

התעורר, מוח! שימוש בחשמל במטרה לחשוב ולהרגיש אחרת

Mary A. Berg, Audrey M. Morrow, Michael C. Hout*

המחלקה לפסיכולוגיה, אוניברסיטת ניו-מקסיקו, לאס קרוז, ניו-מקסיקו, ארצות הברית

סוקרים צעירים

NICHOLAS
גיל: 15



SPANDANA
גיל: 10

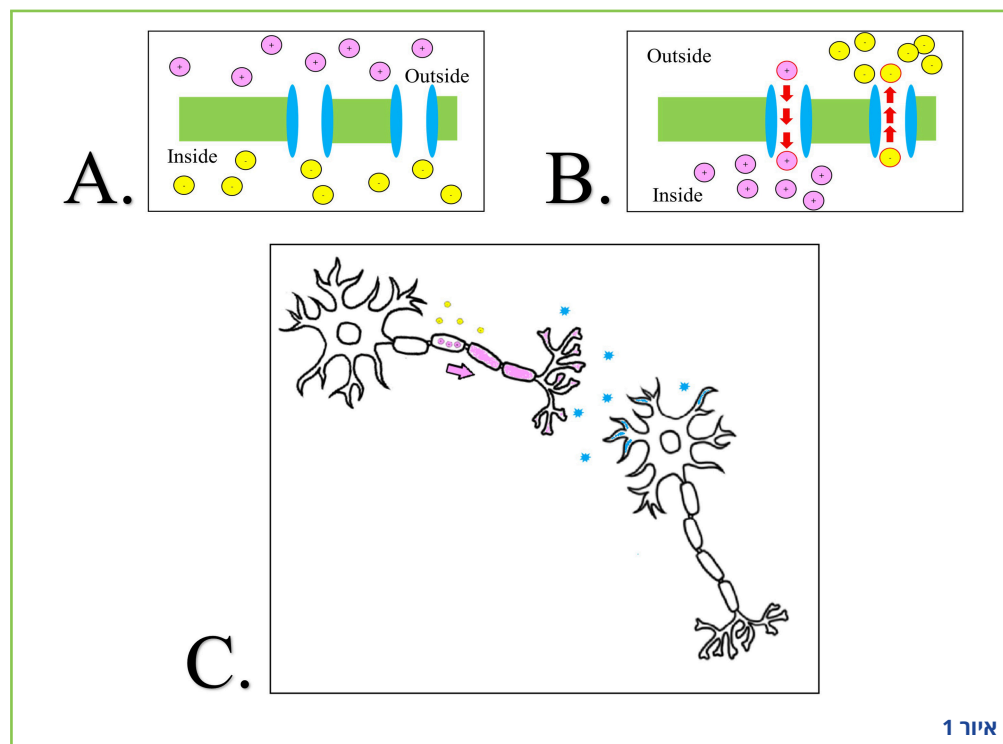


האם ידעתם שבזמן קריאת המילים האלה המוח שלכם שולח אותות כימיים וחשמליים שמסייעים לכם להבין את המילים ואת משמעותן? המוח שלכם מורכב מרשת של תאים קטנים שנקראים תאי עצב (נוירונים) שמתקשרים באופן אלקטרוכימי ומאפשרים לכם לחשוב, להרגיש ולתקשר עם העולם שסביבכם. מאחר שמטענים חשמליים אחראיים על פעילות מוחית, גירוי מוחי יכול בתורו לשמש לשינוי התפקוד של המוח. גירוי מוחי משמש לטיפול בהפרעות במצב הרוח ובסטורס, והוא אפילו יכול לסייע לאנשים לפתור בעיות, לשנן מידע ולהפנות קשב בצורה טובה יותר. למרבה המזל, הרבה מאזורי המוח ששולטים בתפקודים האלה ממוקמים בקליפת המוח, שהיא הקצה החיצוני של המוח, קרוב לגולגולת. אפשר להגיע אל קליפת המוח באמצעות שיטה שנקראת גירוי זרם ישר תוך-גולגולתי (או tDCS בקיצור). במאמר הזה נדון באופן שבו משתמשים ב-tDCS כדי לסייע לאנשים לחשוב ולהרגיש אחרת.

גירוי מוחי חשמלי יכול להיות דרך בטוחה ויעילה לשנות באופן זמני את הפעילות המוחית בלי להזדקק לניתוח מוח. מדוע שנרצה לשנות את הפעילות המוחית? אנשים עם נזק או עם לקויות מוחיות יכולים באופן פוטנציאלי לפתור את התבניות הבעייתיות בפעילות המוחית שלהם דרך טיפול של גירוי חשמלי. אנשים עם תפקודי מוח תקינים יכולים גם הם להרוויח מגירוי מוחי על-ידי שיפור הוויסות הרגשי, הפניית הקשב, הלמידה, ויכולות פתרון הבעיות והלמידה שלהם. אתם ודאי תוהים כיצד המוח יכול להיות מגורה בלי שפותחים את

איור 1

(A) המצב האלקטרוכימי של תא עצב במנוחה לעומת המצב ב-(B) שבו הוא שולח אות. העיגולים הצהובים מייצגים את היונים השליליים והעיגולים הוורודים מייצגים את היונים החיוביים. במצב מנוחה ישנם יותר יונים שליליים בתוך התא ויותר יונים חיוביים מחוץ לתא, וזו הסיבה לכך שלתא עצב יש מתח כולל שלילי. כאשר תא עצב מופעל, יונים חיוביים נכנסים אל תוך התא ויונים שליליים יוצאים החוצה, מה שגורם למתח בתוך התא להיות יותר חיובי. (C) השינוי הזה במטען ממשיך לאורך התא ומפעיל תאים שכנים.



איור 1

הגולגולת. חשמל ממכונות גירוי מתקדם דרך הגולגולת שלכם ומשפיע על האותות החשמליים שאחראיים על הפעילות המוחית. במאמר הזה נדון באחת משיטות הגירוי המוחי השכיחות ביותר שנמצאות בשימוש במטרה לשנות את הפעילות המוחית: גירוי זרם ישר תוך-גולגלתי (transcranial Direct Current Stimulation - tDCS).

תא עצב

(נוירון - Neuron)

תאים שממוקמים במוח אשר מעבדים מידע ומעבירים אותו בתוך המוח, כמו גם בין המוח לבין הגוף.

יון

(Ion)

חלקיק שטעון חשמלית.

אלקטרוכימי

(Electrochemical)

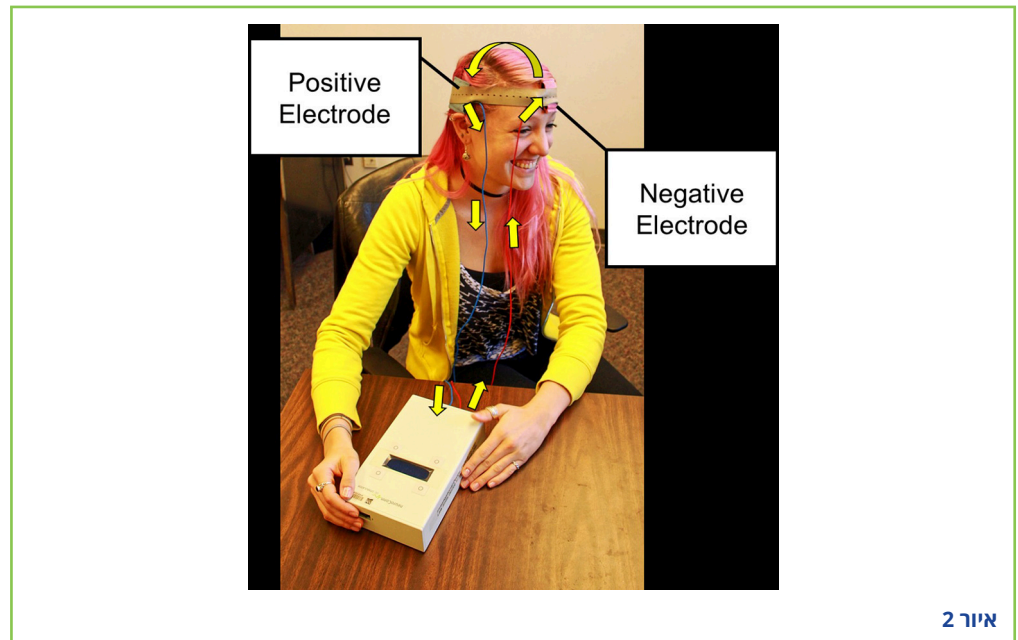
שימוש גם באנרגיה חשמלית וגם באנרגיה כימית.

תאי מוח משתמשים בחשמל ובכימיה כדי לתקשר

תאי עצב הם תאים במוח. תאי עצב משתמשים גם במטענים חשמליים וגם בחומרים כימיים שנקראים **יונים** כדי לתקשר זה עם זה. אנו אומרים שלתאי עצב יש מטען **אלקטרוכימי**, והמטען הזה משתנה כתלות בהאם תא העצב נמצא במנוחה או שולח אות. בתוך תאי העצב וביניהם ישנו נוזל שמכיל יונים, שהם אטומים או מולקולות בעלי מטען חשמלי חיובי או שלילי. כשתא עצב נמצא במנוחה ישנם יותר יונים חיוביים בתוכו ויותר יונים חיוביים מחוצה לו (איור 1A), הוא שנותן לממברנה העצבית מטען שלילי. כאשר מתרחשת פעילות מוחית, יונים חיוביים זורמים דרך תעלות בממברנה העצבית (איור 1B) וכשהמטען מגיע לרמה מספיק גבוהה תא העצב שולח אות כדי לתקשר עם תאי עצב קרובים (איור 1C). חשבו על זה כמו גפרור שצריך להדליק אותו בדיוק עם כמות הכוח הנכונה; ברגע שהוא נדלק, הגפרור כולו מתלקח. גירוי חשמלי על הגולגולת יכול לאתר פעילות אלקטרוכימית של המוח ולשנות את המטענים בתאי העצב בלי להזדקק לניתוח. מאחר שלעולם אין תא עצב אחד בלבד שיוורה בזמן נתון אלא "אוכלוסיות" של תאי עצב שיוורים יחד, שינוי המטען של הנוזל שמקיף את אוכלוסיית תאי העצב יכול להשפיע באופן משמעותי על הפעילות המוחית.

איור 2

דוגמה למיקום אלקטרודות של tDCS. בדוגמה הזו, אזור במוח שנקרא DLPFC יקבל גירוי חשמלי שלילי. כפי שמצוין על-ידי החיצים, הזרם יזרום ממכשיר ה-tDCS דרך החוט האדום אל האלקטרודה שטעונה שלילית. אז הזרם ימשיך מהאלקטרודה השלילית אל האלקטרודה החיובית (דרך הגולגולת והמוח של האדם) ואז חזרה דרך החוט הכחול אל המכונה עצמה, מה שיסגור מעגל. כתוצאה מזרימת הזרם הזו, הניורונים באזור ה-DLPFC משמאל צפויים לשלוח אותות לאזורים אחרים במוח כתוצאה מהמטען השלילי במוח בקרבת האלקטרודה.



כיצד גירוי tDCS משפיע על תאי עצב?

אפשר להתמקד בקבוצת תאי עצב באמצעות tDCS, אשר משתמש בזרם חשמלי כדי לשנות את הפעילות האלקטרוכימית של אזור מסוים במוח. שתי אלקטרודות גומי ממוקמות על הראש במטרה להתמקד באזור המוח המדובר, והאלקטרודות האלה יוצרות מעגל חשמלי באמצעות שליחת זרם דרך העור והגולגולת, אשר משפיע על המוח שנמצא מתחת (איור 2) [1].

מה השדות החשמליים האלה עושים במטרה לשנות את הפעילות העצבית? מאחר ש-tDCS שולח זרם מאלקטרודה אחת לאחרת רק בכיוון אחד, הגירוי יוצר מטען חיובי באלקטרודה אחת ומטען שלילי באלקטרודה השנייה. המטענים האלה משפיעים על תאי העצב בדרכים שונות. אם נחזור לאנלוגיית הגפרור, תנאים שונים עשויים לגרום לגפרור להידלק יותר או פחות בקלות, כמו למשל אם הוא נמצא בשמש חמה או באקלים לח. tDCS עובד באמצעות הגדלת המטען סביב לאוכלוסיות של תאי עצב או הקטנתו, מה שמעלה או מוריד את הסבירות שהם ישלחו אותות חשמליים. אם הייתם ממקמים שורה של גפרורים זה לצד זה ומדליקים אחד מהם, הוא היה מדליק את האחרים. תאי עצב מתקשרים באופן דומה ושולחים אותות לתאים שכנים, אשר בתורם שולחים אותות לתאים שכנים, וכך הלאה.

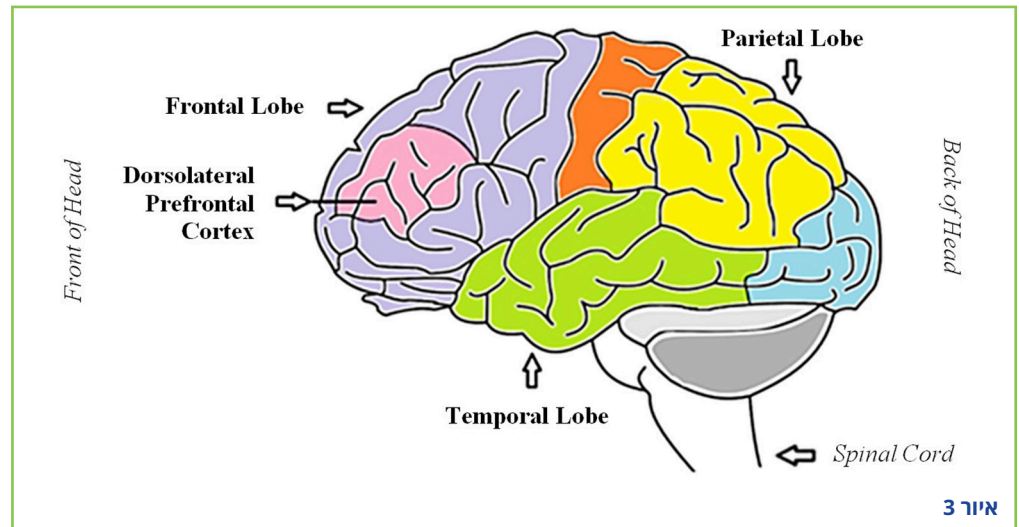
עבור מה tDCS יכול לשמש?

ויסות רגשי

קצת עצבות וסטריס הם נפוצים בחיי היומיום, ומרבית האנשים חווים את הרגשות האלה בכמויות בריאות. אולם, תקופות ארוכות של דיכאון, חרדה וסטריס יכולות לעיתים להעיד על הפרעות בוויסות הרגשי, אשר יכולות לפגום בבריאות הפיזית והנפשית. Ferrucci ואחרים [2] השתמשו ב-tDCS להפחית את התסמינים של הפרעה ידועה בוויסות מצב הרוח שנקראת דיכאון קליני. ההפרעה הזו מקושרת עם רגשות קבועים של עצבות, אנרגיה נמוכה, שינויים

איור 3

אזורים במוח שמקושרים עם תפקודים שונים שהוזכרו במאמר הזה. האונה הקדמית (בצהוב); האונה הקדמית (בסגול); קליפת המוח הקדם-מצחית הגבית-צדית (ברוד); האונה הרקתית (בירוק); חוט השדרה (בלבן).



בתיאבון ואובדן עניין בפעילות. התסמינים האלה נותרים זמן ממושך וחושבים שהם נגרמים בשל חוסר איזון בפעילות המוחית. סריקות של המוח מראות פעילות עצבית נמוכה מהרגיל באזור בקדמת המוח שנקרא קליפת המוח הקדם-מצחית הגבית-צדית (DLPFC - dorsolateral prefrontal cortex; ראו איור 3) השמאלית, ולעיתים מראות פעילות עצבית גבוהה מהרגיל באזור ב-DLPFC הימני. ה-DLPFC מקושר עם אזורי רגש שנמצאים עמוק יותר במוח, ולכן משחק תפקיד חשוב בשליטה במצב הרוח. במחקר הזה, משתתפים עם דיכאון חמור השלימו שאלון שעזר לאבחן את מצב הרוח שלהם. לאחר מכן, במשך 5 ימים ברצף, המשתתפים קיבלו גירוי חשמלי באזור ה-DLPFC במשך 20 דקות, פעמיים ביום. משתתפים השלימו פעם נוספת את השאלון מיד אחרי השלמת טיפול ב-tDCS ומרביתם הראו שיפור במצב! אפילו כשבחנו אותם חודש מאוחר יותר, המשתתפים עדיין הראו תסמינים מופחתים של עצבות ושל דיכאון.

ישנם מחקרים נוספים רבים שמשמשים ב-tDCS כדי לגרות את ה-DLPFC כטיפול בדיכאון. אולם המחקר של Ferrucci מעניין במיוחד בכך שכל המשתתפים נבחרו מאחר שהם לא הגיבו לתרופות נוגדות דיכאון. tDCS יכול להפחית את תסמיני הדיכאון בצורה הטובה ביותר כשהוא משולב עם תרופות ועם צורות טיפול אחרות, אולם מעניין לדעת שגירוי חשמלי יכול גם לסייע בפני עצמו.

שיפור התפקוד הקוגניטיבי

קוגניציה היא פעולה של הבנת העולם שסביבנו באמצעות מחשבה. ההבנה הזאת דורשת שילוב של קשב, למידה ופתרון בעיות וזיכרון. תהליכים קוגניטיביים שונים נסמכים על אזורים שונים במוח, וגירוי מוחי לאזורים שונים יכול לעודד הגברה של היבטי קוגניציה שונים. בואו נדבר על כמה תפקודים קוגניטיביים ש-tDCS יכול להשפיע עליהם.

קשב

נוסף על השתתפות בוויסות רגשי, אזור ה-DLPFC חשוב גם עבור קשב ודחפים. ה-DLPFC פחות פעיל אצל אנשים עם מצב שנקרא הפרעת קשב והיפראקטיביות (ADHD).

קוגניציה (Cognition)

התהליכים המנטליים שדרכם אנו חושבים, מבינים, מפנים קשב, פותרים בעיות, זוכרים מידע וקולטים את העולם שסביבנו.

גורמת לקשיים בריכוז על פריט אחד או על מטלה אחת בזמן נתון, התעלמות מהסחות דעת ושליטה בהתנהגות אימפולסיבית. אולם מחקר עם 37 מטופלים בעלי ADHD הראה שגירוי ה-DLPFC באמצעות tDCS הגביר את יכולתם למקד את הקשב. המשתתפים ביצעו קבוצת מטלות שבה הם היו צריכים להגיב רק לחלק מהחיצים או האותיות שהוצגו על המסך, בעודם מתעלמים מאחרים. אחרי גירוי ה-tDCS משתתפים הגיבו פחות לתמונות שהם היו אמורים להתעלם מהן, מה שמראה שהם יכלו לשלוט על ההתנהגות שלהם בצורה יעילה יותר [3].

למידה

למידה ופתרון בעיות הם תהליכים קוגניטיביים חשובים שיכולים להיות מועצמים באמצעות גירוי מוחי. האזור המוחי שצריך להיות מגורה כדי להעצים את התהליכים האלה תלוי במה שהאדם לומד. לדוגמה, חוקרים יודעים שכשאנו מבצעים מניפולציות מנטליות על מספרים האונה הקודקודית הימנית במוח פעילה (ראו איור 3 למיקום האונה הקודקודית). בהתבסס על הידע הזה, חוקרים [4] הפעילו גירוי tDCS על האונה הקודקודית הימנית של מבוגרים בריאים בזמן שהמבוגרים האלה למדו על הקשרים שבין סמלים אקראיים והמספרים שהוקצו להם. בזמן למידת מערכת המספרים המלאכותית, שליש מהמטופלים קיבלו גירוי חשמלי חיובי לאונה הקודקודית הימנית, שליש מהמטופלים קיבלו גירוי חשמלי שלילי לאונה הקודקודית הימנית ושליש מהמטופלים קיבלו גירוי חשמלי מזויף (קבוצת ביקורת) לאונה הקודקודית הימנית. אחרי שהמשתתפים השלימו את תהליך הלמידה, הם נבחנו על הידע המספרי החדש שלהם. תוצאות המחקר הזה הראו שמשתתפים שקיבלו גירוי חיובי הפגינו הבנה טובה יותר של מערכת המספרים המלאכותית ורכשו את ההבנה הזו מהר יותר מאשר קבוצת הגירוי השלילי והביקורת. כמו כן, חוקרים בדקו אחרי 6 חודשים ומצאו שמה שהמטופלים למדו על מערכת המספרים המלאכותית נשאר לאורך זמן! בהתבסס על המחקר הזה אנו יודעים ש-tDCS חיובי יכול להגביר את יכולות הלמידה המספריות שלנו כשהוא מופעל על האונה הקודקודית הימנית בזמן שמתרחשת למידה [4].

פתרון בעיות

גירוי מוחי יכול גם להעצים את יכולות פתרון הבעיות. קבוצת חוקרים [5] חקרה האם הם יכולים להשתמש בגירוי מוחי כדי לגרום למטופלים להיות טובים יותר בפתרון בעיות. החוקרים גירו את המוח בשני מקומות: האונה הרקתית הימנית הקדמית (rATL) והאונה הרקתית השמאלית הקדמית (lATL). האונות הרקתיות מקושרות עם חשיבה מחוץ לקופסה ועם פתרון בעיות סיסטמטי. קבוצת משתתפים אחת קיבלה גירוי חיובי ל-rATL וגירוי שלילי ל-lATL. קבוצה אחרת קיבלה את ההיפך: גירוי שלילי ל-rATL וגירוי חיובי ל-lATL. קבוצה שלישית קיבלה גירוי מזויף. ראשית, המשתתפים אומנו לפתור בעיות באמצעות אסטרטגיה מסוימת. לאחר מכן, אחרי קבלת גירוי tDCS במשך 5 דקות, הם התבקשו לפתור בעיה דומה שדרשה חשיבה מחוץ לקופסה. שישים אחוזים מהמשתתפים שקיבלו גירוי חיובי ל-rATL וגירוי שלילי ל-lATL היו מסוגלים לפתור בהצלחה את הגרסה השנייה של הבעיה לפני שנגמר הזמן. רק 20% מהמשתתפים שקיבלו את הגירוי ההפוך היו מסוגלים לפתור את הבעיה, שזה בערך אותו האחוז כמו האנשים שקיבלו גירוי מזויף. המחקר הזה הוא דוגמה ברורה לכך ש-tDCS יכול לשפר את יכולת פתרון בעיות [5].

זיכרון

בכל פעם שאתם פוגשים חבר או חברה, אתם קודם כל לומדים את השם שלו או שלה. במהלך המפגשים הבאים אתם לעיתים קרובות צריכים להזכיר לעצמכם מה השם של האדם עד שהוא מופנם אצלכם. סוג הזיכרון הזה של ידע עובדתי נקרא זיכרון מפורש. כשאנו ישנים, המוח שלנו מגבש את הזיכרונות המפורשים החדשים שלמדנו במהלך היום אל תוך הזיכרון ארוך הטווח שלנו. חוקרים בגרמניה הראו שהפעלת tDCS בשינה יכולה להעצים את הזיכרון המפורש אצל מבוגרים בריאים. לפני הגירוי המשתתפים במחקר הזה למדו 46 זוגות מילים (כמו למשל כנף-ציפור). אחרי למידת זוגות המילים, חלק מהמשתתפים הלכו לישון, בעוד שאחרים נשאו ערים וצפו בווידיאו. חצי מהמשתתפים הישנים קיבלו גירוי חיובי לאונות הקדמיות שלהם וחצי קיבלו גירוי מזויף (ואותו הדבר עם משתתפים ערים). מיד אחרי ההתעוררות המשתתפים שישנו קיבלו מבחן שחזור מילים כדי לראות כמה טוב הם זוכרים את זוגות המילים שלמדו לפני השינה. המשתתפים הערים עשו את אותו הדבר אחרי שהם סיימו לצפות בווידיאו. התוצאות הראו כי משתתפים שקיבלו גירוי חיובי בזמן השינה היו מסוגלים לזכור זוגות מילים טוב יותר בהשוואה לאלה שלא ישנו ולא לה שקיבלו את הגירוי המזויף! גירוי חיובי לא סייע למשתתפים בקבוצה הערה לשפר את ביצועיהם במבחן השליפה ביחס לאלה שקיבלו גירוי מזויף [6]. הניסוי הזה לא רק מדגים את חשיבותה של שנת לילה טובה אלא גם את יכולתו של גירוי מוחי להעצים את הזיכרון.

מדוע המחקר הזה חשוב?

המחקר שדנו בו במאמר הזה מראה ש-tDCS יכול להיות כלי שימושי לשיפור תפקודים מוחיים שונים, כולל ויסות רגשי והעצמת תפקודים קוגניטיביים כמו למשל קשב, למידה, פתרון בעיות וזיכרון. אולם המחקר החשוב הזה גם מזכיר לנו כמה עוד נותר ללמוד. לגירוי מוחי יש פוטנציאל להשפיע באופן חיובי על האופן שבו אנו חושבים ומרגישים, אולם tDCS יכול נכון להיום לגשת רק לשכבות החיצוניות במוח. בשל כך, ישנם עדיין תפקודים מוחיים שלא נחקרו באמצעות הטכנולוגיה הזו. הטכנולוגיה עשויה להתקדם בעתיד, ולחקור מבנים עמוקים יותר במוח שנמצאים מתחת לקליפת המוח. השימוש ב-tDCS ככל הנראה ימשיך לגדול, אז עקבו אחרי הממצאים המלהיבים החדשים בגירוי מוחי!

מקורות

1. Paulus, W. 2011. Transcranial electrical stimulation (tES-tDCS; tRNS, tACS) methods. *Neuropsychol. Rehabil.* 21:602-17. doi: 10.1080/09602011.2011.557292
2. Ferrucci, R., Bortolomasi, M., Vergari, M., Tadini, L., Salvoro, B., Giacomuzzi, M., et al. 2009. Transcranial direct current stimulation in severe, drug-resistant major depression. *J. Affect. Disord.* 118:215-9. doi: 10.1016/j.jad.2009.02.015
3. Allenby, C., Falcone, M., Bernardo, L., Wileyto, E. P., Rostain, A., Ramsay, J. R., et al. 2018. Transcranial direct current brain stimulation decreases impulsivity in ADHD. *Brain Stimul.* 11:974-81. doi: 10.1016/j.brs.2018.04.016
4. Hauser, T. U., Rotzer, S., Grabner, R. H., Mérellat, S., and Jäncke, L. 2013. Enhancing performance in numerical magnitude processing and mental arithmetic using transcranial Direct Current Stimulation (tDCS). *Front. Hum. Neurosci.* 7:244. doi: 10.3389/fnhum.2013.00244

5. Chi, R. P., and Snyder, A. W. 2011. Facilitate insight by non-invasive brain stimulation. *PLoS ONE*. 6:e16655. doi: 10.1371/journal.pone.0016655
6. Marshall, L., Mölle, M., Hallschmid, M., and Born, J. 2004. Transcranial direct current stimulation during sleep improves declarative memory. *J. Neurosci.* 24:9985–92. doi: 10.1523/JNEUROSCI.2725-04.2004

פורסם אונליין: 22 ביוני 2021

נערך על ידי: Kathleen Y. Haaland, University of New Mexico, United States

ציטוט: Berg MA, Morrow AM and Hout MC (2021) התעורר, מוח! שימוש בחשמל במטרה לחשוב ולהרגיש אחרת. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2019.00062-he

תורגם והותאם:

Berg MA, Morrow AM and Hout MC (2019) Wake Up, Brain!: Using Electricity to Think and Feel Differently. *Front. Young Minds* 7:6 doi: 10.3389/frym.2019.00062

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

COPYRIGHT © 2019 © Berg, Morrow and Hout 2021. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון Creative Commons Attribution License (CC BY). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים (ים) 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

NICHOLAS, גיל: 15

אני מתעניין מאוד בכל המדעים, וכיום אני מכון לקריירה שמערבת רפואה קלינית או מחקר רפואי. אני אדם חברותי, ואני אוהב ללכת ולרכוב ביערות, לעשות קמפינג ולהעריך את הטבע.

SPANDANA, גיל: 10

קוראים לי Spandana. המקצוע האהוב עליי בבית הספר הוא מדע. החבר הכי טוב שלי הוא הדמיון ואני אוהבת לכתוב סיפורים. חלק מהתחביבים שלי הם הליכה, צפייה בטלוויזיה, כדורעף וציור. אני אוהבת חיות אולם כלבים הם האהובים עליי. אני אוהבת לשאול שאלות. הצבעים האהובים עליי הם teal וסגול.

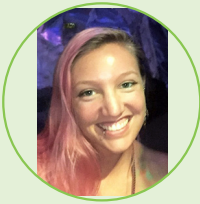
הכותבים

MARY A. BERG

מרי הלכה לקולג' באוניברסיטה של מדינת דרום דקוטה, שם היא השלימה תואר ראשון בפסיכולוגיה. היא השלימה את התואר השני שלה באוניברסיטת ניו-מקסיקו, שם היא מסיימת בימים אלה את לימודיה במדעי המוח והקוגניציה. בהשלמת התואר שלה היא חקרה השפעות של גירוי מוחי על עיבוד מרחבי בסיסי. כמו



כן היא משתמשת באלקטרואנצפולוגרפיה (EEG) כדי להשוות גלי מוח של אנשים מבוגרים שנמצאים בסיכון גבוה לנפילות לעומת אלה שנמצאים בסיכון נמוך. תחביביה של Mary כוללים צילום, טיפוס ומשחק עם חיות.



AUDREY M. MORROW

אודרי השלימה תואר ראשון בפסיכולוגיה באוניברסיטת טוואסון ואז עבדה כיועצת ליחידים עם הפרעות מצב רוח קשות וכטכנאית מחקר במדעי המוח במכונים לאומיים להזדקנות. החוויות האלה יצרו בה תשוקה להבנת המוח באופן שיכול לסייע לאוכלוסיות בריאות וקליניות. Audrey המשיכה לתואר שני באוניברסיטת ניו-מקסיקו שם מחקר התייה שלה השתמש בגירוי מוחי כדי לנסות להפחית את ההשפעות השליליות שיש לסטרס על הקוגניציה.



MICHAEL C. HOUT

אני פרופסור במחלקה לפסיכולוגיה באוניברסיטת ניו-מקסיקו, ואני עורך שותף בעיתון המדעי, Attention, Perception, & Psychophysics. המחקר שלי בוחן דברים שונים רבים, אולם אני מתמקד במחקר של חיפוש ויזואלי (כיצד אנשים מוצאים דברים) ותנועות עיניים (לאן ומדוע אנו מזיזים את העיניים). בזמני הפנוי המצומצם אני אוהב לשחק עם הכלבים שלי, לצאת לרכיבות על אופנוע, לטפס, לטייל ולשחק הוקי.

*mhout@nmsu.edu

Hebrew version
provided by

מזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים (ער.)
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem

