



## כיצד לתרגל באמצעות דימוי של תנועות

Silvia Erika Kober<sup>1,2\*</sup>, Guilherme Wood<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>המחלקה לפסיכולוגיה, אוניברסיטת גראץ, גראץ, אוסטריה

<sup>2</sup>ביו-טקמד גראץ, גראץ, אוסטריה

### סוקרים צעירים

**BAILEY**  
גיל: 9



**DEVONA**  
גיל: 9



**ROSIE**  
גיל: 8



### דימוי מוטורי (Motor Imagery)

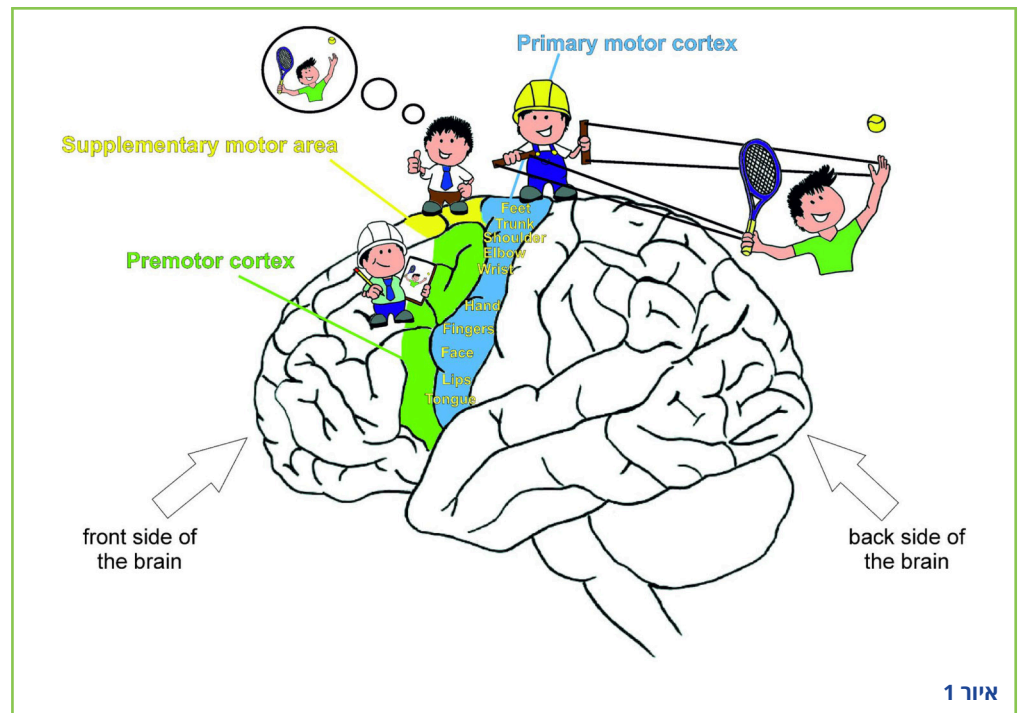
דימוי של תנועות בלי לבצע  
אותן למעשה.

כאשר אתם קולעים לסל או בועטים בכדור האזורים במוח שלכם האחראים לתכנון התנועות, לתיאום ביניהן ולביצוען פעילים. לאזורי מוח אלה קוראים האזורים המוטוריים (תנועתיים). אבל, האזורים המוטוריים אינם מעורבים רק כאשר אתם מבצעים תנועה למעשה אלא הם מופעלים גם כאשר אתם מדמיינים שאתם מבצעים תנועות. העובדה שתנועות למעשה ותנועות בדמיון מפעילות אזורים זהים במוח יכולה לשמש אותנו לשיפור תפקודים מוטוריים כגון תנועות יד או רגל. כאשר אזורים מוטוריים במוח ניזוקים עקב פגיעה, למשל אם הראש נפגע בתאונה, התפקודים המוטוריים עלולים להיות לקויים. לכן יש לקבל טיפולי פיזיותרפיה כדי ללמוד מחדש כיצד לבצע תנועות מסוימות, ולאפשר לאזורי המוח הפגועים להחלים. אפשר לעודד את ההחלמה על-ידי הוספת תנועה דמיונית של האיבר המושפע. טיפול זה נקרא דימוי מוטורי. הדימוי המוטורי מפעיל אזורי מוח פגועים, ותורם לשיפור בתפקודים המוטוריים. כך פועל התרגול באמצעות דימוי מוטורי.

דמיינו שאתם מתכופפים נמוך, ואחר כך קופצים זקוף באוויר, גבוה ככל האפשר, כאשר שתי זרועותיכם מתוחות מעל ראשכם. אחר כך, דמיינו את תחושת הנחיתה ברגליים מפוסקות, והורדת הזרועות לצדי גופכם. למוח שלכם יש יכולת אדירה לדמיון תנועה כזו בלי לבצע אותה למעשה באמצעות פעילות השריר. דימוי של תנועות בלי לבצען למעשה נקרא **דימוי מוטורי** [1].

## איור 1

אזורים במוח המעורבים בשליטה בתנועות קליפת המוח הקדם-מוטורית (אזור ירוק) והאזור המוטורי המשלים (אזור צהוב) הם אזורי המוח העיקריים המעורבים בתכנון של תנועות ובתיאום ביניהן. קליפת המוח המוטורית העיקרית (אזור תכלת) שולחת לשרירים הוראות לביצוע התנועות. חלקים שונים בקליפת המוח המוטורית העיקרית שולטים בשרירים שונים בגוף, כפי שמצוין במילים הכתובות בצהוב.



## מיומנויות מוטוריות (Motor skills)

למידה כיצד לתאם בין שרירים כדי לשלוט בתנועות מסוימות כגון הליכה; הרמת כוס; משחק טניס או גלישה על שלג, ולבצען.

## פגיעה מוחית (Brain injury)

המוח עלול להינזק, למשל עקב מכה בראש הגורמת לזעזוע מוח או כאשר יש תקלה קלה באספקת הדם למוח (הנקראת שֶׁבֶץ).

## קליפת המוח המוטורית (Motor cortex)

אזורים מסוימים במוח האחראים לתכנון תנועות, לתיאום ביניהן ולביצוען.

מדענים גילו כי דימוי מוטורי חשוב ללמידת **מיומנויות מוטוריות** כגון הגשת כדור במשחק טניס; ביצוע פירוּאָט מושלם בבלט או אפילו למידה מחדש להרים כוס מים אחרי **פגיעה מוחית** [1, 2]. אבל, ש כיצד יכול תהליך פשוט של דימוי תנועות לשפר מיומנויות מוטוריות? התשובה טמונה במוח, האחראי לתכנון התנועות, לתיאום ביניהן ולביצוען.

## כיצד המוח שולט בתנועות

אזורים מסוימים במוח אחראים לתכנון התנועות, לתיאום ביניהן ולביצוען (איור 1). קליפת המוח הקדם-מוטורית (איור 1, החלק הירוק במוח) מעורבת בהכנת התנועות ובתכנון, אבל יש לה תפקיד נוסף – שליטה בתנועות. האזור המוטורי המשלים (SMA) (איור 1, החלק הצהוב במוח) מתכנן תנועות יחידות ורצפים של תנועות, ומתאם בין החלק השמאלי של הגוף לחלקו הימני. **קליפת המוח המוטורית** העיקרית (איור 1, החלק הכחול במוח) נותנת לשרירים את ההוראה לבצע את הפעולות. חלקים שונים של קליפת המוח המוטורית העיקרית שולטים בשרירים שונים. למשל, שרירי הרגל נשלטים על-ידי החלקים העליונים של קליפת המוח המוטורית העיקרית, הנמצאים קרוב לקודקוד הראש, בעוד ששרירי הפנים נשלטים על-ידי החלקים הנמוכים יותר של קליפת המוח המוטורית העיקרית, קרוב לאוזן (איור 1). באופן כללי, תנועות "פשוטות" כגון הרמת כוס מתרחשות באופן אוטומטי ובלתי מודע יחסית, כלומר אין צורך להתרכז או להתמקד הרבה כדי לבצע פעולות פשוטות. אבל, אפילו עבור דבר פשוט כגון הרמת כוס יש צורך בהפעלת מנגנון מורכב, ונדרש שיתוף פעולה בין חלקים שונים במוח כדי לבצע את תנועת האחיזה בהצלחה, תנועה שמפעילה רשת גדולה במוח. רשת זו במוח כוללת גם אזורי מוח אחרים נוסף על אלה שהוזכרו למעלה, אך הם לא יתוארו כאן בפירוט [3].

אם אתם רוצים להזיז את היד שלכם כדי לבצע הַנְשָׁת כדור בטניס, תחילה קליפת המוח הקדם-מוטורית והאזור המוטורי המשלים מתכננים את התנועה. אחר כך, אזור היד בקליפת

המוח המוטורית העיקרית הופך להיות פעיל. אזור זה מקבל קלט מאזורי המוח האחרים שתכננו את התנועה והכינו אותה. לבסוף, אזור היד בקליפת המוח המוטורית העיקרית שולח הוראות לשרירי היד שלכם, באמצעות העצבים, ובזאת היד מבינה שעליה להתמתח ולהתכוּפף. אבל, אזור היד בקליפת המוח המוטורית העיקרית אינו פעיל רק כאשר הוא שולח לשרירים הוראות תנועה למעשה אלא הוא נהיה פעיל גם כאשר נעשה דימוי של תנועות יד, גם אם למעשה השרירים אינם זזים כלל. כדי לעצור את הגוף מלבצע למעשה את תנועות היד במהלך הדימוי המוטורי, אזורי מוח אחרים יכולים למנוע מההוראות המוטוריות להישלח לשרירים [1]. נעשו מחקרים רבים שהראו כי קליפת המוח המוטורית העיקרית מופעלת באותה דרך הן במהלך ביצוע תנועות מסוימות הן במהלך דימוי שלהן [2]. זו הסיבה הבסיסית לכך שאנו יכולים להשתמש בדימוי מוטורי במטרה לשפר תפקודים מוטוריים.

### כיצד משתמשים בדימוי מוטורי כדי לשפר מיומנויות מוטוריות

כאשר לומדים תנועה חדשה או מיומנות מוטורית, למשל גלישה על השלג (סקי), אתם מתאמנים בתנוחת הגלישה העיקרית על-ידי כיפוף הברכיים והישענות קלה קדימה. אחר כך אתם לומדים כיצד לעצור על-ידי פיתול רגליכם וכיוון קצות המגלשיים שלכם זה לזה. כדי להסתובב יש לכוון את הרגליים ואת המגלשיים שלכם לכיוון שאליו רוצים להתקדם. בזמן שאתם מתנגלים את תנועות הגלישה האלה קליפת המוח המוטורית העיקרית שלכם פעילה (איור 2, התמונה השמאלית). חזרה על תנועות אלה לא רק מחזקת את שרירי הרגל שלכם אלא גם מחזקת את החיבורים במוח שלכם שחשובים לצורך שליטה בתנועות המיומנות האלה [4]. שיפור החיבורים בין תאי המוח בקליפת המוח המוטורית העיקרית מוביל לתכנון טוב יותר, לשליטה בתנועות ולביצועים משופרים שלהן.

כפי שאמרנו למעלה, דימוי של תנועות מפעיל את קליפת המוח המוטורית העיקרית באופן דומה להפעלתה על-ידי ביצוע התנועות למעשה (איור 2). לכן אם תדמינו את תחושת כיפוף הברכיים והנעת הרגליים בכיוון מסוים במהלך הגלישה על השלג, אותם אזורי מוח מופעלים כמו בזמן גלישה אמיתית (איור 2, התמונה הימנית). הפעלה זו של קליפת המוח המוטורית העיקרית במהלך דימוי מוטורי מחזקת גם את החיבורים במוח שלכם, ובזאת מקילה עליכם את התכנון של תנועות הגלישה על השלג; את השליטה בהן ואת ביצוען, באותו אופן שתפקודים אלה מתחזקים כשמבצעים את הפעולות האלה למעשה, שוב ושוב. זו הסיבה לכך שאפשר לשפר מיומנויות מוטוריות באמצעות דימוי מוטורי [2].

### שימוש בדימוי מוטורי כדי להשיב יכולת תנועה לאחר פגיעה מוחית

כאשר אזורים בקליפת המוח המוטורית ניזוקים, למשל בעקבות מכה בראש הגורמת לזעזוע מוח או כאשר יש תקלה באספקת הדם למוח (הנקראת גם שֶׁבֶץ [4]), תפקודים מוטוריים עלולים להינזק. למשל, פגיעה באזור היד של קליפת המוח המוטורית העיקרית עלולה לגרום לשיתוק של היד, כלומר קליפת המוח המוטורית העיקרית לא יכולה יותר לשלוח הוראות תנועה יעילות לשרירי היד. במקרה זה, חולים הסובלים מסוג זה של נזק מוחי הולכים לטיפול פיזיותרפיה כדי ללמוד כיצד להניע באופן פעיל את היד המשותקת. לפעמים, טיפול זה מעורב בהזזת היד המשותקת באמצעות מכונה. ביצוע תנועות היד האלה, אם על-ידי החולה ואם על-ידי מכונה, מפעיל את קליפת המוח המוטורית העיקרית וחיבורי מוח חדשים מתפתחים.

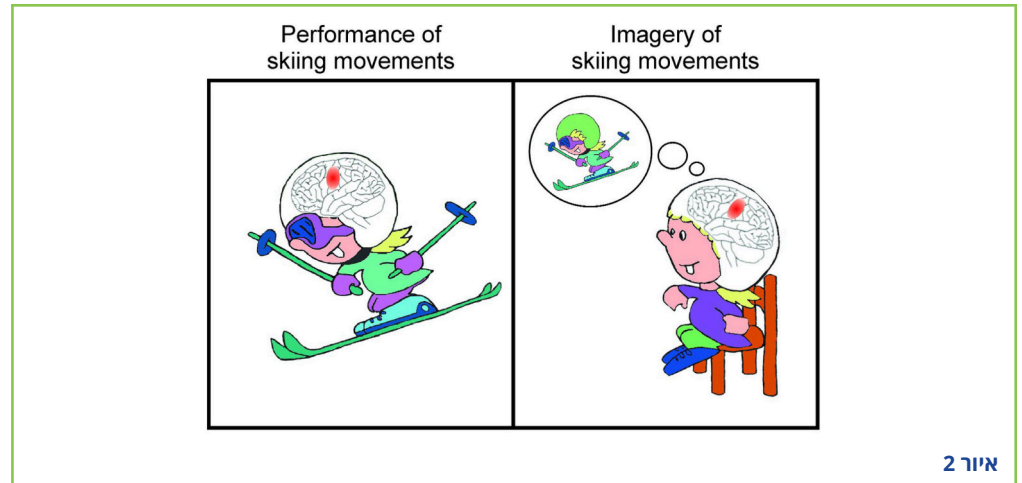
#### שיתוק

#### (Paralysis)

אובדן תפקוד השריר עבור שריר אחד או יותר, כך שאי אפשר יותר להזיז את השרירים האלה.

## איור 2

ביצוע תנועה כגון גלישה על השלג (התמונה השמאלית) מפעיל את קליפת המוח המוטורית העיקרית (העיגול האדום המסומן במוח) באופן זהה להפעלתו על-ידי דימוי מוטורי (התמונה הימנית).



איור 2

חיבורים חדשים אלה משיבים לקליפת המוח המוטורית העיקרית את היכולת לשלוח בהצלחה הוראות תנועה לשרירי היד. אחרי שבועות או חודשים של אימוני תנועה בדרך כלל תפקודי היד משתפרים, ואולי אפילו יש החלמה מלאה, הודות לאימון הפיזי הזה.

אפשר גם להשתמש בדימוי מוטורי במטרה לשפר תפקודים מוטוריים אחרי פגיעה מוחית. רוב חולי הפגיעה המוחית הסובלים מיד משותקת עדיין זוכרים את התחושה של ביצוע תנועות יד מסוימות. זה דבר נהדר כי הם יכולים להשתמש ביכולת זו כדי לזמין את תנועות היד האלה, ולהפעיל את קליפת המוח המוטורית העיקרית. באותה דרך שביצוע תנועות יד למעשה במהלך פיזיותרפיה פעילה מסייע לבניית חיבורים במוח, כך גם דימוי של תנועות יד יכול לבנות חיבורים חדשים במוח, דבר העוזר אף הוא לשיפור תפקוד היד [2].

רוב המחקרים שבוצעו עשו שימוש בדימוי מוטורי במטרה לשפר תנועות יד ורגל אחרי פגיעה מוחית [2]. מחקרים אחרונים שבוצעו על-ידי קבוצת המחקר שלנו מראים כי דימוי מוטורי יכול גם לשמש לתנועות בליעה, כדי להשיב תפקודים לחולי שבץ [5, 6]. לעיתים קרובות חולים הסובלים מפגיעה מוחית מתקשים לבלוע, תופעה הנקראת **דיספגיה**. לכן חולים הסובלים מדיספגיה מתקשים לאכול או לשתות, כי בכל זמן נתון המזון או השתייה עלולים לרדת בצינור הלא נכון, ולגרור לחנק. אומנם יש לנו רק גרון אחד, אבל יש בו שני צינורות: הַנְּשֵׁט, שתפקידו להעביר את המזון ואת השתייה לבטן, וְהַקֶּנֶה, שמגיע לריאות למטרות נשימה. בני אדם הסובלים מדיספגיה נחנקים לעיתים קרובות כי המזון והנוזלים יורדים בקנה ולא בוושט. שרירי הבליעה בדרך כלל שולטים בדרך שיעשו המזון והשתייה – לוושט או לקנה. שרירים אלה אינם פועלים באופן תקין בחולי דיספגיה, ונוסף על היחנקות, דיספגיה עלולה לגרום לתת-תזונה ולמצב בריאותי ירוד. בדיוק כפי שקורה בתנועות יד ורגל, אפשר לְאִמֵן את שרירי הבליעה באמצעות דימוי מוטורי של תנועות בליעה [5, 6].

## האם אנו יכולים להחליף את שיעורי הספורט שלנו בדימוי מוטורי?

לא! דימוי מוטורי אינו יכול להחליף פעילות פיזית. לכן אי אפשר לרדת במשקל או לשפר את הכושר הגופני שלכם רק על-ידי דימוי של עצמכם רצים! אבל, דימוי מוטורי יכול לתמוך בהתפתחות של מיומנויות מוטוריות, ויכול לסייע בהחלמה של תפקודים מוטוריים אחרי פגיעות

## דיספגיה (Dysphagia)

קשיים בבליעת מזון או נוזלים. לעיתים קרובות חולים הסובלים מפגיעה מוחית מתקשים בבליעה.

מוחיות [2]. דימוי מוחי יכול לעודד את האימון הפיזי ולשפר את השפעתו, ויכול לעזור לכם לפתח מימננויות מוטוריות בספורט. הוא אפילו יכול לעזור לכם לנגן בכלי נגינה! דימוי מוטורי הוא כלי רב-ערך שיכול לסייע לכם לשפר כל פעילות המעורבת בתנועה.

## תודות

עבודה זו נתמכה על-ידי ביו-טקמד, גראץ, אוסטריה. אי דיוקים אפשריים במידע הם באחריות צוות הפרויקט. הטקסט משקף אך ורק את דעות הכותבים.

## מקורות

1. Guillot, A., Di Rienzo, F., MacIntyre, T., Moran, A., and Collet, C. 2012. Imagining is not doing but involves specific motor commands: a review of experimental data related to motor inhibition. *Front. Hum. Neurosci.* 6:247. doi: 10.3389/fnhum.2012.00247
2. Munzert, J., Lorey, B., and Zentgraf, K. 2009. Cognitive motor processes: the role of motor imagery in the study of motor representations. *Brain Res. Rev.* 60(2): 306–26. doi: 10.1016/j.brainresrev.2008.12.024
3. Birbaumer, N., and Schmidt, R. 2006. *Biologische Psychologie*. 6th ed. Heidelberg: Springer-Verlag.
4. Weishaupt, N., and Zhang, A. 2016. Why doesn't your brain heal like your skin? *Front. Young Minds* 4(3):a020602. doi: 10.3389/frym.2016.00022
5. Kober, S. E., Bauernfeind, G., Woller, C., Sampl, M., Grieshofer, P., Neuper, C., et al. 2015. Hemodynamic signal changes accompanying execution and imagery of swallowing in patients with dysphagia: a multiple single-case near-infrared spectroscopy study. *Front. Neurol.* 6:1–10. doi: 10.3389/fneur.2015.00151
6. Kober, S. E., Gressenberger, B., Kurzmann, J., Neuper, C., and Wood, G. 2015. Voluntary modulation of hemodynamic responses in swallowing related motor areas: a near-infrared spectroscopy based neurofeedback study. *PLoS One* 10(11):1–17. doi: 10.1371/journal.pone.014331

פורסם אונליין: 10 באוקטובר 2019

נערך על ידי: Rich Ivry, University of California, Berkeley, United States

ציטוט: Kober SE and Wood G (2019) כיצד לתרגל באמצעות דימוי של תנועות. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2017.00042-he

## תורגם והותאם:

Kober SE and Wood G (2017) How to Exercise by Imagining Movements. *Front. Young Minds* 5:42. doi: 10.3389/frym.2017.00042

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

Kober and Wood 2019 © 2017 © **COPYRIGHT** 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

### BAILEY, גיל: 9

אני בכיתה ג, אוהב את כל סוגי הספורט, אוהב ללכת לפארק שעשועים ולשהות בחוף. יש לי אחות שלפעמים היא נחמדה, שני הורים שבדרך כלל הם נחמדים, וקבוצת חברים שנחמדים תמיד. כשאגדל, תראו אותי בטלוויזיה משתתף במשחק ספורט, כאשר לא אעבוד במעבדה כמדען.



### DEVONA, גיל: 9

דבונה היא ילדה פעילה בת 9 שאוהבת לשחק כדורגל וטניס. היא גם אוהבת לבטא את עצמה באמצעות אומנות ואומנות.



### ROSIE, גיל: 8

אני בכיתה ב ועובדת קשה בבית הספר כדי שאוכל להיות מדענית כשאגדל. אני אוהבת לצחוק, בעיקר עם החברות שלי. משחק הספורט האהוב עליי הוא כדורסל, אבל אני גם אוהבת לשחק כדורגל ולרכוב על האופניים שלי.



## הכותבים

### SILVIA ERIKA KOBER

אני מדענית בתחום מדעי המוח ופסיכולוגית קלינית ובריאותית. אני עובדת במחלקה לפסיכולוגיה באוניברסיטת גראץ, אוסטריה. אני מתעניינת בהתפתחות ובאבולוציה של כְּלִי שיקום חדשים עבור חולים הסובלים מפגיעות מוחיות. לכן אני משתמשת בשיטות שונות כגון מציאות וירטואלית, המאפשרות יחסי גומלין בין בני אדם ובין מחשבים, שיטות הנקראות מְמֶשֶׁק אדם-מכונה. [\\*silvia.kober@uni-graz.at](mailto:silvia.kober@uni-graz.at)



### GUILHERME WOOD

אני מדען בתחום מדעי המוח ופסיכולוג. אני מנהל קבוצה העובדת בתחום הנקרא נירופסיכולוגיה יישומית, במחלקה לפסיכולוגיה של אוניברסיטת גראץ, אוסטריה. אני ממקד את המחקר שלי בהשפעת ההזדקנות על המוח; באופן שבו המוח מעבד מספרים ובגנים המעורבים בפעילות המוח. נוסף על כך תחום המחקר האחרון שלי מתמקד בהתפתחות ובאבולוציה של כְּלִי שיקום חדשים עבור חולים הסובלים מפגיעות מוחיות.



Hebrew version  
provided by

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

