

การศึกษาผลของการฝึกสมองด้วยโปรแกรม “21 Days Brainwave Classroom”

ต่อคลื่นสมองของผู้สูงอายุ

The Effect of Using “21 Days Brainwave Classroom” Training Program

on Brainwave in Elderly People

วรพล เฟิงสุวรรณ

wrp.psw@gmail.com

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ

สำนักวิชาเวชศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

ศาสตราจารย์ ดร. วิจิตร บุญยะโหดระ

vichit.pun@mfu.ac.th

สำนักวิชาเวชศาสตร์ชะลอวัยและฟื้นฟูสุขภาพ มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการฝึกบริหารสมองด้วยโปรแกรม “21 Days Brainwave Classroom” ต่อคลื่นสมองของผู้สูงอายุ มีอาสาสมัครเข้าร่วมการวิจัยจำนวน 14 คน เพศชาย 4 คน และเพศหญิง 10 คน อายุระหว่าง 61-84 ปี ก่อนเข้าร่วมการฝึกสมอง อาสาสมัครทุกคนจะถูกวัดคลื่นสมอง ได้แก่ คลื่นสมองชนิดเดลต้า (Delta) ธีต้า (Theta) อัลฟา (Alpha) เบต้า (Beta) และแกมมา (Gamma) ไว้เพื่อใช้เปรียบเทียบกับคลื่นสมองหลังการฝึก จากนั้นอาสาสมัครแต่ละคน จะทำการฝึกสมองโดยใช้โปรแกรมฯ ดังกล่าวทีละ Module ไปเรื่อยๆ โดยที่จะให้อาสาสมัครหยุดพัก 15 – 30 นาที เมื่อคิดอยู่ที่ Session ใด session หนึ่ง และไม่สามารถฝึกต่อใน Session ถัดไปได้ ก่อนเริ่มทำการฝึกใหม่ตั้งแต่ต้น จากนั้นตรวจวัดคลื่นสมอง อีกครั้ง

ผลการศึกษาพบว่า คลื่นสมองทุกชนิด มีค่าเฉลี่ยคลื่นสมองหลังการฝึกปฏิบัติมีค่าเฉลี่ยลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ นั้นหมายความว่า การฝึกบริหารสมองด้วยโปรแกรม “21 Days Brainwave Classroom” ไม่มีผลต่อคลื่นสมองของผู้สูงอายุ

คำสำคัญ: การฝึกสมอง / คลื่นสมอง

ABSTRACT

The purpose of this experimental research was to study the effect of using “21 Days Brainwave Classroom” on the brainwaves in elderly people. The sample of the study was 14 persons, which are 4 men and 10 women, aged 61-84 years old. Prior to the training, the Delta, Theta, Alpha, Beta, and Gamma brainwaves will be measured in all samples. During the training, should any sample could not proceed to the next session, he/she would be measured the brainwaves again, and allowed to break for 15 to 30 minutes. Then the second training will be done, and that sample would be measured the brainwaves again.

The result from the study shown that the average of all brainwave decreased after the training is not statistically significant. That means using “21 Days Brainwave Classroom” doesn’t affect on the brainwaves in elderly people.

Keywords: Brain Exercise / Brainwave

บทนำ

บุคคลเมื่อเข้าวัยชราแต่ละคนที่เคยเหมือนกันจะแสดงความแตกต่างกันมากขึ้นเป็นแบบฉบับ โดยเฉพาะของแต่ละบุคคล ซึ่งการเสื่อมถอยถดถอยของระบบอวัยวะใดก็ตามมักเป็นผลมาจากโรคภัยไข้เจ็บ ไม่ใช่จากความชราภาพโดยตัวเอง ความชราโดยปกติอาจไม่ปกติถ้าเพิ่มปัจจัยเสี่ยง เช่น ความดันโลหิตสูง, การสูบบุหรี่, การนั่งทำงานออฟฟิศ โดยขาดการออกกำลังกายและการดูแลตัวเองอย่างถูกวิธี ทั้งนี้ความชราโดยไม่มีโรคภัยไข้เจ็บ ซึ่งมีการถดถอยพลังในการสร้างสถานะสมดุลของอวัยวะ อาจจะไม่ได้ออกให้เกิดอาการใด ๆ หรือกระทบกระเทือนต่อกิจกรรมประจำวันแต่อย่างใด หากเข้าใจลึกซึ้งถึงสัจธรรมเหล่านี้ จะทำให้รู้ว่าทำไมคนเราจึงอายุยืนขึ้น

คนชราส่วนมาก ที่มีคุณภาพชีวิตที่ดีพอสมควร มีเพียง 35% ของคนอายุ 85 ปี ที่ไม่สามารถปฏิบัติภารกิจส่วนตัวได้ทั้งหมดและเพียง 20% ที่ต้องอยู่ในสภาพทรุดโทรม ช่วยตัวเองไม่ได้ ในรายชราที่ไม่แข็งแรงช่วยเหลือตัวเองไม่ได้นั้นจะเกิดผลข้างเคียงจากยาต่าง ๆ ในการใช้เพื่อรักษาโรคได้ง่ายขึ้น เมื่อผนวกกับภาวะเสื่อมถอยของการสร้างภาวะสมดุลของสรีระร่างกายที่มีอยู่แล้ว จึงเป็นสาเหตุหลักๆ ที่ทำให้คนชราเหล่านี้ตกเป็นเหยื่อของโรคภัยจากสิ่งแวดล้อมและผลข้างเคียง

จากยาได้ง่ายยิ่งขึ้น ดังนั้นจะเห็นว่า วิทยรานั้น มีเรื่องจะต้องทำความเข้าใจ เนื่องจากคนชราไม่ใช่แค่ ผู้ใหญ่ที่มีตัวเลขอายุมาก ๆ เช่นเดียวกับที่เราเข้าใจเกี่ยวกับเด็กที่ว่า เด็กมีผู้ใหญ่ตัวเล็ก ๆ แค่นั้น มีความแตกต่างทั้งในแง่สรีระวิทยา และอาการแสดงของโรค การแทรกซ้อนของโรคอย่างมาก ความเข้าใจที่ถูกต้องย่อมช่วยในการดูแลคนวัยชรา เป็นไปโดยถูกต้อง และได้ประโยชน์สูงสุด ในอนาคตประเทศไทยย่อมมีวัยชราที่มากขึ้นเรื่อย ๆ เป็นสัดส่วนที่มากขึ้นในสังคม ดังนั้น การมีความรู้และเน้นถึงวิทยาศาสตร์การแพทย์ในคนอายุมากจึงเป็นเรื่องสำคัญและควรค่าแก่การศึกษาให้มากขึ้น (กิตติ ตระกูลรัตนาวงศ์, 2560)

สมองเสื่อมในผู้สูงอายุ มักเกิดจากการสูญเสียในด้านการรู้คิดของสมอง ภาวะเช่นนี้ส่งผลกระทบต่อทั้งตัวผู้ป่วยเองและคนในครอบครัวที่ต้องดูแล โดยทั่วไปการดูแลรักษาโรคสมองเสื่อมมีหลายด้าน ทั้งด้านการรู้คิด ความจำ พฤติกรรมและอารมณ์ ซึ่งการดูแลด้านการรู้คิดและความจำนั้นสามารถทำได้โดยใช้ยาและไม่ใช้ยาควบคู่กัน วิธีที่ไม่ใช้ยา ได้แก่ การกระตุ้นการรู้คิดและความจำ ด้วยกิจกรรมต่างๆ

การกระตุ้นการรู้คิด (cognitive stimulation) หรือการฝึกสมอง (brain exercise) เพื่อให้ผู้ป่วยสมองเสื่อมได้ทำกิจกรรมที่มีความสนุกสนาน เป็นการกระตุ้นการคิดอ่าน สร้างสมาธิ และความจำ โดยการทำกิจกรรมกลุ่มเล็กๆ ร่วมกับผู้ป่วยรายอื่นๆ เช่น การพูดคุยถึงเหตุการณ์ในอดีตและปัจจุบัน ซึ่งจะพูดคุยในหัวข้อที่ผู้ป่วยสนใจ จัดกิจกรรมการเล่น เกมส่ายคำ เกมจับคู่ภาพ การต่อจิ๊กซอว์ หรือกิจกรรมด้านศิลปะ เช่น การวาดรูป ระบายสี ร้องเพลง เต้นรำ เป็นต้น ซึ่งการเลือกกิจกรรมต้องขึ้นกับความชอบของผู้ป่วยและความเหมาะสมกับสุขภาพร่างกายของผู้ป่วย ดังนั้นการกระตุ้นการรู้คิดนี้มีประโยชน์ต่อความจำและกระบวนการคิด ช่วยให้สามารถสื่อสารและตอบสนองกับผู้อื่นได้ดีขึ้น โดยเฉพาะกับผู้สูงอายุที่มีภาวะสมองเสื่อมในระยะแรกถึงระยะปานกลางและนำไปฝึกปฏิบัติเองเมื่ออยู่บ้านเพราะถ้ามีการฝึกฝนเป็นประจำ จะช่วยให้ผู้สูงอายุที่มีภาวะสมองเสื่อมมีคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ที่สำคัญยังช่วยให้การดูแลง่ายขึ้นด้วย (อาภาวรรณ โสภณธรรมรักษ์, 2557)

การออกกำลังกายสมองจึงเป็นกลวิธีอย่างหนึ่งที่กระตุ้นสมองได้ออกกำลัง เพราะเมื่อฝึกออกกำลังสมองบ่อยๆ สมองจะมีการหลั่งสารที่เรียกว่า นิวโรโทรฟินส์ (Neurotrophins) เปรียบเสมือน “อาหารสมอง” ที่ทำให้เซลล์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนของ เดนไดรต์ (Dendrite) ที่เชื่อมระหว่างเซลล์ประสาททำงานดีขึ้น จึงเป็นปัจจัยที่ทำให้เนื้อเซลล์เจริญเติบโตและเซลล์สมองแข็งแรง เมื่อเซลล์สมองส่วนใหญ่แข็งแรง ก็จะทำให้เกิดความจำ การรับรู้ และการทำงานของสมองระดับสูง คือ การคิดคำนวณ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ แก้ปัญหา การตัดสินใจ และการวางแผน

ที่ดีขึ้น ทำให้การทำงานของสมองยังคงประสิทธิภาพดี แข็งแรง และชะลอความเสื่อม (สุขพัชรา ชัมเจริญ, 2553)

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมองหลังการฝึกสมองด้วยโปรแกรม “21 Days Brainwave Classroom”

ขอบเขตการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาผลของการฝึกสมองด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อช่วยเพิ่มศักยภาพการทำงานของสมอง โดยวัดผลการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมอง ด้วยเครื่องวัดคลื่นสมองไร้สายแบบเคลื่อนที่รุ่น Neurosky ในกลุ่มประชากรสูงอายุที่สุขภาพดี อายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ที่มาฝึกร้องเพลงที่สมาคมนักแสดงเพลงแห่งประเทศไทย ซอยลาดพร้าว 36 แขวงลาดพร้าว เขตลาดพร้าว จังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 14 คน

กระบวนการเก็บข้อมูลของกลุ่มทดลองจะมีรายละเอียดจำแนกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. เก็บข้อมูลคลื่นสมอง ของกลุ่มอาสาสมัครก่อนการเริ่มการทดลอง เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับคลื่นสมองขณะทำการทดลอง
2. เก็บข้อมูลคลื่นสมอง โดยวัดขณะที่กลุ่มทดลองกำลังฝึกสมองด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป โดยจะวัดหลังจากทำการฝึกในแต่ละ Module แล้วเสร็จ โดยนำผลการทดลองมาหาค่าเฉลี่ยในแต่ละครั้งเปรียบเทียบกัน
3. อาสาสมัครฝึกสมองด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปซ้ำ โดยให้พักสมอง 15 - 30 นาที ก่อนเริ่มฝึกใหม่

วิธีดำเนินการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรเป็นอาสาสมัครสุขภาพดีชายหรือหญิง ช่วงอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป ที่มาฝึกร้องเพลงที่สมาคมนักแสดงเพลงแห่งประเทศไทย ซอยลาดพร้าว 36 แขวงลาดพร้าว เขตลาดพร้าว จังหวัดกรุงเทพมหานคร

กลุ่มอาสาสมัครที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์เข้าร่วมการศึกษาทั้งสิ้น จำนวน 50 คน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง ใช้สูตรคำนวณ ดังนี้

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 \sigma^2}{d^2}$$

σ = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยความแตกต่างของตัวแปรตาม ก่อนและหลังของกลุ่มทดลอง = 0.059 (อ้างอิงงานวิจัยของ ปราโมทย์ สือวิโรจนกุล, 2557)

Z_{α} = 1.645 (α = 0.05, ความเชื่อมั่น 95%)

d = ค่าความคลาดเคลื่อนที่มากที่สุด ที่ยอมให้เกิดขึ้นเมื่อนำค่าตัวอย่างไปประมาณค่าประชากร กำหนดให้ d = 0.03

$$n = \frac{1.645^2 * 0.059^2}{0.03^2}$$

$$n = 10.47$$

เผื่อ Drop-out = 20%

ดังนั้นต้องสุ่มตัวอย่างทั้งหมด 14 คน

เกณฑ์การคัดเข้า (Inclusion Criteria) มีเกณฑ์ดังนี้

1. ต้องเป็นผู้ที่มีสุขภาพดี
2. ต้องมีอายุตั้งแต่ 60 ปีขึ้นไป
3. ต้องไม่มีประวัติการบาดเจ็บที่ศีรษะหรือเคยได้รับอุบัติเหตุอย่างรุนแรง
4. ต้องไม่มีประวัติการเจ็บป่วยทางจิต หรือมีการใช้ยาทางจิตเวช หรือใช้สารเสพติดที่มีผลต่อระบบประสาท
5. ต้องมีความสามารถในการมองเห็นเป็นปกติ (สามารถสวมแว่นตาได้)
6. ต้องมีความสามารถในการฟังและได้ยินเสียงเป็นปกติ
7. ต้องความเต็มใจเข้าร่วมการทดลองและลงนามในใบยินยอมเข้าร่วมการวิจัย

เกณฑ์การคัดออก (Exclusion Criteria)

1. ผู้ที่ไม่สามารถเข้าร่วมการฝึกตามโปรแกรมที่กำหนดได้
2. ผู้ที่ไม่สามารถมาวัดผลตามเกณฑ์และเวลาที่กำหนดได้
3. ผู้ที่มีการใช้โปรแกรมพัฒนาสมองอื่นๆ ร่วมด้วยในระหว่างการฝึก

ผลการวิจัย

1. ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มอาสาสมัคร

ตารางที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มอาสาสมัคร

กลุ่มตัวอย่าง n = 14	
เพศ	
ชาย	4
หญิง	10
ช่วงอายุ (ปี)	
60.0 – 64.9	1
65.0 – 69.9	3
70.0 – 74.9	3
75.0 – 79.9	4
80.0 – 85.0	3
Mean ± SD	69.5 ± 6.5
min – max	61 – 84

จากตารางที่ 1 พบว่า กลุ่มตัวอย่างของการศึกษาคั้งนี้มีอาสาสมัครจำนวน 14 คน โดยมีข้อมูลเบื้องต้น ดังนี้ กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 28.60 และเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 71.40 มีอายุเฉลี่ยของอาสาสมัครทั้งหมด 69.5 ปี (69.5 ± 6.5 ปี) โดยอายุสูงสุด 84 ปี และต่ำสุด 61 ปี

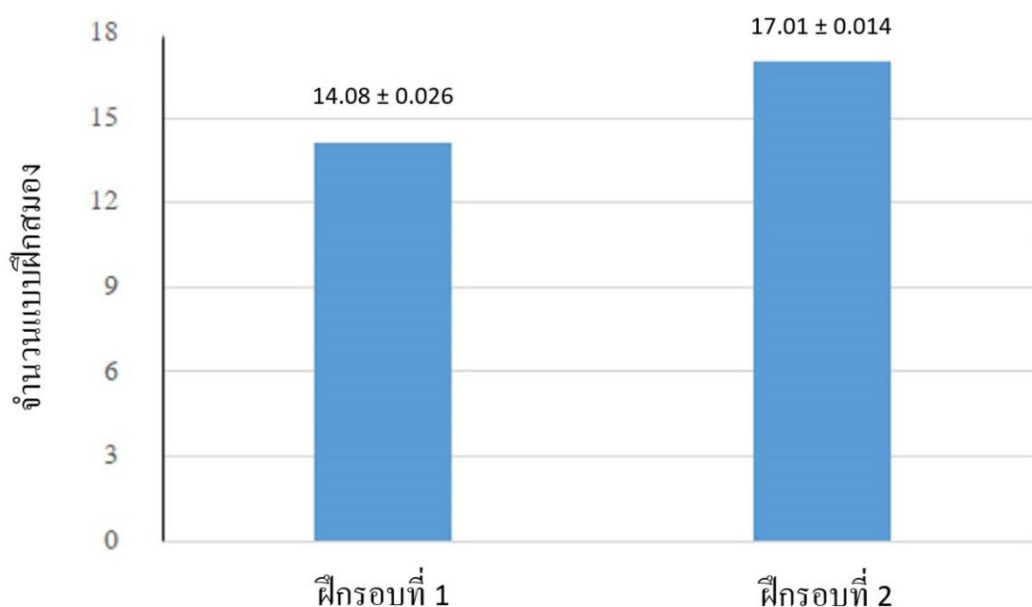
2. ผลวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการฝึกสมอง ด้วยโปรแกรม 21 Days Brainwave Classroom

ตารางที่ 2 ข้อมูลเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการฝึกสมองด้วยโปรแกรม 21 Days Brainwave Classroom

จำนวนการฝึก	n	Mean ± SD
-------------	---	-----------

	(คน)	
รอบที่ 1	14	14.08 ± 0.026
รอบที่ 2	14	17.01 ± 0.014
t;df;p-value		1.37; 27; 0.03*

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการฝึกสมองด้วยโปรแกรม 21 Days Brainwave Classroom ผลการศึกษาพบว่า ในรอบที่ 1 ค่าเฉลี่ยความสามารถของการฝึกเริ่มต้นเฉลี่ย 14.08 ± 0.0026 แบบฝึกและหลังการฝึกปฏิบัติมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น (17.01 ± 0.014) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p value = 0.03) ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ข้อมูลเปรียบเทียบผลการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการฝึกสมองด้วยโปรแกรม 21 Days Brainwave Classroom

3. ผลวิเคราะห์ข้อมูลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมองแต่ละชนิด ก่อนและหลังการฝึกสมองด้วยโปรแกรม 21 Days Brainwave Classroom

ตารางที่ 3 ข้อมูลเปรียบเทียบคลื่นสมองแต่ละชนิด ก่อนและหลังการฝึกสมองด้วยโปรแกรม 21 Days Brainwave Classroom

คลื่น	N	Mean ± SD (μV)	Difference	Paired	df	p-value
-------	---	----------------	------------	--------	----	---------

สมอง		(ก่อน, หลัง)		t test		
เดลต้า	14	(0.018 ± 0.062, 0.016 ± 0.026)	-0.003 ± 0.071	0.78	13	0.41
ธีต้า	14	(0.017 ± 0.024, 0.014 ± 0.071)	-0.004 ± 0.014	1.23	13	0.21
อัลฟา	14	(0.009 ± 0.031, 0.003 ± 0.023)	-0.006 ± 0.002	0.97	13	0.45
เบต้า	14	(0.008 ± 0.016, 0.003 ± 0.010)	-0.005 ± 0.001	1.16	13	0.27
แกมมา	14	(0.001 ± 0.026, 0.001 ± 0.032)	-0.013 ± 0.009	1.12	13	0.29

ตารางที่ 3 แสดงข้อมูลเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมองชนิดต่างๆ ก่อนและหลังการฝึกสมองด้วยโปรแกรม 21 Days Brainwave Classroom ผลการศึกษาพบว่า คลื่นสมองที่เป็นคลื่นแบบ slow wave ได้แก่คลื่นสมองชนิดเดลต้า (Delta brainwave) และธีต้า (Theta brainwave) นั้น ค่าเฉลี่ยคลื่นสมองชนิดเดลต้า (Delta Brainwave) มีค่าเริ่มต้นเฉลี่ย 0.018±0.062 และหลังการฝึกปฏิบัติมีค่าเฉลี่ยลดลง (0.0061 ± 0.0645) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p value = 0.41) ในขณะที่คลื่นสมองชนิดธีต้า (Theta Brainwave) มีค่าเริ่มต้นเฉลี่ย 0.017 ± 0.024 และหลังการฝึกปฏิบัติมีค่าเฉลี่ยลดลง (0.0138 ± 0.0534) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p value = 0.21) ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาคคลื่นสมองแบบ fast wave ได้แก่คลื่นสมองชนิดอัลฟา (Alpha brainwave) เบต้า (Beta brainwave) และแกมมา (Gamma Brainwave) นั้นพบว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นสมองชนิดอัลฟา (Alpha Brainwave) มีค่าเริ่มต้นเฉลี่ย 0.009 ± 0.031 และหลังการฝึกปฏิบัติมีค่าเฉลี่ยลดลง (0.003 ± 0.023) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p value = 0.45) ในขณะที่คลื่นสมองชนิดเบต้า (Beta Brainwave) มีค่าเริ่มต้นเฉลี่ย 0.008 ± 0.016 และหลังการฝึกปฏิบัติมีค่าเฉลี่ยลดลง (0.003 ± 0.0010) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p value = 0.27) ส่วนคลื่นสมองชนิดแกมมา (Gamma Brainwave) มีค่าเริ่มต้นเฉลี่ย 0.001 ± 0.026 และหลังการฝึกปฏิบัติมีค่าเฉลี่ยลดลง(0.001±0.032) อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p value = 0.29) ตามลำดับ

อภิปรายผลการวิจัย

1. ผลวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

งานวิจัยเรื่องการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของคลื่นสมองจากการฝึกสมองด้วย โปรแกรม 21 Days Brainwave Classroom ในกลุ่มอาสาสมัครวิจัย เพศหญิงและชาย ที่มีอายุระหว่าง 61 - 84 ปี ไม่มีประวัติโรคประจำตัวหรือการเจ็บป่วยต่างๆ เช่น โรคที่เกี่ยวข้องกับระบบประสาทและสมอง โรคที่เกี่ยวข้องกับความผิดปกติทางจิตหรือมีพฤติกรรมก้าวร้าวรุนแรง ประวัติการเข้ารับผ่าตัด

สมอง เป็นต้น อาสาสมัครต้องไม่รับประทานยา สมุนไพร หรือฮอร์โมนที่มีผลต่อสมองและคลื่นสมอง ไม่มีประวัติการสูบบุหรี่ ใช้สารเสพติดและดื่มแอลกอฮอล์ จำนวนอาสาสมัครมีทั้งสิ้น 14 คน โดยมีข้อมูลเบื้องต้นดังนี้ กลุ่มตัวอย่างเป็นเพศชาย คิดเป็นร้อยละ 28.60 และเพศหญิง คิดเป็นร้อยละ 71.40 โดยมีอายุเฉลี่ยของอาสาสมัครทั้งหมด 69.5 ± 6.5 ปี

2. ผลวิเคราะห์ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงความสามารถในการฝึกสมองด้วยโปรแกรม 21 Days Brainwave Classroom

ผลการศึกษาพบว่า ในรอบที่ 1 ค่าเฉลี่ยความสามารถของการฝึกเริ่มต้นเมื่อเปรียบเทียบกับหลังการฝึกจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p value = 0.03)

3. ผลวิเคราะห์ข้อมูลการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นของคลื่นสมองในแต่ละชนิด เปรียบเทียบก่อนและหลังการฝึกเจริญสติแบบปัญญาภายใน ในสามช่วงเวลา ทั้งแบบลืมตาและหลับตา

ผลการเปรียบเทียบข้อมูลคลื่นสมอง ก่อนการฝึกและหลังการฝึกสมองด้วยโปรแกรม 21 Days Brainwave Classroom ของคลื่นสมองที่เป็นคลื่นแบบ slow wave นั้นพบว่า ค่าเฉลี่ยคลื่นสมองชนิดเดลต้า (Delta Brainwave) มีแนวโน้มลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับคลื่นสมองชนิดธีต้า (Theta Brainwave) ที่มีแนวโน้มลดลงหลังจากการฝึกอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเช่นกัน ในส่วนของคลื่นสมองแบบ fast wave นั้นพบว่า ทั้งคลื่นสมองชนิดอัลฟา (Alpha Brainwave) เบต้า (Beta Brainwave) และแกมมา (Gamma Brainwave) มีแนวโน้มลดลงหลังจากการฝึกอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน

อภิปรายผล

จากสมมติฐานงานวิจัยที่ว่า การฝึกสมองด้วยโปรแกรม 21 days Brainwave Classroom มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมอง สามารถอภิปรายผลได้ ดังนี้

คลื่นสมองชนิดเดลต้า (Delta Brainwave) อยู่ในช่วงความถี่ระหว่าง 0.1-3 รอบต่อวินาที มักเกิดขึ้นในช่วงภาวะหลับลึก ภาวะหลับโดยที่ไม่มีกรฝันและภาวะจิตไร้สำนึก ซึ่งงานวิจัยนี้ให้ผลการศึกษาว่า คลื่นสมองชนิดเดลต้า (Delta Brainwave) มีค่าแนวโน้มลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อสิ้นสุดการฝึก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า เมื่อเริ่มการฝึกสมองด้วยโปรแกรม 21 days Brainwave Classroom มาเป็นระยะเวลาหนึ่ง การมีสติรู้ตัวมากขึ้น มีสมาธิมากขึ้น จึงส่งผลให้ค่าคลื่นสมองชนิดเดลต้า (Delta Brainwave) ลดลง ซึ่งงานศึกษาวิจัยนี้ให้ผลการวิจัยที่ไม่สอดคล้องกับงานวิจัยของ Kerdsurivong *et al.* (2014) ที่กล่าวไว้ว่า คลื่นสมองชนิดเดลต้า (Delta Brainwave) ค่อยๆเพิ่มขึ้น ในขณะที่มีสมาธิในช่วงฟังบทสวดโพชฌงค์ และงานวิจัยของ Waeobut *et al.* (2014)

ที่กล่าวไว้ว่า คลื่นสมองชนิดเดลต้า (Delta Brainwave) จะค่อยๆเพิ่มขึ้น ในขณะที่ฟังบทสวดชินบัญชร ความไม่สอดคล้องที่เกิดขึ้นนี้อาจเกิดจากวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลคลื่นสมองแตกต่างกันกับแบบที่ผู้วิจัยทำ โดยในงานวิจัยของ Kerdsurivong *et al.* (2014) และ Waeobut *et al.* (2014) นั้นเป็นการเก็บข้อมูลคลื่นสมองในระหว่างที่ฟังบทสวดมนต์ แต่งานของผู้วิจัยเก็บข้อมูลคลื่นสมองหลังฝึกสมองที่ใช้สมาธิอย่างเดียวนั้นปราศจากการฟังบทสวดมนต์แต่อย่างใด ซึ่งอาจจะทำให้ค่าคลื่นสมองมีความแตกต่างกันได้

คลื่นสมองชนิดธีต้า (Theta Brainwave) ซึ่งเป็นคลื่นสมองที่เกิดในสภาวะเมื่อสมองมีการทำงานที่ช้าลงมาก พบเป็นปกติในช่วงที่คนเราหลับหรือมีความผ่อนคลายอย่างสูง แต่ยังสามารถพบได้ในภาวะที่ไม่หลับได้ เช่น ขณะอยู่ในการภาวนาสมาธิที่ลึกในระดับหนึ่ง จากการศึกษาผู้วิจัยพบว่า คลื่นสมองชนิดธีต้า (Theta Brainwave) มีค่าลดลงหลังจากฝึกบริหารสมองด้วยโปรแกรม 21 Days Brainwave Classroom ซึ่งไม่สอดคล้องกับปาริฉัตต์ ศังขะนันท์ (2549) ที่ระบุว่าพฤติกรรมภายใต้ความถี่ของคลื่นสมองชนิดธีต้า (Theta Brainwave) เป็นลักษณะที่บุคคลเกิดสมาธิแน่วแน่ รวมไปถึงการศึกษาของ Missonnier *et al.* (2006) ที่พบว่าคลื่นสมองชนิดธีต้า (Theta Brainwave) ที่เพิ่มสูงขึ้นในขณะที่ทำกิจกรรมซึ่งใช้ความตั้งใจจดจ่อ ตามลำดับ

คลื่นสมองชนิดอัลฟา (Alpha Brainwave) ซึ่งเป็นคลื่นสมองที่ปรากฏในผู้ใหญ่ที่มีการฝึกฝนตนเองให้สงบนิ่ง ไม่ด่วนตอบสนองต่อสิ่งเร้าด้วยอารมณ์อันรวดเร็ว ให้ความใส่ใจในการไตร่ตรอง และมีความคิดเป็นระบบขึ้น จากการศึกษาผู้วิจัยพบว่าคลื่นสมองชนิดอัลฟา (Alpha Brainwave) ในขณะที่ฝึกสมองด้วยโปรแกรม 21 Days Brainwave Classroom มีค่าลดลงหลังจากการฝึกบริหารสมอง ซึ่งก็ไม่สอดคล้องกับ ปาริฉัตต์ ศังขะนันท์ (2549) ที่ระบุว่าคลื่นสมองชนิดอัลฟา (Alpha Brainwave) สามารถพบได้ในภาวะที่มีสมาธิจดจ่อกับกิจกรรมใดๆอย่างต่อเนื่องในระยะเวลาหนึ่ง และการเข้าสมาธิในระดับขั้นที่ไม่ลึกมาก ตลอดจนตรงกันข้ามกับงานวิจัยของ Dockree *et al.* (2007) ที่พบว่าคลื่นสมองชนิดอัลฟา (Alpha Brainwave) นั้นมีความสัมพันธ์กับความตั้งใจจดจ่อ โดยในขณะที่ทำกิจกรรมที่ต้องอาศัยความตั้งใจจดจ่อ ซึ่งรายงานว่าอาสาสมัครที่มีปริมาณคลื่นสมองชนิดอัลฟา (Alpha Brainwave) ที่สูงกว่าจะสามารถทำกิจกรรมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากกว่าอาสาสมัครที่มีปริมาณคลื่นสมองชนิดอัลฟา (Alpha Brainwave) ที่น้อยกว่า เป็นต้น ในขณะทำงานวิจัยนี้กลับมีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ Huang, Jung & Makeig (2007) ที่พบว่าเมื่อให้อาสาสมัครทำกิจกรรมที่ต้องใช้ความตั้งใจจดจ่อดูติดต่อกันเป็นเวลานานๆจะพบปริมาณของคลื่นสมองชนิดอัลฟา (Alpha Brainwave) ที่สูงขึ้นในช่วงที่มีการทำงานผิดพลาดสูง (ในสภาวะง่วงซึม) เมื่อเปรียบเทียบกับคลื่นสมองชนิดอัลฟา (Alpha Brainwave) ในช่วงที่มีการทำงานผิดพลาดน้อย (ในสภาวะตื่นตัว)

คลื่นสมองชนิดเบต้า (Beta Brainwave) เป็นคลื่นสมองที่มีความเกี่ยวข้องกับสภาวะที่ตื่นตัว มีการทำกิจกรรมต่างๆ รวมถึงการรับรู้ด้วยประสาทสัมผัสทั้งห้า มีความรู้สึกตื่นเต้นและมีความโดดเด่นเมื่อมีความเครียด จากการศึกษาพบว่า การฝึกสมองด้วยโปรแกรม 21 Days Brainwave Classroom มีผลในการเปลี่ยนแปลงคลื่นสมองชนิดเบต้า (Beta Brainwave) ลดลง แสดงให้เห็นว่า เมื่ออาสาสมัครมีความคุ้นเคยกับแบบฝึกสมองแล้ว การให้ความสนใจหรือการตื่นตัวนั้น จะไม่เพิ่มขึ้นไปจากเดิม

คลื่นสมองชนิดแกมมา (Gamma Brainwave) อยู่ในช่วงความถี่ระหว่าง 25-100 รอบต่อวินาที มักเกิดขึ้นในช่วงภาวะที่มีสมาธิมากหรือจิตใจจดจ่อกับการทำงาน ซึ่งงานวิจัยนี้ให้ผลการศึกษาว่า ค่าคลื่นสมองแกมมา (Gamma Brainwave) มีค่าแนวโน้มลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ หลังสิ้นสุดการฝึกสมองด้วยโปรแกรม 21 Days Brainwave Classroom ทั้งนี้อาจเป็นเพราะว่า หลังสิ้นสุดการฝึกสมองแล้วเกิดภาวะผ่อนคลาย สบายกายสบายใจ สมองไม่ได้ทำงานหรือมีการจดจ่อกับสิ่งใดๆ ส่งผลให้คลื่นสมองชนิดแกมมา (Gamma Brainwave) ลดลงอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติได้เมื่อเทียบกับก่อนการฝึกสมอง

ข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาผลการเปลี่ยนแปลงคลื่นสมองที่เกิดขึ้นจากการฝึกสมองด้วยโปรแกรม 21 days Brainwave Classroom จากงานวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยได้คิดวิเคราะห์และมีข้อเสนอแนะเพิ่มเติม เพื่อให้งานวิจัยที่จะทำในครั้งต่อไปมีครบถ้วน และสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ดังต่อไปนี้

1. ในการศึกษาครั้งต่อไป ควรมีการศึกษาวิจัยการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมองที่เกิดขึ้นในระหว่างการฝึกสมองด้วยโปรแกรม 21 days Brainwave Classroom
2. ในการศึกษาครั้งต่อไป อาจมีการเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของคลื่นสมองที่เกิดขึ้นจากการฝึกสมองด้วยโปรแกรม 21 days Brainwave Classroom กับแบบฝึกสมองโปรแกรมอื่นๆ

รายการอ้างอิง

กิตติ ตระกูลรัตนวงศ์. (2560). ความแก่นั่นเป็นใจ สาระน่ารู้เรื่องสุขภาพ โรงพยาบาลวิภาวดี.

สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2560, สืบค้นจาก http://www.vibhavadi.com/mobi/health_detail.php?id=4

ธีรพงษ์ แสงสิทธิ์. (2550). ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ได้ โดยเข้าใจสมอง. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2560, จาก

http://www.nakhamwit.ac.th/pingpong_web/Article_2.html

นงนภัส พันธุ์แจ่ม, ชนกพร จิตปัญญา. (2558). ผลของโปรแกรมการฟื้นฟูสภาพร่วมกับการบริหาร

- สมองต่อความสามารถในการปฏิบัติกิจวัตรประจำวันของผู้ป่วยบาดเจ็บที่ศีรษะ.
วารสารพยาบาลศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 22, 22-33.
- นัยพินิจ คชภักดี. (2551). พัฒนาการของสมอง (Development of the Brain). สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2560, จาก http://www.neuroscience.mahidol.ac.th/NBBC2009/NK_BrainDevelopment2008.pdf
- นัยพินิจ คชภักดี, และ นิตยา คชภักดี. (ม.ป.ป.) ขั้นตอนการเจริญเติบโตและพัฒนาของระบบประสาท. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2560, จาก <http://baby.hajjai.com/1150/>
- ปราโมทย์ สี่วีโรจนกุล. (2557). ประสิทธิภาพของการฝึกสมองผ่านทางเว็บไซต์กับการพัฒนาการรู้คิดและคลื่นสมองในผู้สูงอายุไทย. (วิทยาสตรมหาบัณฑิต), มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง, กรุงเทพฯ.
- ปาริฉัตร สังขะนันท์. (2549). *คลื่นสมองกับพลังพิเศษในตัวคุณ*. สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2560, จาก <http://www.dss.go.th/index.php/2012-06-24-18-31-45/2012-06-25-07-43-33/84-2013-06-17-02-23-18.html>
- พนิดา วิมานรัตน์, และ สุชาดา กรเพชรปานิ. (2556). การเพิ่มการเลือกสนใจภาพและเสียงของนักเรียนด้วยการออกกำลังกายแบบผสมกายจิตด้วยไม้พลอง. วิทยาการวิจัยและวิทยาการปัญญา ปีที่ 11 ฉบับที่ 1 (น. 19-32). กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยบูรพา
- พวงทอง ไกรพิบูลย์. (ม.ป.ป.). สมองใหญ่ (Cerebrum). สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2560, จาก <http://haamor.com/th/สมองใหญ่>
- พวงทอง ไกรพิบูลย์. (ม.ป.ป.). ไฮโปทาลามัส (Hypothalamus). สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2560, จาก <http://haamor.com/th/ไฮโปทาลามัส>
- โยธิน ชินวลัญช์. (2556, 17 ตุลาคม). การตรวจวินิจฉัยโรคสมองเสื่อมหรือผู้ป่วยที่เริ่มมีความผิดปกติด้านความจำเบื้องต้นให้ถูกต้องแม่นยำ. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2560 จาก <http://thailandneurology.com/dementia-diagnosis/>
- รอบทิศ ไวยสุศรี. (2557). การใช้เทคนิคเพื่อบริหารสมองเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. สืบค้นวันที่ 1 มีนาคม 2560, จาก <http://www.dpu.ac.th/dpurc/assets/uploads/public/2arsau1tx2o0og4gso.pdf>
- วิชาการ.คอม (2551, 30 มีนาคม). รู้จักกับ fMRI เครื่องสแกนสมอง. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2560, จาก <http://www.vcharkarn.com/vcafe/141326>
- สถาบันส่งเสริมและพัฒนานวัตกรรมการเรียนรู้. (ม.ป.ป.). พัฒนาการของสมอง. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2560, จาก <http://dnfe5.nfe.go.th/ilp/41003/41003-01-1.htm>
- สามารถ นิธินันท์. (ม.ป.ป.). สมองเสื่อม. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2560, จาก http://www.healthtoday.net/thailand/elderly/elder_153.html
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. (2557). รายงานการสำรวจประชากรผู้สูงอายุในประเทศไทย พ.ศ. 2557. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2560, จาก <http://service.nso.go.th/nso/nsopublish/themes/files/elderlyworkFullReport57-1.pdf>
- สุขพัชรา ชิมเจริญ. (2553). ออกกำลังกายป้องกันสมองเสื่อม. *หมอชาวบ้าน*. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2560

- จาก <https://www.doctor.or.th/article/detail/10944>
- อัญชณา จุลศิริ, เสรี ชัดแจ้ง (2557, มีนาคม). *การเพิ่มความจำขณะคิดในผู้สูงอายุ*. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2560 จาก <https://www.tci-thaijo.org/index.php/JNAE/article/viewFile/19939/17398>
- อภาววรรณ โสภณธรรมรักษ์ (2557, กรกฎาคม). *กระตุ้นการรู้คิดในผู้สูงอายุ*. สืบค้นเมื่อ 1 มีนาคม 2560 จาก <http://www.thaihealth.or.th/content/25059-กระตุ้น>
- Aamodt, S., & Wang, S. (2007). *Exercise on the brain*. The New York Times. Retrieved 1 March 2017, from
- Takeuchi, H., Taki, Y., Sassa, Y., Hashizume, H., Sekiguchi, A., Fukushima, A., & Kawashima, R. (2011). *Working memory training using mental calculation impacts regional gray matter of the frontal and parietal regions*. PLoS One, 6(8), e23175.
- Fernandaz, A., (2015). *Solving the Brain Fitness Puzzle Is the Key to Self-Empowered Aging*. Journal of the American Society on Aging Spring Vol.39 No.1, p.38 Retrieved 1 March 2017
- Aini I., Ahmad Y., Siti Z, Mai M., Mazlyfarina M., Hanani Abdul M. and Khairiah H. (2010, 7 July). *Modeling Brain Responses in an Arithmetic Working Memory Task*. Retrieved 1 March 2017, from <http://scitation.aip.org/content/aip/proceeding/aipcp/10.1063/1.3469725>
- Bert G., Roland H., Bettina. (2009, June). *Oscillatory EEG correlates of arithmetic strategy use in addition and subtraction*. Experimental Brain Research. Jun 2009, Vol. 195 Issue 4, p635-642. 8p. 2 Graphs. Retrieved on Retrieved 1 March 2017, from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19452143>
- Bigler, E., Mortensen, S., Neeley, S., Ozonoff, S., Krasny, L., Johnson, M., Lu, J., Provencal, S., McMahon, W., Lainhart, J.(2007). *Superior temporal gyrus, language function, and autism*. Dev Neuropsychol. 2007;31(2):217-38. Retrieved Retrieved 1 March 2017, from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17488217>
- Bower B. (2001, 30 June). *Fears subtract from memory, learning*. Science News Vol. 159 No. 26, p. 405 Retrieved 1 March 2017, from Journal of Experimental Psychology
- Brianbuddy. (2016). Mid Brain Activation. Retrieved 1 March 2017 from <http://brainbuddy.co/concept.php>
- Dockree, P. M., Kelly, S. P., Foxe, J. J., Reilly, R. B., & Robertson, I. H. (2007). Optimal sustained attention is linked to the spectral content of background EEG activity: greater ongoing tonic alpha (~10 Hz) power supports successful phasic goal activation. European Journal of Neuroscience, 25(3), 900-907.
- Gazzaniga, M.S. Ivry, R, and Mangun, G.R. (1998). *Cognitive Neuroscience: The Biology of Mind*. IV edition. W.W. Norton.
- Grabner, H., & Smedt, B. (2012). Oscillatory EEG Correlates of Arithmetic Strategies: A Training Study. Frontiers in Psychology, 3, 428. <http://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00428>
- Grabner, H., Ansari, D., Koschutnig, K., Reishofer, G., Ebner, F. (2013, May). *The function of the left angular gyrus in mental arithmetic: evidence from the associative confusion*

- effect*. 34(5): 1013–1024. Published online 2011 November 29. doi: 10.1002/hbm.21489. Retrieved 1 March 2017, from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22125269>
- Gupta, R. (2016). What Is Left Brain - Right Brain Theory. Retrieved on 1 March 2017 from <https://www.linkedin.com/pulse/what-left-brain-right-theory-rahul-gupta>
- Hamid, A. I. A., Yusoff, A. N., Mukari, S. Z. M. S., Mohamad, M., Manan, H. A., & Hamid, K. A. (2010). Modeling Brain Responses in an Arithmetic Working Memory Task. Paper presented at the PROGRESS OF PHYSICS RESEARCH IN MALAYSIA: PERFIK2009.
- Hebert, L. E., Scherr, P. A., Bienias, J. L., Bennett, D. A., & Evans, D. A. (2003). Alzheimer disease in the US population: prevalence estimates using the 2000 census. *Archives of neurology*, 60(8), 1119-1122.
- Herrejon, I. (2016). Introduction to Neuroanatomy - Part 3 (Brain Structures - Telencephalon and Diencephalon). Retrieved from <http://hbookreviews.blogspot.com/2016/09/introduction-to-neuroanatomy-part-3.html>
- Hyungkyu, K., Jangsik, C., & Eunjung, L. (2009). EEG Asymmetry Analysis of the Left and Right Brain Activities During Simple versus Complex Arithmetic Learning. *Journal Of Neurotherapy*, 13(2), 109-116. doi:10.1080/10874200902885852
- Huang R. S., Jung T. P., Makeig S. (2007). Event-Related Brain Dynamics in Continuous Sustained-Attention Tasks. In *Foundations of augmented cognition, international conference on Foundations of Augmented Cognition* (pp. 65-74), Berlin, Heidelberg: Springer
- Irving, J. (1996). The Effects of PACE on Self-reported Anxiety and Performance in First-year Nursing Students. Retrieved on 1 March 2017 from <https://ir.library.oregonstate.edu/xmlui/bitstream/handle/1957/34585/IrvingJanLouise1996.pdf?sequence=3>
- Jensen, E. (2016). Teaching with the Brain in Mind. Retrieved on 1 March 2017 from <http://www.ascd.org/publications/books/104013/chapters/Meet-Your-Amazing-Brain.aspx>
- Julian, R. (2013, 24 June). *Surge in 'digital dementia'*. Retrieved 1 March 2017 from <http://www.telegraph.co.uk/news/worldnews/asia/southkorea/10138403/Surge-in-digital-dementia.html>
- Kawashima, R., Okita, K., Yamazaki, R., Tajima, N., Yoshida, H., Taira, M., Usui, N. (2005). Reading aloud and arithmetic calculation improve frontal function of people with dementia. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(3), 380-384.
- Koester, C. F. (2000). Brain Gym and Its Effect on Reading Abilities. Retrieved on 1 March 2017 from <http://www.movementbasedlearning.com/articles/articles/readingproject.html>
- Manousos A., Kanatsouli, Kasia A., Ioannis B., Fabio T., Vassiliki B., Panagiotis D., Sifis. (Aug 2013). *A Graph Theoretical Approach to Study the Organization of the Cortical Networks during Different Mathematical Task*: PLoS ONE. Aug2013, Vol. 8 Issue 8, p1-10. 10p. Retrieved 1 March 2017

- Missonnier, p., Deiber, M. p., Gold, G., Millet, p., Gex-Fabry Pun, M., Fazio-Costa, L., Ibanez, V. (2006). Frontal theta event-related synchronization: comparison of directed attention and working memory load effects. *J Neural Transm (Vienna)*, 113(10), 1477-1486.
- Mitchell, G. (2016). *The Architecture of Memory*. Retrieved 1 March 2017 from <http://www.mind-development.eu/architecture.html>
- Pereira AC1, Huddleston DE, Brickman AM, Sosunov AA, Hen R, McKhann GM, Sloan R, Gage FH, Brown TR, Small SA. (2007, Mar 27). *An in vivo correlate of exercise-induced neurogenesis in the adult dentate gyrus*. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2007 Mar 27;104(13):5638-43. Epub 2007 Mar 20. Retrieved 1 March 2017 from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17374720>
- Richard, D. (1992). *Anterior cerebral asymmetry and the nature of emotion*. *Brain and Cognition*, 125-151.
- Rütsche, B., Hauser, T. U., Jäncke, L., & Grabner, R. H. (2015). When problem size matters: differential effects of brain stimulation on arithmetic problem solving and neural oscillations. *PloS one*, 10(3), e0120665.
- Styer, S. (2015, 3 April). Dairy to Doctor: My Brainwaves Look Like What?. Retrieved on 1 March 2017 from <https://r.umn.edu/admissions/undergraduate-admissions/contact-admissions/my-umr-story/sarah/my-brainwaves-look-what>
- Takeuchi, H., Taki, Y., Sassa, Y., Hashiura, H., Sekigushi, A., Fukushima, A., Kawashiwa, R. (2011). Working Memory Training Using Mental Calculation Impacts Regional Gray Matter of the Frontal and Parietal Regions. Retrieved on 1 March 2017 from <http://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0023175>
- Thomas, M. (2012). The Effect of Different Movement Exercises on Cognitive and Motor Abilities. *Advances in Physical Education*, 2(4), 172-178.
- Tracy A, Maria P. (2010, 8 October). The relationship between working memory, IQ, and mathematical skills in children. *Learning and Individual Differences* Volume 21, Issue 1, February 2011, Pages 133–137 Retrieved on 1 March 2017, from <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1041608010001184>
- Uchida, S., Kawashima, R. (2008). *Reading and solving arithmetic problems improves cognitive functions of normal aged people: a randomized controlled study*. *Age*, 30(1), 21-29.
- Vernon, D., Egner, T., Cooper, N., Compton, T., Neilands, C., Sheri, A., & Gruzelier, J. (2003). The effect of training distinct neurofeedback protocols on aspects of cognitive performance. *International Journal of Psychophysiology*, 47(1), 75-85.
- Yaguez, L., Shaw, K. N., Morris, R., & Matthews, D. (2011). The effects on cognitive functions of a movement-based intervention in patients with Alzheimer's type dementia: a pilot study. *Int J Geriatr*

Psychiatry, 26(2), 173-181. doi:10.1002/gps.2510

Warrier, C., Wong, P., Penhune, V., Zatorre, R., Parrish, T., Abrams, D., & Kraus, N. (2009). *Relating structure to function: Heschl's Gyrus and acoustic processing*. *The Journal of Neuroscience*, 29(1), 61–69.

Retrieved 1 March 2017, from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19129385>