

מדוע הזמן מאט במהלך תאונה

Marc Wittmann^{1*}, Virginie van Wassenhove²

¹המכון לחזית תחומי הפסיכולוגיה ובריאות הנפש, פרייבורג, גרמניה

²CEA, DSV/I2BM², מרכז NeuroSpin, Gif-sur Yvette, צרפת

סוקרים צעירים

TRAFALGAR
SCHOOL
FOR GIRLS
גיל: 14-15



אחרי התרחשות תאונה, אנשים מדווחים לרוב שהתאונה הרגישה הרבה יותר ארוכה ממה שהיא הייתה בפועל ב"זמן אמת". כלומר, נדמה שהזמן מאט במהלך האירוע. ניסינו לערוך ניסוי בתנאים בטוחים במעבדה שלנו, אשר מדמה מצב מסוכן כמו של תאונה. נתנו למשתתפים להסתכל על מסך שבו עיגולים נעו באחד משני כיוונים: או בכיוון ה"התנגשות", אל עבר המשתתפים, או בכיוון הפוך הרחק מהמשתתפים. באותו הזמן רשמנו באמצעות סורק מוחי את הפעילות החשמלית של המוחות שלהם. מצאנו שכאשר העיגול נע כלפי המשתתפים, האירוע נחוה כארוך יותר מאשר האירוע שבו העיגול נע הרחק מהמשתתפים. זה האפקט שרצינו ליצור: בתרחיש של "סכנה", המאורעות נחוים כארוכים יותר. פעילות המוח הראתה שאזור מסוים במרכז המוח היה פעיל במיוחד, אזור שהוא לעיתים קרובות פעיל כשמדובר באירועים שיש להם נגיעה אישית עבור מי שחוים אותו. במקרה שלנו, הגירוי ה"מסוכן" הוא האירוע שקשור למשתתפים. זה המחקר הראשון שמראה מהם האזורים במוח אשר מקושרים להאטה בחוויית הזמן בעת אירוע מסוכן.

פעם אחת זה קרה לי (Marc Wittmann, הכותב): נהגתי במכונית שלי ברחוב שעדיין היה רטוב מהגשם של ליל אמש. כשלקחתי את הסיבוב, הגלגלים האחוריים של הרכב איבדו אחיזה וסטו הצידה. באותו הרגע, כשידעתי שאני צריך לסובב את ההגה כדי להתנגד לסטייה של המכונית, הזמן האט. הייתי רגוע מאוד והמתנתי לרגע הנכון שבו הייתי צריך לסובב את ההגה. הכול קרה בצורה מואטת. בסופו של דבר הזזתי את ההגה וסובבתי אותה, והמכונית שלי הייתה

שוב בנתיב הנכון. האירוע התרחש במשך שנייה או שתיים, אולם הוא הרגיש ארוך הרבה יותר. האם גם לכם הייתה חוויה מיוחדת כזו? הרבה אנשים שדיברנו איתם דיווחו על חוויות דומות, למשל כשהם חוו תאונת אופניים או כאשר חוו נפילה רצינית. הזמן נחווה כארוך הרבה יותר, והעולם נדמה כזו בצורה מואטת.

כולנו יודעים כיצד הזמן יכול להאט כשאנו משועממים. לעומת זאת, כשאנו נהנים נדמה שהזמן "עף". אולם אין זה זמן השעון שמשתנה, אלא החוויה האישית שלנו ביחס לעולם החיצוני. אנו יודעים שחווית הזמן האישית שלנו תלויה בקמה שאנו מרגישים ובאופן שבו אנו פועלים. כשאנו מחכים שמשוה יקרה, אנו מודעים לזמן והוא עובר בצורה איטית מאוד. במהלך פעילויות משמחות הזמן מאיץ, ואנו עשויים למצוא את עצמנו מופתעים ממשך הזמן שכבר חלף. אולם האפקט של האטת הזמן במהלך תאונות הוא מצב קיצון תודעתי אשר דורש הסבר. כיצד זה קורה, ומדוע?

"הילחם או ברח": זמן רב יותר לשרוד

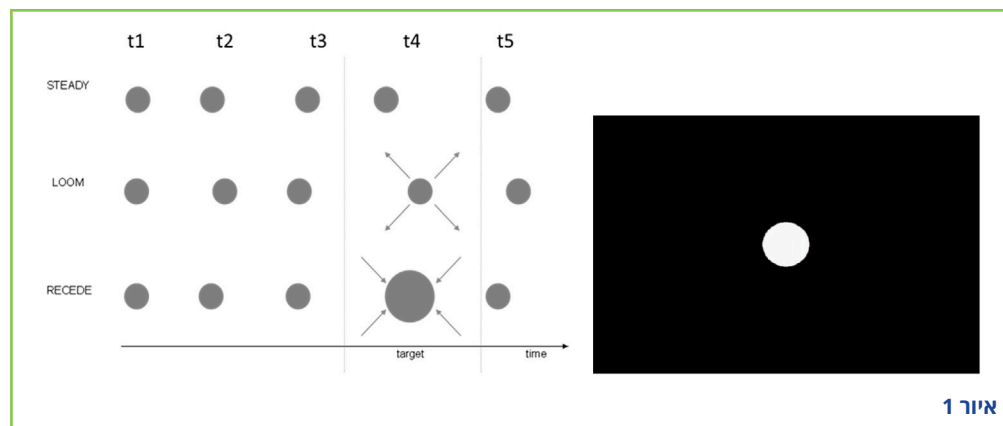
ניתוח של מאות דיווחים אחרי תאונות חשף שיותר מ-71% מהאנשים משחזרים חוויה של שינוי בתחושת הזמן. הם שחזרו את מהלך האירוע כהרבה יותר ארוך מאשר שהוא היה בפועל, ונדמה שמה שהתרחש במהלך התאונה קרה בקצב מואט. יתרה מזו, במקרים האלה לעיתים קרובות אנשים מצאו את עצמם חושבים במהירות רבה [1]. מדוע זה קורה למעשה? התשובה שחוקרים רבים מספקים היא: בתרחיש של "הילחם או ברח" (Fight or flight), כאשר חשוב לפעול מהר מאוד למען ההישרדות שלנו, "עוזר" שהעולם החיצוני מאט. במקרה כזה מרגישים כאילו יש לנו זמן רב יותר להחליט מה לעשות הלאה וכיצד לזוז, במידת הצורך. אולם מה שמתרחש למעשה הוא שהתהליכים הפיזיולוגיים מאיצים באופן יחסי לעולם החיצוני, מה שגורם לנו להרגיש כאילו העולם החיצוני מאט ביחס אלינו. מידת הקצור של הגוף עולה לרמה המקסימלית האפשרית. עיהור משמעו שהגוף והנפש במצב פיזי ומנטלי של עירנות ופעילות מוגברות. המוח ממוקד ואנו מרגישים דרוכים. מצב גופני זה מגביר את יכולתנו לשרוד, כאשר אנו נדרשים להגן על עצמנו או לברוח מהר מפני סכנה. מאחר שהגוף והנפש פועלים במהירות מואצת, נדמה כי מה שמתרחש בעולם החיצוני מאט. מאחר שנדמה כי הכול בסביבה מאט, אנו רואים ושומעים פרטים רבים יותר מכל מה שמתרחש, מה שמוביל לתחושה שהאירועים אורכים זמן רב יותר מזמן השעון.

הדמיית מצב מסוכן במעבדה שלנו: מחקר באמצעות דימות תהודה מגנטית תפקודי (fMRI)

האם ההסבר הנ"ל הוא נכון? האם הזמן מתארך כאשר אנשים חווים תאונה? או האם, אולי, רק בזמן מאוחר יותר כשאנו מסתכלים אחורה ומשחזרים את האירוע אנו מרגישים שהוא ארך זמן רב יותר? עקב האירוע הדרמטי שהתרחש אנו עשויים לחשוב שהזמן האט, כשאנו נזכרים באירוע. לכן, השאלה היא: האם אנו יכולים לחקור את התופעה הזו במעבדה שלנו כדי לוודא אם הזמן למעשה מתארך? כמובן שאיננו רוצים ליצור מצב של תאונה אמיתית במעבדה שלנו. אולם אנו יכולים לחשוב על ניסוי שבאמצעותו עדיין נהיה מסוגלים למדוד את השינוי בחווית הזמן הסובייקטיבית של האדם. בהתבסס על מחקר קודם שנערך (על-ידי וירגיני הכותבת, שאז עבדה באוניברסיטת קליפורניה בלוס אנג'לס, UCLA), ידענו שמשך זמן האירוע מרגיש ארוך

איור 1

שלושת המצבים השונים שהוצגו למשתתפי הניסוי. משמאל לימין: שלושה עיגולים ראשונים הוצגו באותו הגודל, בזמנים התואמים t1 עד t3. העיגול הרביעי, עיגול המטרה, הוצג בזמן t4 באחת משלוש צורות: בגודל קבוע (שורה עליונה), בגודל הולך וגדל (שורה אמצעית) ובגודל הולך וקטן (שורה תחתונה). לבסוף הוצג העיגול החמישי, בזמן t5, בגודל קבוע כמו שלושת העיגולים הראשונים. משך הזמן שבו הוצג כל אחד מהעיגולים היה קבוע (מחצית השנייה). אתם יכולים לראות בסרטון שמשך הזמן שעבר בין הופעת עיגול אחד להופעת העיגול שאחריו השתנה בין המופעים. הסיבה לכך היא שרצינו שהמשתתפים לא יתרגלו לקצב קבוע אלא יתרכזו באורך השהייה של כל אחד מהעיגולים על המסך.



איור 1

יותר כאשר גירוי שמוצג על המסך נדמה כמגיח בפתאומיות לעבר הצופה [2]. מערך הניסוי שהשתמשנו בו הוא זה: משתתפים ישבו מול מסך מחשב וראו שלושה עיגולים מלאים מופיעים, אחד אחרי השני (ראו את איור 1 ואת סרטון הווידאו). לאחר מכן, עיגול רביעי (המטרה) הופיע על המסך. המשתתפים היו צריכים לשפוט במשך כמה זמן העיגול הרביעי הופיע על המסך יחסית לשלושת העיגולים שהופיעו לפניו. האם העיגול הרביעי נשאר על המסך זמן ארוך יותר או קצר יותר משלושת העיגולים הקודמים? העיגול הרביעי הופיע בשלוש צורות: או שהוא היה עיגול נוסף בגודל קבוע (מצב יציב), או שהוא הגיח מתוך המסך (כלומר התחיל כעיגול קטן והלך וגדל עם הזמן), או שהוא נסוג אל תוך המסך (כלומר התחיל כעיגול גדול והלך וקטן עם הזמן). לאחר שהופיע עיגול נוסף, חמישי במספר, המשתתפים התבקשו ללחוץ על אחד משני כפתורים שמסמנים כמה זמן העיגול הרביעי הוצג על המסך: האם זמן קצר יותר או ארוך יותר משלושת העיגולים הראשונים? כפתור אחד סמן "ארוך יותר" וכפתור שני סמן "קצר יותר".

מדוע בחרנו להראות עיגול "מגיח" ועיגול "נסוג", ומה בכלל הקשר בין הגחה ונסיגה לבין מה שניסינו להבין? למי שמתבונן בעיגולים, העיגול שגדל או מגיח נדמה כמתקרב עוד ועוד. לעומת זאת, העיגול המתכווץ או הנסוג נדמה כזו הרחק יותר ויותר מהצופה. מאחר שהעיגול המגיח נראה כמתקרב אל הצופה, קיווינו שהוא עשוי לדמות מצב של סכנה מאחר שנראה כי הוא נע לעבר התנגשות עם הצופה. באופן הזה, ניסינו לדמות מצב שבו הצופה פוגש ב"סכנה". אנו מודעים, כמובן, לעובדה שזו אינה סכנה אמיתית. אולם המוח עדיין עשוי להגיב כאילו שהמקרה המדומה הזה מהווה סכנה קטנה כלשהי.

בסיכומו של דבר, התוצאות הראו שהעיגול המגיח אכן נחווה כאורך זמן רב יותר מהעיגול היציב ומהעיגול הנסוג. כלומר, המשתתפים לחצו על הכפתור "ארוך יותר" לעיתים קרובות יותר מאשר על הכפתור "קצר יותר" כשהם חוו את המצב של העיגול המגיח. כאמור, כל אחד מהעיגולים הוצג לפרק זמן זהה, של מחצית השנייה. אולם המשתתפים הצהירו שהעיגול המגיח הוצג זמן רב יותר משני העיגולים האחרים (היציב והנסוג). אם כן, מצאנו השפעה קטנה אך ברורה של התארכות הזמן בתרחיש של גירוי מגיח, אשר מתקרב אל הצופה באופן וירטואלי!

כעת, השאלה הבאה היא: מה מתרחש במוח כשאנשים מעריכים יתר על המידה את כמות הזמן שעבר, כשהם מרגישים שהעיגול המגיח מוצג לזמן רב יותר? כדי לענות על השאלה

הזו השתמשנו באותו הניסוי הממוחשב אולם הפעם המשתתפים שכבו בתוך סורק שנקרא סורק דימות תהודה מגנטית תפקודי (fMRI). בעזרת fMRI אנו יכולים לרשום את הפעילות, או האקטיבציה, המוחית בזמן שהמשתתפים מבצעים מטלה. מה המשמעות של "אקטיבציה"? באמצעות טכנולוגיית fMRI מה שאנו רושמים למעשה הם שינויים ברמות החמצן בדם שזורם במוח. הרעיון הוא שככל שאזור במוח מעורב יותר בביצוע של מטלה מסוימת, כך הוא זקוק ליותר חמצן. כשמישהו מבצע מטלה בתוך סורק fMRI אנו יודעים שנרשמת פעילות רבה יותר (או שהאקטיבציה חזקה יותר) באזור מסוים מאחר שאותו האזור מעורב בביצוע המטלה. לדוגמה, כאשר אנו שומעים צלילים, אזור במוח שמעורב בשמיעה הוא פעיל; כשאנחנו לוחצים על כפתור, אזור אחר במוח פעיל והוא אזור שמקושר לתנועה. באמצעות שימוש בשיטת fMRI שאלנו אלה אזורים במוח פעילים כאשר אנשים רואים את העיגול המגיה, לעומת האזורים שפעילים כאשר רואים את העיגול הנסוג. מדדנו את הפעילות הזו במדד של אחוז שינוי האות מאחר שאנו מעוניינים בהבדלים שבין שני תנאי הניסוי (העיגול המגיה לעומת העיגול הנסוג), והתנאים השונים האלה גורמים לשינויים באספקת החמצן דרך הדם אל אזורים מסוימים במוח. בשני המקרים משהו זז על המסך. אולם רק בתנאי ההנחה נדמה שהעיגול נע כלפי הצופה. זה ההבדל שבו אנו מעוניינים.

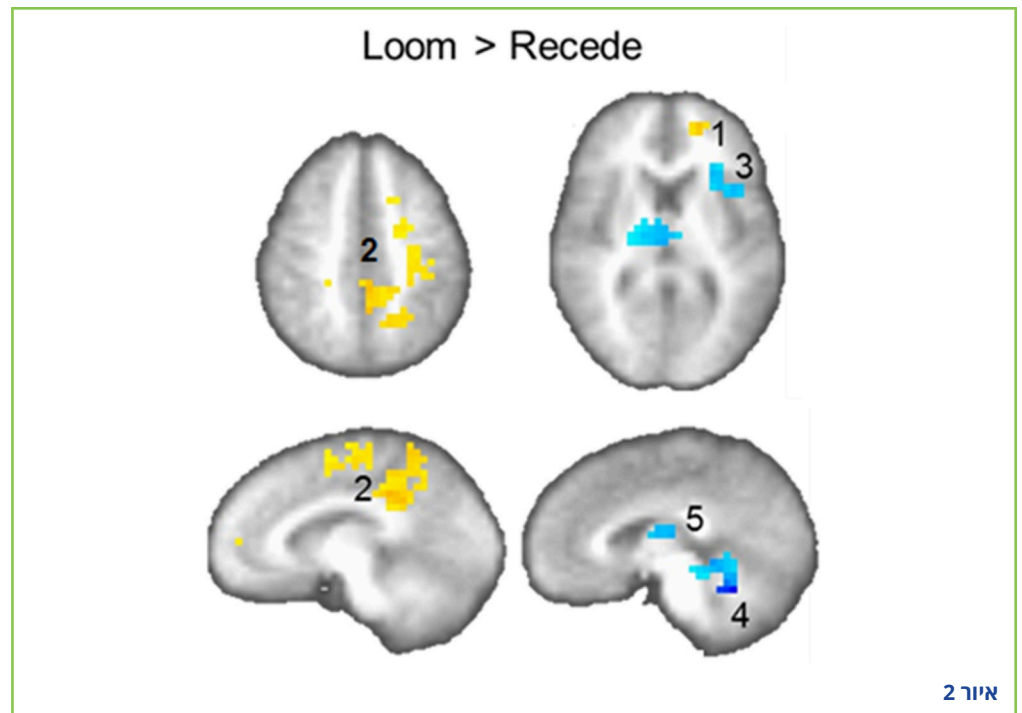
במחקר זה נתנו ל-15 משתתפים, סטודנטים מהאוניברסיטה המקומית, לבצע את מטלת המחשב עם העיגולים בזמן שהם שהו בתוך סורק fMRI. בדומה לתוצאות שהתקבלו מניתוח רישומי הסורק, המשתתפים הרגישו שהעיגול המגיה הופיע על המסך פרק זמן ארוך יותר מאשר העיגולים האחרים. אם כן, איזה אזור במוח היה פעיל?

באיור 2 אתם יכולים לראות את ההבדלים בפעילות המוחית בין מצב העיגול המגיה ומצב העיגול הנסוג (פעילות מוגברת במצב העיגול המגיה מסומנת בצהוב, ופעילות מופחתת מסומנת בכחול), כפי שנרשמו בשני אזורים במוח. שני האזורים האלה נמצאים בקליפת המוח, שהיא השכבה החיצונית ביותר של המוח. הפעילות המוגברת נראתה באזור אחד שנקרא קליפת המוח הקדמית העליונה, שהוא החלק החיצוני הקדמי של קליפת המוח. האזור האחר שבו נראתה פעילות מוגברת נקרא פיתול החגורה האמצעי הקדמי והאחורי, שהוא החלק הקדמי והאחורי של אזור בקליפת המוח שנקרא פיתול החגורה. עלינו להיות זהירים בפירוש נתוני ה-fMRI. לכן, זיכרו שהדיון שנציג כאן הוא רק ההסבר הטוב ביותר שיש לנו כיום על המשמעות של הפעילות המוחית המוגברת. אנו נתמקד באזור הגדול יותר של פיתול החגורה.

כמה מחקרים הראו שפיתול החגורה פעיל כשהגירוי קשור בצופה עצמו (להעשרה נוספת קראו את שני המאמרים שפרסמנו בנושא: Wittmann ואחרים [3], van Wassenhove ואחרים [4]). לדוגמה, כשאנשים חושבים על תכונות האופי שלהם ("אני בן אדם מנומס"), או כשהם חושבים על דברים שהם עשו בעבר ("איזו מסיבה נחמדה זו הייתה אתמול בערב"). באופן כללי, חוקרי מוח חושבים שלפיתול החגורה יש תפקיד במחשבות של אנשים על עצמם ובמחשבות על הקשר בינם לבין העולם. בתנאי ההנחה, פיתול החגורה נעשה פעיל היות שהעיגול נע לכיוון המשתתפים, כך שיש לו משמעות עבורם מאחר שהם תופסים אותו כ"סכנה" אפשרית. הם עשויים לחשוב: אני הוא זה שנמצא בסכנה. כתוצאה ממצב הסכנה הזה מתרחבת תחושת הזמן הפרטית של המשתתפים.

איור 2

הבדלים בפעילות (אקטיבציה) המוחית בין תנאי העיגול המגניח והנסוג. אזורי המוח שמוצגים בצהוב (מספרים 1 ו-2, משמאל) הם האזורים שנעשו פעילים במצב העיגול המגניח. האזורים האלה, אשר פעילים במצב ה"סכנה" הם: (1) פיתול החגורה (2) קליפת המוח הקדמית העליונה. האזורים בכחול (מספרים 3,4,5) הפחיתו את הפעילות שלהם במצב ההגנחה.
מגניח = Loom
נסוג = Recede



איור 2

המעבדה לעומת העולם האמיתי

ממצאינו היו הראשונים שהעלו את האפשרות כי המבנים במוח שמעורבים בחשיבה על הקשרים שלנו עם עצמים בעולם עשויים גם להיות אלה שפעילים בעת ההתבוננות בפריט שמתקרב אלינו. אם כן, הצלחנו לאשש את התוצאה שבתנאי מעבדה הזמן מתרחב במצב של "סכנה", באמצעות השימוש שעשינו בעיגול המגניח על מסך המחשב. תשובה אפשרית אחת לשאלה מה מתרחש במוח בזמן אירוע כזה יכולה להיות: פעילות מוגברת בפיתול החגורה נרשמת באמצעות סורק fMRI, ואותה אנו מפרשים בתור חשיבה של המשתתפים על עצמם ביחס לעיגול המגניח. אנו מודעים, כמובן, לכך שמערך הניסוי שלנו אינו מתקרב לְדַמּוֹת מצב של תאונה אמיתית. זו הסיבה שבגללה יכולנו למדוד את התחושות של המשתתפים ביחס לכמות הזמן שחלפה, אולם לא יכולנו לעורר את האפקט של האטת הזמן כפי שנחוה במהלך תאונות. מצבים שמתרחשים ביומיום, כמו למשל קפיצת בנג' או צניחה חופשית, או כמו ניסוי שנערך על-ידי עמית שלנו שבו משתתפים נופלים מבמה גבוהה לתוך רשת ומדווחים על כמות הזמן שהם חושבים שחלפה בעת הנפילה [5], הם מצבים מציאותיים יותר שקשה יותר לְדַמּוֹת, ובלתי אפשרי, בכלים של היום, למדוד את הפעילות המוחית בעת התרחשותם. אולם זו עשויה להיות משימה שתוכל להתבצע בעזרת טכנולוגיה עתידית, כשמשותפים יחבשו קסדות עם סורקי מוח קטנים בתוכן ואז יקפצו מגשר (כשהם קשורים בחבל). או שחוקרים יוכלו להשתמש במערך של מציאות מדומה (VR - virtual reality), שבה האירועים שיתרחשו ירגישו למשתתפים מציאותיים מאוד. אולם בהינתן התנאים של היום, ערכנו ניסוי אשר קידם אותנו צעד קטן נוסף אל עבר הבנה של מה שמתרחש במוח כאשר נחוה האפקט של האטת הזמן כמו שאנשים חווים במהלך תאונות.

מאמר המקור

van Wassenhove, V., Wittmann, M., Craig, A. D., and Paulus, M. P. 2011. Psychological and neural mechanisms of subjective time dilation. *Front. Neurosci.* 5:56. doi: 10.3389/fnins.2011.00056

מקורות

1. Arstila, V. 2012. Time slows down during accidents. *Front. Psychol.* 3:196. doi: 10.3389/fpsyg.2012.00196
2. van Wassenhove, V., Buonomano, D. V., Shimojo, S., and Shams, L. 2008. Distortions of subjective time perception within and across senses. *PLoS ONE* 3:e1437. doi: 10.1371/journal.pone.0001437
3. Wittmann, M., van Wassenhove, V., Craig, B., and Paulus, M. P. 2010. The neural substrates of subjective time dilation. *Front. Hum. Neurosci.* 4:2. doi: 10.3389/neuro.09.002.2010
4. van Wassenhove, V., Wittmann, M., Craig, A. D., and Paulus, M. P. 2011. Psychological and neural mechanisms of subjective time dilation. *Front. Neurosci.* 5:56. doi: 10.3389/fnins.2011.00056
5. Stetson, C., Fiesta, M. P., and Eagleman, D. M. 2007. Does time really slow down during a frightening event? *PLoS ONE* 2:e1295. doi: 10.1371/journal.pone.0001295

פורסם אונליין: 21 בדצמבר 2018

נערך על ידי: Lesley K. Fellows, McGill University, Canada

ציטוט: Wittmann M and van Wassenhove V (2018) מדוע הזמן מאט במהלך תאונה. *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2017.00032-he

תורגם והותאם:

Wittmann M, and van Wassenhove V (2017) Why Time Slows Down during an Accident. *Front. Young Minds.* 5:32. doi: 10.3389/frym.2017.00032

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

© COPYRIGHT Wittmann and van Wassenhove 2017. 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

15-14 גיל: TRAFALGAR SCHOOL FOR GIRLS

בית ספר טרפלגר לבנות ממוקם בלב העיר התחתית מונטריאול שבפרובינציית קוויבק, קנדה. תלמידות בכיתה השניונית מספר 3 במדעים לומדות השנה על הביולוגיה והאנטומיה של האדם, ולכן סיוע בסקירת כתבה זו התאים באופן מושלם לתוכנית הלימודים שלהן!

הכותבים

MARC WITTMANN

אני חוקר במכון לחזית תחומי הפסיכולוגיה ובריאות הנפש בפרייבורג, גרמניה. תחום המחקר העיקרי שלי עוסק באופן שבו אנו חווים את הזמן. לעיתים הזמן "עף" כל כך מהר, ופעמים אחרות הוא פשוט לא רוצה לעבור. מדוע זה כך ומהם המנגנונים המוחיים שקשורים לחוויות הזמן האלה? אני מתעניין במיוחד במקרי קיצון של שינויים בתחושת זמן במצבי תודעה קיצוניים, שבהם למשל הזמן עומד מלכת. בזמני הפנוי אני אוהב לקרוא הרבה ספרים, מנובלות ועד ספרים מדעיים. אני תמיד מסוקרן מהחיים, מהנפש ומהדרכים שבהן אנשים מתחברים אחד לשני. *wittmann@igpp.de

VIRGINIE VAN WASSENHOVE

אני חוקרת מוח קוגניטיבי שחוקרת את המוח האנושי באמצעות כלים של דימות מוחי. אני מובילה צוות של חוקרים נלהבים בוועדה לאנרגיה אטומית ולאנרגיות אלטרנטיביות (CEA) במכון הלאומי לבריאות ולמחקר רפואי (INSERM) בצרפת. שאלות המחקר העיקריות שלי הן: מדוע אנשים, מבין כל החיות, יכולים לא רק לתפוס זמן אלא גם לדבר עליו ולדמיין עתיד שעוד לא התממש? וכיצד המוח שלנו, למרות כל פערי הזמן שלו בחישוב מידע ובעיבודו, מצליח ליצור בתוכנו תמונה הגיונית של העולם שבחוץ? בזמני הפנוי אני נהנית לשמוע מוזיקה ולנגן, לקרוא, לעשות ספורט ולהתעסק בכל הפעילויות האנושיות ש"משחקות" עם זמן.



Hebrew version
provided by

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

