

## התגובה של מערכת הבהרה האוטונומית הלבבית לגירויים שונים אצל אנשים לאחר שבץ מוחי - מחקר היתכנות

נועה רפאלי באר,<sup>1</sup> מיכל כץ-לוריר<sup>2</sup>

<sup>1</sup> המחלקה לפיזיותרפיה, אוניברסיטת אריאל שבשומרון, דוקטורנטית באוניברסיטת תל-אביב

<sup>2</sup> המחלקה לפיזיותרפיה, אוניברסיטת תל-אביב

הנושא הוצג בכנס השנתי של העמותה לקידום הפיזיותרפיה בישראל, מאי 2014.

דוא"ל ליצירת קשר: raphaelybeer@gmail.com

### תקציר

שבץ מוחי (Stroke) היא אחת המחלות השכיחות בעולם. פגיעה בתפקוד המערכת האוטונומית בעקבות שבץ מוחי היא תופעה נפוצה. דרך פשוטה לניטור פעילות מערכת הבהרה האוטונומית הלבבית היא שימוש במדד שונות קצב הלב (HRV), המציג מדד כמותי לפעילות ולשינוי המשקל בין תתי-המערכות האוטונומיות.

במאמר מוצג חקר מקרים שמטרתו לתאר את תפקוד מערכת הבהרה האוטונומית הלבבית סמוך לשבץ מוחי, לאחר חודש ולאחר שלושה חודשים מן האירוע, ולהציג את התגובה של המערכת למגוון גירויים - פיזיים וקוגניטיביים - הקיימים בשגרת הפעילות הפיזיקלית והשיקום של חולים אלו.

**אוכלוסיית המחקר:** ארבעה נבדקים לאחר שבץ מוחי איסכמי המיספרלי ללא אפזיה עם יכולת קוגניטיבית שמורה, ללא לקות ראייה או שמיעה חמורה, לעומת ארבעה נבדקים בריאים כביכול ובאותו הגיל, ששימשו קבוצת ביקורת.

**הליך המחקר:** נבדקים לאחר שבץ מוחי נבדקו בשלוש תקופות זמן: שבועיים, חודש ושלושה חודשים לאחר האירוע; הנבדקים הבריאים עברו הערכה אחת.

כל המשתתפים נוטרו לאורך יממה לשם הערכת קצב הלב ושונות קצב הלב. נוסף על כך, נערכו מניפולציות שונות: מבחן אחיזה, מבחן נשימה, דיווש, מבחן קוגניטיבי ומבחן המשלב יחד דיווש ומטלה קוגניטיבית.

**תוצאות:** ערכי קצב הלב נמצאו דומים בשתי הקבוצות במנוחה ובמניפולציות המחקר. ערכי שונות קצב הלב נמצאו נמוכים הן במנוחה והן במניפולציות המחקר בקבוצת המחקר לעומת קבוצת הביקורת.

**דיון:** התוצאות הראשוניות של המחקר מדגישות את אפשרות הביצוע והיישום של המטלות השונות בקרב קבוצת המחקר. ההשערה הבסיסית שישנו פער בתפקוד המערכת האוטונומית בין נבדקים לאחר שבץ מוחי ובין נבדקים שלא עברו שבץ מוחי אוששה במחקר מקדים זה.

**מילות מפתח:** שבץ מוחי, מערכת אוטונומית לבבית, שונות קצב הלב.

### הקדמה

שבץ מוחי (Stroke) היא סיבת המוות השנייה בשכיחותה ואחד הגורמים המובילים לנכות בקרב מבוגרים.<sup>1</sup> פגיעה בתפקוד המערכת האוטונומית היא תופעה שכיחה בעקבות אירוע מוחי.<sup>2</sup> דפוס הפגיעה השכיח הוא פעילות-יתר סימפטית ו/או פעילות פחת פארא-סימפטטית. הסימפטומים האופייניים הם הזעת-יתר וירידה בטמפרטורה של הצד הפגוע של הגוף וירידה במדד שונות קצב הלב [Heart Rate Variability (HRV)], השכיחה יותר לאחר שבץ ימני.<sup>3,4</sup> חומרת הסימפטומים האוטונומיים נמצאת במתאם לחומרה של הסימנים הפירמידאליים (pyramidal track sign)<sup>5,6</sup> הן מייד לאחר האירוע המוחי והן לאחר שלושה חודשים.<sup>2,1</sup> מצב משני לשבץ מוחי הוא הופעת תסמינים של סיבוכים לבביים, כגון הפרעות קצב לב ונוק אסכמי ללב, הקשורים לירידה במדד שונות קצב הלב.<sup>4</sup> קיימים כלים ומדדים שונים להערכת הפעילות של המערכת האוטונומית. HRV הוא מדד נפוץ לא רק בשל היותו לא פולשני, זול יחסית ונוח לשימוש,<sup>7</sup> אלא גם משום שהוא מאפשר את כימות התרומה של שתי זרועות המערכת על קצב הלב.

קיימות שתי גישות נפוצות לכימות מידת ההשתנות של קצב

לבדוק את התגובות הבסיסיות של המערכת. בין הבדיקות הקיימות נמנות בדיקת אורטוסטזיס אקטיבית ופאסיבית (Active or Passive Orthostasis), ואלסלבה (Valsalva Grip), מבחן נשימה עמוקה ומבחן לחיצת היד (Test).<sup>19</sup> במצב תקין מוכרת תגובת מערכת הבקרה הלבבית, בין השאר לפעילות מוטורית, אירובית<sup>20,21</sup> וקוגניטיבית<sup>22</sup>, שהן בבסיס הטיפול השיקומי של אדם שעבר שבץ מוחי.

מטרת חקר מקרים זה היא לבחון את התגובה המיידית לגירויים שונים של מערכת הבקרה האוטונומית הלבבית אצל אנשים לאחר שבץ מוחי, זאת בהשוואה לתגובה אצל אנשים בריאים לכאורה, באותו הגיל. השערת המחקר היא כי נבדקים לאחר שבץ מוחי יציגו שונות נמוכה במנוחה ותגובה לקויה לגירויים השונים בהשוואה לנבדקים בריאים.

## שיטות

### אוכלוסיית המחקר:

במחקר השתתפו ארבעה נבדקים לאחר שבץ מוחי איסכמי המיספרלי ראשון, ללא אירוע לבבי קודם, ללא הפרעות קצב לב קודמות ושלא עברו ניתוח מעקפים. הנבדקים היו ללא אפזיה ובעלי יכולת קוגניטיבית שמורה (מיני מנטל מעל 24) וללא לקות ראייה או שמיעה חמורה. כמו כן השתתפו במחקר ארבעה מבוגרים בריאים לכאורה מתואמי גיל.

המחקר אושר בידי ועדת הלסינקי של המרכז הרפואי סוראסקי, תל-אביב, ובידי ועדת אתיקה של אוניברסיטת תל-אביב. כל משתתף חתם על טופס הסכמה מדעת קודם להשתתפותו במחקר.

### כלי המחקר:

**מדד תוצאה עיקרי:** מדד שונות קצב הלב נאמד על-ידי Holter Electrocardiography (ECG) (NorthEast Monitoring inc) - מכשיר אלקטרוקרדיוגרף (אק"ג) הרושם את הפעילות החשמלית של הלב במשך יממה שלמה. מדד ההשתנות מוצג בשני אופנים:

על פי שיטת חישוב זמנים. המדדים שנבחרו לעבודה זו הם: SDRR - סטיית התקן של מקטעי ה-RR (כלומר, סטיית התקן של המרווחים בין הפעימות לאורך פרק זמן מוגדר), המייצג את סה"כ ההשתנות ואשר נמדד באלפיות השנייה, וה-RMSSD, שהוא השורש הריבועי של ממוצע ריבועי

הלב: ניתוח זמנים (time domain) וניתוח תדירויות (power spectrum).<sup>8</sup> בשיטת ניתוח הזמנים מתייחסים למרחק שבין פעימת סינוס אחת לאחרת, אשר נמדד באלפיות השנייה, ומעריכים את מידת ההשתנות של מרווחים אלו לאורך זמן. השתנות זו מוצגת על-ידי מדדי פיזור מקובלים, כגון סטיות תקן. בשיטת הערכת התדירויות, מעריכים את התנודות בקצב הלב. תנודות אלו מתרחשות בתדירויות שונות. תדירות גבוהה, המתווכת על-ידי המערכת הפארא-סימפטטית (תדירות הנשימה), נעה בערכים בטווח 0.4-0.15 תנודות לשנייה. נוסף על השינויים בתדירות הגבוהה, קצב הלב משתנה גם בתדירות נמוכה של 0.15-0.04 תנודות לשנייה, הקשורה לתדר הפנימי של התנגדות ההיקפית של כלי הדם והניתנת להשפעה על-ידי גירויי חום וקור של העור. חלק מן החוקרים<sup>9</sup> מניחים ששינויי קצב הלב בתדירות הנמוכה מתווכים על-ידי המערכת הסימפטטית והפארא-סימפטטית ואילו אחרים סבורים שרק המערכת הסימפטטית מתווכת שינויים אלו. קצב הלב משתנה גם בתדירות נמוכה מאוד ובתדירות נמוכה ביותר, ואולם בהקלטות קצרות זמן, כפי שמוצג גם במחקר זה, בנייתוח תדירויות התדירויות הנמוכות מאוד אינן יציבות ולכן אינן מחושבות. היחס בין התדירות הנמוכה לגבוהה (LF/HF) מציג את האיזון בפעילות בין המערכת הסימפטטית לפארא-סימפטטית.<sup>8</sup>

החשיבות האבחונית של HRV במחלות קרדיו-וסקולריות דווחה רבות. ירידה בשונות קצב הלב קשורה לעלייה בתמותה בקרב מטופלים לאחר שבץ לבבי.<sup>10-13</sup> מחקרים אפידמיולוגיים רבים קשרו גם כן את הסיכון הגובר לחלות במחלות לב כלליות ולמות לירידה ב-HRV בקרב האוכלוסייה הכללית.<sup>14-16</sup>

HRV נמוך קשור לתחלואה ולתמותה מוגברת, עם זאת, יש לציין כי עדיין לא ברורים לגמרי הסיבות והמכניזם של הקשר הזה.<sup>7</sup> בסקירתם של טיסל פולי ואחרים<sup>17</sup> מוצגות שיטות שיקום שונות עבור מטופלים לאחר שבץ מוחי, אך אין התייחסות לשיקום האוטונומי. אשר לטיפול במערכת האוטונומית, נמצא בעיקר מידע על הטיפול התרופתי.<sup>18</sup>

נמצא כי ישנו קשר בין מדדי HRV ובין יכולת אירובית. קורלציה זו נמצאה הן שבועיים והן שלושה חודשים לאחר שבץ מוחי. ערכים נמוכים של HRV קשורים ליכולות מוטוריות נמוכות ולהפך. ייתכן כי ניטור HRV יכול לשמש אינדיקטור ליכולות מוטוריות לאחר אירוע מוחי.<sup>2</sup> התגובה הרפלקסיבית מקדימה פעילות מתוכננת. קיימות אפשרויות שונות לגירוי תת-המערכות של המערכת האוטונומית אשר מאפשרות

התפקודית. נערך מבחן Montreal Cognitive Assessment (MoCA) - מבחן קוגניטיבי שנועד לשם סינון מהיר של ירידה קוגניטיבית קלה; מקסימום הניקוד הוא 30, ציון 26 ומעלה נחשב תקין.

## הליך המחקר

הנבדקים לאחר האירוע המוחי גויסו במהלך אשפוזם במחלקה הנוירולוגית במרכז הרפואי סוראסקי. לאחר שחתמו על טופס הסכמה מדעת, הם נבדקו בשלוש תקופות: כשבועיים, חודש ושלושה חודשים לאחר האירוע, הנבדקים הבריאים הנם מדגם נוחות; לאחר חתימה על טופס ההסכמה מדעת הם עברו הערכה אחת.

בתחילת כל מפגש חובר הנבדק למכשיר ההולטר. לאחר חמש דקות מנוחה בישיבה, נערכו מניפולציות המחקר. הנבדק ביצע בסדר קבוע את הפעולות האלה: מבחן אחיזה, מבחן נשימה, מבחן קוגניטיבי, מבחן דיווש ומבחן משולב -קוגניטיבי ודיווש. לאחר כל מניפולציה הנבדק נח כמה דקות. הנבדק נשאר במעקב של רישום קצב לב ל-24 שעות.

## תוצאות

בחקר מקרים זה השתתפו ארבעה אנשים לאחר שבץ מוחי ראשון וארבעה מבוגרים בני אותו גיל שלא עברו שבץ מוחי. בטבלה 1 מוצגים המאפיינים הדמוגרפיים של המשתתפים, לפי קבוצה.

**טבלה 1: מאפיינים דמוגרפיים של המשתתפים, לפי קבוצות המחקר.**

מאפיינים	קבוצת מחקר	קבוצת ביקורת
	N=4	N=4
גיל (שנים)	68.75 [63-74]	69.0 [65-74]
מין		
זכר	2	1
נקבה	2	3
שנות לימוד (שנים)	13 [12-14]	18.75 [15-21]

הערכים בטבלה: משתנה בסולם יחס, ממוצע (מינימום ומקסימום), משתנה בסולם שמי שכיחות יחסית

ההפרשים בין המרווחים העוקבים של הפעילות הנמדד באלפיות השנייה.

על פי שיטת הערכת התדירויות - בעבודה זו מוצגים מדד התדירות הגבוהה, המתווכת על-ידי המערכת הפארא-סימפטטית ומוצגת כשטח שמתחת לעקומה הספקטרלית הנע בערכים בטווח 0.4-0.15 תנודות לשנייה (High frequency - HF), ומדד התדירות הנמוכה (Low frequency - LF) (- LF) הקשורה לתדר הפנימי של ההתנגדות ההיקפית של כלי הדם ומוצגת כשטח שמתחת לעקומה, הנע בטווח 0.15-0.04 תנודות לשנייה, והיחס ביניהם (LF/HF).

מדדי תוצאה משניים - משתני מניפולציות המחקר:

- Grip Test<sup>23</sup> (מבחן אחיזה היד) - מתבקשת לפיתה של המכשיר (Jamr hand strength dynamometer) פעם אחת אצל נבדקים בקבוצת המחקר בצד הבריא, ואצל נבדקים בקבוצת הביקורת ביד הדומיננטית - במקסימום הכוח, ולפיתה בשליש הכוח למשך שתי דקות. הבדיקה מגבירה את פעילות תת-המערכת הסימפטטית

- Breathing Test<sup>24</sup> (מבחן נשימה קצובה) - נשימה של שש נשימות קצובות בדקה, בדקה אשר מגבירה את פעילות תת-המערכת הפארא-סימפטטית.

- דיווש בישיבה<sup>25</sup> - שימוש ב-Active passive trainer הנבדק יושב על כיסא עם משענת גב התמוכה לקיר. המניפולציה מעלה את פעילות תת-המערכת הסימפטטית.

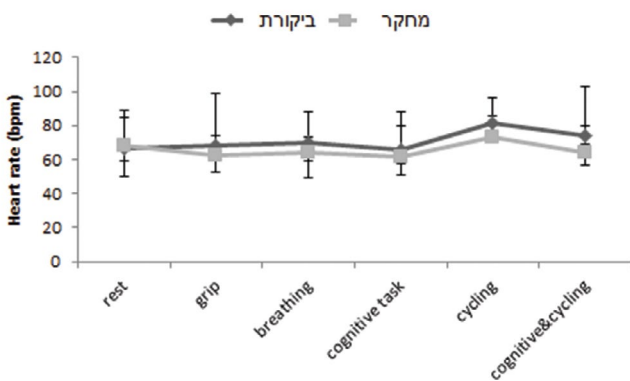
- מטלה קוגניטיבית<sup>26</sup> - הפחתת הספרה שלוש ממספר תלת-ספרתי. המטלה מגבירה את פעילותה של תת-המערכת הסימפטטית

- Dual Task (DT) (מטלה משולבת)<sup>28</sup> - מטלה קוגניטיבית ודיווש לשם העלאת פעילותה של המערכת הפארא-סימפטטית

המדדים לתיאור הנבדקים: נערכה בדיקה נוירולוגית כללית הכוללת טונוס, תחושה שטחית ועמוקה, כוח שרירים ועוצמת כאב לפי שאלון Visual Analogue Scale (VAS); נאספו נתונים סוציו-דמוגרפיים, לרבות גיל, מין, משקל, גובה, מחלות רקע, מידע על מיקום הפגיעה המוחית, על פי ממצאי Computed Tomography (CT). נוסף על כך, מולאו שאלוני הערכת נכות ותפקוד: National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS), שנועדו להעריך את החסר הנוירולוגי, ו-Modified Rankin Scale (mRS), שנועד להעריך את הנכות

בטבלה זו מוצגים זוגות נבדקים המזווגים לפי קבוצות גיל בהבדלים של 5 שנים. ערכי קצב הלב דומים בשתי הקבוצות (מחקר - ביקורת) פרט לזוג אחד, ואילו ערכי ה-RMSSD נמוכים בקרב כל זוגות הנבדקים בקבוצת המחקר לעומת נבדקי קבוצת הביקורת. תגובת קצב הלב ומדד ה-RMSSD למניפולציות המחקר בקבוצות מוצגים בגרפים הבאים. הערך המרכזי - חציון וערכי הקיצון.

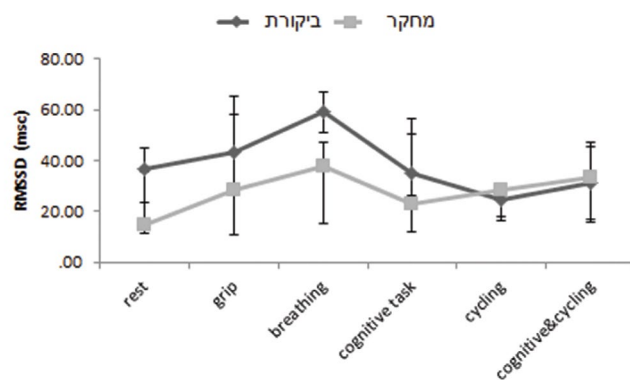
גרף 1 - קצב הלב במניפולציות השונות



Heart Rate נמדד על-ידי bpm = beats per minute

חציון קצב הלב במוניפולציות השונות היה דומה בקבוצת המחקר ובקבוצת הביקורת.

גרף 2 - RMSSD במניפולציות השונות



קיצורים:

RMSSD = Root Mean Square Successive Difference נמדד על-ידי ms = millisecond, HR= Heart Rate bpm= beats per minute

גיל המשתתפים נע בין 63 שנה ל 74 שנה. מספר שנות הלימוד בקבוצת המחקר היה קטן ממספר שנות הלימוד בקבוצת הביקורת.

בבדיקה פיזיקלית של ארבעת הנבדקים שעברו שבץ מוחי, טונוס השריר נמצא תקין, הן בגפה עליונה והן בגפה תחתונה, כוח השריר אצל שלושה מהם עמד על 4 ואצל אחד הוא עמד על 5. אחד מבין הארבעה דיווח על כאב (עוצמה 1 על פי סולם VAS). כל הנבדקים הבריאים לכאורה הציגו טונוס וכוח תקינים ולא דיווחו על כאב.

שלושה נבדקים לקו באירוע בצד ימין, שלושה מהם דורגו 1 בסולם mRS - "No significant disability". הדירוג בסולם ה-NIHSS עמד על 9 אצל נבדק אחד (Moderate Stroke) ועל 2-3 בשלושת האחרים (Minor Stroke).

הערך החציוני למבחן MoCA אצל הנבדקים לאחר שבץ מוחי עמד על 24 בטווח שבין 15-27, ואצל הנבדקים בקבוצת הביקורת הוא עמד על 26.5 נקודות בטווח שבין 26-28 נקודות. ערכי קצב הלב ומדד שונות קצב הלב בקרב הנבדקים, בחלוקה לזוגות המותאמים בגיל, מוצגים בטבלה 2.

טבלה 2: ערכי קצב הלב ומדד שונות קצב הלב בקרב הנבדקים, זוגות - מותאמים בגיל בקבוצות המחקר

זוג	גיל (קי שנים)	HR (bpm)		RMSSD(ms)	
		ביקורת	מחקר	ביקורת	מחקר
1	61-65	57	55	45	15.7
2	61-65	62.1	52.4	45	35.5
3	71-75	82.6	82	28.1	13.78
4	71-75	70.9	91.1	23.3	11.5

קיצורים:

RMSSD = Root Mean Square Successive Difference נמדד על-ידי ms = millisecond, HR= Heart Rate bpm= beats per minute

וריימונדו.<sup>29, 30</sup> במעקב אחר נבדקת לאורך שלושה חודשים ניתן לראות את השינוי בתפקוד המערכת האוטונומית ואת תגובתה לגירויי תת-המערכות השונות שהיא דומה לזו של אדם בריא.

נמצא הבדל בין הקבוצות בתגובה האוטונומית הלבבית למגוון הגירויים. במטלת הדיווש ובמטלה משולבת נצפתה מגמת השתנות בערכי מדד ה-RMSSD בניגוד לנצפה בקבוצת הביקורת. במחקרו של ריימונדו<sup>30</sup> נמצא כי בעת דיווש ישנה ירידה בשונות קצב הלב וגם לאחר מנוחה של 30 דקות לא חזר המדד לרמת הבסיס שלו. ממצאי עבודה זו מחזקים את מסקנתו של ריימונדו.<sup>30</sup>

**מגבלות המחקר:** גיוס הנבדקים נעשה בקפידה בכפוף לכללי הכללה נוקשים ומכאן שהתוקף החיצוני הוא מוגבל לאוכלוסייה ספציפית מאוד. לפיכך, הנבדקים היו ברמת תפקוד גבוהה. רמת התפקוד הבסיסית על פי mRS הייתה גבוהה מאוד ונשמרה גם לאחר שלושה חודשים. עוצמת הלפיתה במבחן אחיזת היד (Grip Test) גדלה במוצע פי 1.7, מה שמעיד על שיפור ביכולתם של הנבדקים. קבוצת הביקורת התאפיינה ברמת השכלה גבוהה. לפיכך, ייתכן כי ציון עדיף במבחן ה-MoCA אינו קשור רק למצב שלאחר השבץ המוחי אלא לרמת ההשכלה, משום שיתכן שקיים קשר בין רמת ההשכלה ליכולת הקוגניטיבית.

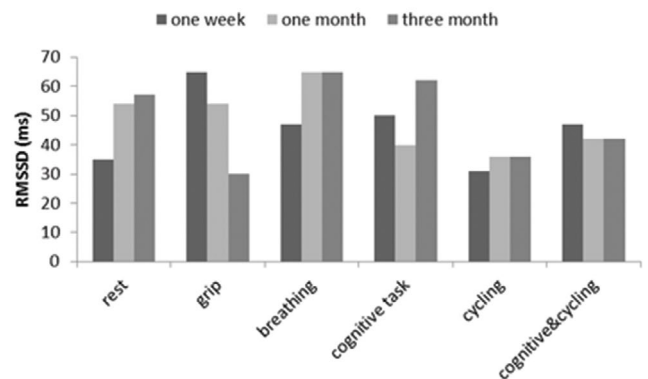
לסיכום, נראה כי ממצאי מחקר זה משקפים את השינויים במערכת האוטונומית הלבבית לאחר שבץ מוחי ומדגישים את הצורך להבין את השינויים המתרחשים במערכת זו לאורך זמן וללמוד כיצד הם משפיעים על היכולת המוטורית והתפקודית של הנבדק בכלל, ועל היכולת השיקומית שלו בפרט.

## מקורות

1. Rensink M, Schuurmans M, Lindeman E, Hafsteinsdottir T. Task-oriented training in rehabilitation after stroke: systematic review. *Journal of Advanced Nursing*. 2009;65(4):737-54.
2. Katz - Leurer M, Shochina M. Heart rate variability (HRV) parameters correlate with motor impairments and aerobic capacity in stroke patients. *Neurorehabilitation*. 2005;20:91-5.

בכל אחת מן המניפולציות, למעט במטלת הדיווש, ערכי ה-RMSSD בקבוצת הביקורת גבוהים יותר מאלה שנמצאו בקבוצת המחקר. אשר לתוצאות מבחן הדיווש, בניגוד למצופה, ערכי ה-RMSSD, לא ירדו באופן יחסי בקבוצת המחקר אלא רק בקבוצת הביקורת.

## גרף 3 - מעקב לאורך זמן אחר ערכי RMSSD אצל נבדק



Root Mean Square Successive Difference = RMSSD, ms = millisecond של ביחידות

אצל נבדקת זו נצפה כי בעת מנוחה מדד שונות קצב הלב במנוחה עלה עם חלוף הזמן מן האירוע. תגובה ברורה יותר במדד למניפולציות האגרוף (ערך נמוך) ולמניפולציות הנשימה (ערך גבוה) מוצגת במקרה זה. בעת הביצוע הדואלי של מטלה קוגניטיבית ודיווש ישנה ירידה קלה ושמירה על מצב אחיד גם לאחר שלושה חודשים.

## דיון

התוצאות שהתקבלו במחקר מדגישות את יישומיות מטלות המחקר הן בקבוצת המחקר והן בקבוצת הביקורת. ההשערה הבסיסית שישנו פער בתפקוד המערכת האוטונומית בין נבדקים לאחר שבץ מוחי ובין נבדקים דומים ללא שבץ מוחי, הן במנוחה והן כתגובה לגירויים, אוששה על פי מדגם קטן זה. ממצא זה תואם את ממצאיו של גרף<sup>28</sup> ומחזק את ההנחה כי בעקבות פגיעה מוחית ישנה פגיעה בתפקוד מערכת הבקרה האוטונומית הלבבית. ממצא זה גם מצביע כי קיים שינוי בתפקוד המערכת האוטונומית הלבבית לאורך שלושה חודשים אשר עולה בקנה אחד עם תוצאות מחקרם של מקלרן



3. Korpelainen JT, Sotaniemi KA, Myllylä VV. Asymmetric sweating in stroke: a prospective quantitative study of patients with hemispherical brain infarction. *NeuroImage*. 1993;43:1121-214.
4. Naver HK, Blomstrand C, Wallin BG. Reduced heart rate variability after right-sided stroke. *Stroke*. 1996;27:247-51.
5. Korpelainen JT, Sotaniemi KA, Myllylä VV. Hyperhidrosis as a reflection of autonomic failure in patients with acute hemispherical brain infarction. An evaporimetric study. *Stroke*. 1992;23:1271-5.
6. Korpelainen JT, Sotaniemi KA, Myllylä VV. Asymmetrical skin temperature in ischemic stroke. *Stroke*. 1995;26:1543-7.
7. Lahiri MK, Kannankeril PJ, Goldberger JJ. Assessment of Autonomic Function in Cardiovascular Disease. *Journal of the American College of Cardiology*. 2008;51:1725-33.
8. Electrophysiology. TFOtESoCatNASoPa. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation*. 1996;93:1043-65.
9. Houle MS, Billman GE. Low-frequency component of the heart rate variability spectrum: a poor marker of sympathetic activity. *American Journal of Physiology - Heart and Circulatory Physiology*. 1999;276(1):H215-H23.
10. Bigger J, Fleiss J, Rolnitzky L, Steinman R. Frequency domain measures of heart period variability to assess risk late after myocardial infarction. *Journal of American College Cardiology*. 1993;21(729-736).
11. Lanza G, Guido V, Galeazzi MM, Mustilli M, Natali R, Ierardi C, et al. Prognostic role of heart rate variability in patients with recent acute myocardial infarction. *American Journal of Cardiology*. 1998;82:1323-8.
12. La Rovere MT, Pinna GD, Maestri R, Mortara A, Capomolla S, Febo O, et al. Short-term heart rate variability strongly predicts sudden cardiac death in chronic heart failure patients. *Circulation*. 2003;107:565-70.
13. Rashba EJ, Estes NA, Wang P, Schaechter A, Howard A, Zareba W, et al. Preserved heart rate variability identifies low-risk patients with nonischemic dilated cardiomyopathy: results from the DEFINITE trial. *Heart Rhythm* 2006;3:281-6.
14. Tsuji H, Larson M, Venditti F, Manders ES, Evans JC, Feldman CL, et al. Impact of reduced heart rate variability on risk for cardiac events. *Circulation*. 1996;94:2850-5.
15. de Bruyne M, Kors J, Hoes AW, Klootwijk P, Dekker JM, Hofman A, et al. Both decreased and increased heart rate variability on the standard 10-second electrocardiogram predict cardiac mortality in the elderly: the Rotterdam Study. *American Journal of Epidemiology*. 1999;150:1282-8.
16. Dekker J, Crow R, Folsom AR, Hannan PJ, Liao D, Swenne CA, et al. Low heart rate variability in a 2-minute rhythm strip predicts risk of coronary heart disease and mortality from several causes: the ARIC study. *Circulation*. 2000;102:1239-44.
17. Teasell R, Foley N, Salter K, Bhogal S, Jutai J, Speechley M. Evidence-Based Review of Stroke Rehabilitation: executive summary, 12th edition. *Topics in Stroke Rehabilitation*. 2009;16(6):463-88.
18. Cheyuo C, Jacob A, Wu R, Zhou M, Coppa GF, Wang P. The parasympathetic nervous system in the quest for stroke therapeutics. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism* 2011;31:1187-95.
19. Teasell RW. *physical Medicine and Rehabilitation The Anatomic Nervous System State of the art reviews*. Teasell RW, editor. Philadelphia: Hanley & Belfus; 1996.
20. Coats AJ, Adamopoulos S, Radaelli A. Controlled trial of physical training in chronic heart failure: exercise performance, hemodynamics, ventilation, and autonomic function. *Circulation*. 1992;85:2119-31.
21. Lavie CJ, Milani RV. Effects of cardiac rehabilitation, exercise training, and weight reduction on exercise capacity, coronary risk factors, behavioral characteristics, and quality of life in obese coronary patients. *American Journal of Cardiology*. 1997;79:397-401.

22. Albinet CT, Boucard G, Bouquet CA, Audiffren M. Increased heart rate variability and executive performance after aerobic training in the elderly. *European journal of applied physiology*. 2010;109:617-24.
23. Bohannon RW. Hand-grip dynamometry provides a valid indication of upper extremity strength impairment in home care patients. *Journal of Hand Therapy*. 1998;11(4):258-60.
24. Shields RW. Heart rate variability with deep breathing as a clinical test of cardiovagal function. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*. 2009;76:37-40.
25. Catai AM, Chacon-Mikahil MPT, Martinelli FS, Forti VAM, Silva E, Golfetti R, et al. Effects of aerobic exercise training on heart rate variability during wakefulness and sleep and cardiorespiratory responses of young and middle-aged healthy men. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*. 2002;35(6):741-52.
26. Srygley JM, Mirelman A, Herman T, Giladi N, Hausdorff JM. When does walking alter thinking? age and task associated findings. *Brain Research*. 2008:92-9.
27. Di Bernardi Luft C, Takase E, Darby D. Heart rate variability and cognitive function: Effects of physical effort. *Biological Psychology* 2009;82:186-91.
28. Graff B, Gasecki D, Rojek A, Boutouyrie P, Nyka W, Laurent S, et al. Heart rate variability and function outcome in ischemic stroke: a multiparameter approach. *Journal of Hypertension*. 2013;31:1629-36.
29. McLaren A, Kerr S, Allan L, Steen N, Ballard C, Allen J, et al. Autonomic function is impaired in elderly stroke survivors. *Stroke*. 2005;36:1026-30.
30. Raimundo DR, de Abreu LC, Adami F, Vanderlei FM, de Carvalho TD, Moreno IL, et al. Heart rate variability in stroke patients submitted to an acute bout of aerobic exercise. *Transl Stroke Res*. 2013;4:488-99.

## The cardiac autonomic nervous system state and response to reflective, motor and cognitive stimuli among individuals post stroke: A feasibility study

Noa Raphaely Beer<sup>1</sup>, Michal Katz Leurer<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Physical Therapy Department Ariel University, PhD student at Tel Aviv University

<sup>2</sup> Physical Therapy Department Tel Aviv University.

### Abstract

Autonomic instability is a common phenomenon in individuals post stroke, manifested in hyper-stimulation of the sympathetic nervous system. Heart rate variability (HRV) refers to beat-to-beat alterations in heart rate, as measured by periodic variation in the R-R interval. This measure provides a non-invasive method for investigating the function of the heart's autonomic control system. The purpose of this case study is to describe the response of the cardiac autonomic control system to different physical and cognitive stimuli used routinely in rehabilitation, at three different points in time: shortly after the occurrence of stroke, one month - and three months post stroke.

**Study population:** Four post ischemic stroke individuals with reserved cognitive capacity and without severe visual or hearing impairment and four age-matched healthy controls.

**The research process:** Post-stroke study participants were examined and cardiac autonomic response was evaluated at three different points in time: up to two weeks after the ischemic event, one month, and three months post stroke. The cardiac autonomic response of control-group participants was evaluated once. In each evaluation session, HRV data were recorded for a period of 24 hours.

At the beginning of each session, participants performed various tasks: a grip test, a breath test, pedaling, a cognitive test, and a combined test that involved pedaling and a cognitive task.

**Results:** Heart rate values were similar in both groups at rest and throughout the tasks. HRV values were lower among individuals post stroke, both at rest and during research-related tasks.

**Discussion:** This case study's results highlight the feasibility of implementing this protocol among individuals post stroke. The cardiac autonomic nervous system reacts differently to various stimuli in individuals post stroke, as compared to its reaction in age-matched healthy controls.

**Key Words:** stroke, autonomic cardiac nervous system, heart rate variability.