הקשר בין תפיסה חזותית ,עיבוד וויסות חושי ,השתתפות נגישות סביבתית ואיכות חיים

בילדים עם שיתוק מוחי ולקות ראייה על רקע מוחי (CVI) בהשוואה לילדים עם התפתחות טיפוסית

נאוה גלקופ

בהנחיית :פרופ 'בתיה אנגל-יגר, אוניברסיטת חיפה

ופרופ 'יורם בונה, אוניברסיטת בר-אילן

עבודת גמר המוגשת כמילוי חלק מהדרישות לקבלת התואר

"דוקטור לפילוסופיה"

המחלקה לריפוי בעיסוק ,הפקולטה למדעי הרווחה והבריאות,

אוניברסיטת חיפה

מחקר זה נערך בסיוע מענק מחקר מקרן שלם

הקרן לפיתוח שירותים לאנשים עם מוגבלות ברשויות המקומיות

2026

קרן שלם /890-723-2024

תוכן עניינים:

1. תמצית.....3
2. תקציר 3
3. תקציר מנהלים.....4
4. רקע ומטרות מחקר 5
5. ממצאים ודיון.....6
6. סיכום.....7
7. הפניה לרשימת תרשימים.....7
8. מבוא.....8
9. סקירת ספרות 9
10. שיטות מחקר.....11
11. כלי מחקר 12
12. ממצאים.....14
13. סיכום, המלצות ומסקנות.....15
14. ההשלכות היישומיות של המחקר.....16
15. פורום / רשימת אנשי מקצוע והשטח להצגת ממצאי המחקר.....17
16. המלצות למחקרי המשך.....17
17. נספחים.....18

1. תמצית :

שיתוק מוחי הוא ההפרעה המוטורית הנפוצה ביותר בילדות, ומלווה לעיתים קרובות בלקות ראייה על רקע מוחי (CVI) ובקשיי עיבוד חושי, המגבילים יחד את התפקוד היומיומי, ההשתתפות ואיכות החיים. המחקר בחן 99 ילדים בגילאי 4-17 (51 עם שיתוק מוחי ו-CVI, ו-48 עם התפתחות תקינה), באמצעות שאלוני הורים סטנדרטיים ומשימות פסיכופיזיות ומעקב עיני. נמצא כי לילדים עם CVI קשיים בולטים בקשב חזותי, בחיפוש חזותי ובוויסות חושי, הקשורים למוגבלות בהשתתפות, לחסמים סביבתיים ולאיכות חיים נמוכה יותר. משימות מעקב עיני חשפו דפוס תנועת עיניים ייחודי, המנבא את רמת התפקוד הראייתי. הממצאים תומכים בגישת הערכה והתערבות רב-ממדית המשלבת היבטים חושיים, תנועתי-עיניים ותפיסתיים, לשיפור ההשתתפות ואיכות החיים של ילדים עם שיתוק מוחי ו-CVI.

2. תקציר :

רקע: שיתוק מוחי (CP), הפרעה נוירו-התפתחותית מוטורית, מלווה לעיתים קרובות בלקות ראייה על רקע מוחי (Cerebral Visual Impairment - CVI) ובקשיי עיבוד חושי, אשר יחד מגבילים את התפקוד היומיומי, ההשתתפות ואיכות החיים (QOL). המנגנונים המקשרים בין קשיי עיבוד חושי, הפרעות ראייתיות מסדר גבוה והפרעות תנועתי-עיניים לבין תוצאות תפקודיות אלה טרם הובהרו דיים, במיוחד באוכלוסיית ילדים עם CP ו-CVI המפגינים יכולות קוגניטיביות וראייתיות בסיסיות שמורות יחסית, אך מציגים ליקויים תפיסתיים ואינטגרטיביים. המחקר התבסס על מודל ה-ICF של ארגון הבריאות העולמי ועל מודל ה-PEOP (אדם-סביבה-עיסוק-ביצוע), ובחן כיצד קשיים חזותיים וחושיים משתלבים ומנבאים במשותף השתתפות ואיכות חיים.

מטרות המחקר:

- לבחון את שכיחות קשיי העיבוד החזותי והפרעת העיבוד החושי בילדים עם CP ו-לCVI עומת ילדים עם התפתחות טיפוסית.
- לתקף כלי סינון פסיכופיזי חדשני לאיתור CVI.
- להשוות השתתפות, נגישות סביבתית ואיכות חיים בין הקבוצות, ולבחון את הקשרים ביניהם בקבוצת המחקר.
- לזהות מנבאים חזותיים, חושיים, תפקודיים וסביבתיים של השתתפות ואיכות חיים.

שיטה: במחקר השתתפו 99 ילדים בגילאי 4-17 (51 עם CP ו-48 ,CVI עם התפתחות תקינה). ההורים מילאו שאלון Insight Inventory Questionnaire (IIQ) להערכת עיבוד חזותי, שאלון Sensory Profile (SP) להערכת ויסות ורישום חושי, שאלון השתתפות Participation and Environment Measure for Children and Youth (PEM-CY) ושאלון איכות חיים Pediatric Quality of Life Inventory (PedsQL). בנוסף, כל הילדים ביצעו שלוש משימות פסיכופיזיקליות ניסיוניות: משימת מעקב חלק (smooth pursuit) בתנאי ראייה חופשית וחסומה חלקית; משימת

הצבעה על גירוי חריג (oddball) ברמות מורכבות רקע עולות; ומשימת צפייה חופשית בסרטונים תוך תיעוד תנועות עיניים.
הנתונים נותחו באמצעות SPSS גרסה 27 ו-MATLAB R2022a, בשימוש במבחנים לא-פרמטריים, מתאמי ספירמן ורגרסיה מדורגת.
ממצאים עיקריים: ילדים עם CP-CVI הציגו דפוס עקבי של תפקוד חזותי ותנועתי-עיני חריג, על אף חדות ראייה תקינה או מתוקנת. נמצאו קשיים בולטים בקשב חזותי, בחיפוש חזותי ובהכוונת תנועה, לצד רישום וויסות חושי חריגים. משתני הראייה והחישה נמצאו קשורים למוגבלות בהשתתפות, לחסמים סביבתיים ולאיכות חיים נמוכה יותר. במשימת המעקב החלק נמצאו שגיאות פיקסציה מוגברות, שונות מוגברת בהתכנסות העיניים ותנועת ראש חזקה יותר בתחילת הגירוי; בתנאי חסימה חלקית נצפתה סטייה משמעותית ממסלול הבסיס, המעידה על ליקוי בבקרה חזויה. במשימת ה-oddball נמצאו זמני תגובה איטיים יותר ודיוק מופחת, בייחוד בתנאי רקע עמוס. בצפייה בסרטונים, דפוסי מבט של ילדי קבוצת המחקר נבדלו באופן ניכר מאלו של קבוצת הביקורת (מתאם ממוצע R≈0.4 לעומת R≈0.8), ודמיון דפוס המבט לממוצע קבוצת הביקורת ניבא ברמה גבוהה את רמת התפקוד הראייתי (VFCS) ואת ציוני הקשב ב-(R≈0.7) IIQ. קשיי עיבוד חושי היו שכיחים יותר בקבוצת המחקר, בייחוד בתחומי הראייה, השיווי משקל והשמיעה, וברביע הרישום החושי (98% מהילדים). מדדי ההשתתפות ואיכות החיים היו נמוכים משמעותית בקבוצת המחקר, וקשורים למשתני הראייה והחישה: איכות חיים פיזית נובאה על ידי סיווג התפקוד המוטורי הגס ומדדי IIQ והשתתפות (R^2=.71); איכות חיים חברתית נובאה על ידי ויסות חושי, קשב חזותי ותמיכה סביבתית קהילתית (R^2=.59).
מסקנות: הממצאים חושפים "חתימה" תנועתית-ראייתית ייחודית בילדים עם CP-CVI, המאופיינת במעברי מבט איטיים ולא יציבים, תיאום דו-עיני לקוי ובקרה חזויה מופחתת. ליקויים אלה קשורים קשר הדוק לקשיי ויסות חושי ולמגבלות בהשתתפות ובאיכות חיים, ותומכים בצורך בגישת הערכה והתערבות רב-ממדית המשלבת היבטים חושיים, תנועתי-עיניים ותפיסתיים. מעקב עיני בצפייה טבעית מהווה כלי מבטיח, אובייקטיבי, לאיתור ליקויי ראייה תפקודית. שיתוף פעולה בין-מקצועי בין אנשי בריאות, ראייה וחינוך חיוני להבטחת תקפות אקולוגית ורצף טיפולי.

מילות מפתח:
שיתוק מוחי; לקות ראייה על רקע מוחי (CVI); עיבוד חושי; מעקב עיני; השתתפות; נגישות סביבתית; איכות חיים; מודל ICF

3.תקציר מנהלים

שם המחקר: הקשר בין תפיסה חזותית, עיבוד וויסות חושי, השתתפות, נגישות סביבתית ואיכות חיים בילדים עם שיתוק מוחי ולקות ראייה על רקע מוחי (CVI), בהשוואה לילדים עם התפתחות תקינה
שנה: 2026

סוג מחקר: עבודת דוקטורט

מס' קטלוגי: קרן שלם /890-723-2024

שם החוקרת: נאוה גלקופ, בהנחיית פרופ' בתיה אנגל-יגר ופרופ' יורם בונה

רשות המחקר: אוניברסיטת חיפה, המחלקה לריפוי בעיסוק, הפקולטה למדעי הרווחה והבריאות

מחקר זה נערך בסיוע מענק מקרן שלם.

4.רקע ומטרות המחקר:

שיתוק מוחי (CP) הוא הגורם המוביל למוגבלות מוטורית בילדות בעולם, בשכיחות של כ-1 ל-500 לידות, מגמה המצויה בירידה של כ-30% במדינות מפותחות (Graham et al., 2016). ההפרעה המוטורית הראשונית מלווה לרוב בהפרעות נלוות בתחומי התחושה, התפיסה, הקוגניציה, התקשורת, ההתנהגות והאפילפסיה (Rosenbaum et al., 2007), כאשר קשיי תחושה מדווחים בשכיחות של עד כ-90% מהילדים עם שיתוק מוחי. בין ההפרעות הנלוות, המערכת הראייתית פגועה בשכיחות ניכרת: ליקויי ראייה (היקפיים ומרכזיים) מדווחים בכ-42%-60% מהילדים עם שיתוק מוחי, ומגיעים עד כ-70% בפגים עם שיתוק מוחי דיפלגי במיוחד במצבים של לויקומלציה ו- (PVL periventricular). באופן ספציפי, לקות ראייה על רקע מוחי (CVI) - פגיעה בעיבוד המידע החזותי במוח, להבדיל מפגיעה מבנית בעין עצמה - נמצאת בכ-60%-70% מהילדים עם שיתוק מוחי מכל תת-הסוגים (Philip et al., 2020), כאשר מקובל בספרות כי שיעור זה מוערך בחסר עקב אבחון תת-מספק, שכן CVI עלולה להתקיים גם כאשר תוצאות בדיקות עיניים שגרתיות תקינות. במקביל, לילדים רבים עם CP יש גם קשיי עיבוד וויסות חושי (Sensory Modulation Disorder - SMD), המדווחים בכ-5%-16% מהאוכלוסייה הכללית אך בשכיחות גבוהה משמעותית באוכלוסיות בסיכון. עד כה, מרבית המחקר עסק בכל אחד מהתחומים הללו בנפרד, ולא נבחנה האינטראקציה השיטתית ביניהם, ולא נבחנה השפעתם המשולבת על ההשתתפות היומיומית, הנגישות הסביבתית ואיכות החיים של הילד ומשפחתו. המחקר הנוכחי, המבוסס על מודל ה-ICF-CY (הסיווג הבין-לאומי לתפקוד, מוגבלות ובריאות לילדים ולנוער) של ארגון הבריאות העולמי, ועל מודל ה-PEOP (אדם-סביבה-עיסוק-ביצוע), נועד למלא פער זה, באמצעות חמש מטרות מרכזיות: (א) לאפיין את הפרעות התפקוד הגופני של ילדים עם CP-CVI, תוך התמקדות בעיבוד חזותי/CVI ובהפרעת עיבוד חושי (SPD), הן במדדים אובייקטיביים והן בדיווחי הורים, בהשוואה לילדים עם התפתחות תקינה בגיל ובמגדר תואמים; (ב) להשוות בין הקבוצות בדפוסי השתתפות, נגישות סביבתית ותחומי איכות חיים (פיזית, חברתית, רגשית ולימודית); (ג) לבחון את הקשרים בין עיבוד חזותי/CVI, SPD, השתתפות, נגישות סביבתית ואיכות חיים בקבוצת הילדים עם CP-CVI; (ד) לבחון את התרומה היחסית של עיבוד חזותי/CVI ו-SPD בניבוי השתתפות ואיכות חיים; (ה) לבנות מודל מבוסס ICF ו-PEOP המתאר את יחסי הגומלין הייחודיים בין הפרעות תפקוד גופני, השתתפות, גורמים סביבתיים ואיכות חיים בילדים בגיל בית הספר עם CP, שישמש בסיס לשיפור האבחון וההתערבות. בהתאם למטרות אלה, נבחנו ארבע השערות מרכזיות: (1) קשיי עיבוד חזותי וקשיי עיבוד חושי יהיו שכיחים יותר

בילדים עם CP-CVI בהשוואה לבני גילם עם התפתחות תקינה; (2) מדדים סובייקטיביים (קליניים ומדווחי הורים) ואובייקטיביים (קליניים וממוחשבים-פסיכופיזיים) של עיבוד חזותי/CVI יתואמו ביניהם באופן מובהק, התומך בתוקף המדדים האובייקטיביים; (3) רמות ההשתתפות, הנגישות הסביבתית ואיכות החיים יהיו נמוכות יותר בקבוצת CP-CVI לעומת קבוצת הביקורת, ויתואמו באופן מובהק עם קשיי העיבוד החזותי והחושי בתוך קבוצת המחקר; (4) קשיי עיבוד חזותי וחושי ונגישות סביבתית ינבאו את תוצאות ההשתתפות ואיכות החיים.

שיטת המחקר:

במחקר השתתפו 99 ילדים בגילאי 4-17: 51 ילדים עם שיתוק מוחי ולקות ראייה על רקע מוחי (קבוצת המחקר) ו-48 ילדים עם התפתחות תקינה (קבוצת הביקורת), שגויסו בשיתוף בית החולים אלי"ן, בתי ספר ומרכזים לילדים עם צרכים מיוחדים, ובאישור ועדות האתיקה של אוניברסיטת חיפה ובית החולים. ההורים מילאו ארבעה שאלונים סטנדרטיים: שאלון IIQ, המעריך קשיים ראייתיים אופייניים ל-CVI (כגון קשב חזותי, זיהוי וניווט חזותי, תפיסת תנועה); שאלון Sensory Profile, המעריך רישום וויסות חושי בתחומי השמיעה, הראייה, השיווי משקל, המגע ועוד; שאלון PEM-CY, המעריך השתתפות ונגישות סביבתית בבית, בבית הספר ובקהילה; ושאלון PedsQL להערכת איכות חיים. מעבר לשאלונים, כל הילדים עברו שלוש משימות ממוחשבות: משימת מעקב חלק אחר גירוי נע (הערכת יציבות המבט, תיאום דו-עיני ובקרה חזויה); משימת הצבעה על גירוי חריג בתנאי מורכבות רקע עולה (הערכת קשב וזיהוי חזותי); ומשימת צפייה חופשית בסרטוני וידאו קצרים תוך תיעוד תנועות העיניים (הערכת חקירה חזותית טבעית). כלי המחקר תוארו בהרחבה בפרק שיטת המחקר, לרבות התייחסות לתוקפם ולמהימנותם על בסיס הספרות המקצועית והשימוש הנרחב בהם במחקר הבין-לאומי. הנתונים נותחו באמצעות תוכנות SPSS גרסה 27 ו-MATLAB R2022a, תוך שימוש במבחנים לא-פרמטריים (Mann-Whitney, Friedman), מתאמי ספירמן ומודלים של רגרסיה מדורגת.

5.ממצאים מרכזיים ודיון:

המחקר מצא כי ילדים עם CP-CVI מציגים דפוס עקבי וייחודי של קשיים בתפקוד חזותי ותנועתי-עיני, גם כאשר חדות הראייה שלהם תקינה או מתוקנת לתקינה - ממצא המדגיש כי הבעיה אינה בעין אלא בעיבוד המידע החזותי במוח. במשימות הממוחשבות נמצאו שגיאות פיקסציה מוגברות, קשיי תיאום דו-עיני, וקושי בולט בבקרה חזויה של תנועת המבט, במיוחד כאשר חלק מהגירוי הוסתר זמנית.

בזמן צפייה בסרטוני וידאו, דפוסי המבט של ילדי קבוצת המחקר היו שונים מאוד מאלו של קבוצת הביקורת, ומידת הדמיון לדפוס ה'טיפוסי' חזתה ברמת דיוק גבוהה את מידת התפקוד הראייתי והקשב החזותי של הילד, ממצא התומך בפוטנציאל של מעקב עיני ככלי הערכה אובייקטיבית ומהירה ל-CVI, שאינה תלויה בדיווח סובייקטיבי.

במקביל, קשיי עיבוד חושי נמצאו נפוצים מאוד בקבוצת המחקר (עד 98% -68% מהילדים ברביע הרישום החושי), ובאו לידי ביטוי במאפיינים של תת-רגישות לגירויים בנוסף למאפיינים של רגישות

יתר, לעיתים קרובות אצל אותו ילד בתחומים שונים. נמצא קשר ישיר בין הקשיים החזותיים לקשיים החושיים, התומך בהשערה כי לקות הראייה על רקע מוחי אינה תופעה מבודדת אלא חלק מהפרעה רחבה יותר בעיבוד ובוויסות החושי. הן הקשיים החזותיים והן הקשיים החושיים נמצאו קשורים באופן מובהק להשתתפות מופחתת בבית, בבית הספר ובקהילה, לחסמים סביבתיים רבים יותר, ולאיכות חיים נמוכה יותר בתחומים הפיזי, החברתי והרגשי. מודלים סטטיסטיים הראו כי שילוב של מדדי ראייה, חישה, תפקוד וסביבה מסביר נתח משמעותי מהשונות באיכות החיים (עד 71% מהשונות באיכות החיים הפיזית).

ממצאי המחקר תומכים בתפיסה חדשה ומשמעותית: CVI בילדים עם שיתוק מוחי אינו בהכרח הפרעה חזותית מבודדת, אלא ביטוי אחד מתוך הפרעה רחבה יותר בעיבוד ובוויסות החושי, המערבת מספר מערכות תחושה במקביל. תפיסה זו עולה בקנה אחד עם הידע הנוירו-ביולוגי על פגיעה בנתיבים תלמו-קורטיקליים המשרתים מספר מערכות חושיות בו-זמנית, ומסבירה מדוע ילדים רבים עם CVI מפגינים גם קשיים בוויסות שמיעתי, וסטיבולרי ורגשי-התנהגותי, ולא רק ראייתי.

משמעות הדבר לעבודה הקלינית היא כי הערכת ילדים עם שיתוק מוחי צריכה לכלול הערכה חושית מקיפה (ולא רק חזותית), וכי תוכניות התערבות המתמקדות רק בתחום אחד עלולות לפספס גורמים משמעותיים המשפיעים על התפקוד. הממצא כי מעקב עיני בצפייה טבעית מנבא ברמת דיוק גבוהה את התפקוד הראייתי, פותח אפשרות מבטיחה לפיתוח כלי סינון מהיר, אובייקטיבי וידידותי לילד, שאינו דורש שיתוף פעולה מילולי, ולכן מתאים גם לילדים עם מוגבלויות תקשורת.

6. סיכום והמלצות:

המחקר מספק תמונה מקיפה וחדשנית של הקשר בין קשיים חזותיים, חושיים, השתתפות ואיכות חיים בילדים עם שיתוק מוחי ו-CVI, ותורם כלי הערכה אובייקטיבי חדש מבוסס מעקב עיני.

המלצות המחקר כוללות:

- שילוב הערכה חושית שגרתית לצד הערכת ראייה תפקודית בכל ילד עם שיתוק מוחי החשוד ב-CVI;
- פיתוח והטמעה קלינית של כלי מעקב עיני ככלי סינון משלים;
- בניית תוכניות התערבות רב-מקצועיות המשלבות גורמי בריאות, ראייה וחינוך;
- והתאמת הסביבה הביתית, הלימודית והקהילתית הן לצרכים החזותיים והן לצרכים החושיים של הילד, לשם שיפור ההשתתפות ואיכות החיים.

7. רשימת תרשימים, גרפים וטבלאות

הרשימה המלאה של הטבלאות והתרשימים (למעלה מ-20 טבלאות ותרשימים, לרבות התפלגויות דמוגרפיות, מתאמים בין המדדים השונים, ותוצאות משימות המעקב העיני) מפורטת בעבודת הדוקטורט המלאה המצורפת באנגלית, בעמודים List of Tables ו-List of Figures.

8. מבוא

שיתוק מוחי (Cerebral Palsy) הוא הגורם המוביל למוגבלות מוטורית בילדות בעולם, בשכיחות של כ-1 מכל 500 לידות, ומוגדר כקבוצת הפרעות קבועות ולא-מתקדמות בהתפתחות התנועה והיציבה, הנובעות מפגיעה במוח העוברי או בתינוק המתפתח (Rosenbaum et al., 2007). ההפרעה המוטורית הראשונית מלווה לעיתים קרובות בהפרעות נוספות בתחומי התחושה, התפיסה, הקוגניציה, התקשורת, ההתנהגות ואפילפסיה (Rosenbaum et al., 2007; Graham et al., 2016), העלולות להחמיר את יכולת הילד עם שיתוק מוחי להשתתף בפעילויות יומיומיות ובאינטראקציות חברתיות. קשיי תחושה, על גווניהם, מדווחים בעד כ-90% מהילדים עם שיתוק מוחי. בין ההפרעות הנלוות, המערכת הראייתית פגועה בשכיחות משמעותית: ליקויי ראייה מדווחים בכ-42%-60% מהילדים עם שיתוק מוחי. באופן ספציפי, לקות ראייה על רקע מוחי (CVI) - פגיעה בעיבוד המידע החזותי במוח, שאינה נובעת בהכרח מפגיעה בעין או בעצב הראייה עצמם - נמצאת בכ-60%-70% מהילדים עם שיתוק מוחי מכל תת-הסוגים (Philip et al., 2020), אולם ההנחה הרווחת בספרות היא ששיעור זה מוערך בחסר עקב אבחון תת-מספק, שכן CVI עלולה להתקיים גם כאשר תוצאות בדיקות עיניים שגרתיות תקינות. ילדים עם CVI מתקשים במגוון רחב של פונקציות חזותיות מורכבות: קשב חזותי, זיהוי וניווט חזותי, תפיסת תנועה, והתמודדות עם סביבות חזותיות עמוסות. במקביל לקשיים החזותיים, לילדים רבים עם שיתוק מוחי יש גם קשיי עיבוד וויסות חושי (Sensory Modulation Disorder) בתחומים נוספים כגון שמיעה, מגע ותחושת שיווי משקל. עד כה, מרבית המחקר בתחום בחן כל אחד מתחומים אלה בנפרד, ולא נבחנה באופן שיטתי האינטראקציה ביניהם, וההשפעה המשולבת שלהם על תפקוד היומיום, ההשתתפות בסביבות שונות, הנגישות הסביבתית ואיכות החיים של הילד ומשפחתו (Boonstra et al., 2022; Van der Kemp et al., 2022; Dunn et al., 2016).

המחקר הנוכחי מבקש למלא פער זה, באמצעות שילוב הערכות רב-תחומיות התואמות את מודל ה-ICF-CY (הסיווג הבין-לאומי לתפקוד, מוגבלות ובריאות לילדים ולנוער) של ארגון הבריאות העולמי, ואת מודל ה-PEOP (Person-Environment-Occupation-Performance), המדגישים את יחסי הגומלין בין מבנה וגוף, פעילות, השתתפות וסביבה. המחקר הוא אחד הראשונים, למיטב ידיעת החוקרת, המתייחס לאינטראקציה הרחבה בין הפרעות תפקוד גופני - לרבות CVI והפרעת עיבוד חושי - חומרת שיתוק מוחי, השתתפות הילד ואיכות חייו, תוך הארת הקשר עם נגישות סביבתית, ומשלב בין הערכות שאלוניות סטנדרטיות (הערכת עיבוד חזותי, עיבוד חושי, השתתפות ואיכות חיים) לבין משימות פסיכופיזיות ומעקב עיני ממוחשב, על מנת לספק תמונה אובייקטיבית ורב-ממדית של התפקוד החזותי והחושי בילדים עם שיתוק מוחי ו-CVI, ולבחון את הקשר בין תפקוד זה לבין תוצאות משמעותיות בחיי היומיום.

9. סקירת ספרות

שיתוק מוחי ופגיעה מוחית מבנית

שיתוק מוחי נגרם מפגיעה במוח העוברי או התינוקי המתפתח, ומלווה במגוון רחב של פגיעות נלוות. כ-80% מהמקרים נחשבים אידיופתיים, ללא סיבה ברורה חד-משמעית, אך גורמי סיכון מוכרים כוללים לידה מוקדמת, זיהום פרינטלי, עיכוב גדילה תוך-רחמי ותשניק סב-לידתי. פגיעות מוחיות, ובכללן פגיעה בחומר הלבן הפריוונטריקולרי (PVL), שכיחות מאוד באוכלוסייה זו ועלולות לפגוע בנתיבים המשרתים מספר מערכות בו-זמנית - מוטורית, וחושיות -ראייתית, שמיעתית ווסטיבולרית. לצורך אפיון התפקוד בשיתק מוחין, נעשה שימוש בכמה מערכות סיווג מקובלות: GMFCS לתפקוד מוטורי גס, MACS ליכולת שימוש בידיים, CFCS ליכולת תקשורת, ו-EDACS ליכולת אכילה ושתייה. פגיעה תחושתית מדווחת בשכיחות של עד כ-90% מהילדים עם שיתוק מוחי, ויכולה לבוא לידי ביטוי בין היתר בירידה במערכות החישה באבחנה מישושית, בתחושת מקום הגוף (פרופריוצפציה) וברגישות לכאב מוגברת. עם זאת, קשיי עיבוד וויסות חושי הודגמו רק לאחרונה והמחקר עדיין דל. בעשור האחרון הושם גם דגש מיוחד על הפגיעה במערכת הראייתית ועל ההיתכנות לפגיעה ראייתית על רקע הפגיעה המוחית, ונוספה גם מערכת סיווג ראיה (VFCS).

לקות ראייה על רקע מוחי (CVI)

לקות ראיה על רקע הפגיעה המוחית (CVI), מוגדרת כקושי חזותי רחב שאינו ניתן לייחוס לפגיעה בנתיבי הראייה הקדמיים)לפני הכיאזמה (או לפגיעה עינית מבנית ,אלא לפגיעה בנתיבים ובאזורים המוחיים האחראים לעיבוד ולאינטגרציה של מידע חזותי .הפגיעה יכולה להתרחש בכל רמה של הנתיב החזותי האחורי לכיאזמה דרך גופי הברך הצדדיים בטלמוס (Lateral Geniculate Bodies) , בהמשך לצבר סיבים (Optic Radiation) שממשיך עד לקליפת המוח הראייתי הראשונית ואזורי האסוציאציה הראייתית. בעבר כונתה התופעה " ,עיוורון קורטיקלי ,"אך מונח זה אינו מתאים לילדים שכן לרוב נותר להם–"שאריות ראייה" - וניתן לראות אצלם שיפור והחלמה חזותית חלקית עם הזמן בניגוד למבוגרים עם פגיעה נרכשת .מחקר מקיף מצא כי לקות הראיה על רקע הפגיעה המוחית CVI השכיחה מבין לקויות הראיה בילדים בכלל, וכי כ-60% ממקרי ה-CVI בילדים נובעים משיתוק מוחי. המודל הרווח להסביר CVI הוא מודל המסלולים שמעבירים את המידע מקליפת המח הראשונית לאיזורים האסוציאטיביים דרך – המסלול הדורסלי והמסלול וונטרלי,

מבחינה נוירו-אנטומית ,פגיעה בנתיב הדורסלי)העליון ,האחראי על ניתוח סצנות מורכבות קשב חזותי סלקטיבי והכוונת תנועה (שכיחה בילדים עם לקות ראייה על רקע מוחי ומתבטאת בקושי בסינון סצנה עמוסה ובשילוב מידע חושי נוסף כגון שמיעה ומגעופגיעה ,בנתיב הוונטרלי)התחתון האחראי על זיהוי עצמים וניווט (עלולה להתבטא בקושי

בזיהוי אדם מוכר או באובדן כיוון .ילדים עם - קושי לזהות עצם בתוך רקע עמוס- (crowding) בתפיסת עומק ,בהתמדת קשב חזותי ,ובעיבוד סצנות מוכרות לעומת חדשות

בהינתן ההטרוגניות הרבה של התופעה הספרות מתארת כמה גישות לסיווג CVI.

סיווג לפי חומרת התפקודהראייתי על פי RANGE CVI; סיווג המדרג באחד מ-10 רמות של התנהגות חזותית, ואוסף לשלוש רמות (פאזות) מתפקוד ראייתי מינימלי ועד תפקוד יציב עם קושי בעומס. בשיתוק מוחי בסווג- VFCS, יכולת הראיה מסווגת לפי אסטרטגיות עצמיות והצורך בהתאמות סביבתיות ואינה ספציפית ל- CVI.

תהליך האבחון המומלץ הוא רב-תחומי ,ומשלב היסטוריה רפואית מובנית ,בדיקה אופטומטרית הכוללת בדיקת שגיאת רפרקציה (להתאמת משקפים מתקנים), (MRI) הדמיה מוחית ומבחני תפקוד ראייתי התנהגותיים המבוססים על דיווחי הורים ומורי ותצפית ישירה.

עיבוד וויסות חושי בשיתוק מוחי

קשיי עיבוד וויסות חושי (SPD/SMD) מוסברים בספרות באמצעות כמה מודלים תיאורטיים משלימים. מודל של דאן (Dunn, 1997) מבחין בין סף עוררות נוירולוגי (גבוה מול נמוך) לבין אסטרטגיית ויסות (פסיבית מול אקטיבית), ומגדיר על בסיס הצירוף ביניהם ארבעה דפוסי עיבוד חושי: חיפוש תחושתי (Sensation Seeking) - סף גבוה ואסטרטגיה אקטיבית, המתבטא בנטייה לחפש גירויים עוצמתיים ולעיתים חוסר קשב; הימנעות תחושתית (Sensation Avoiding) - סף נמוך ואסטרטגיה אקטיבית, המתבטאת בנוקשות ובקושי במעברים; רגישות תחושתית (Sensation Sensitivity) - סף נמוך ואסטרטגיה פסיבית, המתבטאת בתגובות מהירות ועוצמתיות לגירויים; ורישום חושי נמוך (Low Registration) - סף גבוה ואסטרטגיה פסיבית, המתבטא בחוסר תגובתיות לגירויים סביבתיים ובמראה אפאתי או מנותק. מודלים נוספים - נוזולוגיית מילר (Miller et al., 2007), המבחינה בין הפרעת ויסות חושי, הפרעה חושית-מוטורית והפרעת אבחנה חושית; ומודל שאף (Schaaf & Mailloux, 2015), המדגיש היבטים מוטוריים ופרקסיים - מספקים זוויות משלימות, אך מחקר זה מתמקד בעיקר בהיבטי הוויסות החושי (SMD) הרלוונטיים גם לילדים עם CVI. האטיולוגיה של SPD/SMD אינה ידועה במלואה, אך קשורה לגורמי סיכון פרינטליים, משקל לידה נמוך (מתחת ל-2.2 ק"ג) וגורמים גנטיים. שכיחות ההפרעה מוערכת ב-5%-16% באוכלוסייה הכללית, אך עולה משמעותית באוכלוסיות בסיכון - עד 30%-70% בפגים, ועד כ-90% בילדים עם אוטיזם. כלי ההערכה השכיח ביותר לוויסות חושי בחיי היומיום הוא שאלון ה-Sensory Profile (דאן), המבוסס על דיווח הורים ומאפשר לבחון את הביטוי ההתנהגותי של הוויסות החושי בהקשרים טבעיים - יתרון מרכזי לעומת מבחני אינטגרציה חושית תצפיתיים המצריכים הכשרה מיוחדת ומשך בדיקה ארוך.

השתתפות, נגישות סביבתית ואיכות חיים

מודל ה-ICF (ו-ICF-CY הספציפי לילדים ונוער) של ארגון הבריאות העולמי מדגיש את החשיבות של הערכת השתתפות (participation) - מעורבות פעילה בפעילויות חיים משמעותיות - מעבר להערכת תפקוד גופני בלבד, ובוחן את יחסי הגומלין בין מבנה וגוף, פעילות, השתתפות וסביבה. מודל ה-PEOP (אדם-סביבה-עיסוק-ביצוע) משלים זאת בהדגשת האינטראקציה הדינמית בין מאפייני הילד

לבין הסביבה הפיזית, החברתית והמוסדית. כלים כגון ה-PEM-CY מאפשרים הערכת השתתפות ונגישות סביבתית בבית, בבית הספר ובקהילה, ואילו כלים כגון ה-PedsQL מאפשרים הערכת איכות חיים מדווחת-הורה בתחומים פיזיים, רגשיים, חברתיים ותפקודיים. מחקרים בנושא איכות חיים בילדים עם שיתוק מוחי מציגים תמונה מעורבת: חלק מהמחקרים מצאו כי איכות חייהם נמוכה יותר מבני גילם עם התפתחות תקינה ויורדת עוד יותר בבגרות, בעוד מחקרים אחרים (בעיקר אירופיים) מצאו רמות דומות של איכות חיים, למעט בהיבטי כאב. נמצא כי חומרת הפגיעה המוטורית משפיעה על היבטים פיזיים של איכות החיים אך לאו דווקא על היבטים פסיכו-סוציאליים, וכי השתתפות בפעילויות פנאי קשורה לשביעות רצון ולתחושת מסוגלות עצמית גבוהה יותר. קולבר (Colver, 2012) הדגיש את הצורך להבטיח לילדים עם מוגבלות רווחה סובייקטיבית ומעורבות פעילה, ולעודד עצמאות והכרעה עצמית במקום גישה מגוננת יתר על המידה מצד הורים ואנשי מקצוע. הספרות מצביעה על כך שגורמים חזותיים וחושיים עשויים להוות חסמים משמעותיים להשתתפות ולאיכות חיים, אולם הקשר הישיר בין CVI, עיבוד חושי, השתתפות ואיכות חיים לא נבחן במחקר יחיד עד כה, פער אותו המחקר הנוכחי מבקש למלא.

10. שיטת המחקר

אוכלוסיית המחקר

במחקר השתתפו 99 ילדים בגילאי 4-17 שנים, כאשר גודל המדגם נקבע באמצעות ניתוח עוצמה סטטיסטית (G*Power) המבוסס על מבחן t חד-כיווני בגודל אפקט d=.5, α=.05 ועוצמה (power) של .80. קבוצת המחקר כללה 51 ילדים עם שיתוק מוחי ולקות ראייה על רקע מוחי (CP-CVI) בגילאי 4 עד 17.5, מהם 28 בנים (54.9%) ו-23 בנות (45.1%), ברמות תפקוד מוטוריות שונות ומרמה קוגניטיבית תקינה ועד לקויות שכליות קלות; תשעה ילדים משולבים בחינוך הרגיל ו-41 לומדים בחינוך המיוחד בכיתות בעלות רמת תפקוד גבוהה. כל 51 הילדים אובחנו עם CP ו-40 ;CVI מהם אובחנו עם CVI בגיל צעיר עוד לפני המחקר, ו-10 היו בחשד ל-CVI ואובחנו במסגרת תהליך ההערכה של המחקר עצמו. קבוצת הביקורת כללה 48 ילדים עם התפתחות תקינה בגילאי 4 עד 16.67, מהם 20 בנים (41.7%) ו-28 בנות (58.3%), מותאמים לקבוצת המחקר בגיל, במגדר וברמה סוציו-אקונומית. הקבוצות לא נבדלו במובהק בגיל הילד, בגיל ההורים, בהתפלגות המגדר או במקום המגורים, אך נבדלו במובהק בשיעור סיבוכי לידה (74.5% בקבוצת המחקר לעומת 8.3% בקבוצת הביקורת), במסגרת הלימודים (רוב ילדי קבוצת המחקר בחינוך המיוחד לעומת כלל ילדי הביקורת בחינוך הרגיל) ובהשכלה האקדמית של האב (98% מהאבות בקבוצת הביקורת לעומת 42% בקבוצת המחקר). קריטריוני ההדרה כללו מחלות כרוניות נוספות, מחלות קשות, לקות שכלית עמוקה, אפילפסיה שאינה מאוזנת, ליקוי חושי נוסף או ניתוח בטווח שלושת החודשים שקדמו למחקר. המחקר בוצע באישור שלוש ועדות: ועדת האתיקה של הפקולטה למדעי הרווחה והבריאות באוניברסיטת חיפה, ועדת הלסינקי של בית החולים אלי"ן, ומשרד החינוך.

הליך המחקר

גיוס המשתתפים נעשה במגוון ערוצים: בית החולים אלי"ן, מרכזי "מתי"א" האזוריים לחינוך מיוחד, ורשתות חברתיות - ובפרט קבוצות הורים ייעודיות באפליקציית WhatsApp הן לילדים עם CP-CVI והן לילדים עם התפתחות תקינה. הורים שהביעו עניין נוצר עימם קשר טלפוני או פנים אל פנים, במסגרתו נבדקו קריטריוני ההכללה והועבר למילוי מארז השאלונים ההורי (שאלון דמוגרפי, IIQ, Sensory Profile, PEM-CY ו-PedsQL), שאורך כשעה. הערכת הילד עצמו התבצעה בנפרד, בביתו, במסגרת החינוכית או בבית החולים אלי"ן - בהתאם להעדפת ההורים - ונמשכה כ-60 עד 90 דקות, כאשר המשימות הממוחשבות הוצגו בסדר קבוע של קושי עולה, עם הפסקות מותאמות אישית לפי צורכי הילד ומשך הקשב שלו. מרבית הילדים השלימו את ההערכה במלואה; מיעוט קטן הפסיק באמצע עקב עייפות או העדפה אישית, ומקרים אלה תרמו לנתונים חסרים, אשר הוצאו מהניתוח הסופי (available-case analysis). רמות הסיווג התפקודי (GMFCS, MACS, CFCS, VFCS, EDACS) נקבעו על ידי החוקרת בהתבסס על תצפית ישירה ודוחות רפואיים וטיפוליים, וממצאים אופטומטריים שולבו מרופאי העיניים המטפלים של כל ילד. נתוני המשימות הממוחשבות עובדו ונותחו במעבדת הראייה של אוניברסיטת בר-אילן על ידי חוקר שני שלא היה מודע (blind) לתוצאות השאלונים ולממצאי התצפית. כחלק משיקולים אתיים, ההורים קיבלו סיכום כתוב של תוצאות ילדם עם המלצות פרטניות להמשך מעקב או התערבות.

11. כלי המחקר: תיאור, תוקף ומהימנות

- Insight Inventory Questionnaire (IIQ) — שאלון הורים המעריך קשיים ראייתיים אופייניים ל-CVI, לרבות קשב חזותי, שדה ראייה, זיהוי וניווט חזותי, תפיסת תנועה, חיפוש חזותי והכוונת תנועה. השאלון פותח ותוקף במחקרים קודמים כמדד אמין לזיהוי קשיי CVI תפקודיים בקרב ילדים, והראה עקביות פנימית טובה במחקר הנוכחי.
- Sensory Profile (SP; Dunn, 1997) — שאלון הורים בן 125 פריטים, המדורגים בסולם ליקרט בן 5 דרגות מ-1 (כמעט תמיד) עד 5 (לעיתים רחוקות), עם אפשרות "לא רלוונטי". הציון הגולמי (בטווח 51-255) מושווה לנתוני נורמה ומסווג לשלוש רמות: "פחות מאחרים", "דומה לאחרים" ו"יותר מאחרים". השאלון מעריך תגובתיות חושית בתחומי המישוש, השמיעה, הראייה, השיווי משקל והפרופריוצפציה, וכן ארבעה דפוסי תגובה: חיפוש, הימנעות, רגישות ורישום נמוך. השאלון מציג מהימנות מבחן-חוזר טובה (.80-.90) ועקביות פנימית גבוהה (.89-.95). במחקר הנוכחי נעשה שימוש בגרסה העברית של השאלון.
- Participation and Environment Measure for Children and Youth (PEM-CY; Coster et al., 2012) — שאלון הורים המעריך השתתפות הילד בשלוש סביבות (בית, בית ספר וקהילה) על פני ארבעה היבטים: תדירות ההשתתפות, מספר הפעילויות, רמת המעורבות, ורצון ההורים בשינוי; וכן מעריך תמיכות וחסמים סביבתיים בכל סביבה. השאלון מציג עקביות פנימית טובה (.59-.91) ומהימנות מבחן-חוזר טובה (.58-.95), ונמצא כמבחין בין ילדים עם וללא מוגבלות בכל תתי-הסולמות (גודל אפקט 1.44-.51), התומך בתוקפו.

- שאלון בן 23 פריטים המעריך איכות חיים בארבעה תחומים: פיזי, רגשי, חברתי ותפקוד לימודי, בגרסת דיווח הורים ובגרסת דיווח-ילד. כל פריט מדורג בסולם בן 5 דרגות מ-0 ("אף פעם לא קשה") עד 4 ("כמעט תמיד קשה"), הממיר לציון אחוזים (0%-100%), כאשר ציון גבוה יותר משקף איכות חיים טובה יותר. הכלי מציג מהימנות גבוהה (.84-.90) ומבחין בין אוכלוסיית ילדים בריאים לאוכלוסיות עם מחלות ועם שיתוק מוחי. — Pediatric Quality of Life Inventory (PedsQL; Varni et al., 2003)
- משימת מעקב חלק (Smooth Pursuit) — משימה ממוחשבת שבה מוצג צלב פיקסציה מרכזי למשך 500 מילישניות, ולאחריו דיסק בהיר הנע באחד משמונה כיוונים אפשריים במהירות של כ-4.4 מעלות לשנייה, למשך 1.5 שניות בכל ניסיון, החוזר על עצמו 16 פעמים בכל הרצה. המשימה מוצגת בשני תנאים: מעקב פשוט (ראייה מלאה) ומעקב עם חסימה חלקית (occlusion) של הגירוי בעוצמות שונות, המאפשרים הערכה כמותית של רווח המעקב (pursuit gain), זמן השהיה בהתאמה מחדש (catch-up latency), שונות ההתכנסות הדו-עינית ויציבות הפיקסציה, ומעידים על בקרה חזויה (predictive control) של תנועת העין.
- משימת הצבעה על גירוי חריג (Visual Oddball Pointing) — משימה מותאמת מהספרות המקצועית, הבוחנת דיוק וזמן תגובה בזיהוי גירוי יעד מבין גירויי רקע, ברמות מורכבות רקע עולות.
- משימת צפייה חופשית (Free Viewing) עם מעקב עיני — צפייה בסרטון אנימציה קצר ומושך (כ-90 שניות, מתוך הסרט המצויר הפופולרי "המשפחה סופר-על"), תוך תיעוד תנועות העיניים באמצעות מכשיר eye-tracking מתוצרת Tobii. הסרטון נבחר בשל מגוון הדרישות החזותיות שהוא כולל (תנועה מהירה ואיטית, סצנות פשוטות ומורכבות, דימויים קרובים ורחוקים, ניגודיות גבוהה), המדמות תנאי צפייה טבעיים, ומאפשר הערכת דפוסי חקירה חזותית טבעיים והשוואתם לדפוס הקבוצה הטיפוסית.

כלי המחקר הממוחשבים פותחו ותוקפו במסגרת המחקר הנוכחי תוך שימוש בפרדיגמות מבוססות בספרות הפסיכופיזית והנוירו-קוגניטיבית, ומהימנותם הפנימית וההתאמה בין הממצאים למדדים הקליניים המקובלים (כגון CVI Range ו-VFCS) שימשו כאישוש נוסף לתוקפם.

עיבוד וניתוח נתונים

הנתונים נותחו באמצעות תוכנת SPSS גרסה 27 ותוכנת MATLAB R2022a לניתוח הנתונים הפסיכופיזיים הממוחשבים. נעשה שימוש בסטטיסטיקה תיאורית לאפיון הנתונים הסוציו-דמוגרפיים והציוני מדדי התוצאה; במבחנים לא-פרמטריים (Mann-Whitney U להשוואת קבוצות, Friedman להשוואות חוזרות) בשל התפלגות לא-נורמלית של חלק מהמשתנים; במתאמי ספירמן לבחינת קשרים בין המשתנים; ובמודלים של רגרסיה מדורגת (stepwise) לזיהוי המנבאים המשמעותיים ביותר של השתתפות ואיכות חיים.

12. ממצאים

הבדלים בין הקבוצות בעיבוד חזותי וחושי

ילדים בקבוצת CP-CVI הציגו קשיים מובהקים במדדי הערכת הראיה ה-IIQ בכל תחומי הראייה הנבדקים - קשב חזותי, זיהוי וניווט, ותפיסת תנועה, בהשוואה לקבוצת הביקורת, על אף חדות ראייה תקינה או מתוקנת ברוב המשתתפים. בתחום העיבוד החושי, קבוצת CP-CVI הציגה שיעורי חריגות גבוהים משמעותית בכל רביעי ה-Sensory Profile, כאשר רביע הרישום החושי (Registration) היה הפגוע ביותר (עד 98% מהילדים), ולאחריו רביעי ההימנעות (Avoiding) והחיפוש (Seeking) החושיים.

מצאי המשימות הפסיכופיזיות ומעקב העיניים

במשימת המעקב החלק, קבוצת CP-CVI הציגה שגיאת פיקסציה מוגברת (יכולת התמקדות), שונות מוגברת בהתכנסות הדו-עינית, ותנועת ראש בולטת יותר בתחילת הגירוי, על אף מהירות מעקב ממוצעת דומה לקבוצת הביקורת. בתנאי חסימה חלקית של הגירוי, מסלול המעקב של קבוצת המחקר סטה באופן משמעותי ממסלול הבסיס הבלתי-חסום, בעוד קבוצת הביקורת שמרה על יציבות יחסית - ממצא המצביע על ליקוי בבקרה חזויה (predictive control) ובתפקוד סגור-לולאה (closed-loop) בקרב ילדי קבוצת המחקר. מדדים אלה נמצאו קשורים למדדים הקליניים במחקר, ובהם ה-CVI Range, ה-VFCS וציוני הקשב ב-IIQ, והסבירו נתח משמעותי מהשונות בתפקוד הראייתי. במשימת ה-oddball, קבוצת CP-CVI הציגה זמני תגובה איטיים יותר ודיוק מופחת, בייחוד ברמות מורכבות רקע גבוהות, המשקפים קשיים באינטגרציה חזותית (הקשורה לתפקודים מוחיים גבוהים) ובהכוונת קשב. בצפייה חופשית בסרטוני וידאו, דפוסי המבט של קבוצת CP-CVI נבדלו מאוד מאלו של קבוצת הביקורת (מתאם ממוצע $R\approx0.4$ לעומת $R\approx0.8$), על רקע מעברי מבט איטיים יותר, עוצמת סקאדה מוגברת (מהירות סקאדית גבוהה יותר לאותו מרחק), ואקראיות זמנית מוגברת במעברי המבט. מידת הדמיון של דפוס המבט הבודד לדפוס הממוצע של קבוצת הביקורת ניבאה, ברמת דיוק גבוהה ($R\approx0.7$), את רמת התפקוד הראייתי (VFCS) ואת ציוני הקשב ב-IIQ, המחזק את תוקפו האקולוגי של מדד מעקב העיניים ככלי סינון ל-CVI.

השתתפות, נגישות סביבתית ואיכות חיים

קבוצת CP-CVI הציגה השתתפות מופחתת (בתדירות ובמספר הפעילויות) וחסמים סביבתיים רבים יותר בכל הסביבות שנבדקו - בית, בית ספר וקהילה- בהשוואה לקבוצת הביקורת. נמצאו מתאמים מובהקים בין מדדי ההשתתפות והסביבה לבין המשתנים החזותיים והחושיים: בבית, תדירות ומספר ההשתתפות נמצאו קשורים לקשב חזותי (IIQ; r=.28-.34) ולזמן תגובה (r=.30-.39); בבית הספר, מעורבות ההשתתפות וחסמים סביבתיים נמצאו קשורים לתגובתיות התנהגותית (SP; r=.30-.35); בקהילה, תמיכה וחסמים נמצאו קשורים לזיהוי ולמורכבות חזותית (r=-.29 עד -.42) ולתגובתיות התנהגותית (r=.28), והרצון לשינוי -נמצא קשור לזמן התגובה במשימת ה-oddball (r=.30-.39).

מודלים של רגרסיה הראו כי השתתפות בבית נובאה על ידי קשב חזותי (IIQ; R^2=.14), והשתתפות בבית הספר נובאה על ידי תפיסת תנועה, זיהוי/ניווט חזותי ורמת (VFCS (R^2=.37.
ציוני איכות החיים היו נמוכים משמעותית בכל התחומים בקבוצת CP-CVI. איכות חיים חברתית ופסיכו-סוציאלית נמצאה קשורה לתחומי ה-(r=.27-.49) SP - עיבוד חושי; איכות חיים פיזית נמצאה קשורה לכלל מערכות הסיווג התפקודי (r=-.30 עד -.61); וציון איכות החיים הכולל נמצא קשור לתגובתיות ההתנהגותית ולרביעי ההימנעות והחיפוש ב-(r=.36-.39) SP. מודלים של רגרסיה מדורגת הראו כי איכות חיים פיזית נובאה במידה הגבוהה ביותר (71% מהשונות, R^2=.71) על ידי סיווג התפקוד המוטורי הגס (GMFCS; המנבא החזק ביותר - חומרה מוטורית גבוהה יותר קשורה לאיכות חיים פיזית נמוכה יותר), ולאחריו חסמים סביבתיים בבית, מספר פעילויות ותדירות השתתפות בבית ובקהילה ורצון ההורים לשינוי בקהילה, וכן מדדי IIQ של הכוונה חזותית של תנועה וחיפוש חזותי; איכות חיים חברתית נובאה (R^2=.59) על ידי תגובתיות התנהגותית וחיפוש חושי ב-SP, קשב חזותי ושדה ראייה ב-IIQ, ותמיכה סביבתית בבית ובקהילה; איכות חיים רגשית נובאה (R^2=.27) על ידי תמיכה סביבתית קהילתית, הכוונה חזותית של תנועה ותגובתיות התנהגותית ב-SP; וציון איכות החיים הכולל נובא (R^2=.36) על ידי קשב חזותי, ורביעי החיפוש וההימנעות החושיים, ותמיכה סביבתית קהילתית.

13. סיכום, המלצות ומסקנות

המחקר הנוכחי מציג לראשונה תמונה משולבת של הקשר בין קשיי עיבוד חזותי מסוג CVI, קשיי עיבוד וויסות חושי, השתתפות, נגישות סביבתית ואיכות חיים בילדים עם שיתוק מוחי. הממצאים מלמדים כי ילדים עם CP-CVI מציגים 'חתימה' תנועתית-ראייתית ייחודית הכוללת מעברי מבט איטיים ולא יציבים, תיאום דו-עיני לקוי ובקרה חזויה מופחתת, הבאה לידי ביטוי הן במדדי הורים והן במדידה אובייקטיבית באמצעות מעקב עיני. ליקויים אלה קשורים קשר הדוק לקשיי ויסות חושי רחבים יותר, התומכים בתפיסה כי CVI בילדים עם שיתוק מוחי מהווה חלק ממערכת פגיעה חושית-מוחית רחבה, ולא הפרעה ראייתית מבודדת.
קשיים אלה, חזותיים וחושיים כאחד, נמצאו קשורים באופן מובהק להשתתפות מופחתת, לחסמי נגישות סביבתית, ולאיכות חיים ירודה יותר בכל התחומים שנבדקו - פיזי, חברתי, רגשי ותפקודי. ממצא זה מדגיש את החשיבות הקלינית של הערכה חזותית וחושית משולבת בילדים עם שיתוק מוחי, מעבר להערכת התפקוד המוטורי בלבד.

מסקנות עיקריות

- CVI בילדים עם שיתוק מוחי אינו הפרעה ראייתית מבודדת, אלא ביטוי במסגרת פגיעה חושית- מוחית רחבה יותר.
- מעקב עיני בצפייה טבעית מהווה כלי הבטחה, אובייקטיבי, לזיהוי וסינון CVI, שאינו תלוי בשיתוף פעולה מילולי.
- קשיים חזותיים וחושיים משפיעים במשותף, ובאופן חופף חלקית, על השתתפות,

נגישות ואיכות חיים.

- הערכה רב-ממדית (ICF, PEOP) המשלבת ראייה, חישה, תפקוד וסביבה מספקת תמונה מדויקת ומקיפה יותר מהערכה חד-תחומית.

המלצות

- לשלב הערכת עיבוד חושי (Sensory Profile או כלי דומה) כחלק שגרתי מהערכת כל ילד עם שיתוק מוחי החשוד ב-CVI.
- לפתח ולהטמיע קלינית כלי סינון מבוססי מעקב עיני, כתוספת אובייקטיבית לכלים הקיימים המבוססים על דיווח הורים ותצפית.
- לבנות תוכניות התערבות רב-מקצועיות המשלבות אנשי מקצוע מתחומי הבריאות, הראייה והחינוך, ומתייחסות הן לצרכים החזותיים והן לצרכים החושיים של הילד.
- להתאים את הסביבה הביתית, הלימודית והקהילתית בו-זמנית לצרכים החזותיים והחושיים, ולא רק למגבלה המוטורית.

14. ההשלכות היישומיות של המחקר

- **העלאת המודעות** לאפשרות של מגבלה חושית בילדים עם שיתוק מוחי בדגש עיבוד ראייתי ואיפנון חושי בקרב המשפחות ואנשי המקצוע והחינוך העובדים עם ילדים אלו. והגברת הידע על חשיבות התאמות סביבה המאפשרות תפקוד והשתתפות מרבית.
- **כלי סינון:** ממצאי המחקר מניחים תשתית לפיתוח כלי סינון קליני מהיר, מבוסס מעקב עיני, לזיהוי CVI בילדים עם שיתוק מוחי כבר בגיל צעיר, ללא צורך בשיתוף פעולה מילולי.
- **הערכה קלינית:** תוצאות המחקר תומכות בהרחבת פרוטוקולי ההערכה הקיימים לילדים עם שיתוק מוחי כך שיכללו הערכת עיבוד חושי לצד הערכת ראייה תפקודית, לשם זיהוי מוקדם של קשיים משולבים.
- **תכנון התערבות**: הבנת הקשר בין הקשיים החזותיים לחושיים מאפשרת בניית תוכניות התערבות ממוקדות ומותאמות אישית יותר, המשלבות מרכיבי ויסות חושי, אימון תנועתי-עיני והתאמות סביבתיות.
- **הכשרת אנשי מקצוע:** יש צורך בהעלאת המודעות בקרב אנשי טיפול, חינוך וראייה (מרפאים/ות בעיסוק, אופטומטריסטים/יות, מורים/ות, פיזיותרפיסטים/יות, קלינאי תקשורת ועוד) לקיומו של CVI ולקשר שלו לעיבוד חושי, שכן שני התחומים נוטים כיום להיבדק ולטופל בנפרד.
- **מדיניות ותכנון סביבתי:** ממצאי ההשתתפות והנגישות הסביבתית יכולים לתמוך בהתאמת מרחבים ציבוריים, חינוכיים וקהילתיים לצרכים החזותיים והחושיים המשולבים של ילדים עם שיתוק מוחי, מעבר להנגשה פיזית-מוטורית בלבד.

15. פורום / רשימת אנשי מקצוע והשטח להצגת ממצאי המחקר

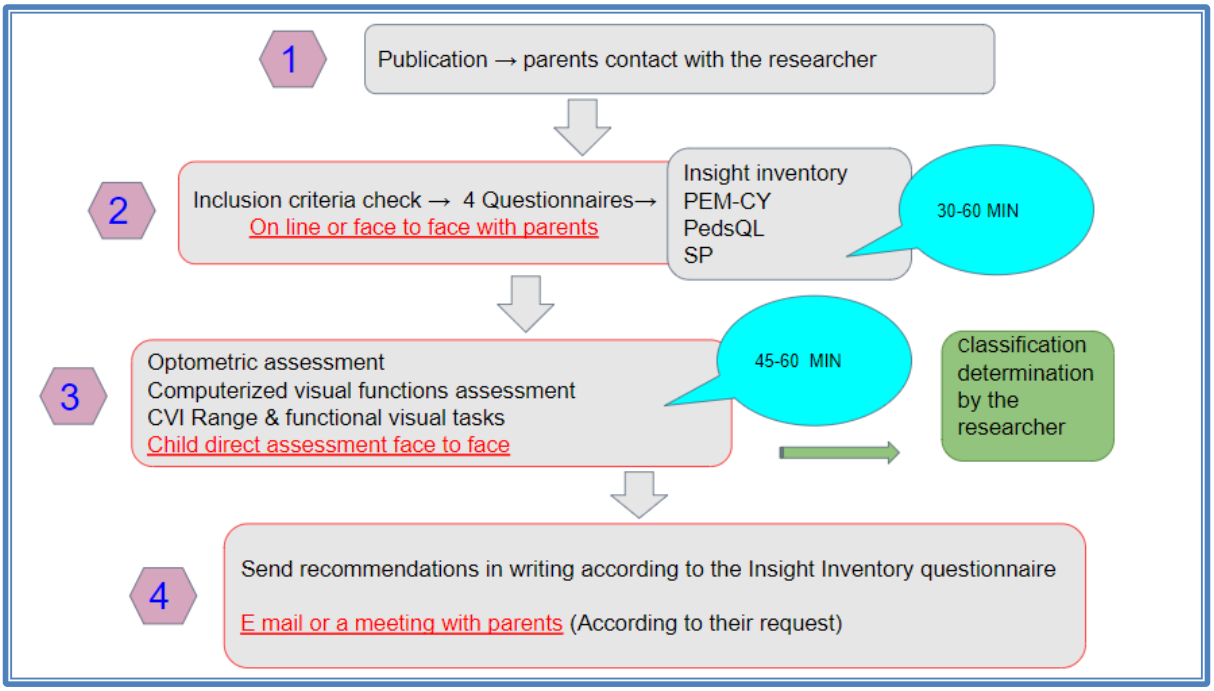
- אנשי טיפול (פיזיו/רב"ע,תקשורת ועוד) העובדים עם ילדים עם שיתוק מוחי במסגרות שיקומיות, חינוכיות וקהילתיות
- אופטומטריסטים ורופאי עיניים המתמחים בילדים עם מוגבלות התפתחותית
- נוירולוגים ילדים ורופאי שיקום ילדים
- מורים ומחנכים ומורי ראיה במסגרות החינוך המיוחד והחינוך הרגיל המשלב ילדים עם שיתוק מוחי
- אנשי צוות במרכזי שיקום ובבתי חולים המטפלים בילדים עם מוגבלות ראייתית ומוטורית
- קובעי מדיניות ואנשי מקצוע ברשויות המקומיות העוסקים בפיתוח שירותים לילדים עם מוגבלות

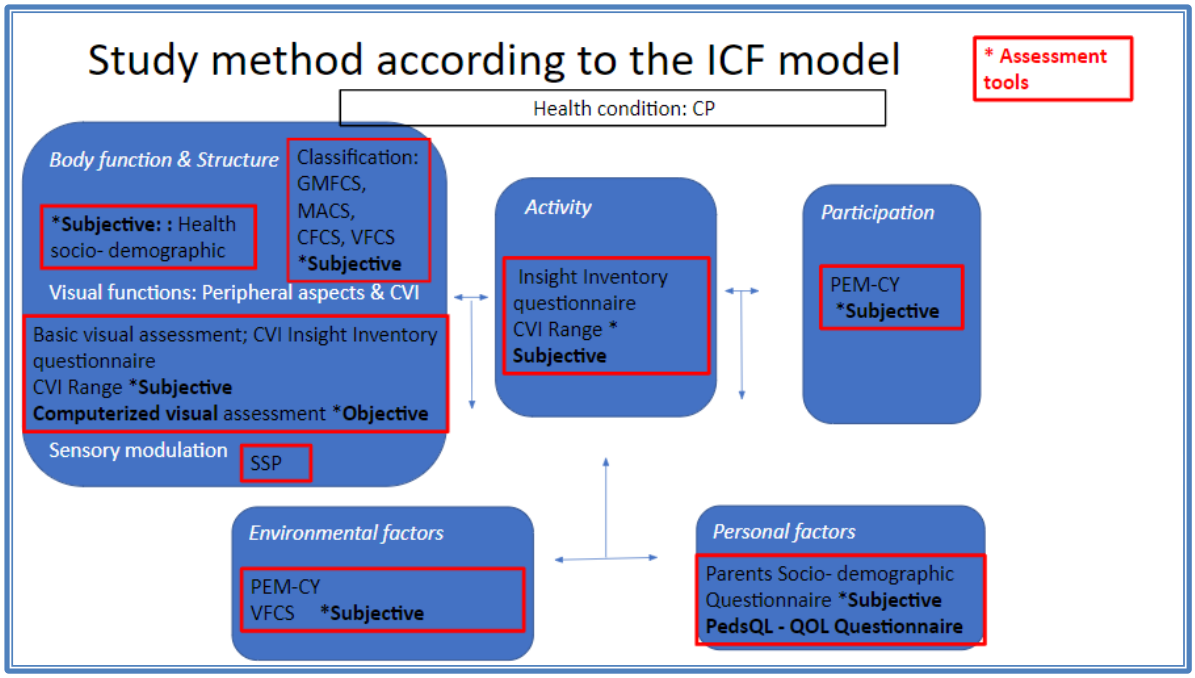
16. **המלצות למחקרי המשך**

- מחקרי אורך (longitudinal) העוקבים אחר התפתחות הקשיים החזותיים והחושיים לאורך זמן, ואחר יעילות התערבויות מוקדמות.
- תיקוף כלי מעקב העיניים במדגם עצמאי ורחב יותר, לשם הערכת רגישותו וסגוליותו ככלי סינון קליני.
- שילוב מדדים אובייקטיביים נוספים (כגון תגובות עוררות עוריות או מדדי א.ק.ג מוחי) לצד מדדי הדיווח ההורי, לצמצום הטיה אפשרית בדיווח.
- בחינת יעילות תוכניות התערבות משולבות (חושיות-ראייתיות) בהשוואה להתערבויות חד- תחומיות, במחקרי התערבות מבוקרים.
- הרחבת המחקר לאוכלוסיות נוספות עם פגיעה מוחית, כגון ילדים לאחר פגיעת ראש טראומטית או פגים ברמת סיכון גבוהה.

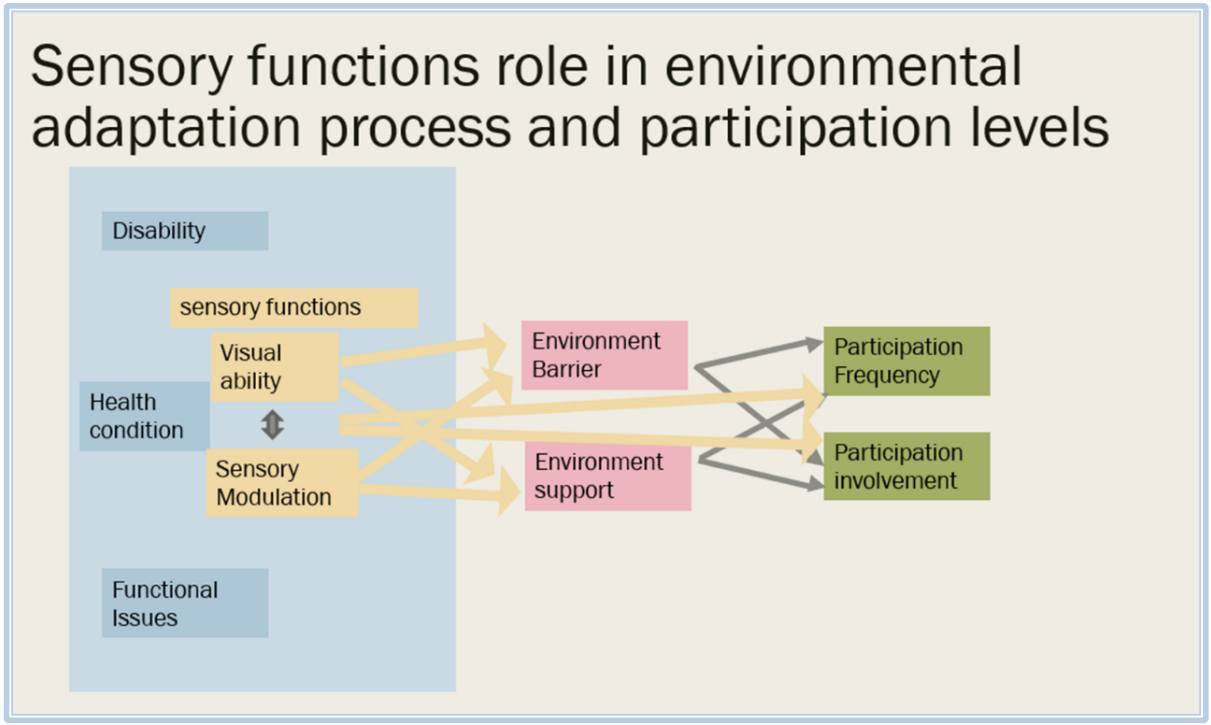
נספחים -Appendices

Appendix A: Assessment Process





In this model adapted from Anaby et al. (2015), we added and highlighted the sensory functions on the disability part. The model emphasizes environment as a mediator that can support or restrict participation with a specific disability. We stress the importance of detecting and profiling sensory abilities to direct adequate environmental adaptations that might be underdiagnosed until now.



Appendix B: Questionnaire of Details and Suitability for the Study

מספר במחקר: _____

שם:_____ ת.ז_____ ת.ל_____ מין: נ / ז

אבחנה:_____

לומד בבית ספר:_____ בכיתה:_____ עיר:_____

פיזור :המיפלגיה ימין ☐ המיפלגיה שמאל ☐ דיפלגיה ☐ קוודריפלגיה ☐

סימפטומים נוירולוגיים דומיננטיים :ספסטיות ☐ אטקסיה ☐ דיסקינזיה/ כוריאה אטטוזיס ☐

שימוש במכשירי עזר _____:

סיווג רמת תפקוד :

GMFCS: I ☐ II ☐ III ☐ IV ☐ V ☐ MACS: : I ☐ II ☐ III ☐ IV ☐ V ☐

CFCS: : I ☐ II ☐ III ☐ IV ☐ V ☐ EDACS: : I ☐ II ☐ III ☐ IV ☐ V ☐

VFCS: : I ☐ II ☐ III ☐ IV ☐ V ☐

פירוט כיצד מתנייד בבית \ביה"ס \מחוץ למבנה (*צורת הניידות המבוצעת באופן הנפוץ ביותר)

מידע על תפקוד קוגניטיבי(IQ) אם יש

_____

_____

מידע על מבחני תפקוד
שנעשו :_____

_____

_____ _____

קשיים נלווים:

קשיי ראיה :_____ קשיי שמיעה:_____

הפרעת שפה:_____ הפרעת קשב :_____

הפרעת למידה :_____קושי תקשורתי:_____

קושי וויסותי :_____

קיום כאב:_____ בחודש האחרון ? כן ☐ לא ☐

מחלות נוספות :_____

אפילפסיה:_____ תדירות פירכוסים בשבוע :_____

אם לא כל שבוע-מהי תדירות הפירכוסים בשנה האחרונה :_____

תרופות באופן קבוע :(פרט_____

היסטוריה רפואית :

נולד בשבוע: _____ משקל לידה: _____

מהלך ההריון:_____
לידה _____
לאחר הלידה:_____
_____ _____
_____
_____

מידע הדמיות :

_____ MRICS) V IV III II I :_____ **:MRI**

VEP : _____

ERG: _____

<u>מידע אופטומטרי אם קיים :</u>

משקפיים:_____

רוחק/קוצר ראיה:_____

פזילה :_____

optokinetic _____

nystagmus ניסטגמוס :_____

Pursuit עקיבה: _____

saccadic movements _____

מיקוד fixation :_____

Visual field שדה ראיה:_____

Stereopsis_____
contrast sensitivity _____
_____

ממצאים נוספים לציין _____ :**<u>תמיכה וטיפולים :</u>**

טיפולים מקצועות הבריאות :

_____:מספר פעמים בשבוע: _____

_____:מספר פעמים בשבוע: _____

_____:מספר פעמים בשבוע :_____

טיפולים אלטרנטיביים:_____

מספר פעמים בשבוע:_____

סיוע בכיתה: _____

משתתף בפעילויות אחה"צ :_____

השתתפות בחוגים:_____

חבר בתנועת נוער,פרט_____

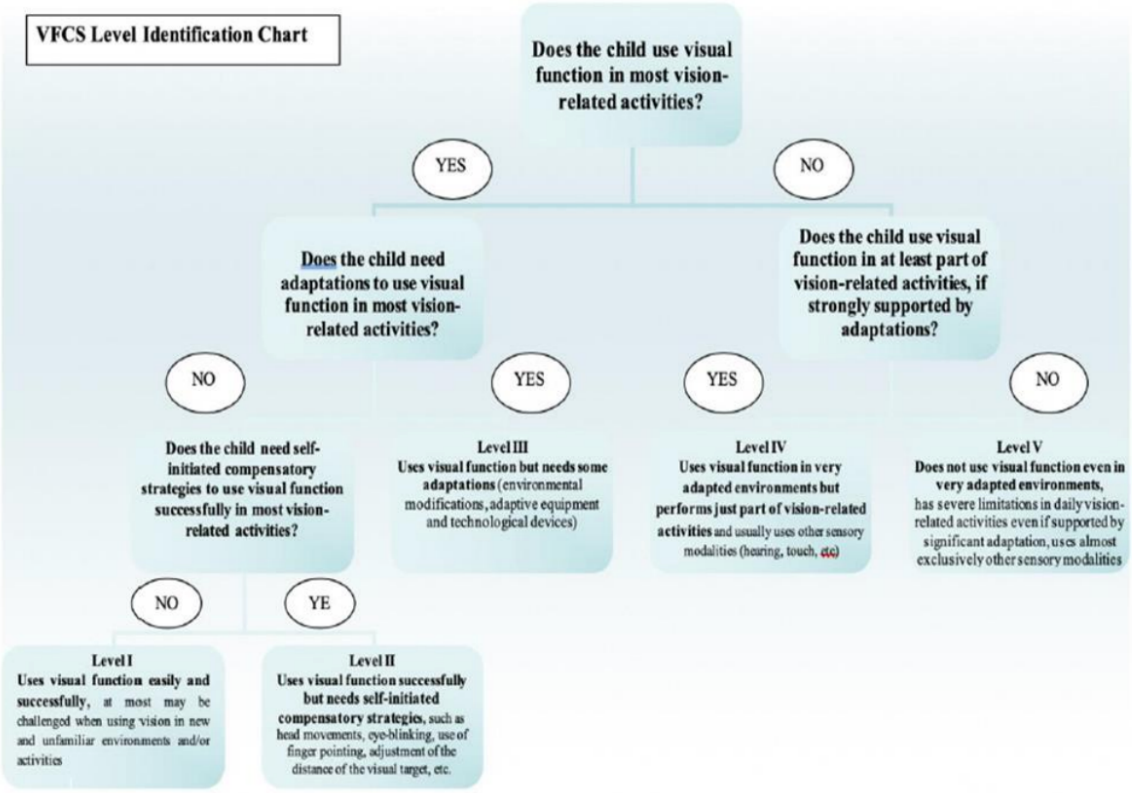
Appendix C: Functional Classifications in CP

Table IV: General summary headings for the GMFCS, MACS, CFCS, EDACS, and VFCS

Level	GMFCS	MACS	CFCS	EDACS	VFCS
I	Walks without limitations	Handles objects easily and successfully	Sends and receives with familiar and unfamiliar partners effectively and efficiently	Eats and drinks safely and efficiently	Uses visual function easily and successfully in vision-related activities
II	Walks with limitations	Handles most objects but with somewhat reduced quality and/or speed of achievement	Sends and receives with familiar and unfamiliar partners but may need extra time	Eats and drinks safely but with some limitations to efficiency	Uses visual function successfully but needs self-initiated compensatory strategies
III	Walks using a hand-held mobility device	Handles objects with difficulty; needs help to prepare and/or modify activities	Sends and receives with familiar partners effectively, but not with unfamiliar partners	Eats and drinks with some limitations to safety; there may be limitations to efficiency	Uses visual function but needs some adaptations
IV	Self-mobility with limitations; may use powered mobility	Handles a limited selection of easily managed objects in adapted situations	Inconsistently sends and/or receives even with familiar partners	Eats and drinks with significant limitations to safety	Uses visual function in very adapted environments but performs just part of vision-related activities
V	Transported in a manual wheelchair	Does not handle objects and has severely limited ability to perform even simple actions	Seldom effectively sends and receives, even with familiar partners	Unable to eat and drink safely – tube feeding may be considered to provide nutrition	Does not use visual function even in very adapted environments

GMFCS, Gross Motor Function Classification System; MACS, Manual Ability Classification System; CFCS, Communication Function Classification System; EDACS, Eating and Drinking Ability Classification System; VFCS, Visual Function Classification System.

Appendix C1: Visual Function Classification System (VFCS; Baranello et al., 2020)



Visual Function Classification System Baranello G., et al.
Translation guidelines expert input by Dr.ssa Julie Paradis. With any questions please write to ochorna@fsm.unipi.it or pisasmilelab@fsm.unipi.it

Appendix C2: Gross Motor Function Classification System (GMFCS; Palisano et al., 2007)

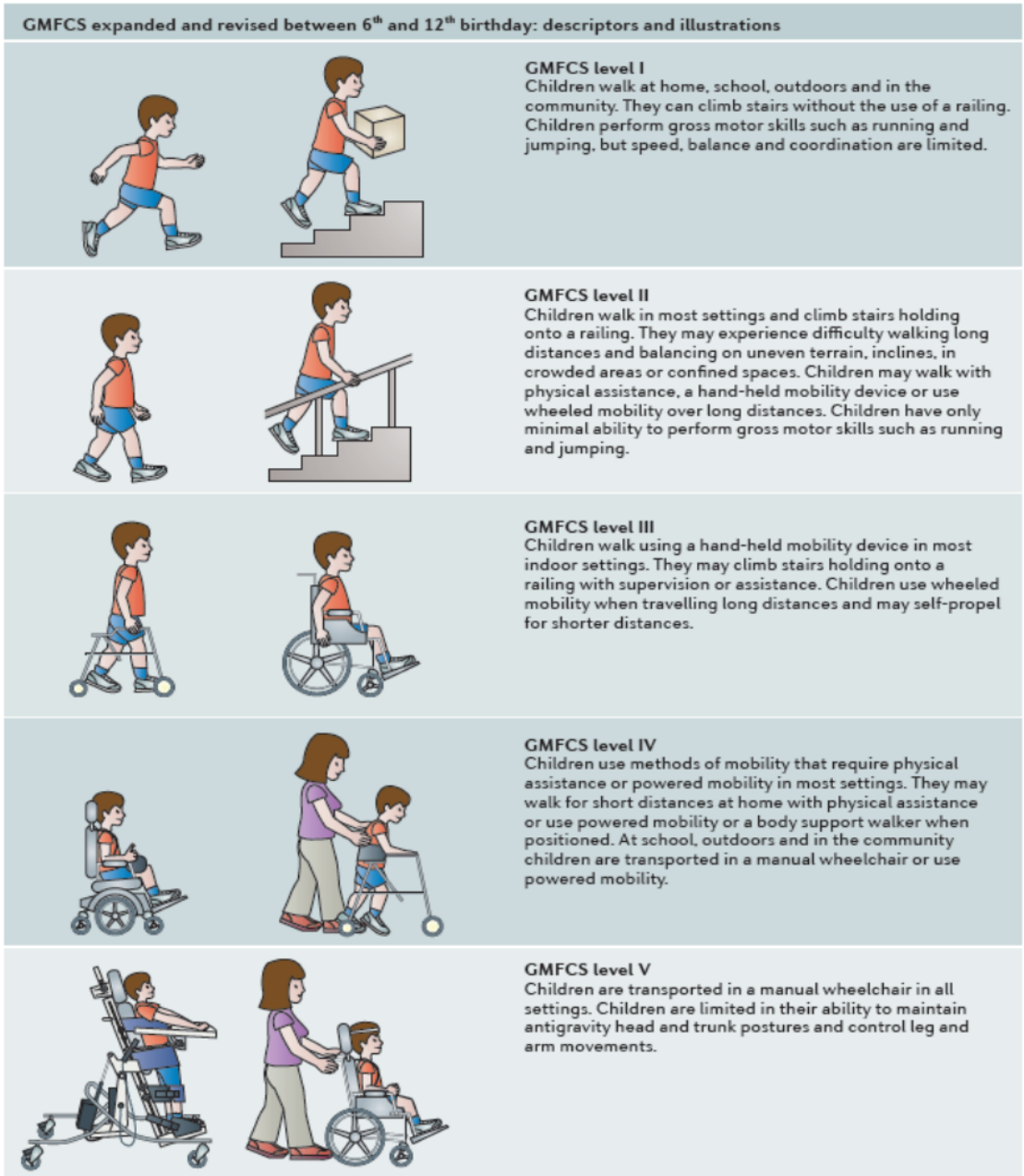
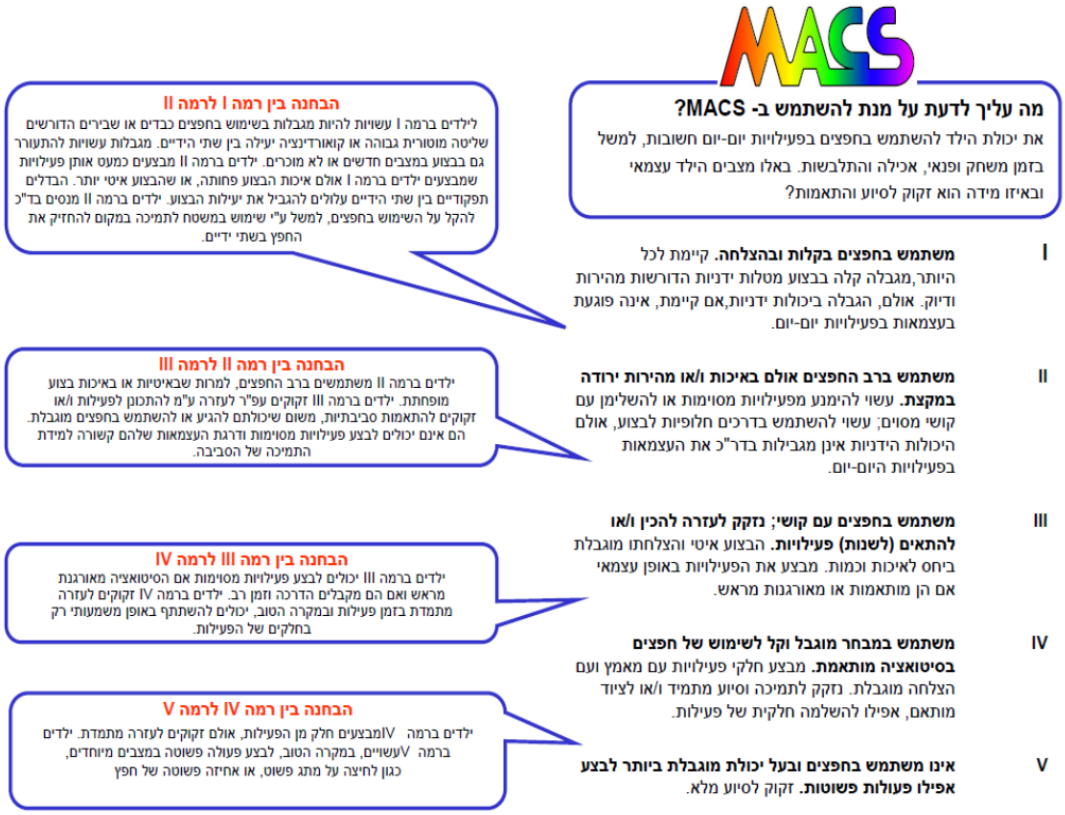
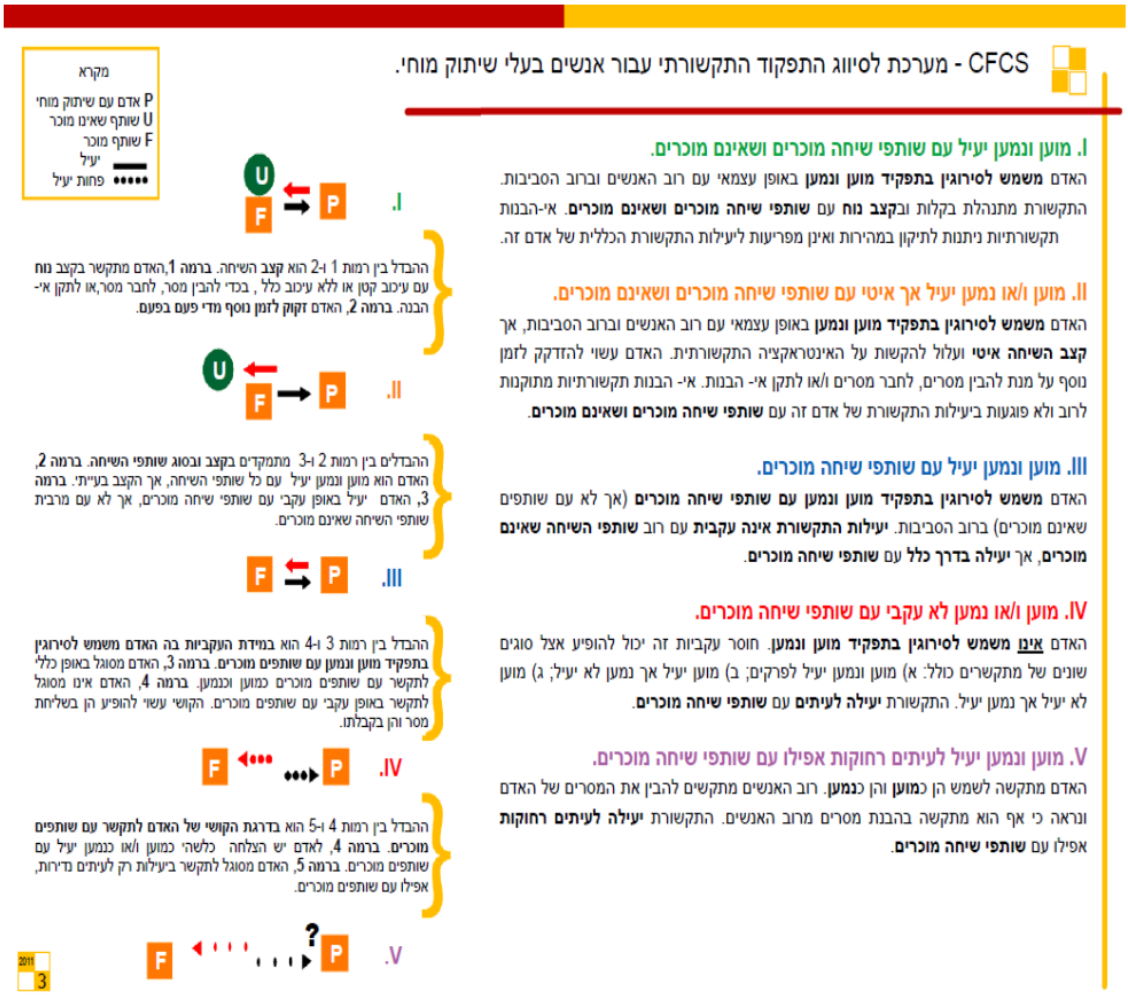


Figure 1 | **Gross Motor Function Classification System expanded and revised for children with cerebral palsy, 6–12 years of age.** The Gross Motor Function Classification System (GMFCS) has become the gold standard to classify motor function in children with cerebral palsy. The GMFCS is an ordinal classification in which different descriptors are used according to the age of the child. The descriptors for children 6–12 years of age are shown. GMFCS has been shown to be valid, reliable, stable and predictive of long-term gross motor function. The descriptors were devised by Palisano *et al.*[284,285]. Images are courtesy of B. Reid, A. Harvey and H.K.G., The Royal Children's Hospital, Melbourne, Victoria, Australia.

Appendix C3: Manual Ability Classification System (MACS; Eliasson et al., 2006)



Appendix C4: Communication Function Classification System (CFCS; Hidecker et al., 2011)



Appendix C5: Eating and Drinking Classification System (EDACS; Sellers, 2014)





Eating and Drinking Ability Classification System

GENERAL HEADINGS

Level I	Eats and drinks safely and efficiently.
Level II	Eats and drinks safely but with some limitations to efficiency.
Level III	Eats and drinks with some limitations to safety; there may be limitations to efficiency.
Level IV	Eats and drinks with significant limitations to safety.
Level V	Unable to eat or drink safely – tube feeding may be considered to provide nutrition.

Fuller descriptions of the levels are given below along with distinctions between the levels. These are to assist in determining the level that most closely resembles an individual's current eating and drinking ability.

LEVEL OF ASSISTANCE REQUIRED

An individual's eating and drinking ability will be expressed as a level I-V followed by an indication of the degree of help needed at mealtimes. For example, a child who is able to eat safely with some limitations to efficiency and requires assistance in loading the spoon or steadying a cup would be **EDACS Level II Requires Assistance (RA)**; a child who has an unsafe swallow and is able to bring food and drink to the mouth would be **EDACS Level V Independent (Ind)**.

Independent (Ind) indicates that individuals are able to bring food and drink to their own mouth without any assistance. It does not indicate that individuals are able to modify food to the required texture for safe and / or efficient eating and drinking. It also does not indicate that individuals are able to sit independently.

Requires Assistance (RA) indicates that an individual needs help to bring food or drink to the mouth, either from another person or through the use of adapted equipment. Help may be needed loading the spoon, placing food in the hand or guiding the individual's hand to the mouth, holding a cup steadily, providing close supervision or verbal prompts.

Totally Dependent (TD) indicates that an individual is totally dependent upon another to bring food or drink to the mouth.

© Chailey Heritage Clinical Services 2013

17. Abstract (תקציר באנגלית)

Background: Cerebral palsy (CP) is frequently accompanied by cerebral visual impairment (CVI) and sensory processing difficulties that jointly limit daily functioning, participation, and quality of life (QOL). Grounded in the ICF and PEOP frameworks, this study examined how visual and sensory processing difficulties interact and jointly predict participation and QOL in children with CP-CVI compared to neurotypical peers.

Methods: Ninety-nine children aged 4-17 (51 with CP-CVI, 48 neurotypical) completed standardized questionnaires (IIQ, Sensory Profile, PEM-CY, PedsQL) and three psychophysical/eye-tracking paradigms: smooth pursuit, visual oddball pointing, and free-viewing of video clips.

Results: Children with CP-CVI showed convergent atypical visual and oculomotor patterns despite near-normal acuity, alongside pervasive sensory registration and modulation difficulties. Gaze similarity to the neurotypical mean strongly predicted functional vision level ($R \approx 0.7$). Both visual and sensory measures correlated with reduced participation, greater environmental barriers, and lower QOL, explaining up to 71% of variance in physical QOL.

Conclusions: CVI in children with CP appears embedded within a broader sensory modulation disorder rather than an isolated visual impairment, supporting multidimensional assessment and intervention integrating sensory, oculomotor, and perceptual domains.

19. Synopsis

This study examined how visual processing difficulties (cerebral visual impairment, CVI) and sensory processing difficulties interact and jointly affect participation, environmental accessibility, and quality of life in 99 children with and without cerebral palsy. Using standardized questionnaires alongside psychophysical and eye-tracking tasks, the study found that children with CP-CVI show a distinctive pattern of atypical eye-movement control and pervasive sensory modulation difficulties, both strongly linked to reduced participation and lower quality of life. A novel eye-tracking measure was validated as an objective screening tool for CVI. Findings support integrated, multidimensional assessment and intervention approaches for this population.

Keywords: cerebral palsy; cerebral visual impairment (CVI); sensory processing; eye-tracking; participation; environmental accessibility; quality of life; ICF model

Visual and Sensory Processing Disorders in Children with Cerebral Palsy and Cerebral Visual Impairment – Implications for Participation, Environmental Accessibility, and Quality of Life

Nava Gelkop
Supervision: Prof Batya Engel-Yeger
Prof Yoram Bonneh

A THESIS SUBMITTED FOR THE DEGREE
”DOCTOR OF PHILOSOPHY“

University of Haifa
Faculty of Health and Welfare Sciences
Department of Occupational Therapy

This work was supported by a grant from Shalem Fund
for Development of Services for People with
Disabilities in the Local Councils in Israel
2026

קרן שלם / 890-723-2024