

המכללה האקדמית לחינוך גבעת וושינגטון

**השפעת מאמץ אקוטי בעצמות גבוהה על**

**התפקוד הקוגניטיבי בבוגרים**

ד"ר רותי פילץ בורשטיין

**תקציר**

## רקע

בעשורים האחרונים גובר העניין המחקרי במידת ההשפעות של ביצוע פעילות גופנית על תפקודים מוחיים גבוהים. מרבית המחקרים מוכיחים כי קיים קשר חיובי בין רמת הכושר הגופני לבין היכולת הקוגניטיבית בגילאים השונים. עם זאת, בספרות אין עדיין הסכמה בנוגע להשפעת מאמץ אקוטי על הקוגניציה, זאת מכיוון שמשתנים רבים ביניהם: עצמת המאמץ, משך המאמץ וגיל הנבדקים, משפיעים על התוצאות. מחקר זה בדק השפעה של מאמץ גופני אקוטי, תת מרבי, בעצימות גבוהה על היכולת הקוגניטיבית, כפי שמשתקפת בסדרה של כישורי ניהול, בנבדקים צעירים.

## שיטה

במחקר השתתפו 17 גברים בגילאי 20-30 שבצעו מאמץ עצים: 10 ריצות ספרינט של 10 שניות כל אחת, ובניהן ריצות התאוששות של 50 שניות כל אחת. המשתתפים בצעו סדרה של 3 מבחנים המשקפים כישורים קוגניטיביים: Stroop Test, Trail Making Test, Word Fluency, שבוצעו ב-3 נקודות זמן: במנוחה- לפני המאמץ, מיד לאחר המאמץ ו-45 דקות מתום המאמץ.

## תוצאות

נמצא כי למאמץ אקוטי עצים השפעה חיובית ( $p \leq 0.04$ ) על היכולת הקוגניטיבית מיד לאחר המאמץ כפי שרואים ב- Stroop Test וב- Trail Making Test. 45 דקות לאחר המאמץ נצפתה ירידה לא מובהקת בתוצאות כל המבחנים בהשוואה למדידה בתום המאמץ, אך התוצאות עדיין היו גבוהות בהשוואה לאלה שלפני המאמץ. בשלב האחרון של Stroop Test ו- Trail Making Test ב- 45 דקות אחרי המאמץ עדיין ניכר שיפור מובהק ( $p \leq 0.02$ ). במבחן שטף מילים נמצא שיפור, אם כי לא מובהק.

## מסקנות

ממצאי המחקר הנוכחי תומכים בהשערה כי מאמץ אקוטי, תת מרבי, משפר כישורי ניהול באוכלוסייה של גברים צעירים. ממצאים אלה מצדיקים ביצוע של מאמץ גופני עצים בסמוך לביצוע מטלה קוגניטיבית חשובה או מבחן. ראוי שממצאים אלה ומסקנות המחקר יועלו בפני מקבלי החלטות במערכת החינוך.

## **Abstract**

### background

In recent decades, studies have investigated the effect of exercise on high brain functions. Most studies show a positive relationship between physical fitness and cognitive ability at different ages. However, there is no consensus regarding the effect of acute exertion on cognition; a number of variables affect outcomes, including: intensity, duration of exertion, and age of the subjects.

This study examined the effect of acute, sub-maximal, high-intensity physical exertion on cognitive ability, as reflected in a series of executive functions, in young subjects.

### Method

Seventeen male participants, 20-30 ys completed a high-intensity exercise comprised of 10 × 10 sec running sprints, interspersed by 50 s jogging for recovery. A battery of cognitive function tests: Stroop, Trail Making and Word Fluency were completed 10 min pre-exercise, immediately post & 45 min post-exercise.

### Results

As seen in the Stroop and Trail making tests acute exercise was found to positively affect the results both immediately after exercise ( $p \leq 0.04$ ) as well as at 45 minutes post exercise ( $p \leq 0.02$ ). Although results at 45 minutes decreased compared to immediately post - exercise they were still higher compared to those at rest. Minor improvement in the Word Fluency results were observed after exercise, but these changes did not reach statistical significance.

### Conclusions

Our results support the hypothesis that sub-maximal, high intensity exercise improves executive skills in a young male population. These findings justify the integration of physical

exertion prior to cognitive tasks. These findings and conclusions of the study should be presented to decision-makers in the education system.

**תוכן**

1. מבוא ..... 5

2. סקירת ספרות ..... 6

2.1. מבנה המוח ותפקודו ..... 6

2.2. קוגניציה- הגדרה ומרכיבים ..... 7

2.3. למידה וזיכרון ..... 8

2.4. תפקודים ניהוליים ..... 9

2.5. מבחני קוגניציה ..... 10

2.6. כושר גופני ..... 11

2.7. התפתחות הכושר הגופני במהלך השנים. .... 12

2.8. כושר גופני ותפקוד קוגניטיבי ..... 12

2.9. השפעת מאמץ אקוטי בעצילות שונה על היכולת הקוגניטיבית ..... 13

3. מתודולוגיה ..... 17

3.1. מטרת המחקר ..... 17

3.2. השערות המחקר ..... 17

3.3. סוג המחקר ..... 17

3.4. אוכלוסיית המחקר ..... 17

3.5. כלי המחקר ..... 18

3.6. שלבי המחקר ..... 19

3.7. ניתוח הנתונים ..... 20

3.8. היבטים אתיים ..... 20

3.9. חשיבות המחקר ..... 20

4. תוצאות ..... 22

5. דיון ..... 28

6. סיכום ומסקנות ..... 31

7. ביבליוגרפיה ..... 32

8. נספחים ..... א

**1. מבוא**

מחקרים רבים מצביעים על חשיבות העיסוק בפעילות גופנית במניעת מגוון מחלות כרוניות וביניהן מחלות לב וכלי דם, סוכרת, סרטן המעי הגס, סרטן השד ואוסטיאופורוזיס (Office of Disease Prevention and Health Promotion, 2008; Marcus et al., 2006; Meriwether, R. A., Lee, J. A., Lafleur, A. S., & Wiseman, P., 2008). ידוע כי קיים קשר ישיר ועקבי בין פעילות גופנית לבין תמותה מכלל הסיבות, כך שהאנשים הפעילים ביותר נמצאים בסיכון נמוך למוות בטרם עת (משרד הבריאות, 2020). פעילות גופנית אצל ילדים אינה משחק בלבד ולה חשיבות רבה לא רק בהתפתחות הגופנית, אלא גם בהתפתחות הנפשית, בהתפתחות הקוגניטיבית ובהשתלבות החברתית התקינה של הילד (נמט, 2018). בנוסף ליתרונותיה הברורים של הפעילות הגופנית בפן הפיזיולוגי, מחקרים מדווחים כי לפעילות הגופנית ישנה השפעה משמעותית על תהליכים קוגניטיביים בגופנו, ונושא זה נחקר רבות בשנים האחרונות. מרבית המחקרים מוכיחים כי ישנו קשר חיובי בין רמת הכושר הגופני לבין היכולת הקוגניטיבית בגילאים השונים (Castelli, Hillman, Buck & Erwin, 2007; Chomitz et al., 2009; Fox, Barr-Anderson, Neumark-Sztainer & Wall, 2010; Ruiz et al, 2010). אך בספרות טרם התקבלה הסכמה כללית בנוגע לאופן השפעת מאמץ אקוטי על הקוגניציה. זאת מאחר שישנם משתנים רבים המשפיעים על תוצאות המבדקים לרבות עוצמת המאמץ, משכו, סוג האוכלוסייה, וכן מרכיב התפקוד הקוגניטיבי שנבדק (Chang, Labban, Gapin & Etnier, 2012). לכן, מחקר זה בחן השפעה של מאמץ אקוטי, חד פעמי, בעצימות גבוהה על היכולת הקוגניטיבית בקרב אוכלוסיית הבוגרים.

כמורה לחינוך גופני, הידיעה כי לביצוע מאמצים גופניים ישנה השפעה ישירה על קוגניציה הינה בעלת חשיבות רבה בעיניי. מחקר זה, בהמשך למחקרים קודמים, יסייע בבחירת התרגילים השונים במהלך השיעור והתאמתם ללומדים על מנת לגרום להשפעה חיובית מרבית על היכולת הקוגניטיבית של התלמיד ועל ההישגים הקוגניטיביים והאקדמיים שלו במהלך השיעורים שלאחר מכן.

## 2. סקירת ספרות

### 2.1. מבנה המוח ותפקודו

מוח האדם מורכב מארבעה חלקים כאשר לכל חלק תפקוד שונה:

גזע המוח (Brain Stem) - מרכזי בקרה רבים השולטים על תפקודים פיזיולוגיים: ויסות טמפרטורת הגוף, שליטה על שרירי הנשימה, ויסות לחץ דם, תנועת העיניים והאישונים, תפוקת שתן ובקרה על מנגנוני הכרה ועוררות.

מוח הביניים (Diencephalon) - מחולק לשלושה חלקים עיקריים:

- תלמוס (Thalamus) - קולט ומעבד מידע תחושתי ותנועתי, אחראי על הקשב ובעל תפקוד גם בזיכרון לטווח הארוך.

-היפותלמוס (Hypothalamus) - מווסת תהליכים מטבוליים, שולט במערכת ההורמונלית ובעל תפקוד מרכזי בתהליכי ההומאוסטזיס בגוף.

- אפיתלמוס (Epithalamus) - אחראי למחזור השינה והערות של הגוף ואחראי על עיבוד ובקרה של חוש הריח.

המוח הקטן (Cerebellum) - מווסת את תנועות הגוף, קואורדינציה, למידה מוטורית ושמירה על שיווי משקל.

המוח הגדול (Cerebrum) - הגדול במסה, ואחראי לפעילות השכלית הגבוהה שאדם מסוגל לבצע הכוללות תכנון, דמיון, חקר ושפה (זוסמן, 2018).

מסת המוח אצל אדם בוגר היא כ- 1.4 ק"ג בממוצע והוא בנוי מביליוני נוירונים (תאי עצב) מסוגים שונים ש"מדברים" זה עם זה באמצעות מאות חומרים כימיים שונים. על ידי כך נשלטות המחשבות והפעולות שלנו. כל תא מוח מקבל מידע ממאות אלפי תאים אחרים, ולאחר מכן "יורה" את המסר שלו החיבור בין תא לתא, המרווח הבין תאי, נקרא סינפסה. המסר שעובר הינו מסר חשמלי שהופך למסר כימי במרווח הבין תאי. התא הבא מקבל את המסר באמצעות המעביר העצבי הכימי – הנוירורנסמיטר. זה נקשר

לקולטן, כמו מפתח למנעול, פותח תעלות יונים והסיגנל הופך בחזרה לחשמלי. בנוסף, ישנה קבוצה נוספת של מולקולות חשובות לחיבורים במוח, שנקראת "פקטורים" - חומרים חלבוניים להם תפקיד חשוב

ביצירת ואחזקת התשתית המבנית של המוח, והבולט ביותר הוא (Brain-Derived -BDNF - Neurotrophic Factor).

חומר זה נמצא בהיפוקמפוס- אזור במוח האחראי על תהליכי למידה וזיכרון.

למידה דורשת קירבה חזקה בין נוירונים, בתהליך דינמי. הפעלה חוזרת, או תרגול גורמת לסינפסות עצמן להתנפח וליצור חיבורים חזקים יותר. המוח הינו איבר גמיש ומסתגל, ולכן ניתן לעצב אותו בדרך דומה

לזו שמפתחים שרירים. ככל שמשתמשים בו יותר, כך הוא הופך חזק יותר וגמיש יותר והקשרים במוח מתחדשים כל הזמן. מחקרים מראים כי באמצעות פעילות גופנית ניתן לשפר את ה"חיווט" במוח. פעילות גופנית מגבירה או מאזנת את רמות הנוירורנסמיטרים, ולכן ריצה למשל יכולה להיות בעלת השפעה חלקית כמו תרופה מסוג הפרוזק או הריטלין (צפריר, 2011; זוסמן 2018). כבר בשנת 1995 הצליחו להוכיח במחקר בעכברים כי פעילות גופנית מגבירה את ייצור ה-BDNF (Dugich-Djordjevic et al., 1995). זו הייתה אבן הדרך הראשונה לביסוס הקשר בין פעילות גופנית ללמידה. יש יחס ישיר בין מידת הפעילות לבין רמת הפקטור. מסתבר שהספורט משפר את קצב הלמידה, ואת איכותה. הנוירונים נוצרים כתאי אב, חלקים וריקים, ועוברים תהליך התפתחותי. בתהליך זה עליהם למצוא תפקיד – או למות. רובם לא שורדים. לוקח 28 יום לתא חדש להשתלב בתוך רשת תאים. אם אנו לא משתמשים בתאים הצעירים – אנו מאבדים אותם. פעילות גופנית גורמת לנביטתם של התאים וההעשרה הסביבתית הזו מאפשרת להם לשרוד (צפריר, 2011).

## 2.2. קוגניציה- הגדרה ומרכיבים

מקור המילה קוגניציה מגיע מהמאה ה-15 מהמילה הלטינית 'Cognoscere', ופירושה היה "חשיבה ומודעות". בהקשרים מדעיים מודרניים קוגניציה היא הפעילות או התהליך המנטלי של השגת ידע והבנתו באמצעות מחשבה, ניסיון וחושים (Neisser, 2014) והיא מתייחסת ליכולתו של הפרט לרכוש ולהשתמש במידע, על מנת להסתגל לדרישות הסביבה (Lidz-Schneider, 1987). שדה מחקר חדש הנקרא "מדע הקוגניציה" החל להתגבש ולהתבסס כבר בשנות ה-60 במטרה לחקור מהי קוגניציה. שדה זה מתבסס על דיסציפלינות שונות הכוללות פסיכולוגיה קוגניטיבית, אינטליגנציה מלאכותית, מדעי המוח, אנתרופולוגיה קוגניטיבית, בלשנות ופילוסופיה (Eckardt, 1995). ההתייחסות למושג "קוגניציה" במדעי הקוגניציה היא צרה וממוקדת יותר והיא מתארת את התהליכים של עיבוד המידע במוח, סינונו, פירוט, אחסונו והשימוש במידע מהחושים. ישנם מבדקים קוגניטיביים רבים שפורסמו במחקרים שונים וסווגו לקבוצות. קטלוג המבדקים שנסקרו על פי תחומי הקוגניציה שאותם הם מביאים לידי פעולה וביטוי נעשה על ידי סמית' בשנת 2010, כאשר הוא מתייחס למספר תחומים: ריכוז ומהירות עיבוד-Attention and Processing Speed, זיכרון עבודה-Working Memory, זיכרון ותפקודים ניהוליים-Executive Function (Smith et al., 2010).

### 2.3. למידה וזיכרון

הזיכרון האנושי הוא היכולת לקלוט מידע, לעבד אותו, לאחסן אותו, לשלוף אותו, להשוות אותו לזיכרונות אחרים ובעיקר לעשות בו שימוש כשהוא נחוץ. הלמידה והזיכרון מאפשרים לנו ללמוד מניסיון, לתכנן את העתיד ולרכוש ידע (Lib.cet.ac.il). המבנה החשוב ביותר לזיכרון, הוא ההיפוקמפוס הנמצא בחדר הצידי של המוח. להיפוקמפוס חשיבות רבה ברכישת המידע החדש והפיכתו לאבני הבניין של הזיכרון. הזיכרון קשור גם לשכבה החיצונית של המוח הגדול, המכונה "קליפת המוח" - קורטקס. היכולות המופלאות של הזיכרון האנושי תלויות בקשרים המסועפים בין ההיפוקמפוס וקליפת המוח המצחית, כאשר באדם, קליפת המוח הגיעה להתפתחות הגדולה ביותר בממלכת החי (Rambam.org.il). הזיכרון החושי הוא השלב הראשון בתהליך הלמידה. גירוי החושים, ראייה, שמיעה, תחושה וריח יוצרים מידע שנקלט ועובר עיבוד ראשוני, צורני, ללא התייחסות לתוכן, בהתאם לחוש בו הוא נקלט. הגירויים נקלטים מהסביבה למשך זמן קצר מאוד- תמונות למשך שניה אחת וצלילים למשך 3-4 שניות. אם הגירוי הנקלט נלכד ועובר את העיבוד הראשוני, הוא יעבור לתחנת העיבוד הבאה. אם הוא לא נקלט, הגירוי שיבוא אחריו ימחק אותו. בשלב השני, המידע מאוכסן זמנית בזיכרון לטווח קצר ומאוחר יותר חלק ממנו עובר לזיכרון לטווח ארוך. הזיכרון לטווח הקצר מעבד את המידע החושי המתקבל ולכן הוא מכונה זיכרון עבודה. מערכת זיכרון העבודה מאפשרת לאדם לשמור מספר פיסות מידע בו זמנית, ולקשור ביניהן- לדוגמא, עלי כותרת בצבע אדום וריח= ורד. מערכת זו מורכבת מסדרה של תפקודים הקרויים 'תפקודים ניהוליים', המנהלים את המתרחש בזיכרון העבודה. כמות הידע המסוגלת להישמר בזיכרון העבודה בכל רגע נתון מוגבלת, אך הודות לתפקודים הניהוליים, סוגים שונים של מידע יכולים להיקשר הדדית. לדוגמא: צבע, קול וריח, או זיכרון שנרכש לפני שנים ובהתאם לו מופעל שיקול דעת לגבי משימה המבוצעת בהווה (Meyda.education.gov.il, Rambam.org.il). זיכרון עבודה נמצא קשור לקריאה, כתיבה, איות ומתמטיקה. ילדים שמתקשים בזיכרון עבודה ביצעו טעויות מצטברות בזכירה, הבנת הוראות, שמירה על מיקום בחלל, התנסחות בכתב, וחישובים בעל-פה (ישי-קרין, נ. 2009). בשלב השלישי, שלב האָזוּר, אנו שולפים את המידע מהזיכרון. זיכרון טוב מעיד על היכולת לשלוף ביעילות מידע מהזיכרון. שליפת המידע תלויה בגורמים רבים, כמו: עד כמה היה המידע חשוב או מעניין, עד כמה הוא קשור אלינו אישית, או האם הקדשנו תשומת לב למידע, בשעה שקלטנו אותו (Lib.cet.ac.il). הזיכרון הוא היכולת ליצור סינפסות בין תאי עצב בעקבות חוויה, והוא נמדד לפי משך הזמן בו הסינפסות נשארות יציבות. "גמישות המוח"- Brain plasticity מתארת את יכולתו המופלאה של המוח להתאים את עצמו למצבים משתנים על בסיס למידה וזיכרון, והיא הכרחית להישרדות הגוף החי.

הלמידה היא היכולת לרכוש מידע וכישורים חדשים, והיא תלויה בזיכרון. החלק הקדמי של האונה המצחית, "האזור הקדם מצחי", מקושר היטב עם אזורים אחרים במוח ואחראי לאישיותו של האדם, לכישורי הלמידה המורכבים, לכושר השיפוט והביקורת שלו, לחשיבה ההגיונית, למצבי רוח, למודעות, לתכנון עתידי ויכולת הדמיון. כישורים אלה מרכיבים את הקוגניציה, את היכולת הקוגניטיבית של האדם (זוסמן, 2018). חלק חשוב מתפקודים ניהוליים ממוקם בקורטקס הקדם מצחי (פרה-פרונטלי) כאשר הקורטקס הקדם מצחי התחתון אחראי על עכבה מוטורית Inhibition. במבחן Stroop למשל, יש צורך לעכב תגובה אוטומטית שנלמדה היטב כמו קריאה של מילים, על מנת לאפשר התנהגות שאינה מוכרת- קריאה של צבע שאינו תואם את המילה הכתובה (ישי-קרין, נ. 2009). הזיכרון ותהליכים קוגניטיביים רבים מתרחשים במוח בעזרת חלבון הנקרא "גורם נוירטרופי מוחי" Brain Derived Neurotropic Factor- BDNF אשר פועל על נוירונים במערכת העצבים המרכזית ובמערכת העצבים ההיקפית. גורם זה אחראי ליצירת נוירונים חדשים, מסייע לגדילה ולחלוקה שלהם, תורם להישרדות הנוירונים הקיימים ושל החיבורים ביניהם, והוא פעיל בהיפוקמפוס, ובקליפת המוח-אזורים חיוניים ללמידה, זיכרון וחשיבה. ה- BDNF ממלא תפקיד חשוב בזיכרון לטווח ארוך (Bekinschtein et al, 2008). מחקר שנעשה בשנת 2010 בדק את השפעת הפעילות הגופנית על ריכוז ה- BDNF בדם. התוצאות הראו עליה של 98% בריכוז ה- BDNF בין מצב מנוחה ולאחר אימון תרגילי התנגדות. זמן מסוים לאחר האימון חלה ירידה בריכוז של החלבון. מחקר זה מציע שתרגילי התנגדות מעוררים עליה משמעותית, אך חולפת של ה- BDNF (Yarrow, White, McCoy & Borst, 2010). מחקרים מצאו כי עלייה ברמות ה- BDNF בעקבות מאמץ משפרת יכולת קוגניטיבית ותפקודים ניהוליים (Hwang et al, 2016; Winter et al., 2007). נוסף על כך, מחקרים מראים כי פעילות גופנית משפרת את מערכת הזיכרון, מגדילה את המוח, משפרת את המוליכות העצבית ומשפרת את הקולטנים בקליפת המוח ובהיפוקמפוס (Pietrelli et al, 2018).

#### 2.4. תפקודים ניהוליים

המושג "תפקודים ניהוליים" EF — Executive Function מצמצם עוד יותר את המשמעות של היכולות הנדרשות לביצוע פעולה מנטלית הדורשת תשומת לב וריכוז. בשונה מהאינסטינקט והאינטואיציה הפועלים באופן מהיר ואוטומטי, השימוש בתפקודים ניהוליים דורש מאמץ מחשבתי, שכן, למוח האנושי קל יותר להתמיד באופן פעולה מסוים מאשר לשנותו או להיכנע להסחת דעת מאשר להתעלם ממנה (Diamond, 2013). אין התנהגות בודדת שמייצגת תפקודים ניהוליים, אלא מדובר באוסף רחב ולא מוגדר היטב של תפקודים שכליים. ישנה עמימות בהגדרת EF כיוון שתפקודים אלה אחראים על משאבים

שכליים בזמן שאלו פועלים כשהם משנים ומעצבים מגוון רחב של תפקודים, תוך כדי שתפקודים אלו מתרחשים. כלומר, EF הם לא התפקודים עצמם, כמו זיכרון ושפה, אלא הם מעצבים את התפקודים השכליים במהלך פעולתם ועל כן ניתן למדוד אותם רק על ידי מדידת התפקודים שהם אחראיים עליהם, ולא ישירות (ישי-קרין, 2009). EF כוללים שלושה תפקודים בסיסיים: Inhibition עיכוב-מניעת הסחת דעת מהמטרה, Working memory - זיכרון עבודה וגמישות קוגניטיבית Cognitive flexibility. מתוך התפקודים הבסיסיים נבנים תפקודים ניהוליים בדרגה גבוהה יותר, בהם הסקת מסקנות- Reasoning, פתרון בעיות- Problem solving ותכנון- Planning (Diamond, 2013). בנוסף, התפקודים הניהוליים הקוגניטיביים אחראים גם לתפקודי שפה ויכולת מילולית, קשב וריכוז, התמודדות עם מסיחים, עיבוד של מידע חזותי, יכולת מוטורית ותפקודים של עמידה במטלות מסובכות הכוללות תכנון, ארגון, זיכרון עבודה, בקרה, זיהוי טעויות, שיפוט וגמישות קוגניטיבית (נץ, 2004).

## 2.5. מבחני קוגניציה

- ישנם מספר מבדקים מקובלים המשמשים לבדיקת תפקודים ניהוליים ויכולת קוגניטיבית כאשר כל מבדק בודק תהליך קוגניטיבי אחד או יותר (Haimov & Shatil, 2013):
1. Stroop Test - במבחן זה נמדדות יכולות קוגניטיביות רבות הכוללות תשומת לב סלקטיבית, מהירות עיבוד מידע, התמקדות, עיכוב תגובתי, גמישות מחשבתית ויכולת לדכא מידע לא רלוונטי. מבחן זה מחולק ל- 3 שלבים בדרגת קושי עולה כאשר בשלב המורכב ביותר על הדף כתובים שמות של צבעים, אך צבע הדפוס אינו תואם את המילה. על הנבדק לקרוא את הצבע שבו מודפסת המילה, ולא את המילה הכתובה, למשל המילה "כחול" כתובה בדיו ירוקה או המילה "ירוק" כתובה בדיו אדומה. הנבדק צריך לציין את צבע הדיו ולהתעלם מהמילה הכתובה כאשר המטרה היא להתעלם מהרגל מושרש היטב (Stroop, 1935).
  2. Wisconsin Card Sorting Test - המבחן בודק התארגנות במצב של חוסר ודאות, זיכרון עבודה, גמישות מחשבתית, התארגנות תוך כדי פעילות ושמירה על קשב. על הנבדק לסדר קלפים. המחשב עונה ב"נכון" או "לא נכון", ולפי תגובות המחשב, הנבדק צריך להבין האם הוא מסדר את הקלפים נכון. לאחר שהוא מוצא את החוקיות, הוא מסדר את הקלפים ולאחר סדרת צעדים נכונים המחשב משנה את החוקיות. הנבדק לא מקבל הוראות והוא מבין לפי איזה כלל עליו לסדר את הקלפים לפי תגובות המחשב. גם את השינוי בכללים הוא מבין לפי תגובות המחשב.
  3. Tower of London - מטלה זו בודקת תכנון ופתרון בעיות. לנבדק מוצג לוח עם שלוש יתדות בגדלים שונים, עליהן מסודרים חרוזים בצבעים שונים. הנבדק צריך להזיז חרוזים ממצב התחלתי מסוים

- למצב מטרה אחר המוצג על כרטיס, במינימום צעדים. ניתן בכל פעם להזיז רק חרוז אחד. זמן התכנון ומספר הבעיות שנפתרו במינימום תזוזות נרשמים (Grant & Berg, 1948).
4. Raven's Progressiv Matrices - מבחן זה בודק רמה קוגניטיבית כללית לא מילולית, ומעריך את התפתחות תהליכי החשיבה מן הרמה הפשוטה ביותר ועד לחשיבה אנלוגית. הנוסח הסטנדרטי כולל חמש סדרות (A,B,C,D,E) כשכל סדרה כוללת 12 פריטים המופיעים בדרגת קושי עולה. הנבדק מתבקש למצוא לכל פריט את הפריט המתאים לו מתוך 6 או 8 מסיחים מוצעים להשלמת המטריצה (Raven, 2000).
5. The Serial Sevens Test - המבחן בודק יכולת מהירות עיבוד מידע. הנבדק מקבל מספר אקראי בין 100 ל-250, ועליו להחסיר ב-7 ולהמשיך ולחסר במשך דקה (Smith, 1967).
6. Trail Making Test - מבחן זה מספק מידע על חיפוש חזותי, סריקה, מהירות עיבוד וגמישות קוגניטיבית. בחלק הראשון של המבחן על הנבדק למתוח קווים בין רצף המספרים 1-25 על פי סדר. ובחלק השני על הנבדק למתוח קו לסירוגין על פי רצף המספרים 1-25 בצבעים שונים, פעם ורוד ופעם צהוב.

## 2.6. כושר גופני

על פי נתוני ארגון הבריאות עולמי (WHO) חוסר פעילות גופנית מזוהה כיום כגורם הסיכון הרביעי המוביל לתמותה עולמית ([www.physioplexity.com](http://www.physioplexity.com)). ביכולתה של פעילות גופנית סדירה לחולל שינויים חיוביים רבים אצל גברים ונשים במרבית שכבות הגיל, ולכן אימונים לשיפור סבולת לב-ריאה, חיזוק השרירים, ושיפור הגמישות מומלצים מאוד על ידי אירגוני הבריאות השונים בעולם ([www.health.gov](http://www.health.gov)).

פעילות גופנית סדירה בגיל הרך ובתקופות הילדות וההתבגרות משפרת את היכולת האירובית, מגדילה כוח ומסת שריר, מפחיתה את רמות השומן בגוף ואת הסיכון להשמנה בעתיד, משפרת את צפיפות העצם ואת גודלה הפיזי ומשפרת את מרכיבי הפרופיל המטבולי. נוסף על כל אלה, ביכולתה של הפעילות הגופנית לשפר את בריאות המוח ותפקודו ואת היכולת האקדמית ממספר רב של היבטים, לשפר מצב רוח, דימוי עצמי, תפקוד חברתי ותחושת רווחה, ובעצם כך לשפר את איכות החיים ולהגביר את הסיכוי להיות מבוגר פעיל ובריא (דובנוב-רז, 2012). ארגוני הבריאות ממליצים לעסוק בפעילות גופנית בעצימות בינונית במשך 150 דקות מצטברות (לפחות) בשבוע או במשך 75 דקות בשבוע בעצימות גבוהה. ניתן לשלב בין פעילות בעצימות בינונית וגבוהה, כך שבכל פעם הפעילות תימשך לפחות 10 דקות. בנוסף, יש לבצע פעילויות לחיזוק שרירי הגוף לפחות פעמיים בשבוע (US Department of Health and Human Services, 2008).

"כושר גופני מבטא את היכולת לעמוד בעומסים גופניים תוך ביצוע משימות מסוגים שונים" (מקל, 2005).

נהוג לחלק את הכושר הגופני ל- 3 תחומים עיקריים: כוח, סבולת ומהירות, אליהם מתווספים הגמישות ותחומי הקואורדינציה השונים- דיוק, זריזות, שיווי משקל וזמן תגובה (מקל, 2005).

על מנת למדוד את רמת הכושר הגופני האירובי ניתן להשתמש במגוון שיטות. כמעט בכל השיטות, המשתנים הפיזיולוגיים העיקריים הנמדדים הם: קצב הלב, צריכת החמצן, רמת חומצת החלב בדם, אוורור הריאות ורמת הנשימה. משתנה צריכת החמצן הוא האמצעי האמין ביותר למדידת עצמת הפעילות, אך לשם כך יש צורך בתנאי מעבדה מיוחדים (מקל 2005). בתנאי השדה לעומת זאת, אפשר לבצע מבחני מאמץ תת-מרביים לחיזוי צריכת חמצן מרבית (צח"מ) המתבססים על מדידת קצב לב. מבדקים אלה מבוססים על הקשר הליניארי שבין קצב הלב לעלייה בצריכת החמצן. כלומר, ככל שאדם מבצע מאמץ עצים יותר, הוא יצטרך כמות גדולה יותר של חמצן לשרירים. כדי לספק את כמות החמצן הנדרשת, קצב פעימות הלב יעלה (נייס, 2003). פעילות גופנית במאמץ בינוני תהיה 60%-75% מהדופק המרבי (40%-60% מצח"מ) ופעילות גופנית בעצימות גבוהה תתבצע בעומס של 80%-85% מקצב הלב המרבי (70%-75% מצח"מ) (נייס 2003).

## **2.7. התפתחות הכושר הגופני במהלך השנים.**

ניתן לראות כי תפקוד המערכות בגוף ויכולת הביצוע משתפרים בקצב מהיר בילדות ומגיעים לשיא כבר בגילאי 20-30, לאחר מכן חלה ירידה ביכולת. נוסף על כך, חלה ירידה גם בתפקוד האורגני של הגוף ורקמות שומניות מחליפות את התאים המתים. הירידה בכושר תלויה במשתנים שונים כמו תורשה, רמת אימון ואיכות החיים של האדם. לאחר ההגעה לשיא היכולת, עם העלייה בגיל נכרת ירידה בכל התפקודים והמנגנונים הפיזיולוגיים בגוף הכוללת ירידה במהירות ההולכה העצבית ובכוח השריר ובגודלו, ירידה בדופק מרבי ובצריכת חמצן מרבית, ובכך ירידה ביכולת האירובית (יואב מקל, 2005).

## **2.8. כושר גופני ותפקוד קוגניטיבי**

ההשפעה של פעילות גופנית על תהליכים קוגניטיביים נחקרת זה עשורים רבים. מחקרים רבים בשנים האחרונות החלו לעסוק בפעילות גופנית ובהשפעותיה השונות על המוח ועל היכולת הקוגניטיבית. מסקירת מאמרים בנושא עולה כי בקרב ילדים ישנו מתאם חיובי בין פעילות גופנית לבין מדדי הבנה, IQ, הישגים אקדמאים, מבחני חשבון, מבחנים מילוליים, דרגת התפתחות ומוכנות לבי"ס (Singh, 2012).

במחקר שנעשה מטעם ה-CDC (Centers for Disease Control and Prevention) בארה"ב על מדגם מיצג של למעלה מ- 5,300 ילדים נמדד נפח הפעילות הגופנית המתבצעת בשיעורים בבית הספר ובוצעו מבחנים אחידים בחשבון ובקריאה בגילאי גן חובה, ובכיתות א', ג', ו-ה'. בקרב הבנות, ברוב הגילאים, נמצא קשר

בין המצאות בשלישון התחתון של הקף הפעילות הגופנית- לבין ציונים נמוכים בקריאה ובחשבון (Carlson et al., 2008). במחקר אחר שנערך בקרב 232 תלמידי כיתה ט', מדדו מרכיבים של הכושר הגופני ואת נפח הפעילות הגופנית ומצאו כי בקרב הבנות ישנו מתאם בין נפח הפעילות הגופנית העצימה לבין הציונים, בעוד בבנים נמצא מתאם בין הכושר הגופני לבין הציונים (Kwak et al., 2009). מחקרים נוספים במגוון גילאים ושיטות מחקר תומכים בהנחה כי פ"ג סדירה ו/או כושר גופני טוב קשורים עם ציונים טובים יותר ועם תפקוד טוב יותר בבית הספר (Castelli, Hillman, Buck & Erwin, 2007; Chomitz et al., 2009; Fox, Barr-Anderson, Neumark-Sztainer & Wall, 2010; Ruiz et al., 2010).

שפורסמה ב 2012 סוכמו 10 מחקרים פרוספקטיביים הבוחנים את הקשר בין פעילות גופנית להישגים אקדמאים בעתיד, ו-4 מחקרים התערבותיים. ברוב המחקרים נמצא כי לפעילות גופנית אכן יש השפעה על הישגים אקדמאים (Singh, Uijtdewilligen, Twisk, Van Mechelen & Chinapaw, 2012). השפעתה המיטיבה של פ"ג על תפקוד המוח אינה מוגבלת רק לגיל הצעיר. במאמר הסקירה של נץ (2008) נמצא כי על פי מחקרי חתך ומחקרי עוקבה, תפקודם הקוגניטיבי של אנשים שבחרים באורח חיים פעיל, טוב באופן מובהק מזה של אלה שאינם פעילים והם בעלי סיכון נמוך יותר לחלות בדמנטיה. במחקרים נוספים שנעשו בקרב אוכלוסייה מבוגרת הוכח כי פעילות גופנית אירובית סדירה מגינה מפני הדרדרות קוגניטיבית, היא משמרת את תפקוד המוח בגיל המבוגר, ומסייעת בשיפור יכולת תשומת הלב, בעיבוד מידע, בתפקוד ובזיכרון גם במבוגרים צעירים יותר. בקרב קשישים בעלי ליקוי קוגניטיבי, היא אף משפרת את התפקוד הקוגניטיבי והכללי (דובנוב-רז וקונסטנטיני, 2012). במחקר אורך בהשתתפות 299 קשישים (גיל ממוצע- 78 שנים) בדקו את הקשר בין נפח החומר האפור בהיפוקמפוס, פעילות גופנית והליקוי הקוגניטיבי. המחקר מצא כי גדילת החומר האפור בהיפוקמפוס מפחיתה את הסיכון לליקוי קוגניטיבי ביחס לכמות הפעילות גופנית שהנבדקים ביצעו (Chaddock et al., 2010; Erickson & Kramer, 2009). ניתן לראות את חשיבותם של הכושר הגופני והפעילות הגופנית כמשפרת, מגנה ומשמרת את תפקוד המוח בטווח הגילאים הרחב במהלך החיים.

## **2.9. השפעת מאמץ אקוטי בעצימות שונה על היכולת הקוגניטיבית**

מרבית המחקרים מוכיחים כי ישנו קשר חיובי בין רמת הכושר הגופני לבין היכולת הקוגניטיבית בגילאים השונים, אך בספרות טרם התקבלה הסכמה כללית בנוגע לאופן השפעת מאמץ אקוטי חד פעמי על הקוגניציה מכיוון שישנם משתנים רבים המשפיעים על תוצאות המבדקים לרבות עוצמת המאמץ, משכו, סוג האוכלוסייה, וכן מרכיב התפקוד הקוגניטיבי שנבדק (Chang et al., 2012).

מחקרים שנערכו בקרב צעירים בחנו בעיקר את השפעת הפעילות הגופנית האירובית על היכולת הקוגניטיבית. ב-2009 נבדקה השפעת מאמץ אקוטי של הליכה במשך 20 דקות על מסילה-נעה ב-60% מדופק מרבי משוער על ילדים בגילאי 9-10. התוצאות הצביעו על שיפור ברמת הדיוק בתגובה וביצועים טובים יותר במבחן ההישגים האקדמיים לאחר אימון אירובי (Hillman et al., 2009).

בניסוי מקיף שנערך בקרב 10 סטודנטים לרפואה בוגרים ובריאים בגיל ממוצע של 19.5, ערכו לנבדקים 8 מבדקים קוגניטיביים שונים במטרה לבחון את השפעתה של פעילות גופנית אירובית מתונה (60-70% HRR) על הישגיהם. המבחנים והפעילות הגופנית נערכו בתנאי מעבדה ונמשכו על פני יומיים. מבדקי הקוגניציה בהם נבחנו הקיפו תחומים קוגניטיביים שונים וכללו שני מבדקים שונים מכל תחום: זיכרון, הסקת מסקנות, ריכוז ותכנון. התוצאות הראו כי ב-7 מתוך 8 המבדקים הושג ממוצע ציון טוב יותר לאחר פעילות גופנית מאשר לפני כן כאשר במבדקי הריכוז לא היה שיפור מובהק. החוקרים הסיקו שמאמץ אקוטי של פעילות מתונה יכול לשפר אספקטים מסוימים של קוגניציה (Nanda, Balde & Manjunatham, 2013).

פנחס ומויאל (2004) ערכו מחקר בקרב 199 תלמידי תיכון במטרה לבחון את השפעת עצמת הפעילות הגופנית (עצימה/מתונה) וזמן הביצוע (בוקר/צהריים) על יכולת הריכוז של התלמידים, ובנוסף לבחון האם ההשפעה שונה בגילאים שונים. המבדקים נערכו במשך יומיים כאשר התלמידים נבדקים במבדקים השונים לסירוגין בבוקר ובצהריים, פעילות גופנית מתונה ועצימה כאשר קבוצת הביקורת לא ביצעה מאמץ כלל. לאחר כל ביצוע מאמץ הנבדקים ביצעו מטלה מוטורית הכוללת זריקת כדור לעבר מטרה ומטלה קוגניטיבית הדורשת קשב וריכוז מרבי- מבדק ריכוז 2d. נמצא שמאמץ מתון מקדם את הריכוז יותר מאשר חוסר מאמץ או מאמץ גבוה, ושקבוצת הגיל הבוגרת מפיקה תועלת קוגניטיבית רבה יותר מהפעילות הגופנית מקבוצת הגיל הצעירה (פנחס ומויאל, 2004). ניתן לראות כי מחקרים רבים מסכימים שאכן מאמץ בעצימות קלה-בינונית משפר את הקוגניציה בקרב אוכלוסייה מתבגרת ובוגרת ובקרב ילדים. נשאלת השאלה האם פעילות גופנית אקוטית עצימה משפיעה באופן דומה על התפקוד הקוגניטיבי.

מחקרים שנערכו בעבר בקרב מבוגרים מצאו שפעילות גופנית עצימה דווקא פוגעת בתפקודים מוחיים גבוהים. באחד המחקרים, הנבדקים ביצעו פ"ג עד למצב של תשישות. לאחר מכן הראו לנבדקים סדרה של תמונות של אתרים מפורסמים ברחבי העולם בקצב קבוע, והיה עליהם לענות כמה שיותר מהר היכן התמונה צולמה. התוצאות הראו כי הזמן הממוצע שלקח לכל נבדק לענות על התמונות לאחר המאמץ, היה ארוך יותר מאשר לפניו והוסק כי פעילות גופנית מאומצת ומתישה האטה תפקודים מוחיים גבוהים, בעיקר אלו המשתתפים בתהליכי קבלת החלטות (Hancock & McNaughton, 1986). תוצאות דומות נצפו

במחקר אחר, בו השוו ביצועים של 14 מבוגרים צעירים במבחנים הדורשים זמני תגובה בזמן דיווש על אופני כושר. זמן התגובה (מדד אשר משמש במחקרים רבים כסמן ליכולת עיבוד נתונים ולתפקוד קוגניטיבי כללי) נמדד 4 פעמים במהלך המאמץ בהתאם לעצימות המאמץ. במחקר זה נמצא כי לאחר דיווש בעומס עבודה מרבי זמן התגובה היה איטי יותר בהשוואה לזמן התגובה בעומסי עבודה נמוכים יותר (Isaacs Pohlman, 1991). מחקר עדכני יותר משנת 2009 בדק את הקשר בין עוצמת המאמץ המבוצע לבין התפקודים הקוגניטיביים. נמצא כי היה יתרון ברור ויחס ישר בין מידת המאמץ והציון במבדקים במשימות הקוגניטיביות הפשוטות יחסית. לעומת זאת, במשימות מורכבות יותר שהצריכו תפקודים גבוהים יותר, לרבות קשב וריכוז וזיכרון עבודה, לפעילות הגופנית העצימה הייתה השפעה מרעה על ציוני הנבדקים (Chang & Etnier, 2009).

במחקר שנעשה על 27 בוגרים השוו את ההשפעות של אימון בעצימות גבוהה (ריצות ספרינט) לבין אימון בעצימות בינונית (40 דקות ריצה) על ביצועי הלמידה. במחקר זה, בניגוד למחקרים קודמים שצוינו, נמצא כי דווקא פעילות גופנית בעצימות גבוהה הייתה המועילה ביותר לביצועי הלמידה המידית, דבר המעיד על שיפור בתפקוד הקוגניטיבי. החוקרים משערים כי השפעות אלה עשויות להיות תוצאה של גורם נייורטרופי בריכוז גבוה יותר במוח- BDNF וריכוז קטכולמין לאחר המאמץ בעצימות גבוהה (Winter et al., 2007). מחקר נוסף מצא כי תשומת הלב (כפי שהוערכה על ידי מבחן d2) הוגברה בעקבות מבחן אימונים מקסימלי בקרב צעירים (Budde, et al., 2008).

בשנת 2017 נערך מחקר בקרב 44 תלמידים מתבגרים במטרה לנתח את ההשפעה של שלושה מפגשי חינוך גופני (המבוססים על ריקוד זומבה) בעוצמות שונות (ללא פעילות גופנית, פעילות בעוצמה קלה ופעילות בעצימות גבוהה) על עיכוב תגובה. הנבדקים נבחנו במבחן Stroop לפני ואחרי כל מפגש. התוצאות הראו כי הפעילות הגופנית העצימה היא זו שהיוותה את הגירוי החזק ביותר להגברת השליטה המעכבת הקוגניטיבית- inhibition. משמעות הדבר היא שניתן לשלוט בהשפעת האימון על היכולת הקוגניטיבית על ידי ויסות עוצמת האימונים ומרמזת על הצורך להתייחס לנושא בתוכניות החינוך הגופני למתבגרים (Peruyero, 2017).

במחקרו של קופר (Cooper 2016) בחנו את ההשערה כי מאמץ הכולל 10 דקות של אימוני ריצה על בסיס ספרינט חוזר (10 שניות ספרינט, ו- 50 שניות התאוששות אקטיבית \*10) יעצים את התפקוד הקוגניטיבי בקרב אוכלוסייה מתבגרת, הן באופן מידי והן לאחר זמן. הממצא העיקרי של המחקר הנוכחי היה שמאמץ חוזר בעצימות גבוהה העלה את מהירות התפקוד הביצועי (כפי שהוערך לפי זמני התגובה ב-

(Stroop Test) הן מיד לאחר האימון והן לאחר עיכוב של 45 דקות, תוך שמירה על דיוק. עם זאת, לא הייתה לו כל השפעה על זיכרון עבודה חזותי-מרחבי או על מהירות פסיכומוטורית כללית. לסיכום, ניתן לראות כי ההשפעה של פעילות גופנית בעצימות גבוהה על התפקוד הקוגניטיבי אינה חד משמעית והיא תלויה במשתנים רבים בדגש על גיל האוכלוסייה ומידת המורכבות של התפקוד הקוגניטיבי שנבדק.

### 3. מתודולוגיה

#### 3.1. מטרת המחקר

מטרת המחקר היא לבחון את ההשפעה של ביצוע מאמץ אקוטי, תת-מרבי בעצימות גבוהה על היכולת הקוגניטיבית בקרב אוכלוסיית הבוגרים.

#### 3.2. השערות המחקר

\*מאמץ בעצימות גבוהה ישפר תפקוד קוגניטיבי בקרב אוכלוסיית הבוגרים.  
 \*ימצא הבדל במוצע היכולת הקוגניטיבית, כפי שתימדד ב- Stroop Test לאחר ביצוע מאמץ גופני, בהשוואה למוצע תוצאות המבחן לפני ביצוע המאמץ.  
 \*ימצא הבדל במוצע היכולת הקוגניטיבית, כפי שתימדד ב- Trail Making Test, לאחר ביצוע מאמץ גופני, בהשוואה למוצע תוצאות המבחן לפני ביצוע המאמץ.  
 \*ימצא הבדל במוצע היכולת הקוגניטיבית, כפי שתימדד ב- Word Fluency Test, לאחר ביצוע מאמץ גופני, בהשוואה למוצע תוצאות המבחן לפני ביצוע המאמץ.  
 השערות אלו מתבססות על מחקרים קודמים שמצאו כי לפעילות גופנית עצימה ישנה השפעה חיובית על היכולת הקוגניטיבית והתפקודים הניהוליים (Winter et al., 2016; Cooper et al., 2008; Budde et al., 2007).

**משתנה בלתי תלוי** - זמן ביחס לתוכנית ההתערבות (10 דקות לפני ההתערבות, מיד לאחר ההתערבות, ו-45 דקות לאחר ההתערבות)

**משתנה תלוי** - ממוצע יכולת קוגניטיבית

#### 3.3. סוג המחקר

מחקר ניסוי (שדה).

#### 3.4. אוכלוסיית המחקר

במחקר השתתפו 17 גברים בגילאי 20-30. הנבדקים הינם בריאים ופעילים, בעלי כשירות גופנית לפעילות ספורטיבית המתאימה לניסוי.  
 הנבדקים אינם עוסקים בספורט ברמה תחרותית-הישגית.

3.5. כלי המחקר

\* RPE- Rate of Perceived Exertion (סולם בורג) - מדד המשמש למדידת רמת העצימות באמצעות דירוג

המאמץ באופן סובייקטיבי במהלך הפעילות כפי שהוא נתפס בעיני הנבדק. ציון התחושות השונות במהלך

הפעילות הגופנית מהערך 6 עד 20 מהוות אמצעי טוב להערכת קצב הלב בזמן האימון. מדד זה על אף

שמבטא תחושה סובייקטיבית, נמצא בעשרות מחקרים במתאם גבוה מול מדדים פיזיולוגיים כמו קצב לב,

צריכת חמצן, ערכי חומצת חלב בדם וריכוז מאגרי גליקוגן בשריר. (Borg, 1982) (נספח ד').

\* מדידת הדופק לשם קביעת עצימות המאמץ נעשתה על ידי שעון דופק Polar.

\* היכולת הקוגניטיבית נבדקה באמצעות 3 מבחנים נבחרים המשקפים תפקודי ניהול שונים:

Stroop Test - בודק תשומת לב סלקטיבית, מהירות עיבוד מידע, עיכוב תגובה, מיקוד, גמישות

מחשבתית ויכולת לדכא מידע לא רלוונטי, וכן מהווה כלי בהערכת תפקודים ניהוליים (נספח ה').

המבחן מחולק לשלושה חלקים:

א. בחלק הראשון - הנבדק לקרוא בקול ובמהירות את שמות הצבעים הרשומים בדף במשך דקה

ברצף.

כחול אדום ירוק

ירוק כחול אדום

אדום ירוק כחול

ב. בחלק השני - צריך הנבדק להגיד בקול ובמהירות את הצבעים המופיעים בדף במשך דקה ברצף.

XXXX XXXX XXXX

XXXX XXXX XXXX

XXXX XXXX XXXX

ג. בחלק השלישי והמורכב ביותר, כתובים שמות של צבעים כאשר צבע דפוס אינו תואם את

המילה. על הנבדק להגיד בקול את הצבע שבו כתובה המילה, אך לא את המילה הכתובה,

במהירות במשך דקה ברצף.

כחול אדום ירוק

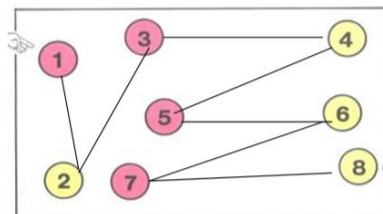
ירוק כחול אדום

אדום ירוק כחול

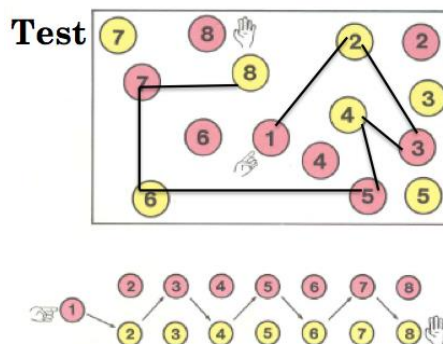
**Trail Making Test** - מספק מידע על סריקה חזותית, מהירות עיבוד וגמישות קוגניטיבית.

המבחן מחולק לשני חלקים (נספח ו') :

בחלק הראשון על הנבדק למתוח קווים ישרים בין רצף מספרים 1-25 על פי סדר.



בחלק השני על הנבדק למתוח קו המחבר לסירוגין מספרים מ-1-25 בצבעים שונים, פעם ורוד ופעם צהוב.



**Word Fluency Test** - משמש להערכת פונקציות מבצעות ושפה. בדיקה זו משמשת להערכת זיכרון

סמנטי (נספח ז').

במבחן זה הנבדק מקבל את אחת האותיות- ב', ג' או פ' ועליו לציין מספר רב של מילים המתחילות באות שקיבל במשך דקה. אין לציין שמות, מספרים ואין להשתמש באותו השורש פעמיים.

### 3.6. שלבי המחקר

- א. כל נבדק קבל הסבר על מטרת המחקר ושלביו ( נספח א'), נתן את הסכמתו להשתתף במחקר, בכתב על גבי טופס הסכמה ( נספח ב') ומלא הצהרת בריאות לפני שילובו בתהליך הבדיקות (נספח ג')
- ב. כל נבדק הגיע למדידה פעם אחת בלבד.
- ג. מדידה ראשונה- בתום מנוחה של 10 דקות, בצע הנבדק סדרה ראשונה של מבחני קוגניציה . פרוט המבחנים מופיע בפרק כלי המחקר.

ד. לאחר תרגילי מתיחות, הנבדק בצע 10 חזרות של מאמץ גופני תת מרבי עצים במתכונת הבאה : 10 שניות ספרינט+ 50 שניות התאוששות אקטיבית על גבי מסלול מישורי (הלוך- חזור). קצב לב נמדד בתחילה ובתום כל אחד מקטעי הספרינט.

לאחר הספרינט ה-5 וה-10 הנבדק דרג את תחושת המאמץ על פי סולם בורג (RPE). תיאור המדד מפורט בפרק כלי המחקר.

ה. מדידה שנייה- סדרה שנייה של מבחני קוגניציה בוצעו מיד בתום סבב המאמץ.

ו. מדידה שלישית- סדרה שלישית ואחרונה של מבחני קוגניציה בוצעה לאחר המתנה ומנוחה של 45 דקות.

כל נבדק נבחן בנפרד. כל המבדקים נערכו לכל הנבדקים באותו המגרש, בשעות הערב המוקדמות.

### 3.7. ניתוח הנתונים

מבחן T למדגמים תלויים בוצע לניתוח התוצאות של כל אחד ממבחני הקוגניציה ולהשוואה בין התוצאות של זמן 0 לבין התוצאות שלאחר ביצוע המאמץ, זמן 1-2.

### 3.8. היבטים אתיים

המחקר התבצע על פי כל כללי האתיקה של המכללה. בתחילת הניסוי המשתתפים חתמו על טופס הסכמה על השתתפות במחקר. המשתתפים יכולים לפרוש מהמחקר בכל שלב וללא צורך להסבר. כל הנתונים שמשו רק לצורכי מחקר. במידה והמחקר יפורסם בכתב-עת מקצועי הנתונים יוצגו באופן אנונימי.

### 3.9. חשיבות המחקר

בשנים האחרונות עלה למודעות נושא חשיבות הפעילות הגופנית והשפעותיה על היכולת הקוגניטיבית. מחקרים רבים הראו כי יש קשר בין שני נושאים אלו, קשר אשר כיום ממשיך להיחקר לעומק בדגש על סוגי הפעילות השונים, עצימות הפעילות וזמן ביצועה ביחס ללמידה. מסקנות מחקרים אלו משליכות עלינו, המורים לחינוך גופני, ומדגישות את חשיבותו הרבה של שיעור החינוך הגופני במערכת החינוך והשפעותיו החיוביות על התלמידים ועל יכולותיהם הקוגניטיביות. מחקרים קודמים חקרו את השפעת מאמצים אקוטיים תת מרביים בעצימות גבוהה על הקוגניציה, אך לא נמצאה בספרות הסכמה לגבי ההשלכות של מאמץ מסוג זה. כדי להוסיף להבנה באשר להשפעת מאמץ עצים על התהליכים הקוגניטיביים במוח האדם שאלת המחקר הנוכחית עוסקת בהשפעה של מאמץ אקוטי עצים על הקוגניציה בקרב בוגרים. במידה והשערת המחקר תאושר, ניתן יהיה להמליץ לראשי מערכת החינוך לשלב את הפעילות הגופנית העצימה כחלק בלתי נפרד מיום הלימודים בבתי הספר היסודיים, בתיכונים ובאקדמיה

על מנת לסייע ללומדים למצות את הפוטנציאל הקוגניטיבי שלהם באופן הטוב ביותר. יתרון בולט במחקר זה ביחס למחקרים אחרים הוא דווקא העובדה שמאמץ בעצימות גבוהה הוא זמין ונוח יותר לביצוע במהלך יום לימודים מאשר מאמצים אירוביים ממושכים אשר דורשים זמן רב יותר והתארגנות מתאימה.

4. תוצאות

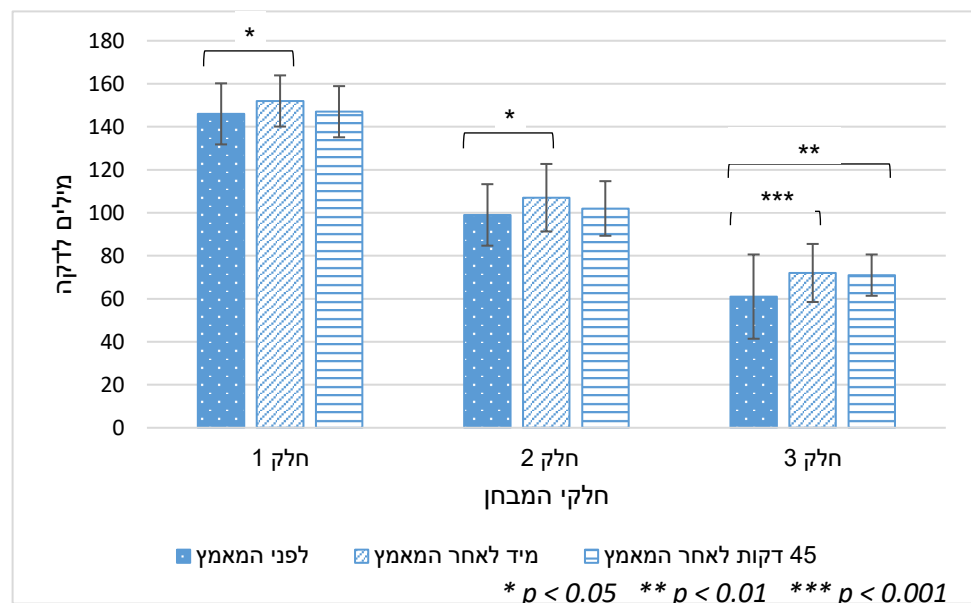
טבלה 1 – נתוני קצב לב ו-RPE (ממוצע ± סטיית התקן) N=17.

סטיית תקן	RPE	סטיית תקן	קצב לב (פעימות/דקה)	זמן המדידה ביחס למאמץ	
		8.5	65.6	במנוחה	
		16.5	85.7	לפני	1
		20.8	147	אחרי	
		13.8	146.3	לפני	2
		13.6	161.7	אחרי	
		16.1	156.6	לפני	3
		9.0	168.6	אחרי	
		9.0	162.4	לפני	4
		12.5	170.5	אחרי	
		11.3	161.7	לפני	5
		1.7	14.8	9.8	
		13.4	161.1	לפני	6
		8.9	172.1	אחרי	
		17.3	161.5	לפני	7
		9.3	172.5	אחרי	
		16.8	156.1	לפני	8
		9.6	171.3	אחרי	
		17.9	156.1	לפני	9
		11.4	171.5	אחרי	
		18.6	158.2	לפני	10
		1.1	18.1	11.1	

טבלה 1 מציגה נתונים על קצב הלב ו-RPE של הנבדקים: במנוחה, לפני כל ספרינט ובסיומו. קצב הלב הממוצע בקרב הנבדקים הוא 65.6 פ"ד' במנוחה (SD=8.5), ו-85.7 פ"ד' לפני הספרינט הראשון (SD=16.5). ממוצע קצב הלב במהלך המאמץ מציג מגמת עלייה, כאשר ממוצע קצב הלב שנלקח לאחר הספרינט האחרון הינו 174.4 (SD=11.1). ההפרש בין ממוצע הדופק במנוחה לממוצע הדופק לאחר הספרינט ה-10 עומד על 108.2 פ"ד' (SD=17.15), כך שניתן לקבוע כי העלייה בדופק הינה מובהקת (P<0.001).

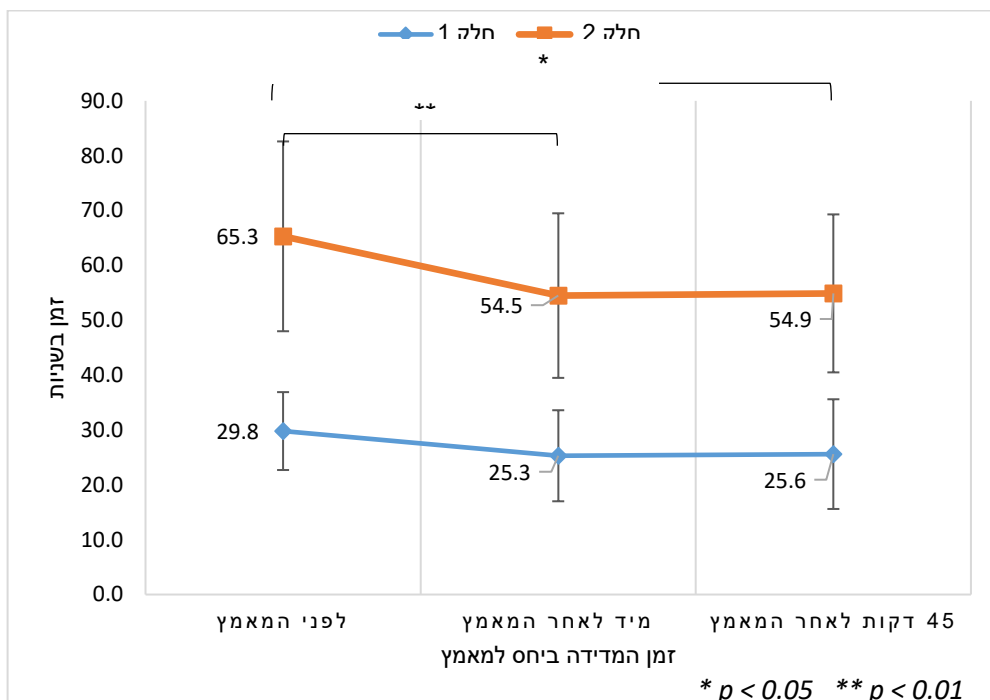
בטבלה ניתן לראות כי ממוצע מדדי ה-RPE לאחר הספרינט ה-5 הוא 14.8 (SD=1.7). לעומת זאת, לאחר הספרינט ה-10 המדד הינו גבוה יותר באופן מובהק (P<0.001) כאשר הממוצע עומד על 18.1 (SD=1.1).  
באשר לתוצאות מבחני הקוגניציה בגברים, ניתן לציין:

**גרף מס' 1- תוצאות Stroop Test, חלקים 1-3 (ממוצע ± סטיית תקן) N=17.**



בכל חלקי המבחן (1-3) נמצא שיפור מובהק בתוצאות מבחן Stroop במדידה שנעשתה מיד לאחר המאמץ בהשוואה לתוצאות שלפני המאמץ (P<0.05), ואילו במדידה שנעשתה 45 דקות לאחר המאמץ נצפתה ירידה בכל חלקי המבחן, אם כי לא מובהקת, יחסית למדידה מיד בתום המאמץ. בהשוואת המדידה הראשונה, לפני המאמץ והאחרונה, 45 דקות לאחר המאמץ, לא נמצא הבדל מובהק בחלק הראשון והשני של המבחן. בחלק השלישי, לעומת זאת, נמצא שיפור מובהק בתוצאות המדידה האחרונה (P=0.001).

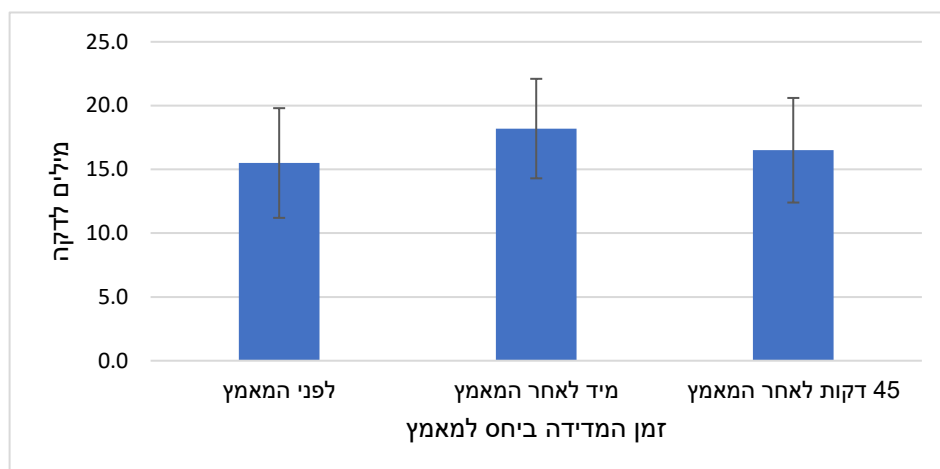
גרף מס' 2- תוצאות מבחן עשיית שבילים, חלקים 1-2 (ממוצע  $\pm$  סטיית תקן) N=17.



בחלק הראשון של המבחן נמצא שיפור, אם כי לא מובהק בתוצאות המדידה השנייה שנעשתה מיד לאחר המאמץ בהשוואה לתוצאות שלפני המאמץ. במדידה האחרונה, 45 דקות לאחר המאמץ, זמן ביצוע המבחן היה מעט ארוך בהשוואה לזמן הביצוע מיד בתום המאמץ. כאשר משווים בין המדידה שלפני המאמץ לבין המדידה 45 דקות לאחר המאמץ, נמצא שיפור בתוצאות, אך לא מובהק.

בחלק השני של המבחן נמצא שיפור מובהק בתוצאות המדידה מיד לאחר המאמץ, בהשוואה לתוצאות שלפני המאמץ ( $P < 0.05$ ). לעומת זאת, במדידה השלישית זמן הביצוע היה מעט ארוך בהשוואה. לכן, בהשוואה בין המדידה לפני המאמץ למדידה האחרונה 45 דקות אחרי המאמץ גם נמצא שיפור מובהק בתוצאות המבדקים ( $P < 0.05$ ).

גרף מס' 3- תוצאות מבחן שטף מילים (ממוצע  $\pm$  סטיית תקן) (N=17).



נמצא שיפור, אם כי לא מובהק, בתוצאות המדידה מיד לאחר המאמץ בהשוואה למדידה לפני המאמץ. גם במבחן זה נכרת ירידה, אם כי לא מובהקת, בתוצאות המדידה השלישית שנעשתה 45 דקות לאחר המאמץ בהשוואה למדידה מיד לאחר המאמץ. בהשוואת המדידות הראשונה והשלישית לא נמצא הבדל מובהק.

טבלה 2 – מבחני T למדגמים תלויים לתוצאות מבחני קוגניציה (N=17).

לפני תחילת המאמץ = זמן 0

מיד בתום המאמץ = 1

45 דקות מתום המאמץ = 2

מבחנים קוגניטיביים	זמן המדידה ביחס למאמץ	הפרש ממוצע	סטיית תקן	רמת מובהקות*
1 חלק Stroop	זמן 0 בהשוואה ל-1	6.53	9.40	0.04*
	זמן 1 בהשוואה ל-2	-5.35	10.46	0.153
	זמן 0 בהשוואה ל-2	1.18	13.31	1.000
2 חלק Stroop	זמן 0 בהשוואה ל-1	8.47	10.94	0.02*
	זמן 1 בהשוואה ל-2	-5.18	16.19	0.618
	זמן 0 בהשוואה ל-2	3.29	9.51	0.517
3 חלק Stroop	זמן 0 בהשוואה ל-1	10.65	7.03	0.000***
	זמן 1 בהשוואה ל-2	-0.41	9.61	1.000

0.001**	9.42	10.24	זמן 0 בהשוואה ל-2	עשיית שבילים חלק 1
0.349	11.10	4.47	זמן 0 בהשוואה ל-1	
1.000	9.11	-0.35	זמן 1 בהשוואה ל-2	
0.358	10.32	4.12	זמן 0 בהשוואה ל-2	
0.003**	10.94	10.76	זמן 0 בהשוואה ל-1	עשיית שבילים חלק 2
1.000	12.15	-0.41	זמן 1 בהשוואה ל-2	
0.02*	13.65	10.35	זמן 0 בהשוואה ל-2	
0.108	4.77	2.65	זמן 0 בהשוואה ל-1	שטף מילולי
0.335	4.18	-1.71	זמן 1 בהשוואה ל-2	
1.000	5.78	0.94	זמן 0 בהשוואה ל-2	

\*  $p < 0.05$  \*\*  $p < 0.01$  \*\*\*  $p < 0.001$

#### ממוצע השינוי-

על מנת לבדוק את השינוי היחסי בתפקודי הניהול, כפי שנמדד במבחנים הקוגניטיביים, חושב ההפרש בין תוצאות המדידות הראשונות והאחרונות של כל נבדק, ולאחר מכן חושב ממוצע ההפרש.

טבלה 3 – מבחני T למדגמים בלתי תלויים לבחינת שינוי בעקבות המאמץ (ממוצע  $\pm$  סטיית תקן)  $N=17$ .

פרמטר	ממוצע	סטיית תקן
שינוי ב-Stroop חלק 1	1.18	13.31
שינוי ב-Stroop חלק 2	3.29	9.51
שינוי ב-Stroop חלק 3	10.24	9.42
שינוי בשבילים חלק 1	-4.12	10.32
שינוי בשבילים חלק 2	-10.35	13.65
שינוי בשטף מילולי	0.94	5.78

ניתן לראות כי ממוצע השינויים הגדול ביותר שנצפה היה בחלק ג' של מבחן Stroop ובחלק ב' של מבחן עשיית שבילים. שאר השינויים היו קטנים יותר כמו במבחן שטף מילים. חשוב לציין כי סטיות התקן היו גדולות בכל המקרים, מה שמצביע על פיזור גדול של התוצאות ביחס לממוצע הקבוצה. כלומר, על סמך

טבלאות 2-3, ניתן להגיד כי בכל המבחנים נמצא שיפור בין המדידה לפני המאמץ למדידה מיד לאחר המאמץ, כאשר מרביתם מובהקים. בכל המקרים נצפתה ירידה בתוצאות במדידה שנעשתה 45 דקות לאחר המאמץ, ביחס למדידה מיד לאחר המאמץ, כך שבחלק מהמקרים לא נמצאו שינויים מובהקים בין המדידה לפני המאמץ למדידה האחרונה, 45 דקות אחרי המאמץ. לכן, ניתן להסיק כי למאמץ עצים אכן ישנה השפעה חיובית על היכולות הקוגניטיביות, אך היא יורדת עם הזמן. לכן ניתן לקבוע כי השערת המחקר אוששה חלקית.

## 5. דיון

מידת ההשפעה של פעילות גופנית אקוטית על היכולת הקוגניטיבית עולה ונחקרת בעיקר בהקשרים בהם המאמץ הגופני מתבצע לפני משימה קוגניטיבית מאתגרת, או בזמן פעילות כזו. שאלה זו רלוונטית וחשובה בבניית מערכת שעות הלימוד בבתי הספר ובאקדמיה, מפני שביצוע המאמץ יכול להשפיע על יכולת הלמידה ועל ההצלחה של התלמיד הן במשימות אקדמיות והם במשימות קוגניטיביות. מטרת מחקר זה הייתה לבחון השפעה של מאמץ עצים על התפקוד הקוגניטיבי בקרב אוכלוסיית הבוגרים, הן מידית בתום המאמץ והן לאחר השהייה.

בשנים האחרונות גובר העניין המחקרי סביב הנושא, ונערכו מחקרים רבים העוסקים בהשפעות של מאמץ אקוטי על ביצועים קוגניטיביים. הנחת היסוד העומדת בבסיס המחקרים היא שלשינויים הפיזיולוגיים בתגובה למאמץ גופני יש השלכות על התפקוד הקוגניטיבי. התגובות הפיזיולוגיות כוללות שינויים בקצב הלב ( Davranche, Burle, Audiffren & Hasbroucq, 2005, 2006; Hillman, Snook, & Jerome, 2003; Kamijo et al., 2004a,b), שינויים ברמות ה-BDNF (Brain-Derived Neurotrophic Factor), גורם נירורופי שמקורו במוח (Ferris, Williams & Shen, 2007; Winter et al., 2007) ושינויים בריכוז קטכולאמינים שבפלזמה: דופמין, אפינפרין, ונוראדרנלין (Chmura et al., 1994). נמצא כי ריצה בעצימות גבוהה מובילה לעלייה ברמות הקטכולמינים וברמת ה-BDNF המופרשים לדם הן בבעלי חיים והן בבני אדם ( Gold et al., 2003; Neeper, Góaucomez-Pinilla, Choi & Cotman, 1995; Pietrelli et al., 2007; Vaynman, Ying & Gomez-Pinilla, 2004; Winter et al., 2007). BDNF פעיל בהיפוקמפוס ובקליפת המוח- אזורים חיוניים ללמידה, זיכרון וחשיבה כפי שתואר בפרק הסקירה (צפריה, 2011; זוסמן, 2018). הוא משפיע על נירונים במערכת העצבים המרכזית ובמערכת העצבים ההיקפית, אחראי ליצירת נירונים חדשים, מסייע לגדילה ולחלוקה שלהם ותורם להישרדות הנירונים הקיימים וליצירת החיבורים ביניהם. רמות גבוהות של BDNF לאחר מאמץ אינטנסיבי, ניבאו הצלחה לימודית (Winter et al., 2007). במחקרים שנעשו בעשורים האחרונים קיימת מחלוקת בנוגע להשפעת הפעילות העצימה על הקוגניציה. ישנם מחקרים שדיווחו כי מאמץ גופני גורם לאפקט התשה של הגוף, ועלול לפגוע בכישורים נורו-קוגניטיביים בסמוך לביצוע הפעילות העצימה, לפגוע בקוגניציה, ביכולת הלמידה ובתפקודים הניהוליים (Arent & Landers, 2003; Aks, 1998; זבדי, 2013). פגיעה זו היא זמנית וחולפת (Covassin, Weiss, Powell & Womack, 2007). לעומתם, מחקרים אחרים מצאו ממצאים הפוכים ודיווחו כי דווקא לפעילות העצימה השפעה חיובית על למידה ועל תפקודי הניהול הכוללים מיומנויות קוגניטיביות גבוהות של תכנון, קבלת החלטות, בקרה ושליטה בהתנהגות, זיכרון עבודה, מהירות עיבוד, שליטה ועיכוב התנהגותי, הן מיד

לאחר המאמץ, והן לאחר זמן (Winter et al., 2010; Lambourne & Tomporowski, 2016; Cooper et al., 2007). סקירה של 79 מחקרים Meta-Analysis הראתה כי למאמץ אקוטי השפעה חיובית קטנה אך משמעותית על הביצועים הקוגניטיביים השונים במהלך המאמץ, מיד לאחריו, וכן לאחר השהייה, ללא קשר לאופי המשימה הקוגניטיבית (Chang et al., 2012).

קופר (Cooper et al., 2016) מצא כי פעילות עצימה המבוססת על מספר חזרות של ריצת ספרינט שיפרה את הקוגניציה בקרב מתבגרים. במחקר הנוכחי יישמנו פרוטוקול דומה למחקרו של קופר אך אוכלוסיית המחקר הייתה שונה. בעוד שקופר ועמיתיו בחנו את ההשפעה באוכלוסיית מתבגרים צעירים, תלמידי תיכון, בנים ובנות, במחקר הנוכחי התמקד בבוגרים, גברים בלבד. מחקרים קודמים התמקדו בהשפעת הפעילות העצימה על ילדים (זבדי, 2013), על מתבגרים (Cooper et al., 2016) ועל מבוגרים (Hancock & McNaughton, 1986), אך ככל הידוע לנו, טרם נבחנה ההשפעה של ריצות עצימות על היכולת הקוגניטיבית של בוגרים צעירים. לכן נבחרה למחקר זה אוכלוסיית הבוגרים, סטודנטים פעילים, בגילאי 20-30 שאינם עוסקים בספורט ברמה הישגית-תחרותית.

במחקר הנוכחי בחרנו במאמץ עצים, ריצות ספרינטים רציפות, אותן ניתן לבצע ללא צורך בהערכות מוקדמת ובמכשור מורכב. לכך יתרון משמעותי לגבי יישום המאמץ בקרב סטודנטים. כדי לוודא שהמאמץ שבוצע אכן היה בעל השפעה פיזיולוגית על קבוצת המחקר, קצב הלב והתחושה הסובייקטיבית של המאמץ נמדדו לפני תחילת המאמץ, במהלכו ובסוף סדרת הריצות. נתוני קצב הלב ו-RPE מעידים כי הנבדקים אכן בצעו מאמץ בעצימות של 85-90% מהיכולת המרבית המוערכת שלהם. זאת על פי טבלת דירוג עצימות המאמץ הגופני ביחס לקצב הלב המרבי והתחושה הסובייקטיבית לגבי עוצמת המאמץ-RPE, משתנה שכאמור נמצא במתאם גבוה עם מדדים פיזיולוגיים כמו: צריכת חמצן מרבית, קצב לב ומאגרי גליקוגן בשריר (דוזלי, 2006; Scherr et al., 2013).

היכולת הקוגניטיבית נבחנה על בסיס הערכה של תפקודי ניהול, באמצעות סדרה של 3 מבחנים שנבחרו למטרה זאת. כפי שפורט בפרק השיטה:

Stroop Test הינו מבחן קלאסי המשמש מחקרים רבים בתחום זה. המבחן כולל 3 חלקים בדרגת קושי עולה- מבחן זה בודק תשומת לב סלקטיבית, מהירות עיבוד מידע, עיכוב תגובתי, התמקדות, גמישות מחשבתית ויכולת לדכא מידע לא רלוונטי.

Trail Making Test הכולל 2 חלקים בדרגת קושי עולה- מספק מידע על סריקה חזותית, מהירות עיבוד וגמישות קוגניטיבית.

Word Fluency Test- המעריך פונקציות מבצעות ושפה. בדיקת זאת משמשת להערכת זיכרון סמנטי.

מבחנים אלה בוצעו במצב מנוחה לפני המאמץ, מיד לאחר מאמץ עצים, ו-45 דקות לאחר המאמץ. חשוב לציין כי על מנת לנטרל את אפקט הלמידה בין המבחנים, הנבדקים התנסו במבחנים טרם המדידות. בהתאם להשערת המחקר, מיד לאחר המאמץ נצפתה עליה בעלת מובהקות סטטיסטית בתוצאות המבדקים, פרט למבחן שטף מילים- בו העלייה לא הייתה מובהקת. במדידה שנעשתה 45 דקות לאחר המאמץ נצפתה ירידה בתוצאות כל המבחנים בהשוואה למדידה שבוצעה מיד בתום המאמץ. ירידה זאת לא הייתה בעלת מובהקות סטטיסטית והתוצאות עדיין היו גבוהות בהשוואה לאלה שלפני המאמץ, וזאת בכל המבחנים.

השיפור בזמן התגובה במבחן Stroop במחקר הנוכחי שונה מהמצאים של מקמוריס ואחרים (McMorris, Turner, Hale & Sproule, 2016). לדבריהם, למאמץ בעצימות גבוהה ולתגובת הקטכולאמין שלאחר מכן, השפעה שלילית על תפקודי הניהול המרכזיים. עם זאת, ממצאים אלה מבוססים על מחקרים שנעשו על בעלי חיים (Arnsten, 2011). על מנת להסיק מסקנות על בני אדם נדרשת חקירה נוספת. ניתן לשער כי הפעילות העצימה הובילה להפרשה מוגברת של BDNF, ובכך תרמה לשיפור היכולת הקוגניטיבית בכלל המבחנים.

במבחן Stroop ובמבחן עשיית שבילים דווקא בחלק המורכב ביותר של המבחן נצפה שיפור מובהק הן מיד לאחר המאמץ והן 45 דקות לאחר המאמץ. מחקרים (Cooper et al., 2012a, b; Duckworth & Seligman, 2005; Savage, Cornish, Manly & Hollis, 2006; Stenling, 2019), דיווחו כי דווקא במשימות הקוגניטיביות המורכבות והמאתגרות ניכר שיפור מובהק ביכולות הקוגניטיביות ובתפקודי הניהול, אם כי בחלקם השיפור נמצא רק בקרב גברים, מה שיכול להצביע על תגובה ספציפית למגדר (Stenling, 2019).

במבחן שטף מילים נצפתה עליה, אך לא מובהקת, בתוצאות מיד לאחר המאמץ, ולאחר מכן ירידה לא מובהקת. ידוע כי כישורי ניהול מסוימים מגיבים במידה רבה לגירוי של המאמץ בהשוואה לכישורי ניהול אחרים. זה יכול להסביר את הממצא שבמבחן Stroop ובמבחן עשיית שבילים נוכחנו בהשפעה החיובית של מאמץ גופני עצים על תפקודי הניהול, אך זה לא ניכר במבחן שטף מילים. מכאן, ייתכן שלמאמץ עצים השפעה פחותה על הפונקציות כמו שפה וזיכרון סמנטי כפי שנמצא במחקרים קודמים (Chang et al., 2012; Sibley & Etnier, 2003).

במדידה שנעשתה 45 דקות לאחר המאמץ בכל המבחנים נצפתה ירידה, אם כי לא מובהקת, יחסית לתוצאה שנצפתה מיד לאחר המאמץ. ניתן לשער כי ההשפעות של המאמץ הגופני על המנגנונים

הפיזיולוגיים מתפוגגות לאחר המתנה ומנוחה של 45 דקות. לפיכך, צפוי כי הביצועים הקוגניטיביים יהיו שונים בנקודות הזמן השונות, ושהירידה בתוצאות נובעת בין השאר מירידה בריכוז ה-BDNF בדם.

## 6. סיכום ומסקנות

מחקר זה בחן את ההשפעה של מאמץ אקוטי עצים על היכולת הקוגניטיבית כפי שמתבטאת בסדרה של כישורי ניהול.

ניתן לראות כי למאמץ עצים אכן ישנה השפעה חיובית על תפקודי הניהול מיד לאחר המאמץ, אם כי לאחר המתנה ומנוחה של 45 דקות מתום המאמץ ניכרת ירידה ביכולת ובחלק מהמבחנים אף חזרה לנתונים הראשוניים שלפני המאמץ. על בסיס הממצאים במחקר זה ניתן להציע כי מאמץ עצים המתבסס על ספרינטים משפר את היכולת הקוגניטיבית הן מיד לאחר המאמץ והן לאחר זמן, ועל כן ניתן להמליץ על ביצוע מאמץ מסוג זה מיד לפני ביצוע מטלה קוגניטיבית חשובה או מבחן. נושא זה רלוונטי מאוד לארגון של סביבות תומכות למידה, למשל בבתי ספר יסודיים, בתיכונים ובאקדמיה. לצד הממצאים שעלו בעבודה זאת, יש לציין מספר מגבלות.

אוכלוסיית המחקר מנתה 17 נבדקים - מדגם קטן יחסית, עובדה המשפיעה על הפיזור יחסית לממוצע הקבוצתי ובהתאם על רמת המובהקות של התוצאות. לכן, ראוי להרחיב את המחקר למדגם גדול יותר. הנבדקים היו בכושר גופני יחסית טוב, אך אף לא אחד מהם ספורטאי מקצועי, מכאן שממצאי המחקר רלוונטיים לאוכלוסייה זאת.

מאחר שתוצאות מחקר זה מצביעות על השפעה מיטיבה של מאמץ אקוטי עצים על אחדים מהכישורים הקוגניטיביים, נכון יהיה לשתף נשים בקבוצת גיל דומה על מנת לבחון השפעות דומות בקרב אוכלוסייה זו.

## 7. ביבליוגרפיה

- דובנוב-רז, ג' (2012). פעילות גופנית ותפקוד המוח. מכון תנובה למחקר, גליון 37.
- דובנוב-רז, ג', קונסטנטיני, נ' (2012). פעילות גופנית ותפקוד המוח בילדים. כתב העת הישראלי לרפואת ילדים, גליון 78, [www.medicalmedia.co.il](http://www.medicalmedia.co.il)
- דוזלי, י' (2006). להרגיש נכון: אימון על-פי הרגשה אישית- אתר וינגייט <https://www.wingate.org.il/Index.asp?ArticleID=1876&CategoryID=636>
- זוסמן, א' (2018). אנטומיה ופיזיולוגיה של גוף האדם. נתניה: ידע-ספרות אקדמית בע"מ.
- ישי-קרין, נ' (2009). תפקודים ניהוליים (EF)- מה הקשר להפרעת קשב ולרכיבה על סוסים, פסיכולוגיה עברית. אוחר מתוך <https://www.hebpsy.net/articles.asp?id=2114>
- מקל, י' (2005). כושר גופני- רקע פיזיולוגי, שיטת אימון ודרכים לפיתוח הכושר הגופני. פתח תקווה: ש. ברן בע"מ.
- נייס, ש' (2003). הפיזיולוגיה של המאמץ: היבטים תיאורטיים ויישומים בתחומי הכושר, הביצוע הגופני והשמירה על הבריאות. (מהד' א). רמת-גן: פוקוס.
- נמט, ד', חשיבות הפעילות הגופנית בגיל הצעיר. אוחר מתוך <https://www.kfar-saba.muni.il/?CategoryID=2725&ArticleID=6639>
- נץ, י' (2008). Moving the Body to Train the Brain—Relationship between Physical Activity and Cognitive Functioning in Advanced Age/ את המוח—הקשר בין פעילות גופנית לתפקוד קוגניטיבי בגיל המבוגר. גרונטולוגיה 39-53.
- פנחס, י', ומויאל, א' (2004). השפעת העצימות של הפעילות הגופנית על רמת הקשב של התלמידים- ילדים ומתבגרים, בשעות שונות של היום. החינוך וסביבו, שנתון סמינר הקיבוצים, כ"ו, 219-232.
- צפריר, א' (2011). קצת על הקשר שבין פעילות גופנית והתפתחות המוח, אוחר מתוך <http://www.bkeshev.co.il/?p=1853>
- Aks, D. J. (1998). Influence of exercise on visual search: implications for mediating cognitive mechanisms. *Perceptual and Motor Skills*, 87(3), 771-783.
- Arent, S. M., & Landers, D. M. (2003). Arousal, anxiety, and performance: A

- reexamination of the inverted-U hypothesis. *Research quarterly for exercise and sport*, 74(4), 436-444.
- Arnsten, A. F. (2011). Catecholamine influences on dorsolateral prefrontal cortical networks. *Biological psychiatry*, 69(12), e89-e99.
- Bekinschtein, P., Cammarota, M., Katche, C., Slipczuk, L., Rossato, J. I., Goldin, A., ... & Medina, J. H. (2008). BDNF is essential to promote persistence of long-term memory storage. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(7), 2711-2716.
- Borg, G. A. V. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 14(5), 377-381.
- Budde, H., Voelcker-Rehage, C., Pietraßyk-Kendziorra, S., Ribeiro, P., & Tidow, G. (2008). Acute coordinative exercise improves attentional performance in adolescents. *Neuroscience letters*, 441(2), 219-223.
- Carlson, S. A., Fulton, J. E., Lee, S. M., Maynard, L. M., Brown, D. R., Kohl III, H. W., & Dietz, W. H. (2008). Physical education and academic achievement in elementary school: data from the early childhood longitudinal study. *American journal of public health*, 98(4), 721-727.
- Castellano, V., & White, L. J. (2008). Serum brain-derived neurotrophic factor response to aerobic exercise in multiple sclerosis. *Journal of the neurological sciences*, 269(1), 85-91.
- Castelli, D. M., Hillman, C. H., Buck, S. M., & Erwin, H. E. (2007). Physical fitness and academic achievement in third-and fifth-grade students. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 29(2), 239-252.
- Chaddock, L., Erickson, K. I., Prakash, R. S., Kim, J. S., Voss, M. W., VanPatter, M., ... & Cohen, N. J. (2010). A neuroimaging investigation of the association between aerobic fitness, hippocampal volume, and memory performance in preadolescent children. *Brain research*, 1358, 172-183.
- Chang, Y. K., & Etnier, J. L. (2009). Exploring the dose-response relationship between

- resistance exercise intensity and cognitive function. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, *31*(5), 640-656.
- Chang, Y. K., & Etnier, J. L. (2009). Effects of an acute bout of localized resistance exercise on cognitive performance in middle-aged adults: A randomized controlled trial study. *Psychology of Sport and Exercise*, *10*(1), 19-24.
- Chang, Y. K., Labban, J. D., Gapin, J. I., & Etnier, J. L. (2012). The effects of acute exercise on cognitive performance: a meta-analysis. *Brain research*, *1453*, 87-101.
- Chomitz, V. R., Slining, M. M., McGowan, R. J., Mitchell, S. E., Dawson, G. F., & Hacker, K. A. (2009). Is there a relationship between physical fitness and academic achievement? Positive results from public school children in the northeastern United States. *Journal of School Health*, *79*(1), 30-37
- Cooper, S. B., Bandelow, S., Nute, M. L., Morris, J. G., & Nevill, M. E. (2012). Breakfast glycaemic index and cognitive function in adolescent school children. *British Journal of Nutrition*, *107*(12), 1823-1832.
- Cooper, S. B., Bandelow, S., Nute, M. L., Dring, K. J., Stannard, R. L., Morris, J. G., & Nevill, M. E. (2016). Sprint-based exercise and cognitive function in adolescents. *Preventive medicine reports*, *4*, 155-161.
- Covassin, T., Weiss, L., Powell, J., & Womack, C. (2007). Effects of a maximal exercise test on neurocognitive function. *British journal of sports medicine*, *41*(6), 370-374.
- Davranche, K., Burle, B., Audiffren, M., Hasbroucq, T., 2005. Information processing during physical exercise: a chronometric and electromyographic study. *Exp. Brain Res.* *165*, 532–540.
- Davranche, K., Burle, B., Audiffren, M., Hasbroucq, T., 2006. Physical exercise facilitates motor processes in simple reaction time performance: an electromyographic analysis. *Neurosci. Lett.* *396*, 54–56.
- Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, *64*, 135-168.

- Duckworth, A. L., & Seligman, M. E. (2005). Self-discipline outdoes IQ in predicting academic performance of adolescents. *Psychological science*, *16*(12), 939-944.
- Dugich-Djordjevic, M. M., Peterson, C., Isono, F., Ohsawa, F., Widmer, H. R., Denton, T. L., & Hefti, F. (1995). Immunohistochemical visualization of brain-derived neurotrophic factor in the rat brain. *European Journal of Neuroscience*, *7*(9), 1831-1839.
- Eckardt, B. V. (1995). *What is Cognitive Science?* MIT Press.
- Erickson, K. I., & Kramer, A. F. (2009). Aerobic exercise effects on cognitive and neural plasticity in older adults. *British journal of sports medicine*, *43*(1), 22-24.
- Ferris, L.T., Williams, J.S., Shen, C.L., 2007. The effect of acute exercise on serum brain-derived neurotrophic factor levels and cognitive function. *Med. Sci. Sport Exerc.* *39*(8), 728–734.
- Fox, C. K., Barr-Anderson, D., Neumark-Sztainer, D., & Wall, M. (2010). Physical activity and sports team participation: Associations with academic outcomes in middle school and high school students. *Journal of school health*, *80*(1), 31-37.
- Global Recommendations on Physical Activity for Health. WHO Library Cataloguing -in-Publication Data, WHO 2010
- Gold, S. M., Schulz, K. H., Hartmann, S., Mladek, M., Lang, U. E., Hellweg, R., ... & Heesen, C. (2003). Basal serum levels and reactivity of nerve growth factor and brain-derived neurotrophic factor to standardized acute exercise in multiple sclerosis and controls. *Journal of neuroimmunology*, *138*(1-2), 99-105.
- Grant, D. A., & Berg, E. A. (1948). The Wisconsin Card Sort Test: directions for administration and scoring. *Odessa: Psychological Assessment*.
- Haimov, I., & Shatil, E. (2013). Cognitive training improves sleep quality and cognitive function among older adults with insomnia. *PloS one*, *8*(4).
- Hancock, S., & McNaughton, L. (1986). Effects of fatigue on ability to process visual information by experienced orienteers. *Perceptual and motor skills*, *62*(2),

491-498.

- Hillman, C.H., Snook, E.M., Jerome, G.J., 2003. Acute cardiovascular exercise and executive control function. *Int. J. Psychophysiol.* **48**, 307–314.
- Hillman, C. H., Pontifex, M. B., Raine, L. B., Castelli, D. M., Hall, E. E., & Kramer, A. F. (2009). The effect of acute treadmill walking on cognitive control and academic achievement in preadolescent children. *Neuroscience*, *159*(3), 1044-1054.
- Hwang, J., Brothers, R. M., Castelli, D. M., Glowacki, E. M., Chen, Y. T., Salinas, M. M., & Calvert, H. G. (2016). Acute high-intensity exercise-induced cognitive enhancement and brain-derived neurotrophic factor in young, healthy adults. *Neuroscience Letters*, *630*, 247-253.
- Isaacs, L. D. (1991). Effects of exercise intensity on an accompanying timing task. *J. Hum. Move. Stud.*, *20*, 123-131.
- Kamijo, K., Nishihira, Y., Hatta, A., Kaneda, T., Kida, T., Higashiura, T., Kuroiwa, K., 2004a. Changes in arousal level by differential exercise intensity. *Clin. Neurophysiol.* **115**, 2693–2698.
- Kamijo, K., Nishihira, Y., Hatta, A., Kaneda, T., Wasaka, T., Kida, T., Kuroiwa, K., 2004b. Differential influences of exercise intensity on information processing in the central nervous system. *Eur. J. Appl. Physiol.* **92**, 305–311.
- Kwak, L., Kremers, S. P., Bergman, P., Ruiz, J. R., Rizzo, N. S., & Sjöström, M. (2009). Associations between physical activity, fitness, and academic achievement. *The Journal of pediatrics*, *155*(6), 914-918.
- Lambourne, K., & Tomporowski, P. (2010). The effect of exercise-induced arousal on cognitive task performance: a meta-regression analysis. *Brain research*, *1341*, 12-24.
- Leung, H. C., Skudlarski, P., Gatenby, J. C., Peterson, B. S., & Gore, J. C. (2000). An event-related functional MRI study of the Stroop color word interference task. *Cerebral cortex*, *10*(6), 552-560.
- Lidz-Schneider, C. (1987). Dynamic assessment: An interactional approach to

- evaluating learning potential. *NY: Guilford*.
- Marcus, B. H., Williams, D. M., Dubbert, P. M., Sallis, J. F., King, A. C., Yancey, A. K., & Claytor, R. P. (2006). Physical activity intervention studies: what we know and what we need to know: a scientific statement from the American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism (Subcommittee on Physical Activity); Council on Cardiovascular Disease in the Young; and the Interdisciplinary Working Group on Quality of Care and Outcomes Research. *Circulation, 114*(24), 2739-2752.
- McMorris, T., Turner, A., Hale, B. J., & Sproule, J. (2016). Beyond the catecholamines hypothesis for an acute exercise–cognition interaction: A neurochemical perspective.
- Meriwether, R. A., Lee, J. A., Lafleur, A. S., & Wiseman, P. (2008). Physical activity counseling. *American family physician, 77*(8), 1129-1136.
- Neeper, S. A., Góaucomez-Pinilla, F., Choi, J., & Cotman, C. (1995). Exercise and brain neurotrophins. *Nature, 373*(6510), 109-109.
- Neisser, U. (2014). *Cognitive psychology: Classic edition*. Psychology Press.
- Office of Disease Prevention and Health Promotion. (2008). Physical activity guidelines for Americans. *Washington, DC: US Department of Health and Human Services*
- Pietrelli, A., Matković, L., Vacotto, M., Lopez-Costa, J. J., Basso, N., & Brusco, A. (2018). Aerobic exercise upregulates the BDNF-Serotonin systems and improves the cognitive function in rats. *Neurobiology of learning and memory, 155*, 528-542.
- Peruyero, F., Zapata, J., Pastor, D., & Cervelló, E. (2017). The acute effects of exercise intensity on inhibitory cognitive control in adolescents. *Frontiers in psychology, 8*, 921.
- Raven, J. (2000). The Raven's progressive matrices: change and stability over culture and time. *Cognitive psychology, 41*(1), 1-48.
- Ruiz, J. R., Ortega, F. B., Castillo, R., Martín-Matillas, M., Kwak, L., Vicente-

- Rodríguez, G., ... & AVENA Study Group. (2010). Physical activity, fitness, weight status, and cognitive performance in adolescents. *The Journal of pediatrics*, *157*(6), 917-922
- Savage, R., Cornish, K., Manly, T., & Hollis, C. (2006). Cognitive processes in children's reading and attention: The role of working memory, divided attention, and response inhibition. *British Journal of Psychology*, *97*(3), 365-385.
- Scherr, J., Wolfarth, B., Christle, J. W., Pressler, A., Wagenpfeil, S., & Halle, M. (2013). Associations between Borg's rating of perceived exertion and physiological measures of exercise intensity. *European journal of applied physiology*, *113*(1), 147-155.
- Sibley, B. A., & Etnier, J. L. (2003). The relationship between physical activity and cognition in children: a meta-analysis. *Pediatric exercise science*, *15*(3), 243-256.
- Singh, A., Uijtdewilligen, L., Twisk, J. W., Van Mechelen, W., & Chinapaw, M. J. (2012). Physical activity and performance at school: a systematic review of the literature including a methodological quality assessment. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, *166*(1), 49-55.
- Singh, I., Filipe, A. M., Bard, I., Bergey, M., & Baker, L. (2013). Globalization and cognitive enhancement: emerging social and ethical challenges for ADHD clinicians. *Current psychiatry reports*, *15*(9), 385.
- Smith, A. (1967). The serial sevens subtraction test. *Archives of Neurology*, *17*(1), 78-80.
- Smith, P. J., Blumenthal, J. A., Hoffman, B. M., Cooper, H., Strauman, T. A., Welsh-Bohmer, K & Sherwood, A. (2010). Aerobic exercise and neurocognitive performance: a meta-analytic review of randomized controlled trials. *Psychosomatic medicine*, *72*(3), 239.
- Stenling, A., Moylan, A., Fulton, E., & Machado, L. (2019). Effects of a Brief Stair-Climbing Intervention on Cognitive Performance and Mood States in Healthy Young Adults. *Frontiers in Psychology*, *10*, 2300.

- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of experimental psychology*, 18(6), 643.
- Vaynman, S., Ying, Z., & Gomez-Pinilla, F. (2004). Hippocampal BDNF mediates the efficacy of exercise on synaptic plasticity and cognition. *European Journal of Neuroscience*, 20(10), 2580-2590.
- Winter, B., Breitenstein, C., Mooren, F. C., Voelker, K., Fobker, M., Lechtermann, A., ... & Knecht, S. (2007). High impact running improves learning. *Neurobiology of learning and memory*, 87(4), 597-609.
- Yarrow, J. F., White, L. J., McCoy, S. C. & Borst, S. E. (2010). Training augments resistance exercise induced elevation of circulating brain derived neurotrophic factor (BDNF). *Neuroscience letters*, 479(2), 161-165.
- [https://www.health.gov.il/UnitsOffice/ICDC/HealthAndLifestyle/Physical\\_Activity/Pages/default.aspx](https://www.health.gov.il/UnitsOffice/ICDC/HealthAndLifestyle/Physical_Activity/Pages/default.aspx)
- <http://www.sportsworld.co.il>
- <https://www.wingate.org.il/Index.asp?ArticleID=6162&CategoryID=1404&Page=5>
- <http://www.health.gov/PAGuidelines/default.aspx> <http://www.health.gov/PAGuidelines/guidelines/chapter2.aspx>
- <https://www.physioplexity.com>
- <https://www.hebpsy.net/articles.asp?id=2114>
- <https://www.rambam.org.il>
- <https://lib.cet.ac.il/pages/item.asp?item=7658>.)
- <http://meyda.education.gov.il/files/yesodi/hachala/alon7.pdf>
- <https://www.hebpsy.net/articles.asp?id=2114>

נספח א: פנייה להשתתפות במחקר והסכמה מדעת

1/1/2020

**פנייה להשתתפות במחקר במסגרת התואר השני:**

**“השפעת מאמץ אקוטי, תת מרבי, בעצימות גבוהה על התפקוד הקוגניטיבי בבוגרים”**

במסגרת לימודי התואר השני במכללת גבעת ושינגטון, אערוך מחקר בנושא פעילות גופנית ותפקוד קוגניטיבי.

מטרת המחקר היא לבדוק את ההשפעה של מאמץ גופני בעצימות גבוהה, קצר טווח, על תפקוד קוגניטיבי בבוגרים.

במחקר זה תתבקש להגיע למגרש ואצטדיון אתלטיקה לפי הנוחות שלך ובתיאום מראש (מסלול ריצה בחצר בית הספר או אצטדיון האתלטיקה של גבעת ושינגטון).

**מועדי הבדיקות יתבצעו, עד כמה שאפשר בהתאם ללוח זמנים נוח לך.**

ניפגש פעם אחת ובו תתבקש:

א. לבצע 3 מבחנים קוגניטיביים לפני ביצוע הפעילות

ב. מיד לאחר מכן תתבקש לרוץ 10 מקטעי ריצה מהירה (ספרינט) במשך 10 שניות. בסוף ובתחילת

כל מקטע ריצה יימדד הדופק שלך, בין מקטע למקטע יהיו לך 50 שניות מנוחה/התאוששות. בסוף

מקטע 5 ו-10 ימדד RPE (הערכה לגבי תחושת מאמץ סובייקטיבי על בסיס סולם 20-6)

ג. מיד בתום סדרת המאמצים תתבקש לבצע סדרה של מבחנים קוגניטיביים

ד. לאחר 45 ד' מנוחה מסוף הפעילות הגופנית תתבקש לבצע 3 מבחנים קוגניטיביים נוספים.

אם תרצה בכך, תוכל להפסיק את השתתפותך במחקר בכל שלב שהוא, מבלי שתהיה לכך כל

השלכה עליך ולא תיפגעו מכם בכל דרך שהיא בהמשך.

**כל הנתונים המזהים במחקר ישמרו חסויים.**

**במידה שתוצאות המחקר יפורסמו בכתב עת מדעי, הם ישמרו בעילום שם.**

תודה מראש על שיתוף הפעולה.

הילה קליין- 0547775133

## נספח ב: אישור השתתפות במחקר

## אישור השתתפות במחקר בנושא:

"השפעת פעילות גופנית אירובית אקוטית בעצימות בינונית על תפקוד קוגניטיבי בבוגרים".

אני \_\_\_\_\_ מאשר שקראתי את המידע שהוצג בפני ושהוסבר לי אישית על-ידי החוקרת, אשר התחייבה בפני בכתב, להבטיח סודיות בכל הנוגע לפרטיי האישיים ולכל פרט אחר, שעלול לחשוף את זהותי. הוסברה לי מטרת המחקר וחשיבותו. הובהר לי כי ההשתתפות הנה מבחירה בלבד, ואם אסרב להשתתף לא תהיה לכך כל השלכה לגבי בעתיד. הובהר לי כי אני יכול להפסיק את השתתפותי בכל שלב שהוא, ולא תהיה לכך כל השלכה לגבי בעתיד. אני מסכים להשתתף במחקר זה ומוכן שייעשה שימוש במחקר עמי לצורכי מחקר בלבד.

\_\_\_\_\_ חתימה:

\_\_\_\_\_ תאריך:

**נספח ג: טופס הצהרת בריאות**

**הצהרת בריאות:**

ת.ז. \_\_\_\_\_ שם משפחה \_\_\_\_\_ שם פרטי \_\_\_\_\_  
 גיל \_\_\_\_\_ מין ז / נ

כתובת \_\_\_\_\_ טלפון/פלאפון \_\_\_\_\_ קופת  
 חולים \_\_\_\_\_

גורם מפנה / קבוצה \_\_\_\_\_ ענף ספורט \_\_\_\_\_ גובה (ס"מ) \_\_\_\_\_  
 משקל (ק"ג) \_\_\_\_\_

**שאלות:**

- |   |   |
|---|---|
| <p>1. האם נמצאו ליקויים בבדיקת ספורטאים קודמת?<br/>                 לא</p> <p>2. האם עברת ברור רפואי או אושפזת אי פעם?<br/>                 לא</p> <p>3. האם סבלת אי פעם מהמחלות הבאות: אסטמה/<br/>                 ברונכיטיס/אפילפסיה/מונונקלאוזיס (מחלת נשיקה)/<br/>                 צהבת/שחפת/סכרת/כאבי ראש<br/>                 תכופים/פגיעות עיניים/<br/>                 כיב קיבה או מחלה אחרת?</p> <p>4. האם עברת ניתוח?<br/>                 לא</p> | <p>13. האם מישהו במשפחתך נפטר מבעיות לב לפני גיל 40?<br/>                 כן / לא</p> <p>14. האם התרחש במשפחתך מקרה מוות פתאומי או לפני גיל 40?<br/>                 כן / לא</p> <p>15. האם נפצעת אי פעם (נקע/פריקה/שבר) באחד או יותר מן הבאים:<br/>                 יד/כףיד/מרפק/זרוע/כתף/צוואר/גב/<br/>                 מותן/ ירך/ברך/שוק/קידמת הרגל/כף הרגל קרסול</p> <p>16. האם היה לך אי פעם זעזוע מוח או פגיעת ראש אחרת?<br/>                 כן / לא</p> |
|---|---|

5. האם אתה נוטל תרופות עכשיו באופן / כן / לא קבוע?  
 6. האם אירע לך אובדן הכרה או התעלפת בזמן מאמץ או אחריו? / כן / לא  
 7. האם סבלת כאבים או לחץ בחזה בזמן מאמץ? / כן / לא  
 8. האם סבלת מסחרחורת בזמן מאמץ? / כן / לא  
 9. האם אתה מתעייף יותר מחבריך לפעילות בזמן מאמץ? / כן / לא  
 10. האם אתה סובל מיתר לחץ דם? / כן / לא בתומכים?  
 11. האם דווח לך אי-פעם על מחלה, מום, אוושה או רשרוש בלבך? / כן / לא  
 12. האם הרגשת דפיקות לב עזות או חוסר פעימה בלב? / כן / לא  
 17. האם סבלת אי פעם מתשישות קיצונית? / כן / לא  
 18. האם סבלת מבעיות עור: גירוד, נקודת חן או עור שסוע? / כן / לא  
 19. עישון (כיום או בעבר)? / כן / לא  
 20. האם סבלת אי פעם מהתכווצויות חוס? / כן / לא  
 21. האם אבדת אי פעם הכרה בחוס? / כן / לא  
 22. האם אתה משתמש במדרסים או בתומכים? / כן / לא  
 23. האם יש לך רגישות יתר (אלרגיה) לתרופות, דבורים וכו'? / כן / לא  
 24. מתי לאחרונה קבלת חיסון נגד צפדת(טטנוס)? / כן / לא

25. הערות: במידה ואחת התשובות הינה "כן" נא

לפרט:

אני מצהיר/ה בזאת כי הפרטים שמסרתי נכונים ומציגים באור מלא את הרקע רפואי שלי. ידוע לי כי העלמת מידע והצהרה לא נכונה, אסורים ועלולים לגרום לי נזק רפואי.

חתימה: \_\_\_\_\_

נספח ד: RPE - Rate of Perceived Exertion - סולם בורג

<b>סולם BORG</b>	
	6
<u>קל מאוד מאוד</u>	7
	8
קל מאוד	9
	10
קל למדי	11
	12
קשה במקצת	13
	14
קשה	15
	16
קשה מאוד	17
	18
<u>קשה מאוד מאוד</u>	19
	20

**נספח ה : Stroop Test**

הוראות :

למדוד 45 שניות לכל חלקהוראות חלק א' :

מטרת המבחן הזה היא לבדוק כמה מהר אתה יכול לקרוא את המילים בעמוד זה. אחרי שאומר לך להתחיל אתה תקרא את המילים לאורך העמודה (להצביע על הימנית) עד שתסיים, ואז תמשיך מבלי להפסיק לאורך העמודה השנייה (להראות עם האצבע). אם אתה מסיים לקרוא את כל המילים לפני שאני אומר לך להפסיק תחזור לעמודה הראשונה ותתחיל מהתחלה (להצביע). תזכור, אל תפסיק לקרוא עד שאני אומר לך להפסיק ותקרא בקול רם הכי מהר שאתה יכול. אם תעשה שגיאה אני אומר לך לא לתקן את השגיאה ותמשיך מבלי לעצור.

האם יש לך שאלות? מוכן? התחל

הוראות חלק ב' :

מטרת המבחן הזה היא לבדוק כמה מהר אתה יכול לקרוא את הצבעים המופיעים בעמוד זה. תשלים את העמוד בדיוק כמו שעשית בעמוד הקודם כשאתה מתחיל בעמודה הראשונה. תזכור לומר את שם הצבע בקול רם הכי מהר שאתה יכול.

הוראות חלק ג' :

העמוד הזה הוא בדיוק כמו העמוד שזה עתה סיימת. אני מבקשת ממך לומר את השם של הצבע בו המילה מודפסת, התעלם מהמילה עצמה אמור רק את הצבע למשל (להצביע על המילה הראשונה בעמודה הימנית) זה הפריט, מה תאמר?

**לחזור על ההוראות :**

אחרי שאומר לך להתחיל אתה תקרא את המילים לאורך העמודה (להצביע על הימנית) עד שסיים, ואז תמשיך מבלי להפסיק לאורך העמודה השנייה (להראות עם האצבע). אם אתה מסיים לקרוא את כל המילים לפני שאני אומר לך להפסיק תחזור לעמודה הראשונה ותתחיל מהתחלה (להצביע). תזכור, אל תפסיק לקרוא עד שאני אומר לך להפסיק ותקרא בקול רם הכי מהר שאתה יכול. אם תעשה שגיאה אני אומר לך, לא לתקן את השגיאה ותמשיך מבלי לעצור. האם יש לך שאלות? מוכן? התחל.

אדום	כחול	ירוק	אדום	כחול
ירוק	ירוק	אדום	כחול	ירוק
כחול	אדום	כחול	ירוק	אדום
ירוק	כחול	אדום	אדום	כחול
אדום	אדום	ירוק	כחול	ירוק
כחול	ירוק	כחול	ירוק	אדום
אדום	כחול	ירוק	כחול	ירוק
כחול	ירוק	אדום	ירוק	אדום
ירוק	אדום	כחול	אדום	כחול
כחול	ירוק	ירוק	כחול	ירוק
ירוק	אדום	כחול	אדום	אדום
אדום	כחול	אדום	ירוק	כחול
ירוק	אדום	כחול	אדום	ירוק
כחול	כחול	אדום	ירוק	אדום
אדום	ירוק	ירוק	כחול	כחול
כחול	כחול	אדום	ירוק	אדום
אדום	ירוק	כחול	אדום	ירוק
ירוק	אדום	ירוק	כחול	כחול



אדום	כחול	ירוק	אדום	כחול
ירוק	ירוק	אדום	כחול	ירוק
כחול	אדום	כחול	ירוק	אדום
ירוק	כחול	אדום	אדום	כחול
אדום	אדום	ירוק	כחול	ירוק
כחול	ירוק	כחול	ירוק	אדום
אדום	כחול	ירוק	כחול	ירוק
כחול	ירוק	אדום	ירוק	אדום
ירוק	אדום	כחול	אדום	כחול
כחול	ירוק	ירוק	כחול	ירוק
ירוק	אדום	כחול	אדום	אדום
אדום	כחול	אדום	ירוק	כחול
ירוק	אדום	כחול	אדום	ירוק
כחול	כחול	אדום	ירוק	אדום
אדום	ירוק	ירוק	כחול	כחול
כחול	כחול	אדום	ירוק	אדום
אדום	ירוק	כחול	אדום	ירוק
ירוק	אדום	ירוק	כחול	כחול
אדום	כחול	אדום	ירוק	אדום

**נספח ו: Trail Making Test**

הוראות למבחן :

הקו שאתה מצייר צריך לעבור דרך העיגול הנכון לפי

סדר המספרים

נסה כמה שפחות לנתק את העט מהנייר.

אם תעשה טעות- אני אגיד לך,

ואז יהיה עליך לחזור לעיגול האחרון ולתקן

**(Trail חלק A):** "עליך למתוח קו בין המספרים השונים על פי הסדר, בסדר עולה מ-1 ועד 25. ראשית

כל, בצע את הדוגמה."

**(trail חלק B):** " עליך למתוח קו המחבר לסירוגין מספרים בצבעים שונים, פעם ורוד ופעם צהוב,

ראשית כל בצע את הדוגמה."

**Color Trails I**  
Louis F. D'Elia, PhD, and Paul Satz, PhD  
Form A

Name: \_\_\_\_\_  
ID#: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

הקו שאתה מצייר צריך לעבור דרך העיגול הנכון לפי סדר המספרים. נסה כמה שפחות לנתק את העט מהנייר. אם תעשה טעות- אני אגיד לך, ואז יהיה עליך לחזור לעיגול האחרון ולתקן

PAR Psychological Assessment Resources, Inc. • 16204 N. Florida Avenue • Lutz, FL 33549 • 1.800.331.5375 • www.parinc.com  
Copyright © 1989, 1996 by Psychological Assessment Resources, Inc. All rights reserved. May not be reproduced in whole or in part in any form or by any means without written permission of Psychological Assessment Resources, Inc. This form is printed in black, pink, and yellow ink on white paper. Any other version is unauthorized.  
PAR 7.0.5.4.3 Reorder #PO-3453 Printed in the U.S.A.

**Color Trails 2**  
Louis F. D'Elia, PhD, and Paul Satz, PhD  
Form A

Name: \_\_\_\_\_  
ID#: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

הקו שאתה מצייר צריך לעבור דרך העיגול הנכון לפי סדר המספרים. נסה כמה שפחות לנתק את העט מהנייר. אם תעשה טעות- אני אגיד לך, ואז יהיה עליך לחזור לעיגול האחרון ולתקן

PAR Psychological Assessment Resources, Inc. • 16204 N. Florida Avenue • Lutz, FL 33549 • 1.800.331.5375 • www.parinc.com  
Copyright © 1989, 1996 by Psychological Assessment Resources, Inc. All rights reserved. May not be reproduced in whole or in part in any form or by any means without written permission of Psychological Assessment Resources, Inc. This form is printed in black, pink, and yellow ink on white paper. Any other version is unauthorized.  
PAR 7.0.5.4.3 Reorder #PO-3454 Printed in the U.S.A.

**נספח ז : Word Fluency Test**

**הוראות:**

תקבל אות, עליך להגיד כמה שיותר מילים המתחילות בה, אין להשתמש באותו השורש בצורה אחרת, אין להגיד שמות ולא מספרים.  
לדוגמא אם הייתי נותן את האות א' לא תוכל להגיד אוהב, אהוב, אהבה, לא אורי ולא אחד.  
**בוגר** רק עם שלושת האותיות האלה.