



## האם אימון מוח באמת מאמן את המוח? השיטה המדעית תעזור לנו למצוא תשובה

Celia Goffin\*, Daniel Ansari

המעבדה לקוגניציה מספרית, המחלקה לפסיכולוגיה, המכון למוח ולחשיבה, אוניברסיטת מערב אונטריו, לונדון, אונטריו, קנדה

### סוקרים צעירים

**CAROL**  
גיל: 14



**EDUARDO**  
גיל: 14



**PEDRO**  
גיל: 14



**PIETRO**  
גיל: 14



משחקי מחשב שמטרתם לאמן את המוח נעשים כיום פופולריים יותר ויותר. הם אמורים לשפר את יכולות המחשבה, הזיכרון והקשב. היצרנים טוענים שמשחקים אלה עוזרים בביצוע משימות יומיום, כמו למשל לימודים. אבל האם יש הוכחות שהם באמת מועילים? במאמר זה אנו מסבירים מהי השיטה המדעית ודנים במושגים חשובים כמו גודל מדגם, קבוצות ביקורת, הקצאה אקראית, וסמיכות כפולה. בעזרת המושגים האלה אנחנו מנסים לברר אם יש הוכחות משכנעות ליעילות של משחקי אימון מוח. המסקנה שלנו היא שכדי לדעת בוודאות אם משחקי אימון מוח אכן עוזרים בלימודים, יש צורך במחקרים נוספים שייערכו לפי השיטה המדעית.

*סופיה אוהבת מאוד משחקי וידאו. היא שמעה שבעזרת משחקי אימון מוח אפשר גם לשפר את החשיבה וגם ליהנות. במשך שבוע אחד היא משחקת כמה דקות כל יום במשחק כזה, מסוג האמור לשפר את הזיכרון. סופיה מספרת לכם שלדעתה, הזיכרון שלה השתפר, ושעכשיו קל לה יותר לזכור את מה שהיא לומדת בבית הספר. האם אתם יכולים לדעת לפי דבריה של סופיה אם המשחק מועיל לשיפור החשיבה?*

## מהו אימון מוח?

המטרה של משחקי אימון מוח היא לשפר סוגים שונים של חשיבה. חלקם נועדו לשפר את הזיכרון, למשל, ואחרים – לשפר את טווח הקשב. חברות המוכרות משחקים כאלה טוענות שהמשחקים משפרים את הביצועים בתחומי הלימודים, העבודה, ואפילו הספורט [1]. אבל יש חילוקי דעות בין המדענים לגבי השאלה אם המשחקים האלה אכן מועילים, ואם הם יכולים לשפר את החשיבה במצבים יומיומיים כמו לימודים בבית הספר [2].

## האם משחקי אימון מוח באמת מועילים? בדיקה באמצעות השיטה המדעית

סופיה טענה שהזיכרון שלה השתפר בזכות משחק לאימון מוח. האם היה לה מספיק מידע כדי לדעת בוודאות שהמשחק אכן פעל? כאשר חוקרים רוצים לברר שאלה כזו, הם משתמשים בשיטה המדעית. השיטה המדעית היא מערכת של כללים מוגדרים לניהול מחקר כך שהממצאים ייתנו לנו תשובה מדויקת לשאלת המחקר. במקרה שלנו, שאלת המחקר היא האם משחקים לאימון מוח אכן משפרים כישורים כלשהם. ראשית כל נדבר על ארבעה מהמרכיבים החשובים ביותר של השיטה המדעית: גודל המדגם, קבוצת הביקורת, הקצאה אקראית, וסמיכות כפולה (איור 1). אחר כך נבדוק, לפי מה שלמדנו על השיטה המדעית, אם יש לנו הוכחות מספיקות לכך שמשחקי מחשב לאימון מוח אכן מועילים.

### גודל המדגם

סופיה סיפרה לנו על החוויה האישית שלה עם המשחק לשיפור הזיכרון (איור 1). אבל לא כל בני האדם זהים, ואי אפשר לדעת בוודאות שהמשחק יועיל גם לאדם אחר. לכן חשוב לערוך את הבדיקה על קבוצה גדולה של אנשים. קבוצת המשתתפים במחקר נקראת "מדגם" מפני שהיא אמורה לשמש כדגימה של האוכלוסייה הכללית. אי אפשר כמובן לבקש מכל בני האדם בעולם שישתתפו במחקר, אבל מדגם גדול עוזר לנו לוודא שממצאי המחקר יהיו נכונים לא רק לגבי אדם אחד. אם המדגם יהיה גדול מספיק, הוא ייתן לנו ייצוג טוב של כל האוכלוסייה. אם יתברר שהמשחק משפר את הזיכרון של רבים מהמשתתפים במדגם גדול, נוכל להיות בטוחים יותר שהוא יעזור לאנשים באופן כללי. שימוש במדגם גדול מספיק גם מגדיל את הסיכוי שהתוצאות יהיו אמיתיות ומדויקות; במדגם של אדם אחד, למשל, ייתכן שהשיפור בעקבות המשחק הוא רק צירוף מקרים.

### קבוצת ביקורת

סופיה סיפרה שהיא מצליחה לזכור טוב יותר אחרי ששיחקה במשחק תקופה מסוימת (איור 1B). אבל מה אם הזיכרון שלה השתפר בזכות דבר אחר שעשתה באותה תקופה? אולי תרגלה משהו בבית הספר, או שבזכות המשחק היא פשוט התעניינה יותר בלימודים? ייתכן שמשחק אימון המוח כלל לא היה קשור לשיפור בזיכרון שלה. אפילו אם נערוך ניסוי כזה עם מדגם גדול ונגלה שהזיכרון של רוב המשתתפים השתפר, עדיין לא תהיה לנו הוכחה שהשיפור חל בגלל "אימון המוח" ולא מסיבה אחרת. לכן חשוב מאוד שתהיה בניסוי גם קבוצת

#### השיטה המדעית (Scientific method)



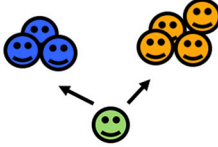

כללים שלפיהם נהוג לתכנן ולבצע ניסויים מדעיים כדי לקבל תוצאות אמינות.

#### קבוצת הביקורת (Control group)

הקבוצה בניסוי שאינה מבצעת את הפעילות הנבדקת. בחלק מהמקרים היא מבצעת פעילות אחרת.

**איור 1**

עקרונות חשובים של השיטה המדעית לתכנון ניסויים. מדגם גדול (A) קבוצת ביקורת (B) הקצאה אקראית (C) וסמיכות כפולה (D) הם ארבעה מרכיבי מפתח של השיטה המדעית.

<p><b>A</b></p>  <p><b>Large Sample Size</b></p> <p>A large sample size helps us to make sure our findings are real and that they apply to more than just a few people.</p>	<p><b>B</b></p>  <p><b>Control Group</b></p> <p>Using a control group allows us to compare between a group of people that does the training (the experimental group) and a group that does not do the training, but may instead do a different activity (the control group). That way we can tell if any improvements we see are because of the training.</p>
<p><b>C</b></p>  <p><b>Random Assignment</b></p> <p>When people are randomly assigned to the experimental group or the control group we can lower the amount of difference between the groups on things that might affect our results (for example: age or beliefs about whether the training works).</p>	<p><b>D</b></p>  <p><b>Double-Blind Design</b></p> <p>Double-blind designs mean that each person does not know whether they are in the control group or experimental group. The researcher also does not know. This helps keep what people think about the training from changing the findings.</p>

**איור 1**

**קבוצת הניסוי**

**(Experimental group)**

הקבוצה בניסוי המבצעת את הפעילות הנבדקת. בסוף הניסוי משווים אותה לקבוצת הביקורת כדי לראות איזו השפעה הייתה לפעילות, אם בכלל.

**מדד התוצאה**

**(Outcome measure)**

כלי מדעי שבאמצעות מודדים החוקרים אם הפעילות בניסוי השפיעה כצפוי.

ביקורת - במקרה שלנו, זו תהיה קבוצה שלא תשחק במשחק שאנחנו בודקים. במקום זאת היא תתבקש למשל לשחק במשחק אחר. הקבוצה שעוסקת בפעילות שאנחנו חוקרים נקראת **קבוצת הניסוי**.

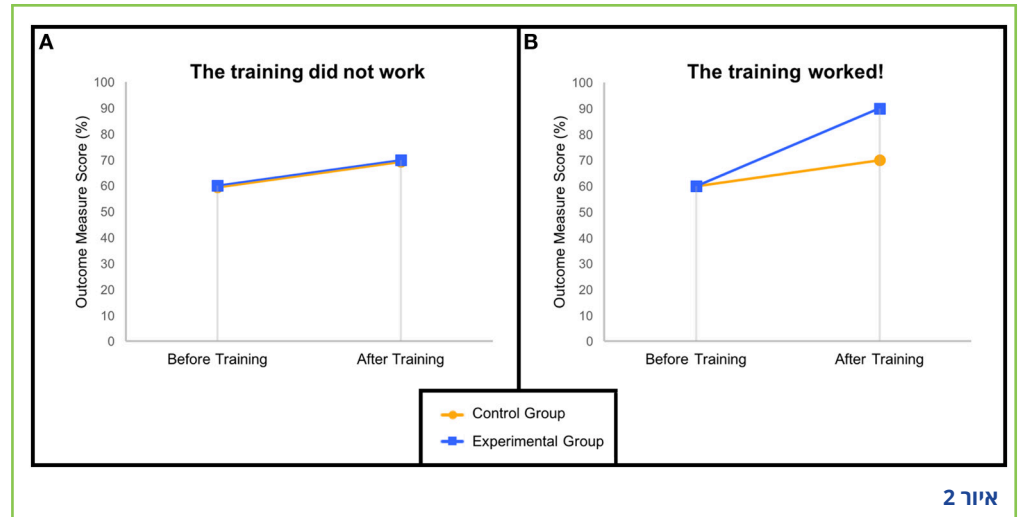
כדי למדוד אם משחק אימון המוח משפר את הזיכרון, המשתתפים בניסוי צריכים לבצע מבדק זיכרון לפני תחילת התקופה שבה הם משחקים במשחק, ושוב בסוף התקופה. מבדק כזה נקרא **מדד התוצאה**. החוקרים משווים את תוצאות המבדק הראשון לשני. אם קבוצת הניסוי מצליחה יותר מקבוצת הביקורת במבדק הסופי, הדבר תומך בטענה שאימון המוח מועיל (איור 2). במקרה כזה (איור 2B) אפשר להיות בטוחים יותר שהשיפור בזיכרון הוא אכן תוצאה של אימון המוח.

**הקצאה אקראית**

בשלב זה אתם כבר מתחילים לראות שלסופיה חסרים כמה חלקים חשובים של השיטה המדעית כשהיא טוענת שמשחק אימון המוח שיפר את הזיכרון שלה (איור 1C). לכל מחקר

## איור 2

כדי לבדוק אם המשחק לאימון מוח הועיל לקבוצת הניסוי, ערכו החוקרים מדידות לפני הניסוי גם בקבוצת הביקורת (כתום) וגם בקבוצת הניסוי (כחול), באמצעות מדד תוצאה. אחרי תקופה שבה קבוצת הניסוי שיחקה במשחק לאימון מוח וקבוצת הביקורת שיחקה במשחק אחר, נערכה שוב מדידה באמצעות אותו מדד תוצאה. בניסוי עם המשחק הראשון **A**, שתי הקבוצות הצליחו יותר במדד התוצאה בסוף הניסוי (כלומר, קבוצת הניסוי לא השיגה תוצאות גבוהות יותר מקבוצת הביקורת), והמסקנה היא שהמשחק שנבדק אינו משיג את מטרתו. בניסוי עם המשחק השני **B**, קבוצת הניסוי הגיעה בסוף התקופה להישגים גבוהים יותר לעומת ההישגים שלה בתחילת הניסוי, וגם לעומת ההישגים של קבוצת הביקורת. כלומר, השימוש במשחק שיפר את הישגי קבוצת הניסוי במדד התוצאה הזה, והמסקנה היא שהמשחק השיג את מטרתו.



איור 2

צריכות להיות קבוצת ניסוי וקבוצת ביקורת, וגודל המדגם של כל אחת מהקבוצות צריך להיות משמעותי.

עכשיו: מה היה קורה, למשל, אילו קבוצת הניסוי הייתה מורכבת מילדי השכבה של סופיה, וקבוצת הביקורת מהתלמידים בשנה שמתחתיה? במקרה כזה, אילו התברר שהזיכרון של קבוצת הניסוי טוב יותר מזה של קבוצת הביקורת, צריך היה לקחת בחשבון כמה סיבות אפשריות. ייתכן למשל שהתלמידים בקבוצת הניסוי הצליחו יותר כי הם בוגרים יותר, בלי כל קשר לאימון המוח. הדוגמה הזו ממחישה מדוע חשוב שהחלוקה לקבוצות ביקורת וניסוי תהיה אקראית.

הקצאה אקראית פירושה שלכל משתתף יש סיכוי שווה להיות בקבוצת הניסוי או בקבוצת הביקורת – כאילו החלטנו על-ידי הטלת מטבע. כשהמדגם גדול וההקצאה אקראית, המאפיינים של שתי הקבוצות (למשל גילאי התלמידים) אמורים להיות זהים או כמעט זהים [1]. אילו חילקו באופן אקראי את התלמידים מהשכבה של סופיה ומהשכבה שתחתיה לקבוצת ניסוי ולקבוצת ביקורת, הגילאים בשתי הקבוצות היו דומים. במצב כזה, אם קבוצת הניסוי הייתה מצליחה יותר, הייתה לנו הוכחה מוצקה יותר שהשיפור חל בזכות אימון המוח ולא מסיבה אחרת, כמו הבדלי גיל.

## ניסויים כפולי-סמיות

לתחושתה של סופיה, הזיכרון שלה השתפר – אבל התחושה שלה לא מספיקה כדי לדעת שאימון המוח באמת פעל. ייתכן שלסופיה נדמה שהזיכרון שלה השתפר, בגלל תופעה הנקראת אפקט הפלֶסְבו: המטופל משוכנע שטיפול מסוים יועיל, ולכן אחרי שקיבל את הטיפול הוא מרגיש שיפור – אפילו אם הטיפול עצמו לא גרם לשיפור כזה. כלומר, ייתכן שהציפיות שלו עצמן גרמו לשיפור במדד התוצאה. כדי למנוע את חוסר הבהירות הזה, עורכים מה שנקרא "ניסוי כפול-סמיות". זהו ניסוי שבו גם המשתתפים וגם החוקרים המודדים את התוצאות אינם יודעים מי מהמשתתפים שייך לקבוצת הניסוי ומי לקבוצת הביקורת (איור 1D). המידע הזה סמוי, כלומר נסתר. שיטה זו עוזרת למנוע מאפקט הפלֶסְבו להשפיע על הממצאים.

## האם יש מספיק הוכחות כדי לדעת שמשחקי אימון מוח מועילים?

אחרי שהכרנו כמה עקרונות חשובים של השיטה המדעית (איור 1), אנחנו יכולים לבדוק אם יש הוכחות אמינות לגבי היעילות של משחקי אימון מוח: האם הממצאים נאספו לפי עקרונות השיטה המדעית? יש סוגים שונים של אימון מוח, שנועדו להשיג מטרות שונות. כדוגמה, אנחנו נבדוק אם יש הוכחה מספקת לכך שאימון מוח משפר את זיכרון העבודה.

### זיכרון עבודה (Working memory)

סוג הזיכרון המאפשר לנו לשמור מידע במחשבתנו כך שיהיה זמין לשימוש.

זיכרון עבודה הוא היכולת לשמור בזיכרון מידע כדי שיהיה אפשר להשתמש בו [3]. למשל, אם אתם משחקים במשחק חדש שזה עתה הסבירו לכם את הכללים שלו, אתם צריכים לזכור את הכללים כדי להשתמש בהם כשיגיע תורכם. החברות המייצרות משחקים כאלה מציגות ממצאים של מחקרים שערכו. חלק מהם נעשו על ילדים עם הפרעות קשב (ADHD). ילדים כאלה מתקשים בדרך כלל להתרכז ולשבת בשקט [4]. במחקר התברר שילדים עם ADHD שתרגלו אימון זיכרון הצליחו יותר בפעילויות שדרשו זיכרון עבודה, יכולת פתרון בעיות, ותשומת לב [5]. אבל מחקרים אחרים שבדקו את אותם משחקים העלו תוצאות פחות מרשימות [1]. ברבים מהניסויים לא הייתה קבוצת ביקורת, או שהמדגם היה קטן. השיפורים המשמעותיים ביותר נמצאו בפעילויות שהיו דומות מאוד למשחקי האימון עצמם. למשל, נבדקים שהתאמנו בעזרת משחק שבו המטרה היא לזכור באיזה סדר נדלקים אורות על לוח, השתפרו בעיקר במשימות דומות מאוד עם עצמים אחרים.

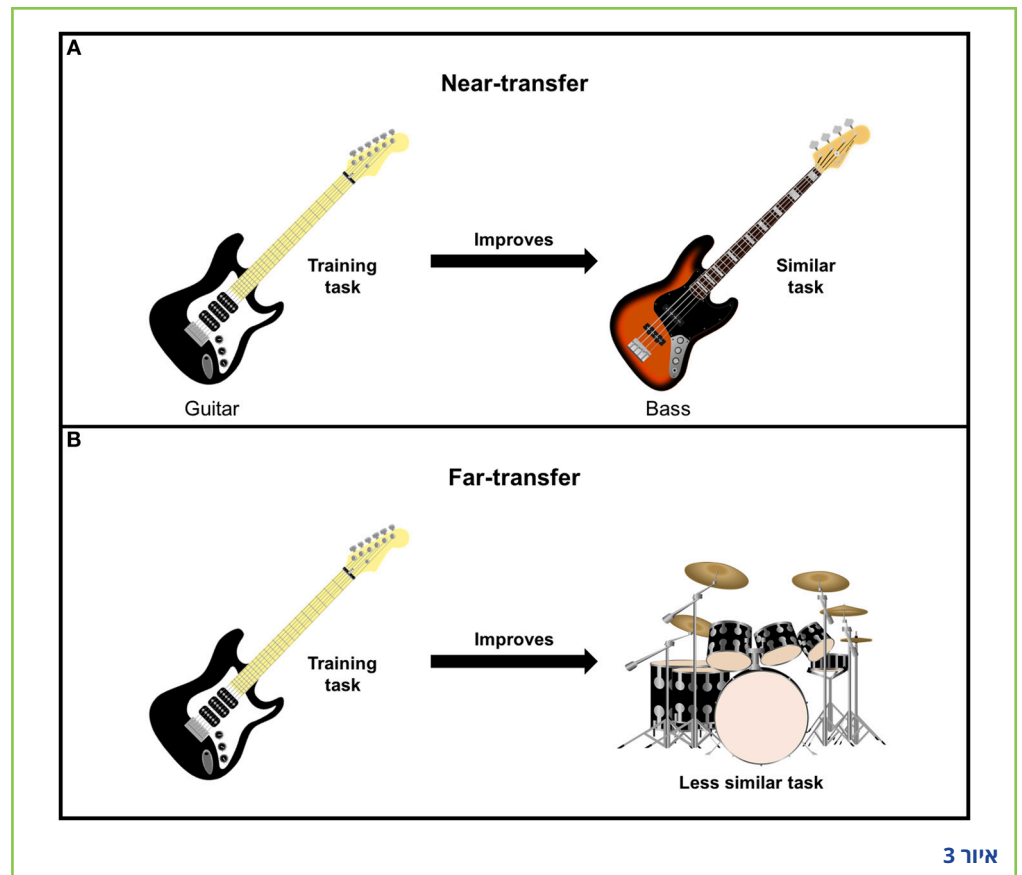
באופן כללי אפשר לומר שברוב המחקרים על משחקי אימון מוח חסרו מרכיבים חשובים של השיטה המדעית. ברבים מהם המדגם היה קטן, וכפי שראינו, במצב כזה ייתכן שהממצאים לא נכונים לגבי קבוצה גדולה יותר של אנשים, או שהם אינם ממצאים ממשיים [1]. בחלק מהמחקרים לא הייתה קבוצת ביקורת, כך שאי אפשר היה לדעת אם השיפור קרה כתוצאה מהאימון או מגורמים אחרים. גם ברבים מהמחקרים שבהם דאגו לקבוצת ביקורת, היא לא הייתה איכותית. קבוצת ביקורת איכותית היא כזו שבה התנאים והפעילות דומים ככל האפשר לאלה של קבוצת הניסוי, ורק המרכיב שאותו בודק הניסוי הוא שונה [1]. בניסוי שעוסק באימון מוח, למשל, קבוצת ביקורת טובה מקבלת משימה לא פחות קשה מהמשחק הנבדק, שדורשת אותה כמות זמן לביצוע, ושהיא באותה מתכונת (למשל משחק מחשב). במחקרים רבים על משחקי אימון מוח, קבוצת הביקורת אינה מקבלת כלל משימה, או מקבלת פעילות קלה מאוד. לכן אי אפשר לדעת בוודאות מה גרם לשיפור – אימון המוח או אפקט הפלסבו.

כאמור, במחקרים מדעיים נדרש מדד תוצאה כדי למדוד את השיפור. אבל במקרים רבים, חוקרים בודקים כמה מדדי תוצאות שונים, ובוחרים מתוכם רק את זה שמראה שיפור אצל קבוצת הניסוי. למשל, בניסוי הבודק אם אימון מסוים משפר את זיכרון העבודה, ייתכן שהחוקר יבדוק חמישה מדדי תוצאה של זיכרון עבודה ויראה שרק אחד מהם מצביע על שיפור. במקרה כזה, הטענה שהאימון משפר את זיכרון העבודה היא בעייתית, כי היא נכונה רק לגבי מדד תוצאה אחד, לעומת ארבעה מדדי תוצאה שלא מראים שיפור.

ואחרון חביב – לפני שממליצים על שימוש במשחקים לאימון מוח, חשוב לדעת שהמחקרים הם אמינים. חלק חשוב מאוד מתהליך המחקר הוא היכולת לחזור על אותו מחקר ולקבל את אותן תוצאות [6]. אם עורכים כמה מחקרים לפי השיטה המדעית ומקבלים תוצאות דומות, אפשר להיות בטוחים במידה סבירה שהן נכונות. אבל למרבה הצער, בתחום המשחקים לאימון מוח היו ניסויים רבים שבהם לא הושגו תוצאות דומות בניסוי חוזר.

## איור 3

אחת השאלות שאפשר לחקור היא אם משחקי אימון מוח עוזרים לנו לפתח כישורים אחרים, ואם כישורים אלה דומים לכישורים שבהם אנחנו משתמשים במשחק או שונים מהם. **A.** העברת-למידה קרובה פירושה שאנחנו משתפרים במשימה דומה מאוד לזו שהתאמנו בה – כמו נגינה בבס אחרי תרגול בגיטרה. **B.** העברת-למידה רחוקה פירושה שאנחנו משתפרים במשימה שונה למדי מזו שהתאמנו בה – כמו תיפוף אחרי תרגול בגיטרה. חברות המפתחות משחקים לאימון מוח טוענות שכתוצאה מהמשחקים יכולה להתקיים העברת-למידה רחוקה, ולכן התרגול יכול לשפר למשל את הריכוז בכיתה; אבל כרגע אין הוכחות משכנעות לכך [1].



איור 3

לסיכום, מחקרים רבים על משחקים לאימון מוח הם בעייתיים כי המדגם קטן מדי, קבוצת הביקורת אינה קיימת או אינה מתאימה, מדדי התוצאה רבים מדי, או שלא הושגו תוצאות דומות בניסויים חוזרים. לכן, הממצאים שיש לנו כיום לא מספקים הוכחה משכנעת לגבי היתרונות של משחקים לאימון מוח. אם כך, מה לגבי הטענה שהם עוזרים במשימות יומיומיות כמו לימודים?

## אימון מוח והעברת למידה

האם אפשר לומר שאימון מוח מפתח כישורים שעוזרים בחיי היומיום ולא רק משפרים את היכולת לשחק במשחקים עצמם? נניח שאתם מתאמנים כל יום בנגינה על גיטרה. יש להניח שהנגינה שלכם בגיטרה תשתפר. יום אחד אתם מנסים לנגן בגיטרת בס חשמלית של חבר. אתם מגלים שהתרגול שלכם בגיטרה רגילה עזר לכם לנגן גם בבס, כי יש דמיון רב בין שתי המיומנויות. זוהי דוגמה למה שנקרא "העברת-למידה קרובה": שיפור בקבוצת כישורים מסוימת הודות לתרגול של קבוצת כישורים דומה (איור 3A). יש הוכחות להעברת-למידה קרובה אצל אנשים ששיחקו משחקים מסוימים לאימון מוח. למשל, אצל אנשים שתרגלו משחקים לשיפור זיכרון העבודה, היה שיפור בזיכרון העבודה כאשר נמדד לפי משימות דומות. במילים אחרות, הוכח שתרגול משחקים לשיפור זיכרון עבודה משפר את היכולת לשחק במשחקים לשיפור זיכרון עבודה.

האם הייתם מצפים שתרגול נגינה בגיטרה יעזור לכם גם לתופף טוב יותר? אם קורה דבר כזה, זוהי דוגמה ל"העברת-למידה רחוקה": שיפור בקבוצת כישורים מסוימת הודות לתרגול

של קבוצת כישורים שונה למדי (איור 3B). באופן כללי, אין הוכחות משכנעות לקיום התופעה הזו במשחקי אימון מוח לשיפור זיכרון העבודה [1]. לא הוכח, למשל, שהם משפרים את כישורי המתמטיקה או כישורים אחרים שאותם אנחנו מיישמים בחיי היומיום. אם תרצו לדעת עוד על האופן שבו אנחנו לומדים מתמטיקה, תמצאו כאן מאמר מעניין בנושא [7].

## סיכום

יצרנים של משחקים לאימון מוח טוענים שהמשחקים עוזרים בלימודים. אבל ברבים מהמחקרים שעוסקים במשחקים אלה חסרו חלקים חשובים של השיטה המדעית, כמו מדגם גדול, קבוצת ביקורת טובה, ושיטות למניעת אפקט הפלסֶבו. כמו כן, רבים מהמחקרים שהראו ממצאים חיוביים לגבי אימון מוח לא שוחזרו עם תוצאות דומות. נכון לעכשיו, ההוכחות לטובת משחקי אימון מוח אינן משכנעות. אמנם התגלה שבכמה משחקים מסוג זה מתקיימת העברת למידה קרובה, אבל אין הוכחות מוצקות לכך שיש העברת למידה רחוקה. משחקים לאימון מוח יכולים בהחלט להיות מהנים, אבל נכון לעכשיו אי אפשר להכריז שהם באמת מאמנים את המוח!

המחקרים על אימון מוח הראו לנו דבר שאנחנו כבר מכירים מחיי היומיום: תרגול של משימה מסוימת משפר את המיומנות בביצוע המשימה הזו, אבל לא בהכרח במשימות אחרות. וזה לא רע! לכן כדאי להתאמן בתחומים שבהם אתם רוצים להשתפר – ולא לצפות בהכרח להשתפר בתחומים שאינכם מתאמנים בהם.

## מקורות

1. Simons, D. J., Boot, W. R., Charness, N., Gathercole, S. E., Chabris, C. F., Hambrick, D. Z., et al. 2016. Do “brain-training” programs work? *Psychol. Sci. Public Interest* 17:103–186. doi: 10.1177/1529100616661983
2. Max Planck Institute for Human Development and Stanford Center on Longevity. *A Consensus on the Brain Training Industry from the Scientific Community*. Available at: <http://longevity3.stanford.edu/blog/2014/10/15/the-consensus-on-the-brain-training-industry-from-the-scientific-community-2/> (accessed April 1, 2017).
3. Furukawa, E., Bado, P., Tripp, G., Mattos, P., and Moll, J. 2017. Focusing is hard! Brain responses to reward in attention deficit hyperactivity disorder. *Front. Young Minds* 5:18. doi: 10.3389/frym.2017.00018
4. Baddeley, A. D., and Hitch, G. J. 1994. Developments in the concept of working memory. *Neuropsychology* 8:485–493. doi: 10.1037/0894-4105.8.4.485
5. Klingberg, T., Fernell, E., Olesen, P. J., Johnson, M., Gustafsson, P., Dahlstrom, K., et al. 2005. Computerized training of working memory in children with ADHD – a randomized, controlled trial. *J. Am. Acad. Child Adolesc. Psychiatry* 44:177–186. doi: 10.1097/00004583-200502000-00010
6. Nosek, B. A., Alter, G., Banks, G. C., Borsboom, D., Bowman, S. D., Breckler, S. J., et al. 2015. Promoting an open research culture. *Science* 348:1422–1425. doi: 10.1126/science.aab2374



7. Bugden, S. 2014. When your brain cannot do 2+2: a case of developmental dyscalculia. *Front. Young Minds* 2:1–5. doi: 10.3389/frym.2014.00008

פורסם אונליין: 10 באוקטובר 2019

נערך על ידי: Sabine Kastner, Princeton University, United States

**ציטוט:** Goffin C and Ansari D (2019) האם אימון מוח באמת מאמן את המוח? השיטה המדעית תעזור לנו למצוא תשובה. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2018.00026-he

#### תורגם והותאם:

Goffin C and Ansari D (2018) Can Brain Training Train Your Brain? Using the Scientific Method to get the Answer *Front. Young Minds* 6:26. doi: 10.3389/frym.2018.00026

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

**COPYRIGHT** © 2018 © Goffin and Ansari 2019. 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 (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

### CAROL, גיל: 14

נולדתי בסאו פאולו שבברזיל. אני אוהבת מאוד את החיות שלי ואת בית הספר שלי. בשעות הפנאי אני אוהבת לשחק כדוריד וסתם לבלות באופן רגוע. המקצועות האהובים עליי הם מתמטיקה וביולוגיה, כי אני אוהבת מאוד לקרוא על הטבע ולפתור בעיות מתמטיות.

### EDUARDO, גיל: 14

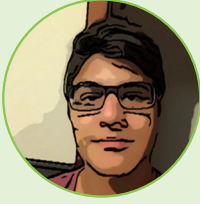
אני לומד בכיתה ח' בבית הספר Duílio Poli. מתמטיקה היא המקצוע האהוב עליי כי היא כיפית וכי אני מוצא הרבה אתגרים לפתור, וזה מה שאני הכי אוהב. אני נהנה לשחק כדורגל ומשחקי וידאו, ולבלות עם חברים.

### PEDRO, גיל: 14

אני לומד בכיתה ח' בבית הספר Duílio Poli ב'אבונטיקבאל. אני אוהב לשחק כדורגל ומשחקי וידאו, לראות סרטים ולבלות עם חברים.





**PIETRO, גיל: 14**

יש הרבה דברים שאני אוהב לעשות, למשל לשחק כדורגל, לצאת עם חברים, ולשחק משחקי וידאו. אני גם אוהב ללמוד כימיה והיסטוריה.

**הכותבים****CELIA GOFFIN**

אני מתעניינת לדעת איך בני אדם לומדים מתמטיקה. המחקר שלי מתמקד באופן שבו המוח האנושי מייצג מספרים, ובשינויים בייצוג הזה מהילדות עד לבגרות. אני רוצה להבין איך המוח לומד את המשמעות של ספרות (למשל, 3 פירושו ●●●). בשעות הפנאי אני אוהבת ללכת להופעות וקונצרטים, לעבוד בגינה, ולבשל. \*cgoffin@uwo.ca

**DANIEL ANSARI**

תחום העניין שלי הוא האופן שבו מוחנו מעבד מספרים והאופן שבו אנחנו משתמשים בהם. אנחנו משתמשים במספרים כל הזמן. אני רוצה לדעת איך המוח האנושי מצליח להבין מהם מספרים, ולמה יש ילדים שמתקשים בכך כל כך. מה שונה במוח של ילדים כאלה, ומדוע יש אנשים שמפחדים כל כך ממספרים ואחרים שנהנים כל כך להשתמש בהם?



Hebrew version  
provided by

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

