

# ההשפעה של תרגול אינטנסיבי בדגש לגפיים עליונות על סבולת ופעילות מערכת הבקרה האוטונומית הלבבית בילדים עם המיפלגיה על רקע שיתוק מוחין: ניסוי קליני

גלעד שורק<sup>1</sup>, מרילין כהן<sup>2</sup>, מיכל כץ-לוי<sup>3</sup>, קרן בן שטרית<sup>1</sup>, סיימון שלס<sup>1</sup>

<sup>1</sup> המחלקת לפיזיותרפיה, בית חולים אלון, ירושלים, <sup>2</sup> המחלקה לריפוי בעיסוק, בית חולים אלון, ירושלים, <sup>3</sup> החוג לפיזיותרפיה, אוניברסיטת תל-אביב

הלבבית שבאה לידי ביטוי בערכי קצב הלב במנוחה (ירידה חציונית של 4 פעימות לדקה) וערכי שונות קצב הלב במנוחה של מדד ה-RMSSD (עלייה חציונית של 8.5 אלפיות השנייה) לאורך תקופת המעקב.

## מסקנות

ממחקר זה אפשר להסיק כי אימון קצר ואינטנסיבי משולב תוך כדי שימוש בשיטות טיפול שונות, בדגש על הגפיים העליונות, הראה שיפור בתפקוד הגפיים העליונות וגם בסבולת ההליכה ובתפקוד מערכת הבקרה האוטונומית הלבבית אצל ילדים עם UCP ויכול להציע מסגרת טיפולית יעילה לילדים עם UCP.

**מילות מפתח:** Unilateral Cerebral Palsy, HABIT, CIMT, קצב לב, שונות קצב לב, סבולת הליכה.

## הקדמה

שיתוק מוחין (Cerebral palsy - CP) היא סיבה שכיחה למוגבלות גופנית בקרב ילדים. תת-סוג שכיח הוא דגם של המיפלגיה (Unilateral Cerebral Palsy - UCP) המאופיין בלקות בצד אחד של הגוף. הלקות כוללת טונוס מוגבר, חולשה, תחושה וקואורדינציה, לקויות של היד והרגל בצד הפגוע המובילים לקושי בתפקוד דו-צדדי ומוגבלות בהשתתפות בפעילויות משמעותיות. שימוש אסימטרי בצד הפגוע והתעלמות מהצד עלולים להמשיך ולהחמיר את הלקויות שנגרמות בעקבות ההמיפלגיה ולפגוע בתפקוד מתואם של שני צדי הגוף בתפקוד היומיומי.<sup>1,2</sup>

כאשר מתייחסים ללקות הדו-צדדית וללקות החד-צדדית אצל ילדים עם UCP מוצעות שתי אסטרטגיות טיפוליות אשר נמצאו על-ידי Novak כגישות יעילות ומועדפות לטיפול.<sup>2</sup>

## תקציר

**מטרת המחקר:** לבחון את ההשפעה של אימון אינטנסיבי משולב של תרגול בילטרלי והגבלה של הגפיים העליונות, הכולל גם תרגול יומיומי בחדר הכושר ובבריכה הטיפולית, על תפקוד הגפיים העליונות, על סבולת ההליכה ועל תפקוד מערכת הבקרה האוטונומית הלבבית אצל ילדים עם (UCP) Unilateral Cerebral Palsy.

## שיטות

עשרה ילדים בגילאי 10-6 השתתפו בתכנית אימון אינטנסיבית שנמשכה שבועיים, חמשה ימים בשבוע, שש שעות כל יום. נאספו נתונים מתוך Assisting Hand Assessment (AHA), Jebsen-Taylor Test of Hand Function (JTHF), 6 Minute Walk Test (6MWT), השליטה האוטונומית על הלב הוערכה על-ידי קצב הלב במנוחה (Heart Rate- HR) ושונות קצב הלב במנוחה (Variability- HRV) ונמדדה על-ידי שעון דופק מסוג Polar RS800CX. הנתונים נאספו לפני ההתערבות, מיד לאחריה וכעבור שלושה חודשים.

## תוצאות

נמצא שיפור מובהק סטטיסטית בתפקוד הדו-צדדי והחד-צדדי של הגפיים העליונות. נמצא שיפור ב-AHA עם שינוי חציוני של 9 logits units [טווח 1-26], שיפור חציוני ב-JJTHF של 56 שניות [טווח (-55)-217] ביד המעורבת ו-9 שניות [טווח (-6)-26] ביד הלא מעורבת, בהשוואה בין הבדיקה הראשונה לבדיקה השלישית. שיפור מובהק נמצא ב-6MWT עם עלייה מחציון של 438 מטרים (טווח: 294-558) בהערכת הבסיס ל-466 (432-592) מיד לאחר ההתערבות ו-528 (425-609) שלושה חודשים לאחר ההתערבות ( $p=.03$ ). שיפור מובהק סטטיסטית נמצא גם בתפקוד מערכת הבקרה האוטונומית

רבות ביכולות מוטוריות לקויות בשל הפגיעה המוחית ומצבים פיזיים שניוניים כמו קיצור של רקמה רכה, שרירים חלשים או כושר ירוד בשל ישיבה ממושכת בכיסא או מנוחה במיטה. נוסף על כך, ייתכן שאחת הסיבות האפשריות לכך הוא תפקוד ירוד של מערכת לב-ריאה אם הפגיעה המוחית הראשונית משפיעה על ויסות המערכת הלבבית האוטונומית.<sup>14</sup>

חוסר יציבות של המערכת האוטונומית נפוץ במחלות קרדיוסקולריות ובמצבים נירולוגיים שונים, מאופיין בפעילות-יתר סימפטטית וקשור לשכיחות גבוהה של תחלואה ותמותה אצל צעירים ומבוגרים.<sup>15</sup> התופעה מאופיינת בקצב לב גבוה ובשונות נמוכה בקצב הלב במנוחה, ביתר לחץ דם, באירועי לחץ דם נמוך או בתגובה בהתאם לשינוי תנוחה ואריתמיה (הפרעה בקצב לב). אי-תקינות בתפקוד השלפוחית והמעעי בשלב החרף לאחר הפגיעה ובמידה קטנה יותר בשלב התת-חרף לאחר הפגיעה אופייניים לאחר פגיעות מוחיות.<sup>16</sup>

מחקרים מעטים תיארו את תפקוד המערכת האוטונומית אצל ילדים עם שיתוק מוחין. נמצא כי המערכת לקויה, ערכי קצב הלב גבוהים ושונות קצב הלב במנוחה ירודה בהשוואה לילדים מפותחים בהתאם לגילם. הדבר נכון הן אצל תינוקות עם חשד לשיתוק מוחין והתפתחות לא תקינה<sup>17</sup> והן אצל ילדים.<sup>14,18</sup> מעבר לבדיקת תפקודה של המערכת האוטונומית במצב מנוחה, נצפתה תגובה לקויה של המערכת למבחן העמדה והליכה.<sup>14,19,20,21</sup> כמו כן, נמצא קשר בין הרמה התפקודית של הילדים לבין שונות קצב הלב במנוחה ובעמידה, כך שילדים מוגבלים יותר מבחינה מוטורית הראו תפקוד אוטונומי לבבי נמוך יותר.<sup>19,21</sup> נוסף על כך, נמצאו הבדלים בתגובת קצב הלב ושונות קצב הלב למניפולציות אקטיביות אצל ילדים עם GMFCS 5-4.<sup>22</sup>

כאמור, מעט עבודות תיארו את תפקוד מערכת הבקרה האוטונומית הלבבית אצל ילדים עם CP. לא נמצאו עבודות שבחנו את ההשפעה של תכניות אימון אינטנסיביות שונות על תפקוד מערכת הבקרה האוטונומית הלבבית אצל ילדים עם UCP. לפיכך, מטרת עבודה זו היא לבחון את ההשפעה של אימון אינטנסיבי בדגש על גפיים עליונות, המשלב HABILITATION ו-CIMT modified, על סבולת ההליכה ועל תפקוד מערכת הבקרה האוטונומית הלבבית אצל ילדים עם UCP.

השיטה הראשונה היא Constraint-Induced Movement Therapy (CIMT) שבה מגבילים את היד הלא מעורבת כדי לעודד שימוש ביד המעורבת דרך אימון מכוון-מטרה.<sup>1,3</sup> השיטה השנייה היא Hand-Arm Bimanual Intensive Therapy (HABIT), שבה הטיפול מתמקד במטלות אשר דורשות שימוש של שתי ידיים יחד ותיאום דו-צדדי בתפקוד.<sup>4</sup> שתי שיטות אלה מבוססות על אימון מכוון-משימה במהלך שעות האימון, על פי עקרונות של למידה מוטורית המעודדת נירופלסטיות. שתי תכניות אלה מורכבות מתכנית אימונים קצרת טווח ואינטנסיבית.

יעילותן של שיטות טיפול אלו לשיפור התפקוד של הגפה העליונה נבחנה על פי מבחנים ייעודיים. הערכת המהירות ומיומנות השימוש בגפה אחת בוצעה על-ידי (JTTHF) Jebsen-Taylor Test of Hand Function, והיכולת הדו-צדדית והביצוע התפקודי על פי מבחן ה- Assessment (AHA) שתי שיטות טיפול אלו נמצאו יעילות גם בביצוע החד-צדדי וגם בביצוע הדו-צדדי.<sup>5,6,7</sup> כצעד נוסף, כמה עבודות בחנו את ההשפעה של שילובן של שתי השיטות האלה יחדיו, ומצאו שיפור מובהק בתפקוד חד-צדדי ודו-צדדי.<sup>8,9</sup> ישנן עבודות שונות שכל אחת מהן ביצעה תכניות אלו באינטנסיביות שונה.<sup>4,5,9</sup> לדוגמה, שבועיים, חמשה ימים בשבוע לשש שעות ביום.<sup>9</sup>

מעבר לתפקודי הגפה העליונה, מספר עבודות בחנו את ההשפעה של CIMT לגפיים עליונות על שיקום היציבה, על שיווי המשקל ועל תפקוד הגפיים התחתונות אצל מטופלים לאחר אירוע מוחי ואצל ילדים עם CP. מטופלים לאחר אירוע מוחי אשר התאמנו באימון מכוון-מטרה בעמידה השיגו שיפור משמעותי בשליטה היציבית.<sup>10</sup> אצל ילדים עם UCP נצפה שיפור במדדי הזמן והמרחב של ההליכה<sup>11</sup> ובביצוע המוטורי לאחר CIMT.<sup>12</sup> עבודה אחת בדקה את ההשפעה של תכנית אימון אינטנסיבית הכוללת אימון בילטרלי בגפיים התחתונות והעליונות - HABILITATION Including Lower Extremity (HABIL-ILE) למשך עשרה ימים רצופים, תשע שעות ביום (סך הכול 90 שעות) ונמצא שיפור ביכולת הניידות ובסבולת ההליכה לפי מבחן שש דקות ההליכה (6MWT).<sup>13</sup>

בקרב ילדים עם CP נמצאה סבולת נמוכה לפעילות פיזית בהשוואה לילדים בריאים. סבולת נמוכה זו מוסברת פעמים

## שיטות

## תבנית המחקר

המחקר הוא מסוג ביקורת עצמית. הילדים הוערכו שלוש פעמים: שבוע לפני תכנית ההתערבות, מיד עם סיומה ושלושה חודשים לאחריה.

גודל המדגם חושב על בסיס מחקר קודם,<sup>9</sup> והנחת הבסיס הייתה שעל מנת שימצא שינוי במדדי הסבולת, הניידות והתפקוד האוטונומי הלבבי, יש ראשית להציג אפקט בתפקודים הבסיסיים שעליהם מופעלת ההתערבות בתכנית זו. בהשוואה לפני ואחרי ההתערבות נמצא effect size גדול של ציוני ה-AHA, בתכנית ששילבה HABIT ו-CIMT. בהתבסס על השערות מקובלות - טעות מסוג ראשון של 5% בעוצמה של 80% ו-effect size של 0.90 - גודל המדגם הדרוש הוא 10 נבדקים.

## אוכלוסיית המחקר

אוכלוסיית המחקר גויסה מתוך מרפאת CP רב-צוותית בבית החולים אלן לשיקום ילדים ונוער בירושלים, בין פברואר ליולי 2013. הוכללו ילדים עם UCP בגילים 6-12, עם יישור אקטיבי של שורש כף יד לפחות 20 מעלות,<sup>4</sup> Manual Ability Classification System (MACS) בציון 1-3,<sup>23</sup> Gross Motor Functional Classification System (GMFCS) בציון 1-2,<sup>24</sup> הלומדים בבית ספר רגיל בכיתה או בכיתה מקדמת ומדגימים את היכולת להבין הוראות ולהשתתף ללא נוכחות ההורים. הוצאו ילדים עם בעיות בריאותיות שלא קשורות ל-CP, עם פרוסטים לא נשלטים בחודשים שלפני המחקר, עם ליקויי ראייה שמשפיעים על יכולת ביצוע משימות, עם טונוס מוגבר ברמה של Ashworth > 3,<sup>25</sup> עם ניתוחים או הזרקות של רעלן הבוטוליניום לגפיים העליונות או התחתונות במהלך ששת החודשים האחרונים, עם קשיים התנהגותיים או קוגניטיביים המונעים שיתוף פעולה במהלך תכנית ההתערבות, אשר נצפו במשך הביקור במרפאה הרב-צוותית או דווחו על-ידי ההורים.

פרוטוקול המחקר קיבל אישור של ועדת הלסינקי של בית החולים אלן ושל משרד הבריאות. שני ההורים והילד הביעו את הסכמתם להשתתפות הילד במחקר; שני ההורים חתמו על טופס ההסכמה מדעת קודם למחקר.

## כלי המחקר

**תפקוד דו-צדדי של הגפיים העליונות - AHA** - בגרסה 4.4.<sup>26,27</sup> הוא אחד ממדדי התוצאה העיקריים המעריך יכולת בימנואלית וביצוע תפקודי. ה-AHA הוא מבחן ביצוע סטנדרטי המודד איך הילד משתמש ביד המעורבת בתפקוד בימנואלי במטלות טיפוסיות. בוחן שעבר הסמכה להעברת המבחן מעריך 22 סעיפים בשימוש סקלת קריטריון של ארבעה סעיפים. ניתוח Rasch מעביר את ציון הגלם וה-scaled scores ל-equal interval unit logits אשר מוכנס מחדש לתוך סקלה מ-0-100 המומלצת לדיווח והשוואה בין מחקרים שונים.<sup>28</sup> בדיקות פסיכומטריות של ה-AHA הן בעלות תוקף כללי טוב, תוקף תוכן ומבנה טובים, מהימנות גבוהה בין ובתוך בודקים ורגישות לשינוי.<sup>29,30</sup>

**תפקוד חד-צדדי של הגפה העליונה: Jebsen-Taylor Test of Hand Function (JTTHF)**<sup>31</sup> הוא מדד תוצאה עיקרי נוסף המעריך את מהירות הביצוע ויעילותה בכל אחת משתי הידיים. זהו כלי מדידה סטנדרטי ואובייקטיבי המודד את זמן הביצוע של שבע מטלות שונות. מטלת הכתיבה הוצאה בשל גיל הנדבקים (6-10 שנים). שש המטלות הנותרות נבדקו וצוינו בהתאם לפרוטוקול סטנדרטי. לכל מטלה ניתן זמן ביצוע מרבי של שתי דקות כדי למנוע תסכול בקרב הילדים. תוקף התוכן, המבנה והמקביל כמו גם המהימנות בין הבודקים, בתוך הבודקים ובין המבחנים הוצגו בעבר.<sup>32,33</sup>

**סבולת בניידות - מבחן שש דקות הליכה (6 Minute Walk Test- 6MW)**. מבחן סבולת זה מעריך את רמת היכולת התפקודית הסב-מקסימאלית, ומשמש להערכת היכולת התפקודית אצל אנשים עם לקויות או מצבים כרוניים.<sup>34</sup> המבחן התבצע עם נעליים וסדים, בתוך מבנה לאורך מסדרון ארוך, שטוח וישר (אורך המסדרון 66 מטרים). הנבדקים התבקשו ללכת מרחק גדול ככל האפשר למשך שש דקות. מבחן זה הציג מהימנות ותוקף מבחן אצל ילדים ובני נוער עם CP.<sup>35</sup>

**תפקוד מערכת הבקרה האוטונומית לבבית** - השליטה האוטונומית על הלב הוערכה על-ידי קצב הלב (Heart Rate Variability- HRV) ושונות קצב הלב (HRV) מוגדרת כהשתנות בין פעימה לפעימה, ה-HRV הנו מדד מקובל לתיאור שינויים מידיים בקצב הלב וב-

עם הפעלה אינטנסיבית של היד המעורבת בפעילויות מהנות, תואמות גיל וחוזרניות שכללו תנועות מכוונות-מטרה כמו reaching out, wrist extension, supination and grasping. בהמשך בוצעה הפעלה בימנואלית תפקודית אינטנסיבית למשך שלוש-ארבע שעות. הפעילויות מכוונות-המטרה כללו הכנה של ארוחת הצהריים בפעולות הדורשות שימוש בשתי ידיים, כמו חיתוך ירקות לסלט, ופעילות מלאכת יד הדורשות שימוש בשתי ידיים, כמו רקמה והדבקות. בסוף היום השתתפו הילדים בפעילות מוטורית בבריכה למשך חצי שעה שהדגישה הפעלה בילטרלית של הגפיים העליונות והתחתונות. לפני ואחרי הפעילות במים תרגלו הילדים תפקודי ADL בילטרליים של פשיטת בגדים ולבישתם (כולל לבישת הסדים, סידור השיער אצל הבנות וכו') ורחצה. במהלך כל תכנית ההתערבות הוצמד לכל ילד מדריך (רובם סטודנטים לפיזיותרפיה או ריפוי בעיסוק) במשך כל שעות הפעילות, כדי לוודא יישום מיטבי של תכנית ההתערבות.

צוות המדריכים עבר הכנה של ארבע שעות לפני המחנה הטיפולי והדרכה צמודה במשך כל הימים. ההכנה וההדרכה השוטפת נעשו על-ידי מרפאה בעיסוק ופיזיותרפיסט מצוות אלי"ן ועסקו בהסבר כיצד ילד עם UCP מתפקד, המטרה והמתודולוגיה של המחנה הטיפולי, מערכת השעות היומית והדרישות מצוות המדריכים במשך המחנה הטיפולי. צוות המדריכים הונחה למקד את כל הפעילויות במשך היום בגפיים העליונות. בהתאם לכך, כל הפעילויות במשך היום התרחשו בליווי צמוד של מרפאה בעיסוק, למעט הפעילויות בחדר הכושר ובבריכה שבהן ניתן ליווי צמוד של פיזיותרפיסט.

ההערכות נעשו על-ידי אותם מעריכים בכל שלוש הפעמים. מבחני AHA ו-JTTHF נעשו על-ידי מרפאה בעיסוק, מבחן 6MW, כולל ההערכה עם שעון פולר, נעשה על-ידי פיזיותרפיסט. סדר ההערכות התבצע באופן רנדומלי כדי למנוע הטיות בשל התעייפות. המטפלים המעריכים לא ליוו את הילדים באופן פרטני (כמו צוות המדריכים) אבל היו מעורבים כמשגיחים וכמפעילים בפעילות הקבוצתית.

## שיטות סטטיסטיות

תיאור המשתתפים מוצג באמצעות שכיחות למשתנים שמיים וחציון וטווח למשתנים בסולם היחס. בחינת ההבדלים בין

R-R Interval. ה-R מבטא את שיא הפעילות החשמלית של התכווצות החדרים במחזור התכווצות הלב. להערכת ה-HRV משתמשים במדדי זמן ומדדי תדירות. מדד הזמן המוצג בעבודה זו הוא ה-Square Root of the Mean Square differences of successive R-R Interval (RMSSD) המעריך את המרכיבים קצרי המועד של ה-HRV. היחידות שמשמשות בהן הן millisecond (ms). ניתוח מרכיב התדירות נעשה על-ידי ניתוח גלי מורכב של ה-R-R Interval המבוטא בהרצים (Hz) ומחולק לארבע רצועות ספקטרום. בהקלטות קצרות מקובל להשתמש בשתי רצועות, הרצועה בטווח שבין 0.04-0.15 Hz Low frequency (LF), והרצועה בטווח שבין 0.15-0.4 Hz High frequency (HF) והיחידות שמשמשות בהן הן  $ms^2$ . ה-HF מקושר לפעילות המערכת הפרהסימפטטית, ה-LF מקושר למערכת הסימפטטית. היחס שבין LF ל-HF (LF/HF) מבטא את האיזון בין פעילות שתי המערכות והוא מדד התדר המוצג בעבודה זו.<sup>36,37</sup>

קצב הלב נוטר על-ידי שעון מסוג Polar RS800CX (Polar Electro OY, Kempele, Finland). הנתונים נקלטו ממשדר על החזה ונאגרו במחשב השעון, לאחר מכן הועברו למחשב לניתוח בתוכנה ספציפית לפולר (Polar Protrainer 5 inc). שעון פולר נמצא תקף ומהימן ביחס למכשיר ECG אצל צעירים בריאים.<sup>38</sup> הערכה בסיסית של תפקוד מערכת הבקרה האוטונומית הלבבית נעשתה במשך חמש דקות במנוחה בשיבה.<sup>36</sup> בזמן המנוחה הילדים ישבו בשקט ללא דיבור, אכילה או שתייה.

## תכנית ההתערבות

התכנית האינטנסיבית המשולבת של HABIT ו-CIMT הופעלה במשך שש שעות ביום, חמישה ימים בשבוע, למשך שבועיים (סך הכול 60 שעות), במהלך קיץ 2013, בבית החולים השיקומי אלי"ן בירושלים. המערכת היומית כללה 45 דק' של פעילות בילטרלית כללית בחדר כושר המותאם לילדים - פעילות זו התמקדה בהפעלה בילטרלית של הגפיים העליונות והתחתונות וכללה 10 דק' חימום, 25 דק' פעילות במכשירי כושר שונים כמו מסילה, אליפטיקל, אופניים ומכשירי כוח שונים, ו-10 דק' משחקי קבוצה תחרותיים אשר כללו לדוגמה תרגילי שיווי משקל, קפיצות וריצות. לאחר חדר הכושר, כל הילדים השתתפו בשעה אחת של CIMT ליד היותר תפקודית,

## תוצאות

בטבלה 1 מוצגים מאפייני המשתתפים ומדדי התוצאה העיקריים בתחילת המחקר. שבעה מבין המשתתפים, בני 6-10 שנים. מרחק ההליכה ב-6 דקות נע בין 294-558 מטרים, קצב הלב במנוחה נע בין 81-102 פעימות לדקה עם ערך חציוני של 94 פעימות לדקה. מדד ה-RMSSD נע בין 26-69 אלפיות השנייה במנוחה, הערך החציוני היה 41 אלפיות השנייה. יחס התדרים נע בין 1.4-2.8 עם חציון של 2.1.

שלוש נקודות ההערכה (לפני, אחרי ושלושה חודשים לאחר ההתערבות) מוצגת על-ידי מבחן פרידמן לתצפיות חוזרות. אם המבחן נמצא מובהק סטטיסטית נערך מבחן post hoc (עם תיקון להשוואות מרובות בגישת בונפרוני). על פי מבחן וילקוקסון. מתאם ספירמן נועד לבחינת הקשרים בשינוי בזמן בין מדדי התוצאה. ניתוח הנתונים בוצע כולו בעזרת תוכנת SPSS v22;  $p\text{-value} < .05$  הוצג מובהק סטטיסטית.

## טבלה 1: מאפייני המשתתפים ומדדי התוצאה העיקריים בתחילת המחקר

N=10	
7 3	מין בן בת
9 [6-10]	גיל (שנים)
5 5	צד הפגיעה המוחית ימין שמאל
6 4	GMFCS I II
2 8	MACS I II
438 [294-558]	6MWT (מטר)
94 [81-102]	קצב לב במנוחה (פעימות לדקה)
41 [26-69]	RMSSD במנוחה (אלפיות השנייה)
2.1 [1.4-2.8]	L/H במנוחה

הנתונים בטבלה הם חציון [מינימום ומקסימום],

GMFCS - Gross Motor Functional Classification System, MACS-Manual Ability Classification System, 6MWT - Six-minute Walk Test, RMSSD - Square Root of the Mean Square differences of successive R-R Interval, L/H- Low to High frequency.

ירידה מובהקת סטטיסטית בערכי קצב הלב במנוחה נצפתה לאורך תקופת המעקב ( $\chi^2_{(2)}=7.3, p=0.02$ ). בבחינת מקור ההבדל נמצא כי עיקר השינוי התרחש בתקופת התרגול (ירידה חציונית של 4 פעימות לדקה בטווח שנע בין עלייה ב-3 עד ירידה של 10 פעימות לדקה במנוחה בסיום המעקב).

לא נמצא הבדל מובהק סטטיסטית בערכי קצב הלב במנוחה בין שתי ההערכות שלאחר ההתערבות. נמצא שינוי מובהק סטטיסטית בערכי מדד ה-RMSSD במנוחה לאחר תכנית ההתערבות ותקופת המעקב ( $\chi^2_{(2)}=6.3, p=0.04$ ). המדד ביטא עלייה חציונית של 8.5 אלפיות השנייה, ועיקר העלייה התרחשה בתקופת התרגול ( $Z=2.2, p=0.02$ ), ללא הבדל מובהק סטטיסטית בין שתי ההערכות שלאחר תקופה זו.

לא נמצאו הבדלים מובהקים סטטיסטית במדד יחס התדרים לאורך תקופת המחקר.

כצעד נוסף נבחן הקשר בין השינוי במרחק ההליכה ב-6MWT לשינוי בקצב הלב, ובמדד ה-RMSSD לאורך תקופת המחקר. נמצא קשר הפוך בין העלייה במרחק ההליכה לשינוי בקצב הלב במנוחה ( $r_s=0.83, p=0.005$ ), וקשר ישר בעל מובהקות סטטיסטית גבולית, עם שינוי במדד ה-RMSSD ( $r_s=0.64, p=0.06$ ) (גרף 2).

בטבלה 2 מוצגות תוצאות מבחני התפקוד של הגפה העליונה על-ידי החציון והטווח בתחילת המחקר והשינוי בערכי המדד מיד לאחר ההתערבות ושלושה חודשים לאחר מכן. נמצאה עלייה בדירוג מובהקת סטטיסטית, שהיא גבוהה מן השינוי הקליני המשמעותי (5 logit units) בין ציוני ה-AHA בין שלוש ההערכות ( $\chi^2_{(2)}=9.3, p=0.009$ ). הציון היה גבוה באופן מובהק מיד לאחר ההתערבות וכעבור שלושה חודשים, בהשוואה לציון הבסיסי שלפני ההתערבות (לפני אחרי;  $Z=2.7, p=0.007$ , לפני ההתערבות מול שלושה חודשים לאחר;  $Z=2.4, p=0.01$ ), ללא הבדל מובהק סטטיסטית בין שתי ההערכות שלאחר ההתערבות.

שיפור מובהק נמצא בתפקוד חד-צדדי בשתי הידיים לאורך הזמן כפי שמוצג על ידי תוצאות ה-JTTHF, הן ביד המעורבת ( $\chi^2_{(2)}=6.9, p=0.03$ ) והן ביד הלא מעורבת ( $\chi^2_{(2)}=14, p=0.001$ ) כאשר משך זמן הביצוע של סכום כלל המטלות ירד לאחר תקופת ההתערבות (טבלה 2). בשתי הידיים, השינוי נמצא מובהק בין ההערכות לפני ההתערבות ואחריה ( $p < 0.01$ ), ללא שינוי מובהק סטטיסטית בין ההערכות שנעשו לאחר ההתערבות.

שיפור מובהק נמצא בתוצאות מבחן ה-6MWT לאורך תכנית ההתערבות והמעקב ( $\chi^2_{(2)}=10.5, p=0.005$ ), עם עלייה מחציון של 438 מטרים (טווח: 294-558) בהערכת הבסיס ל-466 (432-592) מיד לאחר ההתערבות ול-528 (425-609) כעבור שלושה חודשים ( $p=0.03$ ), ללא הבדל מובהק בין ההערכות לאחר ההתערבות.

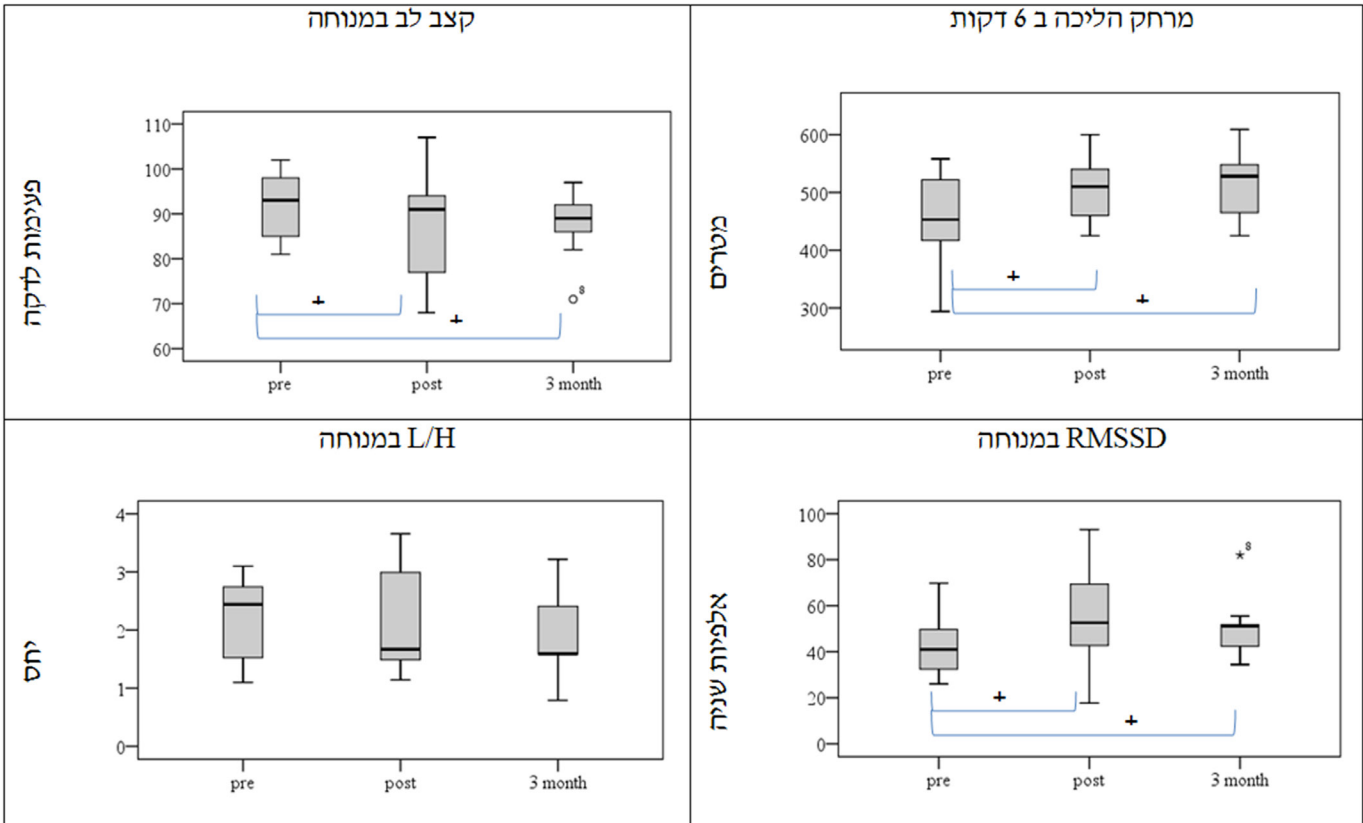
**טבלה 2: מדדי תפקוד הגפה העליונה לפני ההתערבות, מיד לאחריה וכעבור שלושה חודשים**

$\Delta$ ביחס לערכי הכניסה		לפני ההתערבות	
כעבור שלושה חודשים	מיד לאחר ההתערבות		
9 [1-26]	18 [6-26]	57 [48-75]	AHA (logits Units)
-56 [-217-55]	-43 [-185-48]	243 [53-489]	JTTHF - יד מעורבת (שניות)
-9 [-26-6]	-18 [-26-1]	43 [32-66]	JTTHF - יד לא מעורבת (שניות)

הנתונים בטבלה הם חציון [מינימום ומקסימום],

AHA- Assisting Hand Assessment, JTTHF - Jepsen-Taylor Test of Hand Function

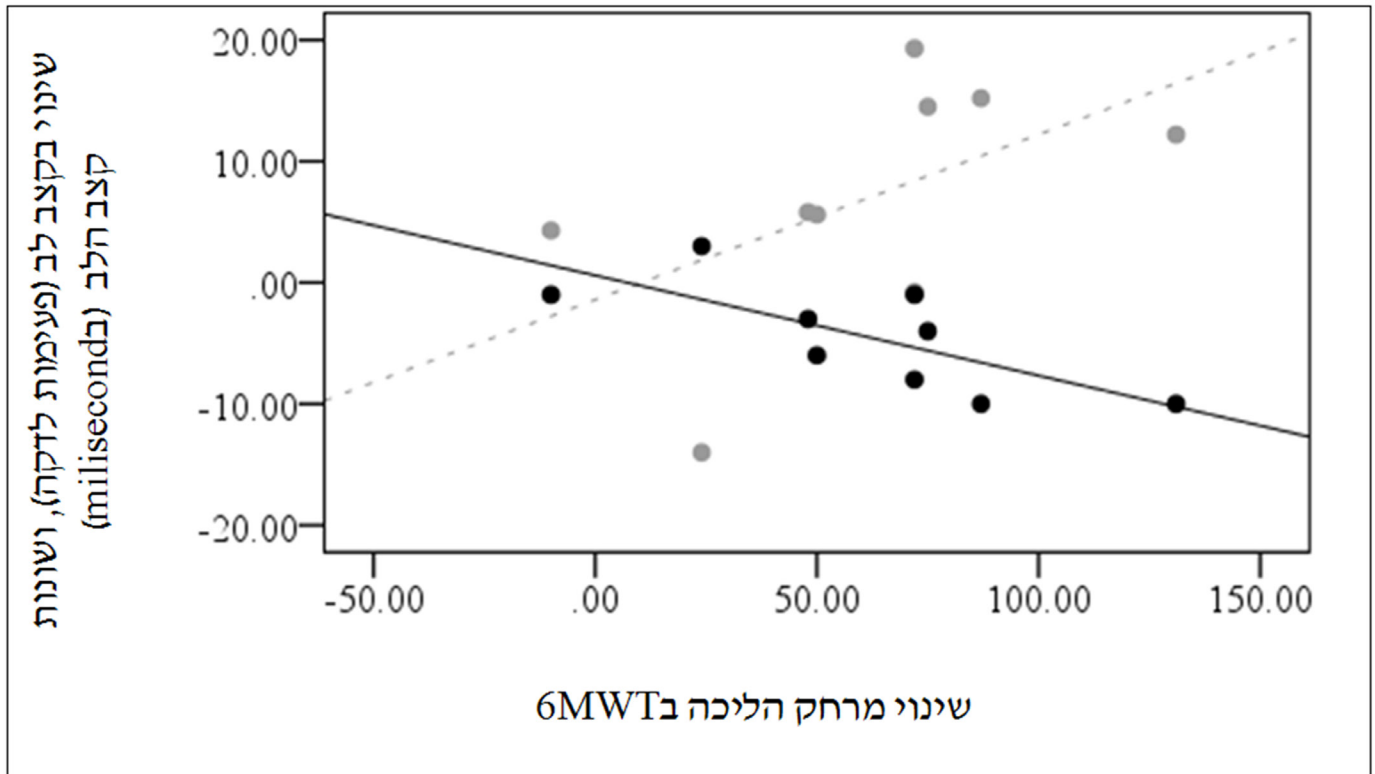
גרף 1: Box Plots למרחק הליכה, קצב הלב ושונות קצב הלב במנוחה לפני ההתערבות, מיד לאחריה וכעבור שלושה חודשים



RMSSD - Square Root of the Mean Square differences of successive R-R Interval  
 L/H - Low to High frequency ratio

כל קופסית מייצגת 50% מהתצפיות שנמצאות במרכז הטווח, הקווים האנכיים מייצגים את טווח הרבעון העליון והתחתון, תצפית חריגה מיוצגת כנקודה, הקו במרכז הקופסית מייצג את החציון.  
 כל שינוי מובהק בין זמנים מסומן ב +  
 p-value < 0.05 +

גרף 2: דיאגרמת פיזור לשינוי מרחק ההליכה ב-6MWT אל מול השינוי בקצב הלב ובשונות קצב הלב במנוחה לפני ההתערבות ושלושה חודשים לאחריה



6MWT- Six-minute Walk Test

הקו השחור המלא מבטא את השינוי בקצב הלב במנוחה ביחס לשינוי מרחק הליכה במטרים  
ב - 6MWT ( $r_s=0.83, p=0.005$ )

הקו האפור המקווקו מבטא את השינוי בשונות קצב הלב (RMSSD) במנוחה ביחס לשינוי מרחק הליכה במטרים  
ב - 6MWT ( $r_s=0.64, p=0.06$ )



## דיון

מטרת המחקר הנוכחי הייתה לבחון את ההשפעה של אימון אינטנסיבי קצר טווח, בדגש על הגפיים העליונות, שמשלב HABIL ו-CIMT modified הכולל גם פעילות מוטוריקה גסה בילטרלית בחדר הכושר ובבריכה, על הסבולת והתפקוד של מערכת הבקרה האוטונומית הלבבית אצל ילדים עם UCP. הממצאים העיקריים הם כי בעקבות האימון קיים שיפור ניכר בתפקוד הגפיים העליונות, שיפור משמעותי בסבולת ההליכה ובמדדים הפיזיולוגיים של קצב הלב ושונות קצב הלב. הישגים אלו נשמרו גם שלושה חודשים לאחר האימון.

ציוני ה- JTHF ביד המעורבת וגם ביד הלא מעורבת, וציוני ה-AHA השתפרו באופן מובהק ונשמרו גם שלושה חודשים לאחר האימון. ממצא זה מחזק תוצאות של עבודות קודמות שבהן הוצג שיפור בתפקוד הגפיים העליונות החד-צדדי והדו-צדדי לאחר אימון של HABIL ו/או CIMT.<sup>5,6,7,8,9,39</sup>

לפי הידוע לנו זהו המחקר הראשון שבדק את ההשפעה של תכנית אימון על שונות קצב הלב אצל ילדים עם UCP. מחקר זה מצא שבעקבות אימון קצר ואינטנסיבי של שבועיים, חמישה ימים בשבוע, שש שעות ביום, חל שינוי מובהק סטטיסטית הן בסבולת ההליכה והן בקצב הלב ובשונות קצב הלב. לעניות דעתנו, ישנן שתי דרכים להסביר את השינוי שהתרחש.

ניתן להסיק כי בעקבות תקופת האימון חל שיפור משמעותי בסבולת ההליכה של הילדים, אשר הוביל לשיפור ביכולתם להיות פעילים במשך היום. בקרב הילדים שהשתתפו במחקר הנוכחי חל שיפור מובהק סטטיסטית בתוצאות ה-6MWT. השיפור בסבולת ההליכה אשר נצפה במחקר זה עולה בקנה אחד עם השיפור במדדי סבולת ההליכה שנצפו לאחר אימוני הליכה ספציפיים על מסילה או ב-partial body weight support CP. לדוגמה, Provost (2007) הציג שיפור מובהק בסבולת ההליכה ובמהירות ההליכה אצל ילדים עם CP לאחר אימון מסילה אינטנסיבי של חצי שעה פעמיים ביום למשך שבועיים, בסך הכול 14 שעות אימון. נוסף על כך, השינוי שנצפה בעבודה זאת דומה לשיפור ב-6MWT אשר נצפה בעבודתו של Bleyenheuft<sup>13</sup>, שבה נבדקה ההשפעה של תכנית אימון אינטנסיבית, 10 ימים, תשע שעות ביום - ובסך הכול 90 שעות, הכוללת אימון בילטרלי לגפיים

התחתונות והעליונות - HABIL-IL. מתוך 90 השעות כ-20 שעות התמקדו בפעילות מוטוריקה גסה באופן ספציפי, ובשאר הזמן הפעילות הייתה במנחים הדורשים עבודה של הגו והגפיים התחתונות, כמו עמידה או ישיבה על משטחים נעים. במחקר זה השתתפו הילדים בפעילות של מוטוריקה גסה למשך כשעתיים ביום - ובסך הכול 20 שעות. בשאר הזמן לא ניתן דגש של ממש על עבודה של הגפיים התחתונות או הגו.

אפשר לומר שהשינוי בסבולת ההליכה אשר נמצא גם בתקופת אימון קצת פחות אינטנסיבית, כמו במחקר זה, קשור לכך שילדים אלו אינם רגילים לשחק בחוץ, ללכת הרבה או לרוץ כמו ילדים מפותחים בהתאם לגילם, ולכן גם אימון קצר ואינטנסיבי של מוטוריקה גסה שיפר את סבולת ההליכה שלהם. יש לציין ששיפור בסבולת ההליכה יכול להיות קשור גם לשיפור בתפקוד הגפיים העליונות אשר יכול אולי להתבטא בשיפור הנפת הגפיים העליונות בהליכה לאחר תקופת ההתערבות.<sup>40</sup> היכולת להיות פעילים יותר במשך היום גרמה לילדים לשפר גם את המדדים הפיזיולוגיים שלהם. ידוע מעבודות קודמות שילדים עם CP ברמת פעילות גבוהה יותר מציגים קצב לב נמוך יותר ושונות קצב לב גבוהה יותר במנוחה.<sup>19,21</sup>

הסבר נוסף לשיפור במדדים הללו הוא שבעקבות תקופת האימון חל שיפור בקצב הלב ובשונות קצב הלב במנוחה. בסקירות ספרות שנעשו בשנים האחרונות,<sup>41,42,43</sup> נמצא שאימון אירובי משפר את מדדי הכושר הגופני אצל ילדים עם CP. מקצת העבודות בסקירות אלה בדקו את ההשפעה של אימונים שונים על המדדים הפיזיולוגיים אצל ילדים עם CP. לדוגמה, Rogers ועמיתים<sup>41</sup> סקרו שלושה מחקרים קליניים מבוקרים שבדקו את ההשפעה של תכניות אימון ארוכות של בין 10 שבועות ל-12 חודשים, פעמיים עד ארבע פעמים בשבוע, על ילדים עם UCP או CP דיפלגיה בגילאי 7-22. התוצאות הראו שתכניות אימון אירוביות שיפרו מדדים פיזיולוגיים כמו קצב לב ו-VO2. על פי האמור לעיל, אפשר להסיק שהתרחש שינוי ראשוני בקצב הלב ובשונות קצב הלב בעקבות תקופת האימון, והוא גרם לכך שילדים אלו היו בכושר גופני טוב יותר. כושר גופני טוב יותר אפשר לילדים לשפר את סבולת ההליכה שלהם מה שהתבטא ביכולתם ללכת למרחק גדול יותר ב-6MWT.

## מקורות

1. Charles J, Gordon AM. A critical review of constraint-induced movement therapy and forced use in children with hemiplegia. *Neural Plasticity*. 2005; 12: 242-262.
2. Novak I, McIntyre S, Morgan C, Campbell L, Dark L, Morton N, Goldsmith S. A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2013; 55(10), 885-910.
3. Eliasson AC, Krumlinde-Sundholm L, Shaw K, Wang C. Effects of constraint-induced movement therapy in young children with hemiplegic cerebral palsy: An adapted model. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 2005; 47: 266-275.
4. Charles J, Gordon AM. Development of hand-arm bimanual intensive therapy (HABIT) for improving bimanual coordination in children with hemiplegic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 2006; 48: 931-936.
5. Gordon AM, Hung YC, Brandao M, et al. Bimanual training and constraint-induced movement therapy in children with hemiplegic cerebral palsy: A randomized trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2001; 25: 692-702.
6. Facchin P, Rosa-Rizzotto M, Visona Dalla Pozza L, Turconi AC, Pagliano E, Signorini S, et al. Multisite trial comparing the efficacy of constraint-induced movement therapy with that of bimanual intensive training in children with hemiplegic cerebral palsy: Postintervention Results. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2011; 90: 539-553.
7. An-Qin Dong V, His-Hsuan Tung I, Wai-Yi Siu H, Nai-Kuen Fong K. Studies comparing the efficacy of constraint-induced movement therapy and bimanual training in children with unilateral cerebral therapy: A systematic review. *Developmental NeuroRehabilitation*. 2013; 16: 133-143.

יש לציין שלא נמצאו עבודות קודמות שבחנו את ההשפעה של תכניות אימון קצרות על המדדים הפיזיולוגיים, כמו קצב הלב. נוסף על כך, לא נמצאו עבודות קודמות שבדקו את ההשפעה של תכניות התערבות כלשהן על שונות קצב הלב.

המגבלות העיקריות של עבודה זו הן המדגם הקטן והיעדר קבוצת ביקורת, בשל כך יש לקבל בזהירות את תוצאות המחקר ולהימנע מהכללתו. יש לציין כי בעבודה קודמת<sup>9</sup>, שבה נבחנה ההשפעה של תכנית דומה, אימון אינטנסיבי משולב HABIT ו-CIMT modified למשך שבועיים בקבוצת ילדים עם UCP, נמצאו ממצאים דומים. מעבר לכך, במחקר הקודם נעשתה הערכה נוספת חודש לפני תחילת תכנית ההתערבות כתקופת ביקורת לתקופת ההתערבות, ולא נמצא הבדל בין שתי הבדיקות לפני ההתערבות, ונמצא שיפור מובהק לפני ההתערבות ולאחריה<sup>9</sup>.

יש צורך במחקרים נוספים עם מדגם גדול יותר של ילדים עם UCP וקבוצת ביקורת, כדי לאשש את הממצאים ולהראות איך תכנית התערבות אינטנסיבית וקצרה של אימון משולב של HABIT ו-CIMT modified עם דגש על הגפיים העליונות ו/או הגפיים התחתונות משפיעה על קצב הלב ועל שונות קצב הלב, על הסבולת ועל ההשתתפות בחיי היומיום וגם על תפקודן של הגפיים העליונות.

## מסקנות

מטרת מחקר זה הייתה לבחון את התרומה של אימון אינטנסיבי וקצר משולב HABIT ו-CIMT modified עם שימוש במגוון כלים שיקומיים כמו חדר כושר ובריכה, לתפקוד הגפיים העליונות וגם לשיפור בסבולת ההליכה, בקצב הלב ובשונות קצב הלב. בעבודה זאת נצפה שינוי בתפקוד מערכת הבקרה האוטונומית הלבבית מה שמעיד על מערכת עם פוטנציאל הסתגלות טוב יותר. השינוי התפקודי והפיזיולוגי לאחר אימון קצר ואינטנסיבי יכול להציע מסגרת טיפולית יעילה לילדים עם UCP. יש צורך לערוך מחקרים נוספים עם קבוצת ביקורת ומדגם גדול יותר כדי לאשש את ממצאי המחקר הזה.

8. Aarts PB, Jongerius PH, Geerdink YA, van Limbeek J, Geurts AC. Modified Constraint-Induced Movement Therapy combined with Bimanual Training (mCIMT-BiT) in children with unilateral spastic cerebral palsy: how are improvements in arm-hand use established? *Research In Developmental Disabilities*. 2011; 32: 271-279.
9. Cohen-Holzer M, Katz-Leurer M, Reinstein R, Rotem H, Meyer S. The effect of combining daily restraint with bimanual intensive therapy in children with hemiplegic cerebral palsy: A self-control study. *NeuroRehabilitation*. 2011; 29: 29-35.
10. McCombe, Waller S, Prettyman MG. Arm training in standing also improves postural control in participants with chronic stroke. *Gait & Posture*. 2012; 36: 419-424.
11. Zipp-Pinto G, Winning S. Effects of constraint-induced movement therapy on gait, balance, and functional locomotor mobility. *Pediatric Physical Therapy*. 2012; 1: 64-68.
12. Gillick BT, Koppes A. Gross motor outcomes in children with hemiparesis involved in a modified constraint induced therapy program. *The Journal of Pediatric Rehabilitation Medicine*. 2010; 3: 171-175.
13. Bleyenheuft Y, Arnould C, Brandao MB, Bleyenheuft C, Gordon AM. Hand and Arm Bimanual Intensive Therapy Including Lower Extremity (HABIT-ILE) in Children with Unilateral Spastic Cerebral Palsy: A Randomized Trial. *Neurorehabil Neural Repair*. 2015; 29 (7): 645-5.
14. Kholod H, Jamil A, Katz-Leurer M. The associations between motor ability, walking activity and heart rate and heart rate variability parameters among children with cerebral palsy and typically developed controls. *NeuroRehabilitation*. 2013; 33: 113-119.
15. Thayer JF, Yamamoto, SS, Brosschot JF. The relationship of autonomic imbalance, heart rate variability and cardiovascular disease risk factors. *International journal of cardiology*. 2010; 141(2): 122-131.
16. Amichai T, Katz-Leurer M. Heart rate variability in children with cerebral palsy: Review of the literature and meta-analysis. *NeuroRehabilitation*. 2014; 35: 113-122.
17. Bjelakovic B, Ilic S, Dimitrijenevic L, Milovanovic B, Kostic G, Bjelakovic L, Lukic S. Heart rate variability in infants with central coordination disturbance. *Early human development*. 2010; 86: 77-81.
18. Pastore CA, Samesima N, Imada R, Reis M, Santos MT, Ferreira MC, Grupi C, Fumagalli F, Wagenfuhr J, Chammas M. Characterization of the electrocardiographic pattern of individuals with cerebral palsy. *Journal of Electrocardiology*. 2011; 2: 138-141.
19. Park ES, Park CI, Cho SR, Lee JW, Kim EJ. Assessment of autonomic nervous system with analysis of heart rate variability in children with spastic cerebral palsy. *Yonsei Medical Journal*. 2002; 43: 65-72.
20. Yang T, Chan R, Kao C, Chiu J, Liu T, Kao N Kuo B. Power spectrum analysis of heart rate variability of cerebral palsy patients. *American journal of physical medicine & rehabilitation*. 2002; 81: 350-354.
21. Zamune'r AR, Cunha AB, da Silva E, Negri AP, Tudella E, Moreno MA. The influence of motor impairment on autonomic heart rate modulation among children with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*. 2011; 32: 217-221.
22. Israeli-Mendlovic H, Mendlovic J, Katz-Leurer M. Heart rate and heart rate variability parameters at rest, during activity and passive standing among children with cerebral palsy GMFCS IV-V. *NeuroRehabilitation*. 2014; 17(6): 398-402.
23. Eliasson AC, Krumlinde-Sundholm L, Rosblad B, Beckung E, Arner M, Ohrvall AM, Rosenbaum P. The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: Scale development and evidence of validity and reliability. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 2006; 48: 549-554.
24. Palisano RJ, Cameron D, Rosenbaum PL, Walter SD, Russell D. Stability of the Gross Motor Function Classification System. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 2006; 48: 424-428.
25. Bohannon RW, Smith MB. Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Physical Therapy*. 1997; 67: 206-207.

26. Krumlinde-Sundholm L, Eliasson AC. Development of the Assisting Hand Assessment: A Rasch-built measure intended for children with unilateral limb impairments. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*. 2003; 10: 16-26.
27. Krumlinde-Sundholm L, Holmefur M, Eliasson AC. The assisting hand assessment manual (version 4.4). Stockholm: Karolinska Institutet, Neuropediatric Research Unit, Astrid Lindgren Children's Hospital. 2007.
28. Krumlinde-Sundholm L. Reporting outcomes of the Assisting Hand Assessment: What scale should be used? *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2012; 54: 807-808.
29. Holmefur M, Krumlinde-Sundholm L, Eliasson AC. Interrater and intrarater reliability of the Assisting Hand Assessment. *The American Journal of Occupational Therapy*. 2007; 61: 79-84.
30. Krumlinde-Sundholm L, Holmefur M, Kottorp A, Eliasson AC. The Assisting Hand Assessment: Current evidence of validity, reliability and responsiveness to change. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 2007; 49: 259-264.
31. Jebsen R, Taylor N, Trieschmann R, Trotter M, Howard L. An objective and standardized test of hand function. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 1969; 50: 310-311.
32. Klingels K, Jaspers E, Van de Winckel A. A systematic review of arm activity measures for children with hemiplegic cerebral palsy. *Clinical Rehabilitation*. 2010; 24: 887-900.
33. Taylor N, Sand PL, Jebsen RH. Evaluation of hand functions in children. *Archives of Physical Medicine Rehabilitation*. 1973; 54: 129-135.
34. ATS Committee on Proficiency Standards for Clinical Pulmonary Function Laboratories. ATS statement: guidelines for the six minute walk test. *Am J Respir Crit Care Med*. 2002; 166: 111-117.
35. Nsenga Leunkeu A, Shephard RJ, Ahmaidi S. Six-minute walk test in children with cerebral palsy Gross Motor Function Classification System levels I and II: reproducibility, validity, and training effects. *Arch Phys Med Rehabil*. 2012; 93: 2333-2339.
36. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Euro Heart Jour*. 1996; 17: 354-381
37. Teasell, Robert W, Ed. The autonomic nervous system. Hanley & Belfus; 1996.
38. Nunan DG, Donvan DG, Jakovljevic LD, Hodges GRH, Sanderock DA, Brodie E. Validity and Reliability of Short-Term Heart-Rate Variability from the Polar S810. *Med Sci Sports Exerc*. 2009; 41: 243-250.
39. Sakzewski L, Ziviani JJ, Abbot DF, MacDonnell RA, Jackson GD, Boyd RN. Randomized trial of constraint-induced movement therapy and bimanual training on activity outcomes for children with congenital hemiplegia. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 2011; 53: 313-320.
40. Yizhar Z, Boulos S, Inbar O, Carmeli E. The effect of restricted arm swing on energy expenditure in healthy men. *International journal of rehabilitation research*. 2009; 32(2), 115-123.
41. Rogers A, Furler BL., Brinks S, Darrah J. A systematic review of the effectiveness of aerobic exercise interventions for children with cerebral palsy: an AACPD evidence report. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2008; 50(11): 808-814.
42. Verschuren O, Ketelaar M, Takken T, Helder PJ, Gorter JW. Exercise programs for children with cerebral palsy: a systematic review of the literature. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2008; 87(5): 404-417.
43. Butler JM, Scianni A, Ada L. Effect of cardiorespiratory training on aerobic fitness and carryover to activity in children with cerebral palsy: a systematic review. *International Journal of Rehabilitation Research*. 2010; 33(2): 97-103.

## The effects of intensive upper extremity training on endurance and autonomic cardiac control system function in children with unilateral cerebral palsy: A clinical trial

Gilad Sorek,<sup>1</sup> Marilyn Cohen-Holzer,<sup>2</sup> Keren Ben Shitrit,<sup>1</sup> Simon-Henri Schless,<sup>1</sup> Michal Katz-Leurer<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Alyn, Physical Therapy, Jerusalem, Israel

<sup>2</sup> Alyn, Occupational Therapy, Jerusalem, Israel

<sup>3</sup> Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel

### Abstract

**Aim:** To assess the effects of an intensive upper-extremity (UE) training program on UE functioning, walking endurance and the autonomic cardiac control system in children with unilateral cerebral palsy (UCP). The selected program combined bilateral and constraint-induced exercises and included a variety of modalities, among them fitness room and pool use.

**Methods:** Ten children, ages 6–10 years, participated in the program for two weeks (10 days), six hours each day. Outcomes were evaluated using the Assisting Hand Assessment (AHA), Jebsen-Taylor Test of Hand Function (JTTHF), and the six-minute walk test (6MWT). Changes in the autonomic cardiac control system were measured with a Polar RS800CX device. The chosen parameters were the resting heart rate (HR) and resting heart rate variability (HRV); the latter was defined as the root mean squared of the successive differences (RMSSD). All data were collected before, immediately after, and three months post-intervention.

**Results:** A significant improvement was noted between the first and the third assessments in both

unimanual as well as bimanual UE performance. The AHA score changed significantly, improving by 9 logit units [range: 1-26]; the JTTHF improved by 56 seconds [range: 217-(-55)] in the more affected hand, and by 9 seconds [range: 26-(-6)] in the less affected hand. The 6MWT changed significantly, from a median of 438 meters [range: 294–558] at baseline to 466 [432–592] post intervention, and to 528 meters [425–609] after 3 months ( $p = .03$ ). After the 3-month follow-up period, a significant change was found also in the autonomic cardiac control system, with a median decrease of 4 beats per minute in the resting HR values and a median increase of 8.5 milliseconds in the resting HRV values.

**Conclusion:** A significant carry-over improvement was achieved in both unimanual as well as bimanual UE performance following the intervention. The brief, intensive, and combined training of the UE with a variety of modalities improved not only UE function, but also walking endurance and regulation of the autonomic cardiac control system, in children with UCP. This approach can offer an effective therapeutic intervention for children with UCP.

**Key words:** Unilateral Cerebral Palsy, HABIT, CIMT, Heart rate, Heart rate variability, walking endurance.