

תגובת המערכת האוטונומית-הלבבית בזמן מבחן תת-מרבי ובזמן ההתאוששות אצל ילדים עם שיתוק מוחין - חקר מקרה

טלי עמיחי,^{1,2} שרון אילון,³ מיכל כץ-לזירר²

¹ מרכז שיקום ילדים מש"י, ירושלים, ² החוג לפיזיותרפיה, בית הספר למקצועות הבריאות ע"ש שטייר, הפקולטה לרפואה, אוניברסיטת תל-אביב, ³ מרכז שיקום ילדים ונוער, אלון

הנתונים בעבודה זו הינם חלק ממחקר יישומי בעבודת דוקטורט

תקציר

רקע

פעילות גופנית מומלצת לילדים עם שיתוק מוחין (ש"מ). לשם ביצוע פעילות גופנית, נדרשת תגובתיות של מערכת העצבים האוטונומית-הלבבית. נמצא כי אצל ילדים עם ש"מ תפקוד המערכת האוטונומית הלבבית במנוחה וכן תגובת המערכת לשינוי תנוחה פאסיבי היא לקויה.

מטרה

לתאר את תגובת המערכת האוטונומית הלבבית לפעילות; לבצע מבחן הליכה במאמץ תת-מרבי על מסילת כושר, ובזמן התאוששות מן המאמץ, על פי מדדי שונות של קצב הלב והתאוששות קצב הלב ממאמץ. בדיקות אילו בוצעו בשלושה ילדים עם ש"מ המסווגים בדרגות תפקוד שונות.

שיטת המחקר

נבדקו שלושה ילדים הלוקים בשיתוק מוחין על פי Gross Motor Function Classification System I, II, III, (GMFCS), בגילאי 9, 10 ו-12 שנים. ניטור קצב לב התבצע בשלושה מצבים: בעת מנוחה, בעת מבחן הליכה תת-מרבי מותאם על-שם נוטון, ובעת ההתאוששות בסיום המבחן. ניטור קצב הלב נעשה באמצעות שעון ורצועת פולר מדגם RC800CX. הנתונים הועברו לתוכנה ייעודית, ומדדי שונות קצב הלב והתאוששות קצב הלב חושבו לכל אחד משלושת המצבים: מנוחה, מבחן והתאוששות.

תוצאות

נמצא כי קיים קשר הפוך בין משך מבחן המסילה לבין דרגת התפקוד. אצל שלושת הילדים נצפתה תגובה למאמץ ולהתאוששות הן בערכי קצב לב והן במדדי השונות, כאשר הילד בדרגת התפקוד הגבוהה - GMFCS I, הראה את התגובה הבולטת. שלושת הילדים לא חזרו בעת ההתאוששות לערכי קצב לב במנוחה שלפני המאמץ.

מסקנות

אצל שלושת הילדים שנבדקו בחקר מקרה זה התרחשה תגובה אוטונומית לבבית למבדק מאמץ. התגובה נמצאה קשורה לדרגת התפקוד המוטורית.

מילות מפתח: שיתוק מוחין, קצב לב, שונות קצב לב, GMFCS, מאמץ תת מרבי.

הקדמה

שיתוק מוחין (ש"מ) הוא הלקות הפיזית הנפוצה ביותר בילדות, עם שיעור היארעות של 1 ל-500 לידות.¹ לילדים עם ש"מ בדרגות תפקוד GMFCS I-II, יכולת אירובית נמוכה בהשוואה לילדים טיפוסיים בני גילם.² ילדים עם שיתוק מוחין מציגים אורח חיים יושבני בהשוואה לבני גילם. נוסף על כך, נמצא כי ככל שדרגת התפקוד המוטורי נמוכה יותר הם מדווחים על רמת פעילות גופנית נמוכה יותר.³ בקרב ילדים אלו נפוצה גם לקות בתפקוד המערכת האוטונומית של הלב,⁴⁻⁹ העלולה אף היא להביא ליכולת אירובית נמוכה.

במחקרים הספורים שתיארו לקות בתפקוד המערכת האוטונומית בילדים עם ש"מ, נצפה דגם של פעילות-יתר סימפתטית; שכיחות גבוהה של ליקויים בתפקוד מערכות המעיים והשתן (60%-40%), הזעת יתר (50%), טמפרטורת עור נמוכה (70%), הפרעות שינה (50%) ודיווח על כאב (60%).^{8,9} בהקשר הלבבי, פעילות-יתר סימפתטית זו מובילה לקצב לב גבוה במנוחה,⁶ המתאים לאחוזון 90 באוכלוסיית ילדים מפותחים בהתאם לגילם, מתואמי גיל, ולשונות קצב לב נמוכה, באופן מובהק, בהשוואה לילדים טיפוסיים.⁴⁻⁷

מדד שונות קצב הלב הנו מדד סטטיסטי המציג את התנודה של קצב הלב סביב הממוצע שלו. התנודות לאורך זמן משקפות את התגובות הדינאמיות של המערכת האוטונומית-הלבבית לשינויים פיזיולוגיים טבעיים שונים. הניתוחים הסטטיסטיים

באוכלוסייה מפותחת בהתאם לגילה התגובה האוטונומית המיידית לאימון היא עלייה בקצב לב וירידה בשונות קצב לב. מיד לאחר אימון, במערכת תקינה נצפה לתגובה בדגם עליה בטונוס פרה-סימפטטי ולאחריו נסיגה סימפטטית.¹⁶ התגובה האוטונומית-הלבבית לפעילות אצל ילדים עם ש"מ נבחנה במהלך מבדק שש דקות הליכה. נמצא כי להבדיל מילדים מפותחים בהתאם לגילם, בילדים עם ש"מ לא נצפה שינוי מובהק במדדי קצב הלב ושונות קצב הלב בעת המבדק.⁷ לעומת זאת, בעבודה אחרת נמצא כי ילדים עם ש"מ בדרגת תפקוד Gross Motor Function Classification System (GMFCS) IV¹⁸ העלו את קצב הלב והדגמו ירידה בערכי שונות קצב הלב במהלך ביצוע חוזר של משימה מוטורית על מזרון ובזמן העמדה פסיבית. תגובה זו לא נצפתה בילדים עם מגבלה מוטורית נרחבת יותר שהיו ברמת תפקוד GMFCS¹⁷.

התאוששות קצב הלב מפעילות משמש להערכת תפקוד מערכת העצבים האוטונומית-הלבבית בדגש לזרוע הפרה-סימפטטית. מדד זה כמעט ולא מתואר בספרות עבור ילדים עם ש"מ, פרט לשתי עבודות שבהן דווח כי ילדים עם ש"מ לא חזרו לקצב לב במנוחה לאחר חמש דקות של פעילות מוטורית.^{5,19}

מטרתו העיקרית של חקר המקרה הנוכחי היא להציג את קצב הלב ושונות קצב הלב במנוחה, במאמץ תת-מרבית בהליכה על מסילת כושר ובזמן ההתאוששות מן המאמץ, אצל שלושה ילדים עם שיתוק מוחי בדרגות תפקוד GMFCS I-III.

תיאורי מקרה

שלושה ילדים (בן ושתי בנות) בגילאי 9, 10 ו-12 שנה בדירוג תפקודי I, II, III לפי GMFCS, ביצעו את פרוטוקול הבדיקה. הילדים מסוגלים להבין הוראות פשוטות, ללא מחלה ידועה במערכת הנשימה הלב וכלי הדם, על פי דיווח רופא המרפאה. מאפייני הילדים מוצגים בטבלה 1. כל ילד נבדק בנפרד, ביום אחר. שעת הבדיקה אצל כולם הייתה בשעות הבוקר. תכנית הבדיקה אושרה בוועדת הלסינקי של בית חולים אליון, בית החולים הדסה ומשרד הבריאות וכן ועדת האתיקה של אוניברסיטת תל-אביב. הורי הילד חתמו על טופס ההסכמה מדעת קודם להשתתפות ילדם במבדק.

של תרשימים אלו כוללים ניתוח מדדים במרחב הזמן (time domain) והתדר (frequency domain). המדדים במרחב הזמן מתבססים על מרווח הזמן שבין כל שני גלי R עוקבים ומידת ההשתנות של מרווחים אלה במשך זמן מוגדר. אחד המדדים המקובלים במרחב הזמן הנו ה-Root Square Mean of the Successive Differences (RMSSD), מדד הרגיש לשינויים רגעיים בקצב הלב. בניתוח במרחב התדר מוצגת התרומה היחסית ושינוי המשקל בין שתי תתי-המערכות, הפרה-סימפטטית והסימפטטית. מרחב התדר מיוצג באמצעות ארבע קבוצות תדרים: רצועת התדר הגבוהה - HF high frequency- (0.15-0.4 Hz), מייצגת את השפעת המערכת הפרה-סימפטטית על הלב ומקורה בשינויים מחזוריים בקצב הלב הקשורים בנשימה והמיחוסיים כמעט באופן בלעדי לפעילות הפרה-סימפטטית. רצועת התדר הנמוך - LF low frequency- (0.04-0.15 Hz) המייצגת את השפעת שתי המערכות הסימפטטית והפרה-סימפטטית על הלב, ושתי רצועות תדרים נמוכות ביותר. בשתי האחרונות לא נהוג להשתמש בהקלטות קצרות טווח (Task force),¹⁰ קצב התאוששות קצב הלב מפעילות או ממאמץ משמש אף הוא להערכת תפקוד מערכת העצבים האוטונומית-הלבבית בדגש לתת המערכת הפרה-סימפטטית.¹¹

זה כעשור חוקרים ממליצים על פעילות גופנית לילדים עם ש"מ כדי לקדם את איכות החיים שלהם בהיבט הגופני והתפקודי ולמנוע אצלם תחלואה משנית.^{12,13} זאת משום שפעילות אירובית מפחיתה את ההשפעות המזיקות של אורח חיים הכרוך בשיבה ממושכת. עבור אנשים עם פעילות-יתר סימפטטית האימון האירובי עשוי להביא תועלת נוספת והיא חיזוק הפעילות הפרה-סימפטטית המלווה בירידה בפעילות הסימפטטית. דפוס ההסתגלות הקרדיו-וסקולרי לתכניות אימון אירובי הן בקרב בריאים והן בקרב אוכלוסיות הסובלות ממחלת לב תעוקתית, מיתר לחץ דם ובקרב אוכלוסיות לאחר אירוע לבבי ועוד הוא דומה ומתבטא בירידת הפעילות הסימפטטית במנוחה ובמאמצים תת-מרביים. ירידה זו נובעת לדעת החוקרים מירידת הרגישות הסימפטטית לגירוי הבארורצפטורים, מה שמתבטא בהתחזקות הטונוס הוואגלי, שמביא לירידת קצב הלב ולחץ הדם במנוחה ובמאמצים תת-מרביים ולעלייה בשונות קצב הלב וכך עשוי האימון לתרום לאיזון מחודש של המערכת האוטונומית.^{14,15}

טבלה 1: מאפייני הילדים

דרגת תפקוד GMFCS	BMI	גובה (ס"מ)	משקל (ק"ג)	מין	גיל (שנים)	ילד
I	19.53 (תקין לגיל)	160	50	בן	12	א
II	13.6 (נמוך גיל)	131	23.4	בת	9	ב
III	16.9 (תקין לגיל)	110	20.4	בת	10	ג

BMI - Body Mass Index
GMFCS - Gross Motor Function Classification System

טבלה 2 Modified Naughton protocol

stage	Speed (kph)	Grade (%)	Duration (minutes)	MET
1	1.6	0	2	2.3
2	2.4	0	2	3.3
3	3.2	3.5	2	4.5
4	3.2	7	2	5.5
5	3.2	10.5	2	6.5
6	4.8	7.5	2	7.5
7	4.8	10	2	8.5
8	4.8	12.5	2	9.5
9	4.8	15	2	10.5
10	5.5	14	2	11.5

שיטת העבודה

הילדים חוברו לרצועת פולר. שיעור הפולר נשאר בידי הבודק. לאחר מכן הם ישבו במנוחה על כיסא מותאם למשך חמש דקות. גובה הכיסא הותאם למידות הילד כך שהוא נשען על משענת הכיסא, רגליו היו על הקרקע, ידיו נשענו על מסעדי הכיסא. הילדים התבקשו לשבת בשקט, לא לדבר או לזוז

כלי המחקר

מדד תוצאה עיקרי

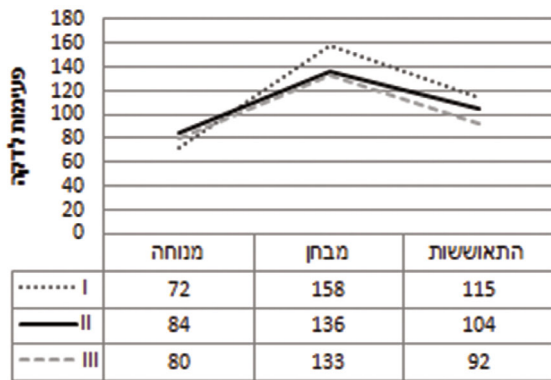
קצב לב ושונות קצב הלב - באמצעות שיעור ורצועת פולר מדגם Polar RS810CX. רצועת החזה משדרת את קצב הלב לשעון הנמצא על היד, שבו נאספים הנתונים. שיעור זה אוסף את הנתונים בדגם של Beat-By-Beat ובאופן זה ניתן לעקוב אחר שונות קצב הלב ולא רק אחר קצב הלב. הנתונים מועברים מהשעון למחשב לעיבוד בתכנה ייעודית. כלי מדידה זה נמצא תקף ומהימן לשם מדידת קצב לב ולשם ניתוח והצגת מדדי שונות קצב לב.²⁰

המדדים שנבחרו לחקר מקרה זה:

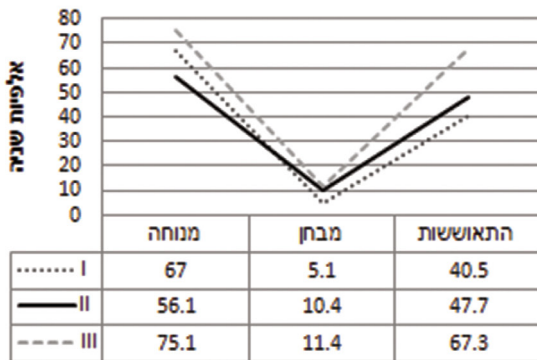
- קצב הלב (Heart rate HR).
- מדד ה-RMSSD.
- מדד יחס התדרים LF/HF.
- עצימות המאמץ לפי נוסחת קרבונן.^{21,22} הנוסחה:
Target HR = [(max HR - resting HR) × %Intensity] + resting HR

מדדים נוספים בעבודה זו הם המדדים האנתרופומטריים של משקל וגובה שעל פיהם חושב מדד ה- Body Mass Index (BMI) וכן ההישג במבחן המאמץ התת-מרבי לפי פרוטוקול מותאם על שם נוטון (טבלה 2). מבחן המאמץ בנוי מ-10 שלבים העולים בעצימותם. כל שלב במבחן נמשך שתי דקות.²³

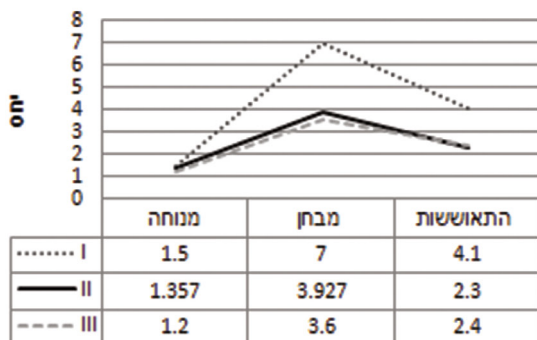
גרף 1: מדד קצב הלב ומדדי שונות קצב הלב בשלושת המשתתפים בשלבי המחקר



קצב לב ממוצע לילד בשלבי המחקר



מדד ה-RMSSD לילד בשלבי המחקר



מדד יחס התדרים (LF/HF) לילד בשלבי המחקר

תרשים נקודות באפור כהה - GMFCS I, קו ישר, שחור - GMFCS II, מקוקו אפור בהיר - GMFCS III

במהלך חמש דקות אלו. לאחר המנוחה עברו הילדים מבחן הליכה תת-מרבי על מסילת כושר לפי פרוטוקול מותאם על שם נוטון. המבחן הופסק כשערך קצב הלב הגיע לקצב הלב המקסימלי המתאים לגיל, על פי נוסחת קרבונן, או לפי בקשתם וחזרו לשבת בכיסא בשלב ההתאוששות.

תוצאות

קצב הלב במנוחה עמד על 72 פעימות לדקה (פ"ד) אצל ילד בדירוג GMFCS II, על 84 פ"ד אצל ילד בדירוג GMFCS I ועל 80 פ"ד אצל ילד בדירוג GMFCS III. משתתף בדרגת GMFCS I הגיע לשלב 8 מתוך עשרת השלבים של מבחן ההליכה על מסילת כושר. המשתתף בדירוג GMFCS II הגיע לשלב 6 במבחן ההליכה על מסילת כושר. המשתתף בדירוג GMFCS III הגיע לשלב 2 במבחן זה.

שלושת הנבדקים ביקשו להפסיק את המבחן עקב קושי להמשיך ללכת במהירות הנדרשת.

בזמן שיא המאמץ במבחן המסילה, המשתתף בדירוג GMFCS I הגיע לקצב לב ממוצע של 158 פ"ד. לפי נוסחת קרבונן הציג ילד זה מאמץ בעצימות של 76% מקצב הלב המרבי המצופה לגילו. בשלב האחרון במבחן ההליכה של הילד בדירוג GMFCS II קצב הלב הממוצע עמד על 136 פ"ד, ולפי נוסחת קרבונן הגיע לעצימות של 21% מקצב הלב המרבי המצופה לגילו, והילד בדרגת תפקוד GMFCS III הגיע לקצב לב ממוצע של 133 פ"ד, לפי נוסחת קרבונן, לעצימות של 15% מקצב הלב המרבי המצופה על פי גילו. בתקופת התאוששות, מיד לאחר מבחן המאמץ התת-מרבי על המסילה, ערכי קצב לב לא חזרו לערכי קצב לב מנוחה שלפני מבחן מאמץ זה.

אצל שלושת הילדים חלה ירידה בערכי ה-RMSSD ועלייה בערכי יחס התדרים HF/LF, בזמן מבחן ההליכה על מסילת כושר, בהשוואה לערכי המנוחה. כמו כן, אצל שלושתם חלה עלייה בערכי ה-RMSSD וירידה במדד יחס התדרים בתקופת ההתאוששות שלאחר המבחן על המסילה. הילד בדרגת התפקוד הגבוהה ביותר GMFCS I הציג עלייה בולטת במדד יחס התדרים שעמד בשיא המאמץ על 7 (גרף 1).

גבוהה, הציג נסיגה במדד ה-RMSSD ועלייה במדד יחס התדרים, כלומר לפי שלושת המדדים ניתן לסכם ולומר שבוצע מאמץ גופני שהביא לירידה בפעילות הפרה-סימפטטית ועלייה בפעילות הסימפטטית. אצל ילד זה, קיימת התאמה בין עצימות המאמץ על פי מדד קצב הלב ועל פי מדדי השונות. לעומתו, המשתתף בדרגת תפקוד GMFCS III שביצע מבדק שערך ארבע דקות בלבד, ביצע מאמץ בעצימות של 15% לפי נוסחת קרבונן, כלומר פעילות לא מאומצת. אולם, אף הוא הציג ירידה בולטת במדד ה-RMSSD המאפיין את פעילות המערכת הפרה-סימפטטית שהציגה את העומס האוטונומי הלבבי שבו הוא נמצא בעת ביצוע המטלה. הילד בדירוג GMFCS II הציג ירידה דומה במדד ה-RMSSD ועלייה ביחס התדרים והתאוששות המדדים בעת התאוששות בדומה לילד בדירוג GMFCS III, אך שרד במבחן משך זמן ארוך יותר. כלומר, ייתכן ובילדים עם ש"מ יש להרחיב את שיטת ההערכה למספר מדדים על מנת לקבל תמונה מלאה על תפקוד הילד ועל תפקוד המערכת האוטונומית.

מחקרים ספורים דיווחו שלילדים עם ש"מ פעילות-יתר של המערכת הסימפטטית הבאה לידי ביטוי בקצב לב גבוה במנוחה ובלקות בתגובת המערכת האוטונומית לבבית לשינויים במנחים ובפעילות מוטורית. חוסר יכולת זו חושפת אותם לתחלואה משנית עתידית ואף לתמותה.

מסקנות

חקר מקרה מציג כי במבחן המאמץ קיים הבדל בתפקוד האוטונומי-הלבבי, בזמן מאמץ תת-מרבי ובזמן ההתאוששות ממנו, בדרגות תפקוד שונות לפי ה-GMFCS. מדדי השונות תרמו להבנת מנגנון התפקודי הלבבי האוטונומי בעת ביצוע מאמץ מעבר לשלב שאליו הגיעו בעת ביצוע מבחן המסילה.

מקורות

1. Pakula AT, Van Naarden Braun K, et al. Cerebral palsy: Classification and epidemiology. *Phys Med Rehabil Clin N Am*. 2009; 20:425-452.
2. Verschuren O, Takken T. Aerobic capacity in children and adolescents with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*. 2010; 31:1352-1357.

דיון

התוצאות העיקריות של חקר מקרה זה הן כי שלושת המשתתפים הגיבו למניפולציה המחקרית בעלייה בערכי קצב הלב, בירידה במדד השונות במרחב הזמן ובעלייה במדד יחס התדרים. מדד יחס התדרים במבחן הראה שונות גדולה בין הילדים בזמן ביצוע המבחן. נוסף על כך, בהתאוששות שלאחר המאמץ, נצפתה אצל שלושת הילדים ירידה בקצב לב, אף על פי שערכיו לא הגיעו לערכי המנוחה שלפני המאמץ.

ממוצע קצב הלב במנוחה אצל הילדים שהשתתפו במחקר זה קרוב לממוצע של ילדים טיפוסיים בני גילם (10 ± 86 פעימות לדקה) ונמוך מכפי שנמצא אצל ילדים עם ש"מ (13.5 ± 101 פעימות לדקה).⁷ ממצא זה מעלה שאלה בדבר התוקף החיצוני של הממצאים בחקר מקרים זה לגבי ילדים עם ש"מ. אולם ממצא זה עשוי להסביר את קיומה של תגובה אוטונומית לבבית למאמץ כפי שנצפתה בעבודה זו. כלומר, אצל ילדים עם ש"מ שנמצאו אצל בני גילם, ישנה תגובה אוטונומית לבבית בעת מאמץ, כמצופה - עלייה בקצב הלב ובמדד יחס התדרים וירידה במדד במרחב הזמן של שונות קצב הלב.

הממצא כי הילד בדירוג התפקוד הגבוה GMFCS I, הראה את התגובה האוטונומית-הלבבית הבולטת ביותר, מחזק תוצאות עבודות קודמות שהציגו קשרים בין היכולות המוטורית-תפקודית לבין תפקוד המערכת האוטונומית-הלבבית. נמצא כי בעת ביצוע מבחן העמדה (Tilt test), ילדים עם ש"מ מהלכים מגיבים יותר למניפולציה בהיבט האוטונומי מילדים שאינם מהלכים.²⁴ כמו כן, נמצא כי בקרב ילדים עם רמות תפקוד נמוכות, GMFCS IV-V, ילדים ברמת תפקוד GMFCS IV המבצעים מטלה מוטורית חוזרת מגיבים למטלה בשינוי מדדי קצב לב ושונות קצב לב בעוד שאצל ילדים ברמת תפקוד GMFCS V לא נצפית תגובה אוטונומית לבבית.¹⁷ בשלושת המקרים המתוארים בעבודה זו הממצאים מתאימים למגמה זו - הילד עם דרגת התפקוד המוטורי הגבוהה הציג תגובה עדיפה בהשוואה לחבריו.

חקר מקרה זה מציג את הצורך במעקב משולב בעת מאמץ והתאוששות ממאמץ אצל ילדים עם שיתוק מוחין. למשל, המשתתף בדרגת תפקוד GMFCS I ביצע מאמץ בעצימות

1. Maher C A, Williams M T, Olds T, Lane A. Physical and sedentary activity in adolescents with cerebral palsy. *Dev Med Child Neuro.*2007; 149: 450-457.
2. 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.
3. Plasschaert F, Jones K, Forward M. The clinical relevance of selecting resting data at different points in energy cost of walking test in cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.*2011;53(3):245-9.
4. Fleming S, Thompson M, Stevens R, et al. Normal ranges of heart rate and respiratory rate in children from birth to 18 years: a systematic review of observational studies. *Lancet.* 2011; 377(9770):1011-1018.
5. HajujK, 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. *Neuro Rehabilitation.*2013; 33(1):113-119.
6. Yang TF, Chan RC, Kao CL, Chiu JW, et al. Power spectrum analysis of heart rate variability for cerebral palsy patients. *Am J Phys Med Rehabil.*2002 81:350-4.
7. Svedberg LE, Englund E, Malker H, Stener-Victorin E. Parental perception of cold extremities and other accompanying symptoms in children with cerebral palsy. *Eur J Paediatr Neurol.*2008; 12:89-96.
8. Task Force. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. *Circulation.*1996;93(5):1043-1065.
9. Coote JH, John H. Recovery of heart rate following intense dynamic exercise. *Experimental physiology.* 2010; 95.3:431-440.
10. Damiano DL. Activity, activity, activity: Rethinking our physical therapy approach to cerebral palsy. *Phys Ther.* 2006; 86:1534-1540.
11. Fragala-Pinkham MA, Haley SM, Rabin Jet al. A Fitness Program for Children with Disabilities. *Phys Ther.* 2005; 85:1182-1200.
12. Iellamo F. Neural mechanisms of cardiovascular regulation during exercise. *AutonNeurosci.* 2001; 90:66-75.
13. Sugawara J, Murakami H, Maeda S, Kuno S, Matsuda M. Change in post-exercise vagal reactivation with exercise training and detraining in young men. *Eur J Appl Physiol.* 2001; 85(3-4):259-63.
14. Ahmadian M, Roshan VD, Hosseinzadeh M. Parasympathetic reactivation in children: influence of two various modes of exercise. *ClinAuton Res.* 2015; 25(4):207-12.
15. 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. *Dev Neurorehabil.* 2014; 17(6):398-402.
16. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, et al. A report: The definition and classification of cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol Suppl.* 2007; 109:8-14.
17. Leunkeu AN, Roy J, Shephard RJ, et al. 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.
18. Vanderlei LC, Silva RA, Pastre CM, et al. Comparison of the Polar S810i monitor and the ECG for the analysis of heart rate variability in the time and frequency domains. *Braz J Med Biol Res.* 2008; 4110:854-9.
19. Goldberg L, Elliot DL, Kuehl KS. Assessment of exercise intensity formulas by use of ventilatory threshold. *Chest.* 1988; 94(1):95-98.
20. American College of Sport Medicine, Guidelines for exercise testing and prescription: Lea & Febiger. 1986; 18-19.
21. Kapoor RK, Kumar A, Chandra M, et al. Cardiovascular responses to treadmill exercise testing in anemia. *Indian Pediatr.* 1997; 34:607-12.
22. Park ES, Park CI, Cho SR, et al (2002). Assessment of autonomic nervous system with analysis of heart rate variability in children with spastic cerebral palsy. *Yonsei Med J.* 2002; 43:65-72.

Cardiac Autonomic System Response During Sub-maximal Test and During Recovery in Children with Cerebral Palsy - A Case Study

Taly Amichai,^{1,2} Sharon Eylon,³ Michal Katz-Leurer²

¹ Meshi Children's Rehabilitation Center Jerusalem

² Physical Therapy Department, School of Health Professions, Sackler Faculty of Medicine, Tel-Aviv University

³ Alyn Children and Adolescent Rehabilitation Center, Jerusalem

Abstract

Background

Participation in physical activity is recommended for children with cerebral palsy (CP). When performing physical exercise, reactivity of the cardiac autonomic nervous system is needed. It was found that children with CP have poor cardiac autonomic function during rest and passive posture change.

Aim

The aim of this study was to describe the function of the cardiac autonomic system of three children with CP, classified at different levels according to the Gross Motor Function Classification System (GMFCS). Cardiac autonomic system functioning was assessed during a sub maximal treadmill test and during the recovery immediately following the test, using various indices of heart rate (HR) and heart rate variability (HRV).

Method

Participants included three children, 9, 10 and 12 years-old, with cerebral palsy classified at GMFCS levels I, II, and III. Heart rate monitoring was carried out in three modes; at

rest, while performing a sub-maximal treadmill test according to the Modified Naughton protocol, and the during recovery phase immediately following the test. Heart rate was monitored using a Polar watch RC800CX and transmitter. The data were transferred to software, and heart rate indices were calculated for each of the three modes; rest, treadmill test, and recovery.

Results

An inverse relationship was found between the duration of the treadmill test and the mobility level. We noticed HR response in all three children to the treadmill test and at rest posttest. The values of HR and various indices were the most outstanding for the highest functioning child - GMFCS I. None of the three children returned to resting HR during the post-test recovery time.

Conclusions

The three children discussed in this case report showed cardiac autonomic response to a treadmill test. The response was associated with the motor mobility function.

Keywords: cerebral palsy, heart rate, heart rate variability, GMFCS, sub-maximal test.