

## תרגיל אקסצנטרי – עוצמתי אך עלול להיות כואב

Pierre Clos<sup>1\*†</sup>, Yoann M. Garnier<sup>2†</sup>, Romuald Lepers<sup>1†</sup>

<sup>1</sup>INSERM UMR1093-CAPS, יו.אף.אר למדעי הספורט, אוניברסיטת בורגונדי-פראנץ'-קומטה, דיז'ון, צרפת  
<sup>2</sup>AME2P, אוניברסיטת קלרמונט-אוברן, קלרמונט-פראנד, צרפת

### סוקרים צעירים

NITYA

גיל: 10



SIDHAARTH

גיל: 14



השרירים שלכם יכולים להתכווץ בדרכים שונות: כשאתם עולים במדרגות, השרירים בחלק הקדמי של הירכיים שלכם מתכווצים (כיווץ קונצנטרי), בעוד שכשאתם יורדים במדרגות, הם מתארכים (כיווץ אקסצנטרי). כיווצים קונצנטריים דורשים יותר חמצן, ולכן גורמים לכם לשרוף יותר קלוריות. כיווצים אקסצנטריים קלים יותר, אך שוברים חלקים מהשריר וגורמים לכם להרגיש כאב במשך כמה ימים. אולם, אם תחזרו על תרגילים אקסצנטריים, שריכם ככל הנראה יגדלו ויתחזקו יותר מאשר אם תחזרו על כיווצים קונצנטריים. מרבית הפעילויות הפיזיות כמו ריצה וקפיצה כוללות שלבים קונצנטריים ואקסצנטריים כאחד. מדענים עיצבו כלים לחקירת כל סוג של כיווץ שרירי, כמו למשל רכיבה אקסצנטרית, המבוססת על אופניים שבהם הרוכב צריך להתנגד לדוושות בזמן שהן נעות אחורה על ידי מנוע.

### הקדמה

האם יש לכם רעיון מדוע קל יותר לרדת במדרגות מאשר לעלות בהן? חלק מההסבר נובע מהעובדה ששרירי רגליכם, שמסייעים לכם לנוע, מתכווצים בדרכים שונות כתלות

**ארבע-ראשי (Quadriceps)**

השרירים בחזית הירך שגורמים לברך להתיישר כשהם מתכווצים, ומרימים את כף הרגל בזמן ישיבה.

**איור 1**

שליבים קונצנטרי ואקסצנטרי של שתי תנועות. (A) כאשר מכופפים את הברכיים, מתרחש כיווץ קונצנטרי בשריר הארבע-ראשי בזמן שאתם נעים כלפי מעלה והארבע-ראשי מתכווץ. כיווץ אקסצנטרי מתרחש כשאתם נעים כלפי מטה והארבע-ראשי מתארך. (B) בפשיטה של הזרוע, השריר שמיישר את זרועכם מתקצר בשלב הקונצנטרי, בזמן שהיד נעה לכיוון הגוף, ומתארך בשלב האקסצנטרי, בזמן שהיד נעה הרחק מהגוף. החיצים הכחולים והאדומים מראים את כיוון תנועת הגוף, בעוד שהחיצים הלבנים מראים את כיוון כיווץ השריר.

**כיווץ אקסצנטרי (Eccentric Contraction)**

השריר נמתח ומתנגד באותו הזמן, ולכן מייצר כוח תוך כדי התארכות.

**כיווץ קונצנטרי (Concentric Contraction)**

השריר מתכווץ ומתקצר כדי לייצר כוח.

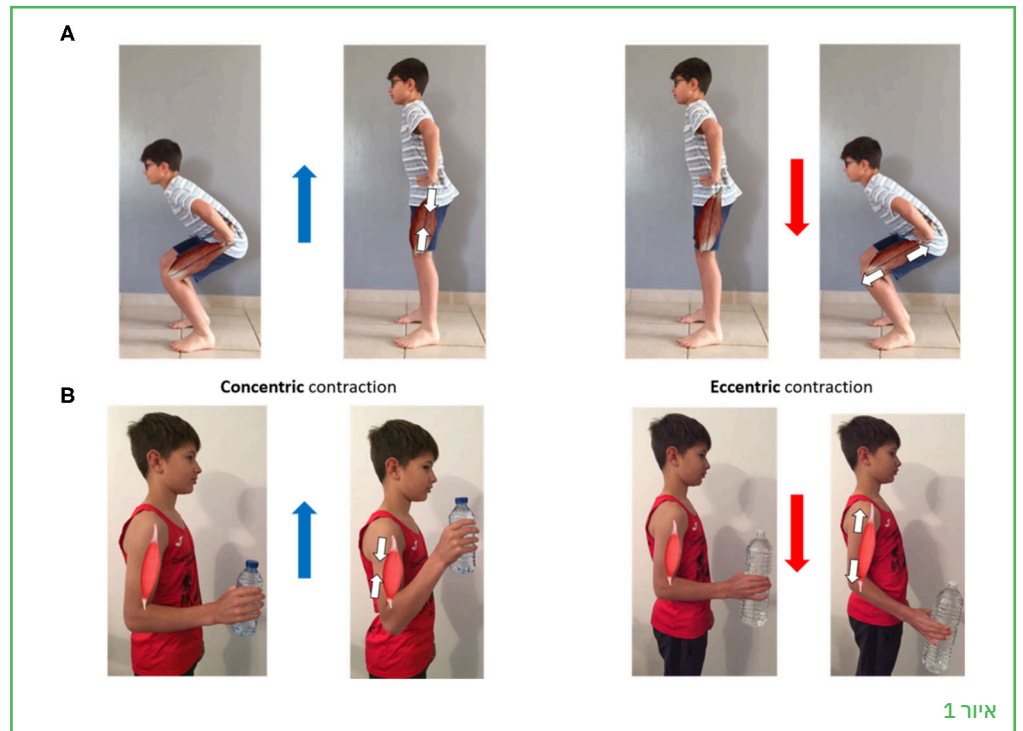
**סרקומרים (Sarcomeres)**

יחידות קטנות שמסודרות זו לצד זו מקצה לקצה כדי ליצור סיבי שריר. כאשר סרקומרים מתכווצים, סיבי השריר מתכווצים. סרקומרים יכולים להישבר כשמופעל עליהם לחץ גדול, מה שגורם לכאבי שרירים.

**גידים (Tendons)**

מבנים שמחברים עצמות ושרירים.

בתרגיל. עלייה במדרגות מערבת כיווצי שריר קונצנטרים, כלומר שרירי רגליכם (שריר הירך הארבע-ראשי, במקרה הזה) מתקצרים כשאתם מבצעים פעילות זו. ירידה במדרגות מערבת כיווצים אקסצנטרים, שבמהלכם שרירי הארבע-ראשי שלכם נמתחים. הנה דוגמה נוספת: דמיינו שהפלתם את העט שלכם וכופפתם את ברכיכם כדי לתפוס אותו. במקרה זה, שרירי הארבע-ראשי שלכם התארכו בזמן שהתכוופתם כלפי מטה (כיווץ אקסצנטרי), והתקצרו (כיווץ קונצנטרי) כאשר חזרתם כלפי מעלה (איור 1).



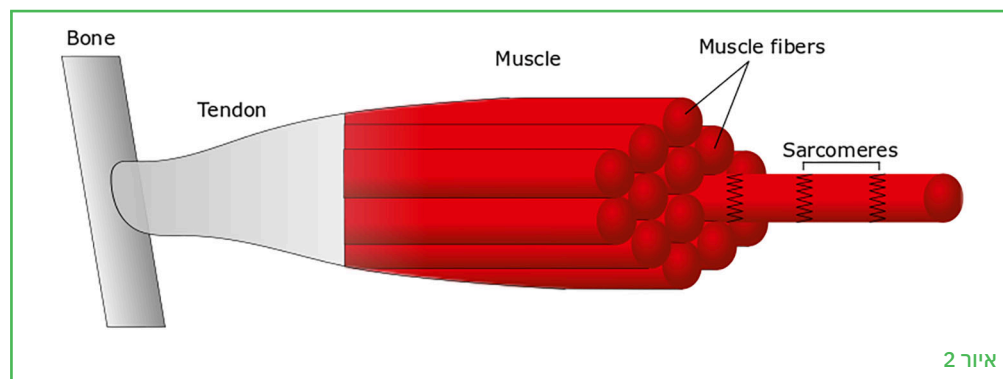
איור 1

תרגילים קונצנטרים גורמים לנשימתכם להיות כבדה יותר, אך שריריכם מתאוששים במהירות רבה יותר ברגע שאתם מסיימים את התרגיל. לעומת זאת, כיווצים אקסצנטרים מרגישים קלים יותר, אך שוברים חלקים משריריכם, מה שלעיתים גורם לכאב במשך כמה ימים.

**כיצד שריריכם גורמים לכם לנוע?**

כדי להבין את שני סוגי התנועה, עלינו להתבונן בתוך השריר (איור 2). שריר מורכב מסיבים אשר נראים כמו צינוריות המסודרות במקביל. בכל סיב ישנן יחידות קטנות עוד יותר הנקראות סַרְקוֹמֵרִים. בקצוות של כל שריר ישנם גידים, שמחוברים לעצמות. כששריריכם מתכווצים בצורה קונצנטרית (כמו הארבע-ראשי שלכם כשמדוושים באופניים), הסרקומרים מתקצרים וגורמים למפרק להתכווץ על ידי משיכת העצמות אחת לכיוון השנייה (לדוגמה, המרפק שלכם כשזרועכם מתקרבת לכתף, כמו באיור 1B). כשאתם מבצעים כיווצים אקסצנטרים, למשל כשמאיטים כדי לעצור אחרי ריצה, שריריכם מתארכים ומתכווצים סימולטנית כדי להתנגד למשקל גופכם, שהוא הכוח שדוחף אתכם קדימה בזמן שאתם מנסים לעצור. במקרים האלה, חלק מהכוח מיוצר ללא מאמץ על ידי

הגידים, בעוד שבמהלך כיווצים קונצנטרים, הסרקומרים מבצעים את כל העבודה. כתוצאה מכך, כיווצים קונצנטרים דורשים יותר אנרגיה [1].



איור 2

הרכיבים המרכזיים של שריר. הגיד (tendon) מחבר את השריר (muscle) לעצם (bone). השריר מורכב מיחידות קטנות שנקראות סיבים (Muscle fibers), מורכבים מסרקומרים (sarcomeres).

### מדוע שריריכם כואבים אחרי ביצוע תרגילים מסוימים?

האם אי פעם ביליתם אחר הצוהריים שלמים במשחקים בחוץ והרגשתם טוב אחר כך, אולם למוחרת רגליכם כאבו? זה נקרא **כאב שרירי מושהה** [2]. כאבים אלה מתרחשים כאשר התרגילים קשים מדי, או מבוצעים באופן שאינכם רגילים אליו. אם אתם מפעילים לחץ רב על שריריכם, הסרקומרים שלכם נשברים, ואתם מאבדים כוח. ככל שאתם מתאמנים חזק יותר, כך יכאב לכם יותר. הכאב הוא תוצאה של תהליכים בגוף המסייעים לבנות מחדש **סיבי שריר** שנפגעו, והוא מאפשר לכם לדעת שאתם צריכים לנוח [2]. אם כן, אינכם צריכים לראות את הכאב בתור אויב, אלא לשמוח על העצה שאתם מקבלים ממנו – אֶפְשָׁרוּ לשריריכם להתאושש כדי שהם יתחזקו. מטרת התהליך של בנייה מחודשת של השריר היא לאפשר לכם לחזור על אותו התרגיל עם פחות כאב ועייפות בפעם הבאה.

#### כאב שרירי מושהה (Delayed Onset of Muscle Soreness)

כאבי שרירים שמתחילים יום לאחר ביצוע כיווצים אקסצנטריים, לעיתים קרובות הכאב נמשך כמה ימים.

#### סיבי שריר (Muscle Fibers)

מבנים דמויי-צינור שמרכיבים את השרירים. בכל שריר יכולים להיות מאות אלפי סיבים, אשר נמתחים מקצה אחד של השריר לקצהו השני.

### כאבי השריר החזקים ביותר נגרמים עקב תרגילים אקסצנטריים

במהלך מרבית הפעילויות הגופניות, שריריכם צריכים להתכווץ גם קונצנטרית וגם אקסצנטרית. לדוגמה, כשאתם רצים, שרירי הארבע-ראשי ברגל שנוגעת ברצפה מתקצרים כשאתם דוחפים קדימה ולמעלה (שלב קונצנטרי), ושרירי הארבע-ראשי של הרגל השנייה מתארכים כשאתם נוחתים על כף רגל זו (שלב אקסצנטרי), ואז מתקצרים שוב, מה שגורם לכם לקפץ למעלה וקדימה, וכן הלאה.

כפי שצוין קודם, כאשר סרקומרים בתוך סיבי השריר שלכם נשברים, מופיעים כאבי שרירים מושההים בתוך 24 שעות, ונמשכים עד שלושה-ארבעה ימים אחרי התרגיל. סביר הרבה יותר שהכאבים יופיעו אחרי ביצוע של כיווצים אקסצנטריים רבים, מאחר שבשלב האקסצנטרי שריריכם מתארכים. דוגמאות לתנועות שכוללות כיווץ אקסצנטרי רב הן ריצה במורד גבעה; שינוי כיוון בהתחמקות מיריב בפוטבול, או נחיתה מִקְפִיצָה בכדורסל.

ככל שהכיווץ האקסצנטרי חזק יותר, כך מספר סיבי השריר שצריך לתקן גדול יותר, הכאב רב יותר והשריר נבנה בצורה חזקה יותר. מחקרים מדעיים הראו שככל שאתם מותחים את שריריכם יותר, כך יותר סיבי שריר נשברים. זה קורה, לדוגמה, במהלך ריצה כשהברך בצד

של כף הרגל שנוגעת בקרקע מתכופפת הרבה [3]. המשמעות היא שאתם יכולים לְשַׁמֵּר את שריריכם כשאתם רצים על ידי ביצוע צעדים קצרים ומהירים יותר; והדבר נכון במיוחד כשרצים במורד גבעה.

כל תרגיל אקסצנטרי יסייע להגן על השרירים מפני נזק שייגרם מהאימון הבא של תרגילים אקסצנטרים, שאחריו תהיו פחות עייפים וכואבים [2].

## האם תרגילים אקסצנטרים מחזקים אתכם?

אם תתאמנו כמה פעמים בשבוע במשך חודש או יותר, תבחינו בשיפור בתרגילים ובתחומים שעבדתם עליהם. לדוגמה, אם אתם מרימים משקולות, תתחזקו ותוכלו לרוץ מהר יותר, אולם ייתכן שלא תהיו מסוגלים לרוץ זמן ארוך יותר.

מדענים חקרו כיווצים קונצנטרים ואקסצנטרים בנפרד, באמצעות מכשירים שבהם אתם יכולים או לדחוף (קונצנטרי) או להתנגד (אקסצנטרי), ואז לנוח כשהמכשיר מושך את הגוף שלכם חזרה לנקודת ההתחלה שלו. כיווצים אקסצנטרים יכולים לחזק את השריר יותר מכיווצים קונצנטרים, משתי סיבות עיקריות [4]: ראשית, כאשר שריריכם גדלים, הסיבים שלהם מתחלקים למספר גדול יותר של סרקומרים, מה שמגדיל את כוח השריר הכולל. שנית, כשמבצעים אימונים אקסצנטרים הגידים נעשים קשיחים יותר, מה שמעביר את הכוח בצורה יעילה יותר מהשרירים לעצמות. כדי להבין מדוע גידים קשיחים הם מועילים, דמיינו שהקֶבֶב של הוריקם נתקע ואתם צריכים לגרור אותו למוסק, במרחק של כמה רחובות מכם. האם הייתם מעדיפים להשתמש בחבל קשיח או אֶלֶקְטִי (גמיש)? המשימה תהיה קלה יותר עם חבל קשיח!

כיווץ אקסצנטרי גם מצריך פחות אנרגיה מכיווץ קונצנטרי. מאחר שחמצן נושא אנרגיה לשרירי הגוף, אין זה מפתיע שחוקרים מצאו כי אנו צורכים פחות חמצן ונושמים פחות בכבדות בהליכה בשיפוע יורד מאשר בשיפוע עולה, בעת צעידה על הליכון באותו קצב הליכה [5]. אתם עשויים לחשוב שכיווצים קונצנטרים מְאֶמְצִים מדי, אך אם תחזרו על התרגילים האלה במשך כמה שבועות, תהיו מסוגלים להשתמש ביותר חמצן [6] ולשפר את הסיבולת שלכם.

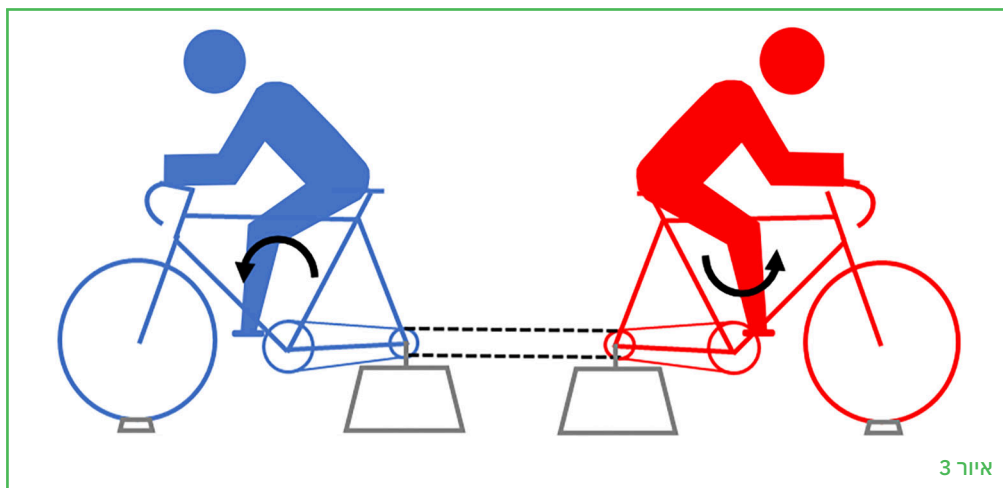
תרגילים קונצנטרים שורפים יותר קלוריות בזמן ביצועם, אך אף על פי שאתם עשויים להרגיש כי תרגילים אקסצנטרים מצריכים פחות עבודה בזמן האימון, בפועל, תרגילים מסוג זה שורפים יותר קלוריות בשעות ובימים שאחרי התרגול. אם כן, מספר הקלוריות הכולל שאתם שורפים מכל סוג של תרגיל מתאזן [7]. תרגילים אקסצנטרים שורפים קלוריות מאוחר יותר מאחר שגופכם צריך להשקיע אנרגיה בתיקון השרירים. יתרה מזו, שרירים גדולים יותר זקוקים לאספקת מזון רבה יותר. ככל שיותר מהאנרגיה שאתם מקבלים ממזון משמשת לתיקון שריריכם ולשמירה עליהם בכושר, כך פחות אנרגיה תהיה מאוחסנת בתור שומן. יותר שריר ופחות שומן – זהו מצב של ניצחון כפול.

מרבית ענפי הספורט כוללים את שני סוגי הכיווץ השרירי, ולכן קשה לומר איזה סוג כיווץ הוא העיקרי הגורם לתוצאות התרגיל או את דרגת הקושי שלו. רכיבה, לעומת זאת, מתאפיינת

בכיווצים קונצנטרים. זה העניק לחוקרים השראה ליצור אופניים שעושים את ההפך – רכיבה אקסצנטרית (איור 3). הם חיברו שני זוגות אופניים גב לגב, עם שרשרת אחת, כך שכאשר המדווש החזק יותר דחף את הדוושות (קונצנטרי), המדווש האחר יכל רק להתנגד ולדווש אחרנית (אקסצנטרי). כיום, רכיבה אקסצנטרית פועלת בעזרת מנוע שמניע דוושות, ואופן התרגול הזה משמש במסגרת תוכניות שיקום. מטופלים מוצאים שהתרגיל האמור קל מאוד, ומדווחים עו רמות נמוכות של כאבי שרירים [8].

### איור 3

דיווש אקסצנטרי. המדווש הכחול דוחף את הדוושות (כיווץ קונצנטרי של שרירים פושטי-ברך), מה שמושך את השרשרת ואת הדוושות של המדווש האדום, שמתנגד כדי להאט את בן זוגו (כיווץ אקסצנטרי של שרירים פושטי-ברך). הרבה יותר קל עבור המדווש האדום להתנגד מאשר למדווש הכחול לדחוף. המדווש האדום יתנשם פחות בכבודת וישקיע פחות אנרגיה.



### מסקנות

כיווצי שריר קונצנטרים ואקסצנטרים הם חלק ממרבית הפעילויות הגופניות במהלך שלבים שונים של התנועה. כיווצים אקסצנטרים משתתפים יותר בשיפור הכוח ובשריפת הקלוריות לאחר מכן, כשאתם במנוחה, והם האחראים העיקריים לכאבי שרירים מושהים. השלב הקונצנטרי משתמש במרוב האנרגיה שדרושה במהלך התרגיל, ושורף את מרבית הקלוריות בזמן שאתם מתאמנים. כתוצאה מהתועלות המשלימות האלה, מומלץ לבצע תרגילים שכוללים את שני סוגי הכיווצים – לשמחתנו, זה המצב המאפיין את מרבית הפעילויות הגופניות. הזמן שאתם מקדישים לתרגילים אקסצנטרים לעומת קונצנטרים יהיה תלוי בסוג האימון שלכם. לדוגמה, אם אתם רוכבי כביש, תצטרכו לבצע קצת יותר תרגילים אקסצנטרים, כמו למשל קפיצות חוזרות. קפיצה היא דרך טובה לחזק שרירים וגידים, וילדים צריכים לבצע תרגילי קפיצה באופן קבוע, אם כי בזהירות, בזמן שהם גדלים.

חשוב לזכור שהכאב שנובע מכיווצים אקסצנטרים הכרחי לחיזוק שריריכם. רמת הכאב שתרגישו וכמות הכוח או מסת השרירים שתפתחו אינן רק עניין של כמה קשה אתם מתאמנים, אלא גם של כמה אתם מותחים את שריריכם. יתרה מזו, עליכם להקשיב לכאב מאחר שהוא משמש אזהרה עבורכם המנקה אתכם שהגיע הזמן לנוח. תחושת כאב בימים שלאחר ביצוע התרגילים היא מה שנדרש כדי להתחזק; ברוח האמרה: "ללא כאב אין רווח" ("no pain no gain").

### תודות

אנו מודים לפרופסורית Sandra Hunter ולבתה Kennedy על המשוב המפורט שלהן על כתב היד.

## מקורות

1. Morgan, D. L. 1990. New insights into the behavior of muscle during active lengthening. *Biophys. J.* 57:209–21. doi: 10.1016/S0006-3495(90)82524-8
2. Hyldahl, R. D., Chen, T. C., and Nosaka, K. 2017. Mechanisms and mediators of the skeletal muscle repeated bout effect. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 45:24–33. doi: 10.1249/JES.0000000000000095
3. Lieber, R. L., and Friden, J. 1993. Muscle damage is not a function of muscle force but active muscle strain. *J. Appl. Physiol.* 74:520–6. doi: 10.1152/jappl.1993.74.2.520
4. Douglas, J., Pearson, S., Ross, A., and McGuigan, M. 2017. Chronic adaptations to eccentric training: a systematic review. *Sports Med.* 47:917–41. doi: 10.1007/s40279-016-0628-4
5. Lemire, M., Lonsdorfer-Wolf, E., Isner-Horobeti, M. E., Kouassi, B. Y. L., Geny, B., and Favret, F., et al. 2018. Cardiorespiratory responses to downhill versus uphill running in endurance athletes. *Res. Q. Exerc. Sport* 89:511–7. doi: 10.1080/02701367.2018.1510172
6. Lewis, M. C., Peoples, G. E., Groeller, H., and Brown, M. A. 2018. Eccentric cycling emphasising a low cardiopulmonary demand increases leg strength equivalent to workload matched concentric cycling in middle age sedentary males. *J. Sci. Med. Sport* 21:1238–43. doi: 10.1016/j.jsams.2018.05.009
7. Peñailillo, L., Blazevich, A., and Nosaka, K. 2014. Energy expenditure and substrate oxidation during and after eccentric cycling. *Eur. J. Appl. Physiol.* 114:805–14. doi: 10.1007/s00421-013-2816-3
8. Clos, P., Laroche, D., Stapley, P. J., and Lepers, R. 2019. Neuromuscular and perceptual responses to sub-maximal eccentric cycling. *Front. Physiol.* 10:354. doi: 10.3389/fphys.2019.00354

פורסם אונליין: 13 במרץ 2023

עורך: Jorge Galindo-Villegas

מנחה מדעי: Vinay Bulusu

**ציטוט:** Clos P, Garnier YM and Lepers R (2023) תרגיל אקסצנטרי – עוצמתי אך עלול להיות כואב. *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2020.566235-he

**תורגם והתאם מ:** Clos P, Garnier YM and Lepers R (2021) Eccentric Exercise Is Powerful but Can Be Painful. *Front. Young Minds* 8:566235 doi: 10.3389/frym.2020.566235

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

**COPYRIGHT © 2021 © 2023** Clos, Garnier and Lepers. 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

### NITYA, גיל: 10

אני אוהבת להתנסות ומנסה דברים חדשים באומנות, מלאכת יד, מדע וטכנולוגיה. הפעילות האהובה עליי בשעות הפנאי היא לעסוק בעבודות מלאכה ולגלוש בטיקטוק. המקצועות האהובים עליי בבית הספר הם מתמטיקה ומדע – אני הכי אוהבת מדע כיוון שהוא מלמד אותי כיצד דברים פועלים. כדורסל הוא הספורט האהוב עליי. אני רוצה להיות סוקרת צעירה כדי ללמוד עוד על האופן שבו מדע מסייע לנו להבין את הדברים שסביבנו, במיוחד את גוף האדם. אני אוהבת מוזיקה, לומדת מוזיקה קולית הודית קלאסית, ויודעת לנגן בכלים שונים כמו פסנתר וסקסופון.



### SIDHAARTH, גיל: 14

המקצועות האהובים עליי בבית הספר הם מתמטיקה ומדע. אני הכי אוהב ביולוגיה מאחר שאני נהנה מניתוחים, אשר מעניקים לי ניסיון בפועל שמאפשר לי להבין תפקודים שונים של הגוף. אני אוהב לשחק כדורסל ובייסבול. הזדמנות הסקירה בפרונטירז מעניינת עבורי מאחר שהיא תסייע לי להבין תפיסות שונות לגבי מגוון נושאים בעולם. אני גם נהנה ממוזיקה, לומד מוזיקה קולית הודית קלאסית, ויודע לנגן בכלים שונים כמו גיטרה וסקסופון.



## הכותבים

### PIERRE CLOS

אני דוקטורנט באוניברסיטת בורגונדי, צרפת. חוקר כיצד אנשים מרגישים כשהם מבצעים רכיבה אקסצנטרית, ומנסה להבין כיצד זה משפיע על האופן שבו מוחם פוקד על שריריהם, ואיך זה מעייף את שריריהם. אני משווה רכיבה אקסצנטרית לרכיבה קונצנטרית רגילה. בזמני הפנוי, אני נהנה מריצה במסלולי ריצה ומקריאת ספרים. \*[pierre.clos@u-bourgogne.fr](mailto:pierre.clos@u-bourgogne.fr); [orcid.org/0000-0002-9435-9991](https://orcid.org/0000-0002-9435-9991)



### YOANN M. GARNIER

אני פרופסור עמית בפיזיולוגיה של תרגילים בפקולטה למדעי הרפואה של קלרמונט-פראנד בצרפת. העניין המחקרי שלי מתמקד בהשפעה של מצב אקסצנטרי של כיווץ שריר על נתיבים עצביים ועל תפקוד שרירי, במטרה לעשות אופטימיזציה לשימוש שלו באימונים ובתהליכי שיקום. אני אוהב להתאמן בפעילויות בחוץ כמו ריצה, רכיבה על אופני הרים, או השטת קיאק. [orcid.org/0000-0001-5778-4684](https://orcid.org/0000-0001-5778-4684)



### ROMUALD LEPERS

אני פרופסור לפיזיולוגיה של תרגילים בפקולטה למדעי הספורט בדיז'ון, אוניברסיטת בורגונדי, צרפת. המעבדה שלי היא חלק מהמכון הלאומי לבריאות ומחקר רפואי (INSERM CAPS). אני מתעניין באופן שבו תרגילים פיזיים משפיעים על מערכות שרירים ועצבים. אני גם עורך מחקר על שינויים תלויי-גיל



בביצוע סיבולת. מחוץ לעבודה, אני אוהב לשחות, לרכוב על אופניים, לרוץ ולהשתתף במרוצי טריאתלון.  
[†orcid.org/0000-0002-3870-4017](https://orcid.org/0000-0002-3870-4017)

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



הוצאת פרונטירז מדע לצעירים ישראל  
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK