

חיזוק גלי המוח משפר את הזיכרון

Richard J. Addante^{1*}, Mairy Yousif¹, Rosemarie Valencia², Constance Greenwood² | Raechel Marino²

¹המחלקה לפסיכולוגיה, המכון הטכנולוגי של פלורידה, מלבורן, פלורידה, ארה"ב
²המחלקה לפסיכולוגיה, האוניברסיטה של מדינת קליפורניה, סן ברנרדינו, סן ברנרדינו, קליפורניה, ארה"ב

סוקרים צעירים

SCARLETT

גיל: 11



האם אי פעם רציתם לשפר את זיכרונכם? או שהתאמצתם לזכור את מה שלמדתם? הזיכרון עושה שימוש בדפוסים מיוחדים של פעילות במוח. בניסוי שערכנו, בָּחַנו דרך חדשה ליצור דפוסים של גלי מוח המסייעים לזיכרון. ביקשנו לבדוק אם נוכל לשפר את הזיכרון על ידי שימוש באורות ובצלילים המלמדים את גלי המוח להסתנכרן. לצורך כך ביקשנו מהמשתתפים להרכיב משקפי מגן מיוחדים שיצרו הבזקי אור, וכן אוזניות שהשמיעו קולות צפצוף. אלה אָמְנו את המוח בתהליך שנקרא סִנְכְרוֹן. הסנכרון מביא את המוח למצב של תיאום בדפוס מסוים של גלי מוח, המכונה תְּטָא. נמצא כי לאנשים שמוחותיהם אומנו להיות בתיטא, היה זיכרון טוב יותר בהשוואה לאנשים שמוחותיהם לא היו מאומנים בכך. למדנו כי סנכרון הוא דרך חדשה ומגניבה לשיפור הזיכרון.

זיכרון וגלי מוח

זיכרון הוא דבר חשוב בחיי היומיום. הוא מסייע לנו בדברים רבים, כמו לזכור להכין את שיעורי הבית שלנו, או לדעת את התשובות במבחן. מרבית הפעמים, נִשְׁכַּח היא דבר תקין,

תאי עצב (Neurons)

מכונים גם נוירונים. אלה הם תאים במערכת העצבים הכוללים תאים במוח ובחוט השדרה, אשר שולחים (ומקבלים) אותות חשמליים מתאים אחרים.

תדר (Frequency)

בהקלטת המוח, כמה פעמים אות (או גל) מתרחש בשנייה.

הרץ (Hertz)

היחידה הבסיסית למדידת תדר, או, כמה פעמים אות (או גל) מתרחש בשנייה. הקיצור הוא (Hz).

גלי מוח בתדר תטא (Theta Brain Waves)

גלי מוח איטיים, בתדר של 4-6 Hz. נפוצים בשינה, בעת רגיעה ובזמן מדיטציה עמוקה.

גלי מוח בתדר בטא (Beta Brain Waves)

גלי מוח מהירים, בתדר של 12-16 Hz. מקושרים בדרך כלל לערות ולמודעות.

סנכרון (Entrainment)

תיאום של גלי מוח לגירויים חיצוניים העשויים לכלול הבזקי אור או קול בתדרים מסוימים. הסנכרון מנחה את המוח בעדינות ובביטחון לדפוסים מסוימים של גלי מוח.

רעש לבן (White Noise)

אות אקראי, כמו הישלגי שמופיע על מסך הטלוויזיה כשאין אות, או תחנת רדיו לא מכוונת שבה שומעים רק רעשים סטטיים.

אך לעיתים היא עלולה להיגרם בְּשָׁל נזק למוח, או עקב מחלות מסוימות. בניסויים שערכנו חקרנו את הגרסה ארוכת-הטווח של הזיכרון, הכוללת דברים כמו לזכור את חוויית היום הראשון בבית הספר, או מסיבת יום הולדת של חבר. הזיכרונות הללו מתרחשים במוח בזכות דפוסי הפעילות של תאי מוח באזורים שונים, הפועלים יחד כדי לזכור. תאי המוח, המכונים **תאי עֶצֶב**, שולחים אותות חשמליים בינם לבין עצמם ברצפים מדויקים, כמו חברים שמשחקים ביניהם 'מְסִירוֹת' בכדור, הלוך ושוב. במוח יש מיליוני תאי עצב, ודפוסי הפעילות החשמלית של התאים הללו מכונים גלי מוח. הם כמו גלים בחוף הים: יכולים להיות גדולים או קטנים, מהירים או איטיים. מהירות גלי המוח מכונה **תדר**, והיא נמדדת ביחידות הנקראות **הֶרֶץ** (Hz). הֶרֶץ מורה לנו כמה פעמים גלי המוח מתרחשים בשנייה אחת. כדי לפשט זאת, בדרך כלל מתייחסים אל גלי המוח בשמות. אחד מגלי המוח האיטיים ביותר מכונה **תטא**, והוא מתרחש ארבע עד שמונה פעמים בשנייה (4–8 Hz). זאת כאשר אנשים רגועים מאוד, או במהלך השינה. גל מוח מהיר יותר המכונה **בטא** מתרחש בין 12 ל-16 פעמים בשנייה (12–16 Hz), בדרך כלל כשאנשים ערים ונמצאים במצב של מודעות.

האם ניתן לאמן את המוח כך שיפעל על גלי מוח מסוימים?

ניתן לשנות את דפוסי הקצב של פעילות המוח באמצעות תהליך המכונה **סנכרון**. כלומר, ביכולתנו לאמן את המוח לפעול בתדרים שונים. זה כמו לגרום ללהקה לנגן יחד במהירות גבוהה יותר או נמוכה יותר, או כמו לכוון את הרדיו לתחנה מסוימת. סנכרון פועל בכך שמספקים למוח קלטים, כמו צלילים או אורות, בתדירות שבה אנו רוצים שיפעל. ביכולתנו לעשות זאת באחת משתי דרכים: על ידי שימוש במשקפי מגן המהבהבים בתדירויות המדויקות שבהן אנו מעוניינים שהמוח יהיה, או להשתמש באוזניות כדי לנגן צלילים (צפצופים) בתדירות המדויקת. השיטות הללו מסוגלות לסנכרן את המוח בלי לפגוע בו.

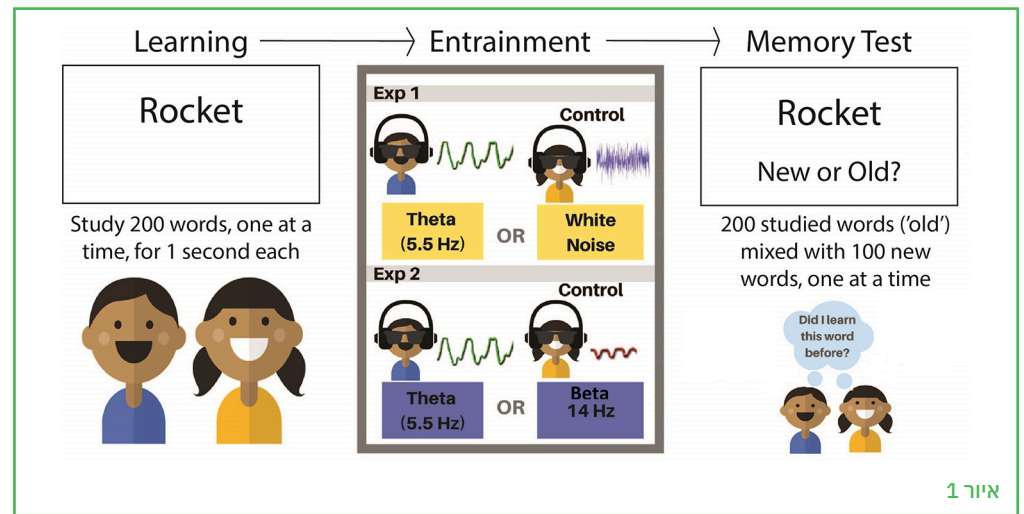
במחקר שערכנו, ביקשנו לבחון אם הסנכרון יכול לשפר את הזיכרון על ידי חיזוק גלי הטיטא. חשבנו לעשות זאת משום שמחקרינו הקודמים הראו כי גלי הטיטא מתרחשים ממש לפני שאדם מצליח לזכור משהו בצורה נכונה [1]. זה היה מפתיע ומרגש עבור מדענים, כיוון שממצאינו הצביעו על כך שניתן לשפר את הזיכרון על ידי שינוי פעילות המוח המתרחשת ממש לפני שנזכרים – תארו לעצמכם! האם חיזוק של גלי טיטא באמת עשוי לשפר את מה שאנשים זוכרים? צפינו כי חיזוק גלים אלה באמצעות סנכרון שמיעתי וראייתי יוביל לשיפור בזיכרון.

כיצד בדקנו את הנחות המחקר שלנו?

במטרה לבחון אם חיזוק גלי הטיטא משפר את הזיכרון, ביצענו שני ניסויים. בניסוי הראשון, ערכנו השוואה בין חיזוק של גלי טיטא ובין חיזוק דפוסים אקראיים, המכונים **רעש לבן**. בניסוי השני, השווינו בין חיזוק של גלי טיטא ובין חיזוק גלי בטא. בשני הניסויים, בשלב הראשון המשתתפים למדו רשימה של 200 מילים, מילה אחר מילה. לאחר מכן, הם ביצעו מבחן זיכרון שבו שילבנו את המילים הללו עם 100 מילים חדשות. כאשר המילים הופיעו בפניהם, כל מילה בתורה, המשתתפים התבקשו לזכור אם למדו את המילה בחלק הראשון של הניסוי. בין הלמידה למבחן הזיכרון היה פרק זמן בן 36 דקות שבו בוצע סנכרון ראייתי ושמיעתי בעזרת אוזניות ומשקפי מגן, כפי שמתואר באיור 1. משקפי המגן חסמו הכול פרט

לאורות המהבהבים, והאוזניות חסמו כל צליל פרט לאלה שהשמענו. יכולנו לשלוט בעוצמת השמע ובבהירות האורות. סוג הגירוי השמיעתי-ראייתי היה תלוי בקבוצה שאליה השתייכו המשתתפים – הם חולקו לקבוצות שראו ושמעו גלי תיטא, גלי בטא, או דפוסים אקראיים.

איור 1



איור 1

ניסוי הזיכרון שלנו הכיל שלושה חלקים. בשלב הראשון, המשתתפים למדו מילים שהופיעו על מסך מחשב, מילה אחת בכל פעם. בשלב השני, הם יצאו להפסקה שבמהלכה עברו 36 דקות של סנכרון מוח שהורכב מאורות ומצלילים. בשלב השלישי, המשתתפים ענו על מבחן זיכרון שבו הוצגו להם מילים שלמדו, בשילוב עם מילים חדשות. הם התבקשו לזכור אם ראו כל מילה בשלב הראשון של הניסוי – לימוד המילים, ותייגו אותה כ'חדשה' או כ'ישנה'. מקרא (משמאל לימין ומלמעלה למטה): למידה – המילה 'טיל' – למדו 200 מילים, אחת בכל פעם, הקדישו שנייה ללימוד כל מילה. הפוגה – ניסוי 1 – תיטא (5.5 Hz) או רעש לבן – בקרה. ניסוי 2 – תיטא (5.5 Hz) או בטא (14 Hz) – בקרה. מבחן זיכרון – טיל – מילה חדשה או ישנה? – 200 מילים 'ישנות' שנלמדו עורבבו עם 100 מילים חדשות, אחת בכל פעם – האם למדתי את המילה הזו בעבר?

רשמת מוח חשמלית

(אֵלֶקְטְרוֹאֵנְצֶפְלוֹגְרַם, EEG,

Electroencephalogram)

שיטה למדידת הפעילות החשמלית במוח. במסגרתה עושים שימוש בכובע עם חיישנים המכונים אלקטרוודות, שאותו הנבדק חובש לראשו.

בניסוי הראשון בדקנו 50 אנשים (26 נשים ו-24 גברים, בטווח הגילים שבין 18 ל-25). חילקנו אותם בצורה שווה לשתי קבוצות. הקבוצה הניסיונית קיבלה אורות וצלילים שהמריצו את גלי התיטא (5 Hz). קבוצת הביקורת קיבלה דפוס אקראי של אורות מהבהבים ושל צלילים (רעש לבן), והשתמשנו בקבוצה זו לְשֵׁם השוואה. אף אחד מהמשתתפים לא ידע לאיזו קבוצה הוא משתייך. בניסוי השני, בדקנו 40 אנשים חדשים (22 נשים ו-18 גברים, בטווח הגילים שבין 18 ל-26). שוב, הפרדנו אותם לשתי קבוצות שקיבלו דפוסים סנכרון שונים. הפעם, קבוצה אחת קיבלה סנכרון תיטא (5 Hz), והקבוצה השנייה קיבלה סנכרון בטא (14 Hz). עשינו זאת כדי לבחון אם אימון של דפוסים מוח אחרים גם משפר את הזיכרון, או אם שיפור הזיכרון קשור באופן פרטני לתיטא.

אולם, איך נוכל לדמות את מה שמתרחש בתוך מוחותיהם של המשתתפים בלי להיכנס אל תוך ראשיהם? **רשמת מוח חשמלית (אֵלֶקְטְרוֹאֵנְצֶפְלוֹגְרַם, EEG)**, היא דרך בטוחה למדוד את הפעילות החשמלית המיוצרת על ידי גלי המוח, ללא צורך לבצע ניתוח. בשיטה זו הנבדק מתבקש לחבוש לראשו כובע בעל חיישנים בשם אֵלֶקְטְרוֹוּדוֹת [2]. מדענים יכולים להשוות תוצאות של בדיקות EEG כאשר אנשים מצליחים לזכור משהו בצורה נכונה, לעומת כאשר אותם אנשים שוכחים. ההבדלים בתוצאות מספרים לנו כיצד נראית פעילות המוח עבור זיכרון. במחקרנו הקודמים מצאנו כי גלי תיטא בחלק הקדמי של המוח הקדימו זיכרון מוצלח. לכן, בניסויים שערכנו במחקרנו כעת, חיפשנו פעילות תיטא בחלק הקדמי של המוח במהלך הניסוי, כאשר אנשים היו בתהליך הזכרון.

האם התחזיות שלנו היו נכונות? (התראת ספּוֹיֵלֶר: כן!)

הניסוי הראשון שלנו הראה כי לקבוצה שקיבלה סנכרון גלי תיטא היה זיכרון טוב יותר מאשר לקבוצה שקיבלה רעש אקראי (איור – איור 2). זה מצביע על כך שגירוי שמיעתי-ראייתי בטווח התיטא שיפר את הזיכרון. אך כיצד אנו יודעים שהיה זה סנכרון התיטא שיצר את

איור 2

ממצאי הניסויים שערכנו.

בניסוי הראשון (Exp. 1), הקבוצה שקיבלה סנכרון מוח מסוג טיטא השיגה ציונים טובים יותר במבחן הזיכרון מאשר הקבוצה שקיבלה רעש לבן.

בניסוי השני (Exp. 2) הקבוצה שקיבלה סנכרון מוח מסוג טיטא השיגה ציונים טובים יותר במבחן הזיכרון מאשר הקבוצה שקיבלה סנכרון בטא. ההבדל בין מצבי הסנכרון היה משמעותי מבחינה סטטיסטית, כלומר, להבדלים הללו הייתה סבירות של פחות מ-5% להתרחש בצורה אקראית. הקוויים בראש כל עמודה מציינים את שגיאת התקן של הממוצע, והם מראים עד כמה נתוני הניסוי חורגים מהממוצע.

מקרא:

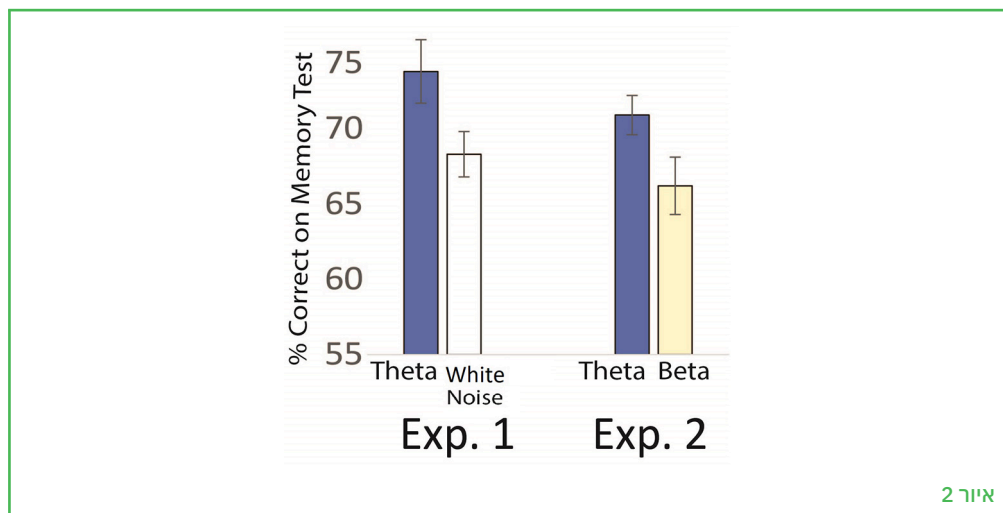
= Correct memory test
אחוזי ההצלחה במבחן הזיכרון;

Theta = טיטא;

White noise = רעש לבן;

Beta = בטא.

ההבדל? כאן נכנס לתמונה הניסוי השני שלנו. רצינו לבדוק אם הזיכרון השתפר כאשר המרצנו את גלי הבטא, או אם ההשפעה הייתה ייחודית לקבוצת הטיטא. תוצאות הניסוי השני הצביעו על כך שרק הקבוצה שקיבלה את המרצת גלי הטיטא הפגינה שיפורים בזיכרון: הקבוצה שקיבלה את גירוי הבטא לא הראתה שיפור בזיכרון (איור 2).



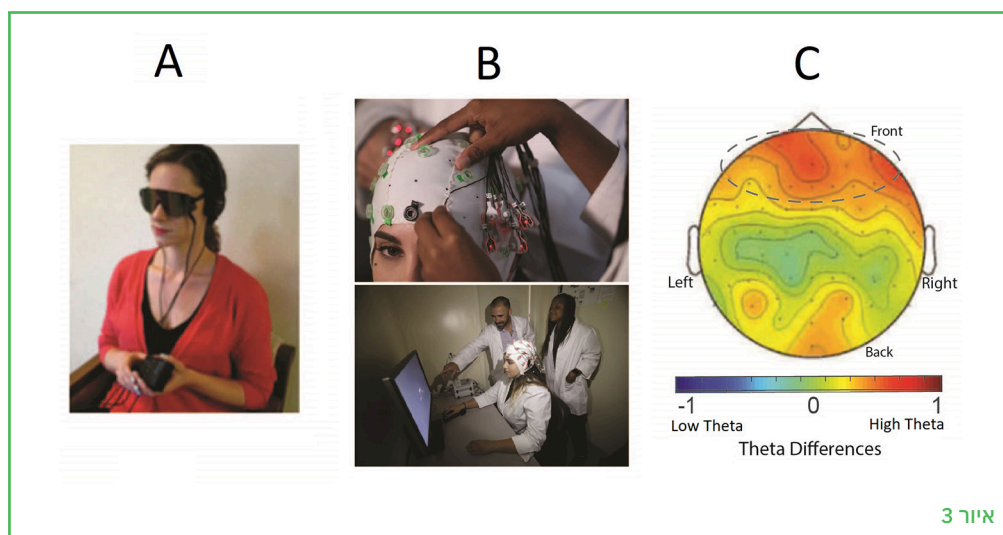
איור 2

תוצאות ה-EEG הראו כי גלי המוח של אנשים הומרצו באותם הדפוסים שהמשתתפים קיבלו ממכשירי הסנכרון (איור 3). כלומר, באנשים שקיבלו סנכרון טיטא נצפו גלי טיטא מוגברים במהלך מבחן הזיכרון, ובאותו האופן, סנכרון הבטא הגביר את גלי הבטא (אך חשוב לציין כי הגלים שהוזרמו לא שיפרו את הזיכרון). משמעות הדבר היא שהסנכרון פעל לשינוי המוח.

איור 3

המשך תיאור הניסוי

ותוצאותיו. (A) לאחר שלמדו את המילים, המשתתפים קיבלו סנכרון שמייעתי-ראייתי לגלי המוח שלהם באמצעות גירויים בתדר טיטא (4-6 Hz) או בתדר בטא (14 Hz). **(B)** במהלך מבחן הזיכרון, גלי המוח של המשתתפים הוקלטו באמצעות ה-EEG. **(C)** הקבוצה שקיבלה גירוי טיטא הפגינה פעילות טיטא גבוהה יותר במהלך מבחן הזיכרון מאשר קבוצת הבטא. מפת המוח הזו (שנראית כאילו אנו מסתכלים על המוח מלמעלה), מראת הבדלי טיטא בזמן הזכירה: הפחתה בין קבוצות משתתפים שקיבלו חיזוק גלי טיטא או גלי ביטא לפני כן. סולם הצבעים מציג פעילות טיטא במהלך מבחן הזיכרון. ההבדלים העיקריים נצפו באתרים הקדמיים, המוקפים בעיגול. מקרא (משמאל לימין ומלמעלה למטה): Left = שמאל; Front = קדימה;



איור 3

מסקנות וסיכום

גילינו כי סנכרון יכול להשפיע בצורה בטוחה על גלי המוח, לשיפור הזיכרון. כידוע, לכל מחקר ישנן נקודות חוזק ונקודות חולשה. אחת מנקודות החוזק של המחקר שלנו היא שעשינו שימוש בשני ניסויים ובקבוצות ביקורת טובות כדי לערוך השוואות, וכך שללנו את

;ימין = Right
;אחורה = Back
= Theta Differences
;שינויים בטיטא
;טיטא נמוכה = Low Theta
;טיטא גבוהה = High Theta

האפשרויות האחרות. הממצאים אומנם מְרגשים, אך עדיין ישנה עבודה רבה לעשות. לדוגמה, אחת המגבלות היא שאיננו יודעים מהו הזמן המינימלי הנדרש כדי שהסנכרון יפעל, כיוון שבדקנו רק 36 דקות של סנכרון. כמו כן איננו יודעים עדיין כמה זמן נמשך השיפור בזיכרון. חשוב לציין שטרם בדקנו זאת על ילדים, וייתכן גם כי האורות המהבהבים שבהם עשינו שימוש אינם בטוחים עבור אנשים החולים במחלת הנפילה (אפילפסיה). עָלֵינו גם לזכור שלמרות שהראינו כי אימון גלי הטיטא שיפר את תוצאות הזיכרון מאוחר יותר, וגרם להמרצת פעילות הטיטא במוח בזמן פעילות הַזְכִּירָה, אין זה אומר בהכרח שפעילות הטיטא המוגברת בחלק הזיכרון של הניסוי גרמה לזיכרון משופר. הממצא רק מעיד על כך שהסנכרון שיפר הן את הזיכרון הן את גלי הטיטא המאוחרים. עם זה מחקרים אחרים הראו כי גלי מוח שונים (כמו למשל טיטא), יכולים להשפיע על ציוני הזיכרון [1, 3–5].

לממצאים הללו ישנם מגוון יישומים אפשריים מְרגשים בעתיד. אחת התקוות היא שנוכל להשתמש במכשירי סנכרון כדי לסייע לאנשים הסובלים מהפרעות בזיכרון. לדוגמה, ייתכן כי סנכרון יכול לסייע לאנשים מבוגרים ששוכחים הרבה דברים; אנשים שחוו פגיעות ראש, או אנשים המתמודדים עם מחלות המשפיעות על הזיכרון [3–5]. סנכרון גלי המוח עשוי גם לעזור לאנשים לשפר את תפקוד הזיכרון שלהם במצבים רגילים. כך למשל, לסייע לאנשים לשפר את ביצועיהם בבית הספר, בספורט או בעבודה. לדוגמה, ניתן יהיה אולי להשתמש בסנכרון כדי לעזור לאסטרונוטים הטסים לחלל להימנע מטעויות הקשורות לזיכרון! בימים אלו אנו עורכים מחקרים העוסקים באפשרויות הללו. עָקְבו אחרינו – ייתכן שכדי ללמוד ולזכור טוב יותר פשוט צריך להיות 'בראש הנכון'. אז – 'חשבו טיטא'!

תודות

הכותבים מודים על התמיכה בעבודה זו על ידי מענק 1, L30 NS112849-01, מטעם המכונים הלאומיים לבריאות בארה"ב (NIH), ומענק 2, L30 NS112849-02, מטעם המכונים הלאומיים לבריאות והמשרד למעורבות בקהילה באוניברסיטה של מדינת קליפורניה, סן ברנרדינו (CSUSB). אנו מודים מאוד על עבודתם של הדוקטורים Brooke Roberts, Alex Clarke ו-Charan Ranganath בניסוי המקורי, וכן על תרומתם החיובית של כל העורכים המדעיים, המנחים המדעיים והסוקרים הצעירים. בכלל זה, תודתנו לסוקרת בוגרת נוספת, Sierra בת ה-19 מפורט וואלי, וירג'יניה, ארה"ב, שמתעניינת במקצועות ה-STEM (מדעים, טכנולוגיה, הנדסה ומתמטיקה) ואוהבת את תחום מדעי הסביבה.

מקורות

1. Addante, R. J., Watrous, A. J., Yonelinas, A. P., Ekstrom, A. D., and Ranganath, C. 2011. Pre-Stimulus theta activity predicts correct source memory retrieval. *Proc Natl Acad Sci USA*. 108:10702–7. doi: 10.1073/pnas.1014528108
2. van Atteveldt, N., Janssen, T. W. P., and Davidesco, I. 2020. Measuring brain waves in the classroom. *Front Young Minds*. 8:96. doi: 10.3389/frym.2020.00096
3. Hanslmayr, S., Axmacher, N., and Inman, C. S. 2019. Modulating human memory via entrainment of brain oscillations. *Trends Neurosci*. 42:485–99.

doi: 10.1016/j.tins.2019.04.004

4. Eschmann, K. C. J., Bader, R., and Mecklinger, A. 2020. Improving episodic memory: frontal-midline theta neurofeedback training increases source memory performance. *NeuroImage*. 222:117219. doi: 10.1016/j.tins.2019.04.004
5. Addante, R. J., Ranganath, C., Olichney, J., and Yonelinas, A. P. 2012. Neurophysiological evidence for a recollection impairment in amnesia patients that leaves familiarity intact. *Neuropsychologia*. 50:3004–14. doi: 10.1016/j.neuropsychologia.2012.07.038

פורסם אונליין: 23 באפריל 2025

נערך על ידי: Jay Hegdé

מנחים מדעיים: Felicia Jefferson | Tadd Patton

ציטוט: Addante RJ, Yousif M, Valencia R, Greenwood C | Marino R (2025) חיזוק גלי המוח משפר את הזיכרון. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2021.605677-he

תורגם והותאם מ: Addante RJ, Yousif M, Valencia R, Greenwood C and Marino R (2021) Boosting Brain Waves Improves Memory. *Front. Young Minds* 9:605677 doi: 10.3389/frym.2021.605677

הצהרת ניגוד אינטרסים: המחברים מצהירים כל המחקר נערך בהעדר כי קשר מסחרי או פיננסי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

זכויות יוצרים © 2021 Addante, Yousif, Valencia, Greenwood | Marino 2025. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

סוקרים צעירים

SCARLETT, גיל: 11

היי, אני Scarlett! הדברים האהובים עליי הם קריאת ספרים, החתול השמן שלי וסרטי אַנִימֶה! הספרים האהובים עליי הם ספרים היסטוריים, ספרי עיון ופנטזיה. אני גם אוהבת להיות בחוץ ולצאת לטיולים רגליים עם משפחתי ולמיני-חופשות, כלומר, למצוא משהו כיפי לעשות בסופי השבוע.

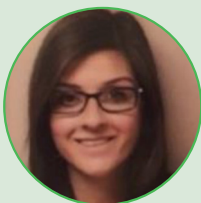
הכותבים

RICHARD J. ADDANTE

Addante J. Richard הוא פרופסור לפסיכולוגיה במכון הטכנולוגי של פלורידה. למד פסיכולוגיה בקולג' של ניו-ג'רזי, ושיחק במסגרת התאחדות האתלטיקה הלאומית של הקולג'יים (NCAA). לאחר מכן, קיבל דוקטורט במדעי המוח מאוניברסיטת קליפורניה בדיוויס כעמית מגוון של האגודה האמריקנית לפסיכולוגיה (APA). Richard הוא האדם הראשון במשפחתו שהמשיך ללימודים גבוהים. לימים היה



לפסיכולוג הראשון שהצטרף כחבר צוות למחקר הפסיכולוגי הגדול ביותר של נאס"א למסע לעומק החלל אל מאדים (HERA). הוא גם טייס ואב טרי. יש לו שלוש חיות מחמד: כלב גרייהאונד בשם Juno, גור בשם Rookies ולטאת נקו. *Raddante@fit.edu



MAIRY YOUSIF

Mairy Yousif קיבלה את התואר הראשון שלה בפסיכולוגיה מאוניברסיטת רייסון, האוניברסיטה המטרופוליטית של טורונטו, אונטריו, קנדה, ולאחר מכן את התואר השני בפסיכולוגיית בריאות קלינית מאוניברסיטת משיגן בדירבורן, משיגן, ארה"ב. כיום, היא עובדת לקבלת דוקטורט בפסיכולוגיה קלינית במכון הטכנולוגי של פלורידה, ומתמקדת בעיקר בנוירו-פסיכולוגיה קלינית. בעתיד, מקווה להיות ניירו-פסיכולוגית מוסמכת ולעבוד עם מבוגרים המתמודדים עם הפרעות ניורולוגיות שונות.



ROSEMARIE VALENCIA

Rosemarie Valencia היא בוגרת האוניברסיטה של מדינת קליפורניה, סן ברנרדינו, שם קיבלה תואר בפסיכולוגיה. עבדה כעוזרת מחקר על פרויקטים החוקרים רישומי EEG ניידים של טייסים המטיסים מטוסים קטנים, ושל אנשים בסביבות-קיצון.



CONSTANCE GREENWOOD

Constance Greenwood היא בוגרת האוניברסיטה של מדינת קליפורניה, סן ברנרדינו, שם עבדה כעוזרת מחקר בפרויקט מְבַצְעֵי המשימה לסביבות-קיצון של נאס"א (NEEMO), במעבדה של ד"ר Addante. בימים אלו היא לומדת לקבלת התואר השני בפסיכולוגיה באוניברסיטה של מדינת קליפורניה, סן ברנרדינו (CSUSB). כמו כן, היא חובבת צילום.



RAEHEL MARINO

Raechel Marino היא בוגרת האוניברסיטה של מדינת קליפורניה, סן ברנרדינו, שם עבדה כעוזרת מחקר בפרויקט מְבַצְעֵי המשימה לסביבות-קיצון של נאס"א (NEEMO), במעבדה של ד"ר Addante. כיום היא רשומה לתוכנית לטכנולוגיה ניירו-אבחונית דרך קולג' קונקורד לקריירה, כדי להיות טכנולוגית בתחום EEG.

מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem



הוצאת פרונטירז מדע לצעירים ישראל
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK



קרן משפחת
שעשוע
Sashua Family Foundation