน้าที่การทำงานของสมอง และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในเด็กอ้วนที่มีพฤติกรรมเนือยนิ่ง อายุ 7-11 ปี ผลการวิจัยพบว่า สมรรถภาพทางกายมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับหน้าที่การทำงานของสมอง ในขณะที่ปริมาณไขมันในร่างกายมีความสัมพันธ์เชิงลบกับหน้าที่การทำงานของสมอง โดยเฉพาะทักษะ EF ผู้วิจัยให้ข้อเสนอแนะว่านอกเหนือจากระดับสมรรถภาพทางกาย ปัจจัยด้านระยะเวลาในการมีพฤติกรรมเนือยนิ่งควรนำมาพิจารณาร่วมด้วยในการศึกษาที่เกี่ยวข้องกับ fitness, fatness และ cognition ในกลุ่มเด็กที่มีภาวะอ้วน (Davis & Cooper, 2011)

ตัวแปรด้านองค์ประกอบของร่างกาย (body composition) ซึ่งประกอบด้วยค่าดัชนีมวลกาย และเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกาย

ในงานวิจัยนี้พบว่า (1) การฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยไม่มีผลต่อค่า BMI ของอาสาสมัครเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน โดยค่า BMI ของกลุ่มทดลอง (Dance group) มีค่าเพิ่มสูงขึ้น 0.62 kg/m^2 (คิดเป็นร้อยละ 2.50) และกลุ่มควบคุม (Control group) มีค่าเพิ่มขึ้น 0.28 kg/m^2 (คิดเป็นร้อยละ 1.13) โดยพบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของทั้งสองกลุ่ม ดูภาพประกอบที่ 54 เช่นเดียวกับ (2) การฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยไม่มีผลต่อค่า %Body fat ของอาสาสมัครเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน โดยค่า %Body fat ของกลุ่มทดลอง (Dance group) มีค่าลดลง 1.15% (คิดเป็นร้อยละ 3.00) และกลุ่มควบคุม (Control group) มีค่าลดลง 1.41% (คิดเป็นร้อยละ 3.60) โดยพบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ของทั้งสองกลุ่ม

ซึ่งมีผลสอดคล้องกับงานวิจัยของ Monteiro และคณะ (2020) ที่ทำการวิจัยเชิงทดลองในกลุ่มเด็กที่มีภาวะน้ำหนักเกินและเด็กอ้วน พบว่าหลังการฝึกโปรแกรมเต้นแบบ Afro-Brazilian dance กลุ่มอาสาสมัครมีค่า WHR ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเมื่อเทียบกับช่วงก่อนฝึก แต่ไม่พบความเปลี่ยนแปลงของค่า BMI และ percent body fat โดยผู้วิจัยได้อภิปรายผล

ไว้ว่า BMI ไม่มีความแม่นยำพอที่จะใช้อธิบายการเปลี่ยนแปลงอย่างละเอียดที่เกิดขึ้นในองค์ประกอบของร่างกาย (Monteiro et al., 2020a) สอดคล้องกับงานวิจัยของ Klakk และคณะซึ่งศึกษาผลของการเข้าร่วมโปรแกรมการเรียนพลศึกษาเพิ่มเติมในโรงเรียนของเด็กอายุ 8-13 ปี โดยกลุ่มอาสาสมัครต้องทำกิจกรรมพลศึกษาเพิ่มขึ้น 4.5 ชั่วโมง อย่างน้อย 3 วันต่อสัปดาห์ ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติของตัวแปร BMI เช่นกัน โดยผู้วิจัยมีข้อสันนิษฐานว่า BMI เป็นวิธีการวัดที่ไม่เหมาะสมในการเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบของร่างกาย เนื่องจากในทางทฤษฎีแล้วผลของการมีกิจกรรมทางกายอาจทำให้มวลกล้ามเนื้อเพิ่มขึ้น ดังนั้นเมื่อทำการประเมินองค์ประกอบของร่างกายด้วยการใช้ค่าดัชนีมวลกายจึงไม่พบความเปลี่ยนแปลงทางสถิติ (Klakk, Chinapaw, Heidemann, Andersen, & Wedderkopp, 2013) นอกจากนี้ผลการวิจัยของ Klakk และคณะก็ยังไม่พบความแตกต่างของเปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายในกลุ่มอาสาสมัคร ถึงแม้ว่าจะทำการเก็บข้อมูลในระยะยาว (longitudinal study) เป็นเวลานานถึง 2 ปี อย่างไรก็ดีงานวิจัยพบว่าอาสาสมัครที่เข้าร่วมโครงการมีอุบัติการณ์การเกิดภาวะน้ำหนักเกินและอ้วนลดลง จึงอาจจะเป็นไปได้ว่าการฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยในเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน ซึ่งมีระยะเวลาในการฝึกเพียง 10 สัปดาห์นี้ เป็นระยะเวลาในการฝึกที่สั้นเกินกว่าจะทำให้พบความแตกต่าง BMI และ percent body fat (Klakk et al., 2013)

มีหลักฐานที่น่าสนใจพบว่าความหนักในการออกกำลังกายส่งผลต่อการลดลงของค่าองค์ประกอบร่างกาย โดยมีงานวิจัยที่แสดงผลลัพธ์ของการฝึกออกกำลังกายที่ระดับความหนักสูง ว่าส่งผลต่อการพัฒนา cardiovascular fitness ได้ชัดเจนกว่าการออกกำลังกายที่ความหนักต่ำ นอกจากนี้ยังพบว่ากลุ่มอาสาสมัครที่มีกิจกรรมทางกายที่หนักกว่าจะมี percent body fat ลดลงมากกว่ากลุ่มที่มีกิจกรรมทางกายระดับเบา (Gutin et al., 2002) หลักฐานงานวิจัยในระยะหลังยังพบว่าการออกกำลังกายแบบหนักสลับเบา (HIIT) ช่วยพัฒนา aerobic capacity levels และลด body composition ในเด็กอ้วนได้ดีกว่าการออกกำลังกายประเภทอื่น (García-Hermoso et al., 2016) ดังนั้นการที่ไม่พบความเปลี่ยนแปลงด้านองค์ประกอบร่างกายในงานวิจัยนี้ อาจเนื่องมาจากโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยที่ใช้ฝึกในกลุ่มอาสาสมัครเป็นรูปแบบการออกกำลังกายแบบแอโรบิคที่ระดับความหนักปานกลางเท่านั้น และแม้จะมีงานวิจัยที่พบว่าการออกกำลังกายทำให้ serum BDNF เพิ่มขึ้น และระดับ muscle-derived BDNF ส่งผลให้เกิดการเผาผลาญกรดไขมันในกล้ามเนื้อซึ่งเป็นกลไกที่ช่วยให้ลดน้ำหนักในเด็กที่มีภาวะอ้วนได้ (Han, Muehlbauer, Cui, Newgard, & Haqq, 2010) แต่สำหรับงานวิจัยนี้ผู้วิจัยกลับไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างระดับ serum BDNF กับค่าองค์ประกอบของร่างกาย อาจเนื่องมาจากโปรแกรมเต้นฯเป็นรูปแบบการออกกำลังกายแบบแอโรบิคที่ระดับความหนักปานกลาง

อย่างไรก็ดีก็พบข้อสังเกตที่น่าสนใจว่าแม้โปรแกรมจะไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงตัวแปรด้านองค์ประกอบของร่างกาย แต่กลับช่วยพัฒนาระดับ BDNF VO_2peak และ working memory ในกลุ่มอาสาสมัครเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วนได้ และแม้ค่าดัชนีมวลกายมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น แต่เปอร์เซ็นต์ไขมันในร่างกายมีแนวโน้มลดลง

สรุปผลการวิจัย

โปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยที่อาสาสมัครใช้ฝึกในงานวิจัยนี้ เป็นการออกกำลังกายแบบแอโรบิครูปแบบหนึ่งที่ช่วยพัฒนาระดับ BDNF ช่วยเพิ่ม VO_2peak และพัฒนา EF ด้าน working memory ของเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน ซึ่งจากผลการวิจัยในครั้งนี้สอดคล้องกับหลักฐานงานวิจัยที่ผ่านมา ผู้วิจัยพบความเชื่อมโยงของตัวแปร BDNF (neurotrophic factors) VO_2peak (cardiorespiratory fitness) และ EF (brain outcome) เมื่อพิจารณาในกลุ่มอาสาสมัครที่มีภาวะอ้วน สามารถนำระดับ BDNF และ VO_2peak มาเป็นตัวชี้วัดสุขภาพสมอง (brain health indicators) ที่แตกต่างกันในเด็กวัยเรียนได้ ดังนั้นในการทำงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในอนาคต นอกจากตัวแปรทางชีวเคมีและประสิทธิภาพการทำงานของสมองแล้ว ควรนำเอาตัวแปรด้านสมรรถภาพของระบบหัวใจและไหลเวียนเลือดมาเป็นปัจจัยพิจารณาร่วมด้วยเช่นกัน และงานวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการออกกำลังกายในปริมาณที่มากขึ้น ส่งผลให้สมรรถภาพหัวใจและหลอดเลือดดีขึ้น และอาจมีบทบาทในการเสริมสร้างการเชื่อมต่อกันของระบบประสาท ซึ่งเป็นกุญแจสำคัญในทักษะด้านการรู้คิด โดยเฉพาะด้านความจำ จึงควรมีการส่งเสริมให้ออกกำลังกายมากขึ้นเพื่อพัฒนา Cardiorespiratory fitness และสมองซึ่งอาจนำไปสู่การมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ดีขึ้นในกลุ่มเด็กวัยเรียน ทั้งนี้ผู้วิจัยจึงสรุปได้ว่า โปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยสามารถเป็นทางเลือกในการออกกำลังกายแบบแอโรบิคที่สร้างความสนุกสนานให้กับผู้ฝึก ช่วยสร้างแรงจูงใจในการออกกำลังกายและเป็นรูปแบบการออกกำลังกายที่เหมาะสมกับช่วงวัย ดังจะสังเกตได้จากการที่อาสาสมัครทุกคนเข้าร่วมโปรแกรมการฝึกไม่ต่ำกว่า 80% ของจำนวนการฝึกทั้งหมด และด้วยการนำเสนอท่าเต้นใหม่ ๆ ทำให้เกิดกระบวนการเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง เกิดการพัฒนาทั้งทางด้านร่างกายและสมอง รวมไปถึงเพิ่มการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมของเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน ซึ่งโปรแกรมการฝึกเต้นนี้ไม่ต้องการข้อกำหนดพิเศษ ทุกคนเข้าถึงได้ เป็นการออกกำลังกายที่มีความเสี่ยงต่ำ ไม่มีอันตรายต่อร่างกาย นำไปใช้ต่อยอดได้จริงในการทำกิจกรรมพลศึกษาหรือกิจกรรมนันทนาการในโรงเรียน โดยไม่จำเป็นต้องใช้งบประมาณที่มากเกินไป

ข้อจำกัดงานวิจัย

เนื่องจากงานวิจัยในครั้งนี้ทำการเก็บข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ และดำเนินการฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยในโรงเรียน (school base training) ผู้วิจัยจึงทำการออกแบบงานวิจัย และจัดฐานการเก็บข้อมูลให้สอดคล้องกับบริบทของสถานที่ โดยพยายามควบคุมคุณภาพของกระบวนการวิจัยให้ใกล้เคียงกับการทำในห้องปฏิบัติการมากที่สุด ทั้งนี้อาจมีข้อจำกัดในเรื่องของอุปกรณ์ เช่น เครื่องมือในการวัดองค์ประกอบของร่างกาย ซึ่งผู้วิจัยใช้เครื่อง MA601 Body Composition Analyzer ที่เป็นเครื่องวัดแบบพกพาได้ที่มีการรับรองว่ามีความน่าเชื่อถือและสามารถใช้เก็บข้อมูลงานวิจัยได้แต่ยังไม่ใช่เครื่องมือวัดที่มีประสิทธิภาพเพียงพอในการดูการเปลี่ยนแปลงของค่าองค์ประกอบของร่างกายในงานวิจัยนี้ได้โดยละเอียด และด้วยข้อจำกัดด้านงบประมาณผู้วิจัยไม่ได้ทำการการเจาะเลือดเพื่อดูค่าชีวเคมีที่บ่งชี้ถึงปริมาณไขมันในเลือด (lipid profile) จึงอาจทำให้ผลการวิจัยพบว่าการฝึกโปรแกรมเต้นยังไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงตัวแปรด้านองค์ประกอบของร่างกาย นอกจากนี้ยังมีข้อจำกัดในด้านการฝึกโปรแกรมในงานวิจัยเนื่องจากการเรียนรู้โปรแกรมเต้นของเด็กวัยเรียนที่มีภาวะอ้วน เมื่อถึงระยะที่ครูฝึกถ่ายทอดช่วงของการด้นสด (improvisation) พบว่ายากต่อความเข้าใจและการเรียนรู้ของกลุ่มอาสาสมัคร ผู้วิจัยจึงมุ่งเน้นไปที่องค์ประกอบของกิจกรรมเกมการเคลื่อนไหวอย่างสร้างสรรค์ (creative movement game) ซึ่งก็เป็นช่วงที่กระตุ้นให้อาสาสมัครได้ออกแบบการเคลื่อนไหวอย่างอิสระและสร้างสรรค์ตามกติกาของเกมที่ครูฝึกกำหนดให้ และการฝึกทักษะ(skill) การเต้นแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัย (contemporary dance) โดยให้อาสาสมัครทำตามครูฝึก และจดจำท่าทางในการเต้นตามความสามารถของแต่ละคน แต่อาจจะไม่สามารถพัฒนาไปถึงขั้นตอนของการด้นสด (Dance and improvisation) จึงอาจจะเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ไม่พบความเปลี่ยนแปลงของ EF ในด้าน Inhibitory Control, Cognitive flexibility, Planning ดังที่ตั้งสมมติฐานไว้

ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

1. ควรมีการศึกษาผลของโปรแกรมการเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยควบคู่กับการกำหนดโปรแกรมการรับประทานอาหารที่ควบคุมพลังงาน เพื่อที่จะได้เห็นผลการเปลี่ยนแปลงด้านองค์ประกอบของร่างกายที่ชัดเจนขึ้น

2. ควรมีการศึกษาผลของการฝึกโปรแกรมการเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยในระยะเวลาที่นานขึ้น โดยออกแบบการวิจัยให้เป็นการศึกษาระยะยาว (longitudinal study) เพื่อที่จะได้เห็นผลการเปลี่ยนแปลงของ EF ด้าน Inhibitory Control, Cognitive flexibility, Planning และตัวแปรด้านองค์ประกอบของร่างกายที่ชัดเจนขึ้น

3. ควรมีการศึกษาผลของการฝึกโปรแกรมการเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยในกลุ่มอาสาสมัครอื่น ๆ เช่น กลุ่มอาสาสมัครที่มีความบกพร่องของกระบวนการรู้คิด (cognitive impairment) และกลุ่มอาสาสมัครที่มีความผิดปกติของระบบเมตาบอลิซึมอื่น ๆ (metabolic disorders) นอกเหนือจากการมีภาวะอ้วน

4. ควรมีการวัดตัวแปรชีวเคมีอื่น ๆ เพิ่มเติม เช่น lipid profile, leptin hormone เพื่อขยายขอบเขตงานวิจัยให้กว้างขึ้น สามารถอธิบายปัจจัยที่ส่งผลทางสรีรวิทยาต่อการทำงานของสมองและองค์ประกอบของร่างกายอย่างครอบคลุมมากขึ้น และมีโอกาสที่จะแสดงถึงความสัมพันธ์ของตัวแปรต่าง ๆ ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

5. ควรมีการพิจารณาใช้เครื่องมือทางห้องปฏิบัติการที่มีความละเอียด แม่นยำสูงในการบ่งชี้ค่าองค์ประกอบของร่างกายในการวิจัย และสามารถใช้วินิจฉัยความผิดปกติทางคลินิกได้ เช่น เครื่อง Dual-energy X-ray Absorptiometry Scan (DEXA)

บรรณานุกรม

Aadland, K. N., Ommundsen, Y., Aadland, E., Brønnick, K. S., Lervåg, A., Resaland, G. K., & Moe, V. F. (2017). Executive functions do not mediate prospective relations between indices of physical activity and academic performance: The Active Smarter Kids (ASK) study. *Frontiers in Psychology, 8*, 1088.

Ackerman, D. J., & Friedman-Krauss, A. H. (2017). Preschoolers' executive function: Importance, contributors, research needs and assessment options. *ETS Research Report Series, 2017*(1), 1-24.

Al-Hamad, D., & Raman, V. (2017). Metabolic syndrome in children and adolescents. *Translational pediatrics, 6*(4), 397.

Alomari, M. A., Khabour, O. F., Alawneh, K., Alzoubi, K. H., & Maikano, A. B. (2020). The importance of physical fitness for the relationship of BDNF with obesity measures in young normal-weight adults. *Heliyon, 6*(3), e03490.

Angioi, M., Metsios, G., Koutedakis, Y., & Wyon, M. A. (2009). Fitness in contemporary dance: a systematic review. *International journal of sports medicine, 30*(07), 475-484.

Araki, S., Yamamoto, Y., Dobashi, K., Asayama, K., & Kusuhara, K. (2014). Decreased plasma levels of brain-derived neurotrophic factor and its relationship with obesity and birth weight in obese Japanese children. *Obesity research & clinical practice, 8*(1), e63-e69.

Bae, J.-H., & Lee, H. (2021). The effect of diet, exercise, and lifestyle intervention on childhood obesity: A network meta-analysis. *Clinical Nutrition, 40*(5), 3062-3072.

Baptista, P., & Andrade, J. P. (2018). Adult hippocampal neurogenesis: regulation and possible functional and clinical correlates. *Frontiers in neuroanatomy, 12*, 44.

Beckers, S., Peeters, A., Zegers, D., Mertens, I., Van Gaal, L., & Van Hul, W. (2008). Association of the BDNF Val66Met variation with obesity in women. *Molecular genetics and metabolism, 95*(1-2), 110-112.

Best, J. R. (2010). Effects of physical activity on children's executive function: Contributions of experimental research on aerobic exercise. *Developmental review, 30*(4), 331-351.

Bibok, M. B., Carpendale, J. I., & Müller, U. (2009). Parental scaffolding and the development of executive function. *New directions for child and adolescent development, 2009*(123), 17-34.

Bidzan-Bluma, I., & Lipowska, M. (2018). Physical activity and cognitive functioning of children: a systematic review. *International journal of environmental research and public health, 15*(4), 800.

Blair, C., Granger, D. A., Willoughby, M., Mills-Koonce, R., Cox, M., Greenberg, M. T., Investigators, F. (2011). Salivary cortisol mediates effects of poverty and parenting on executive functions in early childhood. *Child development, 82*(6), 1970-1984.

Borda, W. A., Badillo, F. L., Suárez, J., & Rey, J. J. (2015). Carotid intima media thickness in obese children. *Rev Colomb Radiol, 26*, 4185-4191.

Brandkvist, M., Bjørngaard, J. H., Ødegård, R. A., Åsvold, B. O., Sund, E. R., & Vie, G. Å. (2019). Quantifying the impact of genes on body mass index during the obesity epidemic: longitudinal findings from the HUNT Study. *bmj, 366*.

Brown, C. L., Halvorson, E. E., Cohen, G. M., Lazorick, S., & Skelton, J. A. (2015). Addressing childhood obesity: opportunities for prevention. *Pediatric Clinics, 62*(5), 1241-1261.

Brown, S., Martinez, M. J., & Parsons, L. M. (2006). The neural basis of human dance. *Cerebral cortex, 16*(8), 1157-1167.

Cameron, C. E., Brock, L. L., Murrah, W. M., Bell, L. H., Worzalla, S. L., Grissmer, D., & Morrison, F. J. (2012). Fine motor skills and executive function both contribute to kindergarten achievement. *Child development, 83*(4), 1229-1244.

Chan, Y.-S., Jang, J.-T., & Ho, C.-S. (2022). Effects of physical exercise on children with attention deficit hyperactivity disorder. *Biomedical journal, 45*(2), 265-270.

Chichinina, E., Bukhalenkova, D., Tvardovskaya, A., Semyonov, Y., Gavrilova, M., & Almazova, O. (2022). The Relationship between Executive Functions and Dance Classes in Preschool Age Children. *Education Sciences, 12*(11), 788.

Chu, D.-T., Nguyet, N. T. M., Dinh, T. C., Lien, N. V. T., Nguyen, K.-H., Ngoc, V. T. N., Jurgoń ski, A. (2018). An update on physical health and economic consequences of overweight and obesity. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews, 12*(6), 1095-1100.

Cohen, J. I., Yates, K. F., Duong, M., & Convit, A. (2011). Obesity, orbitofrontal structure and function are associated with food choice: a cross-sectional study. *BMJ open, 1*(2), e000175.

Connolly, M. K., Quin, E., & Redding, E. (2011). dance 4 your life: exploring the health and well-being implications of a contemporary dance intervention for female adolescents. *Research in Dance Education, 12*(1), 53-66.

Cotman, C. W., Berchtold, N. C., & Christie, L.-A. (2007). Exercise builds brain health: key roles of growth factor cascades and inflammation. *Trends in neurosciences, 30*(9), 464-472.

Coubard, O., Duretz, S., Lefebvre, V., Lapalus, P., & Ferrufino, L. (2011). Practice of Contemporary Dance Improves Cognitive Flexibility in Aging. *Frontiers in aging neuroscience, 3*(13). doi:10.3389/fnagi.2011<0.00113

Coubard, O. A., Duretz, S., Lefebvre, V., Lapalus, P., & Ferrufino, L. (2011). Practice of contemporary dance improves cognitive flexibility in aging. *Frontiers in aging neuroscience, 3*, 13.

Crow, J. F., & Kimura, M. (1965). Evolution in sexual and asexual populations. *The American Naturalist, 99*(909), 439-450.

Cruz-Ferreira, A., Marmeleira, J., Formigo, A., Gomes, D., & Fernandes, J. (2015). Creative dance improves physical fitness and life satisfaction in older women. *Research on aging, 37*(8), 837-855.

Cuevas, K., Deater-Deckard, K., Kim-Spoon, J., Wang, Z., Morasch, K. C., & Bell, M. A. (2014). A longitudinal intergenerational analysis of executive functions during early childhood. *British Journal of Developmental Psychology, 32*(1), 50-64.

Culbertson, W., & Zillmer, E. (2005). Tower of London-Drexel University–2nd Edition (TOLDX-2). *Toronto, Canada: York University*.

Dalgas-Pelish, P. (2006). Effects of a self-esteem intervention program on school-age children. *Pediatric nursing, 32*(4).

Davis, C. L., & Cooper, S. (2011). Fitness, fatness, cognition, behavior, and academic achievement among overweight children: do cross-sectional associations correspond to exercise trial outcomes? *Preventive medicine, 52*, S65-S69.

Davis, C. L., Tomporowski, P. D., McDowell, J. E., Austin, B. P., Miller, P. H., Yanasak, N. E., Naglieri, J. A. (2011). Exercise improves executive function and achievement and alters brain activation in overweight children: a randomized, controlled trial. *Health psychology, 30*(1), 91.

de Azevedo, K. P. M., de Oliveira Segundo, V. H., de Medeiros, G. C. B. S., de Sousa Mata, Á. N., García, D. Á., de Carvalho Leitão, J. C. G., Piuvezam, G. (2019). Effects of exercise on the levels of BDNF and executive function in adolescents: A protocol for systematic review and meta-analysis. *Medicine, 98*(28).

Di Liegro, C. M., Schiera, G., Proia, P., & Di Liegro, I. (2019). Physical activity and brain health. *Genes, 10*(9), 720.

Diamond, A. (2012). Activities and programs that improve children's executive functions. *Current directions in psychological science, 21*(5), 335-341.

Diamond, A., & Lee, K. (2011). Interventions shown to aid executive function development in children 4 to 12 years old. *Science, 333*(6045), 959-964.

Ferman, T. J., Smith, G. E., Boeve, B. F., Graff-Radford, N. R., Lucas, J. A., Knopman, D. S., Uitti, R. (2006). Neuropsychological differentiation of dementia with Lewy bodies from normal aging and Alzheimer's disease. *The Clinical Neuropsychologist, 20*(4), 623-636.

Fochesatto, C. F., Brand, C., Menezes, F., Cristi-Montero, C., Gaya, A. C. A., Leite, N., & Gaya, A. R. (2023). Sedentary time play a moderator role in the relationship between physical fitness and brain-derived neurotrophic factor in children. A pilot study. *Journal of Exercise Science & Fitness, 21*(1), 119-124.

Foster, P. P. (2013). How does dancing promote brain reconditioning in the elderly? *Frontiers in aging neuroscience, 5*, 4.

García-Hermoso, A., Cerrillo-Urbina, A., Herrera-Valenzuela, T., Cristi-Montero, C., Saavedra, J., & Martínez-Vizcaíno, V. (2016). Is high-intensity interval training more effective on improving cardiometabolic risk and aerobic capacity than other forms of exercise in overweight and obese youth? A meta-analysis. *Obesity reviews, 17*(6), 531-540.

Goldfield, G. S., Walsh, J., Sigal, R. J., Kenny, G. P., Hadjiyannakis, S., De Lisio, M., Doucette, S. (2021). Associations of the BDNF Val66Met Polymorphism With Body Composition, Cardiometabolic Risk Factors, and Energy Intake in Youth With Obesity: Findings From the HEARTY Study. *Frontiers in Neuroscience, 15*.

Goldstein, G., & Beers, S. R. (2004). *Comprehensive handbook of psychological assessment, Intellectual and Neuropsychological Assessment* (Vol. 1): Wiley.

Güngör, N. K. (2014). Overweight and obesity in children and adolescents. *Journal of clinical research in pediatric endocrinology, 6*(3), 129.

Gutierrez, P. T. V., Delgado, G. G., Renteria, C. T., Orozco, E. R., & Coronado, O. G. (2020). Obesity and Overweight Influence BDNF Serum Levels in the Pediatric Population. *Metabolism-Clinical and Experimental, 104*.

Gutin, B., Barbeau, P., Owens, S., Lemmon, C. R., Bauman, M., Allison, J., Litaker, M. S. (2002). Effects of exercise intensity on cardiovascular fitness, total body composition, and visceral adiposity of obese adolescents. *The American journal of clinical nutrition, 75*(5), 818-826.

Han, J. C., Muehlbauer, M. J., Cui, H. N., Newgard, C. B., & Haqq, A. M. (2010). Lower brain-derived neurotrophic factor in patients with Prader-Willi syndrome compared

to obese and lean control subjects. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 95*(7), 3532-3536.

Hayes, J. F., Eichen, D. M., Barch, D. M., & Wilfley, D. E. (2018). Executive function in childhood obesity: Promising intervention strategies to optimize treatment outcomes. *Appetite, 124*, 10-23.

Huang, T., Larsen, K., Ried-Larsen, M., Møller, N., & Andersen, L. B. (2014). The effects of physical activity and exercise on brain-derived neurotrophic factor in healthy humans: A review. *Scandinavian journal of medicine & science in sports, 24*(1), 1-10.

Janicke, D. M., Steele, R. G., Gayes, L. A., Lim, C. S., Clifford, L. M., Schneider, E. M., Westen, S. (2014). Systematic review and meta-analysis of comprehensive behavioral family lifestyle interventions addressing pediatric obesity. *Journal of pediatric psychology, 39*(8), 809-825.

Jansen, A., Houben, K., & Roefs, A. (2015). A cognitive profile of obesity and its translation into new interventions. *Frontiers in Psychology, 6*, 1807.

Jansen, P., & Richter, S. (2015). Effects of a one-hour creative dance training on mental rotation performance in primary school aged children. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research, 13*(4).

Kambeitz, J. P., Bhattacharyya, S., Kambeitz-Ilankovic, L. M., Valli, I., Collier, D. A., & McGuire, P. (2012). Effect of BDNF val66met polymorphism on declarative memory and its neural substrate: A meta-analysis. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 36*(9), 2165-2177.

Kamijo, K., Pontifex, M. B., Khan, N. A., Raine, L. B., Scudder, M. R., Drollette, E. S., Hillman, C. H. (2012). The association of childhood obesity to neuroelectric indices of inhibition. *Psychophysiology, 49*(10), 1361-1371.

Karnik, S., & Kanekar, A. (2012). Childhood obesity: a global public health crisis. *International journal of preventive medicine, 3*(1), 1.

Klakk, H., Chinapaw, M., Heidemann, M., Andersen, L. B., & Wedderkopp, N. (2013). Effect of four additional physical education lessons on body composition in children aged 8–13 years–a prospective study during two school years. *BMC pediatrics, 13*, 1-8.

Kleinloog, J. P., Mensink, R. P., Ivanov, D., Adam, J. J., Uludağ, K., & Joris, P. J. (2019). Aerobic exercise training improves cerebral blood flow and executive function: A randomized, controlled cross-over trial in sedentary older men. *Frontiers in aging neuroscience, 11*, 333.

Knaepen, K., Goekint, M., Heyman, E. M., & Meeusen, R. (2010). Neuroplasticity—exercise-induced response of peripheral brain-derived neurotrophic factor: a systematic review of experimental studies in human subjects. *Sports medicine, 40*, 765-801.

Lara-Aparicio, M., Mayorga-Vega, D., & López-Fernández, I. (2021). Expressive movement & creative dance practice in times of quarantine: the# vidlop movement. *Movimento, 27*.

Likhitweerawong, N., Louthrenoo, O., Boonchooduang, N., Tangwijitsakul, H., & Srisurapanont, M. (2022). Bidirectional prediction between weight status and executive function in children and adolescents: A systematic review and meta-analysis of longitudinal studies. *Obesity reviews, 23*(8), e13458.

Liu, S., Yu, Q., Li, Z., Cunha, P. M., Zhang, Y., Kong, Z., Cai, Y. (2020). Effects of Acute and Chronic Exercises on Executive Function in Children and Adolescents: A Systemic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Psychology, 11*, 3482.

Logan, N. E., Raine, L. B., Drollette, E. S., Castelli, D. M., Khan, N. A., Kramer, A. F., & Hillman, C. H. (2021). The differential relationship of an afterschool physical activity intervention on brain function and cognition in children with obesity and their normal weight peers. *Pediatric Obesity, 16*(2), e12708.

Marqués-Iturria, I., Garolera, M., Pueyo, R., Segura, B., Hernan, I., García-García, I., Narberhaus, A. (2014). The interaction effect between BDNF val66met polymorphism and obesity on executive functions and frontal structure. *American Journal of Medical Genetics Part B: Neuropsychiatric Genetics, 165*(3), 245-253.

Medina, J. A., Netto, T. L., Muszkat, M., Medina, A. C., Botter, D., Orbetelli, R., Miranda, M. C. (2010). Exercise impact on sustained attention of ADHD children, methylphenidate effects. *ADHD Attention Deficit and Hyperactivity Disorders, 2*, 49-58.

Meltzer, L. (2018). *Executive function in education: From theory to practice*: Guilford Publications.

Meng, X., Li, G., Jia, Y., Liu, Y., Shang, B., Liu, P., Chen, L. (2020). Effects of dance intervention on global cognition, executive function and memory of older adults: a meta-analysis and systematic review. *Aging Clinical and Experimental Research, 32*(1), 7-19.

Miller, A. A., & Spencer, S. J. (2014). Obesity and neuroinflammation: a pathway to cognitive impairment. *Brain, behavior, and immunity, 42*, 10-21.

Miller, A. L., Lee, H. J., & Lumeng, J. C. (2015). Obesity-associated biomarkers and executive function in children. *Pediatric research, 77*(1), 143-147.

Monteiro, C. d. P., Almeida, M. L. d., & Bueno Júnior, C. R. (2020a). Dance in the treatment of childhood obesity: a proposed protocol. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 26*(1), 43-47.

Monteiro, C. d. P., Almeida, M. L. d., & Bueno Júnior, C. R. (2020b). Dance in the treatment of childhood obesity: a proposed protocol. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 26*, 43-47.

Mora-Gonzalez, J., Migueles, J. H., Esteban-Cornejo, I., Cadenas-Sanchez, C., Pastor-Villaescusa, B., Molina-García, P., Aguilera, C. M. (2019). Sedentarism, physical activity, steps, and neurotrophic factors in obese children. *Med Sci Sports Exerc, 51*(11), 2325-2333.

Moran, L., & Yeates, K. O. (2011). Stroop Color and Word Test, Children's Version. In J. S. Kreutzer, J. DeLuca, & B. Caplan (Eds.), *Encyclopedia of Clinical Neuropsychology* (pp. 2403-2404). New York, NY: Springer New York.

Numakawa, T., Odaka, H., & Adachi, N. (2018). Actions of brain-derived neurotrophin factor in the neurogenesis and neuronal function, and its involvement in the

pathophysiology of brain diseases. *International Journal of Molecular Sciences, 19*(11), 3650.

Ogden, C. L., Carroll, M. D., Lawman, H. G., Fryar, C. D., Kruszon-Moran, D., Kit, B. K., & Flegal, K. M. (2016). Trends in obesity prevalence among children and adolescents in the United States, 1988-1994 through 2013-2014. *Jama, 315*(21), 2292-2299.

Oliver, J. (2022). Retrieved from https://www.wcrf.org/jamie-oliver-tackle-child-obesity-with-compulsory-food-education/

Oppici, L., Rudd, J. R., Buszard, T., & Spittle, S. (2020). Efficacy of a 7-week dance (RCT) PE curriculum with different teaching pedagogies and levels of cognitive challenge to improve working memory capacity and motor competence in 8–10 years old children. *Psychology of Sport and Exercise, 50*, 101675.

Organization, W. H. (2021). Obesity and overweight. Retrieved from https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight

Pannacciulli, N., Del Parigi, A., Chen, K., Le, D. S. N., Reiman, E. M., & Tataranni, P. A. (2006). Brain abnormalities in human obesity: a voxel-based morphometric study. *Neuroimage, 31*(4), 1419-1425.

Pezawas, L., Verchinski, B. A., Mattay, V. S., Callicott, J. H., Kolachana, B. S., Straub, R. E., Weinberger, D. R. (2004). The brain-derived neurotrophic factor val66met polymorphism and variation in human cortical morphology. *Journal of Neuroscience, 24*(45), 10099-10102.

Raine, L., Drollette, E., Kao, S.-C., Westfall, D., Chaddock-Heyman, L., Kramer, A. F., Hillman, C. (2018). The associations between adiposity, cognitive function, and achievement in children. *Medicine and science in sports and exercise, 50*(9), 1868.

Rehfeld, K., Lüders, A., Hökelmann, A., Lessmann, V., Kaufmann, J., Brigadski, T., Müller, N. G. (2018). Dance training is superior to repetitive physical exercise in inducing brain plasticity in the elderly. *PloS one, 13*(7), e0196636.

Reinert, K. R., Po'e, E. K., & Barkin, S. L. (2013). The relationship between executive function and obesity in children and adolescents: a systematic literature review. *Journal of obesity, 2013*.

Rezaei Niyasr, A., Zare, H., & Barjesteh, F. (2017). Assessment of cognitive function in obese & overweight children compared with children of normal weight in the Tower of London & stroop test. *Health psychology, 6*(22), 35-50.

Ribeiro, D., Petrigna, L., Pereira, F. C., Muscella, A., Bianco, A., & Tavares, P. (2021). The impact of physical exercise on the circulating levels of BDNF and NT 4/5: a review. *International Journal of Molecular Sciences, 22*(16), 8814.

Ronan, L., Alexander-Bloch, A., & Fletcher, P. C. (2020). Childhood obesity, cortical structure, and executive function in healthy children. *Cerebral cortex, 30*(4), 2519-2528.

Rosas-Vargas, H., Martínez-Ezquerro, J. D., & Bienvenu, T. (2011). Brain-derived neurotrophic factor, food intake regulation, and obesity. *Archives of medical research, 42*(6), 482-494.

Ross, M., Kargl, C. K., Ferguson, R., Gavin, T. P., & Hellsten, Y. (2023). Exercise-induced skeletal muscle angiogenesis: impact of age, sex, angiocrines and cellular mediators. *European Journal of Applied Physiology*, 1-18.

Roth, C. L., Elfers, C., Gebhardt, U., Müller, H. L., & Reinehr, T. (2013). Brain-derived neurotrophic factor and its relation to leptin in obese children before and after weight loss. *Metabolism, 62*(2), 226-234.

Rudd, J., Buszard, T., Spittle, S., O'Callaghan, L., & Oppici, L. (2021). Comparing the efficacy (RCT) of learning a dance choreography and practicing creative dance on improving executive functions and motor competence in 6–7 years old children. *Psychology of Sport and Exercise, 53*, 101846.

Sánchez-SanSegundo, M., Zaragoza-Martí, A., Martin-LLaguno, I., Berbegal, M., Ferrer-Cascales, R., & Hurtado-Sánchez, J. A. (2021). The Role of BMI, Body Fat Mass and Visceral Fat in Executive Function in Individuals with Overweight and Obesity. *Nutrients, 13*(7), 2259.

Sandrini, L., Di Minno, A., Amadio, P., Ieraci, A., Tremoli, E., & Barbieri, S. S. (2018). Association between obesity and circulating brain-derived neurotrophic factor (BDNF) levels: Systematic review of literature and meta-analysis. *International Journal of Molecular Sciences, 19*(8), 2281.

Selvaraju, V., Babu, J. R., & Geetha, T. (2022). Multiplexed measurements of salivary fetuin-A, insulin, and adiponectin as potential non-invasive biomarkers in childhood obesity. *Cytokine, 153*, 155843.

Shen, Y., Zhao, Q., Huang, Y., Liu, G., & Fang, L. (2020). Promotion of Street-Dance Training on the Executive Function in Preschool Children. *Frontiers in Psychology, 11*(2817). doi:10.3389/fpsyg.2020.585598

Si, J., Zhang, H., Zhu, L., & Chen, A. (2021). The relationship between overweight/obesity and executive control in college students: The mediating effect of BDNF and 5-HT. *Life, 11*(4), 313.

Smith, S. M., Sumar, B., & Dixon, K. A. (2014). Musculoskeletal pain in overweight and obese children. *International journal of obesity, 38*(1), 11-15.

Sulik, M. J., Blair, C., Mills-Koonce, R., Berry, D., Greenberg, M., Investigators, F. L. P., Garrett-Peters, P. T. (2015). Early parenting and the development of externalizing behavior problems: Longitudinal mediation through children's executive function. *Child development, 86*(5), 1588-1603.

Sutipan, P., Chumcha, V., Chutabhakdikul, N., & Thanasetkorn, P. (2012). The impact of the 101s positive discipline teacher training on teacher practices and preschoolers' executive function skills.

Swain, D. P., Brawner, C. A., & Medicine, A. C. o. S. (2014). *ACSM's resource manual for guidelines for exercise testing and prescription*: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.

Tao, D., Gao, Y., Cole, A., Baker, J. S., Gu, Y., Supriya, R., Awan-Scully, R. (2022). The physiological and psychological benefits of dance and its effects on children and adolescents: A systematic review. *Frontiers in physiology, 13*, 925958.

Teixeira-Machado, L., Arida, R. M., & de Jesus Mari, J. (2019). Dance for neuroplasticity: A descriptive systematic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 96*, 232-240.

Thai Health. (2557). (1 ed.). Nakhon Pathom: Institute for Population and Social Research, Mahidol University, Thailand.

Tuyet, L. T., Nhung, B. T., Dao, D. T. A., Hanh, N. T. H., Tuyen, L. D., Binh, T. Q., & Thuc, V. T. M. (2017). The brain-derived neurotrophic factor Val66Met polymorphism, delivery method, birth weight, and night sleep duration as determinants of obesity in vietnamese children of primary school age. *Childhood Obesity, 13*(5), 392-399.

van der Klaauw, A. A., & Farooqi, I. S. (2015). The hunger genes: pathways to obesity. *Cell, 161*(1), 119-132.

van der Niet, A. G., Smith, J., Scherder, E. J., Oosterlaan, J., Hartman, E., & Visscher, C. (2015). Associations between daily physical activity and executive functioning in primary school-aged children. *Journal of Science and Medicine in Sport, 18*(6), 673-677.

Vankova, H., Holmerova, I., Machacova, K., Volicer, L., Veleta, P., & Celko, A. M. (2014). The effect of dance on depressive symptoms in nursing home residents. *Journal of the American Medical Directors Association, 15*(8), 582-587.

Vernon-Feagans, L., Willoughby, M., & Garrett-Peters, P. (2016). Predictors of behavioral regulation in kindergarten: Household chaos, parenting, and early executive functions. *Developmental psychology, 52*(3), 430.

Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes*: Harvard university press.

Wagner, S. L., Cepeda, I., Krieger, D., Maggi, S., D'Angiulli, A., Weinberg, J., & Grunau, R. E. (2016). Higher cortisol is associated with poorer executive functioning in preschool children: The role of parenting stress, parent coping and quality of daycare. *Child Neuropsychology, 22*(7), 853-869.

Walsh, J. J., & Tschakovsky, M. E. (2018). Exercise and circulating BDNF: Mechanisms of release and implications for the design of exercise interventions. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism, 43*(11), 1095-1104.

Wang, C., Chan, J. S., Ren, L., & Yan, J. H. (2016). Obesity reduces cognitive and motor functions across the lifespan. *Neural plasticity, 2016*.

Wangrath, J. (2018). โรคอ้วนในเด็กก่อนวัยเรียนของประเทศไทย. *Thai Journal of Public Health, 48*(3), 356-370.

Yamborisut, U., Kijboonchoo, K., Wimonpeerapattana, W., Srichan, W., & Thasanasuwan, W. (2008). Study on different sites of waist circumference and its relationship to weight-for-height index in Thai adolescents. *Journal of the Medical Association of Thailand= Chotmaihet Thangphaet, 91*(8), 1276-1284.

Yang, Y., Shields, G. S., Guo, C., & Liu, Y. (2018). Executive function performance in obesity and overweight individuals: A meta-analysis and review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 84*, 225-244.

Zeng, X., Cai, L., Wong, S. H.-s., Lai, L., Lv, Y., Tan, W., Chen, Y. (2021). Association of Sedentary Time and Physical Activity With Executive Function Among Children. *Academic pediatrics, 21*(1), 63-69.

สุดาวรรณ จุลเกตุ, มานิกา วิเศษสาธร, นนทิมา พัชโรรส. (2019). การศึกษาเปรียบเทียบกระบวนการคิดขั้นสูงระหว่างเด็กสมาธิสั้น และเด็กปกติ. *Journal of the Psychiatric Association of Thailand, 64*(2), 187-196.

ขุนวิทยา, ศ. (2562). รายงานการวิจัยความสัมพันธ์ของภาวะโรคอ้วนและความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองในเด็กวัยเรียน. กรุงเทพฯ: สถาบันแห่งชาติเพื่อการพัฒนาเด็กและครอบครัว มหาวิทยาลัยมหิดล.

โค้วตระกูล, ส. (2550). จิตวิทยาการศึกษา (7 ed.). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วิรุณ ตั้งเจริญ. (2012). ศิลปกรรมร่วมสมัย: การเรียนรู้ และสร้างสรรค์ CONTEMPORARY ART: LEARNING AND CREATIVITY. วารสารสถาบันวัฒนธรรม และศิลปะ*, 14*(1), 14-14.

ไพรัตน์, ณ. (2563). คู่มือปฏิบัติงานการให้บริการรับบริจาคโลหิตงานธนาคารเลือด โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ.

นวลจันทร์ จุฑาภักดีกุล. (2015). การคิดเชิงระบบ. สารานุกรมศึกษาศาสตร์ (*Encylopedia of Education), 48*.

ธนกร สรรย์วราภิภู. (2019). รูปแบบการสร้างสรรค์นาฏยศิลป์ชุด ชีเทลส์... ผ่านกระบวนการสร้างสรรค์โดยใช้แนวคิดนาฏยศิลป์หลังสมัยใหม่. วารสารชุมชนวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา, *13*(3), 57-69.

พรพิมล เวสสวัสดิ์, ศศิลักษณ์ ขยันกิจ. (2015). ผลของการจัดกิจกรรมเคลื่อนไหวและจังหวะโดยใช้แนวคิดการเต้นเชิงสร้างสรรค์ที่มีต่อ ความคิดสร้างสรรค์ของเด็กอนุบาล. *An Online Journal of Education, 10*(2), 63-73.

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการสร้างเสริมสุขภาพ. (2018). คู่มือสูเส้นชัย โรงเรียนไร้พุง.

ภาคผนวก

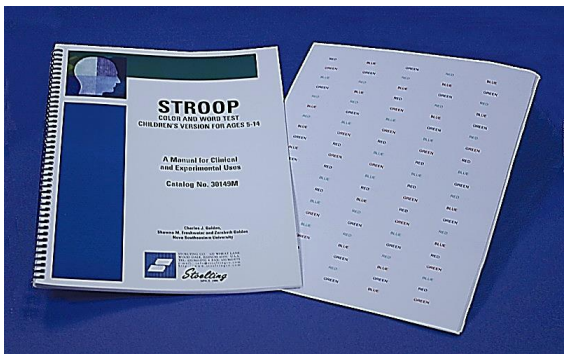
ภาคผนวก ก
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

ภาพประกอบ 55 เครื่องวัดค่าองค์ประกอบของร่างกาย

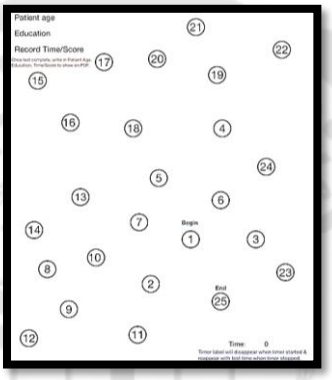
(Charder MA601, Body Composition Analyzer)

ภาพประกอบ 56 เครื่องชั่งน้ำหนัก และวัดส่วนสูง (ZEPPER, MK250C)

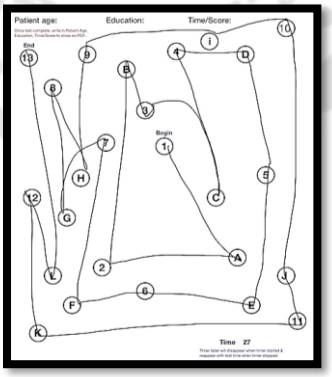
ภาพประกอบ 57 สายวัด



ภาพประกอบ 58 แบบทดสอบสตรูปแอนด์คัลเลอร์เวิร์ด (Stroop and Color word Test)



ภาพประกอบ 59 แบบทดสอบเทรลเมคกิ้ง (Trail Making Test) ส่วน A

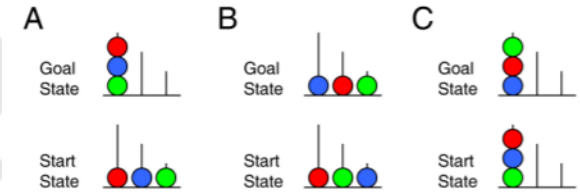


ภาพประกอบ 60 แบบทดสอบเทรลเมคกิ้ง (Trail Making Test) ส่วน B

3. DIGIT SPAN (Discontinue after failure on BOTH TRIALS of any item. Administer BOTH TRIALS of each item. Even if the subject passes trial.)

DIGITS FORWARD		Pass/ Fail	Score 2, 1, or 0	DIGITS BACKWARD		Pass/ Fail	Score 2, 1, or 0
1.	5-8-2			1.	2-4		
	6-9-4				5-8		
2.	6-4-3-9			2.	6-2-9		
	7-2-8-6				4-1-5		
3.	4-2-7-3-1			3.	3-2-7-9		
	7-5-3-8-6				4-9-6-8		
4.	6-1-9-4-7-3			4.	1-5-2-8-6		
	3-9-2-4-8-7				6-1-8-4-3		
5.	5-9-1-7-4-2-8			5.	5-3-9-4-1-8		
	4-1-7-9-3-8-6				7-2-4-8-5-6		
6.	5-8-1-9-2-6-4-7			6.	8-1-2-9-3-6-5		
	3-8-2-9-5-1-7-4				4-7-3-9-1-2-8		
7.	2-7-5-8-6-2-5-8-4			7.	9-4-3-7-6-2-5-8		
	7-1-3-9-4-2-5-6-8				7-2-8-1-9-6-5-3		
	Total Forward		Max = 14		*Total Backward*		Max = 14

ภาพประกอบ 61 แบบทดสอบดิจิตสแปน (Digit Span test)



ภาพประกอบ 62 แบบทดสอบทาวเวอร์ออฟลอนดอน (Tower of London)

ภาพประกอบ 63 เครื่องวัดความดันโลหิตแบบดิจิตอล (Semi-automated blood pressure)

ภาพประกอบ 64 เครื่องตรวจวัดระดับออกซิเจนในเลือดและวัดอัตราการเต้นของหัวใจ (Pulse Oximeter)

ภาพประกอบ 65 ไซริงค์ (Syring 3 mL)

ภาพประกอบ 66 เข็มฉีดยา (Needle 24G)

ภาพประกอบ 67 สายรัดแขน (Tourniquet)

ภาพประกอบ 68 เทปแต่งแผลชนิดใส (Transpore)

ภาพประกอบ 69 สำลีก้อน (cotton wool ball)

ภาพประกอบ 70 แอลกอฮอล์เข้มข้น (Alcohol 70%)

ภาพประกอบ 71 หลอดเก็บเลือด (Red Clot Activator tube 3 mL)

ภาพประกอบ 72 เครื่องปั่นแรงเหวี่ยงสูง (centrifuged)

ภาพประกอบ 73 ตู้เย็นแช่แข็ง (Freezer อุณหภูมิ -86 ถึง -40 C)

ภาพประกอบ 74 เครื่องตรวจวิเคราะห์ (Absorbance Microplate Readers, BioTek Epoch Microplate Spectrophotometer)

ภาพประกอบ 75 ชุดตรวจนิวโรโทรฟิคแฟคเตอร์จากสมอง (Human BDNF ELISA Kit, RAB0026, Sigma-Aldrich, Inc.)

ภาพประกอบ 76 เครื่องวิเคราะห์อากาศ (Gas – analyzer Cardio Coach model 9002-co2)

ภาพประกอบ 77 จักรยานวัดงาน (Ergometer bike) ยี่ห้อโมนาร์ก (Monark) รุ่นเออร์โกเมดดิก

ภาคผนวก ข
แบบประเมินความพร้อมก่อนออกกำลังกายสำหรับเด็ก

แบบประเมินความพร้อมก่อนออกกำลังกายสำหรับเด็ก

ผู้ปกครองของผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัยเป็นผู้ตอบแบบสอบถาม

ชื่อของผู้มีส่วนร่วมในงานวิจัย.....

วัน/เดือน/ปีเกิด ..... อายุ ..... ปี

เนื่องด้วยผู้อยู่ในความปกครอง/การดูแลของท่านเข้าร่วมในการวิจัย/ท่านกรุณาตอบคำถามเกี่ยวกับความพร้อมในการออกกำลังกายของผู้อยู่ในความปกครอง/การดูแลของท่าน

กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงช่องตารางที่กำหนดไว้

ท่านได้รับการอธิบายขั้นตอนการทดสอบและออกกำลังกายอย่างละเอียด

ข้อ	รายการ	ใช่	ไม่
1	ผู้อยู่ในความปกครอง/การดูแลของท่าน มีปัญหาเกี่ยวกับหัวใจ และกิจกรรมทางกายของผู้อยู่ในความปกครอง/การดูแลของท่าน ต้องได้รับคำแนะนำจากแพทย์เท่านั้น		
2	ผู้อยู่ในความปกครอง/การดูแลของท่าน เคยมีอาการเจ็บหน้าอกขณะมีกิจกรรมทางกาย		
3	ผู้อยู่ในความปกครอง/การดูแลของท่าน เคยมีอาการสูญเสียการทรงตัวจากการเวียนศีรษะหรือเคยหมดสติ		
4	ผู้อยู่ในความปกครอง/การดูแลของท่าน มีปัญหาเกี่ยวกับกระดูกหรือข้อต่อที่จะเกิดจากการเปลี่ยนแปลงในทางที่ไม่ดีหากเข้าร่วมกิจกรรมทางกายในการวิจัย		
5	ผู้อยู่ในความปกครอง/การดูแลของท่าน เป็นโรคหอบหืดแบบควบคุมไม่ได้		
6	ผู้อยู่ในความปกครอง/การดูแลของท่าน ได้รับการดูแลหรือแนะนำจากแพทย์เกี่ยวความดันโลหิตหรือหัวใจ		
7	ท่านทราบสาเหตุที่ผู้อยู่ในความปกครอง/การดูแลของท่าน ไม่สามารถทำกิจกรรมทางกายได้หรือไม่ อาจจะรวมถึงโรคเบาหวาน การบาดเจ็บในอดีต หรือการเจ็บป่วยรุนแรงอื่น ๆ		

ถ้าท่านตอบว่า “ไม่” ทุกคำถาม ท่านสามารถมั่นใจได้ว่าผู้อยู่ในความปกครอง/การดูแลของท่านสามารถมีส่วนร่วมในกิจกรรมทางกายของงานวิจัยได้

แต่ถ้าท่านตอบว่า “ใช่” กรุณาปรึกษาแพทย์เกี่ยวกับคำถามที่ท่านตอบ “ใช่”

ข้าพเจ้าขอรับรองว่าข้อมูลที่เขียนไว้ทั้งหมดข้างต้นนี้เป็นความจริง

ลงชื่อ .....

ผู้ปกครองของผู้ที่มีส่วนร่วมในงานวิจัย

ภาคผนวก ค
แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

แบบสอบถามข้อมูลพื้นฐานของกลุ่มตัวอย่าง

รหัสเด็ก _____

วัน/เดือน/ปี _____

อายุ (ผู้ตอบแบบสอบถาม) _____

คำถามเกี่ยวกับตัวคุณ

1. **คุณมีสัมพันธ์กับเด็กเป็น?**

ก. แม่ ข .พ่อ

ค. ปู่/ย่า ง. ตา/ยาย

จ. อื่น ๆ ระบุ .....

2. **ระดับการศึกษาสูงสุดที่คุณเรียนจบคืออะไร?**

ก. ประถมศึกษา หรือต่ำกว่า ข. มัธยมศึกษาตอนต้น

ค. มัธยมศึกษาตอนปลายหรือปวช ง. ปวส.

จ. ปริญญาตรี ฉ. ปริญญาโทหรือสูงกว่า

ช. อื่น ๆ ระบุ .....

3 .**อาชีพของคุณในปัจจุบัน?**

ก. ไม่มีอาชีพ ข. เกษตรกรหรือชาวประมง

ค. รับจ้าง/ผู้ใช้แรงงาน ง. เจ้าของกิจการ ผู้ประกอบการโรงงานและเครื่องจักร

จ. ค้าขาย/บริการและพนักงานขาย ฉ. เสมียนฝ่ายสนับสนุน

ช. หน่วยงานราชการหรือรัฐวิสาหกิจ-รับราชการ

ซ. ผู้จัดการและผู้ดูแลระบบ ฌ. อื่น ๆ ระบุ .....

4. **/โปรดระบุชื่องานอาชีพของคุณ** .....

คำถามเกี่ยวกับคู่สมรสของคุณ

5. คุณอาศัยอยู่กับคู่สมรสหรือไม่?

ก. ใช่ ข. ไม่ใช่ (ข้ามไปข้อ 9)

6. ระดับการศึกษาสูงสุดที่คู่สมรสของคุณเรียนจบคืออะไร?

ก. ประถมศึกษา หรือต่ำกว่า ข. มัธยมศึกษาตอนต้น

ค. มัธยมศึกษาตอนปลายหรือปวช. ง. ปวส.

จ. ปริญญาตรี ฉ. ปริญญาโทหรือสูงกว่า

ช. อื่น ๆ ระบุ .....

7. อาชีพของคู่สมรสของคุณในปัจจุบัน?

ก. ไม่มีอาชีพ ข. เกษตรกรหรือชาวประมง

ค. รับจ้าง/ผู้ใช้แรงงาน ง. เจ้าของกิจการ ผู้ประกอบการโรงงานและเครื่องจักร

จ. ค้าขาย/บริการและพนักงานขาย ฉ. เสมียนฝ่ายสนับสนุน

ช. หน่วยงานราชการหรือรัฐวิสาหกิจ-รับราชการ

ซ. ผู้จัดการและผู้ดูแลระบบ ฌ. อื่น ๆ ระบุ .....

8. อาชีพปัจจุบันของคู่สมรสคุณคือ :.....

คำถามเกี่ยวกับครัวเรือน

9. รายได้เฉลี่ยของครอบครัวต่อเดือน (รายได้รวมทั้งหมด เงินเดือนของคุณและคู่สมรสหากอยู่ด้วยกัน หุ้น อสังหาริมทรัพย์ โบนัส ค่าคอมมิชชัน ค่าเลี้ยงชีพหรือแหล่งอื่น ๆ รวมและเฉลี่ยเป็นต่อเดือน)

เงินเดือนของคุณ ..... บาท/เดือน
เงินเดือนคู่สมรส..... บาท/เดือน
รายได้จากการลงทุน..... บาท/เดือน

ก. น้อยกว่า 3,000 บาท ข. 3,000-10,000 บาท

ค. 10,001-18,000 บาท ง. 18,001-30,000 บาท

จ. 30,001-50,000 บาท ฉ. 50,001-85,000 บาท

ช. 85,001-100,000 บาท ซ.มากกว่า 100,000 บาท

10. เมื่อสิ้นสุดเดือน คุณมีเงินเหลือเก็บเฉลี่ยเดือนละเท่าไหร่?

ก. น้อยกว่า1,000 บาท ข.1,001-3,000 บาท

ค. 3,001-5,000 บาท ง. 5,001-10,000 บาท

จ. 10,001-20,000 บาท ฉ. 20,001-30,000 บาท

ช. 30,001-50,000 บาท ซ. 50,001 บาท ขึ้นไป

11. ประเภทของที่อยู่อาศัย?

ก. ที่พักพนักงาน ไม่เสียค่าเช่า ข. ห้อง/อพาร์ทเมนท์เช่า

ค. ติดจำนอง-ทาวน์เฮ้าส์เป็นเจ้าของ ง. ไม่ติดจำนอง-ทาวน์เฮ้าส์เป็นเจ้าของ

จ. ที่อยู่อาศัยถาวร เช่น บ้าน หรือห้องเช่า ฉ. บ้าน ที่บริษัทหรือที่ทำงานจ่ายค่าเช่าให้

ช. บ้านเดี่ยวเป็นเจ้าของ - ติดจำนอง ซ. บ้านเดี่ยวเป็นเจ้าของ – ไม่ติดจำนอง

ฌ. พักอาศัยอยู่กับญาติ

12. ในบ้านคุณมีผู้อาศัยกี่คน (รวมตัวคุณเองด้วย)

ก. 2 คน ข. 3 คน

ค. 4 คน ง. 5 คน

จ. 6 คน หรือมากกว่า

13. จำนวนคนร่วมใช้รายได้ของครัวเรือน (รวมถึงคุณ)?

ก. 2 คน ข. 3 คน

ค. 4 คน ง. 5 คน

จ. 6 คน หรือมากกว่า

14. ครอบครัวของคุณได้รับความช่วยเหลือจากสาธารณะที่ไม่เป็นตัวเงินหรือไม่ เช่น ค่า) (เทอม ค่าอาหาร ค่ารักษาพยาบาลฟรี?

ก. ไม่ใช่ ข. ใช่ ระบุ .....

คำถามเกี่ยวกับอิทธิพลทางชีวภาพ

15. อายุครรภ์ของเด็กตอนคลอด

☐ ..... สัปดาห์ ☐ ไม่ทราบ

16. น้ำหนักแรกคลอดของเด็ก

☐ ..... กรัม ☐ ไม่ทราบ

17. เด็กได้รับการวินิจฉัยว่ามีปัญหาในการเรียนรู้หรือการพัฒนาหรือความผิดปกติใด ๆ

ก. ไม่ ข. มี โปรดระบุ :..... ค. ไม่ทราบ

18. โดยเฉลี่ยเด็กนอนตอนกลางคืน ..... ชั่วโมง

19. ผู้ดูแลเด็กเป็นส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับเด็กเป็น .....

ก. มารดา ข. บิดา ค. ตา/ยาย

ง. ปู่/ย่า จ.คนรับใช้ในบ้าน ฉ. อื่น ๆ ระบุ .....

20. ในวันปกติผู้ดูแลหลักจะใช้เวลาดูแลหรือมีปฏิสัมพันธ์กับเด็กเป็นจำนวนเท่าใด?

ก. น้อยกว่า 1 ชม. ข. 1-2 ชม. ค. 2-3 ชม.

ง. 3-4 ชม. จ. 4-5 ชม. ช. มากกว่า 6 ชม.

21. นอกจากผู้ดูแลหลักใครดูแลเด็กของคุณมากที่สุด?

ก. ตัวฉันเอง ข. คู่สมรสของฉัน ค. พ่อแม่ของฉัน

ง. พ่อแม่ของคู่สมรสของฉัน จ. คนรับใช้ในบ้านของฉัน ฉ. อื่น ๆ ระบุ .....

22. ในวันปกติผู้ดูแลในคำถามก่อนหน้านี้ ใช้เวลาดูแลหรือมีปฏิสัมพันธ์กับเด็กมากแค่ไหน?

ก. น้อยกว่า 1 ชม. ข. 1-2 ชม. ค. 2-3 ชม.

ง. 3-4 ชม. จ. 4-5 ชม. ช. มากกว่า 6 ชม.

23. บุตร/หลานของคุณกำลังเรียนอยู่ในโรงเรียนหรือไม่?

ก. ไม่ใช่ ข.ใช่ ระบุเวลาที่อยู่ในสถานที่ดังกล่าว ..... ชม.ต่อสัปดาห์

24. บุตร/หลานของคุณเริ่มเข้าเรียนชั้นอนุบาลหรือศูนย์ดูแลเด็กเมื่ออายุเท่าไหร่?

อายุ : ..... ปี ..... เดือน

25. บุตร/หลานของคุณกำลังเรียนโปรแกรมเสริมการส่งเสริมพัฒนาการ/เรียนพิเศษ//เรียนเสริมเพิ่มเติมหรือไม่?

ก. ไม่ ข. ใช่ ระบุด้านล่าง

ชื่อคอร์ส ..... เวลาเรียน .....ชม./สัปดาห์

ชื่อคอร์ส ..... เวลาเรียน .....ชม./สัปดาห์

ชื่อคอร์ส ..... เวลาเรียน .....ชม./สัปดาห์

26. บุตร/หลานของคุณเริ่มเข้าเรียนโปรแกรมเสริม ในข้อก่อนหน้านี้ เมื่ออายุเท่าไร?

อายุ : ..... ปี ..... เดือน

คำถามวัดความกังวลเกี่ยวกับเงิน

27. ในช่วงหกเดือนที่ผ่านมาครอบครัวของคุณมีเงินไม่เพียงพอกับค่าใช้จ่ายในครอบครัว?

ก. ไม่เคย

ข. ไม่ค่อยมี

ค. บางครั้ง

ง. บ่อยครั้ง

28. ในช่วงหกเดือนที่ผ่านมาครอบครัวของคุณล่าช้าเรื่องการชำระเงินเนื่องจากปัญหาทางการเงิน?

ก. ไม่เคย

ข. ไม่ค่อยมี

ค. บางครั้ง

ง. บ่อยครั้ง

29. สภาวะทางเศรษฐกิจของครอบครัวคุณในช่วงหกเดือนที่ผ่านมาเป็นอย่างไร?

ก. ไม่มีปัญหาทางการเงิน

ข. มีปัญหาทางการเงินบ้าง

ค. มีปัญหาทางการเงินอย่างมาก

ง. มีความลำบากมาก

30. คุณรู้สึกอย่างไรเกี่ยวกับสถานะทางการเงินในปัจจุบันของครอบครัวคุณ?

ก. ดีขึ้น

ข. ไม่เปลี่ยนแปลง

ค. แย่

ภาคผนวก ง
แบบประเมินโรคความผิดปกติในการรับประทานอาหาร
The Eating Attitudes Test (EAT-26)

The Eating Attitudes Test (EAT-26)

คำชี้แจง : แบบประเมินนี้ใช้ช่วยประเมินว่ามีโรคความผิดปกติในการกิน ซึ่งจำเป็นต้องรับการช่วยเหลือจากผู้เชี่ยวชาญ โดยแบบประเมินนี้ไม่ใช้ในการวินิจฉัยโรคความผิดปกติในการกิน หรือใช้แทนการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ กรุณากรอกข้อมูลข้างล่างนี้ตามความจริงให้สมบูรณ์ที่สุดเท่าที่จะทำได้ ไม่มีคำตอบใดที่ถูกหรือผิด ข้อมูลทั้งหมดของท่านจะถูกเก็บเป็นความลับ

ส่วนที่ 1 : กรอกข้อมูล

วันเกิด วันที่..... เดือน..... ปีพ.ศ.....

เพศ : ..... ส่วนสูง ..... (เซนติเมตร)

น้ำหนักปัจจุบัน ..... (กิโลกรัม)

น้ำหนักที่มากที่สุด ..... (กิโลกรัม)

น้ำหนักที่น้อยที่สุด ..... (กิโลกรัม)

น้ำหนักที่ต้องการจะเป็น ..... (กิโลกรัม)

ส่วนที่ 2 : ให้ทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่าง

ข้อคำถาม	ลักษณะความถี่ของพฤติกรรม					
	ตลอดเวลา	สม่ำเสมอ	บ่อย	บางครั้ง	แทบจะไม่เคย	ไม่เคย
1. ความคิดที่ว่าตนเองอ้วน ทำให้ฉันตกใจกลัว						
2. ฉันหลีกเลี่ยงที่จะกินอาหารเวลาหิว						
3. ฉันคิดหมกหมุ่นเรื่องเกี่ยวกับอาหาร						
4. เวลาที่ฉันกินอาหารเข้าไปมาก ๆ ฉันรู้สึกว่าฉันอาจจะหยุดกินไม่ได้						
5. ฉันตัดแบ่งอาหารของฉันออกเป็นชิ้นเล็ก ๆ						
6. ฉันระมัดระวังเรื่องจำนวนแคลอรี่ของอาหาร						
7. ฉันหลีกเลี่ยงอาหารประเภอคาร์โบไฮเดรตสูง เช่น ข้าว ขนมปัง แป้ง						
8. ฉันรู้สึกว่าคนอื่นต้องการให้ฉันกินอาหารมากกว่านี้						
9. ฉันอาเจียนหลังกินอาหาร						

ข้อคำถาม	ลักษณะความถี่ของพฤติกรรม					
	ตลอดเวลา	สม่ำเสมอ	บ่อย	บางครั้ง	แทบจะไม่เคย	ไม่เคย
10. ฉันรู้สึกผิดมากหลังกินอาหาร						
11. ฉันคิดหมกหมุ่นเรื่องอยากจะผอมลงกว่านี้						
12. ฉันคิดเรื่องการเผาผลาญแคลอรี่ ตอนออกกำลังกาย						
13. คิดอื่นคิดว่าฉันผอมเกินไป						
14. ฉันคิดหมกหมุ่นว่าฉันมีไขมันอยู่ตามตัวมากเกินไป						
15. ฉันใช้เวลาในการกินอาหารมากกว่าคนอื่น						
16. ฉันหลีกเลี่ยงอาหารหวาน ๆ						
17. ฉันกินอาหารสำหรับคนที่กำลังควบคุมอาหาร						
18. ฉันรู้สึกว่าอาหารคือสิ่งที่ควบคุมชีวิตของฉัน						
19. ฉันสามารถควบคุมความต้องการได้เมื่ออยู่ใกล้อาหาร						
20. ฉันรู้สึกว่าคนอื่นพยายามบังคับให้ฉันกิน						
21. ฉันให้เวลาและความคิดกับเรื่องอาหารมากเกินไป						
22. ฉันรู้สึกไม่สบายใจหลังกินของหวาน						
23. ฉันกำลังควบคุมอาหาร						
24. ฉันชอบให้ท้องว่าง						
25. ฉันรู้สึกอยากจะอาเจียนหลังกินอาหาร						
26. ฉันมีความสุขกับการได้ลองกินอาหารที่ให้พลังงานสูงประเภทใหม่ ๆ						

คำถามเกี่ยวกับข้อมูลเรื่องพฤติกรรมการกินในระยะ 6 เดือนที่ผ่านมา

ข้อคำถาม	ไม่เลย	1 ครั้ง ต่อเดือน หรือ น้อยกว่า นั้น	2-3 ครั้ง ต่อเดือน	1 ครั้ง ต่อ สัปดาห์	2-6 ครั้ง ต่อ สัปดาห์	1 ครั้ง ต่อวัน หรือ มากกว่า นั้น
1. คุณเคยกินอาหารปริมาณมาก ๆ ในสถานที่ที่คุณรู้สึกว่าคุณอาจจะหยุดกินไม่ได้						
2. คุณเคยทำให้ตัวเองอาเจียนเพื่อควบคุมน้ำหนักหรือรูปร่างของคุณ						
3. คุณเคยใช้ยาระบาย ยาลดน้ำหนัก หรือยาขับปัสสาวะ เพื่อควบคุมน้ำหนักหรือรูปร่างของคุณ						
4. คุณออกกำลังกายนานเกินกว่า 60 นาทีในแต่ละวัน เพื่อลดหรือควบคุมน้ำหนักของคุณ						
5. น้ำหนักของคุณลดลง 20 ปอนด์ (ประมาณ 9 กิโลกรัม) หรือมากกว่าในช่วงเวลา 6 เดือนที่ผ่านมา	_____ ใช่ _____ ไม่ใช่					
*เป็นที่รู้กันว่ากินอาหารมากกว่าคนส่วนใหญ่ เมื่ออยู่ในสภาวะแวดล้อมเดียวกันและรู้สึกการกินอาหารเป็นเรื่องที่อยู่นอกเหนือการควบคุม						

ภาคผนวก จ
แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมวิจัยที่มีต่อกิจกรรมการออกกำลังกาย

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เข้าร่วมวิจัยที่มีต่อกิจกรรมการออกกำลังกาย

ข้อ	ความเห็น	ไม่เห็นด้วยมาก	ไม่เห็นด้วย	ปานกลาง	เห็นด้วย	เห็นด้วยมาก
1	ฉันสนุกสนาน					
2	ฉันรู้สึกเบื่อ					
3	ฉันไม่ชอบ					
4	ฉันเพลิดเพลิน					
5	ฉันไม่สนุกสนานเลยซักนิด					
6	ฉันรู้สึกมีพลัง					
7	ฉันรู้สึกหดหู่					
8	ร่างกายของฉันแข็งแรงขึ้น					
9	ฉันได้ประโยชน์จากการออกกำลังกาย					
10	ฉันตื่นเต้นมาก					
11	ฉันคิดว่ากิจกรรมนี้น่าสนใจ					
12	ฉันรู้สึกประสบความสำเร็จอย่างมาก					
13	ฉันรู้สึกดีเมื่อทำกิจกรรม					
14	ฉันน่าจะไปทำอย่างอื่นมากกว่า					

ภาคผนวก ฉ

รายละเอียดโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยเพื่อพัฒนาระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองและระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมองของเด็กนักเรียนที่มีภาวะอ้วน

โปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยเพื่อพัฒนาระดับความสามารถการคิดเชิงบริหารของสมองและระดับนิวโรโทรฟิกแฟคเตอร์จากสมองของเด็กนักเรียนที่มีภาวะอ้วน

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
Spine rolling Technique	1	1-8	Roll the spine down (forward bending) ก้มตัวไปด้านหน้าให้เกิดการหมุน ของกระดูกสันหลังทีละส่วน นับ 8 จังหวะ		Bensound-perception
		1-8	Roll up ค่อย ๆ กลับคืนสู่ท่าลำตัวตั้งตรง นับ 8 จังหวะ		
		1-4	Sideway roll to the right เอียงตัวไปทางด้านขวา นับ 4 จังหวะ		
		5-8	Roll up กลับคืนสู่ท่าลำตัวตั้งตรง นับ 4 จังหวะ		
		1-4	Sideway roll to the left เอียงตัวไปทางด้านซ้าย นับ 4 จังหวะ		
		5-8	Roll up กลับคืนสู่ท่าลำตัวตั้งตรง นับ 4 จังหวะ		
			Repeat all		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			ทำซ้ำทั้งหมดอีก 1 รอบ		
	2	1-6	Roll the spine down (forward bending) ก้มตัวไปด้านหน้าให้เกิดการหมุน ของกระดูกสันหลังทีละส่วน นับ 6 จังหวะ		
			Plie and stretch เพิ่มการย่อเข่าในจังหวะที่ 7 และยืดขึ้นในจังหวะที่ 8		
		1-6	Roll up ค่อย ๆ กลับคืนสู่ท่าลำตัวตั้งตรง นับ 6 จังหวะ		
		7-8	Rise and lower เขย่งปลายเท้าขึ้นในจังหวะที่ 7 และวางเท้าลงในจังหวะที่ 8		
		1-2	Sideway roll to the right เอียงตัวไปทางด้านขวา นับ 2 จังหวะ		
		3-4	Plie and stretch เพิ่มการย่อเข่าในจังหวะที่ 3 และยืดขึ้นในจังหวะที่ 4		
		5-6	Roll up		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			กลับคืนสู่ท่าลำตัวตั้งตรง นับ 2 จังหวะ		
		7-8	Rise and lower เขย่งปลายเท้าขึ้นในจังหวะที่ 7 และวางเท้าลงในจังหวะที่ 8		
		1-8	Repeat on the other side ทำซ้ำทุกขั้นตอนในด้านซ้าย		
			Repeat all ทำซ้ำทั้งหมดอีก 1 รอบ		
	3	1-4	Roll the spine down (forward bending) ก้มตัวไปด้านหน้าให้เกิดการหมุน ของกระดูกสันหลังทีละส่วน นับ 4 จังหวะ		
		5-8	Plie and stretch x2 เพิ่มการย่อเข่าในจังหวะที่ 5 และยืดขึ้นในจังหวะที่ 6 และทำซ้ำอีกรอบในจังหวะที่ 7 และ 8		
		1	Plie with head down ก้มหัวต่ำและย่อเข่าลงอีก 1 ครั้ง		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
		2-8	Roll up with gradually strengthen the knees จากนั้นค่อย ๆ ยืดเข่าขึ้น ค่อย ๆ กลับคืนสู่ท่าลำตัวตั้งตรง นับ 7 จังหวะ		
		1-2	Sideway roll to the right เอียงตัวไปทางด้านขวา นับ 2 จังหวะ		
		5	Plie และย่อลงอีก 1 ครั้ง		
		6-8	Roll up with gradually strengthen the knees จากนั้นค่อย ๆ ยืดเข่าขึ้น ค่อย ๆ กลับคืนสู่ท่าลำตัวตั้งตรง นับ 3 จังหวะ		
		1-8	Repeat on the other side ทำซ้ำทุกท่าในอีกด้านหนึ่ง		
			Repeat all ทำซ้ำทั้งหมดอีก 1 รอบ		
	1	1-2	Bend the upper torso to the right		Bensound-perception

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
Spine circular rolling Technique			เอียงตัวไปทางขวาโดยให้เกิด การเคลื่อนไหวของกระดูกสันหลังส่วนบน นับ 2 จังหวะ		
		3-4	Bring the torso to the half forward bending position จากนั้นหมุนลำตัวในลักษณะเหมือนเข็มนาฬิกาเป็นครึ่ง วงกลมกลับมาด้านหน้า นับ 2 จังหวะ		
		5-6	Carry the upper torso to the left หมุนต่อไปทางด้านซ้ายโดยพยายามรักษาระดับการโค้งของ กระดูกสันหลังให้เหมือนตอนเริ่มต้น นับ 2 จังหวะ		
		7-8	Bring up to the upright position กลับคืนสู่ท่าลำตัวตั้งตรง นับ 2 จังหวะ		
		1-8	Repeat on the other side ทำซ้ำทุกขั้นตอนในด้านซ้าย		
			Repeat all ทำซ้ำทั้งหมดอีก 1 รอบ		
	2	1-4	Bend the torso to the right with	Start with second	

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			left arm reaching overthe head to the right เอียงตัวไปทางขวาพร้อมยกแขนซ้ายเหยียดตรงเหนือศีรษะ นับ 4 จังหวะ	position with naturalturnout ยืนให้ปลายเท้าทั้งสองหมุนออกด้านนอกในท่าเริ่มต้น	
		5-8	Forward bending with hands on knees and slightstretch หมุนตัวกลับมาด้านหน้า วาดแขนซ้ายกลับไปชิดลำตัว วางมือบนเข่า นับ 4 จังหวะ		
		1-4	Carry right arm to the left and torso to the other side เอียงตัวไปทางซ้ายพร้อมยกแขนขวาเหยียดตรงเหนือศีรษะ นับ 4 จังหวะ		
		5-8	Reaching the right arm up and open, the torso back to upright position หมุนตัวกลับมาด้านหน้า วาดแขนขวากลับไปชิดลำตัว วางมือบนเข่า นับ 4 จังหวะ		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			Repeat on the other side and repeat all ทำซ้ำทั้งหมดทุกขั้นตอนอีก 1 รอบ		
	3	1-4	Bend the torso to the right with left arm reaching overthe head to the right เอียงตัวไปทางขวาพร้อมยกแขนซ้ายเหยียดตรงเหนือศีรษะ นับ 4 จังหวะ		
		5-8	Forward bending with hands on knees and slight stretch + with plie หมุนตัวกลับมาด้านหน้า วาดแขนซ้ายกลับไปชิดลำตัว วางมือบนเข่าพร้อมย่อเข่า นับ 4 จังหวะ		
		1-4	Carry right arm to the left and torso to the other side เอียงตัวไปทางซ้ายพร้อมยกแขนขวาเหยียดตรงเหนือศีรษะ นับ 4 จังหวะ		
		5-8	Reaching the right arm up and open, the torso backto upright position		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			หมุนตัวกลับมาด้านหน้า วาดแขนขวากลับไปชิดลำตัว วางมือบนเข่า นับ 4 จังหวะ		
			Repeat on the other side and repeat all ทำซ้ำทั้งหมดทุกขั้นตอนอีก 1 รอบ		
Torso Twisting <u>Technique</u>	1	1-8	Twist the body to the right ค่อย ๆ หมุนลำตัวไปทางขวา นับ 8 จังหวะ	Parallel feet + arms 2nd position ท่ายืนปลายเท้าชี้ไปด้านหน้า ยกแขนขึ้นระดับหน้าอก ขนานกับพื้น (horizontal plane/ 2nd position) พยายามเหยียดแขนตรงตลอดเวลา	Rolls down
		1-8	Come back to the front ค่อย ๆ กลับคืนสู่ท่าหน้าตรง นับ 8 จังหวะ		
		1-8	Twist the body to the left		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			ค่อย ๆ หมุนลำตัวไปทางซ้าย นับ 8 จังหวะ		
		1-8	Come back to the front ค่อย ๆ กลับคืนสู่ท่าหน้าตรง นับ 8 จังหวะ		
		1-4	Twist the body to the right หมุนลำตัวไปทางขวา นับ 4 จังหวะ		
		5-8	Come back to the front ค่อย ๆ กลับคืนสู่ท่าหน้าตรง นับ 4 จังหวะ		
		1-4	Twist the body to the left หมุนลำตัวไปทางซ้าย นับ 4 จังหวะ		
		5-8	Come back to the front ค่อย ๆ กลับคืนสู่ท่าหน้าตรง นับ 4 จังหวะ		
		1-2	Twist the body to the right หมุนลำตัวไปทางขวา นับ 2 จังหวะ		
		3-4	Come back to the front		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			ค่อย ๆ กลับคืนสู่ท่าหน้าตรง นับ 2 จังหวะ		
		5-6	Twist the body to the left หมุนลำตัวไปทางซ้าย นับ 2 จังหวะ		
		7-8	Come back to the front ค่อย ๆ กลับคืนสู่ท่าหน้าตรง นับ 2 จังหวะ		
		1-8	Use one count to twist to each side - look forward หน้ามองตรง หมุนลำตัวไปทางซ้ายและขวา 8 ครั้ง นับ 1 จังหวะต่อ 1 ครั้ง รวม 8 จังหวะ		
	2	1-8	Twist the body to the right - look to the back ค่อย ๆ หมุนลำตัวไปทางขวาพร้อมกับหมุนคอ หันศีรษะมองไปด้านหลัง นับ 8 จังหวะ	เหมือนกับระดับที่ 1 แต่เพิ่มการหันของศีรษะ	
		1-8	Come back to the front ค่อย ๆ กลับคืนสู่ท่าหน้าตรง นับ 8 จังหวะ		
		1-8	Twist the body to the left - look to the back ค่อย ๆ หมุนลำตัวไปทางซ้ายพร้อมกับ		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			หมุนคอ หันศีรษะมองไปด้านหลัง นับ 8 จังหวะ		
		1-8	Come back to the front ค่อย ๆ กลับคืนสู่ท่าหน้าตรง นับ 8 จังหวะ		
		1-4	Twist the body to the right - look to the back ค่อย ๆ หมุนลำตัวไปทางขวาพร้อมกับหมุนคอ หันศีรษะมองไปด้านหลัง นับ 4 จังหวะ		
		5-8	Come back to the front ค่อย ๆ กลับคืนสู่ท่าหน้าตรง นับ 4 จังหวะ		
		1-4	Twist the body to the left - look to the back ค่อย ๆ หมุนลำตัวไปทางซ้ายพร้อมกับหมุนคอ หันศีรษะมองไปด้านหลัง นับ 4 จังหวะ		
		5-8	Come back to the front ค่อย ๆ กลับคืนสู่ท่าหน้าตรง นับ 4 จังหวะ		
		1-2	Twist the body to the right - look to the side		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			ค่อย ๆ หมุนลำตัวไปทางขวาพร้อมกับหมุนคอ หันศีรษะมองไปด้านข้าง นับ 2 จังหวะ		
		3-4	Come back to the front ค่อย ๆ กลับคืนสู่ท่าหน้าตรง นับ 2 จังหวะ		
		5-6	Twist the body to the left - look to the side ค่อย ๆ หมุนลำตัวไปทางซ้ายพร้อมกับหมุนคอ หันศีรษะมองไปด้านข้าง นับ 2 จังหวะ		
		7-8	Come back to the front ค่อย ๆ กลับคืนสู่ท่าหน้าตรง นับ 2 จังหวะ		
		1-8	Use one count to twist to each side - look forward หน้ามองตรง หมุนลำตัวไปทางซ้ายและขวา 8 ครั้ง นับ 1 จังหวะต่อ 1 ครั้ง รวม 8 จังหวะ		
	3	1-8	Twist the body to the right - look to the back ค่อย ๆ หมุนลำตัวไปทางขวาพร้อมกับหมุนคอมองไป ด้านหลัง นับ 8 จังหวะ	Softer arms but strong torso	

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
				ท่าเหมือนระดับที่ 2 เพิ่มการรักษาแกนกลางลำตัวให้ตรงไว้ แต่เคลื่อนไหวแขนให้พลิ้วไหวและอ่อนนุ่มมากขึ้น	
		1-8	Come back to the front ค่อย ๆ กลับคืนสู่ท่าหน้าตรง นับ 8 จังหวะ		
			Twist the body to the left - look to the back ค่อย ๆ หมุนลำตัวไปทางซ้ายพร้อมกับหมุนคอมองไปด้านหลัง นับ 8 จังหวะ		
		1-8	Come back to the front ค่อย ๆ กลับคืนสู่ท่าหน้าตรง นับ 8 จังหวะ		
		1-4	Twist the body to the right - look to the back ค่อย ๆ หมุนลำตัวไปทางขวาพร้อมกับหมุนคอมองไปด้านหลัง นับ 4 จังหวะ		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
		5-8	Come back to the front ค่อย ๆ กลับคืนสู่ท่าหน้าตรง นับ 8 จังหวะ		
		1-4	Twist the body to the left - look to the back ค่อย ๆ หมุนลำตัวไปทางซ้ายพร้อมกับ หมุนคอมองไปด้านหลัง นับ 4 จังหวะ		
		5-8	Come back to the front ค่อย ๆ กลับคืนสู่ท่าหน้าตรง นับ 8 จังหวะ		
		1-2	Twist the body to the right - look to the side ค่อย ๆ หมุนลำตัวไปทางขวาพร้อมกับหมุนคอมองไป ด้านข้าง นับ 2 จังหวะ		
		3-4	Come back to the front ค่อย ๆ กลับคืนสู่ท่าหน้าตรง นับ 8 จังหวะ		
		5-6	Twist the body to the left - look to the side ค่อย ๆ หมุนลำตัวไปทางซ้ายพร้อมกับหมุนคอมองไป ด้านข้าง นับ 2 จังหวะ		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
		7-8	Come back to the front ค่อย ๆ กลับคืนสู่ท่าหน้าตรง นับ 8 จังหวะ		
		1-8	Use one count to twist to each side - look forward หน้ามองตรง หมุนลำตัวไปทางซ้ายและขวา 8 ครั้ง นับ 1 จังหวะต่อ 1 ครั้ง รวม 8 จังหวะ		
Plie Technique	1	1-2	Plie in parallel ปลายเท้าชี้ตรง ย่อเข่า นับ 2 จังหวะ	มือทั้งสองข้างเท้าสะเอว นับจังหวะช้า ๆ	Bensound - adventure
		3-4	Straighten up ยืดเข่าตรงกลับสู่ท่าตัวตรง นับ 2 จังหวะ		
		5-8,1-4	Repeat 2 more sets ทำซ้ำ 2 รอบ นับ 8 จังหวะ		
		5-8	Rises and lower x2 เขย่งปลายเท้า และย่อเข่า ทำซ้ำ 2 รอบ นับ 4 จังหวะ		
			Repeat all but only with 1 rise and lower,		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			then changeto first position ทำซ้ำทั้งหมด เขย่งปลายเท้า และย่อปลายเท้าใน 2 จังหวะสุดท้าย จากนั้นแยกขาเล็กน้อย หมุนปลายเท้าชี้ทำมุมเฉียงไปด้านข้างเท่าที่จะทำได้ (first position)		
		1-16	Repeat in first ทำซ้ำทั้งหมดโดยปลายเท้าหมุนออกด้านนอกแบบ first position		
		1-8	Balance in first position เขย่งเท้า กางแขนทรงตัวค้างไว้ในท่า first position นับ 8 จังหวะ		
	2	1-2	Plie in parallel ปลายเท้าชี้ตรง ย่อเข่า นับ 2 จังหวะ	มือทั้งสองข้างเท้าสะเอว นับจังหวะช้า ๆ	
		3-4	Straighten up ยืดเข่าตรงกลับสู่ท่าตัวตรง นับ 2 จังหวะ		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
		5-8,1-4	Repeat 2 more sets ทำซ้ำ 2 รอบ นับ 8 จังหวะ		
		5-8	Rises and lower x2 เขย่งปลายเท้า และย่อเข่า ทำซ้ำ 2 รอบ นับ 4 จังหวะ		
			Repeat all but only with 1 rise and lower, then change to first position ทำซ้ำทั้งหมด เขย่งปลายเท้า และย่อปลายเท้าใน 2 จังหวะสุดท้าย จากนั้นแยกขาเล็กน้อย หมุนปลายเท้าชี้ทำมุมเฉียงไปด้านข้างเท่าที่จะทำได้ (first position)		
		1-16	Repeat in first then change to second position ทำซ้ำทั้งหมดโดยปลายเท้าหมุนออกด้านนอกแบบ first position และเปลี่ยนเป็นแยกขาออกจากกันให้กว้างขึ้น ปลายเท้ายังหมุนชี้ทำมุมเฉียงไปด้านข้างเท่าที่จะทำได้ (second position) ในจังหวะสุดท้าย		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
		1-16	Repeat in 2nd position ทำซ้ำทั้งหมดโดยปลายเท้าหมุนออกด้านนอกแบบ second position		
		1-8	Balance in 2nd position เขย่งเท้า กางแขนทรางตัวค้างไว้ในท่า second position นับ 8 จังหวะ		
	3	1-2	Plie in parallel ปลายเท้าชี้ตรง ย่อเข่า นับ 2 จังหวะ	มือทั้งสองข้างเท้าสะเอว นับจังหวะเร็ว	
		3-4	Straighten up ยืดเข่าตรงกลับสู่ท่าตัวตรง นับ 2 จังหวะ		
		5-8,1-4	Repeat 2 more sets ทำซ้ำ 2 รอบ นับ 8 จังหวะ		
		5-8	Rises and lower x2 เขย่งปลายเท้า และย่อเข่า ทำซ้ำ 2 รอบ นับ 4 จังหวะ		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			Repeat all but only with 1 rise and lower, then change to first position ทำซ้ำทั้งหมด เขย่งปลายเท้า และย่อปลายเท้าใน 2 จังหวะสุดท้าย จากนั้นแยกขาเล็กน้อย หมุนปลายเท้าชี้ทำมุมเฉียงไปด้านข้างเท่าที่จะทำได้ (first position)		
		1-16	Repeat in first then change to second position ทำซ้ำทั้งหมดโดยปลายเท้าหมุนออกด้านนอกแบบ first position และเปลี่ยนเป็นแยกขาออกจากกันให้กว้างขึ้น ปลายเท้ายังหมุนชี้ทำมุมเฉียงไปด้านข้างเท่าที่จะทำได้ (second position) ในจังหวะสุดท้าย		
		1-16	Repeat in 2nd position ทำซ้ำทั้งหมดโดยปลายเท้าหมุนออกด้านนอกแบบ second position		
		1-16	Balance in 2nd position		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			เขย่งเท้า กางแขนทรางตัวค้างไว้ ในท่า second position นับ 8 จังหวะ		
Point and close with transfer of weight <u>Technique</u>	1	1-6	Point to the front and close x3 แตะปลายเท้าไปด้านหน้า และดึงเท้ากลับมาวางในท่าเริ่มต้น เริ่มจากเท้าขวา 3 รอบ		Bensound -Sunny
		7-8	Plie and straight ย่อเข่าและยืด	ท่าเริ่มต้น ยืนขาชิด ปลายเท้าชี้ไปด้านหน้า (Start in parallel)	
		1-6	Repeat to the side แตะปลายเท้าไปด้านข้าง และดึงเท้ากลับมาวางในท่าเริ่มต้น เริ่มจากด้านขวา 3 รอบ	Arms on waist or in 2nd position มือทั้งสองข้างเท้าสะเอว รักษาระดับให้ข้อศอกตั้งตรงไว้ 2nd position	

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
		7-8	Plie and straight ย่อเข่าและยืด		
		1-6	Repeat to the back แตะปลายเท้าไปด้านหลัง และดึงเท้ากลับมาวางในท่าเริ่มต้น เริ่มจากด้านขวา 3 รอบ Plie and straight ย่อเข่าและยืด		
		1-2	Point to the front and close แตะปลายเท้าไปด้านหน้า และดึงเท้ากลับมาวางในท่าเริ่มต้น		
		3-4	Point to the side and close แตะปลายเท้าไปด้านข้าง และดึงเท้ากลับมาวางในท่าเริ่มต้น		
		5	Point to the back แตะปลายเท้าไปด้านหลัง		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
		6	Brush to the front (en cloche) และดึงเท้ากลับมา แตะปลายเท้าไปด้านหน้า		
		7-8	Close ดึงเท้ากลับมาวางในท่าเริ่มต้น	Repeat all in naturalturnout ทำซ้ำทั้งหมดให้เป็นธรรมชาติ	
	2	1-2	to the front and close แตะปลายเท้าไปด้านหน้า และดึงเท้ากลับมาวางในท่าเริ่มต้น		
		3-6	Point, place, plint and close แตะปลายเท้าไปด้านหน้า วางส้นเท้าลง ยกส้นเท้าขึ้นและดึงเท้ากลับมาวางในท่าเริ่มต้น		
		7-8	Plie and straight ย่อเข่าและยืด		
		1-8	Repeat to the side		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			ทำซ้ำในด้านข้าง		
		1-8	Repeat to the back ทำซ้ำในด้านหลัง		
		1-2	Point to the front and place แตะปลายเท้าไปด้านหน้า วางส้นเท้าลง		
		3-4	Carry leg to the side and place ดึงเท้าไปทางด้านข้าง แตะปลายเท้าและวางเท้าลง		
		5-6	Carry leg to the back and place ดึงเท้าไปทางด้านหลัง แตะปลายเท้าและวางเท้าลง		
		7	Brush to the front (en cloche) และดึงเท้ากลับมา แตะปลายเท้าไปด้านหน้า		
		8	Close ดึงเท้ากลับมาวางในท่าเริ่มต้น	Repeat all in natural turnout ทำซ้ำทั้งหมดให้เป็นธรรมชาติ	

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
	3	1-6	Point, place, peel, place, point and close แตะปลายเท้าไปด้านหน้า วางส้นเท้าลง ยกปลายเท้าขึ้น วางปลายเท้าลง ยกส้นเท้าขึ้นและดึงเท้ากลับมาวางในท่าเริ่มต้น		
		7-8	Plie and straight ย่อเข่าและยืด		
		1-8	Repeat to the side ทำซ้ำอีกด้านหนึ่งในรูปแบบเดิมทุกท่า		
		1-8	Repeat to the back (peeling the front leg) ทำซ้ำโดยก้าวไปทางด้านหลังด้านหลัง และจังหวะสุดท้ายเปิดเท้าอีกข้างและดึงเท้ากลับมาวางในท่าเริ่มต้น		
		1-2	Point to the front and place ดึงเท้าไปทางด้านหน้า แตะปลายเท้าและวางเท้าลง		
		3-4	Carry leg to the side and place ดึงเท้าไปทางด้านข้าง แตะปลายเท้า และวางเท้าลง		
		5-6	Carry leg to the back and place		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			ดึงเท้าไปทางด้านหลัง แตะปลายเท้า และวางเท้าลง		
		7	Brush to the front (en cloche) และดึงเท้ากลับมา แตะปลายเท้าไปด้านหน้า		
		8	Close ดึงเท้ากลับมาวางในท่าเริ่มต้น	Repeat all in natural turnout ทำซ้ำทั้งหมดให้เป็นธรรมชาติ	
Ankle and footwork <u>Technique</u>	1	1-4	Right foot demi-point and flat x2 เขย่งเท้าขวา แตะปลายเท้า วางส้นเท้าตามแนวระนาบกับพื้น		Bensound -Funny song
		5-8	Right demi, both up, lower Right, lower Left เขย่งเท้าขวาตามด้วยเขย่งเท้าซ้ายขึ้น และวางเท้าขวาลง ตามด้วยวางเท้าซ้ายลงพื้นตามจังหวะ		
		1-8	Repeat on the other side ทำสลับข้างกันทั้งหมดอีก 1 รอบ		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			All together 8 sets ทำสลับข้างกัน ทั้งหมด 8 เซ็ท		
	2	1-4	Right foot demi-point and flat x2 with plie on flat เขย่งเท้าขวา แตะปลายเท้าพร้อมกับย่อเข่าในระนาบเดียวกัน และวางส้นเท้าตามแนวระนาบกับพื้น	Add arms เพิ่มการแกว่งแขน	
		5-8	Right demi, both up, lower Right, lower Left เขย่งเท้าขวาตามด้วยเขย่งเท้าซ้ายขึ้น และวางเท้าขวาลงตามด้วยวางเท้าซ้ายลงพื้นตามจังหวะ		
		1-8	Repeat on the other side ทำสลับข้างกันทั้งหมดอีก 1 รอบ		
			All together 8 sets ทำสลับข้างกัน ทั้งหมด 8 เซ็ท		
	3	1-4	Right foot demi-point and flat x2 with plie on flat เขย่งเท้าขวา แตะปลายเท้าพร้อมกับ	Add arms and torsowith bouncy	

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			ย่อเข่าในระนาบเดียวกัน และวางส้นเท้าตามแนวระนาบกับพื้น	feeling เพิ่มการแกว่งแขนพร้อมกับย่อตัวโยกไปข้างหน้าเล็กน้อย	
		5-8	Right demi, both up, lower Right, lower Left เขย่งเท้าขวาตามด้วยเขย่งเท้าซ้ายขึ้น และวางเท้าขวาลงตามด้วยวางเท้าซ้ายลงพื้นตามจังหวะ		
		1-8	Repeat on the other side ทำสลับข้างกันทั้งหมดอีก 1 รอบ		
			All together 8 sets ทำสลับข้างกัน ทั้งหมด 8 เซ็ท		
Simple arms swing Technique	1	1-8	Swing arms in sagittal plane แกว่งแขนในแนวหน้า-หลัง (sagittal plane) แกว่งขึ้นและลง 8 จังหวะ	Only arms ทำเฉพาะแขน	Arm swing music
		1-8	Swing arms in frontal plane		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			แกว่งแขนในแนวขนานกับพื้น (frontal plane) แกว่งออกข้างนอกและเข้าข้างใน 8 จังหวะ		
			Repeat all ทำซ้ำทั้งหมดอีก 1 รอบ		
	2	1-8	Swing arms in sagittal plane แกว่งแขนในแนวหน้า-หลัง (sagittal plane) แกว่งขึ้นและลง 8 จังหวะ	With double bounce เพิ่มการย่อยืดเข่า	
		1-8	Swing arms in frontal plane แกว่งแขนในแนวขนานกับพื้น (frontal plane) แกว่งออกข้างนอก และเข้าข้างใน 8 จังหวะ		
			Repeat all ทำซ้ำทั้งหมดอีก 1 รอบ		
	3	1-8	Swing arms in sagittal plane - parallel feet ขณะแกว่งแขนไปด้านหน้าให้ก้มตัว ให้เกิดความโค้งงอของกระดูกสันหลัง	With double bounceand torso	

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
				เพิ่มการย่อยืดเข่าและก้มตัว	
		1-8	Swing arms in frontal plane - feet in first position เปลี่ยนการวางเท้าเป็นแบบ		
			Repeat all ทำซ้ำทั้งหมดอีก 1 รอบ		
Arms swing with turn in and out <u>Technique</u>	3	1-2	Turn in right let, turn the body to the left, use right arm to swing forward - double bounce in half launch position บิดลำตัวฝั่งขวาหมุนไปทางด้านซ้าย พร้อมกับแกว่งแขนขวาไปด้านหน้าและหมุนกลับมาด้านหลัง จากนั้นย่อเข่าขึ้น-ลง 2 ครั้ง (double bounce) ใน half launch position	Start in first position ท่าเริ่มต้นด้วยการวางเท้าทำมุมประมาณ 45 องศา (first position)	Arms swing
		3-4	Right leg back to first position, draw big circle with right arm - double bounce - double bounce in first position		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			หมุนเท้าขวาถอยหลังยืนด้วยปลายเท้า เปิดส้นเท้าขึ้น วาดแขนขวาเป็นรูปวงกลม ย่อเข่า ขึ้น-ลง 2 ครั้ง (double bounce) จากนั้นนำเท้ากลับมาวางในท่า first position และย่อเข่า ขึ้น-ลงอีก 2 ครั้ง (double bounce)		
		5-8,1-4	Repeat 2 more sets, gradually bigger in size ทำทุกท่าซ้ำอีก 2 รอบ โดยเคลื่อนไหว โดยใช้พื้นที่วงการเคลื่อนไหว (space) ที่กว้างขึ้น		
		5-6	Rise up in 1st position, arms up to 5th position กลับมาอยู่ในท่า 1st position จากนั้นยืดตัวตรง เขย่งเท้า ยกแขนขึ้นเหนือศีรษะ 5th position		
		7-8	Swing arms down and double bounce in 1st position ย่อเข่า ขึ้น-ลง 2 ครั้ง (double bounce) จากนั้นนำเท้ากลับมาวางในท่า first position พร้อมก้มตัวแกว่งแขนไปด้านหน้าและหลัง		
			repeat on the other side		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			ทำทั้งหมดอีก 1 รอบ		
			Repeat all ทำซ้ำทั้งหมด		
Arms swing and barrel <u>Technique</u>	1	1-4	Shift weight alternately with slight bounce, arms tothe opposite direction ถ่ายน้ำหนักตัวไปทางด้านซ้าย แกว่งแขนสองข้างในแนว horizontal plane ไปทางด้านขวา สลับกับเปลี่ยนการถ่ายน้ำหนักตัวมาทางด้านขวา และแกว่งแขนไปทางซ้าย ทำต่อเนื่อง 4 จังหวะ	Legs in a wider position parallel กางขากว้าง วางปลายเท้าชี้ไปด้านหน้า	Retro soul
		5-8	Suspend on balance, right foot slightly off the floor จากนั้นทรงตัวค้างไว้ในจังหวะสุดท้ายที่ลำตัวเอนไปด้านขวา เท้าขวาวางบนพื้น และเท้าซ้ายยกขึ้น นับ 4 จังหวะ		
			Repeat on the other side ทำซ้ำทุกท่าในอีกด้าน		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			Repeat all ทำซ้ำทั้งหมดอีกครั้ง		
	2	1-4	Shift weight alternately with slight bounce, arms tothe opposite direction ถ่ายน้ำหนักตัวไปทางด้านซ้าย แกว่งแขนสองข้างในแนวขนานกับพื้น (horizontal plane) ไปทางด้านขวา สลับกับเปลี่ยนการถ่ายน้ำหนักตัวมาทางด้านขวา และแกว่งแขนไปทางซ้าย ทำต่อเนื่อง 4 จังหวะ		
		5-8	Walk through the barrel jump path, finishing facing forward direction จากนั้นหมุนตัวพร้อมวาดแขนขึ้นเหนือศีรษะจากนั้นดึงกลับลงมาตามจังหวะ 2 รอบ และหันหน้ากลับมาสู่ท่าเริ่มต้นในจังหวะสุดท้าย		
			Repeat on the other side ทำซ้ำในอีกด้านหนึ่ง		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			Repeat all ทำซ้ำทั้งหมดอีกครั้ง		
	3	1-6	Shift weight alternately with slight bounce, arms tothe opposite direction ถ่ายน้ำหนักตัวไปทางด้านซ้าย แกว่งแขนสองข้างในแนวขนานกับพื้น (horizontal plane) ไปทางด้านขวา สลับกับเปลี่ยนการถ่ายน้ำหนักตัวมาทางด้านขวา และแกว่งแขนไปทางซ้าย ทำต่อเนื่อง 4 จังหวะ		
		7-8	Barrel jump จากนั้นกระโดดหมุนตัวพร้อมวาดแขนขึ้นเหนือศีรษะจากนั้นดึงกลับลงมาตามจังหวะ 2 รอบ และหันหน้ากลับมาสู่ท่าเริ่มต้นในจังหวะสุดท้าย		
			Repeat on the other side ทำซ้ำในอีกด้านหนึ่ง		
			Repeat all		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			ทำซ้ำทั้งหมดอีกครั้ง		
Leg swing <u>Floor</u>	1	1-5	Swing right leg (to the front first) แกว่งขาขวาไปด้านหน้าและหลัง ลักษณะเหมือนลูกตุ้มเหวี่ยงไปมา	Arms naturally swing แกว่งแขน	Primitive squat
		6-8	Close to parallel นำเท้ากลับมาวางในท่าเริ่มต้น		
			Repeat on the other side ทำซ้ำในอีกด้านหนึ่ง		
	2	1-4	Swing right leg (to the front first) แกว่งขาขวาไปด้านหน้าและหลัง ลักษณะเหมือนลูกตุ้มเหวี่ยงไปมา		
		5	Brush to the front with arms up in circular motion ในจังหวะสุดท้ายนำแขนที่เหวี่ยงไปมายกขึ้นเหนือศีรษะและวาดแขนเป็นวงกลม		
		6-8	Close arms and legs to parallel		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			นำเท้ากลับมาวางในท่าเริ่มต้น parallel แขนวางชิดลำตัว		
			Repeat on the other side ทำซ้ำในอีกด้านหนึ่ง		
	3	1-6	Swing right leg (to the front first) แกว่งขาขวาไปด้านหน้าและหลัง ลักษณะเหมือนลูกตุ้มเหวี่ยงไปมา	เร่งจังหวะให้เร็วขึ้น	
		7	Brush to the front with arms up in circular motion ในจังหวะสุดท้ายนำแขนที่เหวี่ยงไปมายกขึ้นเหนือศีรษะและวาดแขนเป็นวงกลม		
		8	Close arms and legs to parallel นำเท้ากลับมาวางในท่าเริ่มต้น แขนวางชิดลำตัว		
			Repeat on the other side ทำซ้ำในอีกด้านหนึ่ง		
Starfish Floor	1	1-4	Lie down in starfish, Curl to the ball to the right เริ่มต้นด้วยท่านอนหงายบนพื้น กางแขนกางขาเหมือนท่า	Lie down in starfish ท่านอนหงายบนพื้น	Doraemon Ending Theme Song

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			ปลาดาว หมุนลำตัวไปทางขวา งอตัว เก็บคองอเข่า เก็บแขน เก็บขาเข้าหาแนวกลางลำตัวให้มากที่สุด		
		5-8	Come back to start fish กลับสู่ท่าเริ่มต้น		
			Repeat on the other side ทำซ้ำอีกด้านหนึ่ง		
			Repeat 3 more sets ทำซ้ำทั้งหมด 3 เซท		
	2	1-4	Curl to the ball to the right หมุนลำตัวไปทางขวา งอตัว เก็บคองอเข่า เก็บแขนเก็บขาเข้าหาแนวกลางลำตัวให้มากที่สุด		
		5-8	Lei on the right side and straighten the body to make a straighten line หมุนตัวกลับมาในท่านอนตะแคงขวา เหยียดตัวตรง เหยียดแขนเหยียดขา จัดระเบียบร่างกายให้เป็นเส้นตรง		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
		1-4	Curl back to the ball งอตัว เก็บคองอเข่า เก็บแขนเก็บขา เข้าหาแนวกลางลำตัวให้มากที่สุด		
		5-8	Come back to start fish กลับสู่ท่าเริ่มต้น		
			Repeat on the other side ทำซ้ำอีกด้านหนึ่ง		
			Repeat 3 more sets ทำซ้ำทั้งหมด 3 เซท		
	3	1-4	Curl to the ball to the right หมุนลำตัวไปทางขวา งอตัว เก็บคองอเข่า เก็บแขนเก็บขาเข้า หาแนวกลางลำตัวให้มากที่สุด		
		5-8	Fix shoulder and feet and push to hip out to arching position ล็อคองศาหัวไหล่กับเท้าไม่ให้เกิดการเคลื่อนที่แต่ใช้การแอ่น		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			ลำตัวไปด้านหลังเหมือนยิงธนู		
		1-4	Curl back to the ball งอตัว เก็บคองอเข่า เก็บแขนเก็บขา เข้าหาแนวกลางลำตัวให้มากที่สุด		
		5-8	Come back to start fish กลับสู่ท่าเริ่มต้น		
			Repeat on the other side ทำซ้ำอีกด้านหนึ่ง		
			Repeat 3 more sets ทำซ้ำแบบนี้ 3 เซท		
Bouncing <u>Drill</u>	1	1-16	16 bounces on the spot กระโดดในลักษณะเด้งขึ้นลงอยู่กับที่ 16 ครั้ง (เท้าไม่พ้นพื้น)		Night run
	2	1-8	8 bounces in parallel วางเท้าในแนวตรง กระโดด 8 ครั้ง		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
		1-8	8 bounces in first position วางเท้าเฉียงทำมุม 45 องศา กระโดด 8 ครั้ง		
		1-8	8 bounces in 2nd parallel กลับมาวางเท้าในแนวตรง กระโดด 8 ครั้ง		
		1-8	8 bounces in 2nd position วางเท้าเฉียงทำมุม 90 องศา กระโดด 8 ครั้ง		
		1-4	4 bounces in parallel วางเท้าในแนวตรง กระโดด 4 ครั้ง		
		5-8	4 bounces in first position วางเท้าเฉียงทำมุม 45 องศา กระโดด 4 ครั้ง		
		1-4	4 bounces in 2nd parallel กลับมาวางเท้าในแนวตรง กระโดด 4 ครั้ง		
		5-8	4 bounces in 2nd position วางเท้าเฉียงทำมุม 90 องศา กระโดด 4 ครั้ง		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
		1-2	2 bounces in parallel วางเท้าในแนวตรง กระโดด 2 ครั้ง		
		3-4	2 bounces in first position วางเท้าเฉียงทำมุม 45 องศา กระโดด 2 ครั้ง		
		5-6	2 bounces in 2nd parallel กลับมาวางเท้าในแนวตรง กระโดด 2 ครั้ง		
		7-8	2 bounces in 2nd position วางเท้าเฉียงทำมุม 90 องศา กระโดด 2 ครั้ง		
		1-16	2(8) of 1 count bounce with rotation ทำซ้ำทุกท่าโดยกระโดดท่าละ 1 ครั้งต่อเนื่องใน 16 จังหวะ		
	3	1-8	8 bounces in parallel วางเท้าในแนวตรง กระโดด 8 ครั้ง	With arms พร้อมกับยกแขน Challenge level ระดับท้าทาย	

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
		1-8	8 bounces in 2nd parallel กลับมาวางเท้าในแนวตรง กระโดด 8 ครั้ง		
		1-4	4 bounces in parallel วางเท้าในแนวตรง กระโดด 4 ครั้ง		
		5-8	4 bounces in 2nd parallel กลับมาวางเท้าในแนวตรง กระโดด 4 ครั้ง		
		1-2	2 bounces in parallel วางเท้าในแนวตรง กระโดด 2 ครั้ง		
		3-4	2 bounces in 2nd parallel กลับมาวางเท้าในแนวตรง กระโดด 4 ครั้ง		
		5-8	Bounce in parallel and 2nd parallel วางเท้าในแนวตรง และกระโดด 2 ครั้ง		
	4	1-8	8 bounces in parallel วางเท้าในแนวตรง กระโดด 8 ครั้ง		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
		1-8	8 bounces in first position วางเท้าเฉียงทำมุม 45 องศา กระโดด 8 ครั้ง		
		1-8	8 bounces in 2nd parallel กลับมาวางเท้าในแนวตรง กระโดด 8 ครั้ง		
		1-8	8 bounces in 2nd position วางเท้าเฉียงทำมุม 90 องศา กระโดด 8 ครั้ง		
		1-4	4 bounces in parallel วางเท้าในแนวตรง กระโดด 4 ครั้ง		
		5-8	4 bounces in first position วางเท้าเฉียงทำมุม 45 องศา กระโดด 4 ครั้ง		
		1-4	4 bounces in 2nd parallel กลับมาวางเท้าในแนวตรง กระโดด 4 ครั้ง		
		5-8	4 bounces in 2nd position วางเท้าเฉียงทำมุม 90 องศา กระโดด 4 ครั้ง		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
		1-2	2 bounces in parallel วางเท้าในแนวตรง กระโดด 2 ครั้ง		
		3-4	2 bounces in first position วางเท้าเฉียงทำมุม 45 องศา กระโดด 2 ครั้ง		
		5-6	2 bouncea in 2nd parallel วางเท้าในแนวตรง กระโดด 2 ครั้ง		
		7-8	2 bouncea in 2nd position วางเท้าเฉียงทำมุม 90 องศา กระโดด 2 ครั้ง		
		1-16	2(8) of 1 count bounce with rotation ทำซ้ำทุกท่าโดยกระโดดท่าละ 1 ครั้งต่อเนื่องใน 16 จังหวะ		
Jumping Drill	1		Practice with wall งอเข่า ถีบขาดันกำแพงเหมือนการกระโดด เพื่อฝึกให้ออกแรงอย่างถูกต้อง และจัดระเบียบร่างกายในการกระโดดได้		Bensound -Funday
	2	1-2	2 plie and straight	Hands on waist	

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			ย่อเข่า และยืดตัวขึ้น 2 รอบ	มือท้าวใส่เอว	
		3-4	1 Jump จากนั้นกระโดดขึ้นลง 2 จังหวะ		
	3	1-8	8 jumps กระโดดขึ้นลงต่อเนื่อง 8 จังหวะ		
Run forward and back Drill	1,2,3	1-3	Run forward วิ่งไปข้างหน้า ต่อเนื่อง	Play with space	Bensound -Funday
		4	Step backward สลับกับก้าวถอยหลัง		
			Repeat all ทำซ้ำทั้งหมด		
Leap and stamp Drill	1		Practice jumping over an obstacle กระโดดเหมือนจะข้ามสิ่งกีดขวาง		
	2,3	1-2	Leap forward		

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
			กระโดดแยกขาหน้า-หลัง ส่งตัวเคลื่อนที่ไปด้านหน้า		
		3-4	2 stamps with feet ค่อย ๆ วางเท้าทั้ง 2 ข้างลงกับพื้น		
			Repeat all ทำซ้ำทั้งหมด		
Free fall <u>Drill</u>		1	To the front เอนตัวไปด้านหน้าให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ยังรักษาสมดุลให้ไม่ล้ม แล้วดึงตัวกลับมายืนตัวตรงในท่าเริ่มต้น		Pomme d' amour l
		2	To the side เอนไปด้านข้างให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ยังรักษาสมดุลให้ไม่ล้ม แล้วดึงตัวกลับมายืนตัวตรงในท่าเริ่มต้น		
		3	To the back เอนไปด้านหลังให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แต่ยังรักษาสมดุลให้ไม่ล้ม แล้วดึงตัวกลับมายืนตัวตรงในท่าเริ่มต้น		
Run and roll			Roll on the clapping sound		Bensound -Funday

ชื่อท่า	ระดับ	การนับ	รายละเอียดการเคลื่อนไหว	หมายเหตุ	เพลง
Drill			กลิ้งบนพื้นตามจังหวะเสียงปรบมือ		
Free roll Drill			Corn roll จับมือประสานกันที่หน้าอก ขาเหยียดตรง ตัวตรง จากนั้นหมุนลำตัวขนานไปกับพื้น กลิ้งกลับไปกลับมา		Pomme d' amour l
			Star roll นอนหงาย กางแขนและขาเป็นรูปดาว จากนั้นนำมือซ้ายมาเลื้อยตามแขนขวาไปจนสุด แล้วพลิกตัวนอนคว่ำอยู่ในท่ากางแขนและขาเป็นรูปดาว และกลับมานอนหงายในท่าเริ่มต้น ทำแบบนี้เช่นเดิมกลับไปกลับมา		
			Butterfly roll ทำท่าผีเสื้อ แล้วม้วนลำตัวกลิ้งบนพื้นเป็นวงกลมไปเรื่อย ๆ		

ภาคผนวก ช
ใบรับรองจริยธรรมการวิจัย

รหัสโครงการวิจัยเลขที่ SWUEC-G-398/2565E

MF-04-version-2.0
วันที่ 18 ต.ค. 61

หนังสือรับรองจริยธรรมการวิจัยของข้อเสนอการวิจัย
เอกสารข้อมูลคำอธิบายสำหรับผู้เข้าร่วมการวิจัยและใบยินยอม

หมายเลขข้อเสนอการวิจัย SWUEC-G- 398/2565E

ข้อเสนอการวิจัยนี้และเอกสารประกอบของข้อเสนอการวิจัยตามรายการแสดงด้านล่าง ได้รับการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒแล้ว คณะกรรมการฯ มีความเห็นว่าข้อเสนอการวิจัยที่จะดำเนินการมีความสอดคล้องกับหลักจริยธรรมสากล ตลอดจนกฎหมาย ข้อบังคับและข้อกำหนดภายในประเทศ จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยตามข้อเสนอการวิจัยนี้ได้

ชื่อโครงการวิจัยเรื่อง: ผลของการฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยเพื่อพัฒนาระดับความสามารถการคิด เชิงบริหารของสมองและระดับนิวโรโทฟิกแฟคเตอร์จากสมองของเด็กนักเรียนที่มีภาวะอ้วน: งานวิจัยทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม

ชื่อผู้วิจัยหลัก: นาง กีรติ อินทวิรารัตน์

สังกัด: คณะพลศึกษา

เอกสารที่รับรอง:
1. แบบเสนอโครงการวิจัย
2. โครงการวิจัย
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย

เอกสารที่พิจารณาทบทวน

1. แบบเสนอโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 30 พฤศจิกายน 2565
2. โครงร่างการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 30 พฤศจิกายน 2565
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 30 พฤศจิกายน 2565
4. หนังสือให้ความยินยอมเข้าร่วมโครงการวิจัย	ฉบับที่ 2 วัน/เดือน/ปี 30 พฤศจิกายน 2565

(ลงชื่อ).....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทันตแพทย์หญิงณปภา เอี่ยมจิรกุล)
กรรมการและเลขานุการคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

(ลงชื่อ).....
(แพทย์หญิงสุรีพร ภัทรสุวรรณ)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

หมายเลขรับรอง : SWUEC/E/G-398/2565
วันที่ให้การรับรอง : 30/11/2565
วันหมดอายุใบรับรอง : 30/11/2566

ที่ อว 8922.1/

มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
สุขุมวิท 23 กรุงเทพฯ 10110

16 ธันวาคม 2565

เรื่อง ขอแจ้งผลการพิจารณาโครงการวิจัยเลขที่ SWUEC-G- 398/2565E

เรียน นาง กีรติ อินทวชิรารัตน์

สิ่งที่ส่งมาด้วย ใบรับรองโครงการวิจัย SWUEC/E/G-398/2565

ตามที่ท่านได้ส่งโครงร่างการวิจัยเรื่อง ผลของการฝึกโปรแกรมเต้นเชิงสร้างสรรค์ในรูปแบบนาฏศิลป์ร่วมสมัยเพื่อพัฒนาระดับความสามารถการคิด เชิงบริหารของสมองและระดับนิวโรโทฟิกแฟคเตอร์จากสมองของเด็กนักเรียนที่มีภาวะอ้วน: งานวิจัยทดลองแบบสุ่มและมีกลุ่มควบคุม โครงการวิจัยเลขที่ SWUEC-G 398/2565E เพื่อรับการพิจารณาจากคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ นั้น

คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ได้พิจารณาโครงการวิจัยดังกล่าว บัดนี้ คณะกรรมการฯ ให้การรับรองโครงการวิจัยดังกล่าวแล้วเมื่อวันที่ 30 พฤศจิกายน 2565 รายละเอียดดังนี้

Certificate Number	SWUEC/E/G-398/2565
Date of Approval	30 พฤศจิกายน 2565 (อายุใบรับรองโครงการวิจัย 12 เดือน)
Date of Expiration	30 พฤศจิกายน 2566
Continuing Review	ทุก 12 เดือน (ครบกำหนดส่งรายงานครั้งแรก วันที่ 30 พฤศจิกายน 2566)

ในการนี้ คณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์ ใคร่ขอความกรุณาให้ผู้วิจัยส่งรายงานความก้าวหน้าของการวิจัยและต่ออายุการรับรองก่อนกำหนดวันหมดอายุ 30 วัน เพื่อให้เป็นไปตามวิธีดำเนินการมาตรฐาน (SOPs version 2.0) ของคณะกรรมการฯ ทั้งนี้รายละเอียดของเอกสารที่ให้การรับรองตามที่ปรากฏใน Certificate of Approval (Certificate Number SWUEC/E/G-398/2565) ที่แนบมาพร้อมนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและดำเนินการต่อไป

ขอแสดงความนับถือ

(แพทย์หญิงสุรีพร ภัทรสุวรรณ)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรมสำหรับพิจารณาโครงการวิจัยที่ทำในมนุษย์

บัณฑิตวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
โทรศัพท์ 0-2649-5000 ต่อ 12430
โทรสาร 0-2259-1822

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	กีรติ อินทวชิรารัตน์
วัน เดือน ปี เกิด	27 ตุลาคม 2528
สถานที่เกิด	เชียงใหม่
วุฒิการศึกษา	มัธยมศึกษา โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ วิทยาศาสตรบัณฑิต สาขากายภาพบำบัด มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬา มหาวิทยาลัยมหิดล ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์การกีฬาและการออกกำลังกาย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ที่อยู่ปัจจุบัน	212/192 หมู่บ้านชัยพฤกษ์พุทธมณฑลสาย 5 ถ.พุทธมณฑลสาย 5 หมู่ 1 ต.บางเตย อ.สามพราน จ.นครปฐม 73210