

## כיצד הידיים מסייעות לרגליים ללכת טוב יותר אחרי שבץ

Gregory E. P. Pearcey<sup>1,2,3</sup>, E. Paul Zehr<sup>1,2,3,4\*</sup>

<sup>1</sup>המעבדה למדעי המוח השיקומיים, אוניברסיטת ויקטוריה, ויקטוריה, קולומביה הבריטית, קנדה  
<sup>2</sup>מדע הגילוי האנושי, שיתוף פעולה בינלאומי בנושא תיקון תגליות, ונקובר, קולומביה הבריטית, קנדה  
<sup>3</sup>המרכז למחקר ביו-רפואי, אוניברסיטת ויקטוריה, ויקטוריה, קולומביה הבריטית, קנדה  
<sup>4</sup>המחלקה למדעי הרפואה, אוניברסיטת ויקטוריה, ויקטוריה, קולומביה הבריטית, קנדה

### סוקרים צעירים

ALYSSA  
גיל: 12



ARITRO  
גיל: 10



אם יש לכם קרוב משפחה או חבר שחווה שֶבֶץ, אתם עשויים לתהות "מה זה שבץ?" ו-"האם אפשר להשתקם אחרי שבץ?". ייתכן שגם שמתם לב לכך שאנשים אינם יכולים ללכת בצורה טובה אחרי שבץ. הסיבה לכך היא ששבץ הוא פגיעה במוח. כאשר מוחו של אדם נפגע, קשה לו או לה לשלוט בשרירים. אבל! אפילו אם ישנם קשיי הליכה אחרי שבץ, ההליכה עדיין יכולה להשתפר. במאמר הזה נסביר כיצד ומדוע אימונים של הידיים יכולים לסייע לשיפור בהליכה אחרי שבץ.

### הרקע

היה היו אבותינו אשר הלכו על ארבע גפיים, ממש כמו חתול או כלב. אכן כך, נהגנו ללכת גם על הידיים וגם על הרגליים שלנו! הסיבה לכך היא שאנשים הם גם בעלי חיים! אחרי שחלפו מיליוני שנים, התחלנו ללכת על שתי רגליים. זה אֶפְשָׁר לנו להשתמש בידיים שלנו למטרות אחרות כמו נפנוף, סחיבה וזריקה, בעודנו זזים במרחב. אף על פי שהליכה על שתי רגליים שונה מחיות אחרות, האופן שבו אנו שולטים בהליכה שלנו דומה לזה של חיות שהולכות על ארבע.

## המוח חשוב, אולם אזורים אחרים במערכת העצבים חשובים גם הם!

שכיח מאוד שאנשים חושבים כי המוח שולט בכל התנועות שאנו מבצעים. כשאנו חושבים על תנועה, אותות מתקדמים מהמוח אל עמוד השדרה דרך עצבים (כמעט כמו קווי טלפון). עמוד השדרה מתנהג כמו כביש ראשי עם הרבה יציאות בשני הכיוונים. בכיוון אחד, מידע מהחושבים מתקדם אל המוח, ובכיוון השני אותות נישאים מהמוח לצורך שליטה על השרירים. הפעולות של השרירים האלה הן מה שגורם לידיים ולרגליים לזוז. אולם המוח לא תמיד נדרש כדי לגרום לתנועה. באמצעות חקירת חיות, מדענים גילו שקבוצה מורכבת של תאים בתוך עמוד השדרה יכולה לשלוט על הליכה [1]. מתברר שהעבודה העיקרית של שליטה בהליכה מתבצעת על-ידי עמוד השדרה, ולא על-ידי המוח. חיות רבות מסוגלות ללכת באופן מלא ללא קבלת אותות מהמוח. האם אי פעם שמעתם את האמרה "לרוץ כמו תרנגולת בלי ראש"? זה למעשה אפשרי! זה אפשרי מאחר שקבוצת התאים הזו בתוך עמוד השדרה יכולה לשלוט בתנועה של הרגליים בלי לקבל אותות מהמוח. עם זה אנו צריכים לשלוח אותות מהמוח כדי לומר לעמוד השדרה להתחיל ללכת!

ברגע שהאותות מהמוח מתחילים את התנועה, עמוד השדרה יכול לתאם את התנועות בין ארבע הגפיים שלנו. התיאום הזה מבטיח שישנה פעילות חלופית בין השרירים שמקפלים את הרגליים בצד שמאל ובצד ימין של הגוף והשרירים שמיישרים אותן. זה מתאפשר הודות לחיבורים עצביים בין הגפיים. החיבורים האלה חולקים מידע שאנו חשים על הסביבה שלנו, שאז יכול להגביר או להפחית את פעילות השרירים במהלך הליכה. זה יעיל מאחר שאנו צריכים להגיב מהר למכשול או לסכנה. לדוגמה, האם אי פעם כמעט מעדתם על פניכם כשכף רגלכם נתקלה במכשול שהיה על הרצפה? באותו הזמן, בלי שחשבתם על כך, הזזתם את הגפיים שלכם ומנעתם את הנפילה. התגובה האוטומטית הזו למעידה מתרחשת בתוך עמוד השדרה, דרך הקשרים העצביים שבין הגפיים שלכם, לכן ברור שחשוב מאוד שלבני אדם יש קבוצות תאים בתוך עמוד השדרה וקשרים עצביים בין הגפיים: שניהם מסייעים ליצור הליכה ולמנוע נפילות. חקירת קבוצות התאים בעמוד השדרה והקשרים העצביים בין הגפיים יכולה להנחות מדענים כיצד לסייע לאנשים להשתפר בהליכה אחרי פגיעות כמו **שבץ**. איור 1 מראה כיצד המוח, עמוד השדרה והמידע מהגפיים שזזות מתקשרים במטרה לייצר ולשמר הליכה, ריצה, שחייה או רכיבה על אופניים.

## מהו שבץ, וכיצד הוא משפיע על יכולתו של אדם ללכת?

שבץ הוא דוגמה לפגיעה מוחית שמחלישה את הקשרים בין אזורים שונים במוח ובין המוח לבין השרירים שמאפשרים לנו לזוז. סוג השבץ השכיח ביותר נקרא שבץ "איסכמי". דם במוח זורם דרך ורידים, בדומה למים שזורמים דרך צינור. לעיתים, קרישי דם שצפים בדם יכולים לחסום את הוורידים ולמנוע מהדם להגיע לאזורים מסוימים במוח. תאי מוח שלא מסוגלים לקבל דם בריא ימותו. אם תאי מוח מתים הם לא יכולים לתקשר עם אזורים אחרים במוח או בגוף.

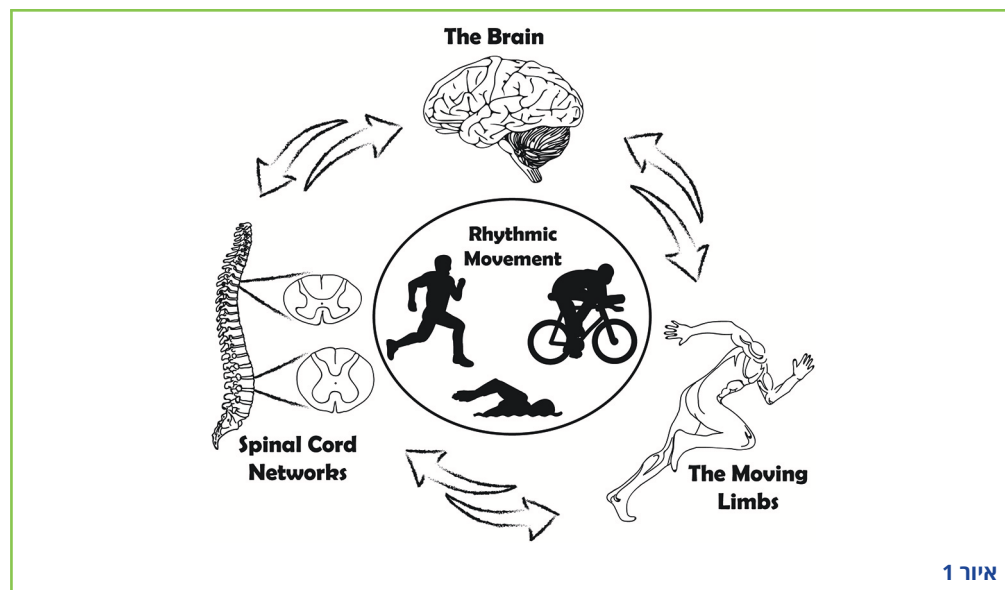
כתוצאה מהקשרים המוחלשים בין המוח והגוף אחרי שבץ, אנשים יכולים לחוות קשיים בביצוע מטלות שבעבר היו קלות עבורם. לדוגמה, אדם יכול לחוות קשיים בהליכה למרחקים קצרים ואפילו בעמידה. הסיבה לכך היא שאותות המגיעים מהמוח, שבאופן טבעי שולטים בהליכה, נחלשים על-ידי שבץ. אולם הקשיים האלה בהליכה לא חייבים להימשך לעד. היכולת ללכת

### שבץ (Stroke)

מצב רפואי שנגרם כאשר דם מפסיק לזרום לחלק מסוים במוח, מה שגורם נזק לתאים במוח.

## איור 1

המוח, עמוד השדרה והמידע מהגפיים מתקשרים במטרה לשלוט על תנועות קצביות ולשמר אותן. התנועות הקצביות האלה יכולות לכלול פעילויות כמו הליכה, ריצה, שחייה ורכיבה על אופניים, שמוצגות במרכז הדיאגרמה.



איור 1

יכולה להשתחזר אחרי שבץ מאחר שהמוח ועמוד השדרה יכולים להשתנות כשאדם מבצע תרגילים גופניים כשיקום. שיקום משמעותו שְחֻזוֹר של תפקודים אחרי פגיעה. ישנם סוגי כלים רבים שרופאים יכולים להשתמש בהם כדי לסייע עם שיקום. לרוע המזל, רבים מהכלים האלה יקרים מאוד, ורק מעטים ממטופלי השבץ יכולים להשתמש בהם.

שבץ (וגם פגיעות מוחיות אחרות) יכול להחליש קשרים מהמוח אל עמוד השדרה והשרירים, כמו גם להחליש את היכולת של המוח ועמוד השדרה לקבל מידע תנועתי מהגפיים. אולם בתוך עמוד השדרה קבוצות התאים והקשרים האלה בין הגפיים נשארים כשהיו. ביצוע תנועות שמחברות בין הרגליים לידיים – כמו הליכה או רכיבה על אופניים – יכול לחזק את הקשרים שבתוך מערכת העצבים.

## האם אימון יכול לסייע לאנשים אחרי שבץ?

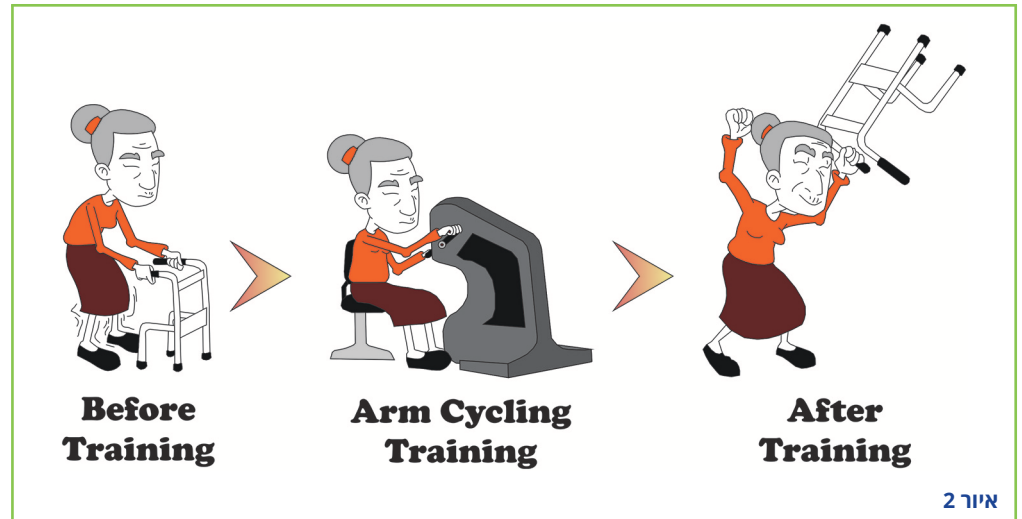
ניסויים רבים מראים שתנועות של ידיים משנות את הפעילות השרירית ברגליים [2]. זה מתרחש אפילו אחרי שבץ [3]. התאוששות משבץ יכולה להתרחש ללא שיקום, אולם שיקום התברר כמגביר את קצב ההתאוששות ואת מידת ההתאוששות שהמטופל יכול להשיג. אפילו שנים רבות אחרי שבץ, שיקום יכול לסייע. בעבר חקרנו כיצד סוג מסוים של שיקום שכלל אימון של הידיים והרגליים יחד על אופניים מסוימים סייע לאנשים להשתפר בהליכה אחרי שבץ [4, 5]. גילינו שהאימון הזה שיפר את הכוח בידיים וברגליים, את יכולת ההליכה ואת הקשרים העצביים בין הידיים לרגליים. אולם לא ידענו אם ביצוע האימון הזה לידיים בלבד יכול לסייע עם הליכה אחרי שבץ. אימון של הידיים בלבד יכול להתבצע במרבית חדרי הכושר, מה שגורם לסוג השיקום הזה להיות נגיש לאנשים רבים שמתאוששים משבץ.

## שיקום (Rehabilitation)

הפעולה של החזרת הבריאות התקינה על-ידי אימון או תרפיה.

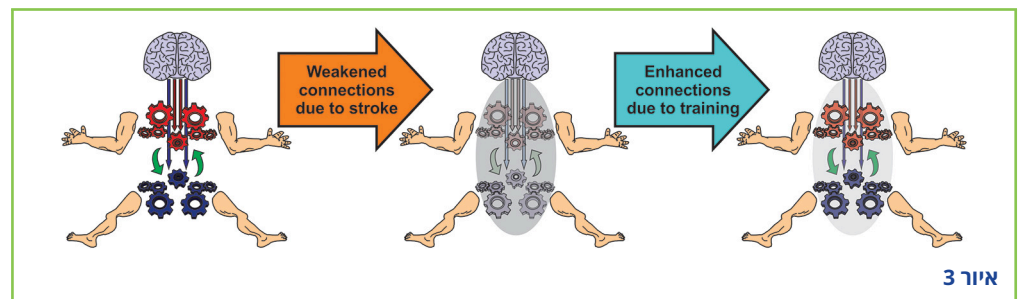
## איור 2

קריקטורה של שיפור שיכול להתרחש כתוצאה מאימון ידיים אחרי שבץ. משמאל רואים אישה מבוגרת שמתקשה בהליכה וזקוקה להליכון שלה. באמצע היא מבצעת תרגילים של פידול עם הידיים כשיקום. מימין, היא שיפרה את יכולתה ללכת ואת הכוח שלה. מתוך התרגשות, היא מרימה את ההליכון שלה באוויר!



## איור 3

משמאל, הדיאגרמה מראה את הקשרים העצביים החזקים שבין המוח לבין הגפיים העליונות (באדום) והתחתונות (בכחול), כמו גם את הקשרים שבעמוד השדרה (בירוק). באמצע אתם יכולים לראות שהקשרים האלה נחלשים אחרי שבץ, מה שגורם ליכולת מופחתת ללכת. הקשרים מוצגים באפור, מה שמצביע על כך שהם חלשים יותר. מימין, האדם התאמן והקשרים השתפרו, מה שגורם לו להשתפר בהליכה.



## האם אימון של הידיים בלבד יכול לסייע לאדם להשתפר בהליכה אחרי שבץ?

מטרתנו הייתה למצוא אם אימון של הידיים בלבד יכול לסייע לאנשים שחוו שבץ להשתפר בהליכה [6]. כדי לבחון זאת, גייסנו 19 אנשים שחוו שבץ לפחות 6 חודשים לפני הניסוי. כל אדם ביקר במעבדה שלנו שלוש פעמים לפני שהאימון התחיל. במהלך שלושת הביקורים האלה מדדנו את יכולתם ללכת, את חוזק ידיהם ורגליהם, את יכולת השליטה שלהם בשרירים במהלך הליכה ואת חוזק הקשרים העצביים בין הידיים לרגליים שלהם.

כדי למדוד את יכולתם ללכת תזמנו כמה זמן לקח להם ללכת 10 מטרים, ומדדנו כמה מרחק הם יכלו ללכת ב-6 דקות. כדי למדוד את חוזק הידיים והרגליים שלהם גרמנו להם למחוך ידית ייעודית עם כל יד הכי חזק שהם יכלו, ולמשוך/לדחוף עם העקב שלהם הכי חזק שהם יכולים בתוך תא ייעודי. כדי למדוד את השליטה בשרירים שלהם מיקמנו חיישנים על העור שלהם שיכלו לרשום את פעילות השרירים. כדי למדוד את הקשרים בין הידיים לרגליים הפעלנו שוק חשמלי קטן על הידיים שלהם ומדדנו את פעילות השרירים בגף האחרת אחרי השוק.

ברגע שהיו לנו מדידות מהמטופלים הם התחילו בתוכנית של פידול בידיים. האימון כלל פידול עם הידיים בקצב מתון, כלומר המטופלים יכלו לבצע את המטלה במשך 30 דקות בלי להתעייף. האימון הזה התרחש שלוש פעמים במשך חמישה שבועות כשאורך כל סשן היה 30 דקות. אחרי האימון בחנו את המטופלים בשנית באמצעות המדדים שנמדדו לפני האימון, כדי לראות אם היה שיפור.

## אימון הידיים בלבד יכול לסייע להליכה!

כדי לראות את תוצאות תוכנית האימון הזו, התבוננו באיור 2. המשתתפים שלנו התקשו ללכת לפני האימון. אולם אחרי האימון המשתתפים שלנו יכלו ללכת למרחקים ארוכים יותר ובקצב מהיר יותר. הם גם התחזקו בידיים וברגליים שלהם, חיזקו את הקשרים בין הידיים לרגליים שלהם ושיפרו את יכולתם לשלוט בשרירים שלהם בזמן הליכה. כל השינויים האלה דומים למה שמתרחש כשאנשים מאמנים את הרגליים שלהם. החלק המעניין הוא, אולם, שהאנשים האלה אפילו לא השתמשו ברגליים שלהם – הם רק השתמשו בקשרים העצביים בתוך עמוד השדרה ובין הידיים לרגליים! התבוננו באיור 3 כדי לראות כיצד הקשרים העצביים בין הגפיים התחזקו כשהמטופלים אימנו רק את ידיהם אחרי שבץ.

## מדוע זה חשוב?

מרבית הכלים שמשמשים כיום לשיקום אחרי שבץ הם יקרים מאוד לשימוש ולרכישה ולא כל האנשים שחוו שבץ יכולים להרשות אותם לעצמם. משמעות הדבר היא שלהרבה אנשים אין גישה לציוד שיכול לסייע להם להשתפר בהליכה אחרי שבץ. אנו רוצים לסייע לאנשים לשפר את הליכתם אחרי שבץ באמצעות ציוד פשוט שאפשר למצוא בכל מקום. כמעט כל חדרי הכושר הקהילתיים מכילים מכשירים לפידול באמצעות הרגליים והידיים. באמצעות שימוש בתרגילי פידול פשוטים, אפילו לאימון הידיים בלבד, אנשים שחוו שבץ יוכלו להיות מסוגלים להשתמש ברגליהם ולחזור ללכת.

## מאמר המקור

Kaupp, C., Pearcey, G. E. P., Klarner, T., Sun, Y., Cullen, H., Barss, T. S., et al. 2018. Rhythmic arm cycling training improves walking and neurophysiological integrity in chronic stroke: the arms can give the legs a helping hand in rehabilitation. *J. Neurophysiol.* 119:1095–112. doi: 10.1152/jn.00570.2017

## מקורות

1. Zehr, E. P., Barss, T. S., Dragert, K., Frigon, A., Vasudevan, E. V., Haridas, C., et al. 2016. Neuromechanical interactions between the limbs during human locomotion—an evolutionary perspective and translation to rehabilitation. *Exp. Brain Res.* 234:3059–81. doi: 10.1007/s00221-016-4715-4
2. Zehr, E. P., Hundza, S. R., and Vasudevan, E. V. 2009. The quadrupedal nature of human bipedal locomotion. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 37:102–8. doi: 10.1097/JES.0b013e31819c2ed6
3. Barzi, Y., and Zehr, E. P. 2008. Rhythmic arm cycling suppresses hyperactive soleus H-reflex amplitude after stroke. *Clin. Neurophysiol.* 119:1443–52. doi: 10.1016/j.clinph.2008.02.016

4. Klarner, T., Barss, T. S., Sun, Y., Kaupp, C., Loadman, P. M., and Zehr, E. P. 2016. Exploiting interlimb arm and leg connections for walking rehabilitation: a training intervention in stroke. *Neural Plast.* 2016:1517968. doi: 10.1155/2016/1517968
5. Klarner, T., Barss, T. S., Sun, Y., Kaupp, C., Loadman, P. M., and Zehr, E. P. 2016. Long-term plasticity in reflex excitability induced by five weeks of arm and leg cycling training after stroke. *Brain Sci.* 6:E54. doi: 10.3390/brainsci6040054
6. Kaupp, C., Pearcey, G. E. P., Klarner, T., Sun, Y., Cullen, H., Barss, T. S., et al. 2018. Rhythmic arm cycling training improves walking and neurophysiological integrity in chronic stroke: the arms can give the legs a helping hand in rehabilitation. *J. Neurophysiol.* 119:1095–112. doi: 10.1152/jn.00570.2017

פורסם אונליין: 28 בינואר 2021

נערך על ידי: Daniel W. Wesson, University of Florida, United States

**ציטוט:** Pearcey GEP and Zehr EP (2021) כיצד הידיים מסייעות לרגליים ללכת טוב יותר אחרי שבץ. *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2019.00030-he

#### תורגם והותאם:

Pearcey GEP and Zehr EP (2019) How the Arms Help the Legs Get Better at Walking After Stroke. *Front. Young Minds* 7:30. doi: 10.3389/frym.2019.00030

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

**COPYRIGHT** © 2019 © Pearcey and Zehr. 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 למחבר(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

### ALYSSA, גיל: 12

אני אוהבת מתמטיקה ומדע, במיוחד כשהורים שלי אוהבים את הצינונים שקיבלתי. אני נהנית לרכוב על סוסים ולעשות התעמלות, כשאני נופלת. אני אוהבת כלבים וגורים, מאחר שמי לא...? לפעמים אני אוהבת לשחק ולתפור, במיוחד כשאני חולה. אולם הדבר שאני הכי אוהבת לעשות הוא להשתתף בדיבייט ולטייל עם המשפחה שלי.

### ARITRO, גיל: 10

אני בן 10 ואני מקווה להיות מדען יום אחד. כשאני משחק עם חברים שלי, התחביבים שלי הם קריאה, נגינה בפסנתר, וגם שחייה וטניס. זה עשוי להישמע מצחיק, אבל אני אוהב לשיר במקלחת. יש לי גם עניין שאפתני ברכבות, ואני עובד עם אבי על בניית מסילת N-scale model. אני גם אוהב מאוד ללמוד על הסביבה, וגיננתי עם אימי מאז שהייתי קטן מאוד. בבית הספר אני אוהב מתמטיקה, מדע, מדעי החברה ואומנות.



## הכותבים

### GREGORY E. P. PEARCEY

אני דוקטורנט שלומד מדעי המוח של בני אדם באוניברסיטת ויקטוריה באי ונקובר, בחוף המערבי של קנדה. השלמתי תואר ראשון בקינזיולוגיה (תורת התנועה) ותואר שני בפיזיולוגיה מהאוניברסיטה של ניופאונדלנד, בחוף המזרחי של קנדה. תמיד הייתי מרותק מיכולתם של בני אדם לשלוט בתנועות שלהם ולהסתגל לאימונים – אלה התחומים שהמחקר שלי מתמקד בהם. מחוץ למחקר אני נהנה לשחק עם הכלבים שלי, להרים משקולות כבדות, לעשות סקי במורד הגבעות ולשחק הוקי קרח. הצטרפו אליי בטוויטר (@gregorypearcey) בעודי מממש את תשוקתי בכל מה שקשור לתרגילים ולספורט בטוויטר.

### E. PAUL ZEHR

יש לי דוקטורט במדעי המוח ואני מתקשר של מדע, פרופסור, סופר, אומן לחימה וחוקר ראשי במעבדה למדעי המוח השיקומיים באוניברסיטת ויקטוריה. המחקר שלי מתמקד בהסתגלויות של מערכת העצבים לאימוני כוח ולהליכה אחרי שבץ ופגיעות בעמוד השדרה. נהניתי לכתוב את הספרים המדעיים שלי "Project Superhero", "Inventing Iron Man", "Becoming Batman" ו-"Chasing Captain America: How Advances in Science, Engineering and Biotechnology-Will Produce a Superhuman". הספרים האלה משתמשים בניבורי-על כמטאפורות לחקור את המדע של פוטנציאל אנושי. אני כותב בלוגים עבור המגזינים Psychology Today ו-Scientific American ואתם יכולים למצוא אותי ב-[www.zehr.ca](http://www.zehr.ca) או ב-E\_PaulZehr @ בטוויטר. \*pzehr@uvic.ca



Hebrew version  
provided by

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

