



הפעלת מסך מגע בקרב אנשים עם משי"ה: הערכת מרכיבי מוטוריקה עדינה באמצעות היישום TATOO©

ד"ר אלכסנדרא דניאל-סעד

החוג לריפוי בעיסוק, הפקולטה למדעי הרווחה והבריאות, אוניברסיטת חיפה



שותפים לביצוע המחקר:

ד"ר גלית יוגב זליגמן - החוג לריפוי בעיסוק, אוניברסיטת חיפה
גב' מונה סויד - סטודנטית לתואר שני, החוג לריפוי בעיסוק, אוניברסיטת חיפה
גב' ריא נסאר-יאסין - עוזרת מחקר, החוג לריפוי בעיסוק, אוניברסיטת חיפה

מחקר זה נערך בסיוע מענק מחקר מקרן שלם
הקרן לפיתוח שירותים לאנשים עם מוגבלות
ברשויות המקומיות

2024

תוכן העניינים

3	תמצית
4	תקציר
6	תקציר מנהלים
9	רשימת לוחות
10	רשימת תרשימים
11	רשימת איורים
12	רשימת תמונות
13	רשימת נספחים
14	מבוא
14	סקירת ספרות
15	שימוש במכשירים עם מסכי מגע בקרב אוכלוסיית מש"ה
17	קשיים תפקודיים בקרב אוכלוסייה עם מש"ה
18	היישום TATOO – כלי למדידת יכולת השימוש במסך מגע
24	מטרות המחקר
25	שאלות המחקר
25	שיטת המחקר
25	אוכלוסיית המחקר
26	כלי המחקר
27	הליך המחקר
28	ממצאים
33	דיון וניתוח
37	ההשלכות והפוטנציאל היישומי
38	פורום/רשימת אנשי מקצוע והשטח להם יוצגו תוצאות המחקר
38	המלצות למחקרי המשך
40	ביבליוגרפיה
48	נספחים:
65	Abstract
67	Synopsis

תמצית

מחקר זה בחן את השימוש המותאם של יישום TATOO (Danial-Saad & Chiari, 2017) להערכת מיומנויות מוטוריות בהפעלת מסכי מגע בקרב 120 מבוגרים עם מוגבלות שכלית התפתחותית (להלן: מש"ה) מגיל 21 ומעלה. המחקר התמקד בהתאמת ממשק המשתמש (user interface, UI) של TATOO לאוכלוסייה זו ובבדיקת היתכנותו. מן הממצאים עלה קשר מובהק בין רמת המש"ה, הגיל והניסיון הטכנולוגי לבין ביצועי המשתתפים. TATOO הראה תוקף מקביל ומבחין ביחס למבחנים סטנדרטיים ונמצא כמספק מידע מפורט על יכולות מוטוריות ספציפיות הנדרשות בעת הפעלת מכשירים עם מסך מגע. הממצאים מצביעים על החשיבות של התאמת ממשקי מגע לצרכים הייחודיים של אנשים עם מש"ה, ומדגישים את הפוטנציאל של TATOO לתמוך באנשי מקצוע בהנגשת מכשירים לאוכלוסייה זו. הנגשה כזו פותחת הזדמנויות להשתלבות שווה בחברה, בעבודה ובחיי היום-יום, ועוזרת להתגברות על חסמים ולשיפור איכות החיים. ממצאי המחקר מציעים כיוונים למחקר עתידי ויישומים פרקטיים.

תקציר

טכנולוגיות מסך מגע המונגשות לאנשים עם מוגבלות שכלית התפתחותית (להלן: מש"ה) הן בעלות ערך רב, שכן ביכולתן לתרום לשילובם בחברה המודרנית, לשיפור איכות החיים שלהם ולהגברת עצמאותם. הכרה זו קיבלה ביטוי בעיגון הזכות לנגישות בכל תחומי החיים באמנה הבין-לאומית לזכויות אנשים עם מוגבלות ובחיקקה ובתקינה הישראלית. עם זאת, אין כלי שמסוגל להעריך באופן מקיף ואובייקטיבי את היכולת והאתגרים של אנשים עם מש"ה, בעת השימוש במכשירים אלה.

למטרה זו נועד היישום TATOO (Touchscreen-Assessment Tool) להערכת מיומנויות מוטוריות בהפעלת מסכי מגע. כלי זה, שפיתחו דניאל-סעד וכיארי (Danial-Saad & Chiari, 2017), הותאם במקורו לילדים ולאנשים מבוגרים. היישום מספק תמונה מקיפה ומהימנה, המשקפת את היכולות והקשיים של הנבדקים בעת הפעלת מסך מגע. לשם כך נסקרות הפעולות הנדרשות לשימוש במסך מגע ובהן נגיעה, גרירה וצביטה ועוד, ומוצג סיכום ובו נתונים גרפיים ומספריים של המדדים מידת הלחץ, זמן הביצוע, מרחב התנועה, דיוק ועוד. בעזרת מדדים אלה ניתן להעריך את המאפיינים השכיחים של יכולות וקשיים של מרכיבי מוטוריקה עדינה בהפעלת מסך מגע ואת ההשלכות הנרחבות על חיי היום-יום שלהם. ההערכה אינה תלויה תרבות ו/או שפה ואינה דורשת מיומנות כתיבה.

מטרת מחקר זה הייתה להתאים את הממשק של הכלי הקיים TATOO למבוגרים עם מש"ה מעל גיל 21 כדי להעריך את מרכיבי המוטוריקה העדינה ואת מדדי הביצוע שלהם בעת השימוש ב-TATOO ולבחון את הקשר בין מאפייני הפרט (רמת מש"ה, גיל, ניסיון ואוריינות טכנולוגית) לבין מדדי הביצוע בעת השימוש בו. כמו כן נועד המחקר לבחון את הקשר בין מדדי הביצוע של כלי אבחון סטנדרטיים הבודקים מוטוריקה עדינה וכוח (The Box and Block Test (BBT) assesses unilateral gross manual dexterity) ומד כוח ידני למדידת כוח אחיזה וצביטה), לבין הקשר למדדי מוטוריקה עדינה בעת הפעלת מסך מגע בעזרת TATOO בקרב מבוגרים עם מש"ה.

מערך המחקר היה מתאמי מסוג מחקר חתך רוחב (cross-sectional study). השתתפו בו 120 אנשים עם מש"ה בטווח הגיל 21-58 מרמות מש"ה שונות (קלה, קלה-בינונית ובינונית). המשתתפים ביצעו מגוון משימות ב-TATOO, כולל נגיעה במסך, הקשה כפולה, גרירה וצביטה. נוסף על כך הועברו מבחנים סטנדרטיים להערכת מוטוריקה עדינה (Box & Blocks) וכוח (HGD), וכן נאספו נתונים דמוגרפיים ונתונים על ניסיון קודם בשימוש בטכנולוגיית מסך מגע.

הממצאים מאששים קיום קשר מובהק בין רמת המש"ה, הגיל והניסיון הטכנולוגי לבין ביצועי המשתתפים ב-TATOO. נמצא כי ככל שרמת המש"ה הייתה חמורה יותר וגיל המשתתפים מבוגר יותר, כך היו הביצועים איטיים יותר ומדויקים פחות. מנגד, ניסיון רב יותר בשימוש במסכי מגע היה קשור לביצועים מהירים ומדויקים יותר.

היישום TATOO הראה תוקף מקביל ומבחין ביחס למבחנים סטנדרטיים, עם קשרים מובהקים בין מדדי TATOO לבין הביצועים במבחני Box & Blocks ו-HGD. נמצאה שביעות רצון גבוהה מהשימוש ב-TATOO, עם דיווחים על הנאה, תחושת הצלחה ונוחות פיזית.

מחקר זה מדגיש אפוא את הפוטנציאל של TATOO ככלי הערכה ייחודי בקרב אוכלוסייה זו, המספק מידע מפורט על יכולות מוטוריות ספציפיות הנדרשות בעידן הדיגיטלי והתומך באנשי מקצוע להנגיש מכשירים המצוידים במסך מגע עבור אוכלוסייה זו. הממצאים מצביעים על החשיבות של התאמת ממשקי מגע לצרכים הייחודיים של אנשים עם משייה ומציעים כיוונים למחקר עתידי ויישומים פרקטיים לשיפור הנגישות הטכנולוגית עבור אוכלוסייה זו.

מילות מפתח: הערכת מוטוריקה עדינה, הערכת שימוש במסכי מגע, מוגבלות שכלית התפתחותית, יישום TATOO, חוויית משתמש

תקציר מנהלים רקע המחקר ומטרותיו

ההתפתחות המואצת של טכנולוגיות דיגיטליות בעשורים האחרונים, ובפרט מכשירים ניידים בעלי מסך מגע, שינתה באופן דרמטי את אופן התקשורת, הלמידה והאינטראקציה של האדם עם סביבתו. לאנשים עם מוגבלות שכלית התפתחותית (להלן: מש"ה), טכנולוגיות אלו מציבות אתגרים ייחודיים, אך גם מציעות הזדמנויות חסרות תקדים לשיפור איכות חיים, עצמאות ושילוב חברתי.

מחקרים קודמים הצביעו על הפוטנציאל הרב של טכנולוגיות מסך מגע עבור אנשים עם מש"ה (Wehmeyer et al., 2011; Li et al., 2012), ואחרים התמקדו בקשיים המוטוריים והקוגניטיביים המהווים מכשול לשימוש יעיל בטכנולוגיות אלו (Jarrold et al., 2019; Martin-Gutierrez & Del Rio Guerra, 2021). הפער בין הפוטנציאל לבין היכולת המעשית מדגיש את הצורך בכלי הערכה מדויקים ומותאמים, שיאפשרו זיהוי של חסמים ספציפיים ופיתוח התערבויות ממוקדות.

בהקשר זה פותח היישום TATOO (Touchscreen-Assessment Tool). TATOO מבוסס על עקרונות של עיצוב אוניברסלי ונגישות קוגניטיבית, ומטרתו לספק הערכה מקיפה ומדויקת של יכולות המשתמש בסביבת מסך מגע. המחקר הנוכחי נועד לבחון את היעילות והתוקף של TATOO ככלי הערכה עבור מבוגרים עם מש"ה, באמצעות התאמת הממשק שלו לצורכי מבוגרים אלה. מטרות המחקר היו:

1. להעריך את מרכיבי המוטוריקה העדינה ואת מדדי הביצוע של מבוגרים עם מש"ה מעל גיל 21 בעת השימוש ב-TATOO
2. לבחון את הקשר בין מאפייני הפרט (רמת מש"ה, גיל, ניסיון ואוריינות טכנולוגית) לבין מדדי הביצוע בעת השימוש ב-TATOO
3. לבדוק את ההיתכנות של היישום TATOO בקרב האוכלוסייה הנ"ל לשם הערכה, על ידי בדיקת תוקף מקביל, תוקף מבחין ורמת שימושיות סובייקטיבית
4. להוסיף כלי לכלים הסטנדרטים להערכה של מרכיבי מוטוריקה עדינה המתאימה לכלים הטכנולוגיים המשמשים בחיי היום-יום, שכיום אין להם ביטוי במסגרת ההערכות הסטנדרטיות של מוטוריקה עדינה.
5. לתמוך באנשי מקצוע, להנגיש מכשירים ניידים בעלי מסך מגע ולהתאים את היישומים לאוכלוסייה זו.

שיטת המחקר

המחקר התבסס על מערך מתאמי מסוג חתך רוחב (cross-sectional study). המדגם כלל 120 משתתפים עם מש"ה גילאי 21-58 (ממוצע הגיל 36.84, ס"ת 9.66), מתוכם 64 נשים (53.3%) ו-56 גברים (46.7%). המשתתפים סווגו לשלוש רמות מש"ה: קלה (34%), קלה-בינונית (25%), ובינונית (41%).

לאחר תהליך חוזר ונשנה (iterative) של התאמת ממשק TATOO לצורכי אוכלוסייה זו, בהתייעצות עם מומחים ממגוון תחומים, התחיל שלב הגיוס ואיסוף הנתונים. הגיוס נעשה במרכזי יום ובמסגרות דיון בקהילה, תוך הקפדה על ייצוג מגוון של רמות תפקוד וגילאים. כלי המחקר כללו את יישום TATOO, המורכב

משש מטלות להערכת מיומנויות מוטוריות שונות, מבחנים סטנדרטיים להערכת מוטוריקה עדינה וכוח (Box & Blocks Test ו-Hand Grip Dynamometer), שאלון סוציו-דמוגרפי מונגש לאפיון האוכלוסייה ובו שאלות על גיל, מגדר, ניסיון קודם בשימוש בטכנולוגיית מסך מגע ועוד, ושאלון חוויית משתמש מותאם (SFQ-Child) להערכת שביעות רצון והנאה מהשימוש ב-TATOO. המשתתפים ביצעו את המטלות ב-TATOO ואת המבחנים הסטנדרטיים ומילאו את השאלונים הנלווים. ההערכות בוצעו במסגרות הטבעיות של המשתתפים, תוך הקפדה על תנאי סביבה אחידים. חשוב לציין שכל האבחונים עברו תהליך של הנגשה ופישוט לשוני כדי להתאימם לאוכלוסייה זו.

ממצאים עיקריים

הממצאים מעלים תמונה מורכבת של יכולות ואתגרים בשימוש במסכי מגע בקרב אוכלוסיית המש"ה. נמצאה שונות גדולה בביצועי המשתתפים במדדי TATOO, המשקפת את ההטרונגיות של אוכלוסיית המחקר. לדוגמה, בזמן תגובה הממוצע נע בין 0.25 ל-7.2 שניות (ממוצע 2.42, ס"ת 1.24). המשתתפים הראו קושי מיוחד במטלות מורכבות כמו הקשה כפולה (ממוצע של 27.62 שניות, ס"ת 14.47 להשלמת המטלה), גרירה (ממוצע של 19.20 ניסיונות לא מוצלחים, ס"ת 30.76), וצביטה (ממוצע של 37.04 ניסיונות לא מוצלחים, ס"ת 43.36). מעניין לציין כי הלחץ הבינוני על המסך היה הנפוץ ביותר (ממוצע 41.20%, ס"ת 9.65%).

ניתוח הקשרים בין מאפייני הפרט (גיל, רמת מש"ה וניסיון קודם) לבין למדדי הביצוע הראו קשרים חיוביים מובהקים בין גיל לבין משך המבחן ($r = 0.29, p < 0.01$), זמן מגע ($r = 0.28, p < 0.01$), ומספר הנגיעות מחוץ ליעד ($r = 0.35, p < 0.001$). כמו כן, נמצאו קשרים חיוביים מובהקים בין חומרת המש"ה לבין משך המבחן ($r = 0.53, p < 0.001$), זמן מגע ($r = 0.44, p < 0.001$), ומספר ניסיונות גרירה לא מוצלחים ($r = 0.44, p < 0.001$). מנגד, נמצאו קשרים שליליים מובהקים בין רמת הניסיון הטכנולוגי לבין משך המבחן ($r = -0.43, p < 0.001$), זמן באוויר ($r = -0.42, p < 0.001$), ומספר נגיעות מחוץ ליעד ($r = -0.27, p < 0.01$). ממצאים אלו מדגישים את החשיבות של התאמה אישית של טכנולוגיות מסך מגע, תוך התחשבות בגיל המשתמש, רמת התפקוד שלו והניסיון הטכנולוגי הקודם.

TATOO הוכיח את עצמו ככלי ידידותי בעל תוקף מקביל ומבחין. נמצאו קשרים מובהקים בין מדדי TATOO לבין הביצועים במבחני Box & Blocks ו-Hand Grip Dynamometer. לדוגמה, נמצא קשר שלילי מובהק בין משך המבחן ב-TATOO לבין הציון ב-Box & Blocks ($r = -0.61, p < 0.001$). כמו כן, הממצאים הראו הבדלים מובהקים בביצועים בין רמות שונות של מש"ה. בנוסף, שביעות הרצון הגבוהה שדווחה על ידי המשתתפים (78.3% דיווחו כי נהנו מאוד מהמשימות, ו-70% דיווחו על תחושת הצלחה גבוהה) מחזקת את ההיתכנות של TATOO ככלי הערכה ידידותי למשתמש.

דיון

הממצאים מרחיבים את הידע הקיים על השימוש בטכנולוגיות מסך מגע בקרב אנשים עם מש"ה ומציגים את TATOO ככלי הערכה בעל פוטנציאל משמעותי. בעוד שמחקרים קודמים רק הצביעו על היתכנות השימוש בטכנולוגיות אלו (Katz et al., 2015; Stephenson & Limbrick, 2015), המחקר הנוכחי מספק מידע מפורט יותר על מדדי ביצוע אובייקטיביים. הקשרים שנמצאו בין גיל, רמת מש"ה וניסיון טכנולוגי לבין הביצועים ב-

TATOO מחזקים טענות חוקרים בדבר ההשפעה של גורמים אלו על יכולות מוטוריות ועל השימוש באמצעים טכנולוגיים (Lifshitz et al., 2008; Wehmeyer et al., 2004). יתר על כן, הממצאים שלנו מרחיבים את ההבנה של השפעות אלו של מסכי מגע. האתגרים שזוהו במחנות מורכבות כמו הקשה כפולה וצביטה תואמים ממצאים ממחקרים מאוחרים (Martin-Gutierrez & Del Rio, 2021; Nacher et al., 2018), אך מספקים תובנות נוספות על האופן שבו קשיים אלו באים לידי ביטוי בקרב מבוגרים עם מש"ה. התוקף המקביל והמבחני שנמצא ל-TATOO מחזק את הטענה בדבר חשיבותם של כלי הערכה מבוססי טכנולוגיה (Lancioni et al., 2016), אך גם מעלה שאלות לגבי הצורך בהתאמות נוספות לנוכח השונות הרבה שנצפתה בביצועים. באופן כללי, המחקר מדגיש את הצורך בגישה מותאמת אישית בפיתוח והערכה של טכנולוגיות מסך מגע עבור אנשים עם מש"ה, ומציע כיוונים חדשים למחקר ופיתוח בתחום זה.

מסקנות והמלצות:

לאור הממצאים שתוארו, המחקר מציע מספר המלצות מעשיות. ראשית, מומלץ לשלב את TATOO בסוללת המבחנים הסטנדרטית להערכת מוטוריקה עדינה באוכלוסיית מש"ה, בייחוד בהקשר של שימוש בטכנולוגיות מסך מגע. היכולת של TATOO לספק מידע מפורט על מיומנויות ספציפיות מאפשרת ליצור פרופיל מוטורי מדויק יותר מאשר כלים סטנדרטיים בלבד. שנית, יש לפתח תוכניות התערבות ממוקדות לשיפור מיומנויות השימוש במסכי מגע, המותאמות לגיל, לרמת התפקוד ולניסיון הטכנולוגי של המשתמש. שלישית, על מפתחי יישומים ומכשירים להתחשב בממצאי המחקר בעת תכנון ממשקי משתמש עבור אנשים עם מש"ה, תוך דגש על פישוט מחוות מורכבות, הגדלת אזורי המגע, שיפור סבילות לחוסר דיוק בגרירה והתאמה של רגישות המסך ללחץ בהתאם לפרופיל המשתמש.

מעבר להמלצות אלו, המחקר מעלה צורך במחקרי המשך. יש להרחיב את המחקר לקבוצות גיל נוספות, בעיקר ילדים ומבוגרים מעל גיל 60 עם מש"ה, ולבחון את היעילות של TATOO באוכלוסיות עם מוגבלויות אחרות.

בצד ההשלכות המיידיות על תכנון ממשקי משתמש, המחקר מעלה שאלות רחבות יותר לגבי שוויון דיגיטלי, אתיקה של טכנולוגיה נגישה והכללה חברתית של אנשים עם מש"ה. כיצד ניתן להבטיח שאנשים עם מש"ה לא יישארו מאחור בעידן הדיגיטלי המתפתח במהירות? כיצד שיפור הנגישות הדיגיטלית יכול לתרום להכללה רחבה יותר של אנשים עם מש"ה בחברה? איך ניתן לנצל את הממצאים לשיפור הזדמנויות חינוכיות ותעסוקתיות עבור אנשים עם מש"ה?

לסיכום, מחקר זה הוא צעד משמעותי בהבנת האינטראקציה של אנשים עם מש"ה עם טכנולוגיות מסך מגע. TATOO מוכיח את עצמו ככלי בעל פוטנציאל רב להערכה ולהתאמה של טכנולוגיות אלו. יישום ההמלצות שהוצגו כאן עשוי לתרום משמעותית לשיפור הנגישות הטכנולוגית, ובכך לקדם את איכות החיים, העצמאות והשילוב החברתי השוויוני של אנשים עם מש"ה בעידן הדיגיטלי.

רשימת לוחות

עמוד

- | | |
|----|---|
| 22 | לוח 1. מטלות לפי רצף, ממשק מותאם והוראות עם פישוט לשוני |
| 28 | לוח 2. מאפיינים הקשורים לשימוש במכשירים עם מסכי מגע |
| 29 | לוח 3. משוב לאחר הביצוע של כל מטלה |
| 30 | לוח 4. תיאור משתני המחקר המעריכים מוטוריקה עדינה |
| 31 | לוח 5. סטטיסטיקה תיאורית של משך המבחן במטלות ביישום TATOO וקורלציות עם רמת מש"ה |
| 31 | לוח 6. הקשר בין מאפייני הפרט כמו גיל, רמת מש"ה ורמת ניסיון בשימוש בטכנולוגיה לבין מדדי הביצוע של היישום TATOO |
| 32 | לוח 7. הקשר בין מדדי הביצוע של TATOO לבין כלי אבחון סטנדרטים הבודקים מוטוריקה עדינה וכוח |

רשימת תרשימים

עמוד

תרשים 1. הערכת רמת הקושי של המטלות על פי תפיסת המשתתפים (לאחר הביצוע) 29

רשימת איורים

עמוד

19

איור 1. מטלת בחירה וגרירת פרטים לכיוונים שונים

19

איור 2. יכולת גרירה אופקית לאורך קו ישר

רשימת תמונות

עמוד
27

תמונה 1. משתתפים באינטראקציה עם היישום TATOO

רשימת נספחים

עמוד

48	שאלון פרטים אישיים של המשתתף	נספח 1.
54	<u>Short Feedback Questionnaire (SFQ-Child)</u> – שאלון משוב	נספח 2.
60	הוראות לבדיקת מד כוח ידני	נספח 3.
62	The Box and Block Test (BBT) אבחון	נספח 4.

מבוא

לשימוש במכשירים ניידים בעלי מסך מגע (טאבלטים וסמארטפונים) תפקיד משמעותי בקידום אנשים עם מוגבלות שכלית התפתחותית (להלן: משי"ה). טכנולוגיה זו עשויה להגביר הזדמנויות לרכישת מיומנויות ולשמש גשר להגברת העצמאות וההשתלבות בעיסוקים שונים בחיי היום-יום ובחיי החברה (בלום וגרינשטיין, 2017). מכשירים אלו מסייעים בהתגברות על חסמים של הסביבה (Botelho, 2021) ומאפשרים הזדמנויות שוות ושיפור איכות החיים (Schalock et al., 2010). במילים אחרות, שימוש מותאם בטכנולוגיה זו עשוי לתרום להפיכתם של אנשים עם משי"ה לאזרחים תורמים בחברה (WHO, UNICEF, 2015) ולסייע במעורבותם, בהשתפרותם ובהשתלבותם במגוון תחומי חיים (Lancioni et al., 2023). כך הם לא יסבלו מהדרה חברתית ותתאפשר להם גישה שווה למגוון הזדמנויות חינוכיות ותעסוקתיות, וכן לפעילויות פנאי ולאינטראקציה חברתית (Martin-Gutierrez & Del Rio Guerra, 2021).

כיום ניכרת בקרב אוכלוסיית משי"ה מגמה מתפתחת של שימוש במכשירים בעלי מסכי מגע, אך לנוכח האתגרים המוטוריים המאפיינים אוכלוסייה זו (Alferdo et al., 2015) חשוב להעריך את היכולות המוטוריות הנחוצות לכך. למרות זאת, המחקר בתחום מאפייני המוטוריקה העדינה בעת השימוש במסכי מגע בקרב אוכלוסייה זו מצומצם. למיטב ידיעתנו, חסר מידע אמפירי על יכולת השימוש במסכי מגע בקרב אנשים עם משי"ה, ובפרט על הקשר בין מיומנויות אלו לבין אבחונים סטנדרטיים הבוחנים מיומנויות מוטוריקה עדינה באוכלוסייה זו. אף על פי שהביצועים המוטוריים הם רק מרכיב אחד בהערכות של השימוש במסכי מגע, מיומנויות מוטוריקה עדינה הן מרכיב יסודי וחשוב בכל האינטראקציות המבוצעות בעת שימוש זה (Findlater et al., 2013). במטרה לסייע בהערכת מיומנויות מוטוריות של מבוגרים עם משי"ה מעל גיל 21 בעת שימוש במסכי מגע פותח היישום TATOO (Touchscreen-Assessment Tool). מטרתו העיקרית – לתמוך באנשי מקצוע באיתור אתגרים ספציפיים לצורך קבלת החלטות בנוגע לפתרונות הנגשת של מכשירים עבור אוכלוסייה זו.

מחקר זה מתמקד בהערכת מרכיבי המוטוריקה העדינה בעת השימוש ב-TATOO ובבחינת הקשר בין ביצועים אלו לבין כלי הערכה סטנדרטיים הבודקים מוטוריקה עדינה. כמו כן, נבחן בו הקשר בין מאפייני הפרט של מבוגרים עם משי"ה מעל גיל 21 (גיל, רמת תפקוד, אוריינטציה בטכנולוגיה ועוד) לבין ביצועיהם בכלי. ממצאי המחקר צפויים לשמש בסיס ידע חשוב ולספק כלי הערכה לצורך הנגשת מסכי מגע עבור אוכלוסייה זו, ובכך להגביר את השתתפותם בעיסוקים השונים הקשורים לשימוש במסכי מגע.

סקירת ספרות

בעשורים האחרונים ניכרת עלייה בפיתוח ושימוש של אמצעים דיגיטליים ובהם המחשב, טאבלט וטלפונים חכמים בחיי היום-יום. למעשה, כיום משולבת טכנולוגיה זו בכל תחומי החיים (Larsson-Lund & Nyman, 2020). מסך מגע הפך אפוא להיות אמצעי דומיננטי להפעלת טכנולוגיה לציבור הרחב בעולמות תוכן של בריאות, פעילויות בבית, בעבודה, בסביבות חינוכיות, ובתחום המשחק והפנאי וחיי החברה (Danial-Saad &)

Chiari, 2018). בארצות הברית נמצאי מסכי מגע ב-98% מהבתים (Rideout, 2017). למרות הפופולריות לכאורה של שימוש במסכי מגע למבוגרים, כפי שצוין מעט ידוע על הביצועים המוטוריים בעת השימוש במכשירים אלה (Findlater et al., 2013).

שימוש במכשירים עם מסכי מגע בקרב אוכלוסיית מש"ה

החוקרות כץ ואחי' (Katz et al., 2015) הצביעו על המקום המרכזי של השימוש בטאבלטים ובטלפונים חכמים בחיי אנשים עם מש"ה, ובעיקר המבוגרים יותר שבהם. בדומה לאחרים, הן מדגישות את הצורך בהנגשת טכנולוגיות אלה, מאחר שמידת השימוש וההצלחה תלויה בידידותיות ובנגישות של הממשק ובחויית המשתמש (Woodward et al., 2016; Wohlwend, 2016).

לשימוש במכשירים ניידים בעלי מסך מגע יש פוטנציאל לקידום אנשים עם מש"ה, להגברת הזדמנויות לרכישת מיומנויות ולעצמאות והשתלבות בעיסוקים שונים בחיי היום-יום (בלום וגרינשטיין, 2017). טכנולוגיות אלה הרחיבו את מגוון האפשרויות של משחק ופנאי (Mechling, 2011; Reichle, 2018; Abdullah & Brereton, 2015; Stephenson & limbrick, 2015), אפשרו תקשורת ושיתוף עם הורים ועם אחרים (Chantry & Dunford, 2010; Lancioni et al., 2023), סייעו לתמיכה בפיתוח מיומנויות הקשורות לעבודה (Wu et al., 2016) ותרמו לפיתוח כישורים אקדמיים (Cumming Strnadova & Singh 2014). בשנים האחרונות אכן רווחת מגמה של שימוש במכשירים ניידים בעלי מסך מגע בקרב אנשים עם מש"ה. מכשירים אלה עשויים להיות כלים רבי-עוצמה בהעלאת מוטיבציה ובהפחתת התנגדויות לתרגול מיומנויות לכל סוגי המטופלים, וכך גם תיעוד התהליך המסייע לייעול התרגול (Edwards et al., 2017). כיום כבר משמשים המכשירים לצרכים הבאים:

- משימות תפקודיות ניהוליות: קביעת תור במרפאה, ניהול תרופות, קניית כרטיסים לתחבורה ציבורית, שימוש בכספומט וכדומה
- תקשורת ופנאי: ניווט, משחק, קנייה, הזמנת תפריט במסעדה, פעילות ברשתות חברתיות, האזנה למוזיקה, משחקי תרגול, כריית מידע ממנועי חיפוש ועוד. השימוש הגובר במכשירים מאפשר לנצלם למען מעורבות טיפולית או חינוכית בצורכיהם השונים ולהרחיב את מגוון הפעילויות על פי התחום ומטרות ההתערבות הנדרשת. לדוגמה, השימוש בטאבלט לצורכי תקשורת תומכת וחלופית במהלך היום עוזר לאדם להביע את עצמו ולהבין את סביבתו, ואף מסייע בהפחתת חרדה בעת אירועים לא צפויים. כך גם תוכנה להקראת טקסטים לשיפור כישורי ההבנה (Alqahtani, 2020)
- הכנה לחיים: תחום לימודי/אקדמי ברמות שונות (קריאה, כתיבה); תחום התעסוקתי-מקצועי, מיומנויות יום-יום (כישורי חיים) ותחום אישי וחברתי (פעילות ברשות חברתיות) (Chantry & Dunford, 2010; Lancioni et al., 2017; Salgado et al., 2018)

מספר מחקרים בחנו את התרומות של מכשירים טכנולוגיים (אייפודים, אייפונים ואייפדים) ככלי למידה משלים עבור ילדים עם מש"ה (Knight et al., 2013; Tunney & Ryan, 2012). אחרים מצאו שתלמידים עם מש"ה מסוגלים לתפעל טאבלטים באופן עצמאי (Pelangka, 2011). במחקרים אלו נכללו ילדים עם מש"ה ברמות שונות (קלה, בינונית, חמורה), אך לא נבדק ההבדל ביכולת השימוש בטאבלט בין רמות התפקוד. נמצא שגם אנשים שאובחנו עם אוטיזם ועם לקות אינטלקטואלית חמורה מצליחים להשתמש במכשירי מגע בצורה יעילה. מכאן נובע שאפשר ללמד אנשים עם קשיים משמעותיים בלמידה להפעיל מכשירים טכנולוגיים עם מסך מגע ומכשירים נלווים (Kagohara et al., 2013). המשמעות היא שמכשירים ניידים בעלי מסך מגע הם בסיס להשתלבותו של אדם עם מש"ה בחברה, מסייעים בהתגברות על חסמים ב"סביבה המגבילה פחות" (Crockett & Kauffman, 1999), בהשגת הזדמנויות שוות ובשיפור איכות חיים (Schalock et al., 2007), ובעתיד יאפשרו לו להפוך לאזרח תורם בחברה (WHO, UNICEF, 2015).

בשנים האחרונות רווח השימוש במכשירים ניידים בעלי מסך מגע בעיקר בקרב נשים עם מש"ה למשימות תפקודיות ניהוליות בחיי היום-יום (קביעת תור בקופת חולים, קניית כרטיסים בתחבורה ציבורית, שימוש בכספומט וכדומה), ולצורכי תקשורת ופנאי (ניווט, משחק, קנייה, הזמנת תפריט במסעדה, פעילות ברשתות חברתיות, האזנה למוזיקה, משחקי תרגול, כריית מידע ממנועי חיפוש ועוד). מגמה גוברת זו מאפשרת לנצלם לטובת מעורבות טיפולית/חינוכית בצרכים השונים של המשתמשים ולהרחיב את מגוון הפעילויות על פי התחום ומטרות ההתערבות הנדרשת. לדוגמה, השימוש בטאבלט לצורכי תקשורת תומכת וחלופית במהלך היום מסייע לאדם להביע את עצמו ולהבין את סביבתו ואף להפחית חרדה בעת אירועים לא צפויים. ניתן לשלב את הטאבלט בתחומים שונים של הכנה לחיים, כמו לימודים ברמות שונות (קריאה, כתיבה), תעסוקה מקצועית, מיומנויות יום יום (כישורי חיים), ובתחום אישי וחברתי (פעילות ברשתות חברתיות). מכשירים אלה עשויים להיות כלים רבי עוצמה בהעלאת מוטיבציה ובהפחתת התנגדויות לתרגול מיומנויות לכל סוגי המטופלים, וכך גם תיעוד התהליך המסייע ליעול התרגול (Edwards et al., 2017).

טאבלטים וטלפונים חכמים נתפסים ככלים נורמטיביים ולא כמכשיר עזר החרג במראה או בשימוש שלו. הם זמינים ויש בהם מאפייני נגישות מובנים רבים (ניצן, בלום ואדטו-בירן, 2015), וככאלה הם עשויים לתת תמיכה ההולמת את יכולת האדם עם מש"ה באופן אישי ולאורך זמן. הם גם יכולים להיות גורם משווה – כלומר לספק להם הזדמנות לעשייה כקבוצת השווים להם, לחוות הצלחות, ליצור שעות פנאי בעלות משמעות (Chantry & Dunford, 2010), ולסייע למעורבותם, להשתפרותם ולהשתלבותם במגוון תחומים (Schalock et al., 2010).

תפוצת הטכנולוגיה בשנים האחרונות הופכת את מסך המגע לכלי שהבנת הפעלתו חשובה ובסיסית לבניית תוכנית התערבות מותאמת אישית. הדבר דורש חשיבה קלינית המעמידה בסיס לפיתוח דרכי הערכה והתערבות תוך ראיית צורכי האדם, תפקודי מסך מגע ודרישות הסביבה. הפעלת מכשיר עם מסך מגע נחשבת לפשוטה, אך למעשה נדרשות לתפעול מיומנויות מורכבות לביצוע מחוות שונות, ואף מגוון של יכולות פיזיו-מוטוריות כגון, נגיעה (tap), החלקה (swipe), צביטה (pinch), סיבוב ועוד (Danial-Saad, & Chiari, 2017). פגיעה ביכולות אלה בקרב אוכלוסיית מש"ה מקשה על השימוש היעיל במכשיר ולעיתים אף תמנע מהמשתמש את קבלת השירות השירות הרלוונטי לחיי היום-יום של האדם (Danial-Saad et al., 2022).

קשיים תפקודיים בקרב אוכלוסייה עם מש"ה

אנשים עם מש"ה חווים ליקויים משמעותיים הן בתפקוד הקוגניטיבי והן בתפקוד המוטורי (Hartman et al., 2010) ולעיתים קרובות זקוקים לסיוע בביצוע פעילויות בחיי היום-יום (Van Naarden Braun et al., 2009). רבים מהם גרים בבית וזוכים לתמיכה מבני משפחה או נמצאים בהסדרי דיור שונים המעניקים השגחה וסיוע דיפרנציאלי (Aronow & Hahn, 2005).

תפקוד קוגניטיבי: מש"ה מאופיינת בפגיעה ניכרת בתפקודים הקוגניטיביים הבסיסיים הנחוצים לפיתוח ידע, הנמקה וייצוג סמלי של הרמה המצופה מבני גילם בסביבה התרבותית והחברתית שבה הם חיים (American Psychiatric Association., 2013). פגיעה בתפקודים הקוגניטיביים כוללת: קשיים בהבנה מילולית, תפיסה, זיכרון עבודה, מהירות העיבוד וקשיים בתפקודים ניהוליים (executive function). ליקויים אלה מובילים לקשיים בלמידה, ברכישת ידע אקדמי ומעשי, בהתנהגות הסתגלותית ובניהול ההתנהגות, ברגשות, ביחסים הבין-אישיים, בשמירה על מוטיבציה בתהליך הלמידה (Salvador-Carulla et al., 2011) ובביצוע פעילויות בחיי היום-יום (Hartman et al., 2010).

תפקוד מוטורי: על פי ההגדרה של DSM, המדריך האמריקאי לאבחון וסטטיסטיקה של הפרעות נפשיות, למוגבלות שכלית התפתחותית אין קשר ישיר לתפקוד הפיזי והמוטורי של אנשים עם מש"ה. אולם, נושא זה נחקר רבות, והממצאים הצביעו על קשר בין ביצועים קוגניטיביים ומוטוריים (Hartman et al., 2008; Kim et al., 2016; Vuijk et al., 2010; Wuang et al., 2010). מחקרים אלו, שנערכו בקרב אוכלוסיות עם מש"ה בעלי יכולות קוגניטיביות ואטיולוגיות שונות, בדקו את השפעת הגיל ואת רמת הקוגניציה על הביצועים המוטוריים. המחקרים הצביעו על קשר בין רמת התפקוד הקוגניטיבי לבין היכולות המוטוריות, כך שרמה נמוכה של התפקוד הקוגניטיבי נמצאה קשורה לאיטיות בלמידת המטלה המוטורית (Almuhtaseb et al., 2014), לשיווי משקל סטטי לקוי ולמיומנויות ידניות ירודות (Lahtinen et al., 2007; Vuijk et al., 2010). במחקרים שהשוו בין מש"ה לאוכלוסייה בריאה נמצא, כי בהשוואה לילדים טיפוסיים, ילדים עם מש"ה מבצעים משימות מוטוריות לאט יותר, מפעילים פחות כוח ומקבלים ציונים נמוכים יותר במבחנים שונים של דיוק, זריזות, מוטוריקה גסה ועדינה בהשוואה לילדים טיפוסיים (Jeoung, 2018; Rao et al., 2017; Rintala & Loovis, 2013).

אנשים עם מש"ה על רקע תסמונות גנטיות כמו תסמונת דאון מציגים יכולות מוטוריות מוגבלות כתוצאה מרכישה מאוחרת של אבני דרך מוטוריות ובגלל מאפיינים פיזיים ייחודיים כמו היפוטוניה, גמישות יתר ואצבעות קצרות, שמקשים על פיתוח מיומנויות ידניות ומיומנויות שיווי משקל. מחקרים שבדקו אוכלוסיית מש"ה שכללה ילדים ומבוגרים עם וללא מחלות גנטיות מצאו שביצועים מוטוריים כגון הליכה, קפיצה וריצה היו ירודים לעומת האוכלוסייה הרגילה (Hartman et al., 2010; Rintala & Loovis, 2013; Spanò et al., 1999).

מחקר אורך שבדק את הביצועים המוטוריים בקרב אנשים עם משייה במשך 30 שנה (החל משנות העשרה ועד לעשור החמישי לחייהם) מצא כי המיומנויות המוטוריות העדינות פחתו אצלם כבר בתחילת גיל ההתבגרות המוקדמת בהשוואה לאוכלוסייה הרגילה. המחקר הצביע על שיפור מגיל ההתבגרות המוקדמת עד המאוחרת במדדים של כוח/קבולת שרירי הבטן, שיווי משקל סטטי ומיומנויות ידניות וירידה במדדים אלה בקרב מבוגרים צעירים גילאי 41-45. לא נמצא הבדל מובהק בין גברים לנשים במיומנויות העדינות בכל הגילים (Lahtinen et al., 2007). חשוב לציין שליכולות מוטוריות פחותות אצל אנשים עם משייה יש השלכות שליליות על התפקוד, כגון הימנעות מפעילות גופנית, השמנת יתר, חוסר ריכוז, דימוי עצמי נמוך, ביצועים אקדמיים נמוכים ויכולת חברתית ירודה (Wuang et al., 2008).

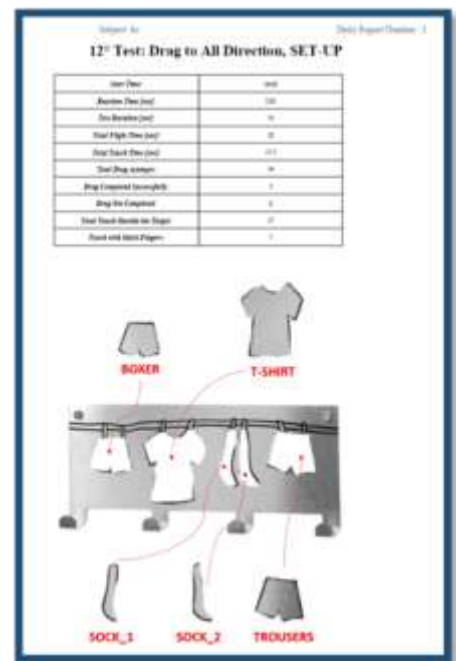
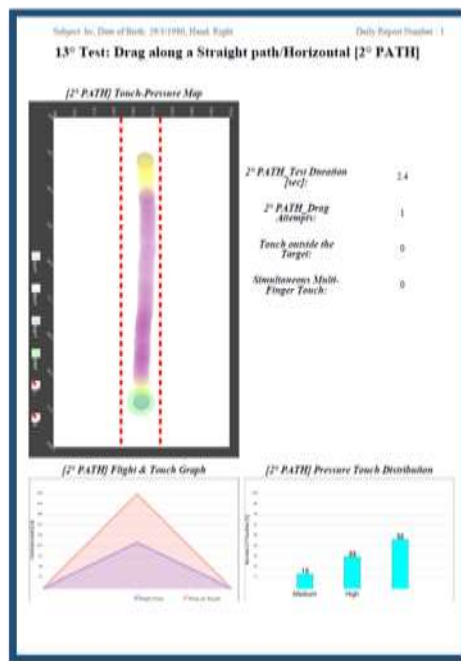
לסיכום, מחקרים קודמים הצביעו על השפעת משייה על התפקוד הסנסו-מוטורי, שנמצאו קשורים גם למאפייני הפרט כגון גיל, רמת תפקוד ואטיולוגיה. מרבית המחקרים הציגו את הקשיים המוטוריים והוויזו-מוטוריים ואת השפעתם על התפקוד וההשתתפות בחיי היום-יום. חשוב לציין כי במחקרים אלו נעשה שימוש בכלי אבחון סטנדרטיים להערכת מיומנויות מוטוריות ויזו-מוטוריות, ואלו הצביעו על תפקוד נמוך ועל קשיים בתפקודי מוטוריקה עדינה. הספרות הדנה בקשיי שימוש במסך מגע, כמו יכולת הקשה, גרירה, צביטה ועוד היא דלה, וקיים מחסור משמעותי בספרות תאורטית ומחקרית על הקשיים המוטוריים בזמן הפעלת מסך מגע ועל ההתפתחות של מיומנויות השימוש בו (Williams & Shekhar, 2019). גוף ידע כזה נדרש לשם הבנה מעמיקה של אופן השימוש במסך מגע וכבסיס להערכה של קשיי שימוש באופן כללי, ולאנשים עם משייה באופן ספציפי.

בסיס ידע מקיף עשוי לקדם את השימוש במכשירים אלה ולסייע בהנגשתם, דבר שיקדם את מימוש הפוטנציאל הטמון בהם עבור אנשים עם משייה (Wehmeyer et al., 2011). המחקר הנוכחי מבקש לגשר על פער ידע זה ולספק תובנות חיוניות על האינטראקציה של אנשים עם משייה עם מסכי מגע, מה שעשוי להוביל לפיתוח אסטרטגיות יעילות יותר להנגשה ולשימוש בטכנולוגיות אלו. יתר על כן, כדי להתערב ולייעל את התאמת מסכי המגע כך שיהיו נגישים ואפקטיביים יותר, הערכה כזאת תעשיר ותשלים את ההערכה של הפרופיל העיסוקי התואם את עידן המאה ה-21.

היישום TATOO – כלי למדידת יכולת השימוש במסך מגע

דניאל-סעד וכיארי (Danial-Saad & Chiari, 2017) פיתחו כלי עם ממשק ידידותי ומדדים אובייקטיביים להערכת מרכיבי תפקוד הקשורים בשימוש במסכי מגע. במחקרם הם מתארים את תהליך האיסוף והעיבוד של המידע הנדרש לפיתוח יישום שיסייע לקלינאים להעריך באופן מקיף ואובייקטיבי את השימוש במסך מגע במגוון מכשירים, ולהציג סיכום גרפי וידידותי של המדדים השונים. היישום, שפותח בשם TATOO (Touchscreen-Assessment Tool) מציג הערכה אובייקטיבית, המשקפת את יכולות המשתמש בעת ביצוע מטלות שונות במסך מגע. האדם מתבקש לבצע מטלות ידידותיות וקלות להבנה (איור 1) ובסיום כל מטלה מתקבל פלט ובו נתונים מספריים וגרף המסכם את המדדים הבאים (איור 2):

1. **תזמון כולל**: מועד תחילת המטלה, זמן התגובה (כמה זמן עבר מרגע מתן המטלה ועד תחילת ביצוע התגובה) משך הזמן של ביצוע כל המטלה, משך הזמן שהאצבע במגע עם המסך בעת ביצוע המטלה והזמן שהאצבע נמצאת באוויר.
2. **מרחב התנועה ומדידת לחץ**: הפלט מציג בצורה גרפית את תהליך ביצוע המטלה, את מידת הלחץ המופעל על המסך ותיעוד של מסלול תנועות האצבע (ראו איור מס' 1 + 2).
3. **צורת ההפעלה**: לרוב, צורת ההפעלה המקובלת היא שימוש באצבע אחת, אך אם תהליך ביצוע המטלה בוצע ביותר מאצבע אחת, אזי יתקבל דיווח מספרי על כך.
4. **יעילות ודיוק**: מידע על יעילות ודיוק ביצוע המטלה מתקבל על ידי ייצוג גרפי של מסלול התנועה שמתעד את מיקום התחלת הפעולה; תיעוד כמותי וחזותי של נגיעות לא נכונות; תיעוד כמותי של סך הכול של טעויות הנגיעה ועוד (ראה איור 1 + 2).



איור 1: מטלת בחירה וגרירת פרטים לכיוונים שונים איור 2: יכולת גרירה אופקית לאורך קו ישר

המטלות כוללות מחוות המופעלים באמצעות אצבע אחת, כמו הקשה, לחיצה כפולה או גרירה של אובייקט, או מחוות המופעלות באמצעות יותר מאצבע, כמו צביטה.

במחקר שהשתמש בכלי TATOO כדי להשוות את הביצועים המוטוריים בעת השימוש במסכי המגע בקרב 28 זקנים (בני 81.9 ± 4.2 שנים) החיים באופן עצמאי בקהילה, ו-25 מבוגרים בריאים (בני 53.4 ± 5.9 שנים), הדגימו הנבדקים הזקנים ברוב המשימות זמן תגובה וזמן השלמת המטלות ארוכים יותר מאשר קבוצת המבוגרים. הנבדקים הזקנים גם דייקו פחות בביצוע רוב המשימות בהשוואה לקבוצה היותר צעירה וביצעו יותר הקשות על המסך כדי להשיג את הפעולה הרצויה. מחקר זה הוכיח שניתן להשתמש ב-TATOO

כדי להעריך מיומנויות מוטוריות עדינות הנחוצות בסביבה הטכנולוגית של ימינו, ושהוא כלי בעל תוקף המבחין היטב בהשוואה בין אוכלוסיית מבוגרים וזקנים. כאמור, לזקנים נדרש יותר זמן להשלמת משימות והיה עליהם לבצע יותר הקשות כדי להשיג את המטרה הרצויה. דפוס זה בלט יותר עבור מחוות ידניות מורכבות יותר, כגון הקשה כפולה ומחוות שכללו תנועה לא ליניארית של האצבע תוך שמירה על לחץ קבוע על המסך. יתר על כן, המחקר הראה שניסיון קודם בהפעלת מניפולציה של סמארטפון לא השפיע על הביצועים בקרב מבוגרים (Elboim-Gabyzon et al., 2021).

במחקר נוסף מאותה שנה נבדק הקשר בין מבחנים סטנדרטיים הבודקים מיומנויות מוטוריקה עדינה כמו אבחון FDT (functional dexterity test) ומד-כוח ידני למדידת כוח אחיזה וצביטה לבין הקשר להפעלת מסך מגע בעזרת היישום TATOO בקרב אנשים מבוגרים. המסקנה הייתה כי אין קשר מובהק בין רוב הממצאים של מבחן TATOO לבין האבחונים הסטנדרטיים, ועל כן, לא היה ברור אם ניתן לאפיין את מרכיבי המוטוריקה העדינה ואת מדדי הביצוע עם אוכלוסייה של מש"ה מעל גיל 21 בעת השימוש במסך מגע בעזרת אבחונים סטנדרטיים (Elboim-Gabyzon & Danial-Saad, 2021). כמענה לצורך זה, ובמטרה לסייע בהערכת התפקוד המוטורי באופן אובייקטיבי של מבוגרים עם מש"ה מעל גיל 21 בעת שימוש במסכי מגע, נחוץ אפוא להתאים את ממשק היישום TATOO עבור אנשים עם מש"ה

במחקר שהשתמש ביישום TATOO בקרב 60 בנים ובנות גילאי 3-6 שנים בעלי התפתחות טיפוסית, הן להערכת יכולת הפעלת מסך מגע והן להערכת חוויית השימוש בו, נמצא קשר בין הגיל למדדי הצלחה בביצוע, והודגמו מדדים גבוהים מאוד של הנאה, נוחות, תחושת הצלחה וקלות שימוש ביישום TATOO בקרב כל הגילאי (Danial-Saad et al., 2022). ממצאים אלה מצביעים על כך של מאפיינים ידידותיים המתאימים ליישום ולשימוש בקרב ילדים.

התאמת הממשק של היישום TATOO נשענה על חלק מהעקרונות המנחים של עיצוב מכליל (Center for Universal Design, 1997) במטרה לאפשר שימושיות ואינטראקציה חיובית. ההתאמה התבססה על העקרונות שהציעו מנדוסה ואח' (Mendoza et al., 2015) ועל ההנחיות של חוקרים לפיתוח משחקים אינטראקטיביים (Sousa, 2023; Wiemeyer, 2015). העקרונות הם:

1. פשטות ובהירות ויזואלית:

- הימנעות מרעשים ויזואליים מיותרים ושימוש במינימום צבעים
- שימוש ברקע לבן ככל האפשר
- הימנעות ממילים בתוך תמונות
- הימנעות מאנימציה מרצדת ומתנועות מהירות מדי

2. ייצוג גרפי מותאם:

- שימוש בתמונות פשוטות
- הימנעות מדימויים מופשטים

- שימוש בצורות הטיפוסיות ביותר של כל אובייקט

- הימנעות מעמימות בייצוגים הגרפיים

- שימוש באייקונים גדולים, פשוטים וברורים

- שימוש בסמלים ואייקונים באופן עקבי

3. התאמה למאפיינים מוטוריים :

- התמודדות עם קשיים במוטוריקה עדינה : הגדלת אזורי הלחיצה

4. התאמה למאפיינים קוגניטיביים :

- פשוט מושגים מופשטים באמצעות ייצוגים ויזואליים קונקרטיים

- התמודדות עם קשיי זיכרון לטווח קצר : שימוש בתזכורות ויזואליות

- סיפוק משוב מיידי וברור לפעולות

5. התאמה למאפיינים חושיים :

- התחשבות בקשיים בראייה : שימוש בניגודיות גבוהה, אייקונים גדולים וברורים

- התמודדות עם קשיי קואורדינציה עין-יד : מתן משוב ויזואלי ברור

6. עקרונות כלליים שיש להביא בחשבון :

- יצירת ממשק פשוט, צפוי ועקבי להפחתת חרדה

- ארגון מידע עקבי





- עיצוב שלבים

- טיפול בשגיאות

עקרונות אלו שולבו בעיצוב הוויזואלי של כל המטלות שנמצאות ביישום TATOO וגם בפישוט ההנחיות לביצוע כל מטלה. המטרה הייתה ליצור יישום נגיש, קל להבנה ולשימוש, המתחשב במגבלות המוטוריות, הקוגניטיביות והחושיות של המשתמשים. בעזרת מעצבת מומחית לעיצוב יישומי נגישות עבור אוכלוסיות עם צרכים מיוחדים, גבי וויאנה מנשה זאד, בוצע עיצוב מונגש. בנוסף, בעזרת מר באסל הוארי, מהנדס מחקר ופיתוח תוכנה, פותח והותאם היישום. נוסף על כך, ההוראות וההנחיות של כל מטלה עברו פישוט והנגשה לשונית על ידי די"ר סיגל עוזיאל-קרל, מומחית בתחום (לוח 1).

לאורך כל התהליך התקיימו סדרת מפגשים וראיונות באופן אישי או בקבוצות דיון בין-תחומיות עם מומחים שונים בתחום הטכנולוגיה, ההערכה וטיפול באוכלוסיית מש"ה וגם המשתמשים הסופיים עם מש"ה, כדי לקבל משוב על בהירות הממשק וההוראות עבור אוכלוסייה זו. המפגשים האלו עזרו להתאים ולדייק את הממשק עד לקבלת אישור נגישות יישום TATOO מעמותת מגדל אור על כך שהיישום נמצא נגיש בהתאם לתקנות שוויון זכויות לאנשים עם מוגבלות (התאמת נגישות לשירות), תשע"ג 2013 ולתקן 5568 המאמץ את התקן הבין-לאומי WCAG2.0 ברמה A (ראו נספח הנגשה).

לוח 1: מטלות לפי רצף, ממשק מותאם והוראות עם פישוט לשוני

מספר מסך	מטלה	מחווה	ממשק	הוראות בעברית	הוראות בערבית
מסך ראשון					
מסך פתיחה				<p>מטפל: מכניס שם המשתמש או מספר משתמש, תאריך לידה ויד הביצוע (כל פעם ביד אחת). בוחרים את המטלה על ידי לחיצה על התמונה המייצגת את המטלה.</p>	
מסך 2	מטלה 1	יכולת לגעת במסך - فحص عدد مرات لمس الشاشة		<p>תיגע עם אצבע אחת על כל המסך, הכי מהר והכי הרבה פעמים שאתה יכול.</p>	<p>ضع إصبعاً واحدة على الشاشة، بأسرع ما يمكن، وأكبر عدد من المرات.</p>
מסך 3	מטלה 2	יכולת לגעת בכל פינות המסך - فحص لمس زوايا الشاشة		<p>הפינות במסך הבא מכוסות בסימון צהוב, כמו בתמונה. אתה צריך לגעת בסימון הצהוב שבפינה כדי שהוא ייעלם. אחרי שהצבע ייעלם, תרים את האצבע מהמסך ותיגע בסימון הצהוב הבא. תחזור על הפעולה הזו עד שכל הסימונים הצהובים ייעלמו מהמסך. תעשה את הבדיקה הזו שתי פעמים, אחת אחרי השנייה.</p>	<p>الزوايا الأربعة في الشاشة التالية مغطاة بعلامة صفراء كما ترى في الصورة. يجب أن تلمس العلامة الصفراء التي في الزاوية لكي تختفي. بعد أن يختفي اللون الأصفر، ارفع إصبعك عن الشاشة، بعد ذلك عليك لمس العلامة الصفراء القادمة. كرر هذه العملية حتى تختفي كل العلامات الصفراء التي تراها في الشاشة. قم بهذه العملية مرتين،</p>

<p>الواحدة بعد الأخرى.</p>					
<p>في الشاشة التالية تظهر سمكة صفراء، كما ترى في الصورة. اضغط على السمكة بإصبعك مرتين، وبسرعة لكي تختفي. في كل مرة تختفي فيها سمكة، تظهر على الشاشة سمكة جديدة، و عليك الضغط عليها مرتين بسرعة لكي تختفي.</p>	<p>بمسך הבא יופיע דג בצבע צהוב, כמו בתמונה. אתה צריך ללחוץ על הדג שתי פעמים במהירות כדי שהוא ייעלם. בכל פעם שדג ייעלם, יופיע על המסך דג חדש, ותצטרך ללחוץ עם האצבע עליו שתי פעמים במהירות כדי שהוא ייעלם.</p>		<p>יכולת הקשה כפולה - فحص الضغط على الشاشة مرتين. قم بالضغط مرة بعد الأخرى بسرعة، ودون توقف</p>	<p>מטלה 3</p>	<p>מסך 4</p>
<p>تظهر في الشاشة التالية ملابس، وأشكال لونها أبيض ملأمة للملابس المعلقة على حبل لكي تجف، حسب ما ترى في الصورة. عليك أن تضع إصبعك على قطعة ملابس، بعد ذلك أن تجرها (تنقلها) إلى الشكل الأبيض الملائم لها، دون أن ترفع إصبعك عن الشاشة. في كل مرة تنقل فيها قطعة ملابس إلى الشكل الأبيض الملائم لها على حبل الغسيل، تظهر قطعة ملابس جديدة.</p>	<p>במסך הבא נראים בגדים, וצורות לבנות של אותם בגדים תלויות על חבל לייבוש, כמו בתמונה. אתה צריך לשים את האצבע על בגד, ולגרור (להעביר) את הבגד הזה לצורה הלבנה שמתאימה לו בלי להרים את האצבע מהמסך. בכל פעם שתגרור (תעביר) בגד לצורה הלבנה שלו על החבל, יופיע בגד חדש.</p>		<p>יכולת בחירה וגרירת פריטים למקומות שונים - فحص اختيار الملابس والأشكال الظاهرة على الشاشة، ونقلها إلى مكان آخر في الشاشة</p>	<p>מטלה 4</p>	<p>מסך 5</p>
<p>في الشاشة التالية، تشاهد مخلوقا جائعا اسمه باكمان، حسب ما ترى في الصورة. يريد هذا الباكمان أكل الكعك. و عليك أن تساعد.</p>	<p>במסך הבא תראה יצור מאד רעב בשם פקמן, כמו בתמונה. פקמן רוצה לאכול את העוגיות. אתה צריך לעזור לו. כדי לעזור לו, תגרור (תעביר) אותו על כל העוגיות בלי לזוז למעלה או למטה,</p>		<p>יכולת גרירה אופקית לאורך קו ישר - فحص نقل באקמן من جهة إلى</p>	<p>מטלה 5</p>	<p>מסך 6</p>

			أخرى		
لمساعدته، جره نحو كل الكعكات دون أن يتحرك إلى الأعلى أو الأسفل، ولا ترفع إصبعك التي تمسك فيها بالبالكان عن الشاشة.	ובלי להרים מהמסך את האצבע שמחזיקה אותו.				
في الشاشة التالية تظهر طابات تطير في السماء (بالونات كبيرة). اختر بالونا واحدا، ضع إصبعين في جانبي البالون، بعد ذلك ضع إصبعين قريبتين من بعضهما في منتصف البالون . إذا قمت بالخطوة بشكل صحيح، يختفي البالون. وبعد أن يختفي البالون الأول، انتقل إلى البالون الثاني، حتى تختفي كل البالونات.	במסך הבא יופיעו כדורים פורחים (בלונים גדולים) בשמיים. אתה צריך לבחור בלון, לשים 2 אצבעות משני הצדדים של הבלון (הפורח) ולסגור אותן באמצע שלו. כדאי להדגים את תנועות האצבעות) אם תעשה את זה נכון, הבלון ייעלם. אחרי שהבלון הראשון ייעלם תעבור לבלון הבא, עד שכל הבלונים ייעלמו.		יכולת ביצוע תנועת צביטה - فحص إغلاق الإصبع (القرص)	מטלה 6	מסך 7

מטרות המחקר

מטרת-העל של המחקר היא לבסס ידע תאורטי ויישומי על הערכת הפעלת מכשירים אלקטרוניים ניידים בעלי מסך מגע בקרב אנשים עם משי"ה באמצעות היישום TATOO. היישום שפיתחו דניאל-סעד וכיארי (Danial-Saad & Chiari, 2017) הוא כלי אובייקטיבי להערכת מרכיבי מוטוריקה עדינה, הנדרשים להפעלת מסכי מגע עבור ילדים, אך בהתאמת ממשק הוא יתאים גם להערכת משתמשים עם משי"ה, לאו דווקא ילדים. היישום TATOO מעריך את מידת הלחץ המופעל על המכשיר, את התזמון, את מרחב התנועה ומידת יעילותה ודיוקה בביצוע המטלות. באמצעות נתונים אלה ניתן לתאר את מרכיבי המוטוריקה העדינה של המשתמש ולאתר נקודות קושי כדי לפתח תמיכה והנגשה תואמות לצרכיו, ובכך לסייע לאדם עם משי"ה להשתלב, להתגבר על חסמים, להשיג הזדמנויות שוות ולשפר את איכות החיים.

לסיכום, מחקר זה מאפשר להעריך את מרכיבי המוטוריקה העדינה ואת מדדי הביצוע של מבוגרים

עם משי"ה מעל גיל 21 בעת השימוש ב-TATOO על פי הפירוט הבא:

1. לבחון את הקשר בין מאפייני הפרט (רמת משי"ה, גיל, ניסיון ואוריינות טכנולוגית) לבין מדדי

הביצוע בעת השימוש ב-TATOO

2. לבדוק את ההיתכנות של היישום TATOO בקרב האוכלוסייה הנ"ל ככלי הערכה, על ידי בדיקת תוקף מקביל, תוקף מבחין ורמת שימושיות סובייקטיבית
3. להוסיף כלי לכלים הסטנדרטיים להערכת מרכיבי מוטוריקה עדינה המתאימה לכלים הטכנולוגיים שבהם משתמשים בחיי היום-יום, שהיום אין להם ביטוי בין כלי ההערכה הסטנדרטיים של מוטוריקה עדינה
4. לתמוך באנשי מקצוע, להנגיש את המכשירים הניידים בעלי מסך מגע ולהתאים את היישומים לאוכלוסייה זו

שאלות המחקר

- מהם מאפייני הביצוע בקרב מבוגרים עם מש"ה בעת השימוש ב-TATOO?
- האם יימצא קשר בין מאפייני הפרט (גיל, רמת מש"ה, ניסיון ואוריינות טכנולוגית) לבין מדדי הביצוע בעת השימוש ב-TATOO?
- האם יימצא קשר בין מדדי הביצוע של ה-TATOO לבין כלי אבחון סטנדרטיים הבודקים מוטוריקה עדינה וכוח?

שיטת המחקר

מערך המחקר הוא מתאמי מסוג מחקר חתך רוחב (cross-sectional study).

אוכלוסיית המחקר

במחקר השתתפו 120 נבדקים המאובחנים עם רמות שונות של מש"ה (קלה, קלה-בינונית ובינונית) בני 21 ומעלה שמונה להם אפוטרופוס. רמת מש"ה נקבעה על סמך המידע הרשום בתיק המשתתפים במחקר. גיוס הנבדקים נעשה בשיטה של מדגם נוחות בהתאם לקריטריוני ההכללה ואי הכללה שנקבעו, חישוב גודל המדגם נעשה באמצעות תוכנת G*POWER גרסה 3.1.9. בהתבסס על מתאם דו-זנבי עם גודל אפקט בינוני $=0.30$ $\alpha=0.01, \rho$, $\text{power}=0.80$ התקבל מדגם של 120 נבדקים.

הקריטריונים להכללה היו: (1) אנשים עם מש"ה בשלוש הרמות הנ"ל החיים בקהילה בדיור נתמך, במעונות, בהוסטלים או עם משפחותיהם. (2) אנשים שביכולתם להבין הוראות פשוטות בהתבסס על משימת הבנת הוראות של אבחון MMSE – Mini-mental state examination הבודקת את יכולתו של הנבדק לבצע הוראה פשוטה בת שלושה שלבים. (3) אנשים עם ניסיון קודם בתפעול סמארטפונים ומסכי מגע (כמו אייפדים וטאבלטים) בחיי היום-יום בבית או בטיפולים.

הקריטריונים לאי הכללה: לא נכללו במחקר אנשים עם מוגבלות מוטורית על רקע אורתופדי, נוירולוגי או כאלה החשים כאב בעת תנועת שורש כף היד. אף לא נכללו אנשים עם מחלות נלוות שמשפיעות על התפקוד, כגון מחלות נוירולוגיות ופסיכיאטריות ולקות ראייה או שמיעה משמעותיות לא מתוקנת.

כלי המחקר

1. **שאלון סוציו-דמוגרפי בריאותי לאפיון האוכלוסייה:** השאלון מולא על ידי המשתתף בתיווך החוקר וכלל את הפרטים הבאים: גיל, מין, מחלות רקע, שימוש בתרופות כרוניות ושימוש בטאבלט/סמארטפון. השאלון עבר תהליך של פישוט לשוני והתאמה עבור אוכלוסיית מש"ה, בנוסף תורגם לערבית (ראו נספח 1)

2. **היישום Touchscreen-Assessment Tool – TATOO** להערכת מוטוריקה עדינה בהפעלת מסכי מגע:

ביישום שש מטלות להפעלת מסך מגע הדורשות פעילות מוטוריות שונות של כף היד:

1. יכולת לגעת במסך; 2. יכולת לגעת בכל פינות המסך; 3. יכולת הקשה כפולה (double click); 4. יכולת בחירה וגרירת פריטים למקומות שונים; 5. יכולת גרירה אופקית לאורך קו ישר; 6. יכולת לבצע תנועת צביטה (pinch). כל מטלה בודקת יכולת של מחווה מוטורית אחרת הנדרשת לשימוש במסך מגע, עם מדדים המותאמים לאותה מטלה. בסיום של כל מטלה מתקבל פלט ובו נתונים מספריים וגרף המסכם את המדדים הבאים: תזמון, מרחב תנועה ומדידת לחץ, צורת ההפעלה ויעילות ודיוק.

הנבדק מתבקש לבצע את שש המטלות, שהן ידידותיות וקלות להבנה, ובסיום כל מטלה מתקבל פלט ובו נתונים מספריים וגרף המסכם את המדדים שפורטו קודם.

3. **כלי להערכת חוויית המשתמש (SFQ-Child) Short Feedback Questionnaire (Kizony & al., 2006):**

שאלון חוויית השימוש בגרסה חזותית המותאמת לילדים פותח על בסיס השאלון של וויטמר וסינגס (Witmer & Singes, 1998), ובאמצעותו מדרג הילד את חוויית השימוש על פי תמונה המייצגת את דרגת הקושי של המשימה. הכלי עבר תהליך של פישוט לשוני והתאמה עבור אוכלוסיית מש"ה, בנוסף תורגם לערבית (ראו נספח 2).

4. **כלים להערכת מדדי מוטוריקה עדינה:**

א. **מדידת של כוח אחיזה של כף היד והאצבעות באמצעות אבחון (HGD) Hand Grip Dynamometer:**
כוח המדידה נמדד על ידי השימוש במד-כוח ידני מתוצרת Lafayette Digital hand dynamometer model 5030D. הכלי נבדק אצל מטופלים לאחר שבץ מוחי ומהימנות מבחן חוזר ומהימנות עקביות פנימית שלו נמצאו מצוינות. נבדק גם תוקף המבנה של הכלי ונמצא מקובל (Bertland et al., 2007; Boissy et al., 1999). הכלי עבר תהליך של פישוט לשוני והתאמה עבור אוכלוסיית מש"ה, בנוסף תורגם לערבית (ראו נספח 3).

ב. **The Box and Block Test assesses unilateral gross manual dexterity:**

המבחן BBT מודד מיומנות ידנית גסה חד-צדדית. זוהי בדיקה מהירה ופשוטה המתאימה למגוון רחב של אוכלוסיות, כולל אנשים לאחר אירוע מוחי. האבחון מורכב מקופסת עץ המחולקת לשני תאים על ידי מחיצה ומ-150 קוביות. הנבדק מתבקש להעביר מה שיותר קוביות בזו אחר זו מתא אחד של הקופסה לתא השני בתוך 60 שניות. ציון המבחן נקבע בהתאם למספר הקוביות שהועברו (Mathiowetz et al., 1985-1). ככל שהציון גבוה יותר כך המיומנות הידנית טובה יותר.

מאפיינים פסיכומטוריים: שני מחקרים בחנו את המהימנות של מבחן חוזר (test-retest reliability) של ה-BBT. שניהם דיווחו על מהימנות מעולה של בדיקה חוזרת באמצעות ICC. שני מחקרים בחנו את המהימנות בין שופטים של ה-BBT ודיווחו על מהימנות בין שופטים מצוינת. מחקר אחד השתמש בקורלציה של פירסון והשני בקורלציה של ICC ו-Spearman rho. המבחן עבר תהליך של פישוט לשוני והתאמה עבור אוכלוסיית מש"ה, בנוסף תורגם לערבית (ראו נספח 4).

הליך המחקר

לאחר התאמת ממשק היישום TATOO לאוכלוסיית המחקר (מש"ה מעל גיל 21) בקבוצות תפקוד שונות וקבלת אישור של המחקר על ידי ועדת האתיקה של אוניברסיטת חיפה ושל יחידת המחקר של משרד הרווחה, התחיל הליך גיוס המשתתפים, בשיטה של מדגם נוחות. הכוונה הייתה לגייס אנשים עם מש"ה מעל גיל 21 החיים בקהילה, בדיור נתמך, במעונות, בהוסטלים או עם משפחותיהם. החוקרות פנו למרכזים השונים ונעזרו בצוות המקום כדי לפנות לאפוטרופוס לקבלת הסכמה עקרונית להשתתפות בן/בת חסותו במחקר. אחרי שצוות המקום קיבל הסכמה עקרונית מהאפוטרופוס הוא מסר את הפרטים לחוקרות. הן יצרו קשר עם המועמדים או עם האפוטרופוסים לצורך הסבר מהות המחקר וקיבלו הסכמה להשתתף בו. איסוף הנתונים בוצע בידי עוזרת מחקר וסטודנטית לתואר שני, שהוכשרו על ידי די"ר דניאל-סעד (מרפאה בעיסוק ומפתחת היישום TATOO) כדי להכיר את פרוטוקול המחקר ולשלוט בשימוש ביישום ובכלי המחקר.

הנתונים נאספו מתיקי המשתתפים, מהאפוטרופוסים שלהם או מהצוות המטפל. לכך צורפו האבחונים השונים, ובסיום סוכמו ממצאי המחקר. עיבוד הנתונים הסטטיסטי נעשה באמצעות התוכנה IBM SPSS Statistics 27 והוא כולל נתונים לגבי סטטיסטיקה תיאורית של המדגם (למשל: גיל, מגדר, חומרת התפקוד, ניסיון ואוריינות טכנולוגית), סטטיסטיקה תיאורית של כלי המחקר לבדיקת שכיחויות, טווחים, ממוצעים וסטיות תקן. לשם בדיקת הקשרים נעשה שימוש במתאמי Pearson או Spearman על פי התפלגות המשתתפים. מובהקות סטטיסטית נקבעה לרמה של $p < .05$.



תמונה 1: משתתפים באינטראקציה עם היישום TATOO

ממצאים

במחקר השתתפו 120 אנשים עם משייה החיים בקהילה ומגיעים למרכזי יום באזור מגורים בצפון הארץ. 71 מהם היו מהחברה הערבית (59%) ו-49 מהחברה היהודית (41%). טווח הגילים נע בין 21 ל-58, כך שהגיל הממוצע היה 36.84 שנים (סטיית התקן 9.66). רק ל-55% מהמשתתפים היה מכשיר עם מסך מגע משלהם. השאר נחשפו למכשיר והשתמשו בו במקומות מגוריהם. מבחינת המגדר, המדגם היה מאוזן יחסית עם ייצוג מעט גבוה יותר של נשים – 64 נשים (53.5%) ו-56 גברים (46.7%). בהתייחס לרמת המשייה ניכרת התפלגות מגוונת: הקבוצה הגדולה ביותר כללה 49 אנשים המאובחנים עם משייה ברמה בינונית (41%), אחריה 41 משתתפים השייכים לקבוצת המאובחנים עם משייה ברמה קלה (34%), ויתר המשתתפים היו 30 מאובחנים עם משייה ברמה קלה-בינונית (25%). נתון משמעותי נוסף הוא שרוב המשתתפים, 80 מהם, נטלו תרופות באופן קבוע (66.7%). לבסוף, רוב מכריע של המשתתפים (73.4%) היו בעלי דומיננטיות ימנית. יש לציין שבמדגם לא נכללו משתתפים עם לקות ראייה לא מתוקנת. לוח 2 מסכם את הערכת המשתתפים העצמית ואת הערכת הצוות לגבי יכולת, אופן ותדירות השימוש במסכי מגע.

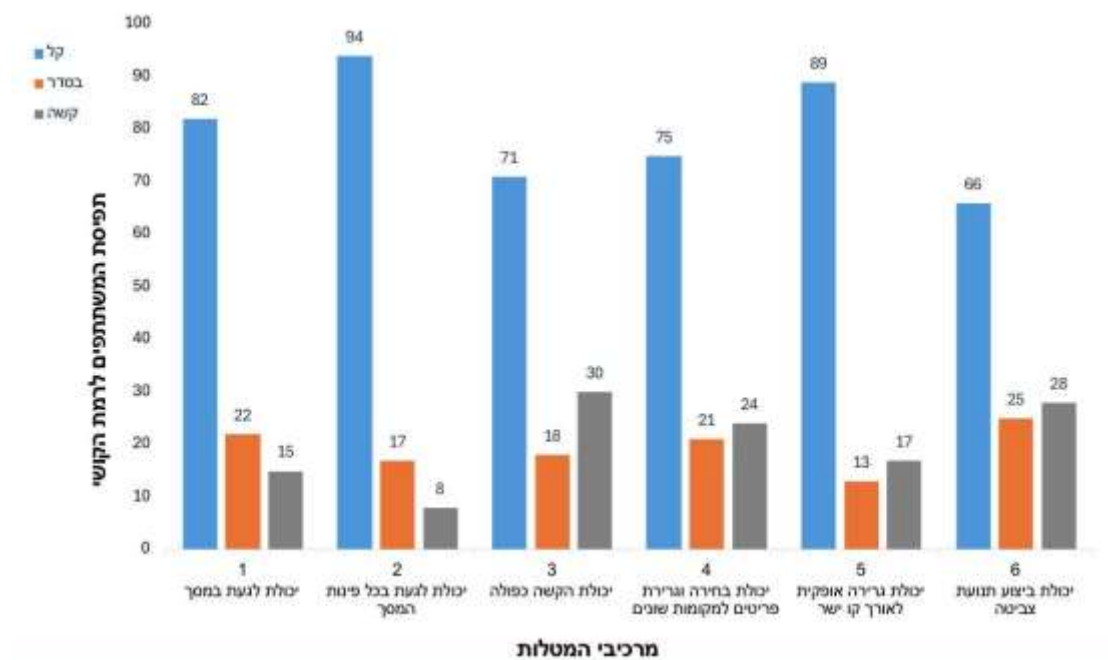
לוח 2: מאפיינים הקשורים לשימוש במכשירים עם מסכי מגע

משתנה	קטגוריה	n	%
החזקת מכשיר המופעל דרך מסך מגע	כן	66	55
	לא	54	45
תיאור השימוש במסך מגע	טוב מאוד	52	43.3
	טוב	36	30
	לא טוב	32	26.7
העדפת השימוש במסך מגע	מאוד אוהב להשתמש	80	66.7
	אוהב להשתמש במידה בינונית	24	20
	לא אוהב להשתמש	16	13.3
תדירות השימוש במסך מגע	כמה פעמים ביום	45	37.5
	כמה פעמים בשבוע	42	35
	כמעט לא משתמש	33	27.5
מטרת השימוש במסכי מגע*	משחק	78	65
	האזנה למוזיקה וצפייה בסרטים	67	55.8
	תקשורת	49	40.8
	צילום	36	30
	חיפוש וקבלת מידע	7	5.8
	למידה	4	3.3
	קניות	0	0

* הערה: חלק מהמשתתפים בחרו ביותר מאפשרות אחת.

לוח 2 מציג נתונים הנוגעים למידת החשיפה והניסיון של המשתתפים בשימוש בטכנולוגיית מסך מגע. הממצאים מראים כי רק ברשותם של 55% מהמשתתפים היה מכשיר אישי עם מסך מגע, 86.7% דיווחו שהם אוהבים להשתמש במכשירים אלו במידה בינונית עד רבה, 43.3% מהמשתתפים העריכו את מיומנות השימוש שלהם במסך מגע כטובה מאוד. מטרות השימוש במסכי מגע השכיחות היו משחק (65%), בידור (55.8%), תקשורת (49%) וצילום (36%).

תרשים 1: הערכת רמת הקושי של המטלות על פי תפיסת המשתתפים (לאחר הביצוע)



תרשים 1 מספק תובנות על תפיסת המשתתפים את רמת הקושי של מרכיבי המטלות ביישום TATOO. באופן כללי, רובם מצאו את המטלות (המשחקים) קלים יחסית לביצוע, כך שמרבית המשתתפים דירגו אותם כקלים. מטלה מס' 2, "יכולת לגעת בכל פינות המסך", הייתה בעלת מספר המשתתפים הגבוה ביותר שדירגו אותה כמטלה קלה – 94. עיון באיור מראה כי המטלות 3, 4 ו-6 הדורשות הקשה כפולה, גרירה למקומות שונים ויכולת ביצוע צביטה היו הקשים ביותר מבין כל המטלות.

לוח 3: משוב לאחר הביצוע של כל מטלה

משתנה	קטגוריה	n	%
האם נהנית מהמשחקים (מטלות)?	נהייתי מאוד	94	78.3
	נהייתי קצת	16	13.3
	בכלל לא נהייתי	10	8.3
האם המשחקים (המטלות) היו	מאוד דומים	53	44.2

21.7	26	קצת דומים	דומים למשחקים אחרים שאתה מכיר?
34.2	41	בכלל לא	
70	84	הצלחתי מאוד	האם הצלחת במשחקים (במטלות)?
21.7	26	הצלחתי קצת	
6.7	8	לא הצלחתי בכלל	
98.3	84	הרגיש מאוד בנוח	האם הגוף שלך הרגיש בנוח בזמן ביצוע המשחקים (המטלות)?
20.8	25	הרגיש בנוח במידה בינונית	
7.5	9	לא הרגיש בנוח בכלל	

הנתונים המוצגים בלוח 3 מספקים תמונה חיובית של חוויית המשתמש ביישום TATOO. 78.3% מהמשתתפים דיווחו כי נהנו מאוד מהמשחקים, 70% דיווחו כי הצליחו מאוד במשחקים, 44.2% מצאו את המשחקים דומים מאוד למשחקים אחרים שהם מכירים. לבסוף, הנתון המרשים ביותר הוא ש-98.3% מהמשתתפים דיווחו כי הרגישו מאוד בנוח מבחינה גופנית במהלך המשחקים.

לוח 4: תיאור משתני המחקר המעריכים מוטוריקה עדינה

משתנה	מוצע	סטית תקין	טווח
ציון של אבחון – Box & Blocks	26.41	11.72	3-58
כוח האחיזה של כף היד – HGD	18.60	9.07	2-40
<u>משתני ה-TATOO</u>			
זמן התגובה (בשניות)	2.42	1.24	.25-7.2
משך המבחן (בשניות)	22.92	10.38	6.82-46.4
זמן המגע (בשניות)	9.77	10.97	1.89-119.61
הזמן באוויר (בשניות)	15.40	6.91	5.56-37.85
לחץ נמוך (אחוז)	28.21	13.67	2.5-80.17
לחץ בינוני (אחוז)	41.20	9.65	13.33-62.5
לחץ גבוה (אחוז)	29.03	13.02	2.67-68.83
מספר הנגיעות המוצלחות במטלות 2 ו-3	16.28	3.10	8-18
מספר הנגיעות מחוץ ליעד במטלות 2 ו-3	53.27	41.48	4-220
מספר ניסיונות גרירה מוצלחים	6.42	2.00	1-8
מספר ניסיונות גרירה לא מוצלחים	19.20	30.76	0-191
מספר הצביטות המוצלחות	2.30	1.23	0-3
מספר הצביטות הלא מוצלחות	37.04	43.36	3-311

לוח 4 מציג סטטיסטיקה תיאורית של ביצועי המשתתפים במבחנים הסטנדרטיים ובמדדי ה-TATOO. במבחן Box & Blocks, שמודד קואורדינציה ומהירות של הידיים, הממוצע עמד על 26.41 קוביות (ס"ת 11.72), עם טווח רחב של 3-58 קוביות בתוך דקה, טווח המצביע על שונות גדולה ביכולות המוטוריות בקרב המשתתפים. במבחן HGD המודד כוח אחיזה, הממוצע היה 18.60 (ס"ת 9.07), עם טווח של 2-40 ק"ג – שוב מדגיש את ההטרוגניות של המדגם.

באשר למדדי ה-TATOO, ניתן לראות מגוון רחב של מדדים המשקפים היבטים שונים של האינטראקציה עם המסך וגם שונות גדולה ביכולות של המשתתפים. מעניין לציין את ההתפלגות של רמות הלחץ על המסך: לחץ בינוני היה הנפוץ ביותר (ממוצע של 41.20, ס"ת 9.65), ואחריו לחץ גבוה (ממוצע 29.03, ס"ת 13.02).

לוח 5: סטטיסטיקה תיאורית של משך המבחן במטלות ביישום TATOO וקורלציות עם רמת מש"ה

מספר המטלה	ממוצע משך המבחן (בשניות)	סטיית תקן	טווח	r(120)
מטלה 1: יכולת לגעת במסך	30	-	-	-
מטלה 2: יכולת לגעת בכל פינות המסך	14.99	9.94	5.36-57.39	.44***
מטלה 3: יכולת הקשה כפולה	27.62	14.47	4.84-45.23	.29***
מטלה 4: יכולת בחירה וגרירת פריטים למקומות שונים	28.48	11.87	7.18-50.26	.43***
מטלה 5: יכולת גרירה אופקית לאורך קו ישר	15.36	8.31	1.92-30.26	.43***
מטלה 6: יכולת לבצע תנועת צביטה	28.16	21.36	2.94-60.23	.51***

*** $p \leq .001$

לוח 5 מראה כי קיים קשר חיובי מובהק בין משך ביצוע המטלות לבין רמת מש"ה, כך שככל שרמת מש"ה הייתה חמורה יותר, כך נדרש למשתתפים יותר זמן להשלים את המטלות 2-6. יש לציין כי מסגרת הזמן למטלה 1 קבועה מראש, והיא 30 שניות.

לוח 6: הקשר בין מאפייני הפרט כמו גיל, רמת מש"ה ורמת ניסיון בשימוש בטכנולוגיה לבין מדדי הביצוע של היישום TATOO

משתני ה-TATOO	גיל	רמת מש"ה	רמת ניסיון בשימוש במסכי מגע
זמן התגובה (ממוצע בשניות)	.06	.23*	-.25**
משך המבחן (ממוצע בשניות)	.29**	.53***	-.43***
זמן המגע (ממוצע בשניות)	.28**	.44***	-.19*

הזמן באוויר (ממוצע בשניות)	.22*	.40***	-.42***
לחץ נמוך (אחוז)	-.13	.09	-.18
לחץ בינוני (אחוז)	.04	-.18*	-.02
לחץ גבוה (אחוז)	.11	.01	.15
מספר הנגיעות המוצלחות במטלות 2 ו-3	-.30***	-.23*	.38***
מספר הנגיעות מחוץ ליעד במטלות 2 ו-3	.35***	.17	-.27**
מספר ניסיונות גרירה מוצלחים	-.29**	-.50***	.30**
מספר ניסיונות גרירה לא מוצלחים	.39***	.44***	-.29**
מספר הצביטות המוצלחות	-.16	-.40***	.21*
מספר הצביטות הלא מוצלחות	.10	.33***	-.22*

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$.

לוח 6 מציג ממצאי קורלציות בין מאפייני הפרט השונים לבין ביצועיהם ביישום TATOO. בהתייחס לגיל, נמצאו קשרים חיוביים מובהקים עם משך המבחן, זמן המגע והזמן באוויר. ככל שהמשתתפים היו מבוגרים יותר, כך הם נטו לבצע את המשימות לאט יותר, ולכן נדרש להם יותר זמן כאשר אצבע אחת או יותר נוגעות במסך או נמצאות באוויר, כך שמשך המבחן הכולל היה ארוך יותר. מנגד, נמצאו קשרים שליליים מובהקים בין גיל לבין מספר הנגיעות המוצלחות במטלות 2 ו-3 ומספר ניסיונות גרירה מוצלחים. ככל שהמשתתפים היו מבוגרים יותר, כך פחתו הביצועים המוצלחים (נגיעות במסך והגרירות). במילים אחרות, הממצאים מצביעים על ירידה מסוימת בדיוק הביצוע עם העלייה בגיל.

ממצאים דומים נמצאו בקורלציות עם רמת מש"ה. ככל שרמת מש"ה הייתה חמורה יותר, כך היו הביצועים ביישום TATOO איטיים יותר ופחות מדויקים. בהתייחס לרמת הניסיון בשימוש במסכי מגע הראו הממצאים את השלכותיהם של החשיפה והניסיון בשימוש בטכנולוגיה זו. ככל שהמשתתף היה בעל ניסיון רב יותר, כך הוא השלים את המטלות בפחות זמן, עם יותר ניסיונות מוצלחים ובמקביל עם פחות ניסיונות (נגיעה וגרירה) לא מוצלחים (ראו לוח 6 לקורלציות נוספות).

בין השאר נבדק אם קיימים קשרים מובהקים בין הגיל ורמת מש"ה למבחנים הסטנדרטים המעריכים מוטוריקה עדינה וכוח. הממצאים לא הראו קשרים מובהקים עם הגיל. מנגד, נמצאו קשרים שליליים מובהקים. כלומר, ככל שהמשתתף היה מבוגר יותר ועם רמת מש"ה חמורה יותר, כך הוא היה איטי יותר באבחון Box & Blocks ובעל כוח חלש יותר כפי שנמדד ב-HGD.

לוח 7 : הקשר בין מדדי הביצוע של TATOO לבין כלי אבחון סטנדרטים הבודקים מוטוריקה עדינה וכוח

HGD	Box & Blocks	מדדי הביצוע של TATOO
-.19*	-.43***	זמן התגובה (ממוצע בשניות)

-0.35***	-0.61***	משך המבחן (ממוצע בשניות)
-0.17	-0.33***	זמן המגע (ממוצע בשניות)
-0.35***	-0.60***	הזמן באוויר (ממוצע בשניות)
-0.47***	-0.42***	לחץ נמוך (אחוז)
0.18*	0.22*	לחץ בינוני (אחוז)
0.32***	0.26**	לחץ גבוה (אחוז)
0.18*	0.26**	מספר הנגיעות המוצלחות במטלות 2 ו-3
-0.17	-0.18*	מספר הנגיעות מחוץ ליעד במטלות 2 ו-3
0.25**	0.48***	מספר ניסיונות גרירה מוצלחים
-0.30***	-0.42**	מספר ניסיונות גרירה לא מוצלחים
0.20*	0.39***	מספר הצביטות המוצלחות
-0.15	-0.33***	מספר הצביטות הלא מוצלחות

* $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$.

לוח 7 מציג קשרים שליליים מובהקים בין המשתנים המודדים זמן (זמן התגובה, משך המבחן, זמן המגע והזמן באוויר) לבין הביצועים בשני המבחנים הסטנדרטיים. משמעות הדבר היא שמשתתפים שהגיבו מהר יותר וביצעו את המשימות ב-TATOO בפרקות זמן, נטו להציג ביצועים טובים יותר גם במבחני Box & Blocks ו-HGD. מנגד, נמצאו קשרים חיוביים מובהקים בין מספר הניסיונות המוצלחים, מספר הגרירות המוצלחות ומספר הצביטות המוצלחות ב-TATOO לבין הביצועים במבחנים הסטנדרטיים. מעניין במיוחד הוא הממצא לגבי רמות הלחץ על המסך. נמצאו קשרים חיוביים מובהקים בין לחץ בינוני וגבוה למבחנים הסטנדרטים. זה עשוי להצביע על כך שהיכולת להפעיל לחץ מתאים על המסך קשורה ליכולות מוטוריות כלליות יותר.

דיון וניתוח

המחקר הנוכחי, שכלל 120 משתתפים עם מוגבלות שכלית התפתחותית (משי"ה) גילאי 21-58, מספק תובנות משמעותיות לגבי יכולותיהם של אנשים עם משי"ה בשימוש בטכנולוגיית מסך מגע. על פי הממצאים, למרות שרק כמחצית מהמשתתפים החזיקו מכשיר עם מסך מגע משלהם, רובם הביעו חיבה לטכנולוגיה זו והעריכו את מיומנות השימוש שלהם בו כטובה. ביצועי המשתתפים ב-TATOO היו מעודדים, ורוב המשימות נתפסו כקלות יחסית, עם שביעות רצון גבוהה ותחושת נוחות פיזית. נמצאו קשרים משמעותיים בין מאפייני הפרט (כגון גיל, רמת משי"ה וניסיון טכנולוגי) לבין ביצועים ב-TATOO, כך שגיל מבוגר יותר ורמת משי"ה נמוכה יותר (בינונית) קשורים לביצועים איטיים יותר, ואילו ניסיון רב יותר בשימוש במסכי מגע קשור לביצועים מהירים ומדויקים יותר. הקשרים המובהקים שנמצאו בין מדדי TATOO לבין מבחנים סטנדרטיים כמו Box

HGD & Blocks ו- מחזקים את התיקוף של TATOO ככלי הערכה. בייחוד עולה מהממצאים, ששימוש בלחץ גבוה יותר על המסך קשור לביצועים טובים יותר במבחנים הסטנדרטיים.

ממצאים אלו מספקים תמונה מקיפה של יכולות המשתתפים בשימוש בטכנולוגיית מסך מגע, ואף מדגיש את הקשרים בין מאפייני הפרט (גיל, רמת משי"ה וניסיון) לביצועים. הממצאים גם מדגישים את התוקף של TATOO ככלי הערכה למיומנויות ידיים בהשוואה למבחנים סטנדרטיים ומראים את הפוטנציאל שלו ככלי הערכה ייחודי ותקף עבור אוכלוסייה עם משי"ה. הממצאים אף מלמדים של-TATOO יש תוקף מבחין בכך שהוא רגיש למגוון הגורמים המשפיעים על הביצוע (גיל, רמת ניסיון ורמת תיפקוד) ומספקים בסיס חשוב לשיפור השימוש וההנגשה של טכנולוגיות מבוססות מסך מגע בקרב אוכלוסייה זו.

בין השאר, ממצאי מחקר זה מספקים תובנות חשובות לגבי היכולות המוטוריות של אנשים עם משי"ה להשתמש בטכנולוגיית מסך מגע. המשתתפים הציגו ביצועים מעודדים ב-TATOO, ורוב המשימות נתפסו בעיניהם כקלות יחסית, כך שיש פוטנציאל משמעותי לשימוש בטכנולוגיית מסך מגע בקרב אוכלוסייה זו. ממצאים אלו מאששים ממצאים קודמים, שהראו כי אנשים עם משי"ה מסוגלים ללמוד להשתמש בטכנולוגיית מסך מגע (Stephenson & Limbrick, 2015). החוקרות כץ ואחי' (Katz et al., 2015) הצביעו כבר לפני שנים אחדות על המקום המרכזי של שימוש בטאבלטים ובטלפונים חכמים בחיי אנשים עם משי"ה, במיוחד בקרב האוכלוסייה המבוגרת יותר, ובדומה לאחרים הן מדגישות את הצורך בהנגשת טכנולוגיות אלה, מאחר שמידת השימוש וההצלחה תלויה בידידות ובנגישות של הממשק ובחויית המשתמש (Wohlwend, 2016; Woodward et al., 2017). ואכן, המחקר שלנו מספק מידע מפורט על מדדי ביצוע ספציפיים שיעזרו להנגשה, כגון זמן התגובה, דיוק, ורמות לחץ בביצועים בין המשימות השונות (למשל, הקושי היחסי במשימת הצביטה). מדדים אלה מדגישים את הצורך בהתאמה ספציפית של ממשקים ושל כיוול רגישות המסך לצרכים הייחודיים של משתמשים עם משי"ה להנגשה מותאמת יותר.

הערכת חוויית המשתמש לכל המשימות נבדקה בעזרת הכלי SFQ-Child (Kizony et al., 2006), אחרי שהוא עבר תהליך של פישוט לשוני והתאמה עבור אוכלוסיית משי"ה. הממצאים העלו שלוש משימות שנתפסו כמאתגרות יותר מאחרות: 1. הקשה כפולה 2. בחירה וגרירת פריטים למקומות שונים 3. צביטה. ממצאי המחקר הנוכחי אף מדגישים את האתגרים המשמעותיים שאנשים עם משי"ה חווים בביצוע פעולות גרירה על מסכי מגע. בפרט נצפה, כי המשתתפים נטו להפסיק את הלחיצה על המסך לפני סיום פעולת הגרירה, ממצא התואם לתצפיות של חוקרים (Martin-Gutierrez & Del Rio Guerra, 2021). הקושי בקואורדינציה ובשמירה על לחיצה מתמשכת תוך כדי תנועה, כפי שנצפה במחקרנו, אף מתיישב עם ממצאיהם של חוקרים אחדים (Cano et al., 2016; Jarrold et al., 2019). המחקר שלנו מחזק את הטענה כי פעולות גרירה מאתגרות יותר מפעולות הקשה פשוטות עבור אוכלוסייה זו, כנראה בשל הדרישה המוגברת לקואורדינציה מוטורית וקשב מתמשך. בדומה לממצאים קודמים (McNaughton & Light, 2013; Mendoza et al., 2015), גם אנו מצאנו כי המשתתפים התקשו בהבנת ההוראות לביצוע פעולת הגרירה, מה שמדגיש את הצורך בהדגמה ובתרגול.

ממצא בולט הוא הקושי בביצוע הקשה כפולה אצל משתתפים עם תסמונת דאון. נצפה כי הם נטו להמתין זמן רב מדי בין ההקשה הראשונה לשנייה, מה שהוביל לכישלון בביצוע המחווה. ממצא זה תואם

תצפיות שעל פיהן ילדים עם תסמונת דאון התקשו בביצוע הקשה כפולה בגלל קשיים בתזמון (Nacher et al., 2018). במחקרנו נצפתה תגובת תסכול אצל חלק מהמשתתפים, שהובילה ללחיצה חזקה יותר על המסך או להקשות מרובות, גם אחרי שהאובייקט כבר נעלם. ממצאים אלו מחזקים טענת חוקרים, כי משימות הדורשות דיוק בתזמון ובקואורדינציה מוטורית הן אתגר משמעותי עבור אוכלוסיית משי"ה (Kumin et al., 2012). בדומה להמלצות של מנדוסה ואח' (Mendoza et al., 2015), אנו מציעים להימנע משימוש בהקשה כפולה בממשקים המיועדים לאנשים עם משי"ה, ולהעדיף שימוש בהקשה בודדת או בשיטות אינטראקציה פשוטות יותר.

בנוגע למחוות הצביטה, המחקר שלנו חשף אתגרים ייחודיים עבור משתתפים עם משי"ה. נצפה כי המשתתפים התקשו בביצוע תנועת הצביטה בצורה חלקה ורציפה, ורבים מהם הצליחו להשלים רק כ-75% מהמחווה. ממצא זה תואם תצפיות שמצאו כי ילדים עם מוגבלויות התפתחות התקשו מאוד במשימות הדורשות תנועה מתואמת של מספר אצבעות (Cano et al., 2016). יתרה מזו, המחקר שלנו חשף כי רבים מהמשתתפים ניסו להשתמש באצבעות משתי הידיים לביצוע הצביטה, למרות ההנחיות לעשות זאת באצבעות יד אחת בלבד. זה מחזק ממצאי חוקרים שהדגישו את הקושי בקואורדינציה בין-ידיית אצל אנשים עם משי"ה (Jarrold et al., 2019). הקושי שנצפה במחקרנו בביצוע צביטה על אובייקטים קטנים תואם תצפיות חוקרים שהמליצו על שימוש באובייקטים גדולים יותר בממשקי מגע עבור אוכלוסייה זו (Martin-Gutierrez & Del Rio Guerra, 2021). לאור ממצאים אלו, אנו ממליצים לשקול בזהירות את השימוש במחוות צביטה בממשקים המיועדים לאנשים עם משי"ה, ולספק אלטרנטיבות פשוטות יותר, כמו כפתורי הגדלה והקטנה. תוצאות אלו מדגישות את החשיבות של התאמת ממשקי מגע לצרכים הייחודיים של אנשים עם משי"ה, תוך התחשבות במגבלות המוטוריות והקוגניטיביות שלהם, בייחוד בכל הנוגע למשימות הדורשות גרירה, הקשה כפולה וצביטה.

ממצאי המחקר הנוכחי מצביעים על קשר מובהק בין גיל המשתתפים לבין ביצועיהם במשימות מסך המגע. נמצא כי משתתפים מבוגרים יותר נטו לבצע את המשימות באופן איטי יותר ובזמן ממושך יותר. כמו כן, נצפתה ירידה מסוימת בדיוק הביצוע עם העלייה בגיל, כפי שמתקף במספר הניסיונות הנכונים הנמוך יותר ובמספר הגרירות המוצלחות הנמוך יותר. ממצאים אלו תואמים ממצאי מחקר שנמצאה בו ירידה ביכולות המוטוריות עם העלייה בגיל אצל אנשים עם מוגבלות שכלית התפתחותית (Lifshitz et al., 2008). התוצאות שלנו מתיישבות עם מחקר שהצביע על ירידה קוגניטיבית ומוטורית מואצת בקרב מבוגרים עם מוגבלות שכלית התפתחותית בהשוואה לאוכלוסייה הכללית (Haveman et al., 2010). הדבר מדגיש אף הוא את הצורך בהתאמה אישית של ממשקי מגע לקבוצות גיל שונות בקרב אנשים עם מוגבלות שכלית התפתחותית, ובמתן יותר זמן ותמיכה בדיוק המוטורי למשתמשים מבוגרים.

ממצא נוסף במחקר הנוכחי מצביע על קשר משמעותי בין רמת המשי"ה לבין ביצועי המשתתפים במשימות מסך המגע. נמצאו קשרים שליליים מובהקים בין רמת המשי"ה לבין הביצועים במבחנים הסטנדרטיים וכן במדדי ה-TATOO. ככל שרמת המשי"ה הייתה נמוכה יותר, כך נטו הביצועים להיות איטיים יותר ופחות מדויקים. ממצאים אלו תואמים מחקר שעל פיו רמת המשי"ה משפיעה באופן משמעותי על היכולת להשתמש בטכנולוגיה מסייעת (Wehmeyer et al., 2004). בפרט, משתתפים עם רמת משי"ה

נמוכה יותר הראו זמני תגובה ארוכים יותר, משך ביצוע ארוך יותר, ופחות דיוק בביצוע המשימות. ממצא זה מתיישב עם קשר שנמצא בין רמת המש"ה לבין מהירות עיבוד המידע ודיוק הביצוע במשימות קוגניטיביות ומוטוריות (Danielsson et al., 2012).

עם כל זאת חשוב לציין, כי גם משתתפים עם רמות מש"ה נמוכות יותר הצליחו להשתמש ב-TATOO, אך התקשו יותר. ממצא זה מדגיש את הפוטנציאל של טכנולוגיית מסך מגע כאמצעי להנגשת מידע ושירותים, בתנאי שהיא מותאמת כראוי, כפי שעולה ממחקרם של טאסי וליאו, שהדגישו במסקנותיהם את החשיבות של התאמת ממשקי משתמש לרמות שונות של מש"ה (Tasi & Liao, 2014). יתרה מזו, נצפתה שונות רבה בביצועים גם בתוך קבוצות המש"ה השונות, מה שמצביע על חשיבות ההתאמה האישית. ממצא זה תואם את גישתם של חוקרים שהדגישו את הצורך בהתאמה אינדיבידואלית של טכנולוגיה מסייעת לאנשים עם מש"ה (Tanis et al., 2012).

מעניין לציין כי בחלק מהמשימות, כמו הקשה פשוטה (tap), ההבדלים בין רמות המש"ה היו קטנים יותר, מה שמרמז על פוטנציאל לשימוש נרחב יותר במחוות פשוטות אלו. ואכן, נמצא במחקר שמחוות פשוטות יכולות להיות יעילות עבור מגוון רחב של רמות מש"ה (Shih et al., 2011). ממצא מעניין מצביע על קשר מובהק בין הניסיון הטכנולוגי של המשתתפים לבין ביצועיהם במשימות TATOO. נמצאו קשרים חיוביים מובהקים בין ניסיון קודם בשימוש במסכי מגע לבין מספר הניסיונות הנכונים והגרירות המוצלחות ב-TATOO. במקביל, נמצאו קשרים שליליים מובהקים עם זמן התגובה הממוצע, משך המבחן והזמן באוויר. ממצאים אלו מדגישים את החשיבות של החשיפה והניסיון בשימוש בטכנולוגיה זו עבור אנשים עם מש"ה. תוצאות אלו תואמות ממצאי מחקרים, שעל פיהם של (2012), ניסיון קודם בשימוש בטכנולוגיה משפר משמעותית את הביצועים של אנשים עם מש"ה במשימות מבוססות מחשב, ושחשיפה מוקדמת לטכנולוגיות מסך מגע מגבירה את הביטחון העצמי ומשפרת את היעילות בשימוש בהן בקרב אוכלוסייה זו (Cheek et al., 2012; Davies et al., 2015). מעניין לציין כי ההבדלים בביצועים בין משתתפים עם ניסיון רב לאלו עם ניסיון מועט היו בולטים במיוחד במשימות מורכבות יותר, כמו צביטה (pinch), ממצא זה מתיישב עם תוצאות מחקר שעל פיהן מחוות מורכבות דורשות תרגול רב יותר ומושפעות יותר מניסיון קודם (Yaron & Atkinson, 2013). יתרה מזו, נצפה כי משתתפים עם ניסיון טכנולוגי רב יותר הפגינו יכולת טובה יותר להתמודד עם טעויות ולהסתגל למשימות חדשות. ממצא זה תואם את מסקנתם של ג'רוולד ואח' שניסיון בשימוש בטכנולוגיה מסייע בפיתוח אסטרטגיות התמודדות עם אתגרים חדשים (Jarrold et al., 2017).

חשוב להזכיר כאן, כי גם משתתפים ללא ניסיון קודם הצליחו לבצע את כל המשימות, מה שמדגיש את הפוטנציאל של TATOO ככלי נגיש ואינטואיטיבי. ואכן, נמצא במחקר שאנשים עם מש"ה מסוגלים לרכוש מיומנויות טכנולוגיות חדשות בזמן קצר יחסית, בתנאי שניתנות להם ההזדמנות והתמיכה המתאימה ולרשותם כלים המותאמים ליכולות שלהם (Li et al., 2012).

ממצאי המחקר מספקים ראיות חזקות לתוקף המקביל והתוקף המבחין של TATOO ככלי הערכה עבור אנשים עם מש"ה. נמצאו קשרים מובהקים בין מדדי TATOO לבין מבחנים סטנדרטיים כמו Box &

Blocks ו-HGD. בפרט, נצפו קשרים שליליים חזקים בין זמני התגובה ומשך הביצוע ב-TATOO לבין הביצועים במבחנים הסטנדרטיים, וקשרים חיוביים בין מדדי הדיוק ב-TATOO (כמו ניסיונות נכונים, גרירות וצביטות מוצלחות) לבין הביצועים במבחנים הסטנדרטיים. קשרים כאלה עלו ממחקר שמצא קורלציות גבוהות בין מדדי ביצוע במסכי מגע לבין מבחנים מוטוריים סטנדרטיים באוכלוסיות עם מוגבלויות התפתחותיות (Tavares et al., 2015). נוסף על כך, TATOO הצליח לא רק להבחין בין רמות שונות של מש"ה, כפי שמתקף בהבדלים המשמעותיים בביצועים בין קבוצות המש"ה השונות, אלא גם הראה רגישות לגורמים כמו גיל וניסיון טכנולוגי, מה שמחזק את יכולתו לזהות הבדלים עדינים בתפקוד. ספציפית, TATOO הצליח לספק מידע מפורט יותר על יכולות מוטוריות ספציפיות התואמות את העידן הטכנולוגי של היום (כמו דיוק בגרירה ויכולת צביטה) מאשר המבחנים הסטנדרטיים. זה מדגיש את הערך המוסף של TATOO ככלי הערכה (Lancioni et al., 2016). עם זאת, מאחר שבחלק מהמדדים נצפתה שונות רבה בביצועים, רצוי להיזהר בפירוש התוצאות, ואולי להצטרף להמלצתם של חוקרים בדבר התאמה מדוקדקת של כלי הערכה לאוכלוסיות עם מש"ה (Katz et al., 2017).

מן המחקר הנוכחי עולות תובנות משמעותיות לגבי השימוש במסכי מגע בקרב אנשים עם מש"ה. הוכח כי לגיל המשתתפים, לרמת המש"ה ולניסיון טכנולוגי קודם השפעה ניכרת על הביצועים. לבסוף, הערכת התוקף המקביל והמבחין של TATOO הראתה תוצאות מעודדות, עם קשרים מובהקים למבחנים סטנדרטיים ויכולת להבחין בין רמות שונות של מש"ה. TATOO סיפק מידע מפורט יותר על יכולות מוטוריות ספציפיות מאשר מספקים מבחנים סטנדרטיים, אף שבחלק מהמדדים נצפתה שונות רבה. ממצאים אלו משמשים בסיס מוצק להבנת האינטראקציה של אנשים עם מש"ה עם טכנולוגיית מסך מגע ומציעים כיוונים חשובים ליישומים פרקטיים ולמחקר עתידי.

ההשלכות והפוטנציאל היישומי

כלי ההערכה TATOO הוא פריצת דרך משמעותית בתחום הערכת היכולות המוטוריות והאינטראקציה עם מסכי מגע עבור אנשים עם מש"ה מגיל 21 ומעלה. הוא מספק תמונה מקיפה ואובייקטיבית של יכולות וקשיים במוטוריקה עדינה, תוך התמקדות בהפעלת מסכי מגע. חשיבותו נעוצה ביכולתו לזהות צורכי הנגשה חדשים ולספק מידע חיוני למפתחי טכנולוגיה ויישומים.

ממצאי המחקר הנוכחי מדגישים את הצורך בהתאמה אישית של ממשקים וטכנולוגיות מסך מגע לרמות שונות של מש"ה. TATOO מסייע לזהות במדויק את היכולות והמגבלות של כל משתמש, מה שמוביל ליתר דיוק בפתרונות טכנולוגיים מותאמים. למשל, הממצא המראה שמחוות מסוימות כמו הקשה כפולה, גרירה או צביטה הן מאתגרות יותר עבור אוכלוסייה זו, וזהו מידע חיוני למפתחי ממשקים נגישים.

אין ספק שהיישום TATOO הוכיח את עצמו כבעל תוקף מקביל ותוקף מבחין גבוהים. הוא מסוגל להבחין בין רמות תפקוד שונות ומספק מידע רב-ממדי, מה שהופך אותו לכלי יעיל להערכה קלינית ולמעקב אחר התקדמות. הדיווחים החיוביים על הנאה, תחושת הצלחה ונוחות פיזית מהשימוש בו מדגישים את הפוטנציאל שלו כאמצעי להערכה מתאים עבור אוכלוסייה זו ומחזקים את הצורך לשלב עבורה שיקולים של חויית משתמש בפיתוח טכנולוגיות.

יתרון נוסף של TATOO הוא שאינו תלוי-תרבות או תלוי-שפה ואינו דורש מיומנויות כתיבה. זה הופך אותו לכלי אוניברסלי, המתאים למגוון רחב של אנשים עם מש"ה ברחבי העולם. כך, TATOO יכול לשמש כתוספת חשובה לסט כלי ההערכה הקיימים למוטוריקה עדינה, בייחוד בעולמנו הדיגיטלי ההולך וגובר. המחקר הנוכחי מדגיש כי ההתאמות שנעשו בממשק ה-TATOO היו קריטיות עבור אנשים עם מש"ה. הצלחת המשתמשים הייתה תלויה במידה רבה בפשטותו וביכולתו להתאים לרמות שונות של יכולות מוטוריות וקוגניטיביות כדי לענות על צרכי המשתמשים.

לסיכום, TATOO מציע פוטנציאל משמעותי לשיפור ההערכה, ההתאמה והפיתוח של טכנולוגיות מסך מגע עבור אנשים עם מש"ה. הוא מאפשר לזהות במדויק צרכים ולהתאים אישית טכנולוגיות, ובכך הוא פותח לאנשים עם מש"ה הזדמנויות חדשות להשתלבות שווה בחברה, בעבודה ובחיי היום-יום, להתגברות על חסמים ולשיפור איכות החיים. עם זאת, מחקר נוסף עשוי לבסס את תקפותו ומהימנותו של הכלי במגוון רחב יותר של אוכלוסיות ותנאים, ולפתח אסטרטגיות ספציפיות להתאמת ממשקי מגע לרמות שונות של מש"ה. יש לזכור, כי במצב הנוכחי, שבו גוברים והולכים השימוש והתלות בטכנולוגיות המבוססות על מחוות מגע, אנשים עם מוגבלויות נמצאים בסיכון של הדרה ושל אי-הכללה חברתית. לפיכך, פיתוח והטמעה של כלים כמו TATOO הם קריטיים לא רק לשיפור איכות החיים של אנשים עם מש"ה, אלא גם לקידום החברה בכללותה.

פורום/רשימת אנשי מקצוע והשטח להם יוצגו תוצאות המחקר

1. מסגרות דיור וטיפול באנשים עם מש"ה (מעונות פנימיה, מרכזי יום טיפולי, מע"ש ועוד).
2. קליניקות לטיפול באנשים עם מש"ה.
3. צוות טיפולי חינוכי העובד בבתי ספר לחנוך מיוחד או בתי ספר רגילים שמשלבים בהם תלמידים עם מש"ה.
4. חברות המייצרות ומשווקות את הטכנולוגיה למסכי מגע.
5. אנשים עם מש"ה ומשפחותיהם.

המלצות למחקרי המשך

1. הרחבת מדגם המחקר:
 - לכלול בו מגוון רחב יותר של גילאים, בעיקר ילדים מצד אחד, ומבוגרים מעל גיל 60 מן הצד השני
 - לבחון את היעילות של TATOO במגוון רחב יותר של רמות מש"ה, כולל רמות חמורות יותר או סוגים שונים של מש"ה
 - לערוך מחקר בין-תרבותי כדי לבדוק את היעילות של TATOO במדינות ובתרבויות שונות
2. פיתוח והתאמה של TATOO:

- לבחון את האפשרות להוסיף מחוות מורכבות יותר ומדדים נוספים ל-TATOO, כמו מדידת לחיצה ממושכת ומהירות התנועה
- 3. השוואה עם אוכלוסיות אחרות:
 - לערוך מחקר השוואתי בין אנשים עם מש"ה לבין אוכלוסיות עם מוגבלויות אחרות (למשל, אוטיזם, שיתוק מוחין)
 - להשוות את הביצועים של אנשים עם מש"ה לאלו של אנשים ללא מוגבלות בגילים שונים.
- 4. יישום והתערבות:
 - לפתח ולבחון תוכניות התערבות המבוססות על תוצאות TATOO לשיפור מיומנויות מסך מגע
 - לבחון את היעילות של TATOO ככלי לניטור התקדמות בתוכניות התערבות
 - לבדוק את רמות ההבנה של כל מטלה ב-TATOO

- בלום, ר' וגרינשטיין, א' (2017). טכנולוגיות מסייעות לתקשורת עבור אנשים עם מגבלה מוטורית. שיקום: ביטאון עמותת חומש, 28. נדלה מתוך <https://tinyurl.com/yb8m8s86>
- ניצן, נ', בלום, ר' ואדטו-בירן, א' (2015). נפלאות הטכנולוגיה – האיפד כלי לקידום השתתפות בהיבטים של משחק, פנאי ותקשורת. *IJOT כתב העת הישראלי לריפוי בעיסוק*, 24(3-2), 162-151.
- Abdullah, M. H. L., & Brereton, M. (2012). A child led participatory approach for technology-based intervention. In E. Tunstall & M. Clausen (Eds.), *2012 Participatory Innovation Conference Digital Proceedings* (pp. 1-5). Swinburne University.
- Alfredo, M., Francisco, J., Ricardo, M., Francisco, A., & Jaime, M. (2015). Analyzing Learnability of Common Mobile Gestures used by Down Syndrome Users. *Proceedings of the XVI International Conference on Human Computer Interaction*.
- Alqahtani, S. S. (2020). iPad and repeated reading to improve reading comprehension for young adults with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities*, 103(May), 103703. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2020.103703>
- Almuhtaseb, S., Oppewal, A., & Hilgenkamp, T. I. M. (2014). Gait characteristics in individuals with intellectual disabilities: A literature review. *Research in Developmental Disabilities*, 35(11), 2858-2883. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.07.017>
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®)*. American Psychiatric Pub.
- Bertrand, A. M., Mercier C., Bourbonnais, D., Desrosiers, J., Gravel, D. (2007). Reliability of maximal static strength measurements of the arms in subjects with hemiparesis. *Clin Rehabil.*, 21(3), 248-257. doi: 10.1177/0269215506070792. PMID: 17329282.
- Boissy P., Bourbonnais D., Carlotti M. M., Gravel D., Arsenault B. A. (1999). Maximal grip force in chronic stroke subjects and its relationship to global upper extremity function. *Clin Rehabil.*, 13(4):354-362. doi: 10.1191/026921599676433080. PMID: 10460123.
- Botelho, F. H. F. (2021). Accessibility to digital technology: Virtual barriers, real opportunities. *Assistive Technology*, 33(sup1), 27-34. <https://doi.org/10.1080/10400435.2021.1945705>

- Burt, D. B., Primeaux-Hart, S., Loveland, K. A., Cleveland, L. A., Lewis, K. R., Lesser, J., & Pearson, P. L. (2005). Aging in adults with intellectual disabilities. *American Journal on Mental Retardation*, *110*(4), 268-284.
- Cano, S., Peñeñory, V., Collazos, C. A., Fardoun, H. M., & Alghazzawi, D. M. (2016). Training with phonological awareness in the absence or presence of the visual word form: Evidence from adults with dyslexia. *Frontiers in Psychology*, *7*, 514.
- Carmeli, E., Barchad, S., Lenger, R., & Coleman, R. (2002). Muscle power, locomotor performance and flexibility in aging mentally-retarded adults with and without Down's syndrome. *Journal of Musculoskeletal and Neuronal Interactions*, *2*(5), 457-462.
- Center for Universal Design (1997).
- Chantry, J., & Dunford, C. (2010). How do computer assistive technologies enhance participation in childhood occupations for children with multiple and complex disabilities? A review of the current literature. *British Journal of Occupational Therapy*, *73*(8), 36-351.
doi:10.4276/030802210X12813483277107
- Cheek, C., Hillier, L., Rumbold, A., & Hundertmark, J. (2012). Using technology to improve health literacy of Aboriginal and Torres Strait Islander people. *Australian Indigenous Health Bulletin*, *12*(4), 1-8.
- Crockett, J. B., & Kaufman, J. M. (1999). *The least restrictive environment: Its origins and interpretations in special education*. Lawrence. Erlbaum Associates.
- Cumming, T. M., Strnadova, I., & Singh, S. (2014). iPads as instructional tools to enhance learning opportunities for students with developmental disabilities: An action research project. *Action Research*, *12*, 151-176. <https://doi.org/10.1177/1476750314525480>.
- Danial-Saad, A., & Chiari, L. (2017). A multidisciplinary approach for developing an assessment tool for touch screen devices. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*. doi: 10.1080/17483107.2017.1370500
- Danial-Saad, A., Corzani, M., Tacconi, C., Chiari, L. (2022) Usability of a touchscreen assessment tool (TATOO) prototype for clinicians and typical developing children. *Disability & Rehabilitation: Assistive Technology*, *19*(3), 951-96. doi: 10.1080/17483107.2022.2137250
- Danial-Saad, A., & Chiari, L. (2018). A multidisciplinary approach for developing an assessment tool for touch screen devices. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, *13*(8), 745-753.
<https://doi.org/10.1080/17483107.2017.1370500>

- Danielsson, H., Henry, L., Rönnerberg, J., & Nilsson, L. G. (2012). Executive functions in individuals with intellectual disability. *Research in Developmental Disabilities, 33*(6), 1792-1802.
- Davies, D. K., Stock, S. E., King, L. R., Brown, R. B., Wehmeyer, M. L., & Shogren, K. A. (2015). An interface to support independent use of Facebook by people with intellectual disability. *Intellectual and developmental disabilities, 53*(1), 30-41.
doi:10.5014/ajot.2015.69S1-RP101A.
- Edwards, M., Cody, C., Izer, B., Meyerhoff, S., Starling, C., & Thompson R., (2017). The Clinical Reasoning behind Occupational Therapy Practitioners' Use of iPads. *American Journal of Occupational Therapy, 71*. doi: 10.5014/ajot.2017.71S1-PO5108
- Elboim-Gabyzon, M., & Danial-Saad, A. (2021). Correlation between the ability to manipulate a touchscreen device and hand strength and manual dexterity among community-living older individuals. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 18*(17), 1-9.
<https://doi.org/10.3390/ijerph18179408>
- Elboim-Gabyzon, M., Weiss, P. L., & Danial-Saad, A. (2021). Effect of age on the touchscreen manipulation ability of community-dwelling adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 18*(4). <https://doi.org/10.3390/ijerph18042094>
- Findlater, L., Froehlich, J. E., Fattal, K., Wobbrock, J. O., & Dastyar, T. (2013). Age-related differences in performance with touchscreens compared to traditional mouse input. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings, 343-346*.
<https://doi.org/10.1145/2470654.2470703>
- Hartman, E., Houwen, S., Scherder, E., & Visscher, C. (2010). On the relationship between motor performance and executive functioning in children with intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research, 54*(5), 468-477. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2010.01284.x>
- Haveman, M., Heller, T., Lee, L., Maaskant, M., Shooshtari, S., & Strydom, A. (2010). Major health risks in aging persons with intellectual disabilities: An overview of recent studies. *Journal of Policy and Practice in Intellectual Disabilities, 7*(1), 59-69.
- Jarrold, C., Danielsson, H., & Wang, X. (2017). Absolute and proportional measures of potential markers of rehearsal, and their implications for accounts of its development. *Frontiers in Psychology, 8*, 211.

- Jeoung, B. (2018). Motor proficiency differences among students with intellectual disabilities, autism, and developmental disability. *Journal of Exercise Rehabilitation, 14*(2), 275-281.
<https://doi.org/10.12965/jer.1836046.023>
- Kagohara, D. M., van Der Meer, L., Ramdoss, S., O'Reilly, M. F., Lancioni, G. E., Davis, T. N., ... & Green, V. A. (2013). Using iPods® and iPads® in teaching programs for individuals with developmental disabilities: A systematic review. *Research in Developmental Disabilities, 34*(1), 147-156. doi:10.1016/j.ridd.2012.07.027
- Katz, G., Rangel-Eudave, G., Allen-Leigh, B., & Lazcano-Ponce, E. (2017). A best practice in education and support services for independent living of intellectually disabled youth and adults in Mexico. *Salud Pública de México, 59*, 370-377.
- Katz, N., Zahavi, O., Ekstein, B., & Erez, A. B. H. (2015). Perception of well-being within adults with Intellectual or developmental disability and autism spectrum disorder. *American Journal of Occupational Therapy, 69* (Supplement_1), 6911500001p1.
- Kim, H., Carlson, A., Curby, T., & Winsler, A. (2016). Relations among motor, social, and cognitive skills in pre-kindergarten children with developmental disabilities. *Research in developmental disabilities, 53-54*, 43-60. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.01.016>.
- Kizony, R., Katz, N., Rand, D., & Weiss, P. L. (2006, June). A short feedback questionnaire (SFQ) to enhance client-centered participation in virtual environments. In *Proceedings of 11th Annual CyberTherapy 2006 Conference: Virtual Healing: Designing Reality*. Canada: Gatineau.
- Knight, V., McKissick, B. R., & Saunders, A. (2013). A review of technology-based interventions to teach academic skills to students with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 43*, 2628-2648.
- Kumin, L., Lazar, J., Feng, J. H., Wentz, B., & Ekedebe, N. (2012). A usability evaluation of workplace-related tasks on a multi-touch tablet computer by adults with Down syndrome. *Journal of Usability Studies, 7*(4), 118-142.
- Lahtinen, U., Rintala, P., & Malin, A. (2007). Physical performance of individuals with intellectual disability: A 30-year follow-up. *Adapted Physical Activity Quarterly, 24*(2), 125–143.
<https://doi.org/10.1123/apaq.24.2.125>
- Lancioni, G. E., Singh, N. N., O'Reilly, M. F., Sigafoos, J., Alberti, G., Campodonico, F., & Desideri, L. (2023). A smartphone-based program enabling people with intellectual and other disabilities

- to access leisure, communication, and functional activities. *Universal Access in the Information Society*, 22(2), 581-590. <https://doi.org/10.1007/s10209-021-00858-4>
- Lancioni, G. E., Singh, N. N., O'Reilly, M. F., Sigafos, J., Alberti, G., Perilli, V., & Campodonico, F. (2016). Assistive technology for people with severe/profound intellectual and multiple disabilities. In K. Luiselli, & A. Fisher (Eds.), *Computer-assisted and web-based innovations in psychology, special, education and health* (pp. 287-320). Academic Press.
- Larsson-Lund, M., & Nyman, A. (2020). Occupational challenges in a digital society: A discussion inspiring occupational therapy to cross thresholds and embrace possibilities. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*, 27(8), 550-553.
<https://doi.org/10.1080/11038128.2018.1523457>
- Lifshitz, H., Merrick, J., & Morad, M. (2008). Health status and ADL functioning of older persons with intellectual disability: Community residence versus residential care centers. *Research in Developmental Disabilities*, 29(4), 301-315.
- Li-Tsang, C. W., Lee, M. Y., Yeung, S. S., Siu, A. M., & Lam, C. S. (2012). A 6-month follow-up of the effects of an information and communication technology (ICT) training programme on people with intellectual disabilities. *Research in developmental disabilities*, 33(3), 932-941.
- Mathiowetz, V., Weber, K., Kashman, N., & Volland, G. (1985). Adult norms for the Nine Hole Peg Test of finger dexterity. *The Occupational Therapy Journal of Research*, 5(1), 24-38.
- Martin-Gutierrez, J.; Del Rio Guerra, M.S. (2021). Analysing touchscreen gestures: A study based on individuals with Down Syndrome centred on design for all. *Sensors*, 21(4), 1328.
<https://doi.org/10.3390/s21041328>
- McNaughton, D., & Light, J. (2013). The iPad and mobile technology revolution: Benefits and challenges for individuals who require augmentative and alternative communication. *Augmentative and Alternative Communication*, 29(2), 107-116.
- Mechling, L. C. (2011). Review of twenty-first century portable electronic devices for persons with moderate intellectual disabilities and autism spectrum disorders. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, 46(4), 479-498.
- Mendoza, A., Alvarez, F. J., Mendoza, R., Acosta, F., & Muñoz, J. (2015). Analyzing learnability of common mobile gestures used by Down syndrome users. In *Proceedings of the XVI International Conference on Human Computer Interaction* (pp. 1-8). Association for Computing Machinery.

- Nacher, V., Cáliz, D., Jaen, J., & Martínez, L. (2018). Examining the Usability of Touch Screen Gestures for Children with Down Syndrome. *Interacting with Computers*, 30(3), 258-272.
- Pelangka, S. E. (2011). *Planned activity training for parents of children with autism: Do smart tablets serve as a motivational tool that facilitates engagement and promotes learning?* University of California Santa Barbara.
- Rao, P. T., Guddattu, V., & Solomon, J. M. (2017). Response abilities of children with Down Syndrome and other intellectual developmental disorders. *Experimental Brain Research*, 235(5), 1411-1427. <https://doi.org/10.1007/s00221-017-4889-4>
- Reichle, J. (2011). Evaluating assistive technology in the education of persons with severe disabilities. *Journal of Behavioral Education*, 20(1), 77-85. doi:10.1007/s10864-011-9121-1.
- Rideout, V. (2017). *The Common sense census: Media use by kids age zero to eight*. Common Sense Media.
- Rintala, P., & Loovis, E. M. (2013). Measuring motor skills in Finnish children with intellectual disabilities. *Perceptual and Motor Skills*, 116(1), 294-303. <https://doi.org/10.2466/25.10.PMS.116.1.294-303>
- Salgado, T. M., Fedrigan, A., Omichinski, D. R., Meade, M. A., & Farris, K. B. (2018). Identifying medication management smartphone app features suitable for young adults with developmental disabilities: Delphi consensus study. *JMIR MHealth and UHealth*, 6(5), 1-13. <https://doi.org/10.2196/mhealth.9527>
- Salvador-Carulla, L., Reed, G. M., Vaez-Azizi, L. M., Cooper, S. A., Martinez-Leal, R., Bertelli, M., Adnams, C., Cooray, S., Deb, S., Akoury-Dirani, L., Girimaji, S. C., Katz, G., Kwok, H., Luckasson, R., Simeonsson, R., Walsh, C., Munir, K., & Saxena, S. (2011). Intellectual developmental disorders: Towards a new name, definition and framework for “mental retardation/intellectual disability” in ICD-11. In *World Psychiatry*, 10(3), 175-180. <https://doi.org/10.1002/j.2051-5545.2011.tb00045.x>
- Schalock, R. L., Borthwick-Duffy, S. A., Bradley, V. J., Buntinx, W. H., Coulter, D. L., Craig, E. M., ... & Shogren, K. A. (2010). *Intellectual disability: Definition, classification, and systems of supports*. American Association on Intellectual and Developmental Disabilities. AAIDD.
- Schalock, R. L., Gardner, G. F., Bradley, V. J., (2007). *Quality of Life for people with Intellectual and other developmental disabilities: Applications across Individuals, organizations, communities, and systems*. American Association on Intellectual and Developmental Disabilities.




- Shih, C. H., Shih, C. T., & Luo, C. H. (2011). Assisting people with multiple disabilities actively correct abnormal standing posture with a Nintendo Wii balance board through controlling environmental stimulation. *Research in Developmental Disabilities, 32*(5), 2005-2010.
- Spanò, M., Mercuri, E., Randò, T., Pantò, T., Gagliano, A., Henderson, S., & Guzzetta, F. (1999). Motor and perceptual-motor competence in children with Down syndrome: Variation in performance with age. *European Journal of Paediatric Neurology, 3*(1), 7-14.
<https://doi.org/10.1053/ejpn.1999.0173>
- Sousa, C., Neves, J., & Barros, J. (2023). Towards cognitive accessibility in digital game design: Evidence-based guidelines for adults with intellectual disability. *2023 IEEE Conference on Games (CoG)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/CoG57401.2023.10333254>.
- Stephenson, J., & Limbrick, L. (2015). A review of the use of touch-screen mobile devices by people with developmental disabilities. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 45*, 3777-3791.
- Tanis, E. S., Palmer, S., Wehmeyer, M., Davies, D. K., Stock, S. E., Lobb, K., & Bishop, B. (2012). Self-report computer-based survey of technology use by people with intellectual and developmental disabilities. *Intellectual and Developmental Disabilities, 50*(1), 53-68.
- Tavares, G., Moreira, D., & Coelho, A. (2015). Validity of touchscreen devices for assessing motor skills in children with developmental disabilities. *Research in Developmental Disabilities, 47*, 14-26.
- Tsai, M. J., & Liao, P. W. (2014). A study on the usability of e-learning systems for intellectual disabilities. *Journal of Internet Technology, 15*(6), 993-1004.
- Van Naarden Braun, K., Yeargin-Allsopp, M., & Lollar, D. (2009). Activity limitations among young adults with developmental disabilities: A population-based follow-up study. *Research in Developmental Disabilities, 30*(1), 179-191. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2008.02.004>
- Vuijk, P. J., Hartman, E., Scherder, E., & Visscher, C. (2010). Motor performance of children with mild intellectual disability and borderline intellectual functioning. *Journal of Intellectual Disability Research, 54*(11), 955–965. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2010.01318.x>
- Wehmeyer M. L., Palmer S. B., Davies D. K., & Stock S. (2011). The Role of Technology Use by a Person with Intellectual or Developmental Disabilities as a Family Support. *Rivista di studi familiari, 16*(2), 90-99.

- Wehmeyer, M. L., Smith, S. J., Palmer, S. B., & Davies, D. K. (2004). Technology use by students with intellectual disabilities: An overview. *Journal of Special Education Technology, 19*(4), 7
- Williams, P., & Shekhar, S. (2019). People with learning disabilities and smartphones: Testing the usability of a touch-screen interface. *Education Sciences, 9*(4), 263.
- WHO & UNICEF (2015). *Assistive technology for children with disabilities: Creating opportunities for education, inclusion and participation*. WHO.
- Wiemeyer, J., Deutsch, J., Malone, L. A., Rowland, J. L., Swartz, M. C., Xiong, J., & Zhang, F. F. (2015). Recommendations for the optimal design of exergame interventions for persons with disabilities: Challenges, best practices, and future research. (1), 58-62.
doi: 10.1089/g4h.2014.0078. Epub 2014 Dec 3. PMID: 26181682; PMCID: PMC4601672.
- Wohlwend, K. E., (2017). Toddlers and touchscreens: Learning Concepts Beyond Print” with tablet technologies. In R. J. Meyer & K. F. Whitmore (Eds.), *Reclaiming early childhood literacies: Narratives of hope, power, and vision* (pp. 64-74). Lawrence Erlbaum.
- Woodward, J., Shaw, A., Luc, A., Craig, B., Das, J., Hall, P. J., & Anthony, L.(2016) . Characterizing how interface complexity affects children's touchscreen interactions. *CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. 1921-1933 doi:10.1145/2858036.2858200
- Wuang, Y. P., Chiang, C. S., Su, C. Y., & Wang, C. C. (2011). Effectiveness of virtual reality using Wii gaming technology in children with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities, 32*(1), 312-321.
- Wu, P., Cannella-Malone, H. I., Wheaton, J. E., & Tullis, C. A. (2016). Using video prompting with different fading procedures to teach daily living skills: A preliminary examination. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities, 31*, 129-139.
<https://doi.org/10.1177/1088357614533594>.
- Yaron, D., & Atkinson, B. F. (2013). Gesture-based interaction and its impact on learning for young adults with developmental disabilities. In *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction* (pp. 171-180). Springer.

נספחים:

נספח 1: שאלון פרטים אישיים של המשתתף

עד כמה אתה טוב בלהפעיל את הטלפון החכם או הטאבלט

		
3. טוב מאוד	2. טוב	1. לא טוב

עד כמה אתה אוהב להשתמש בטלפון או בטאבלט?

		
3. מאד אוהב להשתמש	2. אוהב להשתמש במידה בינונית [קצת אוהב להשתמש וקצת לא]	1. לא אוהב להשתמש

שם (איך קוראים לך):	גיל (בן כמה אתה):
מין: [תסמן X במקום המתאים]	כתובת מגורים: איפה אתה גר, מה הכתובת שלך? (רחוב, מספר הבית, עיר)
<input type="checkbox"/> זכר (בן) <input type="checkbox"/> נקבה (בת)	
האם אתה לוקח תרופות באופן קבוע? (למשל, כל יום) [תסמן X במקום המתאים]	
<input type="checkbox"/> כן <input type="checkbox"/> לא	אם ענית "כן", תכתוב כאן למה אתה לוקח תרופות?

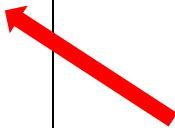


<p>אם ענית "כן", תכתוב כאן איזה בעיה יש לך בראיה:</p>	<p>האם יש לך בעיה בראייה? האם קשה לך לראות? [תסמן X במקום המתאים]</p> <p>כן <input type="checkbox"/> ←</p> <p>לא <input type="checkbox"/></p>
<p>אם ענית "כן", תסמן כאן באיזה יד אתה משתמש יותר:</p> <p>ימין <input type="checkbox"/></p> <p>שמאל <input type="checkbox"/></p> <p>[כדאי לוודא שיודע איזו יד היא יד ימין שלו ואיזו יד שמאל]</p>	<p>האם אתה משתמש ביד אחת יותר מאשר ביד השנייה? [תסמן X במקום המתאים]</p> <p>כן <input type="checkbox"/> ←</p> <p>לא <input type="checkbox"/></p>
<p>תראה לי את היד הזו.</p> <p>[כדאי לוודא שיודע איזו יד היא יד ימין שלו ואיזו יד שמאל]</p>	<p>באיזה יד אתה כותב? [תסמן X במקום המתאים]</p> <p>ימין <input type="checkbox"/></p> <p>שמאל <input type="checkbox"/></p>
	<p>האם יש לך טלפון חכם או טאבלט? [תסמן X במקום המתאים]</p> <p>כן <input type="checkbox"/></p> <p>לא <input type="checkbox"/></p>

המשך שאלון פרטים אישיים של המשתתף

	<p>עד כמה אתה משתמש בטלפון חכם או בטאבלט?</p>
--	---

	<p>[תסמן X במקום המתאים]</p> <p>כמעט לא משתמש <input type="checkbox"/></p> <p>כמה פעמים ביום <input type="checkbox"/></p> <p>כמה פעמים בשבוע <input type="checkbox"/></p>
	<p>מה אתה עושה עם הטלפון החכם או הטאבלט?</p> <p>[תסמן X במקומות המתאימים]</p> <p>משחק <input type="checkbox"/></p> <p>לומד <input type="checkbox"/></p> <p>מחפש מידע או מקבל מידע <input type="checkbox"/></p> <p>קונה דברים <input type="checkbox"/></p> <p>שומע מוסיקה ורואה סרטים <input type="checkbox"/></p> <p>מצלם <input type="checkbox"/></p> <p>מדבר עם אנשים <input type="checkbox"/></p> <p>משהו אחר [תכתוב פה מה]: <input type="checkbox"/></p>





نموذج تفاصيل شخصية للمشاركة

إلى أية درجة تعرف كيف تستعمل الهاتف الذكي أو التابلت؟

		
3. جيدة جدًا	2. جيدة	1. بدرجة غير جيدة

إلى أية درجة تحب استعمال الهاتف الذكي أو التابلت؟

		
3. أحب أن استعملهما جدا	2. أحب أن استعملهما بدرجة متوسطة	1. لا أحب أن استعملهما

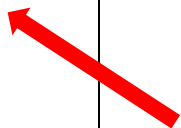
العمر (كم عمرك):	الاسم (ما اسمك):
مكان السكن: أين تسكن، ما هو عنوان بيتك؟ (الشارع، رقم المنزل، المدينة)	الجنس: [ضع X في المكان الملائم] <input type="checkbox"/> ذكر (رجل) <input type="checkbox"/> أنثى (امرأة) <div style="text-align: center;">   </div>

<p>هل تتناول أدوية بشكل ثابت؟ (مثلا، كل يوم)</p> <p>[ضع X في المكان الملائم]</p> <p>نعم <input type="checkbox"/></p> <p>لا <input type="checkbox"/></p> <p>إذا أجبت "نعم"، اكتب هنا، من فضلك، لماذا تتناول أدوية؟</p>	<p>هل لديك مشكلة في النظر؟ هل لديك صعوبة في الرؤية؟</p> <p>[ضع X في المكان الملائم]</p> <p>نعم <input type="checkbox"/></p> <p>لا <input type="checkbox"/></p> <p>إذا أجبت "نعم"، اكتب هنا، من فضلك، أية مشكلة في النظر لديك:</p>
<p>هل تستخدم يدا واحدة أكثر من اليد الأخرى؟</p> <p>[ضع X في المكان الملائم]</p> <p>نعم <input type="checkbox"/></p> <p>لا <input type="checkbox"/></p> <p>إذا أجبت "نعم"، ضع إشارة حول اليد التي تستعملها أكثر:</p> <p><input type="checkbox"/> اليمنى</p> <p><input type="checkbox"/> اليسرى</p> <p>[כדאי לוודא שיודע איזו יד היא יד ימין שלו ואיזו יד שמאל]</p>	<p>أية يد تستعملها للكتابة؟</p> <p>[ضع X في المكان الملائم]</p> <p>اليمنى <input type="checkbox"/></p>
<p>أريد أن أرى هذه اليد.</p> <p>[כדאי לוודא שיודע איזו יד היא יד ימין שלו ואיזו יד שמאל]</p>	

	<input type="checkbox"/> اليُسرَى
	هل لديك هاتف ذكي أو تابليت؟ [ضع X في المكان الملائم] <input type="checkbox"/> نعم <input type="checkbox"/> لا

تتمة نموذج تفاصيل شخصية للمشارك

	إلى أية درجة تستعمل الهاتف الذكي أو التابليت؟ [ضع X في المكان الملائم] <input type="checkbox"/> لا أستعملهما تقريباً <input type="checkbox"/> عدة مرات في اليوم <input type="checkbox"/> عدة مرات في الأسبوع
	ما هو الهدف من استخدام الهاتف الذكي أو التابليت؟ [ضع X في الأماكن الملائمة] <input type="checkbox"/> اللعب <input type="checkbox"/> التعلم <input type="checkbox"/> البحث عن معلومات أو تلقي معلومات <input type="checkbox"/> شراء الأغراض <input type="checkbox"/> سماع الموسيقى ومشاهدة الأفلام <input type="checkbox"/> التصوير <input type="checkbox"/> التحدث مع الآخرين <input type="checkbox"/> استعمال آخر [اكتب هنا لماذا تستخدمهما]:



נספח מספר 2: שאלון משוב – Short Feedback Questionnaire (SFQ-Child)

[לשאלול מיד אחרי כל מטלה באפליקציה]

איך היה לך המשחק הזה "Touch It"? קשה, קל?

		
3. היה לי קל	2. היה לי בסדר	1. היה לי קשה




איך היה לך המשחק "Corner It"? קשה, קל?

		
3. היה לי קל	2. היה לי בסדר	1. היה לי קשה

איך היה לך המשחק "Tap It"? קשה, קל?

		
3. היה לי קל	2. היה לי בסדר	1. היה לי קשה

איך היה לך המשחק "Drag It"? קשה, קל?

		
---	---	---

1. היה לי קשה	2. היה לי בסדר	3. היה לי קל
---------------	----------------	--------------

איך היה לך המשחק "Slid It"? קשה, קל?

		
3. היה לי קל	2. היה לי בסדר	1. היה לי קשה

איך היה לך המשחק "Pinch It"? קשה, קל?

		
3. היה לי קל	2. היה לי בסדר	1. היה לי קשה

[לשאול בסוף ההתנסות]

1. האם נהנית מהמשחקים?

		
3. נהנתי מאוד	2. נהנתי קצת	1. בכלל לא נהנתי

2. המשחקים היו דומים למשחקים אחרים שאתה מכיר?

		
3. מאד דומים למשחקים אחרים שאני מכיר	2. קצת דומים למשחקים אחרים שאני מכיר	1. בכלל לא דומים למשחקים אחרים שאני מכיר

3. האם הצלחת במשחקים?

		
3. הצלחתי מאד	2. הצלחתי קצת	1. לא הצלחתי בכלל

4. האם הגוף שלך הרגיש בנוח בזמן המשחקים?

		
3. הגוף שלי הרגיש מאד בנוח	2. הגוף שלי הרגיש בנוח במידה בינונית [קצת בנוח וקצת לא בנוח]	1. הגוף שלי לא הרגיש בנוח בכלל




5. אם הגוף שלך לא הרגיש בנוח, תסביר למה (מה לא היה נוח לך?):

استمارة التغذية المرتدة – كيف شعرت أثناء الفحص؟
Short Feedback Questionnaire (SFQ-Child)
[לשאול מיד אחרי כל מטלה באפליקציה]

كيف كانت لعبة "Touch It"؟ لعبة صعبة، سهلة؟

		
3. سهلة	2. جيدة	1. صعبة




كيف كانت لعبة "Corner It"؟ لعبة صعبة، سهلة؟

		
3. سهلة	2. جيدة	1. صعبة

كيف كانت لعبة "Corner It"؟ لعبة صعبة، سهلة؟

		
3. سهلة	2. جيدة	1. صعبة


كيف كانت لعبة "Drag It"؟ لعبة صعبة، سهلة؟

		
3. سهلة	2. جيدة	1. صعبة

كيف كانت لعبة "Slid It"؟ لعبة صعبة، سهلة؟




		
3. سهلة	2. جيدة	1. صعبة

كيف كانت لعبة "Pinch It"؟ لعبة صعبة، سهلة؟

		
3. سهلة	2. جيدة	1. صعبة

[لשאול בסוף ההתנסות]

1. هل تمتعت خلال الفعالية؟


		
--	--	--

1. لم أتمتع أبدا 2. تمتعت قليلا 3. تمتعت جدا

2. هل شعرت بأن الألعاب شبيهة بالألعاب الأخرى التي تعرفها؟

		
3. تشبه جدا الألعاب الأخرى التي أعرفها	2. تشبه قليلا الألعاب الأخرى التي أعرفها	1. لا تشبه أبدا الألعاب الأخرى التي أعرفها

3. هل نجحت في الألعاب؟

		
3. نجحت جدا	2. نجحت قليلا	1. لم أنجح أبدا

4. هل شعرت بارتياح أو توتر أثناء الألعاب؟

		
3. شعرت بارتياح جدا	2. شعرت بارتياح بدرجة متوسطة	1. لم أشعر بارتياح أبدا

1. إذا لم تشعر بارتياح، اشرح لماذا (ماذا لم يكن مريحا لك؟):

בדיקה עם מד כוח ידני (מכשיר שמוודד את הכוח ביד שלך)

נעשה את הבדיקה 3 פעמים בכל יד.

נתחיל עם היד החזקה שלך –

היד שבה אתה משתמש כדי לעשות את רוב הפעולות

(למשל, היד שבה אתה כותב, מסתרק, זורק כדור, מערבב אוכל בסיר).

אחר כך נבדוק את היד הפחות חזקה –

היד שבה אתה משתמש פחות.

כדי לעשות את הבדיקה, אתה צריך לשבת על כיסא בלי משענות ידים –

בלי מקום לשים את הידיים.

כדי לעשות את הבדיקה :

1. אתה צריך לקפל את היד כמו בתמונה.



2. אתה צריך לסובב את כף היד כמו בלחיצת ידיים, ככה שהאגודל (האצבע הגדולה) תהיה למעלה.

3. אתה צריך להחזיק את המכשיר בידית,

וללחוץ הכי חזק שאתה יכול במשך שלוש שניות (לספור עד 3).

تمت كتابة هذا المستند بلغة الذكر، لكنه معد لكلا الجنسين على حد سواء

فحص قوة يدوي (جهاز يقيس قوة يدك)

نجري الفحص ثلاث مرات في كل يد.

نبدأ بيدك الأقوى -

اليد التي تستعملها غالباً.

(مثلاً: اليد التي تكتب فيها، تمشط شعرك، ترمي الطابة، وتخلط الطعام في الطنجرة).

بعد ذلك، نفحص اليد الأضعف -

اليد التي تستعملها أقل.

لكي نعمل الفحص، اجلس على كرسي من دون مسند (دعامة) اليدين -

القصد أن لا يكون في الكرسي مكان لوضع اليدين.


للقيام بالفحص:

1. قم بطي يدك كما ترى في الصورة.



2. حرك كف يدك وكأنك تسلم على أحد، بحيث تكون إصبعك الكبيرة (الإبهام) متجهة إلى الأعلى.

3. أمسك الجهاز من الجزء المعد للإمساك (المقبض)، بعد ذلك، اضغط قدر استطاعتك لمدة ثلاث ثوان (عد حتى 3).

<p align="center">בדיקה של העברת קוביות מקופסה לקופסה</p>	
	<p>במבחן הזה אתה צריך להשתמש ביד אחת, ולהרים כל פעם רק קוביה אחת. אתה צריך לקחת קוביה מצד אחד של הקופסה ולהעביר אותה לצד השני מעל לקיר, כמו בתמונה.</p>
<p>תסתכל עלי בזמן שאני מראה לך איך עושים את זה. [תעביר שלוש קוביות מעל צד אחד של המחיצה לצד השני באותו כיוון שאליו תרצה שהמטופל יגיע. אז תגיד למטופל:]</p>	
<p>יש כמה כללים חשובים:</p> <ul style="list-style-type: none"> • מותר להעביר רק קוביה אחת בכל פעם. (אם תעביר שתי קוביות, זה יהיה כמו להעביר קוביה אחת). • אסור לזרוק קוביות מצד לצד. מותר רק להחזיק את הקוביה עם האצבעות ולהעביר אותה מצד אחד של הקופסה לצד השני. האצבעות שלך צריכות לעבור את הקיר בין הקופסאות. • אם קובייה נופלת על הרצפה או על השולחן, אל תרים אותה. 	
<p>יש לך שאלות?</p>	
<p>לפני שתתחיל, תוכל להתאמן קצת, עד שאני אגיד לך לעצור.</p>	
<p>שים את הידיים שלך משני הצדדים של הקופסה. כשיגיע הזמן להתחיל, אני אגיד לך "תתחיל". מוכן? "תתחיל" [תספור עד 15] "תעצור!"</p>	
<p>אחרי האימון, תאמר למטופל: עכשיו נעשה את הבדיקה האמיתית. ההוראות הן כמו בתרגול. [תחזור על ההוראות] מוכן? [תחכה 3 שניות] "תתחיל!" [אחרי דקה אחת] "תעצור!" [תספור את הפסילות ותרשום את הניקוד לפי ההנחיות למעלה]</p>	

فحص نقل مكعبات من علبة إلى علبة أخرى

في هذا الفحص عليك أن تستعمل يدا واحدة، وترفع في كل مرة مكعبا واحدا فقط.



أمسك مكعبا واحدا من جهة واحدة من العلبة، بعد ذلك انقله إلى الجهة الثانية وراء الحاجز، كما ترى في الصورة.

انظر كيف أقوم بما عليك القيام به بهذا الفحص.

[תלעביר שלוש קוביות מעל צד אחד של המחיצה לצד השני באותו כיוון שאליו תרצה שהמטופל יגיע. אז תגיד למטופל:]

هناك بعض القواعد الهامة:

- يمكن نقل مكعب واحد فقط في كل مرة.
(إذا نقلت مكعبين، يعتبر هذا، وكأنك نقلت مكعبا واحدا).
- لا ترم مكعبا من جهة إلى أخرى.
يمكن فقط أن تمسك مكعبا بأصابعك، وتنقله من جهة واحدة من العلبة إلى الجهة الثانية.
يجب أن تمر أصابعك فوق الحاجز بين العلبتين.
- إذا سقط المكعب على الأرض أو الطاولة، فلا ترفعه.

هل عندك أسئلة؟

قبل أن تبدأ، يمكن أن تتدرب قليلا، حتى أطلب منك التوقف.

ضع يديك بجانب طرفي العلبة.

عندما يجب البدء أقول لك «ابدأ».

هل أنت مستعد؟ «ابدأ»

[תספור עד 15]

«توقف»

بعد التدرّب، أطلب من متلقي العلاج:

نبدأ الآن بالفحص الحقيقي.

التعليمات شبيهة بالتعليمات التي كانت وقت التدرّب. [תחזור על ההוראות]

هل أنت مستعد؟ [תחכה 3 שניות]

«ابدأ»

[אחרי דקה אחת]

”توقف!”

[תספור את הפסילות ותרשום את הניקוד לפי ההנחיות למעלה]

Abstract

Touch screen technologies accessible to people with intellectual and developmental disabilities (hereinafter: IDD) are of great value as they can contribute to their integration into modern society, improving their quality of life and increasing their independence. This recognition was expressed in the anchoring of the right to accessibility in all areas of life in the International Convention on the Rights of Persons with Disabilities and in Israeli legislation and standards. However, there is no tool that can comprehensively and objectively assess the abilities and challenges of people with IDD when using these devices.

For this purpose, the TATOO (Touchscreen-Assessment Tool) application was developed to assess motor skills in operating touch screens. This tool, developed by Danial-Saad and Chiari (2017), was originally adapted for children and adults, but not for people with IDD over the age of 21. The application provides a comprehensive and reliable picture, reflecting the capabilities and difficulties of subjects when operating a touch screen. For this purpose, the actions required to use a touch screen are examined, including touching, dragging, pinching, and more, and a summary is presented with graphic and numerical data of measures such as pressure, execution time, range of motion, accuracy, and more. With the help of these measures, it is possible to assess the common characteristics of abilities and difficulties of fine motor components when operating a touch screen and their widespread implications on users' daily lives. The assessment is not culture and/or language dependent and does not require writing skills.

The purpose of this study was to adapt the interface of the existing TATOO tool for adults with IDD over the age of 21 in order to characterize the components of fine motor skills and their performance measures when using TATOO, and to examine the relationship between individual characteristics (IDD level, age, and user experience) and performance measures when using it. The study was also intended to examine the relationship between the performance measures of standard diagnostic tools that assess fine motor skills and strength (The Box and Block Test (BBT) that assesses unilateral gross manual dexterity and a manual dynamometer for measuring grip and pinch strength) and the fine motor measures when operating a touch screen using TATOO among adults with IDD.

The research design was correlational, using a cross-sectional study. It included 120 subjects with IDD aged 21-58 years with various IDD levels (mild, mild-moderate, and moderate). The participants performed a variety of tasks in TATOO, including touching the screen, double tapping, dragging, and pinching. In addition, standardized tests were administered to evaluate fine motor skills (Box & Blocks) and strength Hand Grip Dynamometer (HGD). Demographic data and data on previous experience using touchscreen technology were collected.

The findings confirm a significant correlation between the IDD level, age, and user experience and the participants' performance in TATOO. It was found that the more severe the level of IDD and the older the age of the participants, the slower and less accurate the performance. On the other hand, more user experience using touchscreens was associated with faster and more accurate performance. TATOO demonstrated concurrent and discriminant validity in relation to standardized tests, with significant correlations between TATOO measures and performance on Box & Blocks and HGD tests. A high level of satisfaction was found with the use of TATOO, with reports indicating enjoyment, a sense of success, and physical comfort.

This study highlights the potential of TATOO as a unique assessment tool for this population, providing detailed information on specific motor abilities required in the digital age and supporting professionals in making touchscreen devices accessible to this population. The findings indicate the importance of adapting touch interfaces to the specific needs of people with IDD and suggest directions for future research and practical applications to improve technological accessibility for this population.

Keywords: fine motor assessment, touchscreen use assessment, intellectual and developmental disability, TATOO application, user experience

Synopsis

This study examined the use of TATOO (Danial-Saad & Chiari, 2017) to assess motor skills in touchscreen operation among 120 adults with intellectual and developmental disabilities (hereinafter: IDD) aged 21 and over. The study focused on adapting TATOO's user interface (UI) and examining its feasibility for this population. The findings showed a significant correlation between the IDD level, the age, user experience and the participants' performance. TATOO demonstrated concurrent and discriminant validity compared to standardized tests and was found to provide detailed information about specific motor abilities required when operating touchscreen. The findings indicate the importance of adapting touch interfaces to the specific needs of people with IDD, and emphasizes TATOO's potential to support professionals in making devices accessible to this population. Such accessibility opens opportunities for equal integration into society, work and daily life, helping overcome barriers and improve quality of life. Additionally, the findings suggest directions for future research and practical applications.



Touchscreen Operation Among People with IDD: Assessment of Fine Motor Components Using the TATOO© Application

Dr. Danial-Saad Alexandra

Department of Occupational Therapy, University of Haifa



Research Partners:

Dr. Galit Yogev-Seligmann - Department of Occupational Therapy, University of Haifa

Ms. Muna Swaid - Master's student, Department of Occupational Therapy, University of Haifa

Ms. Ria Nassar-Yassin - Research Assistant, Department of Occupational Therapy, University of Haifa

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

2024