

שיפור כישורי למידה של תלמידות עם ליקויי למידה באמצעות אימון בתנועה משולב בהתערבות קוגניטיבית-התנהגותית – מחקר גישושי¹

סמדר בן-אשר ורבקה ברגר

תקציר

המחקר הנוכחי בחן את השפעת העבודה התנועתית המובנת על פיתוח כשרי למידה של תלמידים בעלי ליקויי למידה באמצעות אימון בתנועה המשולב בטכניקות קוגניטיביות התנהגותיות. בניסוי השתתפו שש תלמידות בכיתות ג' – ו' שאובחנו כלקויות למידה וטופלו לפני ההתערבות הנוכחית בשיטות מקובלות של הוראה מתקנת. כל הנבדקות נמצאו בעלות יכולות קוגניטיביות טובות ובאו מסביבה חינוכית מטפחת. כלי המחקר כללו סידרת מבחני כשרים קוגניטיביים ומבחני הישגים וכן בדיקה נוירולוגית של Quantitative EEG. המבחנים הועברו לנבדקות לפני תחילת האימון ולאחריו. הנבדקות השתתפו בתכנית אימון שבועית במשך כחמישה חודשים. ניתוח הממצאים הראה כי הנבדקות שיפרו באופן מובהק את הישגיהן במבחנים הקוגניטיביים ובמבחני ההישג, ובכלל זה בקריאה. כמו כן התקבל דיווח מבתי הספר בהן למדו המשתתפות על שיפור משמעותי בלמידה. שיפור נראה גם באבחון נוירולוגי של הפעילות החשמלית במוח. ממצאי המחקר מצביעים על אפשרות לפריצת דרך בעתיד בעבודה עם ילדים לקויי למידה באמצעות עבודה תנועתית מובנת, פרטנית או קבוצתית.

תאריכים: ליקויי למידה, קינזיולוגיה חינוכית, הליכה אין-סופית (infinity walking), התערבות קוגניטיבית התנהגותית (CBI's).

סוגיית קיומם של קשרים בין המוח, הגוף והנפש העסיקה את הפילוסופים והמדענים למן תקופת יוון העתיקה. במזרח הרחוק פותחו שיטות טיפול הוליסטיות המניחות קיומה של השפעה הדדית בין מערכות אלו. בעשורים האחרונים הלכה השפעתן של שיטות אלו והתחזקה גם במערב. אנשי רפואה הבחינו בשינויים שהתחוללו בשרירים ובתנועה בקרב מטופליהם ושיערו כי אלה משקפים תהליכים שהתרחשו במערכות הגוף האחרות ובתפקודי המוח. כפועל יוצא של הבחנה זו החלו בחקירת הדרכים שבהן פעילות תנועתית יכולה להביא לידי ארגון מחדש של הרשתות העצביות באופן שיאפשר לאדם לפתח מעקפים

¹ בפיתוח מחקר החלוץ קיבלנו את עזרתם הנדיבה והמועילה של פרופ' אלון פרידמן, מנהל מרכז זלוטובסקי לחקר המוח באוניברסיטת בן גוריון, ד"ר זמיר שורר מהמרכז הרפואי סורוקה, באר שבע, פרופ' יאיר נוימן מהמחלקה לחינוך באוניברסיטת בן-גוריון וכן גבי עדנה שפירא, מומחית בתחום הקינזיולוגיה החינוכית. מכון מופ"ת העניק מענק מחקר לפיתוח ממצאי מחקר החלוץ. לכולם אנחנו מכירות תודה. אחרונים שבלעדיהם לא היה המחקר מתקיים: תודה מעומק הלב ללילך רייב, שהייתה יד ימיננו, ולהורי הבנות שהשתתפו בתכנית האימון במחקר החלוץ, ובכך הביעו בנו אמן.

ופיצויים למגבלות גופניות (Promislow, 1994; Willis, 2009, 2010). רייטי והגרמאן (Ratey & Hagerman, 2010) טוענים שאפשר להפחית תסמינים של הפרעות קשב, שלא פעם קשורים לליקוי למידה, באמצעות תרגול גופני וכן על ידי פיתוח תכניות דידקטיות מותאמות, הוראה טיפולית, עיצוב התנהגות ופעילות גופנית.

בקרב ילדים עם ליקוי למידה המופע המרכזי של ההפרעה התפקודית מתרחש בשדה החינוכי, ולכן אך טבעי שאף על פי שמקור הקושי הוא פיזיולוגי, הטיפול בליקויי הלמידה העסיק חוקרים בתחום החינוך יותר משהעסיק חוקרים מתחום הרפואה. הקושי הלימודי הראשון שאפשר למדוד ולהעריך בבית הספר מתבטא ברכישת הקריאה. תהליך זה מחייב סנכרון של תהליכים טרום-הכרטיים ספציפיים לעיבוד מידע המתרחשים בתוך כמה מאות אלפיות השנייה מרגע הצגת הגירוי וכוללים תהליכי משנה של סקירה ויזו-מוטורית (הקפצת העיניים על המילה), פיענוח סמנטי מידי ועיבוד אסוציאטיבי של פיענוח המידע בהקשר של מידע קודם המצוי במאגרי הזכירה (לם, 1999, 2009). נראה כי לא פעם מקור הקושי בקרב תלמידים המתקשים ברכישת מיומנות זאת הוא פיזיולוגי, אך בו בזמן מעורבים בו כישורי הסתגלות, מוטיבציה, אקלים סביבתי, רכיבי אישיות פסיכולוגיים, היבטים פדגוגיים ודרכי הוראה.

ארכר וקוסטראזה (Archer & Kostrzewa, 2012) דנים בסקירתם ביתרונות של הפעילות הגופנית – לא רק מבחינה אקדמית אלא גם בכל הנוגע להתנהלות הרגשית של אוכלוסיית הלומדים בכללה. גם הלפרין והילרי (Halperin & Healey, 2010) מצדדים בפעילות גופנית כחלק מתכנית העשרה המקלה את התסמינים של קשיי למידה, והיא בעלת סיכוי לשנות את מסלול ההתקדמות של תלמידים אלה במערכת החינוך (Gilliam et al., 2011).

מטרתו של המחקר לבחון את הפחתת התסמינים של תלמידים עם ליקוי למידה ושיפור כישורי הלמידה שלהם באמצעות שילוב של אימון בתנועה בשיטת ההליכה האין-סופית (infinity walk), או בשמה האחר: "הליכה בשמיניות" (רביב, 2004; Sunbeck, 2002), עם קינויולוגיה חינוכית ואימון קוגניטיבי התנהגותי (CBT) להפחתת לחץ ולשיפור הערכה עצמית. הטיפול הקוגניטיבי ההתנהגותי יוצא מנקודת הנחה כי שינוי התנהגותי מתרחש באמצעות שילוב של שינוי בתפיסת המציאות, למידה ותרגול של התנהגויות חדשות תוך מתן דגש גם לטיפול בתהליכים רגשיים פנימיים (Ellis, 2001). ייחודו של המחקר בניסיון לבחון את השפעת העבודה התנועתית המובנית על פיתוח כושרי למידה של תלמידים בעלי ליקוי למידה בראייה הוליסטית, הכוללת – נוסף על הפיתוח התנועתי – גם התייחסות לתחום הרגשי, לדימוי העצמי, לתחום החברתי ולתחושת הקבלה של התלמיד את עצמו. האימון בקבוצה של תלמידים הסובלים מליקוי למידה מתייחס לרכיבים ספציפיים לפי צרכיו של כל תלמיד ותלמיד אך גם לרכיבי אינטראקציה חברתית בין-אישית ואפשרות ללמידה וחינוך הדדי.

הקשר בין מוח, תנועה ולמידה

מוח היילוד איננו לוח חלק, וכבר בלידה יש בו מעגלים מרכזיים של נוירונים המופקדים על התגובות הדרושות לקיום ולהישרדות כמו נשימה, קצב לב, ויסות טמפרטורה ורפלקסים (Gabbard, 1998). ההתנסויות היום-יומיות של התינוק ופעילותו התנועתית בהשפעת גירויים סביבתיים, לרבות תנועות אקראיות, גורמות להיווצרותם ולחיזוקם של חיבורים עדינים ומסובכים המשלימים את הארכיטקטורה של המוח (Coveney & Highfield, 1995). מירזניק ועמיתיו (Merzenich, Tallal, Peterson, Miller, & Jenkins, 1999) טוענים כי המוח לומד איך ללמוד, וכי תרגול ולימוד של מיומנויות חדשות עשויים לחולל שינויים במיליארדי החיבורים שבין תאי העצב במפות המוח. החוקרים משערים שהגירויים המגיעים אל התינוק מן הסביבה מעוררים את האותות, ואלה מביאים לידי בניית סוגים שונים של קשרים במוח. קשרים חלשים בין נוירונים או כאלה שלא קיבלו חיזוק נעלמים במשך הזמן, ואילו נוירונים הנמצאים בשימוש נהפכים לחלק בלתי נפרד ממנו (Kleim et al., 2002).

המחקר על ההבדלים בין שני צדי המוח החל לפני כמאה וחמישים שנה. כיום ידוע שכל המיספרה מטפלת במידע המגיע אליה בדרך האופיינית לה: המחצית השמאלית אחראית לכשרים המילוליים ולפעילות הסמלית כגון שפה וחישובים מתמטיים, ואילו המחצית הימנית היא מקום משכנן של הפעילות החזותית המרחבית וכן פעילויות הקשורות בדמיון וביצירה אמנותית (דוידג', 2009; רולניק, 2005). שתי ההמיספרות, השמאלית והימנית, מחוברות זו לזו בעזרת כפיס המוח (Corpus Callosum) – מבנה העשוי סיבי עצב ומשמש להעברת מידע בין שתייהן. שתי ההמיספרות פועלות אפוא במקביל זו לזו, והתקשורת המתקיימת ביניהן בררנית. יש לזכור שאין מדובר בהפרדת תפקודים מוחלטת, אלא בכישורים לסוגי קלט שונים, וכך בהקשר של השפה למשל אף שההמיספרה השמאלית היא הדומיננטית, להמיספרה הימנית כושר לשוני לא מבוטל, בייחוד ברמה המילונית (Aboitiz & Montiel, 2003). מממצאים אלו בדבר התפקוד הבין-המיספריאלי עולה הסברה שבמקרים של ליקוי שפתי כלשהו שמקורו בפגיעה בהמיספרה השמאלית, כמו במצב של ליקוי למידה, צריך לעורר ולעודד את פעילותה של ההמיספרה הימנית, והדבר עשוי לפצות על הליקוי.

השוני התפקודי בין שתי ההמיספרות כפי שתואר בספרות המקצועית בהרחבה נבחן שוב בשנים האחרונות, ומקובלת כיום גישה נוקשה פחות בדבר החלקים השונים של המוח. הטענה היא שהמוח מצטיין בגמישות ומסוגל להסתגל וליצור מבנים חדשים לפי הצרכים שנוצרו בעקבות פגיעה או מחלה. למוח יכולת לעקוף אזורים פגועים ולפתח תפקודים באזורים שלא נפגעו (Frattali, Grafman, Patronas, Makhilouf, & Litvan, 2000).

כיצד משפיעה התנועה על הלמידה? תנאי קודם ללמידה הוא תהליך תקין של התפיסה (הפרספציה), כלומר איסוף וקליטה של גירויים, סינון שלהם ולאחר מכן עיבוד ותכלול המאפשרים תגובה הולמת. את התפיסה אפשר למיין על פי החוש המסוים שדרכו נקלט המידע: תפיסה חזותית, תפיסה שמיעתית ותפיסה תנועתית. למידה יעילה מושגת כאשר תהליכי התפיסה הללו תקינים ומתקיים תכלול בין-חושי, כלומר שילוב בין התפיסות החושיות ואיחוד שלהן לכדי מארג של מידע מורכב אך שלם ובעל מובן.

ליקויי למידה ותנועה

בעבר הוטלה האחריות לקשיים הלימודיים ולכישלון של ילדים במערכת החינוך על התלמידים והוריהם: הילדים הואשמו בעצלנות, באי-אכפתיות ובחוסר מוטיבציה, וכלפי ההורים נטען שאינם "משקיעים" (אל-דור, 2011). רק בשנות השמונים הוגדר פורמלית המושג "ליקוי למידה" (Learning Disability), והחל להתפתח ענף מחקר עשיר בתחום זה. האגודה לליקויי למידה (ICLD) מגדירה "ליקוי למידה" כקבוצה הטרוגנית של הפרעות המתבטאות בקשיים ניכרים בהקשבה, בדיבור, בקריאה, בכתיבה, בחשיבה הגיונית ובכישורים מתמטיים או חברתיים. מניחים שהפרעות אלו מקורן בדיספונקציה במערכת העצבים (שרוני-נחק, 1990). לפגיעה במערכת העצבים המרכזית גורמים אחדים כגון וריאציות גנטיות, גורמים ביוכימיים או נזקים ניורולוגיים בשל חבלה או מחלה (הבר, 1990). שיעורם של התלמידים עם ליקויי הלמידה במערכת החינוך בעולם מוערך ב-10%-15% (Brown, Aylward & Keogh, 1996), וזו גם ההערכה המקובלת בישראל (קדרון, 1988; הבר, 1990). לקשיים בקואורדינציה, שהיא רכיב חשוב בפעילות המוטורית, יש מתאם גבוה עם מגוון של ליקויי למידה (Dewey, Wilson, Crawford, & Kaplan, 2000).

ליקויים בקואורדינציה מתבטאים בדרך כלל בחוסר סימטריה בתנועות הגוף, כשצד אחד של הגוף או אחת הגפיים נמצאים במצב נוקשה ואינם תורמים לשיווי המשקל הדינמי של הגוף (יזדי-עוגב, 1995). למשל, מחקר שבחן תפקוד בתחום המוטוריקה הגסה והעדינה של ילדים עם ליקויי למידה מצא שההישגים הנמוכים ביותר הושגו בביצוע תנועות סימולטניות או תנועות הדורשות הן קואורדינציה דו-צדדית, המערבת תנועות של הידיים והרגליים, והן קואורדינציה של עין-יד (Bruininks & Bruininks, 1977). בתוך מכלול ליקויי הלמידה הדיסלקציה היא הנחקרת ביותר, משום שהיא ההופכת את הקריאה והכתיבה למאבק. קודם למונח "דיסלקציה", המקובל היום, היה בשימוש המונח "עיוורון מילים", שאותו טבע קוזמאל (Kussmaul) כבר ב-1877 (לם, 2009). הדיסלקציה מעמידה מכשול ממשי בלימודים לפני תלמידים בעלי יכולות קוגניטיביות טובות, שכן הם אינם מצליחים להביא יכולות אלה לידי ביטוי מלא בבית הספר (מרגלית וטור-כספא, 1998). להפרעה הבסיסית מתווספים לעתים תוצרי לוואי המתבטאים בקשיים רגשיים, חברתיים ואישיותיים. בד בבד ניסתה המערכת הרפואית לתת מענה להיבט אפשרי אחד של ליקויי הלמידה – הפרעת קשב וריכוז – על ידי תרופות (בעיקר ריטלין), המביאות לידי הפחתה יחסית של ההסחה ויכולת טובה יותר למקד קשב.

בשנים האחרונות התרחב כאמור המחקר התאורטי והיישומי בתחום ליקויי הלמידה, ואחת המסקנות העיקריות העולות מגוף המחקר בתחום זה מצביעה על המורכבות הבין-תחומית הנדרשת לצורך הבנת רכיבי הקושי וההיערכות לטיפול בהם: הפסיכולוגיה ההתפתחותית, הרפואה הנירולוגית והנירו-התפתחותית, הפסיכולוגיה הקוגניטיבית, הפסיכולוגיה החינוכית והשדה החינוכי (Planinses, 2002). ואכן מערכת החינוך העבירה את התביעה לתת מענה לקבוצה זו של תלמידים אל שדה הפסיכולוגיה החינוכית והרפואה הנירולוגית מתוך הבנה שהמחקר בתחום ליקויי הלמידה חייב להיות בין-תחומי ומשולב ולכלול היבטים ניורולוגיים, פיזיולוגיים, חינוכיים-דידקטיים ופסיכולוגיים.

חוקרים הראו שהיכולת לנוע היא תנאי להתפתחות, וכי ללא תנועה ההתפתחות נפגעת, וכי הקישור הביולוגי בין המחשבה, התנועה והרגשות נוצר עם התנועה (Quaney et al., 2009). החוקרים מסתמכים על ידע ביולוגי שלפיו לפעילות גופנית יש השפעה ישירה על המוח משום שהיא גורמת לעלייה בייצור של פקטור גדילה מוחית (NGF) החיוני לבניית הרשת בין התאים ומסייע בצמיחה של תאים חדשים. זאת ועוד, קרוב לוודאי שהתנועה גם מדרבנת ומאיצה את תהליכי התיקון הנעשים במוח במקרים של פגיעה, שכן בעקבות תנועה מופרשים באתרים הרלוונטיים במוח פקטורי גדילה, המתווכים את תהליכי התיקון הללו. משמעותו של מידע זה שיתכן שעל ידי תנועה אפשר לחוות רשתות עצבים. למשל, ייתכן שתנועה החוצה את קו אמצע הגוף תביא להעצמתה של רשת הניורונים האחראית לתנועה זו, וכי פעילות מוגברת מסוג זה עשויה לפצות באסטרטגיה עוקפת על בעיות של אינטגרציה בין שתי ההמיספרות.

חוקרים בתחום הביולוגיה שהתמקדו בשינויים במבנה המוח טוענים שפעילות גופנית יוצרת שינויים במבנה המוח, המשפיעים על תפקודים קוגניטיביים. הסימוכין לתאוריה זו הם בדרך כלל מחקרים בבעלי חיים שהדגו שתנועות רבה מביאה לידי שינויים מבניים במוח (Olsen, 1994). הפעילות השרירית ובעיקר תנועות מתואמות מאיצות ייצור של נירורופינים, המגרים צמיחת תאי עצב ומגדילים את מספר הקישורים העצביים במוח. במחקר נוסף בעכברים (Molteni, Zheng, Ying, Gomez, & Twiss, 2004) התגלה שפעילות מוטורית אינטנסיבית מעודדת את חידוש האקסונים בניורונים הסנסוריים. עוד נמצא שהמוח האנושי גדל במידותיו, מפתח את מורכבותו, יוצר קשרים סינפטיים ומשנה את עצמו על פי מספר ההתנסויות הסנסוריות ואיכותן (Morrison & Hof, 1997). במחקר אחר נמצא שפעילות גופנית מגדילה את כמות החיבורים הסינפטיים בין התאים במוח המבוגר, ומכאן משפרת את תפקודו. השפעה של פעילות גופנית על פעילות המוח נמצאה גם בטיפול בסובלים מהפרעה טורדנית כפייתית (OCD). שורץ ובייגלי (Schwartz & Begley, 2002) טוענים שאימון גופני או קליעות לסל הם חלק מתהליך הריפוי, שעיקרו פגיעה בתהליכי חשיבה והעברת מידע במוח.

בתחום הפסיכולוגיה ההתפתחותית פיאזה (1962, 1972) הוא ששיער לראשונה השערות בנוגע לקשר החשוב שבין תנועה ללמידה. לדבריו, התנועה היא הסוכן הראשוני בתהליך הרכישה וההתפתחות של מבנים קוגניטיביים, בייחוד בילדות המוקדמת. במגוון מחקרי מוח (עד שנות השבעים של המאה העשרים) נמצא שהמוח אכן זקוק להספקה מתמדת של גירויים או של מידע מן הסביבה לשם ערנותו, מהימנותו ויעילותו.

עבודה בתנועה ושיפור כישורי למידה

בספרות המקצועית קיים כיום דיווח על תכניות התערבות רבות של עבודה בתנועה לצורך שיפור כישורי הלמידה. גבארד (Gabbard, 1998) בדק השפעות של תכניות התערבות מוטוריות על יכולות קוגניטיביות ומצא כי ככל שהילדים שהצטרפו לתכנית היו גדולים יותר, כך השיפור במנת המשכל ובהשיגיהם הלימודיים היה קטן יותר. לכן שיער שקיימת תקופה קריטית להשפעתן של תכניות התערבות בתחום זה.

עוד אישוש לטענה זו מתקבל ממחקרו של קרמר (Kramer, 1999), שמצא כי פעילות גופנית אירובית ברמה בינונית מגבירה את הספקת הדם למוח באופן סלקטיבי. הוא הראה שהספקה מזורזת זו משפרת תפקודים קוגניטיביים הנשלטים על ידי אזורים ספציפיים בקליפת המוח (אזורים קורטיקליים פרונטליים ופרה-פרונטליים).

גם בתחום החינוך הגופני נעשו מחקרים רבים כדי לבחון את השפעתה של התנועה על הלמידה, וההנחה בדבר קיומו של קשר זה היא ההצדקה לחשיבותם של שיעורי החינוך הגופני בבית הספר (Shephard, 1997). אולם מסקירת הספרות המקצועית עולה שלסוגיה זו אין במחקר תוצאות חד-משמעיות. קירקנדל (Kirkendall, 1986) סקר את הספרות המקצועית העוסקת בקשר שבין פעילות גופנית להתפתחות קוגניטיבית, וממצאיו מצביעים על קיומו של קשר מתון בין שני המשתנים. קשר זה בולט בעיקר בשלבים הראשונים של ההתפתחות (עד גיל שבע), ובעיקר באוכלוסייה בעלת צרכים מיוחדים. עם זאת קירקנדל הסיק שרוב המחקרים לוקים מבחינה מתודולוגית ואינם מאפשרים להסיק בנוגע לקשר סיבתי.

מחקרים עדכניים יותר (נץ, 2004) מצביעים בכל זאת על קיומם של קשרים סיבתיים בין פעילות גופנית לשיפור בתפקוד הקוגניטיבי בגילים שונים, החל בגיל הרך וכלה בזקנה. שרפ (Sharpe, 1979) בדקה את השפעתה של גישת החינוך לתנועה על הישגים לימודיים בגיל הרך. ממצאי מחקרה מלמדים על שיפור בהישגים לימודיים בחשבון ובקריאה שחל בהשפעת החינוך לתנועה. שפרד ועמיתיו (Shephard et al., 1984) בדקו את השפעתה של פעילות גופנית מוגברת על הישגים לימודיים. במחקר נמצא הבדל מובהק בין קבוצת זניסוי, שקיבלה תגבור בחינוך גופני, ובין קבוצת הביקורת. ממצאים דומים מצאו סליס ועמיתיו (Sallis et al., 1999) במחקר אורך שבו נבדקה השפעתה של תכנית חינוך גופני בריאות על הישגים לימודיים עיוניים. קהאן ורו מדווחים על קשר חיובי בין פעילות גופנית בגיל המבוגר ובין תפקוד קוגניטיבי ונירולוגי של המוח (Row & Kahn, 1998). גם נץ (2004), שניתחה מחקרים רבים העוסקים בקשר שבין פעילות גופנית ליכולות קוגניטיביות בגיל המבוגר, מצאה עדות מבוססת לקשר זה. על פי ממצאיה, תפקודם הקוגניטיבי של מבוגרים הבחורים באורח חיים פעיל טוב יותר במובהק מזה של מבוגרים שאינם פעילים. גם זאת במחקר ניסויי שעשתה היא דיווחה על ממצאים סותרים (נץ, 2004). האפשרות לחזק יכולות קוגניטיביות ומיומנויות למידה באמצעות תנועה חשובה לכלל האוכלוסייה, אך בעלת חשיבות יתרה לאוכלוסיית לקויי הלמידה, שכן בקרב קבוצה זו תהליך הלמידה זורכב ואינו מובן מאליו.

ההבנה בדבר הקשר שבין תנועה ללמידה הביאה קבוצת חוקרים בושינגטון לעשות ניסוי שבו הושיבו תלמידים שאובחנו כבעלי הפרעות קשב וקשיי קריאה בתוך מושב של כדורים טיפוליים (Therapy Balls Versus Chairs). התוצאות הראו שיפור בהתנהגות הילדים, פרודוקטיביות בלמידה וירידה בהפרעות קשב וריכוז (Schilling, Washington, Billingsley, & Deitz, 2003).

במחקר אורך אחר, שנמשך שלוש שנים, הראו ניקלסון ועמיתיו (Niklasson, Niklasson, & Norlander, 2009) שעבודה כוללת המשלבת אימון מוטורי מתוכנן ומובנה מסוגים שונים, גירוי וסטיבולרי וגירוי שמיעתי הניבה שיפור ניכר במיומנויות סנסומוטוריות בקרב 232 ילדים עם ליקויי למידה. בניסוי אחר התבקשה קבוצה של 16 ילדים עם ליקוי בתחום החשבון (זיסקלקוליה) לשחק במשחק מחשב (תרגול מובנה) 15 דקות ביום במשך חמישה שבועות. התרגול שילב בו-זמנית חשיבה מתמטית בסיסית, הבנה מרחבית, תיאום ויזו-מוטורי וחציית קו אמצע הגוף (ידיים ועיניים). השינויים הוערכו בעזרת בדיקה נירופסיכולוגית והדמיית תהודה מגנטית (MRI). הממצאים הראו שפעילותם של ילדים בעלי ליקויי למידה בתחום החשבון הייתה ירודה באונות הוודקודיות (הפארייטליות) לעומת ילדים ללא ליקויים כאלה. בתום תקופת האימון השתפרה יכולתם המתמטית של הילדים עם ליקויי הלמידה (Kucian et al., 2011).

התפתחותה של הקינזיולוגיה החינוכית

הקשר בין תפקוד מוטורי לתפקוד הלימודי והשערות בנוגע להשפעה הדדית בין המערכות הם שעומדים בבסיס עבודתו הייחודית של פול דניסון (Dennison, 1981). פול דניסון החל את דרכו בחקר הדיסלקציה במשך תשע-עשרה שנה במרכז ללמידה קבוצתית מתקנת בקליפורניה. מתוך מאבקו האישי לפרוץ את קשייו שלו ומתוך תצפית על ילדים הסובלים מקשיי למידה וליקויים שונים וסיוע להם, פיתח דניסון בשנות השישים את ענף הקינזיולוגיה החינוכית. רעיונותיו של דניסון מבוססים כאמור, נוסף על התנסותו האישית, גם על חיבור ידע מתחומי המחקר שהוזכרו בעבודה זו. על פי דניסון ודניסון (Dennison, 1996, 1987; Dennison & Dennison, 1981), עבודה מוטורית ובעיקר זו המשלבת עבודה עם שני צדי הגוף מאיצה את ההולכה העצבית בכפיס המוח. האצה זו מאפשרת עבודה אינטגרטיבית יותר של שני חלקי המוח, העשויה לפצות במקרים שבהם קיימת לקות עקב פגיעה באזור מוחי ספציפי.

הנפורד (2000) הרחיבה את הבסיס התאורטי הנירולוגי של הקינזיולוגיה החינוכית והתבססה על הממצאים שלפיהם קיימת התקדמות בלמידה כאשר אנו באים במגע עם העולם: במוח ובגוף למידה זו לובשת צורה של תקשורת בין נירונים. כאשר אנו קולטים גירויים חושיים ויוזמים תנועות, נוצרים קשרים חדשים בין תא עצב לתאי עצב אחרים. קבוצות עצביות יוצרות דפוסי תקשורת הנהפכים לנתיבים, ושימוש חוזר ונשנה בנתיבים אלו מאיץ את התכסותם של האקסונים במיאלין, חומר מבודד, תהליך המגביר את

מהירות ההולכה באקסון. תהליך זה מאפשר למידע לעבור בנתיבים מהירים יותר – "אוטוסטרדה". לדברי הנפורד, תכנית התרגילים העומדת בבסיס הקינזיולוגיה החינוכית מעודדת הן יצירת סינפסות חדשות והן יצירת מיאלין על האקסונים.

על יסוד ידע זה ובשילוב השפעות מתחומים נוספים פיתחו דניסון ודניסון (Dennison & Dennison, 1996) את התרגול הנקרא Brain Gym® – תרגילי מוח. החוקרים בנו סדרה של עשרים ושישה תרגילים פשוטים שמטרתם לעודד את שתי ההמיספרות לעבוד בסנכרון אופטימלי. בתרגילים אלה קיימים מרכיבים של הצלבה, שיווי משקל, אימון להתמקדות, פיתוח תחושת מצב במרחב, הרפיה באמצעות נשימות, פעילות להארכת שרירי שלד וגמישות מפרקים. תרגול זה ישפר, על פי השיטה, הן את הביצועים המוטוריים והן מיומנויות למידה ויכולות קוגניטיביות. התכנית כוללת תרגילים של תנועות גוף מוצלבות, והיא מבוססת הן על מחקר המראה שזחילה בהצלבה, מתוך שילוב של שני צדי הגוף, שיפרה את תפקודם של אנשים עם פגיעה נירולוגית (Delcato, 1963), והן על הידע הנירולוגי שלפיו קיימת התמחות המיספריאלית, ולכן ברוב הפעולות שצדו הימני של הגוף מבצע שולטת ההמיספרה השמאלית ולהפך (הנפורד, 2000).

דברה סנבק (Sunbeck, 2005) פיתחה את שיטת ההליכה האין-סופית (infinity walking), המאמנת את הגוף בתנועה באמצעות פעילות רב-משימתית (multi-tasking). במקורה כוונה השיטה לשימוש בפסיכותרפיה קלינית, שכן סנבק התמחתה ברפואה התנהגותית וחיפשה שיטה הוליסטית יעילה שתאפשר ריפוי עצמי משולב שישפר הן הערכה עצמית מתוך מוטיבציה פנימית והן התפתחות בו-זמנית של תנועת הגוף והמוח. סנבק קישרה עבודה פסיכוסומטית, שהייתה מקובלת ברפואה, עם רפואה התנהגותית בניסיון ליצור שיטה קלינית שתשלב את המשאבים של שתי ההמיספרות במוח ותהפוך אותם לזמינים באופן מודע לרצונו של האדם לצורך צמיחה וריפוי. בשנות התשעים אימצו את השיטה גם אופטומטריסטים, פיזיותרפיסטים וצוותי סיעודי, וכיום היא מקובלת בעבודה בשיקום פיזי אחרי תאונות או אירוע מוחי וכן בבתי אבות ובטיפול בזקנים.

בטיפול בתלמידים עם ליקויי למידה מקובל כיום טיפול המבוסס על שני הזרמים הללו: הקינזיולוגיה החינוכית וההליכה האין-סופית. הטיפול הוא פרטני, והמאמן מתרגל את התלמיד בתנועה המשלבת את הידע הנורו-פיזיולוגי, הפסיכולוגי והחינוכי (שיטה זו נעשית למשל באנגליה במונח INPP). לרוב נעשית העבודה באמצעות יישום פרקטי, ללא תמיכה מחקרית מלווה, וההזדרכה הניתנת למטפלים בשדה היא בשיטה של תורה שבעל פה. למרות התבססותה של השיטה בשטח ודיווחי ההצלחה של הנעזרים בה, בשדה המחקר רק מחקרים מעטים בחנו אותה ואת יישומה. סיפט וקלסה (Siff & Khalsa, 1990) עשו מחקר במבוגרים ומצאו שיפור בזמן התגובה לגירוי ויזואלי אחרי 10 דקות בלבד של תרגילי מוח. קמיסה (Cammissa, 1994) עשה מחקר בקבוצת ילדים בני 7-17 ובדק את השפעתו של תרגול בקינזיולוגיה חינוכית שנמשך שנה שלמה על הישגים אקדמיים ותפיסה מרחבית. תוצאות המחקר הצביעו על שיפור בתפיסה המרחבית, אך לא נרשם שיפור מובהק בהישגים האקדמיים. הרמון (Harmon, 2001) ביצעה מחקר מקיף על השפעתם של תרגילי

המוח על המודעות הפונולוגית. במחקר השתתפו 126 ילדי גן שנדגמו אקראית והשתתפו בתרגילי קינזיולוגיה שמונה דקות ביום במשך שנת לימודים שלמה. ממצאי מחקר זה, שבדק את המודעות הפונולוגית של הילדים המתרגלים לפני התרגילים ואחריהם לעומת קבוצת ביקורת, לא הצביעו על הבדל מובהק בין הקבוצות. כנגד מחקרים אמפיריים אלו, שאינם חד-משמעיים במסקנותיהם, יש כאמור עשרות דיווחים של מכוני הקינזיולוגיה החינוכית ברחבי העולם. תכניות שונות המכוונות לקידום תלמידים בעלי ליקויי למידה באמצעות תנועה מופעלות בשדה כבר משנות השבעים, ובכולן מתוארת הצלחה יוצאת דופן בשיפור המיומנויות והיכולות הקוגניטיביות, אך למרות זאת רק מחקרים מעטים שבחנו את השיטה ואת יישומה פורסמו עד כה.

מטרתו של מחקר הלוך זה הייתה לבחון אם תרגול בשיטת תרגילי המוח, המבוסס על תורת הקינזיולוגיה החינוכית של דניסון (Dennison & Dennison, 1994) ועל ההליכה האין-סופית של סנבק (Sunbeck, 2005), מביא לידי שיפור ביכולות הקוגניטיביות ובמיומנויות הלימודים (כמו קריאה וכתובה, פתרון תרגילים, קשב וריכוז) בקרב אוכלוסיית ליקויי הלמידה וכפועל יוצא מכך גם בתחושה העצמית והחברתית של המשתתפים. הבחירה להתמקד באוכלוסיית לקויי הלמידה מקורה בממצאי המחקרים העוסקים בבסיס הנירולוגי של לקות הלמידה ולהשערה כי שיפור התפקודים של אוכלוסיית לקויי הלמידה אשר יתרגלו בשיטה זו יהיה ניכר, וכי המשתתפים שיתאמנו על פי שיטת הקינזיולוגיה החינוכית ישתפרו במטלות של קשב וריכוז, זיכרון, למידה חדשה וקואורדינציה.

השערות המחקר

1. האימון בתנועה בשיטת ההליכה האין-סופית (Infinity Walk) יגרום להפחתת התסמינים של תלמידות עם ליקויי למידה ולשיפור כישורי הלמידה שלהן כפי שיבואו לידי ביטוי במבחנים הבודקים יכולות קוגניטיביות ובהישגים הלימודיים בבית הספר.
2. האימון בתנועה הנעשה בקבוצות שווים (תלמידות לקויות למידה) והמשלב אינטראקציות בין-אישיות וחברתיות, יגרום לשיפור הרגשת המשתתפות בהתייחס לעצמן ולחברה. השיפור יתבטא בדיווח העצמי של המשתתפות, בהתרשמות החוקרות מהאינטראקציה בין התלמידות בעת המפגש ובמשוב שיתקבל מהסביבה המבוגרת (ובמיוחד ההורים).

השיטה²

משתתפות

במחקר השתתפו שש תלמידות בנות 8-11 ממשפחות מרקע כלכלי-חברתי גבוה, המאופיינות בטיפול חינוכי וסביבתי. כל הנבדקות אובחנו כבעלות ליקויי למידה בדרגה בינונית עד קשה (דיסלקציה שבאה לידי ביטוי בתת-הישג לימודי במיומנויות של קריאה וחשבון),

² המחקר המתואר במאמר הוא מחקר גישוש הנעשה כשלב מחקרי מקדים, ולכן בתכנון המוקדם לא יכולנו לדעת כיצד הוא יתפתח, ולפיכך חלק מהממצאים מדווחים לאחר מעשה, ולא תוכננו בעניינם מראש כלי מחקר והם לא נכללו בהשערות המוקדמות.

המוטיבציה ותחושת היכולת האישית. העבודה נעשתה בכמה צירים בו-זמנית: למידת כללי יציבה נכונה, תנועות הצלבה, תרגול הרפיה, תרגילי נשימה להגברת קשב ולהרפיה. שני שלישים מהזמן בכל מפגש הוקדשו לאימון קינזיולוגי, והחלק האחר לתמיכה בתחום הרגשי והמיומנויות החברתיות כולל חיזוק מוטיבציות לתרגול בעזרת הקשר הורה-ילד שנבנה כחלק מתכנית האימון. יש לציין כי בכל האימונים נכחו גם הורי הנבדקות, והם אימנו אותן בתרגול יום-יומי בבית. נוסף על ההסבר שניתן במפגש השבועי הודגמו להורים עקרונות השיטה ביום סדנה משותף לפני תחילת העבודה עם הילדות.

התכנית הועברה על ידי רופאה בכירה (אחת מכותבות המאמר) העוסקת ברפואה פנימית וברפואה התנהגותית ופסיכוסומטית (רפואת גוף נפש) בד בבד. סייעה לה סטודנטית לפסיכולוגיה חינוכית שהייתה לקראת סיום לימודיה לתואר שני. את התכנית ליוותה ליווי צמוד פסיכולוגית חינוכית מומחית (אחת מכותבות המאמר).

ממצאים

תוצאות מבחני היכולת הקוגניטיבית

הישגי הנבדקות הושגו בעזרת תוצאות מבחן קאופמן שהן עשו לפני התכנית והמישה חודשים לאחריה. כפי שתואר לעיל, המבחן כלל שלוש קטגוריות: סדרתי, מילולי והישגים. לוח 1 מציג את ממצאי האבחון בהשוואה בין שתי ההעברות.

לוח 1:

הישגי הנבדקות במבחן קאופמן לפני התכנית ולאחר התכנית

משתתפת	סדרתי		מילולי		הישגים	
	לפני	אחרי	לפני	אחרי	לפני	אחרי
1.	95	104	101	133	94	129
2.	95	102	111	117	86	93
3.	100	113	99	101	101	102
4.	91	104	99	102	89	90
5.	89	102	127	131	84	100
6.	91	94	105	127	112	110
פער לפני ההתערבות ולאחריה	p<.001	מובהק	p<.001	מובהק	p<.002	מובהק

ולפני ההתערבות טופלו בשיטות מקובלות של הוראה מתקנת במערכת החינוך ובבית. כל הנבדקות רכשו קריאה מאוחר, ואחדות לא סיימו את רכישת הקריאה במלואה עד תחילת ההתערבות (כיתות ג-ה). מחצית מהנבדקות אופיינו גם בקשיי קשב וריכוז ללא ביטוי תנועתי (ADD). נבדקת אחת אובחנה גם בהפרעת קשב המלווה בהיפר-אקטיביות (ADHD).

כלים

השפעת ההתערבות נבדקה בשני מדדים: (1) מבחן האינטליגנציה של קאופמן שבדק את השיפור ביכולות הקוגניטיביות, (2) תרשים EEG-Q שבדק את השינויים במוח.

1. מבחן האינטליגנציה של קאופמן K-ABC – Kaufman Assessment Battery for Children (Kaufman & Kaufman, 1983). מבחן זה הוא כלי המשמש למדידת אינטליגנציה והישגים, וסוללת המבחנים שבו מספקת ציונים מתוקננים שנועדו לבחון כשרים המשקפים יכולות קוגניטיביות. מבחן K-ABC מפריד בין שלושה תחומים: עיבוד סדרתי לינארי (sequential processing), עיבוד בו-זמני סימולטני (simultaneous processing) ומבחני הישגים. כל המשתתפות נבחנו במבחן קאופמן פעמיים בהפרש של עשרה חודשים בין בחינה לבחינה. את הבחינות עשתה פסיכולוגית חינוכית מומחית, המיומנת בהעברת מערכת אבחון זו. מעקב הישגים בבית הספר נעשה באמצעות דוחות של תפקוד חינוכי שקיבלו ההורים מבתי הספר.

2. בדיקת השינויים במוח – Quantitative EEG (Q-EEG) – בדיקה המאפשרת לבחון דפוסיים של פעילות חשמלית של קליפת המוח. באמצעות הניתוח הכמותי אפשר להשוות את בדיקת ה-EEG-Q של המטופל לבסיסי נתונים ייעודיים באוכלוסייה לא קלינית (ינוורמלית^{4,3}), וכך לקבל את התדרים שבהם הפעילות החשמלית שונה מהנורמה ועד כמה סטייה זו מהנורמה מהותית (Tatum, Husain, & Benbadis, 2008). השימוש ב-Q-EEG מאפשר בניית בסיסי נתונים למגוון גדול של מדדים המתארים את הפעילות החשמלית של המוח.^{4,3}

דליך

זנבדקות השתתפו במשך כחמישה חודשים בתכנית שבועית זהה לכולן. משך המפגש היה שעתיים בשבוע והתקיימו שישה-עשר מפגשים. במהלך התכנית התאמנו הנבדקות במטלות זורכבות בתחום הקינזיולוגיה החינוכית וההליכה האין-סופית, וכן נעשתה עמן עבודה זוגניטיבית התנהגותית לפיתוח יכולות לניהול לחץ, עבודה על דימוי גוף, דימוי עצמי פיתוח מיומנויות חברתיות בקבוצה. זוהי התערבות ממוקדת וקצרת מועד, אשר נועדה להביא לידי שינוי במחשבות, ברגשות ובהתנהגויות של המטופל.

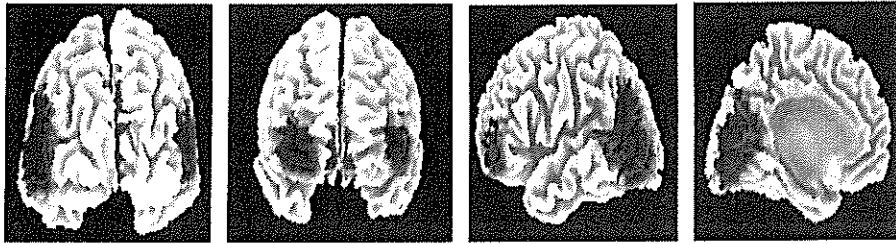
גטרחה של העבודה הרגשית הייתה לתמוך ביכולת ההתמודדות באמצעות הגברת

למידע מפורט על Q-EEG ראו Kaiser, 2011.

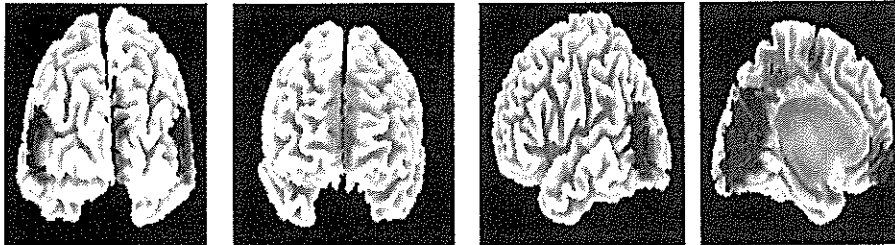
מסיבות טכניות רק ארבע ממשתתפות הקבוצה עברו אבחון ניורולוגי של EEG כמותי לפני התחלת תכנית האימון, ושלוש לאחר סיומה.

תמונה 1:

הפעילות החשמלית של המוח לפני ההתערבות (Delta Power EEG)

**תמונה 2:**

הפעילות החשמלית של המוח אחרי ההתערבות (Delta Power EEG)



מבט מאחור על שתי האונות

מבט מלפנים על שתי האונות

ימין

שמאל

אפשר לראות בבירור כי לאחר ההתערבות נצפתה ירידה כמותית של גלי דלתא, מה שיכול להצביע על האפשרות של שינוי מוחי-מבני.

דיווחים ממערכת החינוך על השיגים בפועל

לאחר כארבעה עד שישה שבועות החלו להתקבל מכל מסגרות החינוך שבהן למדו המשתתפות בניסוי (ארבע מסגרות חינוך נפרדות) הדיווחים שנתנו המורים באופן ספונטני ובלתי מובנה להורים. הדיווחים תיארו שיפור ניכר בריכוז, ביכולת הקשב ובהישגים בלימודים. חשוב לציין שמכיוון שהאימון נעשה בשעות אחר הצהריים ובמימון פרטי של ההורים, לא קיבל הצוות החינוכי בבית הספר מידע על התכנית, אופייה והציפיות המחקריות הנלוות אליה. ייתכן שחלק מההורים שיתפו ספונטנית את המחנכות במידע על קיום התכנית, אולם זה היה מידע אקראי, וספק רב אם היה יכול להוות אפקט הילה שישפיע על הדיווח העקיב והמתמשך על השיפור בהישגים שניתן להורים.

היבטים רגשיים

התחום הרגשי לא נבדק בנפרד על ידי מבחנים פסיכולוגיים, ולכן השיפור בתחום זה מעוגן רק בהתרשמות החוקרות ובדיווחי המשתתפות וההורים. בראשית כל מפגש נערכה שיחה עם המשתתפות, ובה ביטאו את הרגשתן בשבוע שלחף, כולל אירועים מיוחדים שחוו.

ניתוח הממצאים נעשה בעזרת מבחן הסימן (sign test), המשמש לבחינת השערות בנוגע לחציון של התפלגות רציפה, והשימוש בו נבחר בשל מספרם הקטן של הנבדקים. מניתוח הממצאים עולה שהנבדקות שיפרו באופן מובהק את הישגיהן בתחום הסדרתי, המילולי ובמבחני ההישג ובכלל זה בקריאה.

בתחום הסדרתי כל הנבדקות (100%) שיפרו במובהק את הישגיהן ($p < .001$). **בתחום הסימולטני** 4 מתוך 6 נבדקות (66%) שיפרו את הישגיהן. זהו הישג מובהק ברמת מובהקות של $p < .001$. **בתחום ההישגים** 3 מתוך 6 הנבדקות (50%) שיפרו את ההישג. זהו הישג מובהק לפי $p < .002$.

פי שדווח, ההישג שהתקבל אצל הנבדקות באמצעות האבחון הקוגניטיבי היה מעבר לסטיית תקן, והוא מרשים בייחוד משום שבקרב ילדים עם ליקויי למידה הפער בין ההישג הנורמטיבי הצפוי לפי הגיל ובין ההישג בפועל גדל בדרך כלל עם השנים. יכולתן של התלמידות שהשתתפו בתכנית האימון "להדביק" פער זה מדגיש את האפקטיביות של זאימון בקניטולוגיה חינוכית.

נוצאות מבחני הבדיקה הפיזיולוגית Q-BEG

פי שתואר בפרק השיטה, אחד מכלי האבחון היה מיפוי באמצעות בדיקה פיזיולוגית של פעילות מוחית. ברישום הפעילות החשמלית של המוח באמצעות מכשור ייחודי שהתוצר שלו הוא Q-BEG מוזהים כמה דגמים שכל אחד מהם מאפיין פעילות מוחית ספציפית. כל ג'ם מסומן באמצעות אייב יונוי: גלי אלפא, בטא, גמא, דלתא ותטא. לכל אחד מסוגי הגלים ש תדירות ומשרעת אופייניים. גלי דלתא לא תקינים מופיעים בכמה מצבים: קיומם של איקויי קשב וריכוז, גידולים אורגניים במוח, דיכאון, חרדה, סכיזופרניה ואפילפסיה. באבחון זנוכחי ביקשנו התייחסות להפרעת קשב וריכוז. מהמחקרים עולה שלילדים ולבוגרים עם הפרעת קשב המלווה בהיפר אקטיביות (ADHD) יש בדרך כלל דפוס גלי מוח המאופיין עודף גדול של גלים בחלק הקדמי (פרונטלי) של המוח (Clarke, Barry, McCarthy, & Selikowitz, 2000). גלים אלו נצבעים בתרשים המתקבל מהבדיקה בצבעים אדומים והם נעידים על הן עודף יעילות והן על עודף פעילות בסדר יעילות של פעילות מוחית באזור זה (Synder & Hall, 2006).

מונות 1 ו-2 מציגות תמונת Q-BEG של אחת הנבדקות. התמונות מדגימות את השינויים כמות גלי הדלתא לפני ההתערבות ואחריה.⁵

מתקנת), אי אפשר לייחס את השינוי להתערבות הרגילה. חיזוק לכך מתקבל מהדיווחים שהגיעו, כמעט בו-זמנית, מבתי הספר שבהם למדו הילדות. לשיפור זה תרמו לדעתנו משתנים אחדים: 1. תכנית האימון בתנועה כפי שבוצע במפגש שבועי במשך ארבעה חודשים; 2. האימון והתרגול היום-יומי במיומנויות של התלמידות במשך השבוע בהדרכת ההורים ובעידודם; 3. ייחודה של תכנית אימון זו – לעומת תכניות דומות הקיימות במכונים בארץ ובעולם – הוא בעבודה הקבוצתית שלה. אנחנו מאמינות ששותפות חברתית, תמיכה קבוצתית, האפשרות לראות את הקשיים בתוך חברת השווים ולהתמודד במשותף – כל אלה תורמים לשיפור בדימוי העצמי והחברתי וליכולת לגייס מוטיבציה ומשאבי כוח להתמודדות עם הקשיים; 4. ייתכן גם שעצם העבודה הקבוצתית המונחית ונוכחותם הפעילה של ההורים באימון תרמו לדימוי הגוף, לדימוי העצמי ולפיתוח מיומנויות חברתיות בקבוצה.

יש לציין כי החיפוש המתמיד של הורים לילדים עם ליקויי למידה אחר פתרונות הביא לידי פריחה של שיטות טיפול הן במגזר הפרטי והן במגזר הציבורי. פשטותה של שיטת האימון המובנה בתנועה, ההבטחה לשינוי בטווח קצר ביותר והעדויות מהעבודה בשדה סייעו בכניסתה של העבודה התנועתית המובנת (Edu-K) למערכת החינוכית על אף היעדר מחקר עומק ואורך המאשש את הקשר שבין אימון תנועתי לשיפור במיומנויות הלמידה (Prashing, 2004).

מגבלות המחקר והמלצה למחקר המשך

בתהליך המחקר עלו קשיים מתודולוגיים שבהפרדת המשתנים בניסויי שדה בכלל ועם קבוצה קטנה כל כך של נבדקים בפרט. עם זה שיפור במיומנויות למידה הוא בעל אפקט מוכלל שיש לו השפעה בטווח רחב של ההתקדמות האקדמית ומיצוי היכולות הפוטנציאליות של הדימוי העצמי, הדימוי החברתי ובניית מוטיבציות פנימיות להישג. מגבלות נוספות שהקשו את ביסוס ממצאי המחקר קשורות בהליך קבלת תרשימי המוח הן בשל אי-הנוחות בבדיקה הנוירולוגית והן בשל הצורך בתיאומים רבים עם הצוות הרפואי והטכני. לבסוף קיבלנו ממצאים מלאים (לפני ההתערבות ואחריה) רק לאחדות מהנבדקות. עם זאת ידוע לנו שתחום מחקר נוירולוגי זה, המתקבל באמצעות EEG-Q, עומד בפני פריצת דרך בעולם הרפואה, ואנו מקוות שהוא יתרום גם לשיתוף הפעולה עם הפסיכולוגיה הקוגניטיבית והחינוכית.

חשיבותו של מחקר הגישוש, המתואר במאמר, היא בראש ובראשונה בניסיון לבחון דרך לתת מענה לקבוצה גדולה מאוד של תלמידים עם ליקויי למידה הפוגעים במיומנויות הלמידה שלהם ובהישגיהם האקדמיים. נראה שממצאי מחקר הגישוש מעודדים המשך המחקר בתחום מתוך אמונה שתיתכן פריצת דרך בתחום הטיפול בתלמידים עם ליקויי למידה וקידום.

הממצאים שהתקבלו מעודדים המשך פעולה שבה נעשה חיבור אינטגרטיבי של ידע נצבר בכמה תחומים: ידע מתחום תפקודי המוח (מחלות) וידע מתחום הפיתוח, השיקום והבנייה של תפקודי המוח, כמו למשל לאחר פגיעות, באמצעות טיפולים מסוג חדש כגון אימון

מתוך הסיפורים האישיים שהעלו חברות הקבוצה היה אפשר להתרשם מעלייה בתחושת המסוגלות העצמית לפעול בחברה בהנאה ובאינטראקציות חברתיות מספקות. נוסף על כך, לקראת סיום התכנית התרשמו החוקרות כי חברות הקבוצה מרבות יותר לעזור ולהיעזר וכן לתאר את הרגשתן, לחלוק בקבוצה את הקשיים ולהיות קשובות למשוב שמתקבל מחברותיהן. ההתייחסות החברתית במפגשים הייתה אמפתית וסובלנית יותר מבעבר, ונראתה יכולת טובה יותר לביטוי רגשי ולתיאור מילולי של קשיים. ההורים סיפרו כי הם מתרשמים מתפקוד חברתי-רגשי טוב יותר בבית הספר. התרשמות זו חוזקה, לדבריהם, מדיווחים ספונטניים של המחנכות על התלמידות שהשתתפו בקבוצת ההתערבות של האימון בתנועה.

דיון

בבסיס הדיון בממצאים עומדת השאלה כיצד תנועה משפיעה על למידה. ללמידה כאמור כמה תנאים פיזיולוגיים חשובים: תפיסה תקינה ויכולת תכלול של המידע, שליטה צדית של ההמיספרות על הצד המנוגד להן ותקשורת יעילה בין שתי ההמיספרות.

שני ונבו (2006) סוקרות שלוש פרדיגמות שליקויי הלמידה מוסברים באמצעותן: הפרדיגמה הנוירו-פסיכולוגית, הפרדיגמה הקוגניטיבית והפרדיגמה ההתנהגותית. במבט ראשון אפשר לראות כי המחקר המובא במאמר יוצא מנקודת המבט הנוירו-פסיכולוגית וקושר את ליקויי הלמידה לאי-סדירות נוירו-ביולוגית כפי שהיא מוצגת בתמונת ה-EEG-Q. אולם אשר לממצא זה אין אנו יודעים אם ההתפתחות העצבית הבלתי סדירה היא שגרמה לדיסלקציה, או שמא הדיסלקציה גרמה להצטמצמות תאי העצב באזורים האחראים לשפה. אפשר לשער, מתוך זהירות רבה, כי לפעילות הפיזית באמצעות האימון בתנועה השפעה מסוימת על פרופיל הפעילות החשמלית במוח. אי-ידיעת כיוון ההשפעה וחוסר הביטחון שלנו במשמעותם של הממצאים מחייבים זהירות רבה ומקשים לבסס את הקשר בין השינוי ובין הדיסלקציה (אם כי הקושי בנוהל המחקרי אינו שולל קיומו של קשר בין הפעילות המוחית לליקוי הלמידה). הפרדיגמה השנייה, הקוגניטיבית, מדגישה את אסטרטגיות הלמידה, את הייצוג האורתוגרפי ואת הסנכרון ביניהם. חלק מהתרגילים שנעשו בסדנה ותורגלו בבית עסקו בהקניית מודעות לסנכרון תנועתי ומילולי, להכרת אסטרטגיות למידה לא יעילות ולהחלפתן באסטרטגיות יעילות. הפרדיגמה השלישית ההתנהגותית קשורה ביכולת למקד קשב ובפיתוח טכניקות יעילות ללמידה כפי שתורגלו בסדנה. אסטרטגיה זאת תורגלה בקביעות הן במפגשים והן באימון של ההורים את המשתתפות בין המפגשים. לדעתנו, אפשר להוסיף פרדיגמה רביעית והיא הפרדיגמה המנטלית. פרדיגמה זו קשורה בהערכה עצמית, במודעות חברתית ובביטחון המתקבל משיתוף פעולה בין בני הגיל על יסוד שוויון ואחווה הדדית.

ההישג המובהק של כל המשתתפות באימון במחקר הגישוש שהוצג במאמר זה מאשש את השערת המחקר שההתערבות שנעשתה השפיעה על יכולת זו. מכיוון שכל הנבדקות קיבלו קודם לתכנית, במשך שנות הלימוד שלהן, עזרה פרטנית סטנדרטית (שיעורי עזר והוראה

זנועה ספציפית ללא טיפול תרופתי. אם אכן כלי פשוט כל כך של אימון פיזי ספציפי יש כדי לחולל את השינויים במבנה המוח ובתפקודו, הרי הפוטנציאל שלו לטיפול במערכות ונות – הן במערכת החינוך והן בתחום הרפואה – הוא כמעט אין-סופי. בסוף אנחנו ממליצות לפעול לפיתוח מחקר המשך מובנה ורחב יותר שיכלול שליטה ברורה תר על המשתנים, הגדלת מספר המשתתפים והגדלת מספר הנתונים שייאספו עליהם מהלך המחקר, ובכלל זה קשר הדוק עם מערכת החינוך. כמו כן יש מקום לבחון גם שיפור כישורי הלמידה של תלמידים ללא ליקויים מובחנים. אנו סוברים כי אם אמנם תימצא ליהי ביכולת לשפר יכולות קוגניטיביות בקרב אוכלוסייה רחבה בעזרת הקניוולוגיה חינוכית, יש מקום לשלב את האימון שגישה זו מציעה במערכת החינוך בכלל.

זפילוג

נסיבות שונות התעכבה כתיבת המאמר שנים אחדות. לקראת פרסום המחקר חזרו 'משתתפות בתכנית ובדקנו את הישגיהן הלימודיים שמונה שנים לאחר השתתפותן בתכנית זאימון. כל המשתתפות במחקר, שכאמור אובחנו כבעלות ליקויי למידה, בעיקר בתחום זקריאה, ברמה בינונית עד קשה, סיימו את לימודי התיכון במגמות עיוניות. חמש מתוך שש זמשתתפות סיימו עם בגרות עיונית מלאה. אי אפשר כמובן לבודד את המשתנים הרבים שתורמו להישג זה (כמו תמיכת המשפחות, עזרה לימודית מתמשכת וכו'), אבל אנו מניחות שגם תכנית ההתערבות שתוארה לעיל הועילה ותרמה לכך בדרך כלשהי.

רשימת המקורות

- אל-דור, י. (2011). לקות למידה: מבט התפתחותי בראי מערכת החינוך. נדלה ב-30 באוגוסט 2011 מתוך: http://cms.education.gov.il/EducationCMS/Units/Shefi/gapim/likuy_lemida/
- דוידג', נ. (2009). המוח הגמיש: סיפורים מקו החזית של חקר המוח. ירושלים: כתר.
- הנפורד, ק. (2000). חכמה בתנועה. קריית טבעון: נורד.
- יזדי-עוגב, א. (1995). התפתחות ולמידה מוטורית תקינה מול לקויה: היבטים תאורטיים ויישומיים. משרד החינוך והתרבות: מכון וינגייט.
- לם, א. (1999). דיסלקציה ליקוי לא קרוא. גלילאו, 37, 53-59.
- לם, א. (2009). קשב חזותי ודיסלקסיה [גרסה אלקטרונית]. נדלה ב-19 בנובמבר 2011 מאתר מאמרים: <http://www.articles.co.il/article.php?id=45216>
- מרגלית, מ., וטור-כספא, ח. (1998). ליקויי למידה: מודל נורו-התפתחותי רב ממדי. פסיכולוגיה, 1(1), 64-76.
- נץ, י. (2004). פעילות גופנית ותפקוד קוגניטיבי בגיל המבוגר: ממצאים חדשים וישנים. בתוך: ר. לידור (עורך), התנהגות מוטורית (עמ' 255-283). ירושלים: מאגנס.
- פיאזיה, ז. (1962). שש מסות על ההתפתחות הנפשית. תל אביב: ספרית הפועלים.
- פיאזיה, ז. (1972). הפסיכולוגיה של הילד. תל אביב: ספרית הפועלים.
- קדרון, ר. (1988). ליקויי למידה התפתחותיים: הגדרה, אפיונים וקווי יסוד לטיפול. נייר עבודה, גרסה מתוקנת. ירושלים: משרד החינוך והתרבות.
- רביב, ש. (2004). נפש בריאה בגוף בריא. בתוך ר. לידור (עורך), התנהגות מוטורית (עמ' 217-254). ירושלים: מאגנס.
- רולניק, א. (2005). נורוביולוגיה של אינטרסובייקטיביות [גרסה אלקטרונית]. נדלה ב-18 בנובמבר 2011 מאתר פסיכולוגיה עברית: <http://www.hebpsy.net/articles.asp?id=441>
- שני, ד., ונבו, ב. (2006). סוגיות מרכזיות באבחון פסיכולוגי של לקויי למידה. מפגש לעבודה חינוכית-סוציאלית, 24, עמ' 59-87.
- שרוני-יצחק, ו. (1990). סוגיות בחינוך מיוחד, יחידה 4: ליקויי למידה. תל אביב: האוניברסיטה הפתוחה.

- Frattali, C. M., Grafman, J., Patronas, N., Makhoul, F., & Litvan, I. (2000). Language disturbances in corticobasal degeneration. *Neurology*, *54*, 990-992.
- Gabbard, C. (1998). Windows of opportunity for early brain and motor development. *Journal of Physical Education, Recreation and Dance*, *69*, 54-46.
- Gilliam, M., Stockman, M., Malek, M., Sharp, W., Greenstein, D., Lalonde, F., & Shaw, P. (2011). Developmental trajectories of the corpus callosum in attention-deficit/hyperactivity disorder. *Biological Psychiatry*, *69*, 839-846. Epub Retrieved 2011 Jan 17.
- Halperin J. M., & Healey, D. M. (2010). The influences of environmental enrichment, cognitive enhancement, and physical exercise on brain development: can we alter the developmental trajectory of ADHD? *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, *35*, 621-634. Epub 2010 Aug 5.
- Harmon, S. (2001). **Effect of educational kinesiology on phonological awareness. Literacy screening scores of kindergarden students.** Virginia Polytechnic Institute and University.
- Kaiser, D. A. (2011). **What is quantitative EEG.** Retrieved on 26.11.2011 from <http://www.skiltopo.com/skil3/what-is-qeeg-by-kaiser.pdf>.
- Kaufman, A. S., & Kaufman, N. L. (1983). **Kaufman Assessment Battery for children.** American Guidance Service. Israel Version Ed. Ronel, N. (1996) Ministry of Education, Jerusalem.
- Kirkendall, D. R. (1986). Effects of physical activity on intellectual development and academic performance. In A. Stull & H. Eckert (Eds.), **Effect of physical activity on children** (pp. 45-59). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Kleim, J. A., Barbay, S., Cooper, N. R., Hogg, T. M., Reidel, C. N., Remple, M. S., & Nudo, R.J. (2002). Motor learning-dependent synaptogenesis is localized to functionally reorganized motor cortex. *Neurobiology of Learning and Memory* *77*, 63-77.
- Kramer, A. F. (1999). Ageing, fitness and neurocognitive function. *Nature*, *400*, 417-418.
- Kucian, K., Grond, U., Rotzer, S., Henzi, B., Schönmann, C., Plangger, F., & von Aster, M. (2011). Mental number line training in children with developmental dyscalculia. *Neuroimage*, *57*, 789795. Epub, 2.2.2011.
- Aboitiz, F., & Montiel, J. (2003). One hundred million years of interhemispheric communication: the history of corpus callosum. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, *36*, 409-420.
- Archer T., & Kostrzewa, R. M. (2012). Physical exercise alleviates ADHD symptoms: Regional deficits and development trajectory. *Neurotoxicity Research*, *21*, 195-209.
- Brown, F. R., Aylward, E. H., & Keogh, B. K. (1996). **Diagnosis and management of learning disabilities.** San Diego, CA: Singular Publishing Group.
- Bruininks, V. L., & Bruininks, R. H. (1977). Motor proficiency of learning disabled and nondisabled students. *Perceptual and Motor Skills*, *44*, 1131-1137.
- Cammisa, K. M. (1994). Educational Kinesiology with learning disabled children: An efficacy study. *Perceptual and Motor Skills*, *78*, 105-106.
- Clarke, A. D., Barry, R. B., McCarthy, R., & Selikowitz, M. (2001). EEG-defined subtypes of children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Clinical Neurophysiology*, *11*, 2098-2105.
- Coveney, P., & Highfield, R. (1995). **Frontiers of complexity: The search for order in a chaotic world.** New York, NY: Fawcett Columbine.
- Delcato, C. H. (1963). **The diagnosis and treatment of speech and reading problems.** Springfield, IL: Charles C. Thomas.
- Dennison, P. E. (1981). **Switching on: A guide to Edu-Kinesthetics.** Ventura, CA: Edu-Kinesthetics.
- Dennison, P. E., & Dennison, G. E. (1987). **Edu-K for kids.** Ventura, CA: Edu-Kinesthetics.
- Dennison, P. E., & Dennison, G. E. (1994). **Brain Gym®: Teacher's edition** (revised). Ventura, CA: Edu-Kinesthetics.
- Dennison, P. E., & Dennison, G. E. (1996). The physical aspect of brain organization. *Brain Gym Journal*, *10*, December.
- Dewey, D., Wilson, B., Crawford, S. G., & Kaplan, B. J. (2000). Comorbidity of developmental coordination disorder with ADHD and reading disability. *Journal of the International Neuropsychological Society*, *6*, 15.
- Ellis, A. (2001). **Overcoming destructive beliefs: feelings and behaviors.** New York, NY: Prometheus Books.

70, 127-134.

- Schilling, O. L., Washington, K., Billingsley, F. F., & Deitz, J. (2003). Classroom seating for children with attention deficit hyperactivity disorder: Therapy balls versus chairs. *American Journal of Occupational Therapy*, *57*, 534-541
- Schwartz, J. M., & Begley, S. (2002). **The mind and the brain: Neuroplasticity and the power of mental force**. New York, NY: Harper Collins.
- Sharpe, P. (1979). The contribution of movement education to cognitive development of infant school children. *Physical Education Review*, *2*, 29-36.
- Shephard, R. G. (1997). Curricular physical activity and academic performance. *Pediatric Exercise Science*, *9*, 113-126.
- Shephard, R., Volle, M., La Vallee, H., laBarre, R., Jequier, J. C., & Rajic, M. (1984). Required physical activity and academic grades: A controlled study. In J. Ilmarinen & I. Vaelimeaki (Eds.), **Children and sport, pediatric work and physiology** (pp. 58-63). Berlin, Germany: Springer-Verlag.
- Sift, J. M., & Khalsa, G. C. K. (1990). **Effect of educational kinesiology on hearing**. [Abstract from Experimental Research on Educational Kinesiology.] Ventura, CA: Educational Kinesiology Foundation.
- Sunbeck, D. (2005). **Infinity walk**. Newbury Park, CA: Corwin Press.
- Tatum, W. O., Husain, A. M., & Benbadis, S. R. (2008). **Handbook of EEG interpretation**. New York, NY: Demos Medical Publishing.
- Willis, J. A. (2010). Brain development: enlightening our students. **Leadership in Focus: The Journal for Australasian School Leaders (Australia)**, 32-35.
- Willis, J.A. (2009) What you should know about your brain. **Educational Leadership**, *67*. Online as an illustrated downloadable PDF to use in teaching students about their brains at http://www.ascd.org/ASCD/pdf/journals/ed_lead/el200912_willis.pdf

- Merzenich, M. M., Tallal, P., Peterson, B., Miller, S. L., & Jenkins, W. M. (1999). Some neurological principles relevant to the origins of—and the cortical plasticity based remediation of—language learning impairments. In J. Grafman & Y. Christen (Eds.), **Neuroplasticity: Building a bridge from the laboratory to the clinic** (pp. 169-187). Berlin, Germany: Springer Verlag.
- Molteni, R., Zheng, J. Q., Ying, Z., Gomez, F., & Twiss J. L. (2004). Voluntary exercise increases axonal regeneration from sensory neurons. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, *22*, 8473-8478.
- Morrison, J. H., & Hof, P. R. (1997). Life and death of neurons in the aging brain. **Science**, *17*, 412-419.
- Niklasson, M., Niklasson, I., & Norlander, T. (2009). Sensorimotor therapy: using stereotypic movements and vestibular stimulation to increase sensorimotor proficiency of children with attentional and motor difficulties. **Perceptual and Motor Skills**, *108*, 643-669.
- Olsen, E. (1994). Fit kids, smart kids: New research confirms that exercise boosts brainpower. **Parents Magazine**, October, 33-35.
- Planinses, J. (2002). Relations between the motor and cognitive dimensions of preschool girls and boys. **Perceptual and Motor Skills**, *94*, 415-423.
- Prashing, B. (2004). **The power of diversity: New ways of learning and teaching**. Albany, New Zealand: David Bateman Publishers.
- Promislow, S. (1994). **The top ten stress releasers**. West Vancouver, Canada: Enhanced Learning & Integration.
- Quaney, B. M., Boyd, L. A., McDowd J. M., Zahner, L. H., He, J., Mayo, M.S., & Macko, R. F. (2009). Aerobic exercise improves cognition and motor function poststroke. **Neurorehabilitation and Neural Repair**, *23*, 879-885.
- Ratey, J. J., & Hagerman, E. (2010). **Spark: The revolutionary new science of exercise and the brain**. New York, Boston, & London: Little, Brown and Company.
- Rowe, J. W., & Kahn, R. L. (1998). **Successful aging**. New York, NY: Pantheon Books.
- Sallis, J. F., McKenzie, T. L., Kolody, B., Lewis, M., Alcaraz, J.E., Faucette, M. & Hovell, M. (1999). Effect of health-related physical education on academic achievement: project SPARK. **Research Quarterly for Exercise and Sport**,