

**ผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬา judo แบบเฉพาะเจาะจงที่มีต่อการทำงานของสมอง
ด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ ของนักกีฬา judo ระดับเยาวชนหญิง**

**THE EFFECTS OF JUDO SPORT-SPECIFIC EXERCISE ON COGNITIVE FLEXIBILITY
AND SPATIAL ABILITY IN YOUTH JUDO FEMALE ATHLETE**

นิลาวัลย์ บุญประถม¹ ธัญญาวัฒน์ หอมสมบัติ^{*2}

Nilawan Boonpratham¹, Thanyawat Homsombat^{*2}

¹ สาขาวิชาพลศึกษาและกีฬา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี

^{*2} คณะวิทยาศาสตร์การกีฬาและสุขภาพ มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ วิทยาเขตอุดรธานี

¹ Physical Education and Sports, Faculty of Education, Thailand National Sports University

Udon Thani Campus

^{*2} Faculty of Sports Science and Health, Thailand National Sports University

Udon Thani Campus

^{*} E-mail ผู้รับผิดชอบบทความ (Corresponding Author): cmu_kku@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยกึ่งทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬา judo แบบเฉพาะเจาะจงที่มีต่อการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 ของนักกีฬา judo เยาวชนหญิง กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการคำนวณขนาดตัวอย่างประมาณการค่าเฉลี่ยขนาดประชากรค่าเฉลี่ยกรณีทราบขนาดประชากร จำนวน 15 คน โดยวิธีการสุ่มแบบง่าย เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แบบฝึกการออกกำลังกายด้วยกีฬา judo แบบเฉพาะเจาะจง ทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ จำนวน 8 สัปดาห์ โดยผ่านการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC=1.00) เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ แบบทดสอบความสามารถในการออกแบรูปร่างที่ไม่ซ้ำกัน และแบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ โดยผ่านการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC=1.00) สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำทางเดียว และการทดสอบพรีดแมน กำหนดค่านัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ผลการศึกษา พบว่า กลุ่มตัวอย่างมีความแปรปรวนแบบวัดซ้ำทางเดียวของความสามารถในการออกแบรูปร่างที่ไม่ซ้ำกัน และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่พบว่า ทั้งความสามารถในการออกแบรูปร่างที่ไม่ซ้ำกัน และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

คำสำคัญ: แบบฝึกการออกกำลังกายด้วยกีฬา judo แบบเฉพาะเจาะจง กีฬา judo การทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด และด้านมิติสัมพันธ์

วันที่รับบทความ 13 มีนาคม 2566

วันแก้ไขบทความ 1 กรกฎาคม 2566

วันตอบรับบทความ 2 กรกฎาคม 2566

ABSTRACT

The purpose of this quasi-experimental study was to examine the effects of judo sport-specific exercise on spatial ability and cognitive flexibility in a young female judo athlete, after week 4 and after week 8. The 15 samples were collected after determining the sample size and using simple random sampling to estimate the mean population once the population size was known. The experimental instrument was a judo sport-specific exercise performed three days per week for eight weeks, as determined by an index of consistency (IOC) of 1.00. The tools used for data collection were the design fluency test and the spatial visualization test, as determined by an index of consistency (IOC) of 1.00. Percentage, mean, and standard deviation were descriptive statistics. Inferential statistics, including one-way analysis of variance with repeated measures and the Friedman test. Statistical significance was set at the 0.05 level.

The results showed that a one-way analysis of the variance of the change in design fluency test and spatial visualization test between pre-training, after the 4th week, and after the 8th week revealed differences that were statistically significant. When the paired averages were compared, it was found that both the design fluency test and spatial visualization test significantly increased between training, after the fourth week of training, and after the eighth week of training.

Keyword: Judo sport-specific exercise, Judo sport, Cognitive flexibility, Spatial ability

1. บทนำ

กีฬาโยโดเป็นศิลปะการต่อสู้ที่ผู้เล่นจะต้องมีไหวพริบและปฏิกิริยาในการตอบสนองต่อการโจมตีของคู่ต่อสู้ [46-48] หลักการต่อสู้แบบโยโดเป็นเรื่องของการจับจังหวะของคู่ต่อสู้ให้ถูกทางและรู้จักโอนอ่อนผ่อนตามสถานการณ์อย่างใจเย็น โดยยืมแรงคู่ต่อสู้เพื่อโจมตีอย่างรวดเร็ว กระบวนการทางปัญญาหลายอย่างเป็นสิ่งจำเป็นในระหว่างการฝึกซ้อมและการแข่งขันรวมถึงความสนใจประเภทต่าง ๆ เช่นความสนใจอย่างต่อเนื่อง ซึ่งรักษาโฟกัสของนักกีฬาตลอดการแข่งขันและความสนใจชั่วคราวซึ่งช่วยให้รับรู้ถึงสัญญาณของคู่ต่อสู้ทำให้สามารถตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว [35] จะส่งผลให้นักกีฬาสามารถแสดงความสามารถทางการกีฬาได้อย่างสูงสุดตลอดช่วงของการแข่งขัน

ความสามารถทางสมองเป็นสิ่งสำคัญที่นักกีฬาโยโดต้องให้ความสำคัญในกีฬาประเภทศิลปะการต่อสู้ นักกีฬาต้องเผชิญกับภาวะความกดดันทางความคิดและจากสภาพแวดล้อมภายนอก เช่น การอ่านเกมการเล่นของคู่ต่อสู้ การวางแผนในการโจมตี และการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า รวมถึงการพลิกวิกฤติจากการเสียเปรียบให้เป็นโอกาสได้เปรียบคู่ต่อสู้อีกครั้ง ทั้งหมดที่กล่าวมานี้ล้วนเป็นความสามารถในการทำงานของสมอง กระบวนการทางความคิด การตัดสินใจ และการประสานสัมพันธ์ของประสาทและกล้ามเนื้อที่สลับซับซ้อน [14] ซึ่งนักกีฬาโยโดจำเป็นต้องมีความสามารถทางสมอง โดยเฉพาะการยืดหยุ่นทางความคิด และความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ [39] การยืดหยุ่นทางความคิด (Cognitive flexibility) เป็นองค์ประกอบของทักษะสมองที่ปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์หรือการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อม [15] ทักษะการยืดหยุ่นทางความคิดอาจทำให้การบรรลุเป้าหมายเป็นไปได้ง่ายขึ้น โดยการเอาชนะสิ่งรบกวนจากภายนอก [20] การฝึกศิลปะการต่อสู้แบบดั้งเดิมเป็นหนึ่งในกลยุทธ์ที่ได้รับการพิสูจน์แล้วว่าส่งผลดีต่อทักษะสมอง ในวัยเด็ก ในการเรียนรู้โยโดนั้น เป็นการต่อสู้ที่ต้องใช้ความตั้งใจอย่างมาก ในแต่ละการตัดสินใจสามารถส่งผลแพ้-ชนะได้ทันที ดังนั้นการจะทำอะไรต้องคิดไตร่ตรอง มีสมาธิ และคอยสังเกตสถานการณ์ที่เป็นอยู่ เพื่อให้เกิดการแก้ไขปัญหาคือเฉพาะหน้าจากการเสียเปรียบกลายเป็นได้เปรียบคู่ต่อสู้อีกครั้ง ในการฝึกหรือการแข่งขันนั้นจะต้องมีทั้งทีมนักกีฬาที่แพ้และทีมนักกีฬาที่ชนะจากการต่อสู้ หากมีความผิดพลาดในด้านต่างๆ หรือตัดสินใจไม่ถูกต้อง จากการศึกษาของ Belling et al. (2020) [8] รายงานว่า นักกีฬาไม่เพียงแต่ต้องการความสามารถทางกายที่ดีเท่านั้น ยังต้องการทักษะและความสามารถที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของสมองที่ดีด้วย (Cognitive performance) รวมทั้งการศึกษาของ Mann et al. (2019) [22] ที่พบว่านักกีฬาจะแสดงความสามารถทางการกีฬาที่มีประสิทธิภาพได้นั้นจะอยู่ภายใต้กระบวนการทำงานทางความคิดที่ซับซ้อน (Complex mental processes) นักกีฬาที่มีความสามารถโดดเด่น สามารถจำแนกได้ด้วยระดับความสามารถทางสมองที่เป็นเลิศ เช่น ความตั้งใจ ความสามารถในการจัดการทางความคิดและการกระทำ และความสามารถเชิงมิติสัมพันธ์ [6-44] นอกจากนี้ยังมีการศึกษาของ Vestberg et al. (2017) [43] พบว่า ความสามารถในการทำงานของสมองในส่วนของความยืดหยุ่นทางความคิดและความจำใช้งานมีความสัมพันธ์กับความสามารถทางการกีฬา และการศึกษาที่ผ่านมาได้ระบุถึงความสัมพันธ์ทางบวกระหว่างความยืดหยุ่นทางความคิดและความจำใช้งานกับความสามารถทางการกีฬา ในกีฬาหลายประเภท เช่น ฟุตบอล เทนนิส วอลเลย์บอล มวยสากล ฟันดาบ ฮอกกี้น้ำแข็ง ยิมนาสติก และเทเบิลเทนนิส [6-31] นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า นักกีฬาชั้นนำมีความสามารถทางสมองหรือความฉลาดทางการกีฬา เช่น ความสามารถในการควบคุมความคิดและพฤติกรรม (Inhibition) ความจำใช้งาน (Working memory) ความยืดหยุ่นทางจิตใจ (Mental flexibility) ความสามารถในการแก้ปัญหา (Problem-solving) ความสามารถในการวางแผน (Planning) ความสามารถในการตัดสินใจ (Decision-making) เวลาในการตอบสนอง (Reaction time) และความสามารถในการหมุนภาพในใจ (Mental rotation ability) ที่ดีกว่านักกีฬาสัมครเล่นและประชาชนทั่วไป

การศึกษาของ Prien et al. (2018) [27] ได้ทำการศึกษาความสามารถด้านระบบประสาทและสมอง (Neurocognitive performance) โดยใช้ชุดทดสอบความสามารถทางสมองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (The computerized test battery central nervous system vital signs) สำหรับประเมิน 6 องค์ประกอบย่อย คือ ความจำ (Memory) ความเร็วของทักษะทางกลไก (Psychomotor speed) เวลาปฏิกิริยา (Reaction time) สมาธิความสนใจ (Complex attention) การยืดหยุ่นทางความคิด (Cognitive flexibility) และความเร็วในการประมวลผล (Processing speed) ในนักกีฬาฟุตบอลมืออาชีพทั้งเพศชายและหญิง จำนวน 425 คน ของประเทศ สวิตเซอร์แลนด์ โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มอายุ คือ 15-19 ปี และ 20-29 ปี พบว่า นักกีฬาฟุตบอลอายุ 15-19 ปี มีความสามารถทางสมองทั้ง 6 ลักษณะที่ดีกว่าเกณฑ์ปกติ ในขณะที่ในกลุ่มนักฟุตบอลอายุ 20-29 ปี พบว่ามีเพียง แค่ 2 องค์ประกอบของการทำหน้าที่ของสมองที่ดีกว่าเกณฑ์ปกติ คือ ความเร็วของทักษะทางกลไกและเวลา ปฏิกิริยา และยังพบอีกว่านักฟุตบอลที่มีอายุ 15-19 ปี มีความสามารถในการทำงานของสมองทั้ง 6 ลักษณะดีกว่า กลุ่มนักฟุตบอลที่มี อายุ 20-29 ปี รวมทั้งการศึกษาของ Verburch et al. (2020) [42] พบว่านักกีฬาเยาวชนที่มี ทักษะทางกีฬาขั้นสูง อายุระหว่าง 8-12 ปี มีความสามารถในการควบคุมความคิด (Inhibitory control) และ ความจำใช้งาน (Working memory) ดีกว่านักกีฬาเยาวชนระดับสมัครเล่น และเยาวชนผู้ที่ไม่ใช่นักกีฬา

จากการศึกษาที่ผ่านมาส่วนใหญ่มุ่งศึกษาเฉพาะการออกกำลังกายแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic exercise) ที่ส่งผลต่อการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ แต่มีการศึกษาจำนวน น้อยมากที่ศึกษาการออกกำลังกายแบบไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic exercise) ที่ส่งผลต่อการทำงานของสมองด้าน การยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ ดังนั้นผู้วิจัยจึงสนใจ ที่จะศึกษาเพิ่มเติมเพื่อยืนยันผลการศึกษาดังกล่าว ว่าการออกกำลังกายด้วยกีฬาฟุตบอลแบบเฉพาะเจาะจงสามารถพัฒนาความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทาง ความคิดและความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ และเพื่อใช้เป็นแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพและระดับความสามารถ ของนักกีฬาให้ก้าวไปถึงความสำเร็จสูงสุดได้

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Bluchel et al. (2020) [9] ได้ศึกษาผลของการฝึกกิจกรรมเคลื่อนไหวร่างกายต่อความสามารถ ในการหมุนภาพในใจ (Mental rotation performance) ของเด็กอายุระหว่าง 8 -10 ปี จำนวน 46 คน โดยแบ่งเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลองที่ฝึกเล่นกิจกรรมการเคลื่อนไหวร่างกาย วันละ 20 นาที เป็นเวลา 2 สัปดาห์ และกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการฝึกใด ๆ ทั้งสองกลุ่มได้ทำการทดสอบการหมุนภาพในใจด้วยภาพรูปเรขาคณิตสามมิติ (Mental rotational task with 3-D block figures) ทั้งก่อนและหลังการเล่นกิจกรรม ผลการทดลองพบว่า เด็กทั้งสองกลุ่มมีความสามารถในการหมุนภาพ ในใจครั้งหลัง (Posttest) ดีกว่าครั้งแรก (Pretest) อย่างไรก็ตาม ความสามารถในการหมุนภาพในใจของกลุ่มทดลองที่ได้รับการฝึกเล่นกิจกรรมการเคลื่อนไหวร่างกายพัฒนาดีกว่า กลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับการฝึกใดๆ แสดงให้เห็นว่า การฝึกการเคลื่อนไหวร่างกายมีผลทำให้ความสามารถในการหมุน ภาพในใจเพิ่มสูงขึ้น

Prien et al. (2018) [27] ได้ทำการศึกษาความสามารถด้านระบบประสาทและสมอง (Neurocognitive performance) โดยใช้ชุดทดสอบความสามารถทางสมองด้วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์ (The computerized test battery CNS vital signs) สำหรับประเมิน 6 องค์ประกอบย่อย คือ ความจำ (Memory) ความเร็วของทักษะทางกลไก (Psychomotor speed) เวลาปฏิกิริยา (Reaction time) สมาธิความ สนใจ (Complex attention) ความคิดยืดหยุ่น (Cognitive flexibility) และความเร็วในการประมวลผล

(Processing speed) ในนักกีฬาฟุตบอลชั้นนำทั้งเพศชายและหญิง จำนวน 425 คนของประเทศสวิตเซอร์แลนด์ โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่มอายุ คือ 15-19 ปี และ 20-29 ปี พบว่า นักกีฬาฟุตบอล อายุ 15-19 ปี มีความสามารถทางสมองทั้ง 6 ลักษณะที่ดีกว่าเกณฑ์ปกติ (US Norm) ขณะที่ในกลุ่มนักฟุตบอล อายุ 20-29 ปี พบว่ามีเพียงแค่ 2 องค์ประกอบของการทำหน้าที่ของสมองที่ดีกว่าเกณฑ์ปกติ คือ ความเร็วของทักษะทางกลและเวลาปฏิกิริยา และยังพบอีกว่านักฟุตบอลที่มีอายุ 15-19 ปี มีความสามารถในการทำงานของสมองทั้ง 6 ลักษณะดีกว่ากลุ่มนักฟุตบอลที่มีอายุ 20-29 ปี

Moreau et al. (2012) [23] ได้ศึกษาผลของการเคลื่อนไหวของร่างกายที่มีต่อความสามารถในการทดสอบด้วยการหมุนภาพ (Enhancing spatial ability through sport practice; Evidence for an effect of motor training on mental rotation performance) โดยการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างการหมุนภาพกับการฝึกฝนการออกกำลังกาย โดยการสุ่มผู้เข้าร่วม คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี จำนวน 62 คน แบ่งเป็นกลุ่มมวยปล้ำชาย 18 คน และหญิง 13 คน โดยมีอายุเฉลี่ย 20.6 ปี ส่วนกลุ่มวิ่งเป็นชาย 18 คน และหญิง 13 คน โดยมีอายุเฉลี่ย 20.9 ปี โดยการทดสอบด้วยการหมุนภาพในใจ (Mental rotation test) พบว่า การหมุนภาพของทั้งสองกลุ่มก่อนการฝึกฝนไม่แตกต่างกัน แต่หลังการฝึกฝน 10 เดือน พบว่ากลุ่มมวยปล้ำทำได้ดีกว่ากลุ่มวิ่ง นอกจากนี้ยังพบว่า กลุ่มผู้ชายมีคะแนนดีกว่ากลุ่มผู้หญิง

Pietsch et al. (2017) [26] ได้ศึกษาผลของการเคลื่อนไหวร่างกายด้วยโปรแกรมไลฟ์ไคเนติก (Life kinetik) ที่มีต่อความสามารถในการหมุนภาพในใจ (Mental rotation performance) ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา จำนวน 46 คน เป็นหญิง 23 คน และชาย 23 คน พบว่า กลุ่มทดลองที่ใช้การเคลื่อนไหวร่างกายด้วยโปรแกรมไลฟ์ไคเนติก (Life kinetik) ซึ่งได้ฝึกความสัมพันธ์ระหว่างมือ เท้า ร่างกาย และสายตา มีความสามารถในการหมุนภาพในใจได้ดีกว่ากลุ่มควบคุมที่ออกกำลังกายทั่วไปอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. วิธีการวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-experimental research) เพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬายูโดแบบเฉพาะเจาะจงที่มีต่อการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ และเพื่อเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬายูโดแบบเฉพาะเจาะจงที่มีต่อการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ ในช่วงก่อนฝึกและหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8

3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย คือ นักกีฬายูโดเยาวชนหญิง อายุ 15-19 ปี ที่ขึ้นทะเบียนนักกีฬาในจังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 239 คน (การกีฬาแห่งประเทศไทย, 2565, ออนไลน์) [3]

คำนวณขนาดกลุ่มตัวอย่างประมาณการค่าเฉลี่ยขนาดประชากรค่าเฉลี่ยกรณีทราบขนาดประชากรโดยใช้สูตรของ (อรุณ จีรวรรณกุล, 2560) [5] ดังตัวอย่างที่ 1

จากสูตร

(1)

$$n = \frac{NZ_{\alpha/2}^2 \sigma^2}{d^2(N-1) + Z_{\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

$$\text{จากสูตร แทนค่าได้ดังนี้} \quad n = \frac{239 (1.96^2) 6^2}{2.54^2 (239-1) + (1.96^2) 6^2}$$

$$n = 11.52 \text{ ประมาณ } 11 \text{ คน}$$

เพื่อป้องกันการถอนตัว (Drop-out) ผู้วิจัยเพิ่มขนาดกลุ่มตัวอย่าง ร้อยละ 30 รวมกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด 15 คน โดยการสุ่มกลุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple random sampling)

3.3 เครื่องมือวิจัย

1. เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง คือ แบบฝึกการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจง จำนวน 8 สัปดาห์ โดยทำการฝึก 3 วันต่อสัปดาห์ (วันจันทร์ พุธ และวันศุกร์) ก่อนการฝึกทำการอบอุ่นร่างกาย 10 นาที จากนั้นทำการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจง ได้แก่ แบบฝึกที่ 1 ท่า Box Jumps, Depth Jumps and Medicine ball Overhead Throw แบบฝึกที่ 2 ท่า Hurdle Jump and Chest Pass แบบฝึกที่ 3 ท่า Vertical Hurdle Jump and Medicine ball Overhead Throw แบบฝึกที่ 4 ท่า Power Drop and Ippon seoi nage แบบฝึกที่ 5 ท่า Russia crunch twist and throw and Ippon seoi nage และแบบฝึกที่ 6 ท่า Back extension and Ippon seoi nage โดยผ่านการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

2. เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ประกอบด้วย

2.1 แบบทดสอบความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน (Design fluency test) ประกอบด้วย แบบทดสอบลากเส้นผ่านจุดสีดำ (Filled dots) แบบทดสอบลากเส้นผ่านจุดสีขาว (Empty dots) และแบบทดสอบลากเส้นผ่านจุดสีดำและสีขาวสลับกัน (Switching dots) วิธีทดสอบ มีรายละเอียดดังนี้ ใช้เมาส์คลิกจุดสีดำ จำนวน 5 ครั้ง โดยจะเริ่มที่จุดใดก็ได้จะเกิดรูปภาพ 1 ภาพที่ประกอบด้วยเส้นตรง 4 เส้น สร้างรูปภาพให้ถูกต้องและไม่ซ้ำกัน ให้ได้จำนวนภาพมากที่สุดภายในเวลา 1 นาที (สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา, 2565) [2] โดยผ่านการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

2.2 แบบทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ (Spatial visualization test) วิธีทดสอบ มีรายละเอียดดังนี้ พิจารณาภาพตัวอย่างวัตถุสามมิติด้านบนซ้ายมือว่าถูกหมุนอย่างไรจึงกลายเป็นภาพด้านขวามือ สังเกตภาพคำถาม แล้วใช้เมาส์คลิกเลือกภาพคำตอบ 1 ภาพที่เป็นการถูกหมุนในทิศทางเดียวกับภาพตัวอย่างด้านบน และแบบทดสอบมีทั้งหมด 30 ข้อ จะต้องทำภายในเวลา 25 นาที (สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา, 2565) [2] โดยผ่านการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item Objective Congruence: IOC) จากผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน มีค่าเฉลี่ยความสอดคล้องเท่ากับ 1.00

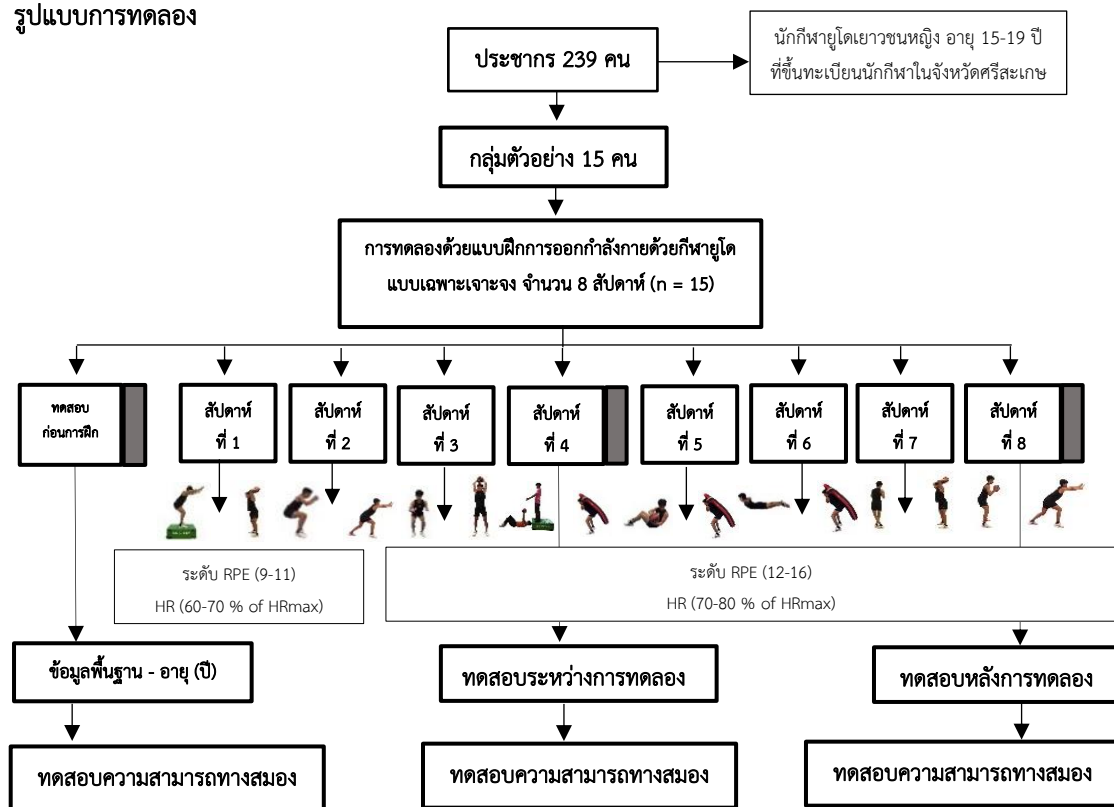
3.4 จริยธรรมในการดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ได้ผ่านคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ เลขที่ TNSU-EDU 074/2565 มหาวิทยาลัยการกีฬาแห่งชาติ

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ วิเคราะห์ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำทางเดียว และการทดสอบพรีดแมน

รูปแบบการทดลอง



■ = การทดสอบก่อน (Base line) ระหว่าง (สัปดาห์ที่ 4) และหลังการฝึก (สัปดาห์ที่ 8)

ทดสอบความสามารถทางสมอง = ทดสอบความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน และทดสอบความสามารถด้านมิติสัมพันธ์

ภาพที่ 1 รูปแบบการทดลอง

4. ผลการวิจัย

1. ข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

จากการเปรียบเทียบความแตกต่างของการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ของนักกีฬาโยโดเยาวชนหญิง ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และสัปดาห์ที่ 8 โดยใช้สถิติวิเคราะห์ One-way analysis of variance with repeated measures และเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ ด้วยวิธีของ Tukey ผู้วิจัยได้ทดสอบข้อตกลงเบื้องต้นของสถิติดังกล่าว (ตารางที่ 1) ถ้าไม่ผ่านข้อตกลงเบื้องต้นจะเปลี่ยนมาใช้สถิติไม่อิงพารามิเตอร์ Friedman test และผลการวิเคราะห์ข้อมูลมีรายละเอียดดังนี้

ข้อมูลที่มีการแจกแจงแบบปกติ ได้แก่ ความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด ($p=0.11$) และความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ($p=0.61$) มีลักษณะการแจกแจงเป็นโค้งปกติ (Normal Distribution) ซึ่งเป็นไปตามข้อตกลงเบื้องต้นในการใช้สถิติพารามิเตอร์ (Parametric statistics) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการกระจายของข้อมูลด้วยสถิติ Shapiro-wilk test (n=15)

คะแนน	n	Shapiro-wilk test		
		statistic	df	Sig.
ความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด	15	0.90	15	0.11
ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์	15	0.95	15	0.61

1.1 ข้อมูลส่วนบุคคล

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ นักกีฬายูโดเยาวชนหญิง อายุ 15-19 ปี ที่ขึ้นทะเบียนนักกีฬาในจังหวัดศรีสะเกษ จำนวน 15 คน มีน้ำหนักเฉลี่ย 51.93 กิโลกรัม (SD=6.01) ส่วนสูงเฉลี่ย 159.26 เซนติเมตร (SD=4.51) ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 20.45 (SD=2.15) ประสบการณ์การเล่นยูโดเฉลี่ย 4.40 ปี (SD=1.18) และมีระดับการแข่งขันแยกเป็นรายการกีฬานักเรียนนักศึกษาจำนวน 5 คน (ร้อยละ 33.33) และรายการกีฬาเยาวชนแห่งชาติ จำนวน 10 คน (ร้อยละ 66.67) (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ข้อมูลพื้นฐาน (n=15)

ตัวแปร	$\bar{X}$	SD	Min-max
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	51.93	6.01	42.00-60.00
ส่วนสูง (เซนติเมตร)	159.26	4.51	152.00-169.00
ดัชนีมวลกาย	20.45	2.15	17.03-23.83
ประสบการณ์การเล่นยูโด (ปี)	4.40	1.18	3.00-6.00
ระดับการแข่งขัน	จำนวน		ร้อยละ
- กีฬานักเรียนนักศึกษา	5		33.33
- กีฬาเยาวชนแห่งชาติ	10		66.67

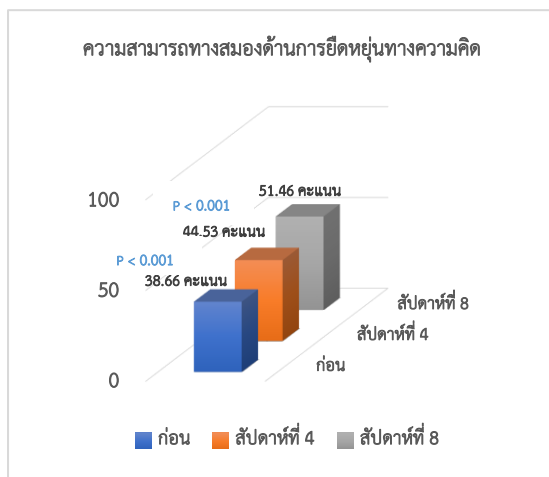
2. ความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด และความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

2.1 ความแปรปรวนแบบวัดซ้ำทางเดียวของความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด และความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ระหว่างก่อนฝึก หลังฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ จึงต้องทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยเป็นรายคู่โดยวิธีของ Tukey (ตารางที่ 3)

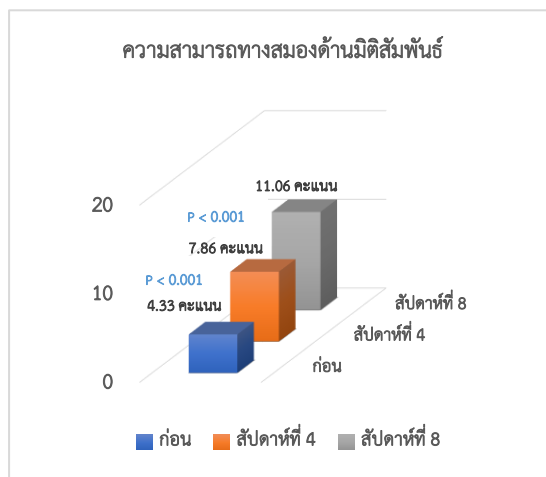
ตารางที่ 3 ความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด และความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 (n=15)

แหล่งความแปรปรวน	SS	df	MS	F	p-value
ความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด					
ภายในกลุ่ม	1231.64	1.32	929.54	87.51	<0.001
ความคลาดเคลื่อน	197.02	18.55	10.62		
รวม	1428.66				
ความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์					
ภายในกลุ่ม	340.31	2.00	170.15	190.40	<0.001
ความคลาดเคลื่อน	25.02	28.00	0.894		
รวม	365.33				

2.2 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยรายคู่โดยวิธีของ Tukey ความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด และความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 พบว่า ความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เท่ากับ 38.66, 44.53, 51.46 คะแนน ตามลำดับ (กราฟที่ 1) และความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ เท่ากับ 4.33, 7.86, 11.06 คะแนน ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบในแต่ละสัปดาห์ พบว่า เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (กราฟที่ 2)



กราฟที่ 1 กราฟแสดงความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด



กราฟที่ 2 กราฟแสดงความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์

5.อภิปรายผลและข้อเสนอแนะการวิจัย

การศึกษาและการเปรียบเทียบผลของการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงที่มีต่อการทำงานของสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิดและด้านมิติสัมพันธ์ของนักกีฬาโยโดระดับเยาวชนหญิง พบว่า กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศหญิงทั้งหมด 15 คน มีน้ำหนักเฉลี่ย 51.93 กิโลกรัม (SD= 6.01) ส่วนสูงเฉลี่ย 159.26 เซนติเมตร (SD= 4.51) ดัชนีมวลกายเฉลี่ย 20.45 (SD= 2.15) ประสบการณ์การเล่นโยโดเฉลี่ย 4.40 ปี (SD= 1.18) และระดับการแข่งขันรายการกีฬานักเรียนนักศึกษาจำนวน 5 คน (ร้อยละ 33.33) และรายการกีฬาเยาวชนแห่งชาติจำนวน 10 คน (ร้อยละ 66.67) อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 72.60 ครั้งต่อนาที (SD= 4.13) และขณะออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 169.95 ครั้ง ต่อนาที (SD= 7.08) คะแนนการรับรู้การออกแรงของร่างกายระหว่างการออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.60 (SD= 2.16) ซึ่ง Riebe et al (2018) [29] ได้อธิบายไว้ว่า การออกกำลังกายที่มีความหนักระดับปานกลาง อัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมายต้องอยู่ระหว่าง ร้อยละ 64 -76 ของอัตราการเต้นหัวใจสูงสุด ในขณะที่ออกกำลังกายระบบประสาทจะเพิ่มการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติซิมพาเทติกและลดการทำงานของเส้นประสาททากัส (Vagal discharge) ส่งผลให้มีอัตราการหายใจเพิ่มขึ้น ปริมาตรเลือดที่ถูกสูบฉีดออกจากหัวใจในการบีบตัวหนึ่งครั้ง (Stroke volume) เพิ่มขึ้น และกล้ามเนื้อหัวใจหดตัวแรงและเร็วขึ้น (Cardiodeceleration) ทำให้เลือดสูบฉีดไปเลี้ยงกล้ามเนื้อที่กำลังหดตัวเพิ่มมากขึ้น การกระตุ้นการเร่งการเต้นของหัวใจเป็นผลมาจากในขณะที่ออกกำลังกายในระดับเบาจะเป็นการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติพาราซิมพาเทติกรวมทั้งการทำงานร่วมกันของทั้งระบบประสาทอัตโนมัติพาราซิมพาเทติกและระบบประสาทซิมพาเทติกในขณะที่ออกกำลังกายที่มีความหนักปานกลาง [33]

ผลของการทดสอบความแปรปรวนแบบวัดซ้ำทางเดียวของความสามารถทางสมองด้านการยืดหยุ่นทางความคิด สามารถทดสอบได้ด้วยหลายวิธีที่แตกต่างกัน ซึ่งหนึ่งในวิธีที่นิยมมากที่สุดคือความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน ในการศึกษาปัจจุบัน พบว่า ความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ที่ 8 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งนี้เป็นเพราะโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นโปรแกรมการฝึกกีฬาโยโดประเภทต่อสู้ ซึ่งจำเป็นอย่างยิ่งจะต้องมีความสามารถทางสมอง ในการเรียนรู้ได้นั้นเป็นการต่อสู้ที่ต้องใช้ความตั้งใจอย่างมาก ในแต่ละการตัดสินใจสามารถส่งผลแพ้-ชนะได้ทันที ดังนั้นการจะทำอะไรต้องคิดไตร่ตรอง มีสมาธิ และคอยสังเกตสถานการณ์ที่เป็นอยู่ เพื่อให้เกิดการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าจากการเสียเปรียบกลายมาเป็น ได้เปรียบคู่ต่อสู้อีกครั้ง สมองส่วนที่เรียกว่าฮิปโปแคมปัสมีความสำคัญอย่างมากต่อความรู้ความเข้าใจและอารมณ์ ซึ่งลักษณะเด่นของสมองส่วนนี้คือความสามารถในการสร้างเซลล์ประสาทของมนุษย์ กระบวนการที่เซลล์ประสาทใหม่ถูกสร้างขึ้นอย่างต่อเนื่องในสมองส่วน Gyrus ซึ่งจะพัฒนาเป็นเซลล์ประสาทที่โตเต็มที่และทำงานร่วมกับวงจรประสาทที่มีอยู่ [37] ซึ่งในมนุษย์วัยกลางคนเซลล์ประสาทนี้จะถูกสร้างขึ้นใหม่ทุกวัน ประมาณวันละ 700 เซลล์ [36] จากการถ่ายภาพเอกซเรย์คอมพิวเตอร์สมองพบว่าความสามารถทางสมองด้านความยืดหยุ่นทางความคิดส่วนใหญ่จะมาจากการทำงานของสมองส่วนที่เรียกว่า Prefrontal cortex (PFC) (103) เพราะการยืดหยุ่นทางความคิดคือความสามารถในการปรับพฤติกรรมของมนุษย์ให้เหมาะสมตามสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลง [7] การยืดหยุ่นทางความคิดจะช่วยให้แต่ละบุคคลสามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อเปรียบเทียบกับงานที่เคยทำก่อนหน้านี้ รวมทั้งเตรียมพร้อมในการตอบสนองต่อสิ่งเร้าที่จะเกิดขึ้นใหม่ และเลือกใช้ชุดการตอบสนองใหม่นี้ให้เหมาะสมกับงานที่กำลังทำ บุคคลที่มีการยืดหยุ่นทางความคิดที่มากขึ้นล้วนส่งผลบวกตลอดช่วงชีวิตของมนุษย์ เช่น ถ้าเกิดขึ้นในวัยเด็กจะมีความสามารถในการอ่านดีขึ้น มีการศึกษาที่ผ่านมาที่ศึกษาผลของการออกกำลังกายโดยทั่วไปและสมรรถภาพทางกายที่สัมพันธ์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน [34] ซึ่งเป็นที่ยอมรับของนักวิชาการเกี่ยวกับการทำงานของสมองที่สลับซับซ้อนกับทักษะการเคลื่อนไหวของวัยรุ่น [40] เช่นเดียวกับบางการศึกษาได้ประยุกต์การใช้กิจกรรมทางกายกับกิจกรรมการออกกำลังกายเพื่อส่งเสริมพัฒนาการทางสมองให้กับเด็กก่อนวัยเรียน [49] ดังนั้นการส่งเสริมกิจกรรมการออกกำลังกายจึงเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการพัฒนาการเรียนรู้ของเด็กและวัยรุ่น [38-47] การยืดหยุ่นทางความคิดเป็นหนึ่งในความสามารถทางสมองที่สามารถพัฒนาได้ตั้งแต่แรกเกิดจนโตเป็นผู้ใหญ่ [11] ซึ่งความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน เกิดขึ้นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ.1970s เป็นวิธีที่นิยมมากที่สุดในการนำมาประเมินการยืดหยุ่นทางความคิด [32-41] ภายใต้สถานการณ์ที่หลากหลาย เช่น ความหลากหลายในการกระตุ้น มุมที่ใช้หมุน จำนวนของการกระตุ้น และการจำกัดของเวลา [28-45] ความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน มีทั้งแบบประเมินของกลุ่มอายุที่ต่างกันและเฉพาะเจาะจงกับนักกีฬานั้นๆ [17-30] นอกจากนั้นจากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน ไม่มีความแตกต่างในนักกีฬายิมนาสติก แต่กลับพบว่านักกีฬายิมนาสติกและนักกีฬามวยปล้ำ หรือนักกีฬาที่ต้องใช้การยืดหยุ่นทางความคิดมีความเร็วในการหมุนภาพในใจดีกว่าบุคคลที่ไม่ใช่นักกีฬาหรือกีฬาที่ไม่ต้องมีทักษะการหมุนภาพในใจ เช่น นักกรีฑา [18-23] บางการศึกษายืนยันว่าการทดสอบส่งผลให้นักกีฬามีการยืดหยุ่นทางความคิดเพิ่มมากขึ้น [25] ถึงแม้ว่าจะเป็นการทดสอบที่ค่อนข้างแตกต่างกันก็ตาม เช่น รูปภาพ 3-D รูปภาพสัตว์ต่าง หรือพยัญชนะ แต่ทุกการทดสอบตั้งแต่ 12-16 ตัวเลือกส่วนมากจะใช้เวลาเพียง 2-3 นาที แต่ในทางตรงกันข้ามมีการศึกษาของ Jansen et al. (2011) [19] ที่พบว่าไม่มีความแตกต่างกันของความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกันเมื่อเปรียบเทียบกับกรฝึกหลายชนิดกีฬาที่มีการทดสอบด้วยการออกแบบรูปภาพเพียงภาพเดียว เช่น รูปภาพ 3-D ในขณะที่บางการศึกษา พบว่า การทดสอบการออกแบบ

รูปภาพ 432 ภาพใช้เวลาประมาณ 50 นาทีเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตาม การกระตุ้นให้นักกีฬาที่ได้รับการฝึกการยืดหยุ่นทางความคิดให้มีการตอบสนองที่ถูกต้องให้เร็วขึ้นจะต้องกระตุ้นด้วยคำว่า เร็วๆ หรือคำว่าให้แม่นยำกว่านี้ ดังนั้น วิธีการศึกษาของ Jansen et al. (2011) [19] ร่วมกับการกระตุ้นให้มีการตอบสนองที่รวดเร็วอาจจะได้เฉพาะ ความรวดเร็วมากกว่าความแม่นยำ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่ศึกษาความแตกต่างของความสามารถในการ ออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกันที่เปรียบเทียบระหว่างช่วงอายุ ระหว่าง เด็ก ผู้ใหญ่ และผู้สูงอายุ [16] พบว่า เด็กในช่วง อายุเฉลี่ย 7.7–10.6 ปี มีความเร็วในความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกันดีกว่าทั้งผู้ใหญ่ และผู้สูงอายุ ในการศึกษาปัจจุบันใช้เวลาในการทดลอง 8 สัปดาห์ ซึ่งตรงข้ามกับการศึกษาของ Jansen et al. (2011) [19] ที่ใช้เวลา 13 สัปดาห์ และคล้ายกับการศึกษาที่ผ่านมาที่ยืนยันว่าการฝึกศึกษาเกี่ยวกับการฝึกการยืดหยุ่นทางความคิดควร ใช้ระยะเวลาไม่ต่ำกว่า 10 สัปดาห์ แต่มีบางการศึกษาที่รายงานว่าการศึกษาการฝึกความยืดหยุ่นทางความคิดถ้าใช้ระยะเวลา นานเกินอาจไม่ส่งผลต่อความเร็วในความสามารถในการออกแบบรูปภาพที่ไม่ซ้ำกัน [26]

ผลของการทดสอบความแปรปรวนแบบวัดซ้ำทางเดียวของความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ เป็นหนึ่งในหน้าที่การทำงานของสมองที่สลับซับซ้อนที่เริ่มเกิดขึ้นเมื่อมนุษย์เริ่มมีการเรียนรู้ [11] ไปตลอดทุกช่วง ของการดำเนินชีวิตที่จะต้องมีการพัฒนาการทางสมองที่หลากหลาย [24] โดยเฉพาะความสามารถทางสมอง ด้านมิติสัมพันธ์ที่สัมพันธ์กับช่วงอายุเป็นสิ่งยืนยันว่าสมองของมนุษย์นั้นมีการเจริญเติบโตที่ปกติ [21] ในการศึกษา ปัจจุบัน พบว่า ความสามารถของสมองด้านมิติสัมพันธ์ ก่อนการฝึก หลังการฝึกสัปดาห์ที่ 4 และหลังการฝึกสัปดาห์ ที่ 8 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งความสามารถด้านมิติสัมพันธ์ [39] คือ การวางแผน การแก้ปัญหา การพลิก วิเคราะห์จากการเสียเปรียบให้เป็นโอกาสได้เปรียบคู่ต่อสู้ โดยจะเกิดในลักษณะการทุ่มคู่ต่อสู้ เช่น ทักษะการทุ่มท่า เซโออี นาเง (Seoi Nage) ซึ่งในช่วงการจับคู่แล้วดึงกระชากคู่ต่อสู้ให้เสียการทรงตัว ในการกระทำนี้ต้องวางแผน ให้ดี หลังจากกระชากคู่ต่อสู้ให้เสียการทรงตัวได้แล้ว จะเข้ามาสู่ช่วงที่ 2 คือการใช้ท่าหน้า หรือที่เรียกว่าท่าหลอก เพื่อให้คู่ต่อสู้เกิดความสับสน หลังจากนั้นจะรีบใช้ทักษะการทุ่มท่า เซโออี นาเง (Seoi Nage) อย่างรวดเร็ว เพื่อทุ่ม คู่ต่อสู้ให้หลังลงสู่พื้น [4] ทักษะการทุ่มดังกล่าวล้วนเป็นความสามารถทางสมองที่ประมวลผลและสั่งการได้อย่าง รวดเร็ว [1] ในระหว่างการเจริญเติบโตในวัยเด็กจะเพิ่มการเรียนรู้มากขึ้นโดยเริ่มต้นจากการค้นหา การเข้าใจและ การมีปฏิสัมพันธ์ต่อสิ่งแวดล้อมรอบข้าง สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นข้อมูลการเรียนรู้เชิงมิติสัมพันธ์และความรู้ จนอายุประมาณ 4 ขวบ ความสามารถด้านการหมุนภาพในใจจะเริ่มชัดเจนขึ้น [12] ความสามารถนี้จะพัฒนาต่อเนื่องไปจนถึงวัยเด็ก ตอนปลาย [10,24] และจะเริ่มคงที่เมื่อเข้าสู่ช่วงวัยรุ่นและผู้ใหญ่ ประสิทธิภาพด้านมิติสัมพันธ์จะเป็นข้อมูล พื้นฐานสำหรับพัฒนาไปเป็นความสามารถทางสมอง และจะเริ่มเสื่อมสภาพลงเมื่อเข้าสู่วัยผู้สูงอายุ [13] ซึ่งความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ล้วนมีความสัมพันธ์กับประสบการณ์ในแต่ละวันตลอดช่วงวงจรของชีวิต โดยบุคคลที่มีความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ที่ดีจะนำไปสู่มีการวางแผน และการแก้ปัญหา ทักษะการ วิเคราะห์ การจดจำ การรับรู้ความสัมพันธ์ของวัตถุที่สัมพันธ์กัน รวมทั้งการแก้ปัญหาหรือการวิเคราะห์และการ เข้าใจข้อมูลเชิงมิติสัมพันธ์ที่ดี [11] นอกจากนั้นบุคคลที่มีความสามารถทางสมองด้านมิติสัมพันธ์ที่ดีอาจจะเป็นบุคคล ที่ประสบความสำเร็จในชีวิตด้วย [11]

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรควบคุมปัจจัยอื่นๆที่จะส่งผลกระทบต่อการพัฒนาประสิทธิภาพการทำงานของสมองของนักกีฬา และควรมีการทดลองกับกีฬาชนิดอื่นๆ

2. ควรมีการศึกษาระยะยาวของโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจงให้ครอบคลุมความหนักของการออกกำลังกายทั้ง 3 ระดับ คือ ระดับความหนักต่ำ ระดับความหนักปานกลาง และระดับความหนักสูงสุด ต่อการพัฒนาพลังงานเนื้อ

3. ควรมีการศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ รวมทั้งมีกลุ่มควบคุม และกลุ่มเปรียบเทียบเพื่อดูประสิทธิภาพของผลการฝึกด้วยโปรแกรมการออกกำลังกายด้วยกีฬาโยโดแบบเฉพาะเจาะจง

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมพลศึกษา. รายงานการวิจัยเรื่อง ความฉลาดทางการกีฬาบทบาทของความสามารถทางสมองที่มีต่อความสำเร็จทางการกีฬาในนักกีฬาเยาวชนไทย. กรุงเทพฯ: บริษัท ฟูลฟิล แมนเนจเม้นท์ จำกัด, 2563.
- [2] กรมพลศึกษา. คู่มือการทดสอบความสามารถทางสมอง. กรุงเทพฯ: สำนักวิทยาศาสตร์การกีฬา กรมพลศึกษา กระทรวงการท่องเที่ยวและกีฬา, 2565.
- [3] การกีฬาแห่งประเทศไทย. ตรวจสอบข้อมูลนักกีฬา, 2565. สืบค้นจาก http://reg.sat.or.th/search/?fbclid=IwAR2qNZl0B5x5uuCmqp7OkwSk_EsBOmRR4qWZoK0SXWwaNTU4ATbq3RJeVkm.
- [4] ศิริรัตน์ หิรัญรัตน์. สมรรถภาพทางกายและทางการกีฬา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาศัลยศาสตร์ ออร์โธปิดิกส์และกายภาพบำบัด คณะแพทยศาสตร์ ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล, 2561.
- [5] อรุณ จิรวัฒน์กุล. ชีวะสถิติสำหรับงานวิจัยทางวิทยาศาสตร์สุขภาพ. (พิมพ์ครั้งที่ 2). ขอนแก่น: ภาควิชาสถิติและประชากรศาสตร์, 2560.
- [6] Alves, H., Voss, M. W., Boot, W. R., Deslandes, A., Cossich, V., Salles, J. I., and Kramer, A. F. **Perceptual-cognitive expertise in elite volleyball players.** *Frontiers in psychology*, 2019, 4(36), pp. 1-9.
- [7] Armbruster, D. J. N., Ueltzhöffer, K., Basten, U. and Fiebach, C. J. **Prefrontal Cortical Mechanisms Underlying Individual Differences in Cognitive Flexibility and Stability.** *Journal of Cognitive Neuroscience*, 2012, 24(12), pp. 2385–2399.
- [8] Belling, P. K. and Ward, P. **Time to start training: a review of cognitive research in sport and bridging the gap from academia to the field.** *Procedia Manufacturing*, 2020, 3(1), pp. 1219-1224.
- [9] Bluchel, M., Lehmann, J., Kellner, J., and Jansen, P. **The improvement in mental rotation performance in primary school-aged children after a two-week motor-training.** *Educational Psychology*, 2020, 33(1), pp. 75-86.
- [10] Farran, E. K., Bowler, A., Karmiloff-Smith, A., D'Souza, H., Mayall, L., and Hill, E. L. **Cross-Domain associations between motor ability, independent exploration, and large-scale spatial navigation; attention deficit hyperactivity disorder, williams syndrome, and typical development.** *Frontiers in human neuroscience*, 2019, 13(225), pp. 1-16.

-
- [11] Fernandez-Baizan, C., Arias, J. L., and Mendez, M. **Spatial orientation assessment in preschool children: Egocentric and allocentric frameworks**. *Applied Neuropsychology: Child*, 2019, 10(2), pp. 171–193.
- [12] Frick, A., Ferrara, K., and Newcombe, N. S. **Using a touch screen paradigm to assess the development of mental rotation between 3½ and 5½ years of age**. *Cognitive Processing*, 2013, 14(2), pp. 117–127.
- [13] Head, D., and Isom, M. **Age effects on wayfinding and route learning skills**. *Behavioural brain research*, 2010, 209(1), pp. 49–58.
- [14] Hillman, C. H., Erickson, K. I., and Kramer, A. F. **Be smart, exercise your heart: exercise effects on brain and cognition**. *Nature Reviews Neuroscience*, 2008, 9(1), pp. 58–65.
- [15] Hsieh, S. and Wu, M. **“Electrophysiological correlates of preparation and implementation for diferent types of task shifts”**. *Brain Research*, 2021, 1423(2), pp. 41-52.
- [16] Iachini, T., Ruggiero, G., Bartolo, A., Rapuano, M. and Ruotolo, F. **The Effect of Body-Related Stimuli on Mental Rotation in Children, Young and Elderly Adults**. *SCIENTIFIC REPORTS*, 2019, 9(1), pp. 1-10.
- [17] Jansen, P., and Heil, M. **The relation between motor development and mental rotation ability in 5-6 years old children**. *Eur. J. Dev. Sci.* 2010, 4(1), pp. 66–74.
- [18] Jansen, P., and Lehmann, J. **Mental rotation performance in soccer players and gymnasts in an object-based mental rotation task**. *Advances Cognitive Psychology*, 2013, 9(2), pp. 92–98.
- [19] Jansen, P., Lange, L., and Heil, M. **The influence of juggling on mental rotation performance in children** *Biomed. Hum. Kinet*, 2011, 3(1), pp. 18–22.
- [20] Kiesel, A., Steinhauser, M. and Wendt, M. **“Control and interference in task switching- a review”**. *Psychological Bulletin*, 2020, 136(5), pp. 849-874.
- [21] Leplow, B., Lehnung, M., Pohl, J., Herzog, A., Ferstl, R., and Mehdorn, H. M. **Navigational place learning in children and young adults as assessed with a standardized locomotor search task**. *British journal of psychology*, 2003, 94(3), pp. 299–317.
- [22] Mann, D. T., Williams, A. M., Ward, P. and Janelle, C. M. **Perceptual-cognitive expertise in sport: A meta-analysis**. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 2019, 29(4), pp. 457-478.
- [23] Moreau, D., Clerc, J., Mansy-Dannay, A., and Guerrien, A. **Enhancing spatial ability through sport practice: evidence for an effect of motor training on mental rotation performance**. *Journal of Individual Differences*, 2012, 33(2), pp. 83–88.
- [24] Newcombe, N. S. (2019). **Navigation and the developing brain**. *The Journal of Experimental biology*, 2019, 222 (Pt Suppl. 1).

-
- [25] Pietsch, S., and Jansen, P. **Laterality-Specific training improves mental rotation performance in young soccer players.** *Frontiers in Psychology*, 2018, 9(220), pp. 1-8.
- [26] Pietsch, S., Bottcher, C., and Jansen, P. **Cognitive motor coordination training improves mental rotation performance in primary school-aged children.** *Mind Brain and Education*, 2017, 11(4), pp. 176–180.
- [27] Prien, A., Junge, A., Brugger, P., Straumann, D. and Feddermann-Demont, N. **Neurocognitive Performance of 425 Top-Level Football Players: Sport-specific Norm Values and Implications.** *Archives of Clinical Neuropsychology*, 2018, 34(4), pp. 575-584.
- [28] Quaizer-Pohl, C. (2003). **The mental cutting test “schnitte” and the picture rotation test-two new measures to assess spatial ability.** *International Journal of Testing*, 2003, 3(3), pp. 219–231.
- [29] Riebe, D., Ehrman, J. K., Liguori, G. and Magal. M. **Chapter 6 General Principles of Exercise Prescription.** In: *ACSM’s Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. 10th Ed. Wolters Kluwer/Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, PA, 2018, pp. 143-179.
- [30] Rüsseler, J., Scholz, J., Jordan, K., and Quaizer-Pohl, C. **Mental rotation of letters, pictures, and three-dimensional objects in German dyslexic children.** *Child Neuropsychol*, 2006, 11(6), pp. 497–512.
- [31] Schmidt, M., Egger, F., Kieliger, M., Rubeli, B. and Schuler, J. **Gymnasts and orienteers display better mental rotation performance than nonathletes.** *Journal of individual differences*, 2016, 37(1), pp. 1-7.
- [32] Shepard, R. N., and Metzler, J. **Mental rotation of three-dimensional objects.** *Science*, 1971, 171(3972), pp. 701–703.
- [33] Shephard, R. **Exercise Physiology.** Philadelphia, PA, B.C. Decker Inc, 1987.
- [34] Singh, A. S., Saliasi, E., van den Berg, V., Uijtewilligen, L., de Groot, R. H. M., Jolles, J., ... and Andersen, L. B. **Effects of physical activity interventions on cognitive and academic performance in children and adolescents: a novel combination of a systematic review and recommendations from an expert panel.** *British Journal of Sports Medicine*, 2019, 53(10), pp. 640–647.
- [35] Smid HG, de Witte MR, Homminga I, van den Bosch RJ. **Sustained and transient attention in the continuous performance task.** *Journal Clinical and Experimental Neuropsychology*, 2006, 28(6): pp. 859–883.
- [36] Spalding, K. L., Bergmann, O., Alkass, K., Bernard, S., Salehpour, M., Huttner, H. B. ... and Frisen, J. **Dynamics of hippocampal neurogenesis in adult humans.** *Cell*, 2013, 153(6), pp. 1219–1227.

-
- [37] Taupin, P, and Gage, F.H. **Adult neurogenesis and neural stem cells of the central nervous system in mammals.** Journal of Neuroscience Research, 2002, 69(6), pp. 745–749.
- [38] Timmons, B. W., Naylor, P.-J., and Pfeiffer, K. A. **Physical activity for preschool Children - - how much and how?. *Applied Physiology*, Nutrition and Metabolism,** 2007, 98(1), pp. S122–S134.
- [39] Tomporowski, P. D., Davis, C. L., Miller, P. H. and Naglieri, J. A. **Exercise and children’s intelligence, cognition, and academic achievement.** Educational psychology review, 2018, 20(2), pp. 111-131.
- [40] van der Fels, I. M. J., Te Wierike, S. C. M., Hartman, E., Elferink-Gemser, M. T., Smith, J., and Visscher, C. **The relationship between motor skills and cognitive skills in 16 year old typically developing children: a systematic review.** Journal of Science and medicine in sport, 2015, 18(6), pp. 697–703.
- [41] Vandenberg, S. G., and Kuse, A. R. **Mental rotations, a group test of three-dimensional spatial visualization.** Perceptual and motor skills, 1978, 47(2), pp. 599–604.
- [42] Verburgh, E., Scherder, E. J., van Lange, P. A. and Oosterlaan, J. **Do Elite and Amateur Soccer Players Outperform Non-Athletes on Neurocognitive Functioning? A Study Among 8-12 Year Old Children.** PLOS ONE, 2020, 11(12), p. 160.
- [43] Vestberg, T., Reinebo, G., Maurex, L., Ingvar, M. and Petrovic, P. **Core executive functions are associated with success in young elite soccer players.** PLOS ONE, 2017, 12(2), pp. 1-13.
- [44] Voss, M. W., Kramer, A. F., Basak, C., Prakash, R. S. and Roberts, B. **Are expert athletes ‘expert’ in the cognitive laboratory? A meta-analytic review of cognition and sport expertise.** Applied Cognitive Psychology, 2019, 24(6), pp. 812-826.
- [45] Voyer, D., and Hou, J. **Type of items and the magnitude of gender differences on the mental rotations test.** Canadian Journal of Experimental Psychology, 2006, 60(2), pp. 91–100.
- [46] Wang, C., Chang, C., Liang, Y. Shih, C. Chiu, W., Tseng, P., ... and Juan, C. **Open vs. closed skill sports and the modulation of inhibitory Control.** PLOS ONE, 2013, 8(2), pp. 1-10.
- [47] World Health Organization. **Global Recommendations on Physical Activity for Health.** Geneva: WHO, 2010.
- [48] Yu, Q., Chan, C. C. H., Chau, B. and Fu, A. S. N. **Motor skill experience modulates executive control for task switching.** Acta Psychologica, 2517, 180(1), pp. 88–97.
- [49] Zeng, N., Ayyub, M., Sun, H., Wen, X., Xiang, P., and Gao, Z. **Effects of physical activity on motor skills and cognitive development in early childhood: a systematic review.** BioMed Research International, 2017(1), pp. 1-13.