

למה סבתא הולכת מוזר?

Tamaya Van Criekinge^{1,2,3*}, Ann Halleman^{1,2}

¹המחלקה למדעי השיקום ופיזיותרפיה, הפקולטה לרפואה ולמדעי הבריאות, אוניברסיטת אנטוורפן, אנטוורפן, בלגיה
²מרכז מוטורי רב-תחומי אנטוורפן (M²OCEAN), אוניברסיטת אנטוורפן, אנטוורפן, בלגיה
³המחלקה למדעי השיקום, KU ליוון קמפוס ברוז', ברוז', בלגיה

סוקרים צעירים

ANVEYSHA
גיל: 15



CATARINA
גיל: 15



ENRICO
גיל: 16



TERESA
גיל: 10



ULYANA
גיל: 16



הליכה היא פעילות שאנו מבצעים מדי יום בלי להקדיש לה מחשבה. אך האם אי פעם תהיתם כיצד אנו הולכים, או מדוע חלק מהאנשים הולכים מעט מוזר? כולנו צולעים כשאצבע ברגלנו נתקלת בשולחן, או כשאנו נוקעים את כף הרגל. אולם, נדמה שחלק מהאנשים הולכים באופן אפילו מוזר יותר. חוויית קשיים בהליכה אינה תמיד תוצאה של חולשה ברגליים או כאב בכף הרגל; לעיתים אנשים הולכים שונה בשל ליקויים בגו. מלבד רגליים חזקות, חשוב שהגו יהיה יציב במהלך הליכה, כדי לשמור על שיווי משקל. לדוגמה, מרובית האנשים שעוברים שבץ מוחי חווים קשיים עם רגליהם ועם הגו שלהם, מה שמוביל לליקויים ניכרים בהליכה. במאמר זה נסביר כיצד הגו נע במהלך הליכה אצל אנשים שעברו שבץ, ואם ליקויי ההליכה שנצפים אצלם נובעים מגו לא יציב או מחולשה ברגליים.

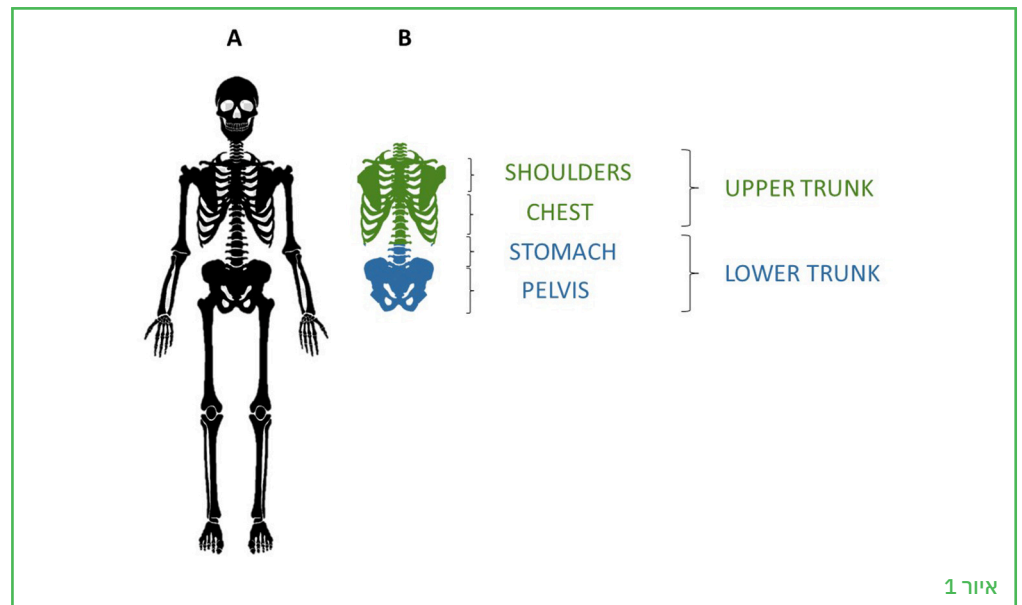
הליכה – תיאורים רבים לה

האם ידעתם שישנן יותר מ-30 מילים נרדפות באנגלית שמתארות הליכה? כן, תוכלו לפגוש במילים כמו hike, step, stroll, או march. גם לצליעה שמות רבים בהם hobble, limp,

waddle, lurch, stagger, ואפילו waddle. מגוון המילים האלה מתייחסות לעובדה שהאנשים המתוארים כך הולכים באופן קצת שונה. אולי הסבים והסבתות שלכם כבר הולכים מעט מוזר, ואינכם יודעים מדוע. אנשים רבים סבורים שדפוסי הליכה אבנורמליים הם תוצאה של בעיות ברגליים. זה עשוי להיות נכון במקרים מסוימים, אך לא תמיד. לעיתים, אנשים הולכים אחרת מאחר שאינם יכולים לשלוט בגו שלהם [1, 2].

מהו הגו?

הגו, או הטוֹרְסוֹ, הוא החלק המרכזי של הגוף, שאליו מחוברים הידיים, הרגליים והראש (איור 1). הגו מכיל ארבעה חלקים: הכתפיים, החזה, הבטן והאגן. נהוג לחלק את הגו לחלק עליון, כל מה שמעל לטבור – כתפיים וחזה; ולחלק תחתון, כל מה שמתחת לטבור – בטן ואגן. היכולת לשלוט בגו שלכם קובעת עד כמה אתם יכולים לשבת זקוף בלי ליפול, או כמה טוב אתם יכולים להניע את הגו העליון והתחתון שלכם באופן עצמאי. את תנועות הגו העליון והתחתון ניתן לחלק לשלוש קטגוריות: (1) כפיפה קדימה או אחורה; (2) כפיפה שמאלה או ימינה; (3) סיבוב שמאלה או ימינה.



איור 1

בתחילת המחקר לגבי הליכה, חוקרים חשבו שהגו אינו תורם באופן פעיל לצורת ההליכה, שהיא האופן שבו אדם הולך [3]. הם האמינו כי הגו הוא חלק פסיבי בגוף, וכי הרגליים הן שמבצעות את כל הפעולה בזמן ההליכה. במחקר עכשווי יותר נקבע שהגו ממלא תפקיד גדול הרבה יותר ממה שחוקרים שיערו במקור. לדוגמה, בהשוואת ילדים עם בעיות בהליכה לילדים בריאים, נמצא כי תנועות של הגו היו אחת הסיבות המרכזיות לכך שההליכה הייתה מתישה כל כך עבורם [4]. אם כן, היכולת לשלוט בגו שלכם ולהניע אותו נכון כחלק מצורת ההליכה שלכם, היא קריטית להליכה יעילה.

גו (Trunk)

החלק המרכזי של הגוף, שאליו מחוברים הזרועות, הרגליים והראש. נקרא גם טוֹרְסוֹ.

איור 1

השלד האנושי והגו. (A) השלד האנושי. (B) ניתן לחלק את הגו לשניים: הגו העליון (Upper trunk) – מכיל את הכתפיים (Shoulders) והחזה (Chest); הגו התחתון (Lower trunk) – מכיל את הבטן (Stomach) והאגן (Pelvis).

צורת הליכה (Gait)

האופן שבו אדם הולך.

מדוע חלק מהאנשים אינם יכולים לשלוט בגו שלהם?

חלק מהאנשים שעברו שבץ מוחי אינם מסוגלים לשלוט בגו שלהם. שבץ הוא סוג של פגיעה מוחית שבה תאים במוח מתים בשל מחסור בחמצן. מצב זה נגרם עקב חסימה באספקת דם למוח, או כתוצאה מדימום במוח. כאשר אנשים מזדקנים, כלי דם עלולים להיעשות צרים יותר כתוצאה מהצטברות שומן בדפנות כלי הדם. גורמים רבים עשויים להוביל לכך בהם עישון סיגריות, השמנת יתר וחוסר פעילות גופנית – כל אלה מגבירים את הסיכון לשבץ מוחי. קשישים נמצאים בסיכון הגבוה ביותר ללקות בשבץ – יותר מ-70% ממקרי השבץ מתרחשים בקרב אנשים מעל גיל 65.

המוח פועל כמו מנצח של תזמורת שבה המוזיקאים הם שרירי הגוף. ללא נוכחות מנצח, נוצר קאוס מוזיקלי. באופן דומה, המוח מורה לשרירים מה לעשות ומתי, ולכן אנו יכולים להניע את גופנו באופן הרמוני. כאשר חלק במוח מפסיק לעבוד מאחר שלא קיבל חמצן, הוא מפסיק להדריך את השרירים ולחלק להם הוראות. תאי מוח שניזוקו אינם ניתנים לתיקון, ולכן אזורים אחרים במוח חייבים ללמוד כיצד להשתלט על התפקודים של התאים המתים הללו. זו הסיבה לכך שהתאוששות אחרי שבץ היא ארוכה – המוח צריך ללמוד מחדש את כל התנועות.

אם כן, אצל מי שעברו שבץ, המוח אינו מספק הוראות מתאימות לשרירים בגו, בגב ובבטן, ולכן תנועות הגו אינן מבוצעות כהלכה. כבר ידוע לחוקרים כי מי שלקו בשבץ סובלים מבעיות בגו, ולעיתים קרובות אנשים אלה אינם יכולים לשבת ללא תמיכת ידיהם, או להתהפך בקלות במיטותיהם [5]. כפי שציינו, הגו חשוב גם בזמן הליכה. אולם להפתעתנו, מצאנו שמעט מאוד מחקר נערך על תנועות הגו במהלך הליכה אצל מי שחוו שבץ, שיש להם שליטה נמוכה בגו. שמנו לנו למטרה לגלות יותר!

מדידת תנועות גו ותבניות הליכה

חקרנו 58 אנשים שחוו שבץ (39 גברים ו-19 נשים), ו-57 אנשים בריאים (35 גברים ו-22 נשים). טווח הגילים בשתי הקבוצות היה 19-85 שנים, עם ממוצע של 64 שנים. הערכנו את הכוח והניידות של הגו והרגליים בקרב מי שעברו שבץ, וחילקנו אותם לשתי קבוצות: הסובלים מבעיות חמורות ברגליים, או ללא בעיות ברגליים. במעבדת ההליכה שלנו, בחנו גם את האנשים שחוו שבץ, וגם את האנשים הבריאים. מדדנו את כל תנועות הגוף במהלך ההליכה באמצעות כמה מצלמות, והשתמשנו במידע כדי ליצור תמונה תלת-ממדית. תהליך זה ידוע בתור **ניתוח תנועה תלת-ממדי**. ארבע צלחות כוח שימשו כדי לספק מידע לגבי מתי הרגליים נגעו בקרקע.¹ מיקמנו 39 סמנים מחזירי אור לגופם של כל אחד מהמשתתפים במחקר, כך שיכולנו לחשב כמה רחוק כל חלק בגוף נע, ובאיזו מידה (איור 2A). עבור הזרועות, סמנים מוקמו על כל כתף ומרפק, שניים על כל פרק כף יד ואחד על כל אצבע מורה. עבור הרגליים, סמן אחד מוקם על כל ירך, אחד על כף ברך, אחד על כל שוק ושלושה על כל כף רגל (קרוסול, עקב ואצבע). ארבעה סמנים מוקמו על הראש; שניים על החזה; שניים על הגב וארבעה על האגן. עבור ניתוח מפורט של עמוד השדרה, ארבעה סמנים מוקמו על הגו העליון ושלושה על הגו התחתון.

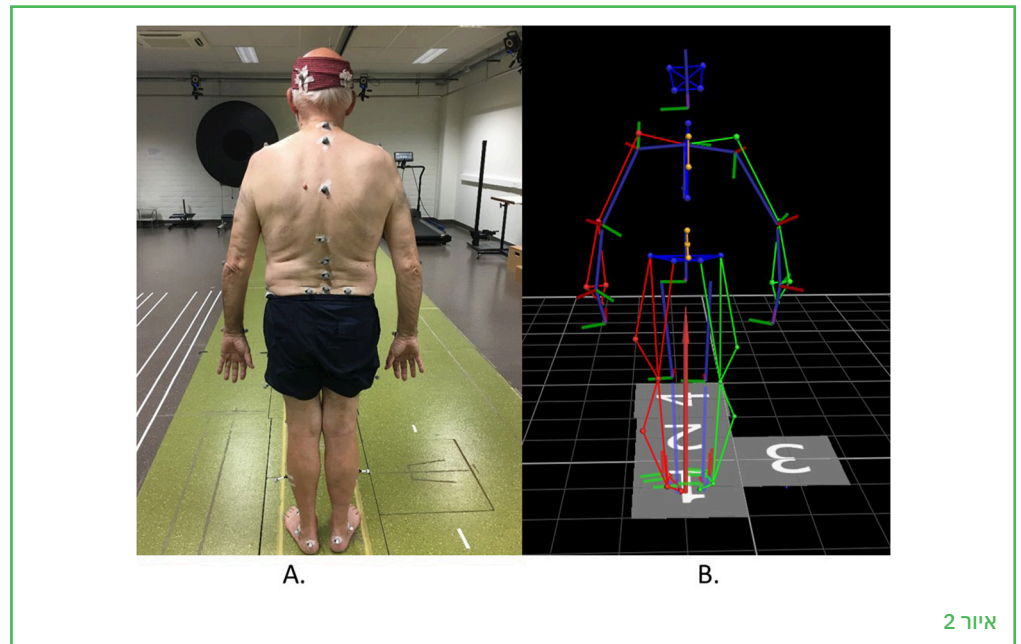
ניתוח תנועה תלת-ממדי (3D Motion analysis)

שיטת ניתוח שבה נעשה שימוש במכשור טכנולוגי מתקדם במטרה להעריך תנועות בגוף האדם.

¹סיור וירטואלי במעבדת הליכה ניתן לראות כאן.

איור 2

מחקרנו במעבדת ההליכה.
(A) מיקום של סמנים מחזירי אור על הגוף של משתתף בניסוי. מצלמות שמוקמו ברחבי המעבדה פלטו אור אינפרה אדום, אשר הוחזר ממחזירי האור למצלמות כאשר המשתתפים הלכו. **(B)** כל נקודה בתמונה שיוצרה על ידי המחשב מייצגת סמן מחזיר אור. תוכנת המחשב מחברת את הנקודות עם קווים צבעוניים (ירוק = זרוע ורגל ימין; אדום = זרוע ורגל שמאל; כחול = גו וראש; כתום = עמוד שדרה). הריבועים האפורים הממוספרים הם צלחות הכוח שמדדו כל צעד. החץ האדום מראה את הכוח שנמדד על ידי צלחות הכוח.



לאחר חיבור הסמנים, המשתתפים התבקשו ללכת מספר פעמים במעלה ובמורד שביל המצלמות, שמוקמו בכל רחבי המעבדה, עקבו אחר הסמנים באמצעות אור אינפרה אדום אשר נפלט מהמצלמות ונקלט חזרה על ידן לאחר שהוחזר מהסמנים מחזירי האור. מהמידע שהתקבל על ידי המצלמות, הייתה באפשרותנו ליצור מודל תלת-ממדי לכל משתתף, על ידי מחשב (איור 2B).

באמצעות תמונות תלת-ממדיות, הערכנו את התנועות של הגו, תוך מיקוד בשלוש תנועות שציינו קודם: כיפוף קדימה או אחורה; כפיפה הצידה וסיבוב שמאלה או ימינה. השווינו את דרגת התנועה של הגו אצל מי שחוו שבץ לזו של מבוגרים בריאים. לאחר מכן, השווינו את תנועות הגו בין מי שחוו שבץ וסבלו מבעיות חמורות ברגליים למי שעברו שבץ ולא סבלו מבעיות ברגליים.

שליטה בגו היא קריטית להליכה

לגבי שאלת המחקר הראשונה שהצבנו: "כיצד הגו נע במהלך הליכה אצל מי שחוו שבץ?"—מצאנו כי אנשים אלה הולכים בצעדים קצרים ורחבים יותר, ובקצב איטי באופן ניכר בהשוואה למבוגרים בריאים. כשבחנו את הגו, מצאנו גם כי משתתפים אלה התכופפו יותר קדימה כשהלכו, והראו יכולת סיבוב מופחתת בגו. התנוחה המכופפת קדימה היא גם הסיבה לכך שמי שחוו שבץ לעיתים קרובות אינם יכולים להחזיק את גופם ישר כשהם יושבים. נוסף על כך לא היה ביכולתם של מי שעברו שבץ לסובב את הגו העליון ימינה בשעה שסובבו את הגו התחתון שמאלה. כדי להמחיש זאת, בואו ננסה בעצמנו! קומו מהכיסא ומצאו מרחב עם הרבה מקום ללכת בו בקו ישר, כמו למשל מסדרון. כעת, הלכו מהר מאוד, אך אל תרצו.

Cross-coordination

חלקי הגו העליון והתחתון נעים באופן מתואם, אך מנוגד. כשהחלק העליון של הגו מסתובב ימינה, החלק התחתון של הגו נע עם משךצת זהה לצד שמאל.

²אם אתם מתעניינים באופן שבו הדבר נראה במודל תלת-ממדי שנמדד על ידי מערכת Vicon motion analysis, צפו בסרטון כאן.

האם הבחנתם בכך שכאשר לקחתם צעד קדימה עם רגל שמאל שלכם, זרוע ימין שלכם נעה קדימה, ולהפך? זה נקרא **cross-coordination**. אף על פי שקשה לראות זאת, חלקי גוכם, העליון והתחתון, עושים את אותו הדבר בזמן הליכה: כשהחלק העליון של הגו מסתובב ימינה, החלק התחתון של הגו מסתובב שמאלה. יכולות סיבוב אלה חסרות בקרב מי שחוו שבץ-הם הולכים ללא cross-coordination של הגו, אשר הכרחי לתבנית הליכה יעילה. יכולות הסיבוב של הגו אינן מיוצרות על ידי שרירים גדולים וחזקים, אלא על ידי הפעלה מדויקת של שרירים מסוימים ברגע מסוים, כך שלמידה לשלוט בשרירים האלה מהווה מפתח לתנועה.²

לאחר מכן, בחנו את שאלת המחקר השנייה שהעלינו: "האם הגו הוא באמת הסיבה לכך כי מי שעברו שבץ הולכים מוזר?". על שאלה זו ענינו באמצעות חלוקת מי שחוו שבץ לשתי קבוצות: אנשים עם וללא בעיות חמורות ברגליים. מצאנו כי לאנשים שסבלו מבעיות חמורות יותר ברגליים היו יותר תנועות אבנורמליות בגו. מצד אחר לאנשים שלא סבלו מבעיות חמורות ברגליים היו כמה תנועות אבנורמליות בגו, אך פחות. המשמעות היא שאפילו אנשים שחוו שבץ ואינם סובלים מבעיות חמורות ברגליהם, עדיין הולכים אחרת ממבוגרים בריאים.

חשוב להבין שאינכם צריכים שרירי רגליים ובטן חזקים במיוחד כדי ללכת נכון. הליכה תקינה קשורה לכמה טוב אתם יכולים לשלוט בשרירים אלה ולהפעילם.

מדוע חשוב להבין בעיות בצורת ההליכה?

הבנת הסיבה לכך שאנשים שחוו שבץ הולכים מוזר יכולה לסייע לחוקרים ולרופאים לעזור להם להשתקם. אנשים אלה זקוקים לטיפול רב כדי שמצבם הגופני ישתפר. אם לרופאים ולפיזיותרפיסטים תהיה הבנה טובה אם הגורם לבעיות בצורת ההליכה של המטופלים נובע מהרגליים או מהגו, הם יוכלו לתת למטופלים תרגילים שממוקדים בבעיה מסוימת – בין אם חיזוק הרגליים או שיפור השליטה בגו. תוצאות מחקרנו הראו כי לאנשים שעברו שבץ תנועות אבנורמליות בגו במהלך הליכה, שבמקרים מסוימים נגרמות עקב חוסר בשליטה בגו. אם כן, מתן תרגילים שמסייעים לאנשים אלה ללמוד לשלוט בגו שלהם, שנקראים **תרגילי יציבות ליבה**, עשוי בסופו של דבר לסייע להם ללכת טוב יותר.

כיוון שהליכה היא פעילות אשר תורמת לעצמאותם של אנשים ולאיכות חייהם, אנו מקווים כי המחקר שלנו יסייע לשיפור חייהם של אנשים רבים שחוו שבץ.

מאמר המקור

Van Criekinge, T., Saeys, W., Herssens, N., Van deWalle, P., De Hertogh, W., Truijten, S., et al. 2020. Trunk biomechanics during walking after sub-acute stroke and its relation to lower limb impairments. *Clin. Biomech.* 75:105013. doi: 10.1016/j.clinbiomech.2020.105013

תרגילי יציבות ליבה (Core stability exercises)

תרגילים שמתמקדים בחיזוק שרירי הגב והבטן (ליבתו של אדם), ובהגדלת יכולת השליטה במנח הגו.

מקורות

1. Kavanagh, J. J., Barrett, R. S., and Morrison, S. 2005. Age-related differences in head and trunk coordination during walking. *Hum. Mov. Sci.* 24:574–87. doi: 10.1016/j.humov.2005.07.003
2. Lamothe, C. J., Meijer, O. G., Daffertshofer, A., Wuisman, P. I., and Beek, P. J. 2006. Effects of chronic low back pain on trunk coordination and back muscle activity during walking: changes in motor control. *Eur. Spine J.* 15:23–40. doi: 10.1007/s00586-004-0825-y
3. Murray, M. P., Drought, A. B., and Kory, R. C. 1964. Walking patterns of normal men. *J. Bone Joint Surg. Am.* 46:335–60.
4. Van de Walle, P., Hallemans, A., Truijten, S., Gosselink, R., Heyrman, L., Molenaers, G., et al. 2012. Increased mechanical cost of walking in children with diplegia: the role of the passenger unit cannot be neglected. *Res. Dev. Disabil.* 33:1996–2003. doi: 10.1016/j.ridd.2012.05.029
5. Verheyden, G., Nieuwboer, A., Feys, H., Thijs, V., Vaes, K., and De Weerd, W. 2005. Discriminant ability of the Trunk Impairment Scale: a comparison between stroke patients and healthy individuals. *Disabil. Rehabil.* 27:1023–8. doi: 10.1080/09638280500052872

פורסם אונליין: 23 במאי 2023

נערך על ידי: Valerie Gerriets

מנחים מדעיים: Marina Martello and Ronald YU

ציטוט: Van Criekinge T and Hallemans A (2023) למה סבתא הולכת מוזר? *Front. Young Minds.* doi: 10.3389/frym.2021.572765-he

תורגם והותאם מ: Van Criekinge T and Hallemans A (2021) Why Is Grandma Walking Strangely? *Front. Young Minds* 9:572765. doi: 10.3389/frym.2021.572765

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

COPYRIGHT © 2021 © Van Criekinge and Hallemans 2023. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). 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

ANVEYSHA, גיל: 15

היי, אני אֶנְבֵיִשָּׁה, תלמידת תיכון. אני אוהבת קריאה, שחייה, שינה ואת חוף הים.



CATARINA, גיל: 15

היי, אני קְטְרִינָה! המקצועות האהובים עליי הם מתמטיקה ומדעים. מטרתי היא להיות חוקרת זיהוי פלילי. בזמני הפנוי, אני אוהבת לבלות בחוץ ולצפות בהתנהלות הטבע.



ENRICO, גיל: 16

היי, קוראים לי אֶנְרִיקוֹ ואני בן 16. התחביבים שלי כוללים חידות היגיון, מוזיקה וצופים. המקצועות האהובים עליי הם מתמטיקה וסינית.



TERESA, גיל: 10

אני ילדה בלונדינית בעלת עיניים כחולות, סקרנית כמו חתול ומשוגעת כמו דודה שלי! אני אוהבת לנגן בגיטרה ובכלים מוזרים או מומצאים עם אחותי, ולשחק בתפקיד מדענית. בפעם האחרונה שדודה שלי הביא לי פִּיפּוּטוֹת ומבחנות מהמעבדה, יצרתי את המעבדה הפרטית שלי בבית! אך אל תדאגו: לא היו הרבה פיצוצים (עדיין)!



ULYANA, גיל: 16

היי! קוראים לי אוליאָנָה, ובמילותיו של רָמִי מהסרט רָטְטִי: "הדבר הכי צפוי לגבי החיים הוא שהם לא צפויים". החיים שלי כוללים בית ספר, מזון וקְרָטָה, כמו גם נגיעה של תשוקה למדע ולסביבה. אני מקווה ללמוד משפטים וביו-רפואה באחד הימים, ולהפוך לחוקרת בתחום שלי.

הכותבות

TAMAYA VAN CRIECKINGE

טְמָיָה וְאָן קְרִיקִינְג', פיזיותרפיסטית, עשתה את הדוקטורט שלה במדעי הרפואה באוניברסיטת אנטוורפן. הדוקטורט עסק בחקר חשיבות תפקוד הגו במהלך הליכה בקרב אנשים שחוו שבץ – מבוגרים וקשישים. כיום היא עובדת כחוקרת פוסט-דוקטורנטית ב-KU לֶוֶן, בלגיה. המחקר שלה מתמקד בשליטה על הגו ובשיקומו, צורת הליכה וניתוח תנועה. טוויטר: @TamayaVC. *tamaya.vancrieking@kuleuven.be



ANN HALLEMANS

בשנת 2005, פרופסור הֶלְמַנְס קיבלה את הדוקטורט שלה במדעים מאוניברסיטת אנטוורפן בחקר הגורמים הקובעים הביומכניים של התפתחות הליכה דו-רגלית אצל בני אדם. כיום היא עובדת כמתאמת במעבדת M²OCEAN ומשלבת פעילויות מחקריות עם הוראה של אחריות בפיזיותרפיה ובמדעי השיקום. פרויקטי המחקר שלה מתמקדים בשליטה הניורומכנית בהליכה, ובחשיבות של שיווי משקל ושליטה



ביציבה במהלך התפתחות צורת ההליכה אצל ילדים, והבשלתה. בעת עריכת פעילויות המחקר שלה היא רכשה ניסיון בניתוח צורת הליכה בתלת-ממד (איסוף נתונים באמצעות Vicon, AMTI, Zerowire Aurion, EMG, ו-[®]footscan), ובמידול ביומכני (Vicon Bodybuilder, Matlab).

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