

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อศึกษาผลของการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าที่มีต่อ เซอร์กัลปัญหาเชิงเคลื่อนไหวและหน้าที่บริหารจัดการของสมอง ในกลุ่มทดลองก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน และระหว่างกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือนกับ กลุ่มควบคุม ผู้วิจัยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 5 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบ ระยะเวลาการตอบสนอง และ % ERD ของคลื่นแอลฟา จากการทำ Raven Progressive Matrices test (RPMT) ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบ ระยะเวลาการตอบสนอง ความกว้างและความสูงของคลื่น P300 จากการทำ Madrid Card Sorting Test (MCST) ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบ ระยะเวลาการตอบสนอง และ % ERD ของคลื่นแอลฟา จากการทำ RPMT ระหว่างกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน กับกลุ่มควบคุม

ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบ ระยะเวลาการตอบสนอง ความกว้างและความสูงของคลื่น P300 จากการทำ MCST ระหว่างกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน กับกลุ่มควบคุม

ความหมายและสัญลักษณ์ที่ใช้ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังนี้

n หมายถึง จำนวนนักศึกษาที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

M หมายถึง ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

SD หมายถึง ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

t หมายถึง ค่าสถิติที

p หมายถึง ค่าความน่าจะเป็น

df หมายถึง องศาความเป็นอิสระ (Degrees of Freedom)

Max หมายถึง ค่าสูงสุดของชุดข้อมูล

Min หมายถึง ค่าต่ำสุดของชุดข้อมูล

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐาน และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม

ผลการวิเคราะห์ค่าสถิติพื้นฐานจำแนกตามกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 จำนวนและร้อยละของตัวอย่างในกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม จำแนกตามลักษณะส่วนบุคคล

ลักษณะส่วนบุคคล	กลุ่มทดลอง (n=18)		กลุ่มควบคุม (n=20)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
น้ำหนัก (กิโลกรัม)				
<50	5	27.8	6	30
50-59	8	44.4	9	45
60-69	5	27.8	5	25
ส่วนสูง (เซนติเมตร)				
150-159	8	44.4	10	50
160-169	10	55.6	10	50
รายได้รวมของครอบครัว (บาท/ เดือน)				
20,000-30,000	6	33.3	7	35
30,001-40,000	12	66.7	13	65
โรคประจำตัว				
ไม่มี	18	100	20	100

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ลักษณะส่วนบุคคล	กลุ่มทดลอง (n=18)		กลุ่มควบคุม (n=20)	
	จำนวน	ร้อยละ	จำนวน	ร้อยละ
6 เดือนที่ผ่านมา มีการออกกำลังกาย				
ไม่มี	16	88.9	18	90
มี	2	11.1	2	10
(ความถี่การออกกำลังกาย 1- 2 ครั้ง/ สัปดาห์)				
ใช้เวลา 10-20 นาที/ ครั้ง)				

จากตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองร้อยละ 44.4 มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 50-59 กิโลกรัม ร้อยละ 55.6 มีความสูงอยู่ในช่วง 160-169 เซนติเมตร ส่วนใหญ่ร้อยละ 66.7 มีรายได้รวมของครอบครัว 30,001-40,000 บาท สมาชิกทุกคนในกลุ่มทดลองไม่มีโรคประจำตัว ส่วนใหญ่ร้อยละ 88.9 ในระยะ 6 เดือนที่ผ่านมาไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำ มี 2 คน คิดเป็นร้อยละ 11.1 ที่มีการออกกำลังกายสัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง และแต่ละครั้งไม่เกิน 20 นาที

กลุ่มควบคุม ร้อยละ 45 มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 50-59 กิโลกรัม ร้อยละ 50 มีความสูงอยู่ในช่วง 160-169 เซนติเมตร ส่วนใหญ่ร้อยละ 65 มีรายได้รวมของครอบครัว 30,001- 40,000 บาท สมาชิกทุกคนในกลุ่มควบคุมไม่มีโรคประจำตัว ส่วนใหญ่ร้อยละ 90 ในระยะ 6 เดือนที่ผ่านมาไม่ได้ออกกำลังกายเป็นประจำ มีเพียง 2 คน คิดเป็นร้อยละ 10 ที่มีการออกกำลังกายสัปดาห์ละ 1-2 ครั้ง และแต่ละครั้งไม่เกิน 20 นาที

จะเห็นว่าทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ไม่มีการออกกำลังกายเป็นประจำ ถึงแม้จะมีคนที่เคยออกกำลังกายอยู่บ้าง แต่ความถี่และระยะเวลาในการออกกำลังกายที่ปฏิบัติอยู่ในระยะ 6 เดือนที่ผ่านมา ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสมรรถภาพของหัวใจและการหายใจ

เนื่องจากการศึกษาที่แสดงให้เห็นว่า อายุ เกรดเฉลี่ยสะสม และดัชนีมวลกายเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการพัฒนาความสามารถทางปัญญาได้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอายุ ค่าเฉลี่ยเกรดเฉลี่ยสะสม และค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า และนำเสนอค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและต่ำสุด และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอายุ ค่าเฉลี่ยเกรดเฉลี่ยสะสมและค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย ด้วยสถิติ t-test แบบสองกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน ดังตารางที่ 7 และ 8

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าสูงสุดและต่ำสุดของอายุ เกรดเฉลี่ยสะสม และดัชนีมวลกาย ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ตัวแปร	กลุ่มทดลอง					กลุ่มควบคุม				
	n	Max	Min	M	SD	n	Max	Min	M	SD
อายุ (ปี)	18	22.00	19.00	20.61	0.98	20	22.00	19.00	20.65	0.75
เกรดเฉลี่ยสะสม	18	3.20	2.18	2.70	0.32	20	3.30	2.15	2.75	0.36
ดัชนีมวลกาย (กก./ เมตร ²)	18	27.00	15.60	20.91	2.75	20	28.00	15.40	20.83	3.28

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองมีอายุเฉลี่ย 20.61 ปี อายุต่ำสุด 19 ปี อายุสูงสุด 22 ปี มีเกรดเฉลี่ยสะสมเฉลี่ย 2.70 เกรดเฉลี่ยสะสมสูงสุด 3.20 ต่ำสุด 2.18 และมีค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย (BMI) 20.91 กิโลกรัม/ ตารางเมตร กลุ่มควบคุมมีอายุเฉลี่ย 20.65 ปี เกรดเฉลี่ยสะสมเฉลี่ย 2.75 เกรดเฉลี่ยสะสมสูงสุด 3.30 ต่ำสุด 2.15 และมีค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย 20.83 กิโลกรัม/ ตารางเมตร ทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดของประเทศไทย ($18.5 \text{ กิโลกรัม/ ตารางเมตร} < \text{BMI} < 24.9 \text{ กิโลกรัม/ตารางเมตร}$)

ตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอายุ ค่าเฉลี่ยเกรดเฉลี่ยสะสม และค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ก่อนการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ตัวแปร	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		Mean Difference	df	t	p
	M	SD	M	SD				
อายุ (ปี)	20.61	0.98	20.65	0.75	-0.04	36	-.14	.89
เกรดเฉลี่ยสะสม	2.70	0.32	2.75	0.36	-0.05	36	-.43	.67
ดัชนีมวลกาย (กก./ ซม ²)	20.91	2.75	20.83	3.28	0.08	36	.08	.94

* $p < .05$

จากตารางที่ 8 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยอายุ ค่าเฉลี่ยเกรดเฉลี่ยสะสม และค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกาย แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยอายุระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ก่อนการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าไม่แตกต่างกัน ($t_{36} = -.14, p = .89$) ค่าเฉลี่ยเกรดเฉลี่ยสะสมระหว่างกลุ่มทดลองกับ

กลุ่มควบคุม ก่อนการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าไม่แตกต่างกัน ($t_{36} = -.43, p=.67$) และค่าเฉลี่ยดัชนีมวลกายระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ก่อนการออกกำลังกายไม่แตกต่างกัน ($t_{36} = .08, p= .94$)

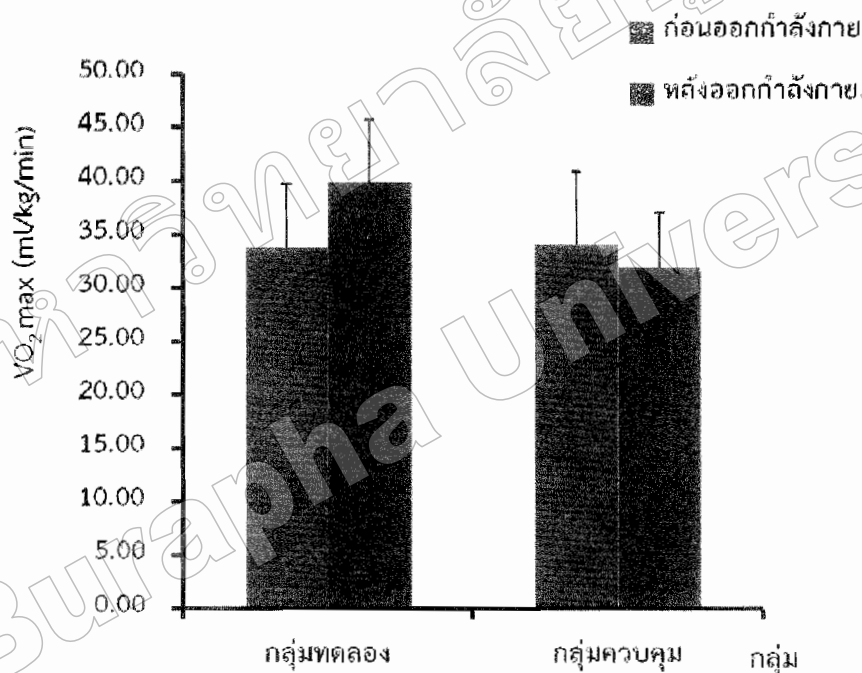
การวิจัยครั้งนี้กลุ่มทดลองมีการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน โดยที่โปรแกรมการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า ออกแบบให้มีการเพิ่มความแรงและระยะเวลาการออกกำลังกายแต่ละสัปดาห์ เพื่อเพิ่มสมรรถภาพของหัวใจและการหายใจ และประเมินสมรรถภาพของหัวใจและการหายใจด้วยการวัดความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2 \max$) โดยวิธี Astrand-Ryhming Test ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า โดยนำเสนอค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดในกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกาย ด้วยสถิติ t-test แบบสองกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดระหว่างกลุ่มทดลองหลังออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า กับกลุ่มควบคุม ด้วยสถิติ t-test แบบสองกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน ดังตารางที่ 9, 10, 11 และภาพที่ 35

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ตัวแปร	กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
	ก่อนออกกำลังกาย		หลังออกกำลังกาย		ก่อนออกกำลังกาย		หลังออกกำลังกาย	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
$VO_2 \max$ (ml/ kg./ min)	33.89	5.94	40.58	5.09	34.03	6.84	31.98	5.99

จากตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2 \max$) ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า แสดงให้เห็นว่า ความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ($VO_2 \max$) ในกลุ่มทดลองก่อนออกกำลังกายมีค่าเฉลี่ย 33.89 มิลลิลิตร/ กิโลกรัม/ นาที (ml/ kg. /min) กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย 34.03 ml /kg. /min ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ขั้นต่ำของค่ามาตรฐานของประชากรไทยที่เสนอโดย ฝ่ายวิทยาศาสตร์การกีฬา การกีฬาแห่งประเทศไทย

เพศหญิงอายุ 20 ปีขึ้นไป ควรมีค่าความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดมากกว่า 35.5 ml/ kg./ min แต่ภายหลังที่กลุ่มทดลองออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นเป็น 40.58 ml/ kg./ min ส่วนในกลุ่มควบคุมซึ่งไม่ได้ออกกำลังกายใดๆ เลย มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดลดลงเป็น 31.98 ml/ kg./ min เมื่อนำค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด มาจัดทำเป็นกราฟแสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า ผลปรากฏดังภาพที่ 35



ภาพที่ 35 กราฟค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ระยะเวลา	M	SD	Mean	df	t	p
Difference						
ก่อนทดลอง	33.89	5.94	-6.69	17	-6.12*	.00
หลังทดลอง	40.58	5.09				

* $p < .05$

จากตารางที่ 10 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดของกลุ่มทดลอง แสดงให้เห็นว่า ภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน มีค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด สูงกว่าก่อนการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t_{17} = -6.12, p < .05$)

ตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ระหว่างกลุ่มทดลอง ภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า กับกลุ่มควบคุม

กลุ่ม	n	M	SD	Mean	df	t	p
Difference							
ทดลอง	18	40.58	5.09	8.60	36	4.74*	.00
ควบคุม	20	31.98	5.99				

* $p < .05$

จากตารางที่ 11 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุด ระหว่างกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า กับกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยความสามารถในการใช้ออกซิเจนสูงสุดในกลุ่มทดลอง ภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t_{36} = 4.74, p < .05$)

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบ ระยะเวลาการตอบสนอง และ % ERD ของคลื่นแอลฟา จากการทำ RPMT ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลัง การออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนอง จากการทำ RPMT ซึ่งเป็นกิจกรรมทดสอบเพื่อประเมินเขาวนปัญญาเชิงเคลื่อนไหวในกลุ่มทดลองก่อน และหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า โดยนำเสนอค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความถูกต้องในการตอบ และระยะเวลาการตอบสนอง และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า ด้วยสถิติ t-test แบบ สองกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน ดังตารางที่ 12 และ 13

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนอง จากการทำ RPMT ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ตัวแปร	ก่อนออกกำลังกาย		หลังออกกำลังกาย	
	M	SD	M	SD
ความถูกต้องในการตอบ (คะแนน)	20.89	3.45	23.56	2.85
ระยะเวลาการตอบสนอง (ms) (ข้อง่าย)	8,820.25	2,170.31	8,465.46	1,652.69
ระยะเวลาการตอบสนอง (ms) (ข้อยาก)	22,058.54	8,071.36	19,500.19	5,957.66

จากตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนอง จากการทำ RPMT ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าแสดงให้เห็นว่า ก่อนการออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบ 20.89 คะแนน ภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน ค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบเพิ่มขึ้นเป็น 23.56 คะแนน ระยะเวลาการตอบสนอง จากการทำ RPMT ข้อง่ายมีค่าเฉลี่ย 8,820.25 มิลลิวินาที (ms) และข้อยากมีค่าเฉลี่ย 22,058.54 มิลลิวินาที ภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการตอบสนองทั้งในข้อง่ายและข้อยากลดลง โดยค่าเฉลี่ยระยะเวลาการตอบสนองข้อง่ายเท่ากับ 8,465.46 มิลลิวินาที และข้อยากเท่ากับ 19,500.19 มิลลิวินาที

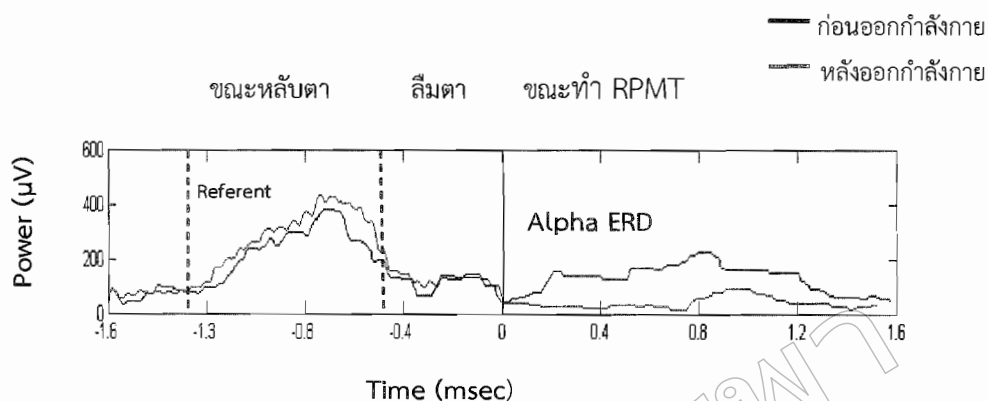
ตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนองจากการทำ RPMT ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ตัวแปร	ก่อนออกกำลังกาย		หลังออกกำลังกาย		Mean Difference	df	t	p
	M	SD	M	SD				
ความถูกต้องในการตอบ	20.89	3.45	23.56	2.85	-2.67	17	-8.00*	.00
ระยะเวลาการตอบสนอง (ข้อง่าย)	8,820.25	2,170.31	8,465.46	1,652.69	354.79	17	1.99*	.03
ระยะเวลาการตอบสนอง (ข้อยาก)	22,058.54	8,071.36	19,500.19	5,957.66	2,558.36	17	2.36*	.02

* $p < .05$

จากตารางที่ 13 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนองจากการทำ RPMT ในกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองภายหลังออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน มีค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบมากกว่าก่อนออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t_{17} = -8.00$, $p < .05$) และระยะเวลาการตอบสนองทั้งในข้อง่ายและข้อยากน้อยกว่าก่อนการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ข้อง่าย ($t_{17} = 1.99$, $p < .05$) ข้อยาก ($t_{17} = 2.36$, $p < .05$)

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาผลของการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าที่มีต่อการทำงานของสมอง ด้วยการวัดคลื่นไฟฟ้าสมองขณะทำกิจกรรมทดสอบทางหน้าจocomพิวเตอร์ และวิเคราะห์ % ERD ของคลื่นแอลฟาขณะทำ RPMT ซึ่งใช้ประเมินความสามารถทางเชาวน์ปัญญาเชิงเคลื่อนไหว คลื่นไฟฟ้าสมองที่วิเคราะห์ ERD ของคลื่นแอลฟา ช่วงความถี่ 10-13 Hz (Upper Alpha Band) ของกลุ่มทดลองก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน ปรากฏดังภาพที่ 36



ภาพที่ 36 ERD ของคลื่นแอลฟาที่ตำแหน่ง Pz ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

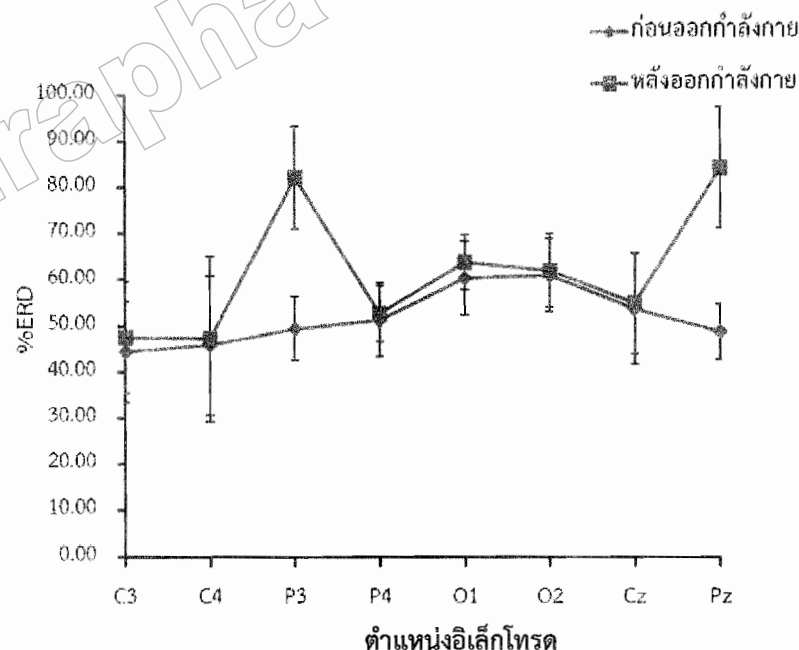
จากการวิเคราะห์ค่า ERD ทั้ง 15 ตำแหน่งอิเล็กโทรดของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม พบว่าเกิด ERD 8 ตำแหน่ง ได้แก่ C3, C4, P3, P4, O1, O2, Cz, Pz จึงได้นำค่า ERD ของแอลฟา ทั้ง 8 ตำแหน่งมาคำนวณหาค่า % ERD ของคลื่นแอลฟา ผู้วิจัยนำเสนอค่าเฉลี่ย % ERD ของคลื่นแอลฟา แต่ละตำแหน่งอิเล็กโทรด ในกลุ่มทดลองก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย % ERD ของคลื่นแอลฟาทั้ง 8 ตำแหน่ง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าด้วยสถิติ t-test แบบสองกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน ดังตารางที่ 14, 15 และภาพที่ 37

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน % ERD ของคลื่นแอลฟาของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ตำแหน่งอิเล็กโทรด	ก่อนออกกำลังกาย		หลังออกกำลังกาย	
	M	SD	M	SD
C3	44.42	11.78	47.57	12.63
C4	45.78	15.37	47.22	18.26
P3	49.47	7.76	82.19	17.53
P4	51.05	8.93	52.56	6.94
O1	60.50	8.67	64.00	6.92
O2	61.05	8.81	62.14	8.38
Cz	53.76	17.41	54.97	11.10
PZ	48.83	6.62	84.37	15.50

จากตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน % ERD ของคลื่นแอลฟาของกลุ่มทดลอง แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองก่อนออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ย % ERD ของคลื่นแอลฟาสูงที่สุด ที่ตำแหน่ง O2 มีเท่ากับ 61.05 % รองลงมาคือ O1 มีค่าเฉลี่ย % ERD ของแอลฟาเท่ากับ 60.50 % ส่วนตำแหน่ง C3 มีค่าเฉลี่ย % ERD ของคลื่นแอลฟาน้อยที่สุด มีค่าเท่ากับ 44.42 % ภายหลังจากการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน ค่าเฉลี่ย % ERD ของคลื่นแอลฟาเพิ่มขึ้นทุกตำแหน่งอิเล็กโทรด โดยเฉพาะที่ตำแหน่ง P3 และ Pz ซึ่งเป็นตำแหน่งที่อยู่ในบริเวณเปลือกสมองส่วนพาริเอทัล โดยที่ตำแหน่ง P3 เป็นตำแหน่งของเปลือกสมองซีกซ้าย ส่วน Pz เป็นตำแหน่งตรงกลางของเปลือกสมอง ก่อนการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ย % ERD ของคลื่นแอลฟาที่ตำแหน่ง P3 เท่ากับ 49.47 % ตำแหน่ง Pz เท่ากับ 48.83 % ภายหลังจากออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน ค่าเฉลี่ย % ERD ของคลื่นแอลฟาเพิ่มขึ้น ที่ตำแหน่ง P3 เท่ากับ 82.19 % ตำแหน่ง Pz เท่ากับ 84.37 % โดยที่ตำแหน่ง Pz มีสัดส่วนการเพิ่มของ % ERD ของคลื่นแอลฟามากกว่า ตำแหน่ง P3

เมื่อนำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน % ERD ของคลื่นแอลฟาขณะทำ RPMT ทั้ง 8 ตำแหน่งอิเล็กโทรด มาจัดทำเป็นกราฟค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน % ERD ของคลื่นแอลฟาขณะทำ RPMT ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า ผลปรากฏดังภาพที่ 37



ภาพที่ 37 กราฟค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน % ERD ของคลื่นแอลฟา ขณะทำ RPMT ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย % ERD ของคลื่นแอลฟาของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ตำแหน่งอิเล็กโทรด	ก่อนออกกำลังกาย		หลังออกกำลังกาย		Mean	df	t	p
	M	SD	M	SD	Difference			
C3	44.42	11.78	47.57	12.63	-3.15	17	-1.46	.16
C4	45.78	15.37	47.22	18.26	-1.44	17	-.33	.75
P3	49.47	7.76	82.19	17.53	-32.72	17	-8.88*	.00
P4	51.05	8.93	52.56	6.94	-1.60	17	-1.28	.22
O1	60.50	8.67	64.00	6.92	-3.50	17	-1.59	.13
O2	61.05	8.81	62.14	8.38	-1.08	17	-.61	.55
Cz	53.76	17.41	54.97	11.10	-1.20	17	-.36	.73
PZ	48.83	6.62	84.37	15.50	-35.54	17	-7.94*	.00

*p<.05

จากตารางที่ 15 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย % ERD ของคลื่นแอลฟาของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองภายหลังออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน มีค่าเฉลี่ย % ERD ของคลื่นแอลฟาเพิ่มขึ้นทุกตำแหน่งอิเล็กโทรด แต่มี 2 ตำแหน่ง ที่มีค่า % ERD ของคลื่นแอลฟา ภายหลังออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน สูงกว่าก่อนออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ ตำแหน่ง P3 ($t_{17} = -8.88$, $p < .05$) และตำแหน่ง Pz ($t_{17} = -7.94$, $p < .05$)

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบ ระยะเวลาการตอบสนอง และ % ERD ของคลื่นแอลฟา จากการทำ RPMT ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองภายหลังออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน มีเขาวนปัญญาเชิงเคลื่อนไหวสูงชันกว่าก่อนออกกำลังกาย สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 1 เขาวนปัญญาเชิงเคลื่อนไหวหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน สูงกว่าก่อนออกกำลังกาย

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบ ระยะเวลาการตอบสนอง ความกว้างและความสูงของคลื่น P300 จากการทำ MCST ของกลุ่มทดลอง ก่อนและ หลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนอง จากการทำ MCST ซึ่งเป็นแบบทดสอบประเมินหน้าที่บริหารจัดการของสมอง ของกลุ่มทดลองก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า โดยนำเสนอค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนอง และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนอง จากการทำ MCST ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าด้วยสถิติ t- test แบบสองกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน ดังตารางที่ 16, 17

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนอง จากการทำ MCST ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ตัวแปร	ก่อนออกกำลังกาย		หลังออกกำลังกาย	
	M	SD	M	SD
ความถูกต้องในการตอบ (คะแนน)	14.22	1.90	16.50	.99
ระยะเวลาการตอบสนอง (ms)	2,453.02	770.27	1,179.82	226.42

จากตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนอง จากการทำ MCST ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองก่อนออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบเท่ากับ 14.22 คะแนน หลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน ค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบเพิ่มขึ้นเป็น 16.50 คะแนน ส่วนค่าเฉลี่ยระยะเวลาการตอบสนองจากการทำ MCST ก่อนออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าเท่ากับ 2,453.02 มิลลิวินาที (ms) ภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการตอบสนองลดลงเหลือ 1,179.82 มิลลิวินาที

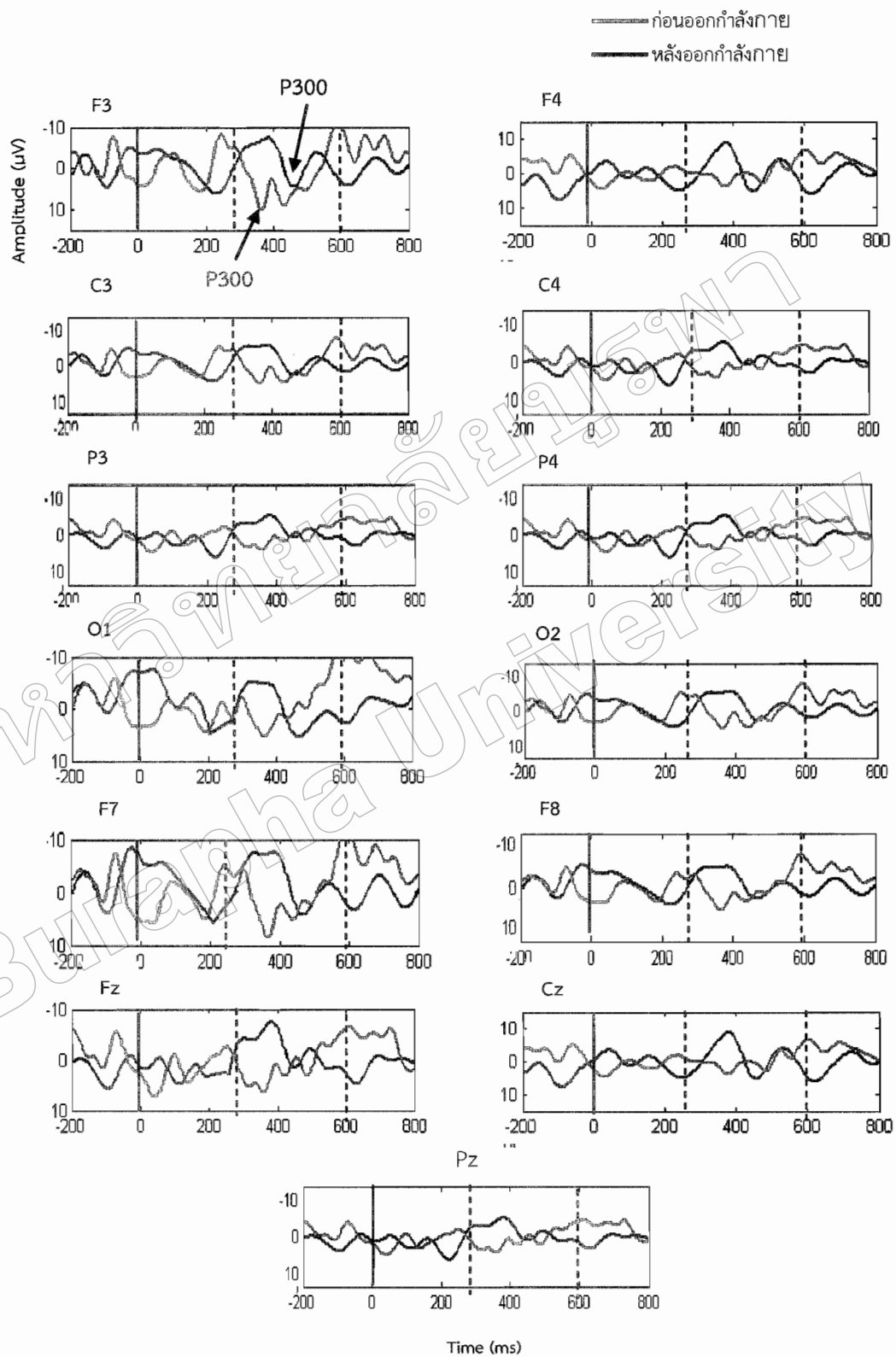
ตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนองจากการทำ MCST ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ตัวแปร	ก่อนออกกำลังกาย		หลังออกกำลังกาย		Mean	df	t	p
	M	SD	M	SD	Difference			
ความถูกต้องในการตอบ	14.22	1.90	16.50	.99	-2.28	17	-4.92*	.00
ระยะเวลาการตอบสนอง	2,453.02	770.27	1,179.82	226.42	1273.20	17	7.35*	.00

* $p < .05$

จากตารางที่ 17 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนอง จากการทำ MCST ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน มีค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบมากกว่าก่อนออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t_{17} = -4.92, p < .05$) และระยะเวลาการตอบสนอง น้อยกว่าก่อนออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t_{17} = 7.35, p < .05$)

การวิจัยครั้งนี้ศึกษาผลของการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าที่มีต่อหน้าที่บริหารจัดการของสมอง โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงการทำงานของสมอง จากการวิเคราะห์ศักย์ไฟฟ้าที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์ (Event Related Potential: ERP) ที่เป็นคลื่นบวก ซึ่งปรากฏในช่วงเวลา 250 - 600 มิลลิวินาที (ms) หรือ P300 ขณะที่กลุ่มตัวอย่างทำ MCST ผู้วิจัยนำเสนอคลื่น P300 13 ตำแหน่ง อิเล็กโทรด ได้แก่ F3, F4, C3, C4, P3, P4, O1, O2, F7, F8, Fz, Cz, Pz ค่าเฉลี่ยของความกว้างและความสูงของคลื่น P300 แต่ละตำแหน่งอิเล็กโทรดในกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความกว้างและความสูงของคลื่น P300 ขณะทำ MCST ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า ด้วยสถิติ t-test แบบสองกลุ่มตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระต่อกัน ดังตารางที่ 18- 21 และภาพที่ 38-40



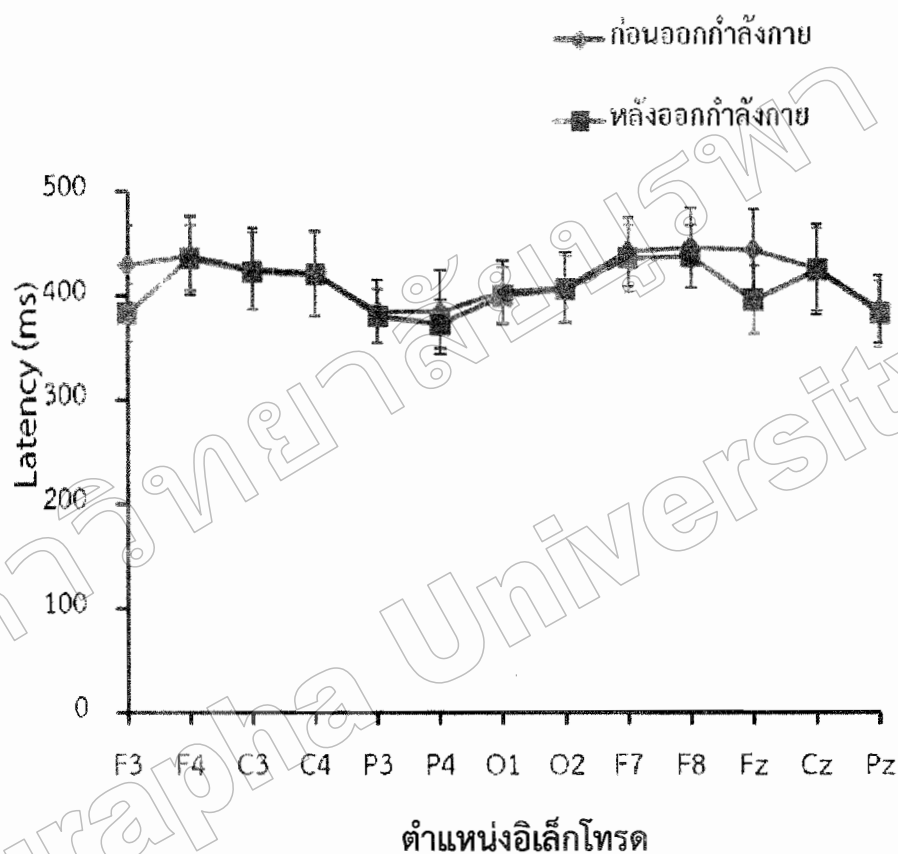
ภาพที่ 38 คลื่น P300 ขณะทำ MCST ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความกว้างของคลื่น P300 ขณะทำ MCST
ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ตำแหน่งอิเล็กโทรด	ก่อนออกกำลังกาย		หลังออกกำลังกาย	
	M	SD	M	SD
F3	429.78	37.64	383.67	27.95
F4	438.61	38.03	435.44	31.13
C3	425.56	38.83	423.11	36.90
C4	421.11	41.20	420.00	39.76
P3	384.22	30.68	379.78	25.69
P4	384.33	40.28	372.00	23.45
O1	402.67	30.49	399.89	26.55
O2	407.11	34.05	405.78	30.97
F7	441.56	33.66	435.22	31.38
F8	445.78	38.35	437.11	29.72
Fz	443.78	38.97	395.56	32.70
Cz	424.72	43.13	424.44	39.84
Pz	386.78	32.58	382.06	31.88

จากตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ยความกว้าง (Latency) ของคลื่น P300 ทั้ง 13 ตำแหน่งอิเล็กโทรดของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า แสดงให้เห็นว่า ภายหลังการออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 น้อยลงทุกตำแหน่งอิเล็กโทรด โดยเฉพาะตำแหน่งอิเล็กโทรดที่ครอบคลุมบริเวณเปลือกสมองส่วนหน้า (Frontal Lobe) ได้แก่ ตำแหน่ง F3, F7, F8 และ Fz ตำแหน่งที่มีค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 น้อยลงมากที่สุด เมื่อเทียบกับก่อนออกกำลังกาย ได้แก่ ตำแหน่ง Fz มีค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 ก่อนออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าเท่ากับ 443.78 มิลลิวินาที ภายหลังออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน ค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 เท่ากับ 395.56 มิลลิวินาที รองลงมาคือ ตำแหน่ง F3 ค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 ก่อนออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าเท่ากับ 429.78 มิลลิวินาที ภายหลังออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน มีค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 เท่ากับ 383.67 มิลลิวินาที

เมื่อนำค่าเฉลี่ยความกว้าง (Latency) ของคลื่น P300 ทั้ง 13 ตำแหน่งอิเล็กโทรด มาจัดทำเป็นกราฟค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความกว้างของคลื่น P300 ขณะทำ MCST ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า ผลปรากฏดังภาพที่ 39



ภาพที่ 39 กราฟค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความกว้างของคลื่น P300 ขณะทำ MCST ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ตารางที่ 19 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 ขณะทำ MCST ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ตำแหน่งอิเล็กโทรด	ก่อนออกกำลังกาย		หลังออกกำลังกาย		Mean	df	t	p
	M	SD	M	SD	Difference			
F3	429.78	37.64	383.67	27.95	46.11	17	5.55*	.00
F4	438.61	38.03	435.44	31.13	3.17	17	.56	.58
C3	425.56	38.83	423.11	36.90	2.44	17	.93	.36
C4	421.11	41.20	420.00	39.76	1.11	17	.84	.41
P3	384.22	30.68	379.78	25.69	4.44	17	.85	.41
P4	384.33	40.28	372.00	23.45	12.33	17	1.29	.21
O1	402.67	30.49	399.89	26.55	2.78	17	.92	.37
O2	407.11	34.05	405.78	30.97	1.33	17	.89	.39
F7	441.56	33.66	435.22	31.38	6.33	17	.29*	.01
F8	445.78	38.35	437.11	29.72	8.67	17	1.61	.13
Fz	443.78	38.97	395.56	32.70	48.22	17	5.59*	.00
Cz	424.72	43.13	424.44	39.84	.28	17	.02	.98
Pz	386.78	32.58	382.06	31.88	4.72	17	1.30	.21

* $p < .05$

จากตารางที่ 19 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 ขณะทำ MCST ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองภายหลังออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน มีค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 น้อยลงทุกตำแหน่งอิเล็กโทรด แต่มี 3 ตำแหน่งที่มีค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 ภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าน้อยกว่าก่อนออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ ตำแหน่ง F3 ($t_{17} = 5.55, p < .05$) F7 ($t_{17} = .29, p < .05$) และ Fz ($t_{17} = 5.59, p < .05$)

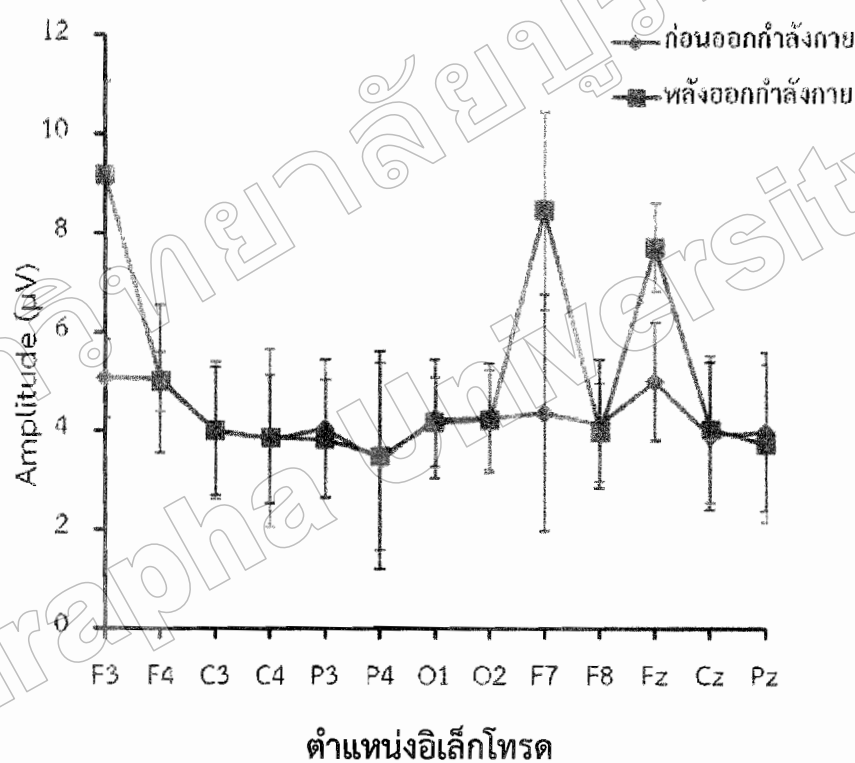
ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความสูงของคลื่น P300 ขณะทำ MCST ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ตำแหน่งอิเล็กโทรด	ก่อนออกกำลังกาย		หลังออกกำลังกาย	
	M	SD	M	SD
F3	5.06	.79	9.15	1.90
F4	5.05	1.52	4.99	.61
C3	3.99	1.31	4.00	1.40
C4	3.83	1.25	3.84	1.78
P3	4.05	1.40	3.82	1.23
P4	3.40	2.23	3.47	1.91
O1	4.24	1.21	4.16	.93
O2	4.27	1.10	4.21	.96
F7	4.36	2.37	8.44	1.96
F8	4.14	1.27	3.96	.98
Fz	5.01	1.24	7.70	.90
Cz	3.90	1.51	4.02	1.47
Pz	3.98	1.57	3.73	1.62

จากตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ยความสูง (Amplitude) ของคลื่น P300 ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกาย แสดงให้เห็นว่า ก่อนออกกำลังกาย ค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 ขณะทำ MCST ที่ตำแหน่ง F3, F4 และ Fz มีค่าใกล้เคียงกัน แต่ภายหลังออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน ตำแหน่ง F4 มีค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 ลดลง ในขณะที่ตำแหน่งอิเล็กโทรดที่มีค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 เพิ่มขึ้น 3 อันดับแรก ได้แก่ ตำแหน่ง F3, F7 และ Fz โดยสัดส่วนของค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 ที่เพิ่มขึ้นหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าที่ตำแหน่ง F3 และ F7 มีค่าใกล้เคียงกัน ค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 ก่อนออกกำลังกายที่ตำแหน่ง F3 เท่ากับ 5.06 ไมโครโวลต์ (μV) ภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า ค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 เพิ่มขึ้นเป็น 9.15 ไมโครโวลต์ ที่ตำแหน่ง F7 ค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 ก่อนออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าเท่ากับ 4.36 ไมโครโวลต์ ภายหลังออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน ค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 เพิ่มขึ้นเป็น 8.44 ไมโครโวลต์ ส่วนตำแหน่ง Fz มีค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 ก่อนออกกำลังกาย

บนลู่วิ่งไฟฟ้าเท่ากับ 5.01 ไมโครโวลต์ หลังจากออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน ค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 เพิ่มขึ้นเป็น 7.70 ไมโครโวลต์

เมื่อนำค่าเฉลี่ยความสูง (Amplitude) ของคลื่น P300 ทั้ง 13 ตำแหน่งอิเล็กโทรด มาจัดทำเป็นกราฟค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความสูงของคลื่น P300 ขณะทำ MCST ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า ผลปรากฏดังภาพที่ 40



ภาพที่ 40 กราฟค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความสูงของคลื่น P300 ขณะทำ MCST ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ตารางที่ 21 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 ขณะทำ MCST ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ตำแหน่งอิเล็กโทรด	ก่อนออกกำลังกาย		หลังออกกำลังกาย		Mean	df	t	p
	M	SD	M	SD	Difference			
F3	5.06	.79	9.15	1.90	-4.09	17	-8.05*	.00
F4	5.05	1.52	4.99	.61	.07	17	.22	.83
C3	3.99	1.31	4.00	1.40	-.01	17	-.04	.97
C4	3.83	1.25	3.84	1.78	-.01	17	-.02	.98
P3	4.05	1.40	3.82	1.23	.24	17	1.39	.18
P4	3.40	2.23	3.47	1.91	-.07	17	-.14	.90
O1	4.24	1.21	4.16	.93	.08	17	.60	.56
O2	4.27	1.10	4.21	.96	.07	17	.47	.65
F7	4.36	2.37	8.44	1.96	-4.08	17	-11.91*	.00
F8	4.14	1.27	3.96	.98	.17	17	.57	.58
Fz	5.01	1.24	7.70	.90	-2.70	17	-8.51*	.00
Cz	3.90	1.51	4.02	1.47	-.12	17	-.25	.80
Pz	3.98	1.57	3.73	1.62	.25	17	.78	.45

* $p < .05$

จากตารางที่ 21 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 ขณะทำ MCST ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองภายหลังออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน มีค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 สูงกว่า ก่อนออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 อยู่ 3 ตำแหน่งอิเล็กโทรด ได้แก่ ตำแหน่ง F3 ($t_{17} = -8.05$, $p < .05$) F7 ($t_{17} = -11.91$, $p < .05$) และตำแหน่ง Fz ($t_{17} = -8.51$, $p < .05$)

จากผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบ ระยะเวลาการตอบสนอง ความกว้างและความสูงของคลื่น P300 ของกลุ่มทดลอง ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองภายหลังออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน มีความสามารถด้านหน้าที่บริหารจัดการของสมองมากกว่าก่อนออกกำลังกาย สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 2 หน้าที่บริหารจัดการของสมองหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน มากกว่าก่อนออกกำลังกาย

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบ ระยะเวลาการตอบสนอง และ % ERD ของคลื่นแอลฟา จากการทำ RPMT ระหว่างกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน กับกลุ่มควบคุม

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนอง จากการทำ RPMT ระหว่างกลุ่มทดลองหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน กับกลุ่มควบคุม โดยนำเสนอค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนอง ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนอง ระหว่างกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน กับกลุ่มควบคุม ด้วยสถิติ t-test แบบสองกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน ดังตารางที่ 22, 23 และภาพที่ 41, 42

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนอง จากการทำ RPMT ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

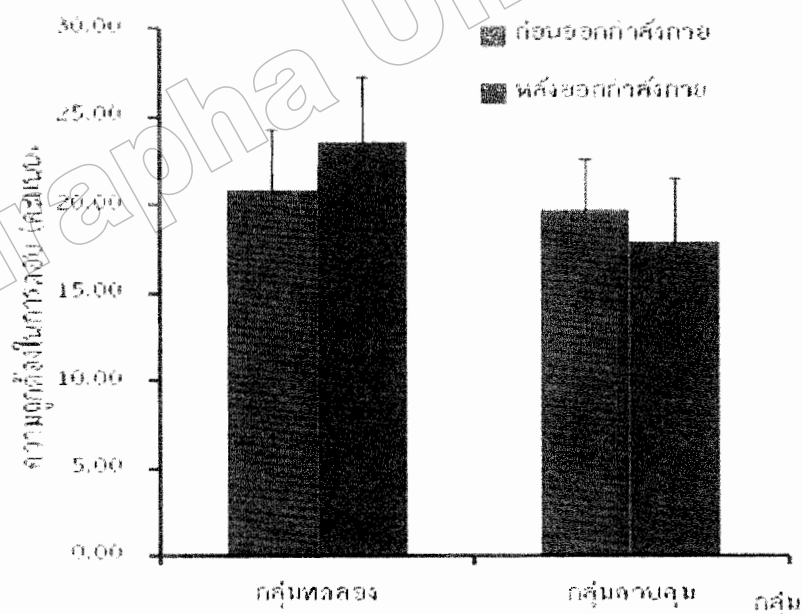
ตัวแปร	ระยะเวลา	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
		M	SD	M	SD
ความถูกต้องในการตอบ (คะแนน)	ก่อนออกกำลังกาย	20.89	3.45	19.75	3.73
	หลังออกกำลังกาย	23.56	2.85	17.90	3.67
ระยะเวลาการตอบสนอง (ms)	ก่อนออกกำลังกาย	8,820.25	2,170.31	8,716.84	2,057.28
	หลังออกกำลังกาย	8,465.46	1,652.69	12,272.55	3,640.88
ระยะเวลาการตอบสนอง (ms)	ก่อนออกกำลังกาย	22,058.54	8,071.36	21,572.28	10,699.48
	หลังออกกำลังกาย	19,500.19	5,957.66	24,343.77	9,354.82

จากตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนอง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองก่อนออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบจากการทำ RPMT เท่ากับ 20.89 คะแนน กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบเท่ากับ 19.75 คะแนน แต่หลังจากที่กลุ่มทดลอง

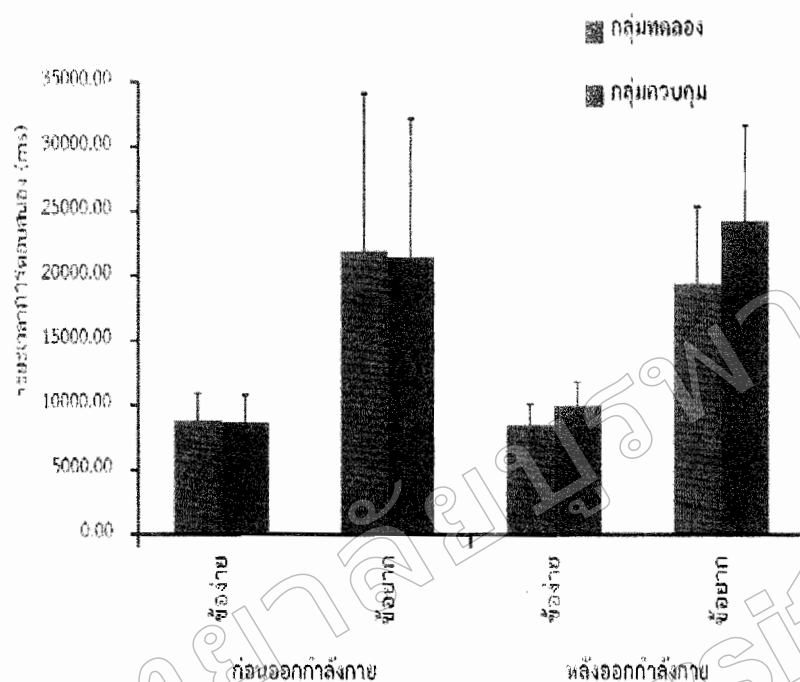
ออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน มีค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบสูงขึ้นเท่ากับ 23.56 คะแนน ในขณะที่กลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบลดลงเหลือ 17.90 คะแนน

ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการตอบสนองจากการทำ RPMT ในข้อง่าย กลุ่มทดลองก่อนออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 8,820.25 มิลลิวินาที (ms) กลุ่มควบคุมมีระยะเวลาการตอบสนองเท่ากับ 8,716.84 มิลลิวินาที ส่วนระยะเวลาการตอบสนองในข้อยาก กลุ่มทดลองก่อนออกกำลังกายมีค่าเท่ากับ 22,058.54 มิลลิวินาที กลุ่มควบคุมมีค่าเท่ากับ 21,572.28 มิลลิวินาที ภายหลังออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยระยะเวลาการตอบสนองในข้อง่ายลดลงเหลือ 8,465.46 มิลลิวินาที ข้อยากลดลงเหลือ 19,500.19 มิลลิวินาที แต่ในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยระยะเวลาการตอบสนองเพิ่มขึ้น ในข้อง่ายเท่ากับ 12,272.55 มิลลิวินาที ข้อยากเท่ากับ 24,343.77 มิลลิวินาที

เมื่อนำค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า มาจัดทำเป็นกราฟค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนอง จากการทำ RPMT ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า ผลปรากฏดังภาพ 41 และ 42



ภาพที่ 41 กราฟค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความถูกต้องในการตอบ จากการทำ RPMT ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า



ภาพที่ 42 กราฟค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระยะเวลาการตอบสนอง จากการทำ RPMT ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ตารางที่ 23 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนอง จากการทำ RPMT ระหว่างกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า กับกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		Mean Difference	df	t	p
	M	SD	M	SD				
ความถูกต้องในการตอบ	23.56	2.85	17.90	3.67	5.66	36	5.26 *	.00
ระยะเวลาการตอบสนอง (ข้อง่าย)	8,465.46	1,652.69	12,272.55	3,640.88	-3,807.09	36	-4.07*	.00
ระยะเวลาการตอบสนอง (ข้อยาก)	19,500.19	5,957.66	24,343.77	9,354.82	-4,843.58	36	-1.92*	.00

*p<.05

จากตารางที่ 23 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนอง จากการทำ RPMT ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน มีค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบมากกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t_{36} = 5.26, p < .05$) ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการตอบสนองทั้งในข้อง่ายและข้อยากน้อยกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ข้อง่าย ($t_{36} = -4.07, p < .05$) ข้อยาก ($t_{36} = -1.92, p < .05$)

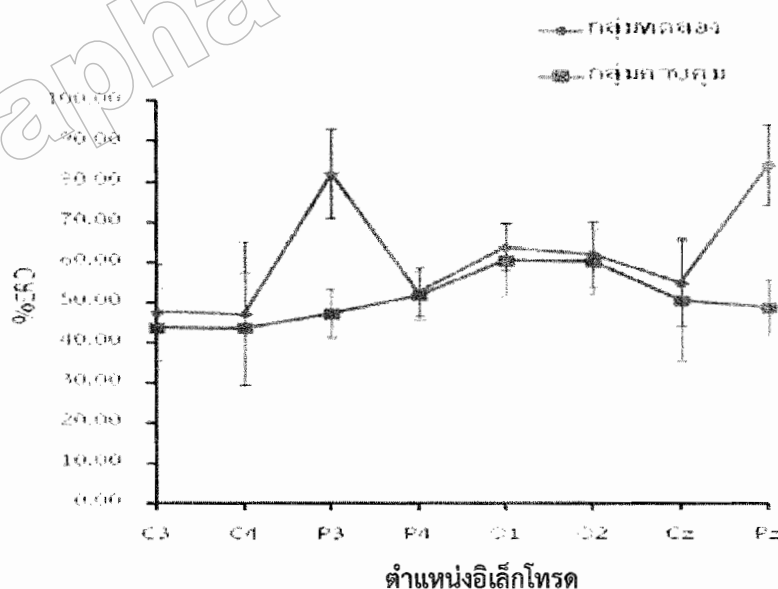
ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย % ERD ของคลื่นแอลฟา ขณะทำ RPMT เพื่อประเมินการทำงานของสมองที่เกี่ยวข้องกับความสามารถทางเชาวน์ปัญญาเชิงเคลื่อนไหว ในกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน กับกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยนำเสนอตารางแสดงค่าเฉลี่ย % ERD ของคลื่นแอลฟาแต่ละตำแหน่งอิเล็กโทรดของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย % ERD ของคลื่นแอลฟาระหว่างกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า กับกลุ่มควบคุม ด้วยสถิติ t-test แบบสองกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน ดังตารางที่ 24, 25 และภาพที่ 43

ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน % ERD ของคลื่นแอลฟา ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ตำแหน่ง อิเล็กโทรด	กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
	ก่อนออกกำลังกาย		หลังออกกำลังกาย		ก่อนออกกำลังกาย		หลังออกกำลังกาย	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
C3	44.42	11.78	47.57	12.63	44.39	9.13	43.77	10.62
C4	45.78	15.37	47.22	18.26	44.76	17.54	43.61	14.33
P3	49.47	7.76	82.19	17.53	48.14	5.30	47.33	6.59
P4	51.05	8.93	52.65	6.94	51.76	6.38	51.89	6.05
O1	60.50	8.67	64.00	6.92	60.86	6.79	60.53	9.41
O2	61.05	8.81	62.14	8.38	61.87	9.10	60.32	8.41
Cz	53.76	17.41	54.97	11.10	55.66	10.45	50.59	17.25
PZ	48.83	6.62	84.37	15.50	48.77	4.90	48.81	6.78

จากตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน % ERD ของคลื่นแอลฟาทั้ง 8 ตำแหน่งอิเล็กโทรด ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน แสดงให้เห็นว่า ก่อนออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย % ERD ของคลื่นแอลฟาที่ตำแหน่ง O1 และ O2 ซึ่งตรงกับบริเวณเปลือกสมองส่วนหลัง (Occipital Lobe) สูงกว่าตำแหน่งอื่น ส่วนตำแหน่ง C3, C4 และ Cz ซึ่งเป็นบริเวณตรงกลางของเปลือกสมอง มีค่าเฉลี่ย % ERD ของคลื่นแอลฟาใกล้เคียงกับตำแหน่ง P3, P4 และ Pz ซึ่งตรงกับบริเวณเปลือกสมองส่วนพาริเอทัล กลุ่มทดลองภายหลังออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน มีค่าเฉลี่ย % ERD ของแอลฟาเพิ่มขึ้นในทุกตำแหน่งอิเล็กโทรด โดยเฉพาะที่ตำแหน่ง P3 และ Pz ส่วนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย % ERD ของคลื่นแอลฟาต่ำลง เกือบทุกตำแหน่งอิเล็กโทรด และมีค่าเฉลี่ย % ERD น้อยกว่ากลุ่มทดลอง โดยที่กลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ย % ERD ของคลื่นแอลฟาที่ตำแหน่ง P3 เท่ากับ 82.19 % และที่ Pz เท่ากับ 84.37 % ส่วนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ย % ERD ของคลื่นแอลฟาที่ตำแหน่ง P3 เท่ากับ 47.33 % ตำแหน่ง Pz เท่ากับ 48.81 %

เมื่อนำ % ERD ของคลื่นแอลฟา มาจัดทำเป็นกราฟค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน % ERD ของคลื่นแอลฟา ขณะทำ RPMT ของกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าและกลุ่มควบคุม ผลปรากฏดังภาพที่ 43



ภาพที่ 43 กราฟค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน % ERD ของคลื่นแอลฟา ขณะทำ RPMT ของกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า และกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 25 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย % ERD ของคลื่นแอลฟา ระหว่างกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า กับกลุ่มควบคุม

ตำแหน่งอิเล็กโทรด	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		Mean Difference	df	t	p
	M	SD	M	SD				
C3	47.57	12.63	43.77	10.62	3.81	36	1.01	.32
C4	47.22	18.26	43.61	14.33	3.61	36	.68	.50
P3	82.19	17.53	47.33	6.59	34.86	36	2.36*	.00
P4	52.65	6.94	51.89	6.05	.76	36	.67	.72
O1	64.00	6.92	60.53	9.41	3.47	36	1.28	.21
O2	62.14	8.38	60.32	8.41	1.81	36	.67	.51
Cz	54.97	11.10	50.59	27.25	4.38	36	.48	.64
PZ	84.37	15.50	48.81	6.78	35.56	36	2.14*	.00

* $p < .05$

จากตารางที่ 25 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย % ERD ของคลื่นแอลฟา แต่ละตำแหน่งอิเล็กโทรด ระหว่างกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกาย กับกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน มีค่าเฉลี่ย % ERD ของคลื่นแอลฟา แต่ละตำแหน่งอิเล็กโทรดสูงกว่ากลุ่มควบคุม แต่มีอยู่ 2 ตำแหน่งอิเล็กโทรดที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ ตำแหน่ง P3 ($t_{36} = 2.36, p < .05$) และตำแหน่ง Pz ($t_{36} = 2.14, p < .05$)

จากผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบ ระยะเวลาการตอบสนองและ % ERD ของคลื่นแอลฟา ระหว่างกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า กับกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน มีเขาวนปัญญาเชิงเคลื่อนไหวสูงกว่ากลุ่มควบคุม สอดคล้องกับสมมติฐานข้อ 3 เขาวนปัญญาเชิงเคลื่อนไหวของกลุ่มทดลอง หลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน สูงกว่ากลุ่มควบคุม

ตอนที่ 5 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบ ระยะเวลากการตอบสนอง ความกว้างและความสูงของคลื่น P300 จากการทำ MCST ระหว่างกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน กับกลุ่มควบคุม

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบและระยะเวลากการตอบสนอง จากการทำ MCST ระหว่างกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน กับกลุ่มควบคุม โดยนำเสนอค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความถูกต้องในการตอบและระยะเวลากการตอบสนองของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบและระยะเวลากการตอบสนอง จากการทำ MCST ระหว่างกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน กับกลุ่มควบคุม ด้วยสถิติ t-test แบบสองกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน ดังตารางที่ 26, 27 และภาพที่ 44, 45

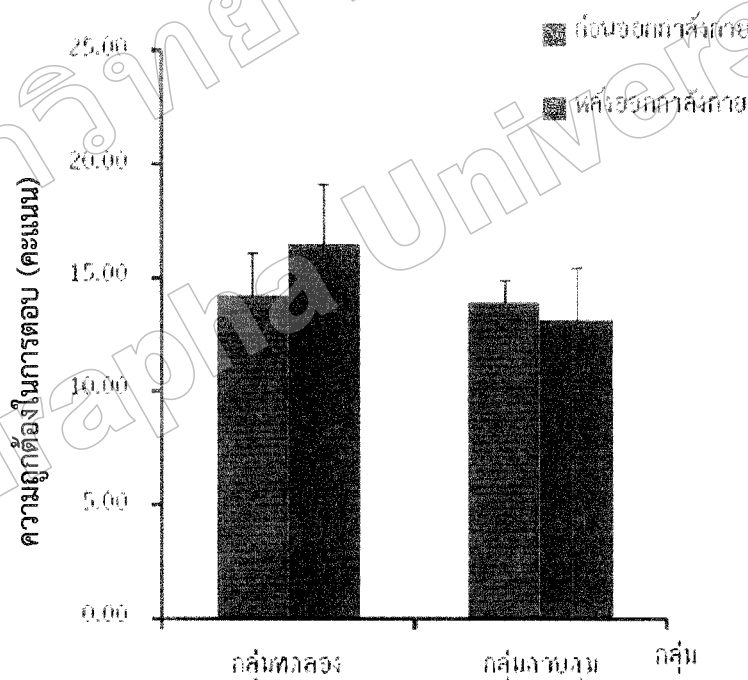
ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความถูกต้องในการตอบและระยะเวลากการตอบสนอง จากการทำ MCST ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ตัวแปร	ระยะเวลา	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
		M	SD	M	SD
ความถูกต้องในการตอบ (คะแนน)	ก่อนออกกำลังกาย	14.22	1.90	13.95	2.68
	หลังออกกำลังกาย	16.50	.99	13.10	2.40
ระยะเวลากการตอบสนอง (ms)	ก่อนออกกำลังกาย	2,453.02	770.27	2,438.90	743.31
	หลังออกกำลังกาย	1,179.82	226.42	2,486.33	697.45

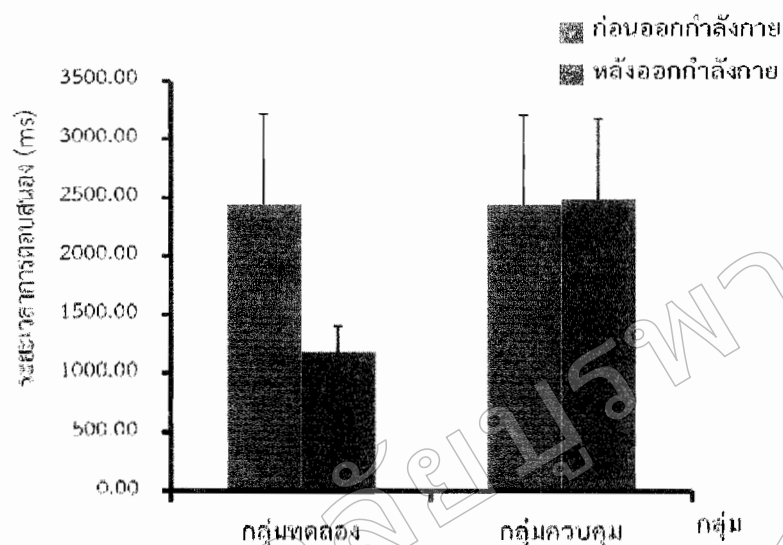
จากตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบและระยะเวลากการตอบสนอง จากการทำ MCST ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองก่อนออกกำลังกาย มีค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบจากการทำ MCST เท่ากับ 14.22 คะแนน กลุ่มควบคุม มีค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบจากการทำ MCST เท่ากับ 13.95 คะแนน หลังจากที่ถูกกลุ่มทดลองออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน มีค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบเพิ่มขึ้นและมากกว่ากลุ่มควบคุม โดยที่กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบเท่ากับ 16.50 คะแนน กลุ่มควบคุมเท่ากับ 13.10 คะแนน

ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการตอบสนองจากการทำ MCST ของกลุ่มทดลองก่อนการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าและกลุ่มควบคุมมีค่าใกล้เคียงกัน ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการตอบสนองในกลุ่มทดลองเท่ากับ 2,453.02 มิลลิวินาที กลุ่มควบคุมเท่ากับ 2,438.90 มิลลิวินาที หลังจากกลุ่มทดลองออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน ค่าเฉลี่ยระยะเวลาการตอบสนองจากการทำ MCST ลดลงเป็น 1,179.82 มิลลิวินาที ส่วนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยระยะเวลาการตอบสนองจากการทำ MCST เพิ่มขึ้นเป็น 2,486.33 มิลลิวินาที

เมื่อนำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนอง จากการทำ MCST ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาจัดทำเป็นกราฟค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนอง ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า ผลปรากฏดังภาพที่ 44 และ 45



ภาพที่ 44 กราฟค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความถูกต้องในการตอบ จากการทำ MCST ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า



ภาพที่ 45 กราฟค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานระยะเวลาการตอบสนอง จากการทำ MCST ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ตารางที่ 27 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนอง จากการทำ MCST ระหว่างกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า กับกลุ่มควบคุม

ตัวแปร	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		Mean	df	t	p
	M	SD	M	SD	Difference			
ความถูกต้องในการตอบ	16.50	.99	13.10	2.40	3.40	36	5.89*	.00
ระยะเวลาการตอบสนอง	1,179.82	226.42	2,486.33	697.45	-1,306.51	36	-7.59*	.00

*p<.05

จากตารางที่ 27 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบและระยะเวลาการตอบสนอง จากการทำ MCST ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลอง ภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ($t_{36} = 5.89, p < .05$) และค่าเฉลี่ยระยะเวลาการตอบสนอง ในกลุ่มทดลองภายหลังออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าน้อยกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .05 ($t_{36} = -7.59, p < .05$)

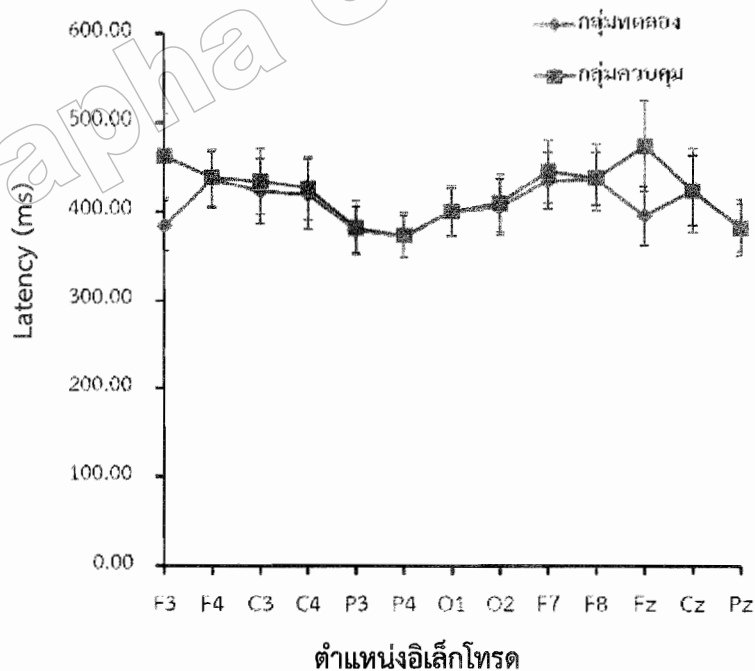
ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความกว้างและความสูงของคลื่น P300 ขณะทำ MCST ระหว่างกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน กับกลุ่มควบคุม ผู้วิจัยนำเสนอค่าเฉลี่ยความกว้างและความสูงของคลื่น P300 แต่ละตำแหน่งอิเล็กโทรด และผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความกว้างและความสูงของคลื่น P300 ระหว่างกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า กับกลุ่มควบคุม ด้วยสถิติ t-test แบบสองกลุ่มตัวอย่างที่เป็นอิสระต่อกัน ดังตารางที่ 28- 31 และภาพที่ 46, 47

ตารางที่ 28 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความกว้างของคลื่น P300 ขณะทำ MCST ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ตำแหน่ง อิเล็กโทรด	กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
	ก่อนออกกำลังกาย		หลังออกกำลังกาย		ก่อนออกกำลังกาย		หลังออกกำลังกาย	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
F3	429.78	37.64	383.67	27.95	429.60	48.63	462.10	46.92
F4	438.61	38.03	435.44	31.13	439.90	46.31	437.80	40.89
C3	425.56	38.83	423.11	36.90	423.40	39.65	426.30	36.94
C4	421.11	41.20	420.00	39.76	422.60	35.82	423.20	35.41
P3	384.22	30.68	379.78	25.69	387.45	30.70	381.90	30.00
P4	384.33	40.28	372.00	23.45	387.30	32.90	373.80	25.29
O1	402.67	30.49	399.89	26.55	400.50	28.35	400.60	28.31
O2	407.11	34.05	405.78	30.97	408.80	35.92	409.70	32.62
F7	441.56	33.66	435.22	31.38	442.20	43.88	445.00	35.31
F8	445.78	38.35	437.11	29.72	441.40	53.92	438.40	37.35
Fz	443.78	38.97	395.56	32.70	442.80	46.30	473.60	50.84
Cz	424.72	43.13	424.44	39.84	428.30	47.68	433.50	47.04
Pz	386.78	32.58	382.06	31.88	389.60	35.24	382.75	27.20

จากตารางที่ 28 ค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่า ค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 ของกลุ่มทดลองก่อนการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า มีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม ในทุกตำแหน่งอิเล็กโทรด แต่ภายหลังที่กลุ่มทดลองออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน ค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 ลดลงทุกตำแหน่งอิเล็กโทรด และมี ค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 น้อยกว่ากลุ่มควบคุม ส่วนกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยความกว้างของ คลื่น P300 ลดลงเล็กน้อย ในบางตำแหน่งอิเล็กโทรด ได้แก่ F4, P3, P4, F8 และ Fz ตำแหน่งที่มี ค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 ลดลงอย่างมากในกลุ่มทดลองภายหลังออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า ได้แก่ F3, F7 และ Fz โดยมีค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 ที่ตำแหน่ง F3 เท่ากับ 383.67 มิลลิวินาที กลุ่มควบคุมเท่ากับ 462.10 มิลลิวินาที ที่ตำแหน่ง F7 กลุ่มทดลองมีค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 เท่ากับ 435.22 มิลลิวินาที กลุ่มควบคุมเท่ากับ 445.00 มิลลิวินาที และที่ตำแหน่ง Fz กลุ่มทดลองมี ค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 เท่ากับ 395.56 มิลลิวินาที กลุ่มควบคุมเท่ากับ 473.60 มิลลิวินาที

เมื่อนำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความกว้าง (Latency) ของคลื่น P300 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มาจัดทำเป็นกราฟค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความกว้างของคลื่น P300 ของกลุ่มทดลอง ภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า และกลุ่มควบคุม ผลปรากฏดังภาพที่ 46



ภาพที่ 46 กราฟค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความกว้างของคลื่น P300 ขณะทำ MCST ของกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า และกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 29 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 ขณะทำ MCST

ระหว่างกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า กับกลุ่มควบคุม

ตำแหน่งอิเล็กโทรด	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		Mean	df	t	p
	M	SD	M	SD	Difference			
F3	383.67	27.95	462.10	46.92	-78.43	36	-6.17*	.00
F4	435.44	31.13	437.80	31.13	-2.36	36	-.20	.84
C3	423.11	36.90	426.30	36.94	-3.19	36	-.27	.78
C4	420.00	39.76	423.20	35.41	-3.20	36	-.26	.79
P3	379.78	25.69	381.90	30.00	-2.12	36	-.23	.83
P4	372.00	23.45	373.80	25.29	-1.80	36	-.23	.82
O1	399.89	26.55	400.60	28.31	-.71	36	-.08	.94
O2	405.78	30.97	409.70	32.62	-3.92	36	-.38	.71
F7	435.22	31.38	445.00	35.31	-9.78	36	-9.78	.38
F8	437.11	29.72	438.40	37.35	-1.29	36	-.12	.91
Fz	395.56	32.70	473.60	50.84	-78.04	36	-5.56*	.00
Cz	424.44	39.84	433.50	47.04	-9.06	36	-.64	.53
Pz	382.06	31.88	382.75	27.20	-.69	36	-.07	.94

*p<.05

จากตารางที่ 29 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 ขณะทำ MCST ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองภายหลังออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน มีค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 ทุกตำแหน่งอิเล็กโทรดน้อยกว่ากลุ่มควบคุม แต่มี 2 ตำแหน่งที่มีค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 น้อยกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ได้แก่ ตำแหน่ง F3 ($t_{36} = -6.17, p < .05$) และตำแหน่ง Fz ($t_{36} = -5.56, p < .05$)

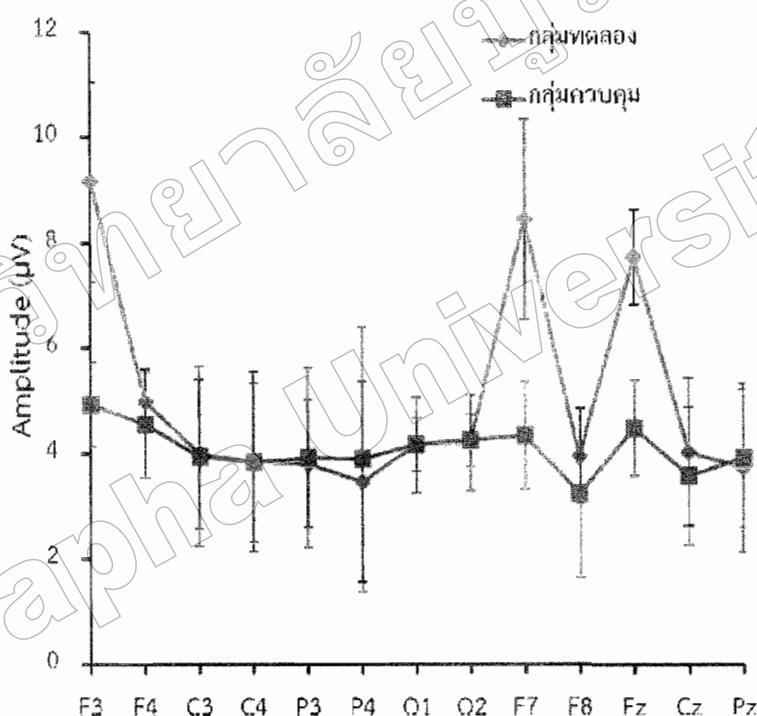
ตารางที่ 30 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความสูงของคลื่น P300 ขณะทำ MCST
ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ก่อนและหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า

ตำแหน่ง อิเล็กโทรด	กลุ่มทดลอง				กลุ่มควบคุม			
	ก่อนออกกำลังกาย		หลังออกกำลังกาย		ก่อนออกกำลังกาย		หลังออกกำลังกาย	
	M	SD	M	SD	M	SD	M	SD
F3	5.06	0.79	9.15	1.90	5.20	0.56	4.91	0.82
F4	5.05	1.52	4.99	0.61	4.89	0.87	4.54	1.02
C3	3.99	1.31	4.00	1.40	3.83	1.46	3.93	1.73
C4	3.83	1.25	3.84	1.78	3.89	1.50	3.83	1.57
P3	4.05	1.40	3.82	1.23	4.02	1.36	3.91	1.72
P4	3.40	2.23	3.47	1.91	3.98	1.31	3.88	2.54
O1	4.24	1.21	4.16	0.93	4.21	0.66	4.16	0.53
O2	4.27	1.10	4.21	0.96	4.24	0.61	4.24	0.57
F7	4.36	2.37	8.44	1.96	4.20	1.10	4.34	1.01
F8	4.14	1.27	3.96	0.98	4.07	1.13	3.24	1.61
Fz	5.01	1.24	7.70	0.90	4.90	0.80	4.46	0.98
Cz	3.90	1.51	4.02	1.47	3.88	1.50	3.55	1.38
Pz	3.98	1.57	3.73	1.62	3.94	1.44	3.89	1.34

จากตารางที่ 30 ค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองก่อนออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า มีค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 ในทุกตำแหน่งอิเล็กโทรดใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม โดยมีค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 สูงที่สุด ที่ตำแหน่ง F3 เหมือนกันทั้งสองกลุ่ม แต่ภายหลังที่กลุ่มทดลองออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง เป็นเวลา 2 เดือน มีค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 เพิ่มขึ้นและมากกว่ากลุ่มควบคุม ที่ตำแหน่ง F3, F7 และ Fz ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ครอบคลุมสมองส่วนหน้า โดยที่ตำแหน่ง F3 มีค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 มากที่สุด เท่ากับ 9.15 ไมโครโวลต์ (μV) รองลงมาคือ ตำแหน่ง F7 มีค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 เท่ากับ 8.44 ไมโครโวลต์ ส่วน Fz มีค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 เท่ากับ 7.70 ไมโครโวลต์ ในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 ที่ตำแหน่ง F3 เท่ากับ 4.91 ไมโครโวลต์ ตำแหน่ง F7 มีค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 เท่ากับ 4.34 ไมโครโวลต์ และตำแหน่ง Fz มีค่าเฉลี่ย

ความสูงของคลื่น P300 เท่ากับ 4.46 ไมโครโวลต์ แต่ค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 ในกลุ่มทดลอง ภายหลังออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าในตำแหน่ง P3, P4 , Pz ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ครอบคลุมบริเวณ เปลือกสมองส่วนพาริเอทัลต่ำกว่ากลุ่มควบคุม

เมื่อนำค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความสูงของคลื่น P300 ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม มาจัดทำเป็นกราฟค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความสูงของคลื่น P300 ของกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า และกลุ่มควบคุม ผลปรากฏดังภาพที่ 47



ตำแหน่งอิเล็กโทรด

ภาพที่ 47 กราฟค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความสูงของคลื่น P300 ขณะทำ MCST ของกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า และกลุ่มควบคุม

ตารางที่ 31 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 ขณะทำ MCST ระหว่างกลุ่มทดลอง ภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า กับกลุ่มควบคุม

ตำแหน่งอิเล็กโทรด	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม		Mean	df	t	p
	M	SD	M	SD	Difference			
F3	9.15	1.90	4.91	.82	4.23	36	9.08*	.00
F4	4.99	.61	4.54	1.02	.45	36	1.62	.11
C3	4.00	1.40	3.93	1.73	.07	36	.14	.89
C4	3.84	1.78	3.83	1.57	-.02	36	.03	.98
P3	3.82	1.23	3.91	1.72	-.10	36	-.20	.84
P4	3.47	1.91	3.88	2.54	-.42	36	-.57	.58
O1	4.16	.93	4.16	.53	-.00	36	-.01	.98
O2	4.21	.96	4.24	.57	-.03	36	-.13	.90
F7	8.44	1.96	4.34	1.01	4.10	36	8.23*	.00
F8	3.96	.98	3.24	1.61	.73	36	1.67	.11
Fz	7.70	.90	4.46	.98	3.24	36	10.57*	.00
Cz	4.02	1.47	3.55	1.38	.47	36	1.02	.31
Pz	3.73	1.62	3.89	1.34	-.16	36	-.25	.81

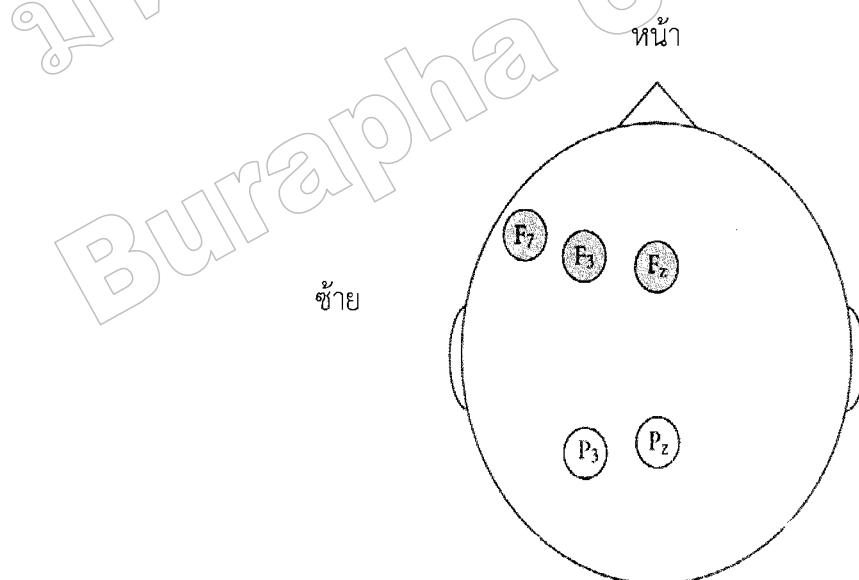
* $p < .05$

จากตารางที่ 31 ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 ขณะทำ MCST ระหว่างกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองภายหลังออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า อย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน มีค่าเฉลี่ยความสูงของคลื่น P300 สูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่ง F3 ($t_{36} = 9.08$, $p < .05$), F7 ($t_{36} = 8.23$, $p < .05$) และตำแหน่ง Fz ($t_{36} = 10.57$, $p < .05$)

ผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความถูกต้องในการตอบ ระยะเวลาการตอบสนอง ความกว้าง และความสูงของคลื่น P300 ระหว่างกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า กับกลุ่มควบคุม แสดงให้เห็นว่า กลุ่มทดลองภายหลังออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน มีความสามารถด้านหน้าที่บริหารจัดการของสมองมากกว่ากลุ่มควบคุม สอดคล้องกับสมมติฐานข้อที่ 4

หน้าที่บริหารจัดการของสมองของกลุ่มทดลองหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน มากกว่ากลุ่มควบคุม

จากผลการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ย % ERD ของคลื่นแอลฟาขณะทำ RPMT ค่าเฉลี่ยความกว้างและความสูงของคลื่น P300 ขณะทำ MCST ของกลุ่มทดลองก่อนออกกำลังกายกับหลังออกกำลังกาย และระหว่างกลุ่มทดลองภายหลังออกกำลังกายกับกลุ่มควบคุม สรุปตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนแปลงของคลื่นไฟฟ้าสมองของกลุ่มทดลองภายหลังออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า ดังภาพที่ 48 กลุ่มทดลองภายหลังออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้าอย่างต่อเนื่องเป็นเวลา 2 เดือน มีค่าเฉลี่ย % ERD ของคลื่นแอลฟาสูงกว่าก่อนออกกำลังกาย และสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่ง P3 และ Pz ส่วนค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 ในกลุ่มทดลองภายหลังออกกำลังกาย น้อยกว่าก่อนออกกำลังกาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่ง F3, Fz และ F7 ค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 ในกลุ่มทดลองภายหลังออกกำลังกาย น้อยกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่ง F3 และ Fz และความสูงของคลื่น P300 ในกลุ่มทดลองภายหลังออกกำลังกายสูงกว่าก่อนออกกำลังกาย และสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ที่ตำแหน่ง F3, Fz และ F7



ภาพที่ 48 ตำแหน่งอิเล็กโทรดที่มีค่าเฉลี่ย % ERD ของคลื่นแอลฟาสูงขึ้น ค่าเฉลี่ยความกว้างของคลื่น P300 ลดลง และความสูงของคลื่น P300 เพิ่มขึ้น ของกลุ่มทดลองภายหลังการออกกำลังกายบนลู่วิ่งไฟฟ้า