

Implications of developmental characteristics in motor learning on teaching motor skills / המאפיינים של התפתחות הלמידה המוטורית: השלכות על הוראת המיומנויות המוטוריות

Author(s): אורלי יזדי-עוגב and O. Yazdi-Ugav

Source: Movement: Journal of Physical Education & Sport Sciences / כתב-עת בתנועה: כתב-עת
ניסן, תשנ"ג) Vol. 6‎, No. 1, למדעי החינוך הגופני והספורט, ניסן, תשנ"ג / מרץ, 1993
pp. 62-80 (/), מרץ, 1993

Published by: Academic College at Wingate

Stable URL: <https://www.jstor.org/stable/23631739>

JSTOR is a not-for-profit service that helps scholars, researchers, and students discover, use, and build upon a wide range of content in a trusted digital archive. We use information technology and tools to increase productivity and facilitate new forms of scholarship. For more information about JSTOR, please contact support@jstor.org.

Your use of the JSTOR archive indicates your acceptance of the Terms & Conditions of Use, available at <https://about.jstor.org/terms>



is collaborating with JSTOR to digitize, preserve and extend access to *Movement: Journal of Physical Education & Sport Sciences* / כתב-עת למדעי החינוך הגופני והספורט

JSTOR

המאפיינים של התפתחות הלמידה המוטורית: השלכות על הוראת המיומנויות המוטוריות

אורלי יזדי-עוגב

מטרת המאמר

אחת המטרות העיקריות של תכניות החינוך הגופני בבית-הספר היסודי היא ללמד ילדים מיומנויות מוטוריות. עובדה זו נכונה בעיקר בהוראת **מיומנויות היסוד** (fundamental motor skills) ובהוראת **מיומנויות ספורט ספציפיות** (Docherty, 1982; & Turkington, 1986). איכות תהליך הרכישה או הלמידה של המיומנויות המוטוריות קשורה בגורמים רבים, כגון: **מערכות עצביות-שריריות, מערכות מוטוריות-מרכזיות, יחסי גומלין בין החושים, תהליכי תפיסה ותכנון מוטורי**. הביצוע של כל תנועה, אף הפשוטה ביותר, הינו שילוב של **חשיבה, של פעולה פיסית של הגוף ושל גורמי הסביבה** (Dijoseph, 1984). על אנשי מקצוע, העוסקים בהיבטים השונים של תנועת האדם, מוטלת האחריות לדעת, להעריך ולהבין את הגורמים, המשתתפים בהתנהגות המוטורית. מתוך תפיסה זו נגזרות מטרות המאמר, ואלה הם:

- ★ סקירת ההבדלים המשמעותיים בין ילדים ובין מבוגרים בהתפתחות תהליך עיבוד המידע.
- ★ בחינת ההשלכות, שיש להבדלים הללו, על היישום בהוראת המיומנויות המוטוריות.

למידה מוטורית על-פי המודל לעיבוד מידע

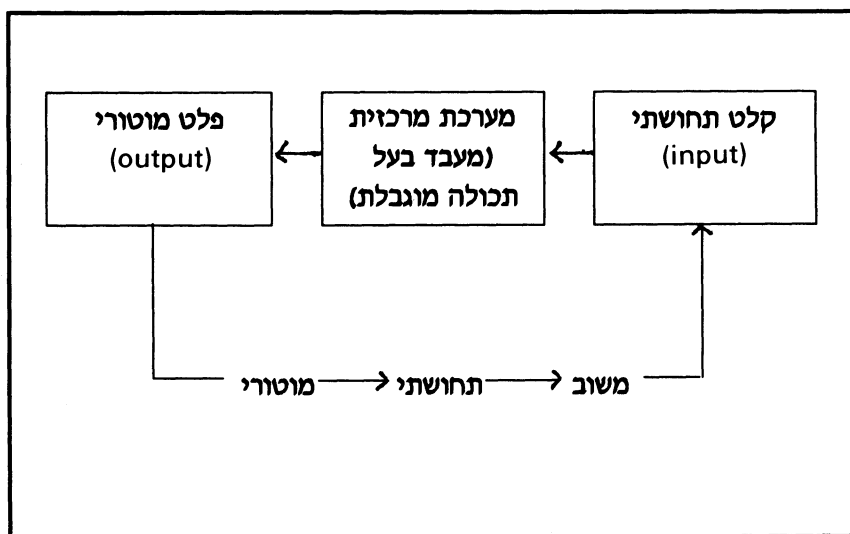
המושג **למידה מוטורית** (motor learning) יוגדר, לצורך המאמר הנוכחי, **כתהליך של**

תאריכים: למידה מוטורית; מיומנות; מיומנות מוטורית; זיכרון; הוראה.

בתנועה, כרך ב, חוברת 1, תשנ"ג - 1993

שינוי קבוע בהתנהגות המוטורית, בעקבות ניסיונות חוזרים ונשנים של הביצוע. אין בהגדרה זו התייחסות לנטיות התורשתיות, לבשילות או למצב הזמני, שבו מצוי המבצע בהשפעתם של גורמים שונים, כגון: עייפות, אקלים או סמים (Singer, 1980: 8-9). לפי הגדרה זו, מסביר המודל לעיבוד מידע את התהליך, את אופן מעורבותם ואת אופן פעילותם של המנגנונים השונים ואת המגבלות בביצוע המוטורי (Marteniuk, 1976; Singer, 1980). במודל זה, מוצג האדם כמערכת המעבדת מידע, אך בו בזמן מודגשת בו העובדה, שלמנגנוני המערכת ישנה תכולה מוגבלת (limited channel capacity). בסקירה זו ייעשה שימוש במודל לעיבוד מידע, הואיל והוא מספק מידע, המאפשר ניתוח בעיות תיאורטיות ויישומיות בכל אחד משלבי תהליך הביצוע והלמידה של המיומנויות המוטוריות.

באיור 1 ניתן לראות, שהמערכת קולטת מידע או קלט תחושתני (input) מן הסביבה ומן הגוף, מעבדת מידע זה במנגנון המרכזי, שהוא בעל תכולה מוגבלת, ולאחר מכן יוצרת תגובה מוטורית (output).



המקור: מרטיניוק (1976).

איור 1:
מנגנוני המודל לעיבוד מידע

לשם פעילות יעילה של המערכת הזאת, קיימת חשיבות למשוב התחושותי, המתקבל גם במהלך הביצוע וגם לאחריו הן מהגוף והן מהסביבה. פירוש הדבר הוא, כי במודל ישנה התייחסות לביצוע המוטורי כאל **תהליך תחושותי-תפיסתי-מוטורי**, שלאחריו מתקבל משוב.

פירוט נרחב של המנגנונים השונים, תפקידיהם, והתהליכים המתרחשים בהם, ניתן למצוא בספריהם המקיפים של פיטס ופוזנר (Fitts & Posner, 1967) ושל מרטניוק (Marteniuk, 1976) וכן במאמרה של יזדי (1987). ואולם במאמר הנוכחי, מתוארים ההבדלים המשמעותיים בעיבוד המידע אצל ילדים לעומת מבוגרים ומוצגות ההשלכות, שיש להבדלים האלה על הוראת המיומנויות המוטוריות.

ההבדלים בתהליכי עיבוד המידע בין ילדים ובין מבוגרים

הילדים **אינם** מתפקדים בצורה זהה לזו של המבוגרים במטלות של עיבוד המידע. "לילדים יש מערכת עיבוד מידע פחות אלגנטית מזו של המבוגרים" (Wade, 1977: 473). המבוגרים מעבדים מידע ביעילות הואיל והם קולטים במהירות רמזים רלוונטיים למטלה שברצונם לבצע, ולכן תגובתם מדויקת למדי. התוצאה מכך היא שרק לעתים רחוקות מתבזבזת אנרגיה שלא לצורך. לעומת זאת, הילד הקטן הינו איטי מהמבוגר, ובדרך כלל "אוסף" רמזים **שאינם רלוונטים** לביצוע המטלה. עובדה זו באה לידי ביטוי בקושי, שהילדים מפגינים בעת ביצוע מטלות של זמן תגובה ושל זמן ציפיה. קשיי הביצוע תלויים, כמובן, במידת הקושי של המטלה. התגובה של הילד עשויה להיות בטווח שבין "שגויה לגמרי" לבין "מדויקת ביותר".

מה גורם להבדל קיצוני זה בין יכולתם של הילדים ובין אלה של המבוגרים בביצוע מטלות עיבוד המידע? עיון במספר מנגנונים ובמאפייניהם, עשוי להשיב על שאלה זו.

מנגנון קליטת המידע התחושותי (input)

ההתפתחות של היכולת התחושתית והתפיסית עוזרת לילדים לרכוש את הידע המתייחס הן **לגוף ולתנועותיו** והן **להכרת הסביבה**, שאליה הם נדרשים להסתגל. שתי המערכות התחושתיות-תפיסיות העיקריות, המספקות מידע על ידיעת הגוף

והסביבה הן **המערכת החזותית והמערכת הקינסטטית** (William & Deoreo, 1980; Keogh & Sugden, 1985). קיימים קשרי גומלין בין שתי המערכות האלה, הנחשבות למשמעותיות ביותר בתהליך הלמידה ובתהליך הביצוע של המיומנויות המוטוריות. להלן יפורטו ההבדלים העיקריים בין ילדים ובין מבוגרים בשתי המערכות האלה.

המערכת החזותית (visual system)

למערכת החזותית כמה מאפיינים. העיקריים שבהם, אלה הנוגעים לסקירה זו, יוצגו להלן.

מגבלה מבנית. עד גיל 6 – 7 מתפתחת הצורה הכדורית של גלגל העין באופן הדרגתי. המשמעות של נתון פיזיולוגי זה היא, שהילד הינו רחק-רואי. לכן, לפני שמפרשים אירוע כלשהו כבעיה של קליטה (input), חייבים להבטיח, שהגירוי שעל הילד לתפוס, בהיותו רחק-רואי, מצוי במרחק המאפשר לו להתגבר על מגבלה מבנית זו (Smith, 1970).

העדפה מובדלת לממדים מסוימים של הסביבה, מתפתחת עם הגדילה. עד גיל 3 – 4, קולט הילד את הסביבה בהתאם **לצורה** של החפצים. בגיל 5 – 6, הופך **הצבע** של הגירוי להיות הדומיננטי בתרגום המידע התחושי. מסקירת הספרות, שדנה בהיבטים החזותיים, עולה (Smith, 1970), שהמבוגרים ממשיכים לקלוט מידע ביעילות רבה יותר מן הילדים על-פי הממד של צבע.

הפניית קשב סלקטיבי (selective attention). הילדים, עד תחילת גיל ההתבגרות, מגלים קושי, כאשר עליהם לבחור מן הסביבה רק את הרמזים הרלוונטיים לשם ביצועה של פעילות מסוימת (Smith, 1970). ברוב המקרים אין הילדים יודעים, כיצד לחקור את השדה החזותי, לקלוט את המידע הרלוונטי ולנצלו לשם קבלת החלטות (Vurpillot, 1968). לעומתם, המבוגרים מיומנים למדי באיסוף מידע רלוונטי. במחקר (Druker & Hagen, 1969) נמצא, שהמבוגרים נוטים לחסום כמעט לגמרי מידע משני או מידע שאינו רלוונטי. מכאן, המבוגר קולט מידע הקשור כמעט כולו למטלה. הילד, לעומת זאת, נוטה להעמיס על המערכת (המוגבלת בתכולתה) מידע רב, הן רלוונטי והן בלתי רלוונטי. דפוס זה מחייב את המערכת המרכזית לעבד כמויות גדולות של מידע, ופוגם ביכולתו של הילד להגיב במהירות.

תנועות איטיות וחסרות דיוק של העיניים. עד גיל 5 בקירוב, פועלות עיני הילד באורח איטי ובלתי מדויק. תופעה פיזיולוגית זו, מקשה על הילד להסתגל לחפצים עפים ולעקוב אחריהם (Kay, 1969). ייתכן, שילדים מגלים קושי במיומנויות כדור, ובעיקר בתפיסה של כדור, לאו דוקא בגלל חוסר שליטה מוטורית, אלא עקב המגבלות במערכת החזותית.

ייתכן איפוא, כי בעיות **הקלט** המתעוררות בשעת הביצוע או בשעת הלמידה המוטורית, מקורם במאפיינים, שתוארו לעיל. לפיכך, יש להתחשב בהם בשעת בנייתה של תכנית האימונים.

המערכת הקינסטטית (kinesthetic system)

פעולת הקבלה והשילוב של **המידע הקינסטטי** הינו תהליך, המוסבר על ידי חוקרים שונים בשתי גישות. האחת, **כתהליך תחושי**, שלו אחראי מנגנון **הקלט** (Papper & Herman, 1973). הגישה השנייה המסורתית יותר, רואה את הפעולה **כתהליך תפיסתי**, שלו אחראי מנגנון **העיבוד המרכזי** (Spiriduso, 1978).

החוקרים התומכים בגישה הראשונה, מניחים שניתן להשתמש במידע התחושי-קינסטטי לשעצמו באופן מודע, ו**בנפרד** מן המידע החזותי והמרחבי. זאת אומרת, שהמידע, המתקבל מן התנועות הינו משמעותי, וניתן לרישום ברמה הקוגניטיבית. מתוך תפיסה זו נגזרות כמה הגדרות של **קינסטזיה**:

★ קינסטזיה היא החוש, המספק מידע על חלקי הגוף השונים, על פעולתם ועל מצבם בחלל, **לפני התנועה, במהלכה ולאחר ביצועה.**

★ קינסטזיה היא התחושה והמידע על התנועות ועל התנוחות של הגוף, המתקבלים באמצעות **החיישנים הפנימיים והתת-יוריים בגוף**, אשר אינם מתבססים על מידע הנקלט בחוש השמיעה, בחוש הראייה, או הנמסר באורח מילולי.

החוקרים, התומכים בגישה השנייה טוענים, שלשם שימוש יעיל בקינסטזיה, במובן השיפוט המוחלט, חייב מידע זה **להשתלב** עם המידע הנקלט בחוש הראייה ובחוש השמיעה, ולכן נכלל בתפקודים של העיבוד המרכזי. באמצעות עיבוד במנגנון המרכזי (מערכת העצבים המרכזית) עובר המידע הקינסטטי **תהליכי ניתוח, ארגון, זיכרון ותפיסה** (פיענוח והצמדת משמעות) של **המידע הנקלט בחושים.**

למרות ההבדלים המצויים בין שתי הגישות, משלימות הן זו את זו בשעת איתור בעיותיו של הלומד. בשתייהן יש הדגשה על החשיבות הרבה, שיש לקינסתזיה כמקור **המספק משוב שניתן לנצלו לשיפור ההתנהגות המוטורית, המודעות הגופנית והלמידה המוטורית.**

היכולת להשתמש במדויק במידע הקינסטטי לשם בקרת התנועה משתפרת עד לגיל 11 בערך. לאחר מכן מתייצבת יכולת זו (Millar, 1972). במחקר, שערכו גרון ורכס (1984) נמצא, שניתן לשפר קינסתזיה אצל ילדים בגיל 7 ו-8 על-ידי מיקוד תשומת ליבם לתנועות גופם בשעת הביצוע המוטורי. חוקרות אלה אף טענו, שהקינסתזיה מתעצבת **כתכונה** בגיל הילדות המוקדמת **(שם)**.

ככל הנראה, עם ההתפתחות של התחושות ושל התפיסה, חל גם שינוי עקבי בהיררכיה של שתי מערכות התחושה הדומיננטיות: מערכות הראייה והקינסתזיה. השינוי בא לידי ביטוי במעבר מן השימוש המוגבר (או מהדומיננטיות) של הקלט ממערכות המגע והקינסתזיה (מידע סומאטי), לשימוש בקלט **מטלרספטורים**. זאת אומרת, **מהחיישנים הפרוקסימליים** (הקרובים לגוף), לשימוש **בעיניים** כמקור עיקרי לקליטה ולבקרת ההתנהגות המוטורית. המעבר לדומיננטיות המערכת החזותית, מהווה מהפך מן השימוש במערכות התחושה בעלות היכולת הבסיסית של עיבוד מידע, לשימוש בקלט ממערכות תחושה, שלהן יכולת עיבוד מידע מעודנת במידה רבה יותר. המערכת החזותית הינה מדויקת ביותר, והיא מסוגלת לספק מידע לאינדיבידואל על הסביבה (William & Deoreo, 1980).

דוגמה טובה לשינוי בדומיננטיות של מערכות התחושה, ניתן לראות בביצוע הקפיצה בחבל (ששני מבוגרים מגלגלים אותו) אצל ילד בגיל 4. בגיל זה הילד אינו מסוגל עדיין להשתמש בצורה מדויקת במידע החזותי, שנגזר מהחבל המסתובב, כדי לבצע קפיצה מוצלחת. זאת, מכיוון שהילד מסתמך במידה ניכרת על רמזים גופניים-קינסטטיים בביצוע הפעילות המוטורית, ועדיין אינו מסוגל להשתמש ביעילות ברמזים חזותיים וחיצוניים, הדרושים כדי לשלוט בהצלחה בפעילות המוטורית. מכאן, שיש לעזור לילד לעצב את רצף תנועותיו ואת קצב תנועותיו, בטרם ניתן להוסיף את תנועת החבל. לעומת זאת, **אין צורך** להוביל ילד בגיל 7-8 (אשר יתמודד עם מצב דומה), למיומנות הקפיצה בחבל על ידי עיצוב מוקדם של דפוס התנועות של הגוף. לילד בגיל זה לא קיימת למעשה בעיה, או לכל היותר, קיימת בעיה פשוטה של תיאום פעילות הקפיצה בחבל עם גירויים חזותיים, הנגזרים מתנועת

סיבוב החבל. הווה אומר, **חל מעבר** מהסתמכות על התחושה ועל הרמזים הקינסטטיים לשימוש במידע חזותי לשם בקרת ההתנהגות המוטורית.

ההשלכות להוראת מיומנויות מוטוריות

יישום עקרון השינוי בהיררכיה של המערכות התחושתיות והמעבר מדומיננטיות קינסטטיות לדומיננטיות חזותית, בהוראת מיומנויות מוטוריות גסות, מתבטא בעיקר בסיווג המיומנויות, שברצוננו ללמד. אחת השיטות המקובלות לסיווג מיומנויות נעשה בהתאם למידת ה**יציבות** של סביבת הביצוע, לפיה ניתן להבחין בין **מיומנויות סגורות** (closed skills) ו**מיומנויות פתוחות** (open skills) (Magill, 1985). מיומנות סגורה מתבצעת בסביבה יציבה ובלתי משתנה, בעוד שמיומנות פתוחה מתבצעת בסביבה המשתנה באופן תמידי, ומשום כך לא ניתן לצפות מראש את השינויים שחלים בה. רוב המיומנויות המתבצעות במצב משחק, מוגדרות כפתוחות. לפיכך, שיטת הוראה יעילה היא זו שבשלב הראשון חושפת את הלומד למיומנויות פתוחות בסביבה הניתנת לשליטה. לאחר מכן, יש לפתח בהדרגתיות את המיומנויות לרמה מתקדמת ומורכבת יותר. כאשר המורה שואף ללמד את מיומנות הכדרור בכדורסל, לדוגמה, יש בשלב הראשון לאפשר לתלמידים לכדרר באופן עצמאי. בשלב זה יש לדאוג לכך שהסביבה תהיה יציבה, היות שעיקר הקשב הקינסטטי והחזותי של הלומד מופנה לביצוע המטלה. כאשר הלומד מציג רמה גבוהה ושליטה גופנית-קינסטטית טובה בביצוע המטלה, יכול המורה לשלב משתנים נוספים, כגון: שינוי גובה הכדרור ושינויים פשוטים נוספים במטלת הכדרור הבסיסית. לאחר מכן, ניתן לבקש מן הילד לכדרר בהליכה, בריצה, או לכדרר על-פי דפוסי כיוון שונים המסומנים על הרצפה, או בשינוי מהירויות הכדרור והריצה. מאוחר יותר אפשר להוסיף מכשולים שונים, כגון: קונוסים או כיסאות לשם העברת הקשב מן הגוף והכדור – לאובייקטים חיצוניים. אפשר להוסיף שחקנים נוספים כיריבים ובמקביל להעלות את מידת הלחץ של שמירתם, משמירה פסיבית עד לשמירה אקטיבית מלאה. בסופו של התהליך, ניתן לשלב את מיומנות הכדרור במצבי משחק מורכבים יותר, כגון: כדרור וריכוז המשחק.

היישום של המיומנויות המוטוריות הבסיסיות במצבי משחק אמיתיים, דורש טכניקה טובה, שינויים בדפוס הבסיסי, מודעות לסביבה ושימוש באסטרטגיות שונות. לכן רצוי, שהניסיונות הראשונים בלמידת המיומנויות המוטוריות ייעשו בתנאי סביבה יציבים באופן יחסי. ואילו המעבר למצבים המשתנים בסביבה, יתבצע

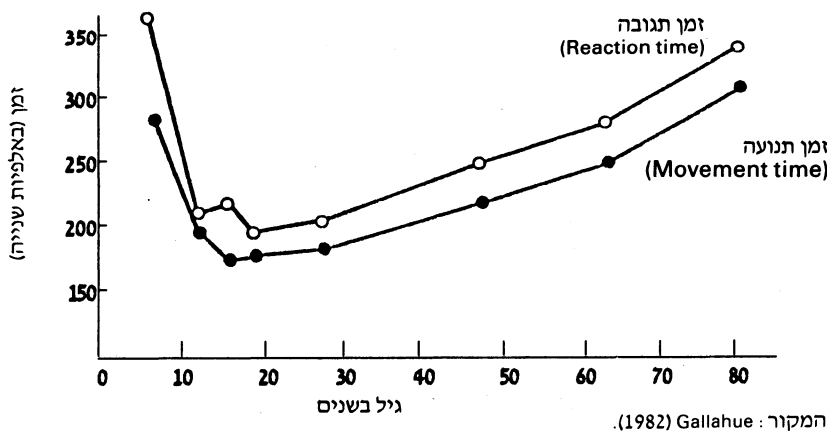
באופן הדרגתי. מצבי ביצוע משתנים, התובעים שינויים בביצוע הדפוס המוטורי הבסיסי, מספקים בסיס טוב לביצוע המיומנויות בתנאי המשחק ה"אמיתי" (Docherty & Turkington 1986).

מנגנון העיבוד המרכזי

לאחר קליטת המידע מן הסביבה ומן הגוף במערכות התחושתיות, מתבצע העיבוד של מידע זה באמצעות תהליכי תפיסה. עם תהליכים אלה נמנים: הפירוש, ארגון המשמעות והצמדתה למידע על המצב העכשווי של הביצוע. תהליכי תפיסה אלה מתבססים על ניסיונות העבר. על סמך תהליכי התפיסה, מסוגל המבצע לקבל החלטות. כלומר, לבחור את התגובה שתאים ביותר להשגת המטרה של התנועה בסביבה היציבה או המשתנה. **מנגנון העיבוד המרכזי**, המתבסס על תהליכים אלה, נעזר בדפוסי ההתפתחות **במערכת הזיכרון**, ובתהליך **התכלול הבינחושי**.

מערכות הזיכרון

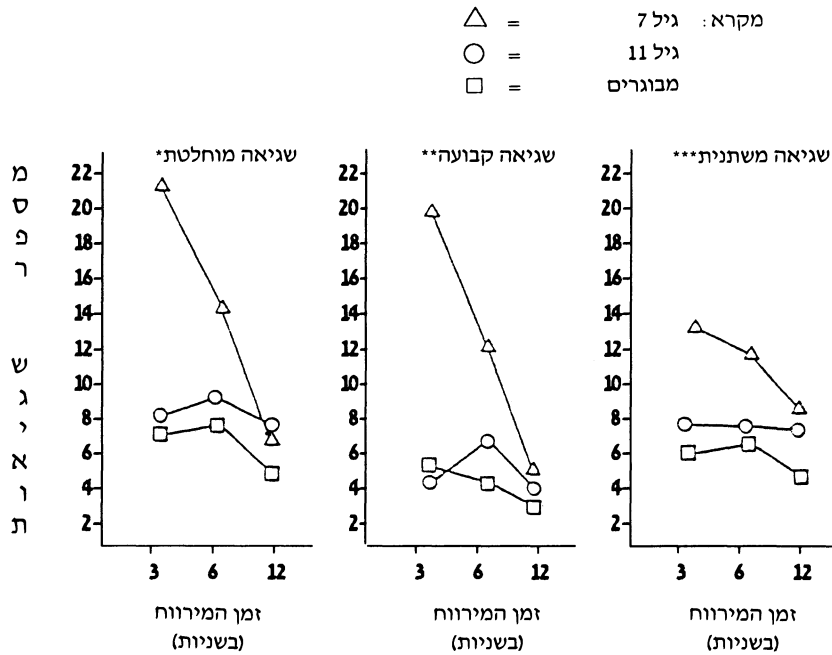
קיימת הסכמה כללית בקרב החוקרים, שתהליכי זיכרון פועלים ביתר איטיות אצל ילדים מאשר אצל מבוגרים (Wickens, 1974; Chi, 1977; Chi & Gallagher, 1982). דוגמה לשינוי זמן התגובה וזמן התנועה אצל נבדקים במהלך שנות הילדות מוצגת באיור 2.



איור 2:

שינויים החלים עם הגיל בזמן תגובה ובזמן תנועה

במחקר אחר (Gallagher & Thomas, 1980), נבדקה ההשפעה שיש למשך הזמן שלאחר מתן **ידע על התוצאות** (post KR interval), על השיפור בביצוע. הנבדקים נתבקשו להזיז ידית למרחק של 40 ס"מ ב-400 אלפיות השנייה. תוצאות המחקר מוצגות באיור 3.



המקור : Gallagher & Thomas (1980).

- * Absolute Error (AE) — **כמות** השגיאה שבוצעה **מבלי** לציין את כיוונה (-) או (+), ביחס למטרה.
- ** Constant Error (CE) — **כמות** השגיאה **וכיוונה** ביחס למטרה.
- *** Variable Error (VE) — השונות בביצוע המהווה אינדיקציה של **העקביות בביצוע** במהלך מספר ניסיונות.

איור 3:

השפעות של מרווחי עיבוד שונים על ביצוע מטלת תזמון מהירה

באיור 3 ניתן להבחין בכך שהתגובה על ילדים בגיל 7 ושל מבוגרים **למטלת תזמון מהירה** (rapid timing task), הולכת ומשתווה, כאשר מוקצב לילדים זמן ממושך יותר לניצול המידע על שגיאותיהם, שהתקבל מן הניסיון הקודם. ועוד מצאו החוקרים, שככל שניתן לילדים בגיל 7 זמן רב יותר לנצל את המידע על התנועה שביצעו, הציגו רמת ביצוע טובה יותר בתנועה הבאה. מן הניסוי ניתן להסיק שתהליכי זכירה מתרחשים **באיטיות יחסית** אצל ילדים. לפיכך, כדי לשפר את ביצועיהם, יש להקציב להם **יותר זמן** לעיבוד המידע לפני ביצוע התנועה הבאה.

מנגנון הזיכרון לטווח קצר (short term memory)

מנגנון הזיכרון לטווח קצר נחשב לזיכרון **הפעיל**, שבו מתרחשת החשיבה. התכולה של מנגנון זה מוגבלת לחמישה עד תשעה פריטי מידע (Miller, 1956). עיון בתהליכי הזיכרון לטווח קצר מגלה, שילדים נוטים לאבד מידע ממערכת זו בקצב מהיר יותר ממבוגרים. בתוך שנייה ועד לחמש שניות מהצגת הגירוי, יאבד הילד שישים אחוזים או יותר מכמות המידע (Liss & Haith, 1970; Haith, Morrison & Sheingold, 1970). הואיל והמבוגרים אינם מאבדים מידע באותה מהירות, הריהם יכולים להסתמך על כמות גדולה יותר של מידע כדי לקבל החלטות. שני גורמים משפיעים באופן משמעותי על יעילות הזיכרון לטווח קצר: **הקשב**, והשני, **אסטרטגיות הזכירה** כגון: קיבוץ (grouping) וקידוד (recording) (William & Deoreo, 1980). בטכניקות האלה נעשה שימוש הן בזיכרון לטווח קצר והן בזיכרון לטווח ארוך, ובאמצעותן ניתן להפחית מדרישות מערכת הזיכרון, ובעיקר ממערכת הזיכרון לטווח קצר. ואולם, המושגים **קיבוץ וקידוד** מחייבים הסבר נוסף.

קיבוץ הוא תהליך של ארגון יחידות מידע שונות לקבוצות מידע גדולות יותר, מתן משמעות להן ואחסון בזיכרון לטווח ארוך **במסגרת התייחסות מסויימת** (frame of reference). לדוגמה, כאשר המבצע נדרש לזכור סדרה של תנועות חדשות, מקבצים המבוגרים בדרך כלל את התנועות לפי **מאפייני התנועה**, כגון: אורך התנועה או מהירותה. לעומתם, הילדים נוטים לזכור כל תנועה בנפרד. באורח דומה, יארגן המבוגר מספר טלפון בזיכרון לפי קבצים, למשל, 381-633, בעוד שהילד ינסה לזכור מספרים בודדים.

קידוד, הוא שילוב של שתי יחידות, או יותר, של מידע, המאוחסנות בנפרד בזיכרון לטווח ארוך. לדוגמה, אצל ילד בגיל 5, מאוחסן בזיכרון לטווח ארוך הדפוס המוטורי של הדילוג, הניתור והצעד כשתי פעולות **נפרדות**. עד אשר שני הפריטים האלה לא ישתלבו (recorded) לפעולה אחת, לא יהווה הדילוג חלק של ההתנהגות המוטורית של הילד. מכאן, ששני תהליכי הזכירה, שהוזכרו לעיל, תורמים הן לארגוןם של חלקים נפרדים של מידע חדש שנכנס למערכת, באמצעות **קיבוץ** והן לאיחוד או לשילוב של מידע, שכבר קיים בזיכרון לטווח ארוך, באמצעות **הקידוד**.

על-ידי הוראת טכניקות לארגון המידע על תנועות, ניתן לשפר את הביצוע המוטורי (Thomas, 1984). מכאן ניתן להסיק, כי כדי שהשיפור בביצוע יועבר למצבי ביצוע חדשים ושונים, יש צורך בניסיון תנועתי רב, ולשם כך, יש לאפשר תרגול של מטלה מסוימת במצבים שונים ובמיוון רחב של קומבינציות תנועתיות. ראוי לציין, השימוש בטכניקות זכירה טובות **לא יחפה על כל החסרים** שיש לילדים בהשוואה למבוגרים במטלות הדורשות יתרון של גודל פיסי של כוח או של טכניקה, מכיוון שבמקרים אלה האסטרטגיות הקוגניטיביות אינן יכולות לפצות באופן מושלם על היתרונות הפיסיים.

מנגנון הזיכרון לטווח ארוך (long term memory)

מנגנון הזיכרון לטווח ארוך **מאחסן עובדות, מושגים, אסטרטגיות ותכניות מוטוריות למשך תקופות זמן ארוכות**. כמו כן, תכולתו גדולה באופן משמעותי מזו של הזיכרון לטווח קצר. העלאת המידע מן הזיכרון לטווח הארוך והעברתו לזיכרון לטווח הקצר, מאפשר שימוש בו בפעולה או בחשיבה, או בשתיהן גם יחד. השימוש בתכניות מוטוריות, המאוחסנות בזיכרון לטווח ארוך, תורם לתהליכים של שליטה ושל בקרה בשעת הביצוע של מיומנויות מוטוריות, אם כי המכניזם המדויק של תהליך זה, עדיין אינו ברור.

ההתנסויות בביצוע תנועות, המאוחסנות בזיכרון לטווח ארוך, מהוות בשנות הילדות את **המקור העיקרי** לשיפור בתנועה (Thomas, 1984). העובדה, שהשיפור בתנועה מתרחש הודות לניסיון היא חשובה, אף-על-פי שהניסיון והגיל קשורים זה בזה. חוסר הניסיון הוא הגורם לכך שילדים צעירים אינם מסוגלים להעביר (transfer) אסטרטגיה כללית, למטרה דומה במצב זהה או במצב שונה.

לעובדות שהוצגו לעיל יש מספר השלכות על הוראת המיומנויות המוטוריות: האחת, על המורה או על המחנך להדגיש את הדמיון בין הפעולה, שהילד מבצע, ובין הפעולות שבוצעו בהזדמנויות קודמות. השנייה, רצוי לבקש מן הילדים, שיסבירו את גישתם לפתרון בעיות תנועתיות, וההשלכה השלישית, אך לא הפחותה בחשיבותה, יש לספק לילד הזדמנות להתנסות בביצוע תנועות רבות מגוונות.

תכלול בינחושי (intersensory integration). הביצוע של מיומנויות מוטוריות עדינות, כגון כתיבה וגזירה, וכן מיומנויות מוטוריות גסות, כגון בעיטה בכדור או קפיצה, מתאפשר, בין היתר, הודות **לתכלול (integration)** המתמשך של המידע המתקבל ממערכות התחושה השונות. השילוב של המידע התחושי מהווה את הבסיס הן **לתהליכי תפיסה (הצמדת משמעות לגירויים) והן לתהליכי הזיכרון לטווח ארוך** (William & Deoreo, 1980). בתהליך התכלול הבינחושי, חל תיאום בין הרשמים השונים, המתקבלים בעת ובעונה אחת מן החושים השונים (Ayres, 1973). חוקרים שונים (רי' למשל, רחמני, 1981), רואים בתכלול הבינחושי מרכיב חשוב ביותר בתהליכים הקוגניטיביים. הנתונים, המתקבלים באמצעות התחושות השונות, מתחברים ליצירת הבסיס של ההתנהגות. סביר להניח, כי **לקשיים בשילוב המידע המתקבל באמצעות החושים השונים, יש תפקיד מרכזי בהפרעות בלמידה, ולעיתים קרובות, גם בהפרעות בפעילויות תנועתיות גסות ועדינות (שם).**

עם הגדילה וההתפתחות ניתן להבחין בהפחתה של השימוש הנפרד, שנעשה במערכות החושים השונות, ובהגברה של השימוש המשולב של המידע הבינחושי (intersensory) או הרב-ערוצי (multimodal). באמצעות תהליך זה מסוגל הילד לתאם ברמה גבוהה יותר בין פריטי המידע, המגיעים בו-זמנית ממערכות התחושה השונות ולהיעזר בהם לשם הכוונת ההתנהגות המוטורית. לתהליך התכלול הבינחושי יש חשיבות רבה בשיפור התהליך התפיסתי-מוטורי. יתר על כן, הוא משקף את שיפור הכישורים האינטגרטיביים של המוח. כישורים אלה מהווים בסיס מוצק, שעליו מסתמך הילד לפני קבלת החלטות בכל הנוגע לביצוע תנועות מוטוריות (Ayres, 1973).

שינויים בהוצאה לפועל (output)

הצופה בילד בן 5 או 6 עשוי להתבלבל בקלות בין בעיות המתעוררות בשלב הקלט, (input) לבין בעיות בשלב הפלט (output). הקושי באיתור המדויק של השלב, שבו קיימת הבעיה, נובע מאי-השלמתו של תהליך הדיפרנציאציה (differentiation) במערכת המוטורית (Bilodeau & Bilodeau, 1969). דפוס התפתחות זה מומחש בביצוע מטלות פשוטות של גירוי-תגובה (כגון מטלת מעקב) אצל ילדים עד גיל 5. עד גיל זה הילדים לא היו מסוגלים להוציא לפועל את התגובות המדויקות, כפי שנדרשו מן המטלה. תהליך הדיפרנציאציה של התגובה הינו תהליך ארוך, כפי שהוכח במחקרים בהם נעשה שימוש נרחב באלקטרומיוגרף (EMG) (Spaeth, 1972).

עם הגיל ועם ההצטברות של הניסיון, מסוגל הילד להוציא לפועל מערכת של תנועות מאורגנות בממד הזמן ובממד המרחב, בהתאם למטרת התנועה. תנועות אלה **עולות במורכבותן עם ההתפתחות המוטורית, התחושתית והתפיסתית של הילד**. תנועות אלה מבוססות על זיכרון נוירוביולוגי של פעולות, המבוצעות באופן דומה, ולכן הן מערבות למידה מוטורית. סביר להניח, כי במקרים, שבהם הילד אינו מסוגל לבצע דפוסי תנועה שנלמדו בהתאם לגילו, קיימת בעיה **במערכות התחושתיות** (כגון קינסטזיה) או **במערכת המוטורית** (כגון קואורדינציה) (Dijoseph, 1984). המשוב של התחושות, המתקבל ממקורות שונים במהלך הביצוע ולאחריו, מהווה אלמנט בעל חשיבות בלמידה מוטורית תקינה. סמית וסמית (Smith & Smith, 1966) רואים בלמידה המוטורית תהליך של **ארגון מחדש** של דפוסי משוב עצביים-מוטוריים לתגובה, המותאמת למצבי סביבה חדשים. באמצעות תהליך זה, מסוגלת המערכת המוטורית לפעול בדרכים האלה (**שם**):

- ★ לייצר תנועה המכוונת להשגת מטרה מוגדרת
- ★ לזהות שגיאות
- ★ להשתמש במידע על השגיאות כדי לכוון מחדש את המערכת.

בנוסף לכך, באמצעות המידע של התחושות, כגון זה המתקבל מהראייה ומאיברי שיווי המשקל, מסוגל המבצע לתקן את התכנית המוטורית. ככל שהתנועה הופכת למיומנת יותר, כן המבצע מסתמך פחות על משוב של תחושות. כאשר מערכת העצבים לומדת את הרצף הנכון של מרכיבי התנועה, כגון טווח, מהירות ומאמץ, הריהי מסתמכת יותר על השימוש **בתכניות, שעוצבו לפני כן** (preprogrammed), כדי לבצע תנועה מתואמת (קואורדינטיבית).

השלכות על היישום בהוראה

לשם שיפור תהליך הלמידה המוטורית קיימת חשיבות רבה **לחשיפת הילד מגיל צעיר להתנסויות במגוון רחב של פעילויות תחושתיות-תפיסתיות-מוטוריות**. חשיפה זו תביא לפיתוח מצב עשיר של דפוסי תנועה, אשר עליהם יוכל הילד להתבסס בהמשך ההתפתחות. אין זה הגיוני להניח, שהתנסויות קודמות אינן משמעותיות בניסיונותיו של הילד ללמוד מיומנויות מוטוריות חדשות. הילד מביא למצב הלמידה החדשה מגוון רב הן של התנסויות מוטוריות קודמות והן של מצבים רגשיים, המשפיעים על אוירת הלמידה. למידה מוטורית לעולם אינה מתחילה בהתנהגות ממצב של אפס (Smith & Smith, 1966). היא מתחילה עם דפוסי התנהגות מאורגנים ועם תגובות משוב, הניתנות לשינוי באמצעות תרגול ואימון. לכן, **ככל שטווח התנסויותיו של הילד בתנאים נאותים יהיה רחב יותר, כן יגברו סיכוייו ללמידה**.

הצורך בהתנסויות בתנועות מגוונות נתמך על-ידי **תיאוריית הסכימה** (schema theory), אשר פותחה על-ידי שמידט (Schmidt, 1975, 1977). תיאוריה זו מציעה הסבר לאופן, שבו הפרט מפנים כמות אינסופית של תנועות ומבצע אותן. לפי תיאוריה זו, התכניות המוטוריות, אינן אחסון של הקלטות ספציפיות של התנועות המבוצעות, אלא אחסון של **חוקים ועקרונות כלליים** (סכימות), המשפיעים על הביצוע ומנווטים אותו. האחסון של מרכיבי התנועה ויחסי הגומלין ביניהם נקראים **סכימה של תנועות**. המבצע הופך את הסכימה לתכנית פעולה על ידי **קישור** בין חלקי התנועות המתאימות לתנועות הרצויות. ככל שהפרט מתנסה בואריאציות שונות, כן הסכימה נעשית גמישה ועשירה יותר, ולכן מהווה בסיס רחב יותר לתנועה.

לתיאוריית הסכימה יש השלכות על אופן ההוראה של המיומנויות המוטוריות, בעיקר בבית-הספר היסודי, הואיל ובגיל זה מתעצבות מיומנויות היסוד (ראה דוגמה בנספח). התיאוריה קובעת, שתרגול במגוון של תנועות באותו סוג של מיומנות (זריקה, תפיסה, קפיצה) יביא להעשרת הסכימה. ואילו הגבלה בהתנסויות זריקה, כגון השימוש בדפוס הזריקה העילית בלבד, **לא** יגרום לכך שהילד יסתגל בצורה יעילה לביצוע זריקה חדשה השונה מדפוס כזה, כגון: זריקה תחתית, או זריקה צידית. תיאוריית הסכימה תומכת בתרגול על-פי שיטת פתרון הבעיות במהלך השנים הראשונות של בית-הספר היסודי, יותר מאשר בהוראת מיומנויות ספציפיות (Schmidt, 1977). לאחר עיצובו של בסיס מוטורי רחב (סכימה) יהיו הילדים במצב טוב יותר לרכוש מיומנויות ספציפיות וליישם אותן.

סיכום

במאמר הזה נסקרו מספר תהליכים בלמידה המוטורית, המוסברים על-ידי **המודל לעיבוד מידע**. המודל מבליט את החשיבות, שיש לתהליכים **תחושתיים-מוטוריים** ו**תפיסתיים-מוטוריים** על הביצוע ועל הרכישה של המיומנויות המוטוריות. בנוסף לכך, צוינו ההבדלים, הקיימים בתהליכים האלה בין ילדים לבין מבוגרים. דגש ניתן להשלכות היישומיות, שיש להיבטים ההתפתחותיים השונים על הוראת המיומנויות המוטוריות. אחד התהליכים המרכזיים והמשמעותיים להתרחשותה של למידה בכלל ושל למידה מוטורית בפרט, הינו **המשוב**. אם יתאפשר לילד לבצע דפוס שגוי של תנועה ויסופק לו משוב בלתי מתאים, הרי שבסופו של דבר יבצע את התנועה השגויה ברמה האוטומטית בעקבות התרחשותה של הלמידה המוטורית.

רשימת המקורות

- יזדי, א. (1987). תהליכי עיבוד מידע תפיסתי-מוטורי: סקירה תאורטית. **אגיד**, 4, 97-86.
- רחמני, ל. (1981). **מוח ולמידה**. תל-אביב: אוניברסיטת תל-אביב.
- Ayres, J.A. (1973). **Sensory integration and learning disorders**. Los Angeles: Western Psychological Services.
- Bilodeau, E.A. & Bilodeau, I.M. (1969). **Principles of skill acquisition**. New York: Academic Press.
- Chi, M. (1977). Age differences in the speed of processing: A critique. **Developmental Psychology**, 13, 543-544.
- Chi, M.T.H. & Gallagher, J.D. (1982). Speed of processing: A developmental source of limitation. **Topics in Learning and Learning Disabilities**, 2, 23-32.
- Dijoseph, L. (1984). Motor behavior vs. motor control: Holistic approach to movement. **Newsletter - The American Occupational Therapy Association**. 7(1), 1-3.
- Docherty, D. & Turkington, D. (1986). A model for the sequential development of sport skills. **CAHPER Journal**, 16-19.
- Druker, J.F. & Hagen, J.W. (1969). Developmental trends in the processing of task-related information. **Child Development**, 40, 371.
- Fitts, P.M. & Posner, M.I. (1967). **Human performance**. Belmont, CA: Brooks, Cole.
- Gallagher, J.D. & Thomas, J.R. (1980). Effects of varying post-KR intervals upon children's motor performance. **Journal of Motor Behavior**, 12, 41-46.
- Gallahue, L.D. (1976). **Motor development and movement experiences**. New York: John Wiley & Sons.
- Gallahue, L.D. (1982). **Understanding motor development in children**. New York: John Wiley & Sons.

- Geron, E. & Reches, I. (1984). The effect of self-assessment approach during physical education of the perceptual motor development of 7-8 years old children. In: U. Simri, D. Eldar & S. Liberman (Eds.), **Proceedings of the ICHPER World Congress**, (54-63). Netanya: Wingate Institute.
- Haith, M.M., Morrison, F. & Sheingold, K. (1970). Tachistopic recognition of geometric forms by children and adults. **Psychonomic Science**, 19, 345.
- Kay, H. (1969). **Principles of skill acquisition**. New York: Academic Press.
- Keogh, J. & Sugden, D. (1985). **Movement skill development**. New York: MacMillan Pub. Co.
- Liss, P. & Haith, M.M. (1970). The speed of visual processing in children and adults: Effects of backward and forward masking. **Perception and Psychophysics**, 8, 396.
- Magill, R. (1985). **Motor learning: Concepts and applications**. Iowa: W.M.C. Brown.
- Marteniuk, R.G. (1976). **Information processing in motor skills**. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Millar, S. (1972). The development of visual and kinesthetic judgements of distance. **British Journal of Psychology** 63, 271-282.
- Miller, G.A. (1956). The magical number seven plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. **Psychological Review**, 63, 81-96.
- Pepper, R.L. & Herman, L.M. (1973). Decay and interference in the short-term retention of a discrete motor act. **Journal of Experimental Psychology. Monograph**, 83.
- Schmidt, R.A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. **Psychology Review**, 82, 255-260.
- Schmidt, R.A. (1977). Schema theory: Implications for movement education. **Motor Skills: Theory into Practice**, 2, 36-48.
- Singer, R.N. (1980). **Motor learning and human performance**. New York: MacMillan.

- Smith, H.M. (1970). Implications for movement education experiences drawn from perceptual-motor research. In: **JOHPER Reprints: Approaches to Perceptual-Motor Experiences**.
- Smith, K.U. & Smith, M.F (1966) **Cybernetic principles of learning and educational Design**. New York: Holt. Reinhart & Winston.
- Spaeth, K.R. (1972). Maximizing goal attainment. **Research Quarterly**, 43, 337-361.
- Spirduso, W.W. (1978). Hemispheric lateralization and orientation in compensatory and voluntary movement. In: G.E. Stelmach, (Ed.), **Information processing in motor control and learning** (289-309). New York: Academic Press.
- Thomas, J.R. (1984). **Motor development during childhood and adolescence**. Minneapolis, Minnesota: Burgess Pub. Co.
- Vurpillot, E. (1968). The development of scanning strategies and their relation to visual differentiation. **Journal of Experimental Child Psychology**, 6, 632-641.
- Wade, M.G. (1977). Developmental motor learning. In: Keogh, J. & Hutton, R.S. (Eds.), **Exercise and Sport Sciences Review** (Vol 4). Santa Barbara, CA: Journal Pub. Affiliates.
- Wickens, C.D. (1974). Temporal limits of human processing: A developmental study. **Psychological Bulletin**, 81, 739-755.
- William, H. & Deoreo, K. (1980). Perceptual-motor development: A Theoretical overview. In: C. Corbin (Ed.), **A textbook of motor development** (2nd Ed.). Iowa: W.M.C. Brown.

נספח

דוגמה לפיתוח מיומנות הזריקה על-פי תיאוריית הסכימה (Schema theory)

הממדים של הנושא לפיתוח: זריקה

		מרחב: (גיוון דפוס התנועה)	
		ביד אחת (ימין/שמאל)	בשתי ידיים
שנה את בסיס התמיכה	[	זריקה תחתית	זריקה תחתית
		זריקה צידית	זריקה מצד ימין/שמאל
		זריקה עילית	זריקה עילית
		ואריאציות	זריקת חזה
כיוונים/מסלולים/רמות			
		הכדור נזרק:	למעלה, לפני, הצידה, בזווית
		נזרק כאשר:	מתכופפים או יושבים (רמה נמוכה) קופצים או דוהרים (רמה גבוהה)
נעים עם הכדור בכיוונים שונים:			
		לפנים	לצדדים
		לאחור	בזיגוג
זמן:			
לאט – מהר			
• זריקת כדור למטרה נייחת • זריקת כדור למטרה ניידת • זריקת כדור תוך כדי תנועה לעבר מטרה ניידת • זריקת כדורים בגדלים ובמשקלים שונים (גומי, ספוג, וכדומה) • זריקה חזקה ולמרחק • זריקה חלשה עד בינונית • שילוב מרחק עם דיוק			
כוח:			
מחלש לחזק			
ביחס ל: מרחק / גובה הזריקה			
גודל / משקל הכדורים			
יחסי גומלין: (תנועה עם כדור ו/או עם אנשים)			
חפצים: כדורים קטנים / גדולים			
אנשים: לבד / עם בן זוג / בקבוצה.			

המקור: Thomas (1984).