

תעלול או ממתק? כיצד ממתקים מלאכותיים משפיעים על המוח ועל הגוף

Hunter Myüz, Michael C. Hout*

המחלקה לפסיכולוגיה, האוניברסיטה של מדינת ניו-מקסיקו, לאס קרוזס, ניו-מקסיקו, ארצות הברית

סוקרת צעירה

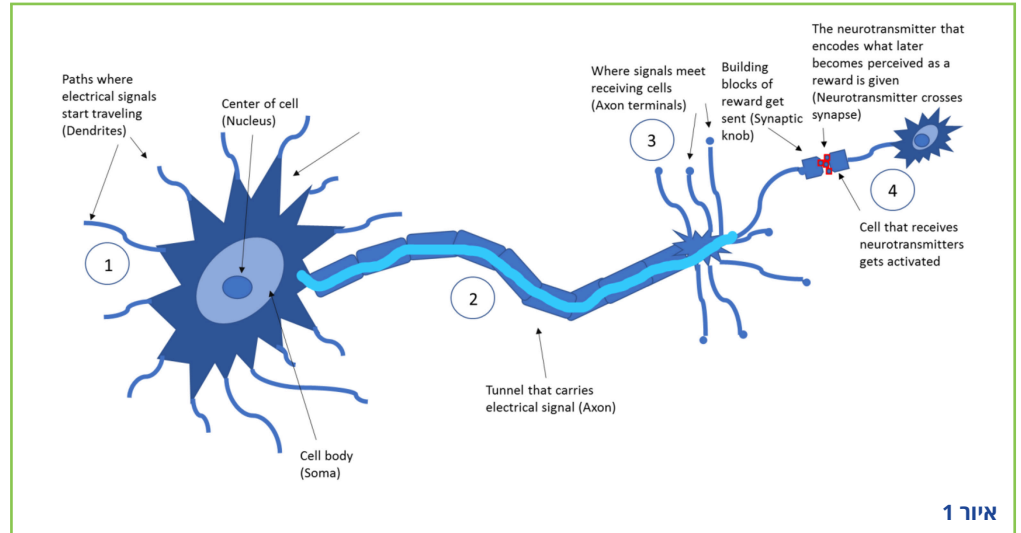
VICTORIA
גיל: 15



מדוע לדברים טעימים יש טעם טוב כל כך? סוכר מספק לגוף שלנו אנרגיה (בצורה של קלוריות), וזו ככל הנראה הסיבה שהתפתחנו לחוות אותו כטעים כל כך. אף על פי שאנו זקוקים לקלוריות, יותר מדי קלוריות יכולות לגרום לנו לעלות במשקל מה שיכול לגרום למחלות שקשורות למשקל יתר כמו סוכרת סוג 2 ולחץ דם גבוה. ממתקים מלאכותיים הומצאו כדי שטעמם יהיה כמו של סוכר אולם הם כמעט ולא יכולו קלוריות; המטרה הייתה שיהיה ממתק שנוכל לאכול יותר בלי לפתח מחלות או לעלות יותר מדי במשקל. אולם לממתקים מלאכותיים יש לעיתים השפעות שליליות על הגוף ועל המוח, שאין לסוכרים. המוח שלנו, מיקרובי הבטן והלבלב, מעבדים סוכרים אמיתיים ומלאכותיים באופן שונה – מה שיכול לגרום לנו לאכול יותר, לעלות יותר במשקל ולחוות קשיים גדולים יותר בעיכול הסוכרים האמיתיים שהגוף שלנו צריך. ממתקים מלאכותיים צריכים להיצרך באופן מתון מאחר שהם "מתעתעים" במוח ובגוף שלנו, וגורמים להם לחשוב שהם ממתקים, מה שיכול לעיתים להשפיע לרעה על הבריאות.

איור 1

תא עצב אחד שמתקשר עם תא עצב שני; החלקים המודגשים קשורים להעברת "תגמול". מספר הנקודות מצביע על שלבים שמעורבים בתהליך הזה. שלב 1: מוליכים עצביים שהתקבלו מתאי עצב קודם באתר של חיישן (כלומר חלקים קטנים דמויי מכונה בתא שחשים חשמל ומובילים לשחרור של מוליכים עצביים), וגרמו לירי של פוטנציאל פעולה (כלומר אות חשמלי) על-ידי גוף התא. שלב 2: ההודעה החשמלית הזו התקדמה מטה באקסון של תא העצב עד לקצוות שלו. שלב 3: תא העצב משחרר מוליכים עצביים לתוך החלל שבין תא העצב והתא הסמוך אליו. שלב 4: המוליך העצבי חוצה את החלל ומתקבל על-ידי תא העצב הבא, ומתחיל את התהליך פעם נוספת.



איור 1

מדוע דברים מתוקים טעימים לנו כל כך?

כדי להבין מדוע אנו אוהבים **ממתיקים מלאכותיים**, עלינו ראשית להבין מה גורם לנו לאהוב סוכר אמיתי. סוכר מספק אנרגיה לגוף שלנו בצורת קלוריות ולכן אנו, כמו מרבית היצורים האחרים, התפתחנו ליהנות ממנו. סוכר מגיע במגוון צורות כמו למשל **גלוקוז**, סוכרוז ופרוקטוז, אולם ישנן הרבה צורות נוספות. סוכר מגביר פעילות באזורים מסוימים במוח שלנו, מה שאומר שהחלקים האלה נעשים פעילים כתוצאה מהתזונה שמגיעה אליהם. הפעלה (אקטיבציה) מוחית מתרחשת כתוצאה מאותות חשמליים שמתרחשים בתוך התאים שנקראים **תאי עָצב**. כל הפעילות המוחית מתרחשת בצורת פעילות חשמלית שנשלחת דרך "חוטים" או "תעלות" בתאי העצב שנקראים אקסונים. האותות החשמליים שעוברים דרך האקסונים גורמים לשחרור של כימיקלים במוח שנקראים **מוליכים עצביים** (ראו איור 1). ה"הודעות" שאנו מקבלים מהמוח מתוקשרות דרך המוליכים העצביים האלה. מוליכים עצביים מאתחלים תגובות שמובילות לתחושות השונות הרבות שאנו מרגישים, שאת מהן היא רעב.

מדענים ערכו ניסויים שמעריכים גם בני אדם וגם חיות אחרות, וגילו ראיות לכך שהצורך שלנו באנרגיה הוא זה שמוביל לאהבתנו לממתקים. אף על פי שחיות ובני אדם יכולים ודאי להיות שונים מאוד, הרבה תגליות חשובות התגלו באמצעות בעלי חיים בניסויים שהיו בלתי הוגנים, בלתי בטיחותיים או קשים מאוד לביצוע על בני אדם. לדוגמה, בניסוי אחד קבוצה של חולדות קיבלה מזון שהיה ממותק עם גלוקוז (סוג של סוכר), וקבוצת חולדות אחרת קיבלה מזון עם ממתקים מלאכותיים. לאחר מכן שתי קבוצות החולדות לא קיבלו מזון במשך זמן מסוים כדי לגרום לחולדות להיות רעבות. אחרי שהרעב הושג באמצעות מחסור במזון, החוקרים גילו שכשלתתי הקבוצות ניתנה גישה למזון חדש ממותק עם גלוקוז החולדות שקיבלו בהתחלה מזון עם ממתקים מלאכותיים אכלו באופן משמעותי יותר מהחולדות שקיבלו במקור מזון שממותק עם גלוקוז [1]. הן אכלו בעודף את המזון הממותק באמצעות גלוקוז מאחר שהן לא היו רגילות לקשר שבין המזון המתוק לבין התכולה הקלורית שלו, כתוצאה מכך שבהתחלה הן קיבלו מזון דל קלוריות עם ממתקים מלאכותיים. למעשה, הן לא היו מסוגלות לקשר בין מתיקות לבין הזנה.

ממתק מלאכותי

(Artificial sweetener)

תחליף סוכר שטעמו מתוק, אולם הוא מכיל מעט קלוריות או אפס קלוריות. הממתקים האלה מיוצרים באמצעות שינוי כימי של סוכרים קיימים או של חומצות אמינו.

גלוקוז

(Glucose)

סוכר פשוט שמהווה מקור אנרגיה חשוב והוא נמצא באופן טבעי במזונות רבים.

תא עצב

(Neuron - נוירון)

תא במוח ששולח ומקבל אותות חשמליים וכימיים.

אצל בני אדם, הצורך שלנו בקלוריות משפיע גם כן על האופן שבו המוח עובד. אזורים שונים במוח שלנו מעוררים על-ידי סוכר כשאנו רעבים לעומת כשאנו רעבים. אנו יודעים זאת ממחקרים ששינו את רמות הרעב של אנשים באמצעות סיפוק או חוסר סיפוק של מזון לנבדקים [2]. לרוע המזל, אהבתנו לממתקים יכולה להיות לא טובה עבורנו כשאנו נמצאים בנסיבות הישרדותיות (אשר, למרבה המזל, מתרחשות רק לעיתים נדירות!), ולעיתים יכולה לגרום לנו לאכול יותר ממה שאנו צריכים לאכול. ככל שאנו אוכלים יותר סוכר, או סוכרוז, כך אנו רוצים אותו יותר. זה נכון במיוחד כשאנו ילדים מאחר שילדים אנו צריכים הרבה קלוריות כדי לגדול ולהתחזק. חלק מהמוחות של אנשים נעשים יותר מעוררים מהמוצע על-ידי מחשבות על אכילה, מה שעלול להוביל לאכילת יתר. ייתכן שזו הנטייה לאכילה מופרזת שהובילה להמצאה של ממתיקים דלי קלוריות כמו למשל סכרין, סוכרלוז, אספרטיים ואצסולפאם האשלגן. אף על פי שבממתיקים מלאכותיים יש פחות קלוריות, מה שמסייע לנו להוריד במשקל ולהוריד את רמות הסוכר בדם בטווח הקצר, ישנן בעיות בריאותיות רבות שהסוכרים המלאכותיים האלה גורמים להן שעשויות לנגוד את ההשפעות החיוביות האלה בטווח הארוך.

האם אתם יכולים לחשוב על דברים שאתם אוכלים או שותים שמכילים סוכרים מלאכותיים? אנו חיים בעולם שבו מוצרים רבים מומתקים עם סוכרים מלאכותיים כמו למשל משקאות ספורט ואנרגיה; סודה; מסטיק; חלק ממוצרי האפייה ואפילו קטשופ! אם אנו מתכוונים להמשיך לצרוך את הממתיקים המלאכותיים האלה חשוב שנדע כיצד המוח והגוף שלנו מושפעים מהם.

תגובות מוחיות לסוכרים אמיתיים לעומת מלאכותיים

אף על פי שלעיתים איננו יכולים להרגיש את ההבדלים בין סוכרים אמיתיים ומלאכותיים (למרות העובדה שהם למעשה שונים מאוד), המוח והגוף שלנו יכולים להגיב להבדלים. הגוף שלנו יכול לעיתים אפילו לאתר הבדלים קטנים מאוד בין סוגים של סוכרים, ולהגיב אחרת לכל סוג. ממתיקים מלאכותיים הם מרוכזים מאוד, כלומר עבור אותה כמות פיזית הם יכולים להיות פי 200 עד פי 13,000 יותר מתוקים מסוכר! אף על פי שסוכרים מלאכותיים מתוקים יותר מסוכרים אמיתיים, הם כמעט נטולי קלוריות. במחקרים מסוימים מדענים אפילו מצאו שאנשים מעדיפים את הטעם של סוכרים מלאכותיים מאשר סוכרים אמיתיים. אולם ישנם גם נתונים שמציעים כי ישנה אקטיבציה מוחית גדולה יותר בתגובה לסוכר אמיתי מאשר לסכרין (ממתיק מלאכותי שכיח), וההשפעה הזו חזקה במיוחד כשאנשים רעבים [2].

למוח ולגוף שלנו יש תגובות שונות לממתיקים מלאכותיים ולסוכרים מאחר שהחומרים האלה שונים זה מזה ברמה המיקרוסקופית המולקולרית. במוח ישנם מנגנונים שנקראים **מסלולי תגמול**, שהם כמו מסלולי מרוצים לתאי עצב שכאשר הם מעוררים הם גורמים לשחרורם של כימיקלים (כמו דופמין, **מוליך עצבי** שכיח) אשר גורמים לנו להרגיש טוב. חשבו כמה טוב זה מרגיש לאכול כשרעבים, או לאכול גלידה או עוגיות לקינוח! צריכת סוכר מפעילה את מסלולי התגמול שלנו מה שמסביר, מנקודת מבט ניוירולוגית, מדוע אנו אוהבים כל כך את הטעם שלו. ממתיקים מלאכותיים מפעילים רק באופן חלקי את מסלולי התגמול מאחר שהם מתוקים (מה שגורם להנאה) אולם הם לא מכילים את הקלוריות שאנו צריכים כמקור לאנרגיה [3]. בכך שהם לא מפעילים באופן מלא את מסלולי התגמול, ממתיקים מלאכותיים עלולים להיות מזיקים מאחר שהם עשויים, באופן מסוים, להטעות את המוח שלנו ולגרום לנו לאכול יתר על המידה כדי להרגיש מסופקים, או לרצות מתיקות רבה יותר בהמשך. לאחר צריכה של

מסלול תגמול

Reward pathway

סדרת קשרים במוח שמעבירה מוליכים עצביים (כמו למשל דופמין) שגורמים לנו להרגיש טוב.

מוליך עצבי

(Neurotransmitter)

חומר כימי שמשוחרר על-ידי תא עצב במוח ושולח הודעות לגוף ולשרירים שלנו.

ממתיקים מלאכותיים אנשים חווים פחות הנאה, מה שעשוי להפחית את התיאבון, ועדיין הם נוטים לאכול יותר ולבחור במזונות שיש להם ערך קלורי גבוה יותר מאנשים שאינם צורכים מזונות מתוקים או מאלה שצורכים סוכר אמיתי [4]. ממתיקים מלאכותיים עשויים לגרום לנו להשתוקק לסוכר אמיתי אפילו יותר, בעוד שהפחתת סוכרים וממתיקים מלאכותיים מהדיאטה יכולה להוביל להפחתה בהשתוקקות לסוכר בתוך שבוע אחד בלבד [3].

עיכול סוכרים אמיתיים לעומת מלאכותיים

כשאנו אוכלים סוכר הוא זז ממערכת העיכול לתוך מחזור הדם ומעלה את רמות הסוכר בדם שלנו. הלב לב אחראי על הפרשת הורמונים (כמו אינסולין) לתוך הדם כדי לווסת את רמות הסוכר בדם. הלב לב הוא כמו מפעל שהופך סוכרים למשהו שהגוף שלנו יכול להשתמש בו, והמפעל מאט כשהסוכר או הממתיק לא נותנים לנו הרבה אנרגיה. ממתיקים מלאכותיים לא מעלים את רמות הסוכר בדם או את ייצור האינסולין כמו שסוכרים אמיתיים עושים. זה גורם ללב לב להגיב אחרת לסוכרים מלאכותיים מאחר שהם כמעט ולא נותנים ללב לב משהו להגיב אליו. צריכת ממתיקים מלאכותיים יכולה לכן להוביל לתפקוד אבנורמלי של הלב לב ושל רמות האינסולין, נוסף על שינויים בתפקודים אחרים שמשפיעים על חילוף החומרים שלנו, שעלולים להעלות את רמת הסיכון שלנו לחלות במחלות כמו סוכרת סוג 2.

לכולנו יש מיקרואורגניזמים במערכת העיכול שלנו שמסייעים לנו לפרק את המזון שאנו אוכלים. יחד הם נקראים מיקרוביוטת המעי. מיקרוביוטת המעי מגיבה אחרת לממתיקים מלאכותיים מלסוכר אמיתי. האורגניזמים האלה נעשים פחות מסוגלים לפרק סוכרים אמיתיים ככל שהם חשופים יותר לממתיקים מלאכותיים. מחקר שנערך על עכברים הראה כי צריכה של ממתיקים מלאכותיים מובילה לשינויים במיקרוביוטת המעי שמפחיתים את יכולת העכברים לעכל סוכרים [5]. חוסר יכולת לפרק סוכרים היא דבר שלילי מאחר שהשינוי הזה במיקרוביוטה יכול לשנות את כמות חומרי המזון שהגוף שלנו מסוגל להפיק מהמזון שאנו אוכלים. משמעות הדבר היא שאנו עשויים שלא לקבל את הוויטמינים והמינרלים שאנו צריכים, אפילו כשאנו אוכלים את המזונות המתאימים.

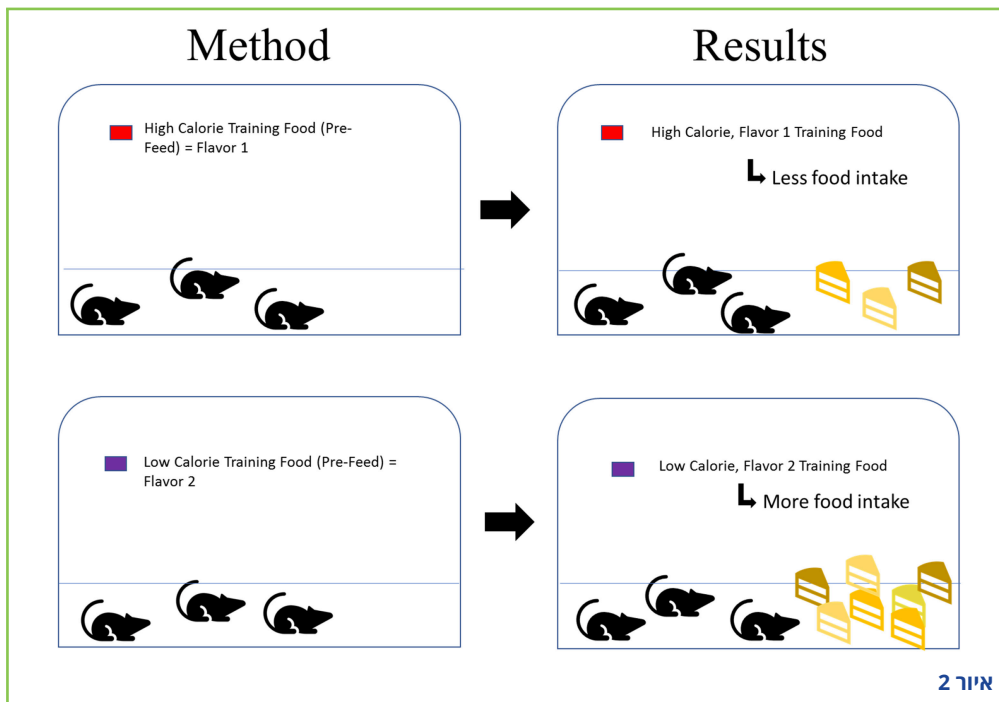
הזדקקות למתיקות גדולה יותר וליותר קלוריות

ממתיקים מלאכותיים לא מספקים את הקלוריות או הגלוקוז שהגוף שלנו צריך, והם לא מפעילים את ייצור האינסולין של הגוף שלנו – מה שיכול לגרום לנו להצטרך לאכול יותר קלוריות כדי להרגיש מלאים. אף על פי שהמוח והגוף שלנו מעבדים סוכרים אמיתיים ומלאכותיים באופן שונה, ממתיקים מכל סוג מגבירים את הסבילות של המוח למתיקות [3]. זה אומר שככל שאוכלים יותר דברים מתוקים כך צריך לאכול יותר בעתיד כדי שהמוח ידע שמהו מתוק ומכיל את הקלוריות הנדרשות לאנרגיה [1, 3, 4]. השתוקקות לקלוריות וסוכר מאחר שהמוח נעשה סביל למתיקות היא שילוב מסוכן שיכול להוביל לאכילת יתר, שיכולה בתורה להוביל לעלייה בלתי רצויה במשקל.

מחקר חשוב שנערך בחולדות הראה שממתיקים מלאכותיים גרמו לחולדות לאכול מזון רב יותר. חולדות בוגרות אומנו לקשר בין טעם אחד לבין מזון דל קלוריות (כלומר מזון ממותק באמצעות ממתיק מלאכותי שנקרא סכרין), וטעם אחר עם מזון עתיר בקלוריות. החולדות האלה אכלו

איור 2

חולדות קיבלו מזון שהיה עתיר בקלוריות שהיה מומתק עם גלוקוז (למעלה) או דל בקלוריות מאחר שהיה מומתק באמצעות סכרין, ממתיק מלאכותי (למטה). במהלך הזמן החולדות למדו לקשר בין הטעם והתכולה הקלורית של מה שהן אכלו. לאחר מכן, החולדות שקיבלו בהתחלה מזונות עתירי קלוריות אכלו פחות מזון נוסף מחולדות שקיבלו בהתחלה מזון דל קלוריות, מה שמציע שהגוף שלהן למד לפצות על המחסור הקלורי [3].



מזון רב יותר אחרי שהן קיבלו מזון עם אותו הטעם כמו המזון דל הקלוריות (ראו איור 2) [3] זה מצביע על צורך בקלוריות שהחולדות למדו להשלים באמצעות צריכת כמויות מזון גדולות יותר.

במחקר אחר חולדות שקיבלו יוגורט מומתק עם אספרטיים או סכרין (סוכרים מלאכותיים) עלו יותר במשקל מחולדות שקיבלו יוגורט עם סוכרוז (סוכר אמיתי), אף על פי שכמות הקלוריות שהחולדות אכלו הייתה כמעט זהה בשני המקרים [3]. אף על פי שהחולדות למעשה קיבלו את אותה כמות קלוריות, הממתיקים המלאכותיים הטעו את הגוף שלהן לחשוב שהן לא קיבלו אותן קלוריות! הנטייה הזו של חולדות צעירות לאכול יתר על מידה כשהגוף שלהן לא חושב שהן מקבלות מספיק קלוריות נראתה גם בחיות אחרות, כולל בני אדם, עם צריכת ממתיקים מלאכותיים שתורמת לעלייה במשקל אצל ילדים.

מסקנות

צריכת ממתיקים מלאכותיים יכולה להיות מהנה, אולם צריכה עודפת (או צריכה כתחליף מוחלט לסוכר) היא מסוכנת בשל ההבדלים באופנים שבהם שהמוח והגוף שלנו מעבדים את החומרים האלה, וההשלכות הבריאותיות השליליות הפוטנציאליות של צריכת יתר של כל אחד מהם. צריכת יתר של סוכרים מלאכותיים משנה את יכולתו של הגוף לעבד סוכר אמיתי, בשל שינויים שמתרחשים במיקרוביוטת המעיים וברמות האינסולין. זה יכול להוביל להשלכות בריאותיות שליליות כמו למשל סוכרת סוג 2 - בעוד שבאותו הזמן זה עשוי לגרום לאנשים להשתוקק ליותר סוכר ולרצות לאכול יותר מזון, מה שעלול לגרום להם לעלות במשקל. כמו עם דברים אחרים בחיים, ממתיקים מלאכותיים אינם רעים אולם הנאה מתונה היא חשובה!

מקורות

1. Swithers, S. E., and Davidson, T. L. 2008. A role for sweet taste: calorie predictive relations in energy regulation by rats. *Behav. Neurosci.* 122:161–73. doi: 10.1037/0735-7044.122.1.161
2. Haase, L., Cerf-Ducastel, B., and Murphy, C. 2009. Cortical activation in response to pure taste stimuli during the physiological states of hunger and satiety. *Neuroimage* 44:1008–21. doi: 10.1016/j.neuroimage.2008.09.044
3. Yang, Q. (2010). Gain weight by “going diet?” Artificial sweeteners and the neurobiology of sugar cravings: Neuroscience 2010. *Yale J. Biol. Med.* 83:101–8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2892765/#!po=59.3750>
4. Blundell, J. E., and Hill, A. J. 1986. Paradoxical effects of an intense sweetener (aspartame) on appetite. *Lancet* 1:1092–3. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2871354>
5. Suez, J., Korem, T., Zeevi, D., Zilberman-Schapira, G., Thaiss, C. A., Maza, O., et al. 2014. Artificial sweeteners induce glucose intolerance by altering the gut microbiota. *Nature* 514:181–6. doi: 10.1038/nature13793

פורסם אונליין: 22 ביוני 2021

נערך על ידי: Tzipi Horowitz-Kraus, Technion Israel Institute of Technology, Israel

ציטוט: Myüz H and Hout MC (2021) תעלול או ממתק? כיצד ממתיקים מלאכותיים משפיעים על המוח ועל הגוף. *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2019.00051-he

תורגם והותאם:

Myüz H and Hout MC (2019) Trick or Treat? How Artificial Sweeteners Affect the Brain and Body. *Front. Young Minds* 7:51 doi: 10.3389/frym.2019.00051

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

COPYRIGHT © 2019 © Myüz 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 (המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה). השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

סוקרת צעירה

VICTORIA, גיל: 15

אני לומדת תיאטרון מוזיקלי (מחזמר) וכיום אני גם לומדת כימיה. סוגי המדע האהובים עליי הם אסטרונומיה וניורולוגיה.



הכותבים



HUNTER MYÜZ

Hunter Myüz היא חוקרת פסיכולוגית ניסיונית שחוקרת דת, דעות קדומות, סטטיסטיקה, לקויות שמיעה ומערכות שקשורות לחוש המישוש. היא עובדת על להיות מתכנתת, סטטיסטיקאית, פסנתרנית ותופרת טובה יותר. הדברים שהיא הכי נהנית מהם הם סרטי אימה, כלבים והמספר 42.



MICHAEL C. HOUT

אני פרופסור במחלקה לפסיכולוגיה באוניברסיטה של מדינת 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 אנו מזיזים את העיניים ומדוע). 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

