
The usage of graphic feedback (knowledge of results and knowledge of performance) in motor skill acquisition: Theoretical aspects and applied learning curves / שימושי המשוב הגרפי ועקומות למידה בתהליכי למידה של מיומנויות מוטוריות: היבטים תיאורטיים ומעשיים

Author(s): רוני לידור and R. Lidor

Source: *Movement: Journal of Physical Education & Sport Sciences* / כתב-עת בתנועה: כתב-עת למדעי החינוך הגופני והספורט, כסלו, תשנ"ז / נובמבר, 1996, Vol. 3, No. 4 (כסלו, 1996, תשנ"ז / נובמבר), pp. 444-471

Published by: Academic College at Wingate

Stable URL: <https://www.jstor.org/stable/23633397>

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>



JSTOR

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

שימושי המשוב הגרפי ועקומות למידה בתהליכי למידה של מיומנויות מוטוריות: היבטים תיאורטיים ומעשיים

רוני לידור

מתן משוב בתהליכי למידה של מיומנויות מוטוריות הוא אחד האמצעים המרכזיים, שבעזרתם הלומד משפר את איכות ביצועיו. ניתן לספק משוב בצורות אחדות במשך תהליך הלמידה. מטרתו של מאמר זה היא כפולה: (א) לבחון היבטים תיאורטיים של סוג חדש יחסית של משוב, הניתן לנבדקים במחקרים בלמידה מוטורית: משוב גרפי; (ב) להדגים יישומים של המשוב הגרפי, כגון עקומות למידה, בתהליכי למידה של מיומנויות מוטוריות. הנבדקים הנוטלים חלק במחקרי משוב בלמידה מוטורית מקבלים משוב כתצורה גרפית, לרוב על צג המחשב, כתחליף למשוב מילולי או חזותי. מתברר שעם ההתפתחות המואצת של מדעי המחשב ניתן להשתמש אף במשובים גרפיים בתהליכי למידה של מיומנויות מוטוריות. מההיבט המעשי, חשיבותו של המשוב הגרפי היא רבה, שכן אחת הדרכים לתאר התקדמות או נסיגה בהישגי הלומד במשך תהליך הלמידה היא בעזרת עקומות למידה. במאמר מתוארות שש עקומות למידה שכיחות. עקומות אלו מספקות מידע ייחודי למורה ולמאמן על הישגיו של הלומד בעת למידה של מיומנויות מוטוריות. מומלץ למורים לחינוך גופני ולמאמנים בענפי הספורט השונים להשתמש בסוג זה של משוב, שעשוי להגביר את מעורבותו של הלומד בתהליכי רכישה, תרגול ואימון של מטלות מוטוריות.

סוגי המשוב ושימושו

ספרות הלמידה המוטורית מחזקת את הטענה, שהמשוב הוא אמצעי חשוב ביותר בתהליכי למידה של מיומנויות מוטוריות (כגון: לידור, 1995; Christina & Bjork, 1991; Sparrow & Summers, 1992). יתירה מזאת, יש הרואים במשוב את הגורם החשוב ביותר בלמידה של מיומנויות מוטוריות, לאחר האימון הפיסי עצמו (Magill, 1993). באופן כללי,

תאריכים: מיומנות מוטורית; למידה מוטורית; משוב.

חוקרים בלמידה מוטורית השתמשו רבות במתן משוב על תוצאות הביצוע (Knowledge of Results, להלן: KR), ובמתן משוב על דפוסי התנועה (Knowledge of Performance, להלן: KP) במחקרים על יעילות המשוב (ראה מחקריהם של Winstein & Schmidt, 1990 ושל Young, 1988).

משוב על תוצאות הביצוע (KR) מוגדר כמידע המסופק ללומד בדבר תוצאות הביצוע שלו (Schmidt, 1991). במילים אחרות, המורה מדווח לתלמידיו על הישגיהם לאחר הביצוע של המטלה הנלמדת. לדוגמה, בעת מדידה של קפיצה לגובה במסגרת שיעור חינוך גופני, המורה משתמש פעמים רבות במשוב על התוצאות (KR) על ידי דיווח של תוצאות הקפיצה לתלמידיו. עם זאת, בעת מדידה של קפיצה לגובה, המורה עשוי להעיר את תשומת לבו של התלמיד לטכניקת הקפיצה שלו, המצריכה תיקון מסוים. הערה זו קשורה לדפוסי התנועה, ולפיכך מהווה משוב על הטכניקה של התנועה (KP).

בסקירת מחקרים על מתן משוב בתהליכי למידה של מיומנויות מוטוריות נמצא שחוקרים בלמידה מוטורית העדיפו (ומעדיפים) לספק לנבדקים הנוטלים חלק במחקרים משוב על תוצאות (KR) ולא משוב על דפוסי תנועה (KP) (לידור, 1995). הסיבה לכך נעוצה בפשטות היחסית של תהליך מתן המשוב על תוצאות. במקרים כאלו, החוקר מספק לנבדק את תוצאות ביצועיו (לרוב בעזרת מכשיר מדידה אלקטרוני). בהשוואה למתן המידע המתמקד בטכניקת הביצוע או בדפוסי התנועה, תהליך מתן המשוב על תוצאות (KR) קל ומהיר לביצוע.

הדרך השכיחה ביותר לספק משוב על תוצאות ללומדים היא מילולית: החוקר מדווח לנבדק על הישגיו. פעולה זו מזכירה, במידה מסוימת, מתן משוב על תוצאות במסגרת שיעורי חינוך גופני. התלמיד מבצע, מתרגל ומדגים פעולה מוטורית מסוימת, ולאחר מכן מקבל משוב מילולי מן המורה. אולם בשנים האחרונות, עקב ההתפתחות שחלה במדעי המחשב (Computer Sciences), החלו חוקרים בלמידה מוטורית לספק לנבדקים **משוב גרפי** (לדוגמה, Cauraugh, Chen & Singer, 1993). הנבדק צופה במסך המחשב ומקבל מידע באמצעות תצוגה גרפית, כגון גרף קווי או היסטוגרם, המבטאים את הישגיו בביצוע הנתון.

לשימוש במשוב גרפי תרומה רבה לתהליכי למידה של מיומנויות מוטוריות, לא רק במחקר התיאורטי אלא אף בעבודה המעשית. מורים לחינוך גופני ומאמני ספורט בענפים שונים עשויים לתאר ביעילות רבה ביצועים של מיומנויות מוטוריות רבות ומגוונות בזמן אימון ותרגול, כמו גם במצבי משחק או תחרות, על ידי שימוש נכון ויעיל במשוב גרפי.

אחת הדוגמאות הבולטות לשימוש במשובים גרפיים בשדה החינוך הגופני והספורט היא עקומות הלמידה. עקומת למידה, המתארת את התקדמות/נסיגת הלומד במשך תהליך הלמידה, היא משוב גרפי, לרוב משוב על תוצאות (KR), המתבסס על הישגי הלומד בעת למידה של מטלה מוטורית מסוימת. מורים ומאמנים בתחום המוטורי עשויים להפיק תועלת רבה מהשימוש בעקומות הלמידה, שכן ניתן לנתח בעזרתן תופעות מסוימות הקשורות בלומד (רוויה בתהליך הלמידה, עייפות, חוסר הניעה וכדומה). הביטוי השכיח, "תמונה אחת שווה אלף מילים", מתאר נאמנה את התועלת הרבה הטמונה במשובים גרפיים.

מטרתו של מאמר זה היא, אפוא, כפולה: ראשית, לבחון את השימוש של משוב על תוצאות (KR) כמשוב גרפי במחקרים בלמידה מוטורית; שנית, להדגים את פוטנציאל היישום של המשוב הגרפי בעבודתם המעשית של מורים לחינוך גופני ומאמני ספורט. לשם כך מנותחות שש עקומות למידה פוטנציאליות בתהליכי רכישה של מיומנויות מוטוריות, תוך מתן דוגמאות ייחודיות מהתחום המוטורי.

משוב על תוצאות (KR) משוב על דפוסי התנועה (KP) ומשוב גרפי במחקרים בלמידה מוטורית

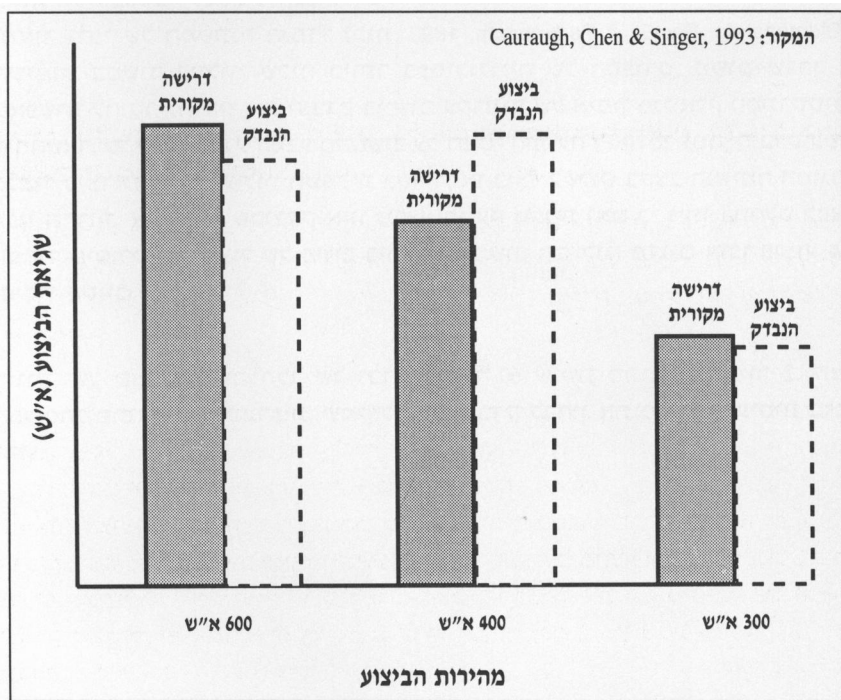
קיימות ארבע דרכים עיקריות, שבהן ניתן לספק משוב על תוצאות במחקרי משוב בלמידה מוטורית: משוב מילולי (כמותי) המסופק על ידי החוקר, משוב כמותי המסופק על ידי המחשב, משוב כמותי המסופק על ידי מכשיר המדידה ומשוב גרפי המסופק על ידי המחשב.

שלוש הדרכים הראשונות הן השכיחות ביותר, ואילו הרביעית (משוב גרפי) היא פחות נפוצה. משוב מילולי, המסופק על ידי המורה במהלך שיעורי חינוך גופני, או על ידי חוקרים במהלך חקירות מדעיות, הוא קצר ביותר באופיו וכולל מידע מדויק על תוצאות הביצוע. תוצאות הביצוע מתבטאות בערכים מספריים: שניות, מטרים, זוויות או מספר השגיאות. משוב כמותי המסופק על ידי המחשב מופיע על צג המחשב בצורת ערכים מספריים (המופיעים לרוב במרכז הצג כדי למקד את תשומת לבו של הנבדק למידע הייחודי). המשוב הכמותי מופיע לכמה שניות (לרוב, בין 3 ל-5 שני') כדי לאפשר לנבדק לקלוט את המידע ולעבדו.

כאשר החוקר אינו נעזר במחשב במחקרי מעבדה, הוא עשוי להסתייע במכשיר מדידה מהימן ותקף. לרוב, מכשיר המדידה מחובר למד-עצר (Timer), המספק את המידע

לחוקר ו/או לנבדק. לדוגמה, מכשיר המדידה המודד זמן תגובה (Reaction Timer) מחובר למד-עצר, המספק ערכים של משוב על תוצאות באלפיות השנייה על מצגת הממוקמת בחלקו הקדמי של מד-העצר. המחשב יכול לספק הן משוב כמותי והן משוב גרפי. בתום הביצוע מופיע על הצג גרף המתאר את תוצאות הביצוע.

במחקר שימחיש את היישום של המשוב הגרפי נדרשו הנבדקים לבצע מטלת הקשה תוך שימוש במקלדת המחשב, וכל זאת בפרקי זמן (אלפיות השנייה, להלן א"ש), המוכתבים מראש על ידי החוקרים (Cauraugh, Chen & Singer, 1993). מיד בתום הביצוע הופיע גרף (היסטוגרם) על גבי מסך המחשב. הגרף כלל שני חלקים: החלק הראשון (השמאלי) תיאר את זמן הביצוע שהמבצע נדרש להדגים (דרישות המחקר), ואילו החלק השני (הימני) תיאר את זמן הביצוע של הנבדק, הלכה למעשה, באותו ניסיון. דוגמה של מתן משובים גרפיים הלקוחים מתוך המחקר מתוארת באיור 1.



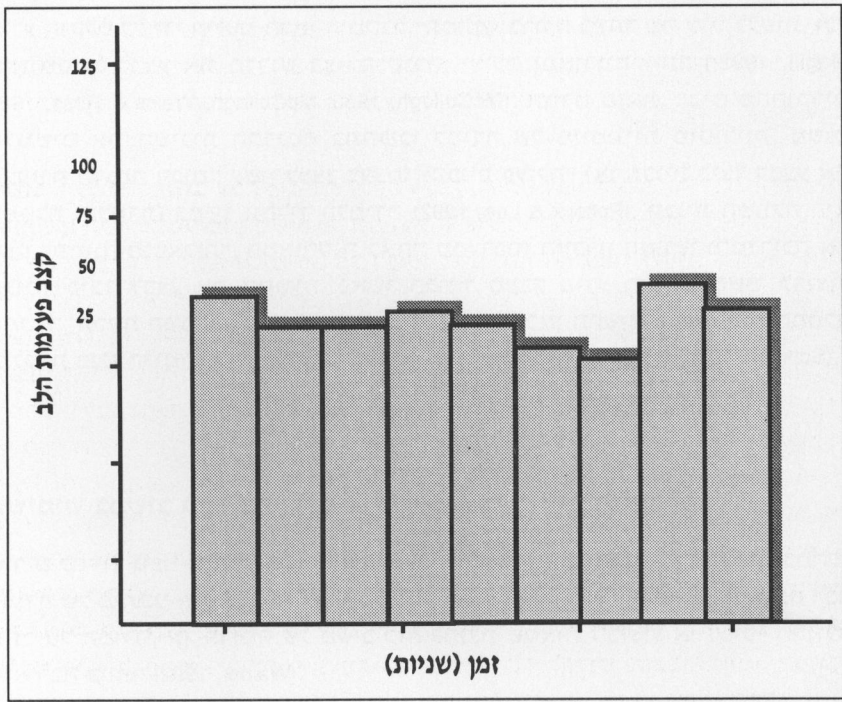
איור 1:

הדגמה של משוב על תוצאות (KR) גרפי

יש לציין שעל גבי מסך המחשב הופיע הגרף בצבעים שונים: היסטוגרם בצבע צהוב (דרישה מקורית) והיסטורם בצבע כחול (ביצוע הנבדק). סביר להניח שהגיוון בצבעים סייע לנבדקים לעבד את המידע החזותי במהירות וביעילות.

משוב ביולוגי כמשוב על דפוסי התנועה (KP) גרפי. ארבע דרכים אלו ממחישות את האופנים השונים של מתן משוב על תוצאות (KR) במחקרים בלמידה מוטורית. אולם, לא רק משוב כזה אלא גם משוב על דפוסי התנועה (KP) עשוי להינתן כמשוב גרפי. אחת הצורות שבהן מסופק משוב כזה לנבדקים במחקרי מעבדה היא משוב ביולוגי (Biofeedback) (Schmidt, 1988). בעזרת משוב ביולוגי, החוקר מספק מידע לנבדק על משתנים פיסיולוגיים שונים הקשורים בהתנהגותו המוטורית. בעזרת מחשב ניתן לתאר בצורה גרפית משתנים כמו מספר פעימות הלב לדקה, טונוס חשמלי של שריר (EMG), או רמת ההזעה של העור. במחקרים שבהם ניתן משוב ביולוגי לנבדקים הנבדק ישב על כיסא והיה מחובר למכשיר המדידה בעזרת אלקטרודות. על גבי מסך המחשב הופיע תיאור גרפי של המשתנה הנמדד (כגון: Blumenstein, Bar-Eli & Tenenbaum, 1993). השימוש במשוב ביולוגי שכיח ביותר בפסיכולוגיה של הספורט, משום שדרך זו מאפשרת לחוקר להדריך את הנבדק ביישום עקרונות של אימון מנטאלי, המתבססים, בין השאר, על עיבוד מידע הנובע מהמשוב על דפוסי התנועה (KP). לדוגמה, הנבדק עשוי ללמוד כיצד להפחית פעילות חשמלית בשריר, או כיצד לשלוט בקצב הנשימה המוגבר לפני תחרות. אף על פי שהנבדק אינו מבצע תנועה גופנית (אם כי ניתן בהחלט לבצע תפקוד מוטורי בעת ניצול של משוב ביולוגי), המשוב הביולוגי מדגים אופן ביצוע של תהליך מסוים.

דוגמה של קצב פעימות הלב של נבדק במשך 60 שניות מתוארת באיור 2. קצב הפעימות מתואר בצורה גרפית, שמקילה על הנבדק לבחון את מספר הפעימות בזמן נתון.



איור 2:

משוב על דפוסי תנועה (KP) כתצוגה גרפית בתהליך אימון של משוב ביולוגי (ביופיזיק)

השימוש במשוב ביולוגי, כפי שמתואר באיור 2, הוא דוגמה להמחשת ניצול תהליכים של עיבוד מידע חזותי בתהליכי למידה של מיומנויות מוטוריות. חשיבות זו של ניצול מידע חזותי מובלטת בהרחבה בספרות הלמידה המוטורית.

ניצול משוב חזותי

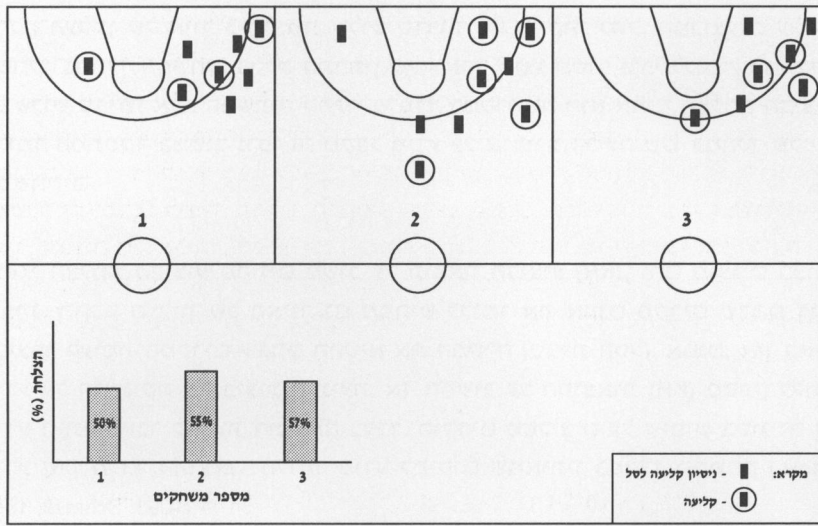
חוקרים בלמידה מוטורית ובפסיכולוגיה של החינוך מבליטים את חשיבות השימוש במשובים חזותיים (Schmidt, 1991; Singer, 1980; Wainer, 1992). לומד המסוגל לעבד

מידע הנקלט על ידי חיישני הראייה מקבל "תמונה" ברורה ביותר מה עליו לעשות, וכך הוא מסוגל לבצע את הדרוש בצורה טובה, יעילה ומאורגנת יותר (Magill, 1993; McCullagh, 1993; McCullagh, Weiss & Ross, 1989). יתירה מזאת, רבים מהחוקרים מדגישים את חשיבות ההדגמה בתהליכי למידה של מיומנויות מוטוריות, משום שבעזרת הדגמה הלומד עשוי לעצב לעצמו "תכנית פעולה" (או תכנית כיצד לבצע את המטלה הנלמדת) במשך תהליך הלמידה (Pollock & Lee, 1992). תכנית הפעולה היא מעין "תמונה מנטאלית", המאוחסנת באחת ממערכות הזיכרון האנושי והמדריכה את הלומד כיצד לבצע את המטלה. כאשר הלומד מעבד מידע חזותי הקשור לביצוע המטלה, תכנית הפעולה נבנית באיכות גבוהה יותר. מכאן החשיבות של הצגת המטלה הנלמדת בפני הלומד באחד מהשלבים הראשונים של תהליך הלמידה (Schmidt, 1988).

השימוש במשוב גרפי בתהליכי למידה של מיומנויות מוטוריות

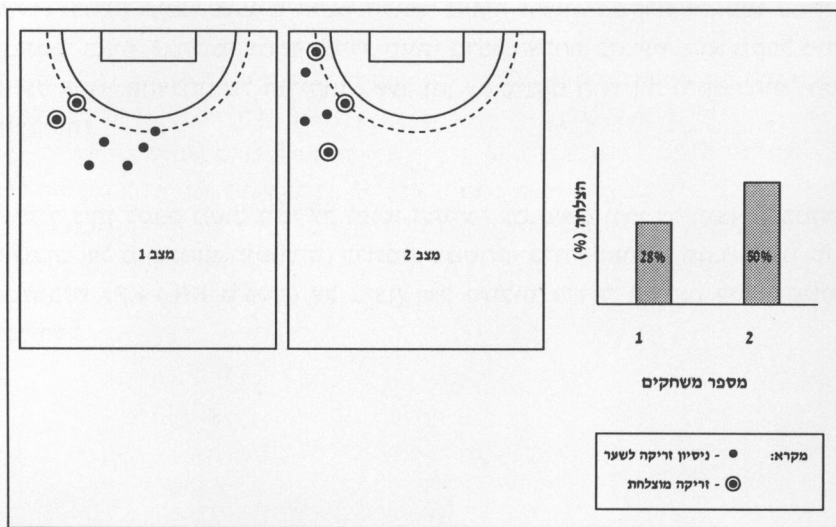
מורים לחינוך גופני ומאמני ספורט יכולים בהחלט לספק משוב גרפי לחניכיהם במהלך למידה של מיומנויות מוטוריות עדינות וגסות. ייתכן שמתן משוב גרפי מצריך הכנה רבה יותר של המורה, אך תרומה של משוב כזה להבנת שגיאות הביצוע או דפוסי התנועה היא רבה ביותר (Wainer, 1992).

ענפי ספורט קבוצתיים ואישיים כוללים ביצועים של מטלות מוטוריות רבות, הניתנות למדידה ולהערכה. במצבים מסוימים במהלך שיעור חינוך גופני, המורה רושם את הישגי הלומד כדי להשתמש בהם להערכת יכולתו של הלומד. המאמן עושה זאת באימוני הספורט כדי להעריך את איכות הביצועים של הספורטאי. בשני סוגים אלו של מצבי למידה, המורה או המאמן עשויים לספק משובים גרפיים ללומדים. דוגמה למשוב גרפי על פעילויות המתרחשות במשחק הכדורסל מוצגת באיור 3, ודוגמה למשוב גרפי על פעילויות המתרחשות במשחק הכדור-יד מוצגת באיור 4.



איור 3:

משוב גרפי (KR) על ניסיונות קליעה לסל במשחק הכדורסל



איור 4:

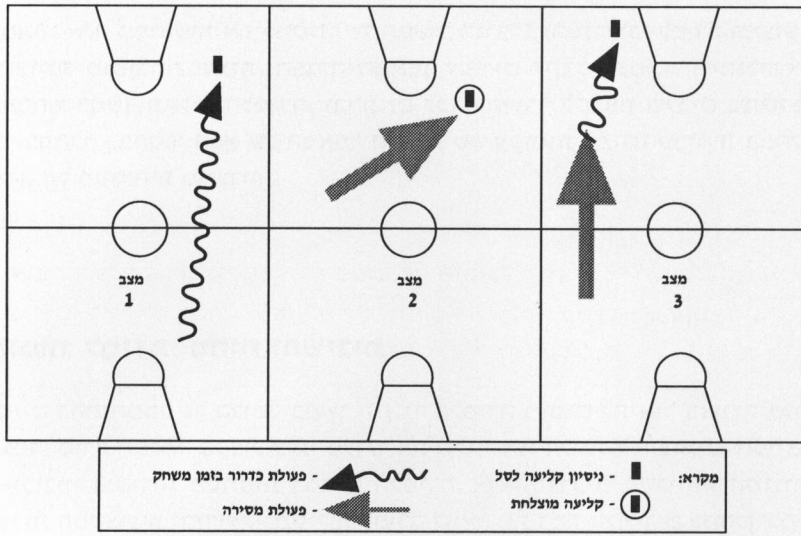
משוב גרפי (KR) על ניסיונות זריקה לשער במשחק הכדור-יז

בחלק העליון של איור 3 מוצגות שלוש סדרות של זריקות לסל, המבוצעות על ידי השחקן במהלך המשחק. בחלק התחתון של האיור מוצג משוב גרפי ללומד, המתבסס על שלוש סדרות אלו. המשתנה התלוי שנמדד במקרה זה הוא אחוזי הצלחת הביצוע. הלומד המתמקד במשוב גרפי זה מקבל מידע על אחוזי הקליעה שלו במהלך שלושת המשחקים.

אחוזי הצלחת הביצוע מהווים משוב על תוצאת הביצוע (KR), והם מוצגים בצורה גרפית. החלק העליון של האיור גם ממחיש ללומד את אותם מקרים שבהם דייק בביצוע, לעומת המקרים שבהם החטיא את המטרה (טבעת הסל). אמנם, אין באיור מידע על הטכניקה של ביצוע התנועה, אך המשוב על התוצאות (KR) מספק ללומד מידע חיוני, מעבר לידיעת התוצאה בלבד. חוקרים ממליצים על שימוש בסוג זה של מידע שכן מלבד התוצאה, הלומד מודע למיקום שגיאותיו במהלך המשחק (Magill, 1993; Schmidt, 1988).

איור 4 מספק ללומד משוב על תוצאות ניסיונות זריקה לשער במהלך שני משחקי כדור-יד. בחלק השמאלי העליון של האיור (מצבים 1 ו-2) מוצגים ניסיונות הזריקה לשער, ובחלק הימני מוצגים הישגי הלומד בצורה גרפית. במקרה זה, כמו במקרה המתואר באיור 3, הלומד נחשף למידע חזותי בדבר הצלחת ביצועיו. הוא מקבל מידע הן על אחוזי ההצלחה של הזריקות לשער והן על מיקום הזריקות (המוצלחות והלא מוצלחות).

לעיתים ניתן לספק משוב גרפי על דפוסי התנועה עם משוב גרפי על תוצאות במהלך ביצועים של מיומנויות מוטוריות; לדוגמה, במשחקי כדור. באיור 5 מוצגים שני סוגי המשובים (KP ו-KR גרפיים) על ביצוע של פעולות כדור וקליעה לסל במשחק הכדורסל.



איור 5:

שילוב של משובים גרפיים (KP ו-KR) בתהליכי למידה של יסודות משחק בכדורסל

באיור מוצגים שלושה מהלכים (כדוררר לסל, או קבלת מסירה מחבר למשחק) שבסופם הלומד זורק את הכדור לסל. במצב 1 מוצגת פעולת כדוררר, שבסיומה הוא מבצע ניסיון קליעה לא מוצלח לעבר הסל. במצב 2 ניתן לראות ביצוע מוצלח של ניסיון קליעה לאחר קבלת מסירה, ובמצב 3 ניתן לקבל מידע על תפקוד מוטורי, שכלל קבלת מסירה מחבר, כדוררר לעבר הסל וניסיון זריקה לא מוצלח לעבר הסל. לומד שצופה באיורים אלו מקבל שני סוגים של מידע: האחד, אם הצליח בביצוע המטלה, או אם נכשל בה; השני, מה היו הפעולות שביצע לפני ביצוע הזריקה לסל.

אמנם, המשוב הגרפי המתואר באיור 5 שונה, לדוגמה, מזה המתואר באיור 2 (השווה איורים 2 ו-5), אך בשניהם קיימת המגמה של מתן משוב חזותי, המתבסס על ביצוע המטלה המוטורית. הגרף המתואר באיור 2 הוא היסטוגרם, ואילו זה המתואר באיור 5 הוא קווי, אך לשניהם תרומה שווה בהבנה של תופעות הקשורות בהתנהגות התנועתית של האדם (Wainer, 1992). ניתן להוסיף לאיור 5 גם משוב גרפי בצורת היסטוגרם כדי לתאר את אחוזי ההצלחה של הלומד בביצוע מטלות הזריקה לסל.

דוגמאות אלה ממחישות את יעילותו של המשוב הגרפי בעת תהליכי למידה וביצוע של מיומנויות מוטוריות שונות. המורה/המאמן עשויים לקבל "תמונה ויזואלית" על המתרחש במשך תהליך הלמידה, ובהתאם לכך להיערך לקראת שלבים מתקדמים יותר בתהליך. בחלקו הבא של המאמר מוצגות שש עקומות למידה שכוחות בתהליכי למידה של מיומנויות מוטוריות.

עקומות למידה: מהות וחשיבות

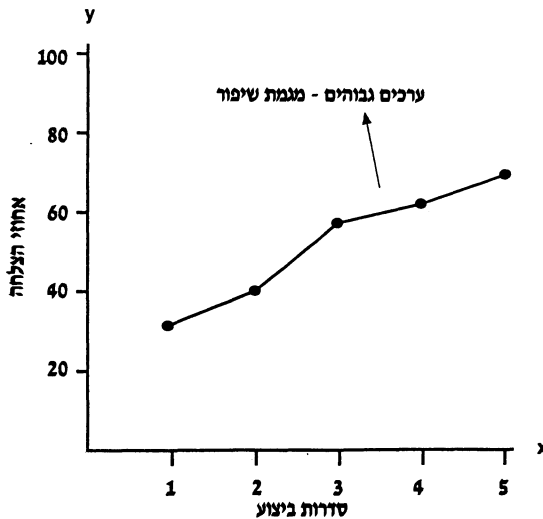
שינויים בהתנהגותו של הלומד במשך תהליך הלמידה ניתנים לתיאור בצורות שונות. לדוגמה, מורה המלמד מקצוע עיוני מעריך את התקדמות הלומד לפי ציונים, המייצגים את יכולתו בנקודות מסוימות במהלך הלמידה. אחת הדרכים השכיחות המדווחות בספרות המקצועית והידועה כמסייעת למורה לתאר את רמת הלומדים במהלך למידה של מיומנויות מוטוריות היא השימוש בעקומות למידה (Learning Curves) (Rothstein & Wughalter, 1987). עקומות הלמידה משרתות נאמנה לא רק אנשי שדה, אלא אף אנשי מחקר. בשטח מחקרי כמו למידה מוטורית, המתמקד בהבנה של תהליכי רכישה ואימון של מיומנויות מוטוריות, תפקידן של עקומות הלמידה מגוון ביותר (Hamberlin & Lee, 1993; Shea, Shebilske & Worchel, 1993). במצבי למידה שבהם נדרש החוקר להשוות שיטות אימון או שיטות טיפול ייחודיות בין קבוצות שונות של נבדקים, שימוש בעקומות למידה עשוי לסייע בידיו להבין, לנתח ולהסביר את התרומה של שיטות האימון להישגיות הלומד. ואמנם, מחקרים מוקדמים ביותר, שעסקו בהבנה של תהליכי רכישה של מיומנויות מוטוריות, או בהבנה של פוטנציאל השימוש של עקומות למידה בתהליכי למידה של מיומנויות שונות, בחנו היבטים תיאורטיים ומעשיים בסרטוט של עקומות בתחומי הלמידה, התרגול והאימון (Snoddy, 1926; Taylor, 1943). למעשה, גם מי שאינו מעורב ישירות במחקר של תהליך למידה או בתהליכים עצמם עשוי להבין היטב את המתרחש בזמן הלמידה מתוך עיון בעקומות למידה.

חוקרים של התנהגות מוטורית מבליטים את חשיבות השימוש בעקומות למידה מההיבט התפיסתי-מוטורי (כגון: Shaw & Alley, 1985). לדעת חוקרים אלו, עקומת הלמידה מתארת את הקשר בין הסביבה לבין הפעולה המתבצעת. במילים אחרות, עקומות הלמידה מתארות את הקשר בין סביבת הלמידה לבין ביצועי הלומד. הלומד נמצא בסביבה בעלת גירויים רבים ומגוונים וחשוף למידע חיצוני הזורם אליו ללא הפסקה. ביצועיו הם תגובה לאותם גירויים. בעזרת עקומות למידה ניתן לתאר את

הקשר שבין סביבת הלמידה (גירויים הקשורים לביצוע המוטורי) לבין הישגיו של הלומד (תגובותיו המוטוריות). אמנם אין הסכמה בין חוקרים לגבי מהות המונח למידה (זיו, 1993), אך נראה שקיימת אחידות דעים לגבי יעילות היישום של עקומות למידה בתהליכי למידה (Drowatzky, 1975). שימוש נכון ויעיל בעקומות למידה במשך תהליך הלמידה עשוי להעמיק את הבנת הלומד והמורה כאחד בהיבטים שונים הקשורים לתהליך הלמידה. תופעות פסיכולוגיות כגון חוסר הניעה, או תופעות פיסולוגיות כגון עייפות עלולות להתגלות עקב שימוש עקבי בעקומות למידה.

עקומת למידה. עקומת למידה מוגדרת כתיאור גרפי של תהליך הלמידה (Schmidt, 1991). התיאור הגרפי ממחיש התקדמות או נסיגה של הלומד במהלך הלמידה. ההתקדמות (או הנסיגה) מתוארת כפועל יוצא של מספר האימונים המצוינים על ציר ה-X ושל ההישג הנמדד, קרי, המשתנה התלוי, המצוין על ציר ה-Y. ההישג הנמדד משפיע על מגמת העקומה ועל כיוונה. לדוגמה, אם המשתנה התלוי הנמדד הוא אחוזי ההצלחה של ביצוע המטלה, הרי ככל שהאחוז גבוה יותר, איכות ביצוע המטלה גבוהה יותר. לכן, אם הלומד משפר את יכולתו במהלך הלמידה, עקומת הלמידה תצביע על מגמת עלייה.

באיור 6 ניתן לראות עקומת למידה, המתארת את הישגי הלומד בביצועים של זריקות עונשין לסל. ככל שהערכים על הגרף הקווי רחוקים מציר ה-X, כך הדיקו של הלומד גדול יותר.

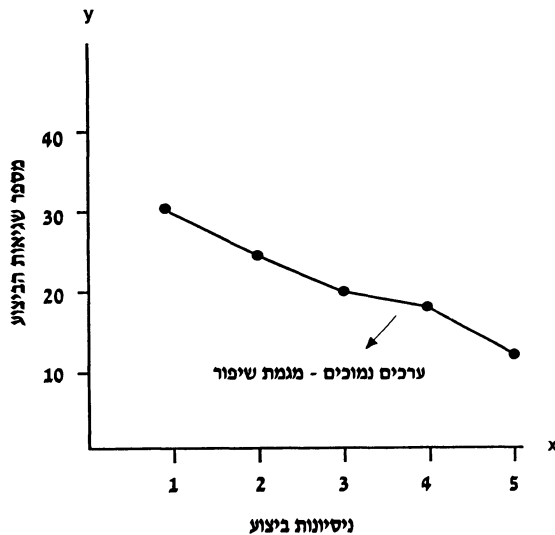


איור 6:

אחוזי הצלחה של זריקות לסל במהלך חמש סדרות ביצוע של לומד אחד

לעומת זאת, אם המשתנה התלוי הוא מספר השגיאות שנעשו בעת הביצוע, הרי ככל שהניקוד נמוך יותר, איכות הביצוע גבוהה יותר. במילים אחרות, ככל שהערכים על הגרף הקווי קרובים לציר ה-X, דיוק הביצוע גדול יותר.

איור 7 מתאר עקומה, שבה נמדדו לומד שגיאותיו בביצועים של תנועות קוויות ממטרה א' למטרה ב' בפרק זמן של 30 שניות. במקרה זה, עקומת הלמידה מצביעה על מגמת ירידה. הווה אומר שהלומד מדייק יותר, וכתוצאה מכך משפר את הישגיו.



איור 7:

מספר שגיאות הביצוע במהלך חמישה ניסיונות של לומד אחד

סוגים שונים של עקומות למידה

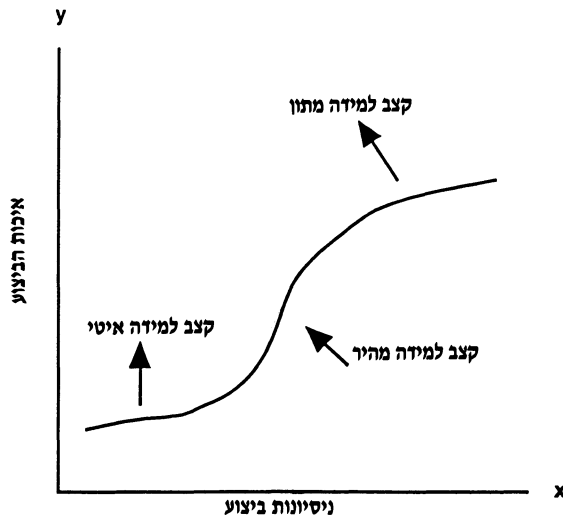
ספרות הלמידה המוטורית מדווחת על סוגים אחדים של עקומות למידה (כגון: Schmidt, 1991; Singer, 1982). פרט לסוג המשתנה התלוי, ישנם גורמים נוספים שעשויים להשפיע על איכות הלמידה וממילא על עקומת הלמידה, כגון: סוגי האימונים וכמותם, שיטת המדידה, קושי המיומנות הנלמדת וגיל הלומד. מכיוון שקיימים הבדלים בין-אישיים רבים בין הלומדים בקבוצת הלמידה, ניתן להניח שקיימות עקומות למידה שונות בתהליכי למידה של מיומנויות מוטוריות. יתירה מזאת, מגוון הגורמים

המשפיעים על איכות הלמידה הוא רב ביותר, וכך גם השילוב השונה שעשוי להתקבל בין גורמים אלה אצל לומד אחד. התוצאה המתקבלת היא צורת התקדמות וקצב התקדמות שונים אצל הלומדים ומכאן - עקומות למידה שונות בצורתן הגרפית.

עקומות הלמידה המסוקרות במאמר זה מתארות צורות שונות של התקדמות ושל נסיגה אצל הלומדים במהלך תהליך הלמידה. עיון בעקומות למידה אלו מלמד על גורמים מסוימים המעורבים בתהליך ואף משפיעים עליו. גורמים אלו שכיחים ביותר אצל לומדים רבים. לולא תיאור גרפי של תהליך הלמידה, ספק רב אם המורה יכול היה לגלות גורמים אלו (Singer, 1982).

עקומות הלמידה המתוארות במאמר זה הן אלה: עקומת למידה בצורת "S" (שתי דוגמאות), עקומת למידה קווית, עקומת למידה המתארת "אפקט תקרה", עקומת למידה המתארת "אפקט רצפה" ועקומת למידה בצורת "S", הכוללת סטיית תקן אחת מהמוצע.

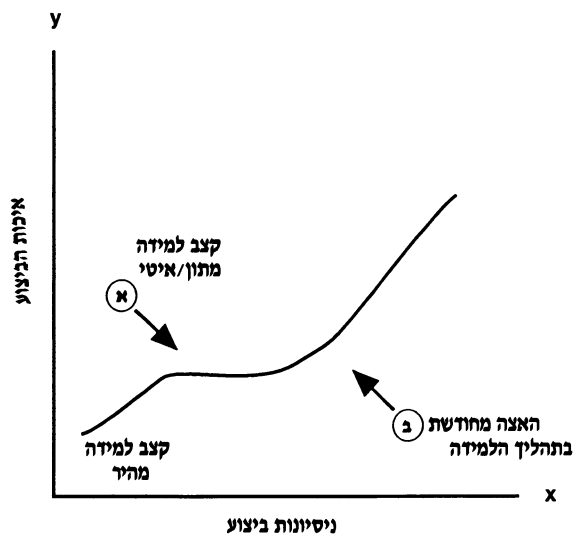
עקומת למידה בצורת "S". אחת מעקומות הלמידה השכיחות ביותר בתהליכי למידה של מיומנויות מוטוריות היא עקומת ה-"S", שתוארה לראשונה בהרחבה על ידי גולר (Guller, 1928) לעקומה זו צורת האות האנגלית "S", והיא מוצגת באיור 8.



איור 8:
עקומת למידה בצורת "S" (דוגמה ראשונה)

לעקומת ה-"S" שני מאפיינים עיקריים: האחד, קצב ההתקדמות של הלומד הוא איטי והדרגתי בחלקו הראשון של תהליך הלמידה. בחלק זה, הלומד רוכש מיומנות מוטורית חדשה לחלוטין ולומד להכיר את דרישותיה, ולכן קצב התקדמותו איטי יחסית. ניתן לראות זאת בשיפוע האופקי כמעט בחלקה השמאלי של העקומה המתוארת באיור. המאפיין השני של עקומת למידה זו הוא, שקצב ההתקדמות של הלומד נעשה מהיר וחד בחלקו השני של תהליך הלמידה (ראה מיקום החץ. באיור 8). לאחר שהלומד רכש ניסיון במטלה הנלמדת, הוא יודע מה נדרש ממנו, ולכן הוא עשוי להגביר את קצב הלמידה. בקטע השיפוע החד ההתקדמות בולטת במיוחד, אך לאחר מכן הופכת להיות מתונה. לכך קיימים כמה הסברים: המיומנות היא פשוטה לביצוע, והלומד מגיע לרמת שליטה מרבית כמעט; הלומד מימש את פוטנציאל הלמידה שלו ואינו מסוגל עוד לשפר את יכולתו; הלומד עייף או חסר מוטיבציה להמשיך ללמוד.

צורה נוספת של עקומה מסוג "S", הנפוצה גם היא בתהליכי למידה של מיומנויות מוטוריות, מוצגת באיור 9.



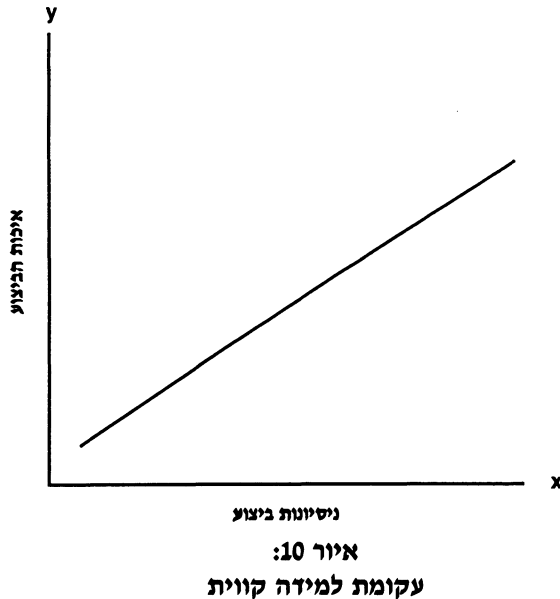
איור 9:

עקומת למידה בצורת "S" (דוגמה שנייה)

לעקומה זו שלושה מאפיינים: המאפיין הראשון מתבטא בקצב התקדמות מהיר יחסית בתהליך הלמידה. המאפיין השני הוא האטה זמנית בקצב ההתקדמות (ראה מיקום חץ א לציון האטה בקצב התקדמות הלומד), והמאפיין השלישי הוא חזרה לקצב התקדמות מהיר יחסית (ראה מיקום חץ ב לציון האצה מחודשת בקצב התקדמות הלומד). אחד ההסברים לתיאור גרפי זה של תהליך הלמידה נעוץ במעורבותו של המורה בתהליך הלמידה (Rothstein & Wughalter, 1987).

לעיתים, הלומד רוכש מיומנות מוטורית מסוימת, אך מתרגל אותה תוך הפנמה של דפוס תנועה שגוי. למרות זאת הוא משפר את ביצועיו, בין השאר עקב כשרונו או יכולתו הגופנית. אולם שיפור זה נעצר עקב טכניקה לקויה. בנקודה זו, המורה או המאמן מאתרים את טעות הביצוע ונותנים ללומד סדרת תרגילים חדשה כדי שייפטר מהשגיאה שהפנים. בפרק זמן זה, הלומד אינו משפר את הישגיו, אלא רוכש דפוס תנועה משופר. לאחר תקופת האימונים, שבה הלומד מפנים דפוסי תנועה חדשים ונוכחים, הוא מסוגל לחזור ולשפר את הישגיו המוטוריים. אם כך, התערבות המורה בקטע מסוים של תהליך הלמידה גרמה להאצה מחודשת בשיפור המטלה הנלמדת.

עקומת למידה קווית. כאשר המיומנות המוטורית הנלמדת היא קלה ופשוטה לביצוע, קל ללומד לשפרה בפרקי אימון קצרים. המאפיין העיקרי של עקומת למידה קווית, כפי שניתן לראות באיור 10, הוא קצב הלמידה המהיר והשווה במשך כל תהליך הלמידה.

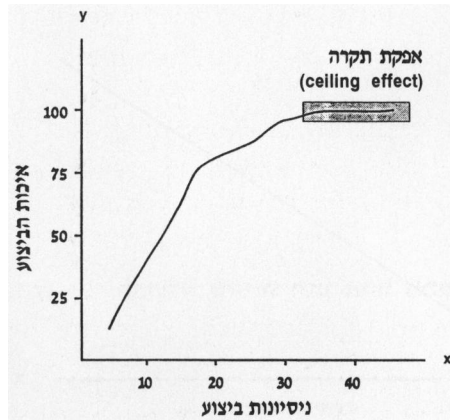


אף על פי שעקומת למידה קווית אינה נפוצה בתהליכי למידה של מיומנויות מוטוריות, היא עשויה להתרחש בכל זאת, עקב שתי סיבות:

- ★ כפי שנאמר קודם לכן, ישנן מיומנויות מוטוריות, קלות לביצוע, בהיותן בעלות דפוסי תנועה פשוטים, ולכן נדרש מאמץ מזערי להצלחת הביצוע
- ★ יכולת הלומד וכשרונו. ייתכן שהמיומנות המוטורית אינה כה קלה לביצוע, אך יכולתו המוטורית של הלומד גבוהה במיוחד, והיא מאפשרת לו להתמודד בקלות יחסית עם דרישות המטלה. סביר להניח שלאחר תקופת אימונים קצרה, שבה הלומד משפר את המיומנות הנלמדת, הוא מאבד עניין במיומנות ומפנה מאמציו ללמידה של מיומנות נוספת.

עקומת למידה המתארת "אפקט תקרה" במהלך הלמידה. במצבים מסוימים, הלומד ממצה את תהליך הלמידה ואינו מסוגל עוד לשפר את הישגיו המוטוריים, בין השאר, עקב מיצוי מרבי של שיטת הניקוד, שנקבעה להערכת המיומנות הנלמדת. לדוגמה, במקצוע ההתעמלות הספורטיבית, הציון "10" ניתן עבור הישג המרבי. תופעות דומות מתרחשות גם בתהליכי למידה. כפי שניתן לראות באיור 11, קצב התקדמות הלומד הוא מהיר יחסית במהלך 30 ניסיונות הביצוע הראשונים. בנקודה זו, הלומד משיג את הציון המרבי (במקרה זה ציון 100), ולכן אינו יכול עוד להשתפר.

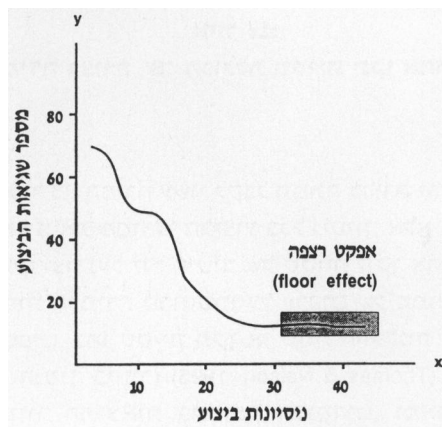
תופעה זו מכונה אפקט התקרה (Ceiling effect), משום שהלומד הגיע לנקודה בתהליך הלמידה, שממנה אינו יכול עוד לשפר את הישגיו. לעיתים ניתן לראות את אפקט התקרה גם במצבים שבהם כשרונו של הלומד מוצה בתהליך הלמידה, או שאין אפשרות טכנית לשפר עוד את המיומנות.



איור 11:

עקומת למידה המתארת "אפקט תקרה" (Ceiling effect) במהלך הלמידה

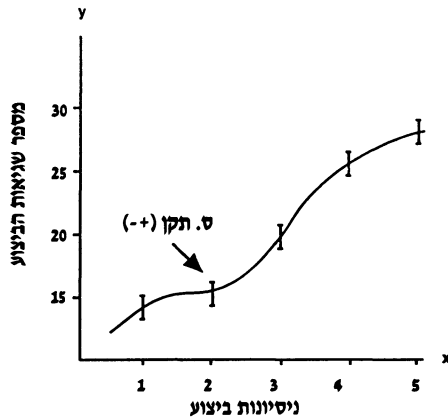
עקומת למידה המתארת "אפקט רצפה" במהלך הלמידה. כאשר המשתנה התלוי הנמדד במשך תהליך הלמידה הוא, לדוגמה, מספר שגיאות הביצוע (ראה איור 7), הרי ערכים נמוכים מייצגים רמת הישגים גבוהה. במקרים אלו ניתן לחזות בתופעה הפוכה לאפקט התקרה, והיא תופעה המכונה אפקט הרצפה (Floor effect). כפי שניתן לראות באיור 12, במהלך כ-25 ניסיונות הלומד אינו משפר עוד את הישגיו. ייתכן שהסיבה לכך היא שהלומד אינו מסוגל להקטין את מספר שגיאותיו במהלך הביצוע, או שלא ניתן לבצע את המטלה ללא מספר מינימלי של שגיאות. בכל מקרה, מבחינת הלומד, אין באפשרותו לשפר יותר את הישגיו בתהליך הלמידה. תופעה זו דומה לתופעת אפקט התקרה: בעוד בתופעת אפקט הרצפה הלומד אינו מסוגל לשפר את הישגיו "מטה", כלומר לכיוון ציר ה-X, הרי בתופעת אפקט התקרה הוא אינו מסוגל לשפר את הישגיו כלפי "מעלה", קרי, גבוה בציר ה-Y.



איור 12:

עקומת למידה המתארת "אפקט רצפה" (Floor effect) במהלך הלמידה

עקומת למידה בצורת "S" הכוללת סטיית תקן אחת מהממוצע. לעיתים המורה אינו מסתפק בתיאור גרפי של תהליך הלמידה, המתבסס על הערכים של ממוצעי ההישג, אלא הוא מעוניין לכלול בגרף ערכים נוספים, מעבר לנקודות הממוצע. לדוגמה, המורה יכול לסרטט גרף המתבסס על ערכים של ממוצע, ולאלו להוסיף ערכים של סטיית תקן אחת לכל ניסיון ביצוע (ראה איור 13).



איור 13:

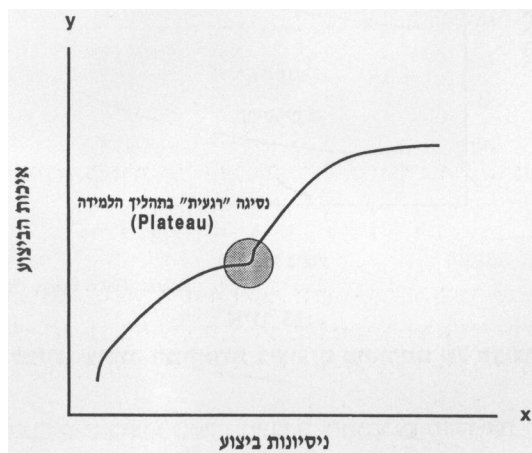
עקומת למידה בצורה "S" הכוללת סטיית תקן אחת מהממוצע

כפי שניתן לראות באיור 13, המורה עשוי לקבל תמונה ברורה יותר של תהליך הלמידה, כאשר הגרף כולל לא רק את ממוצעי הביצוע בכל ניסיון, אלא אף את טווח הישגיהם של 68 אחוז מכלל הקבוצה (על ידי חישוב של סטיית תקן אחת מן הממוצע). אמנם ברוב המקרים, עקומות הלמידה מבוססות על ערכים של ממוצע, אולם ניתן בהחלט להציג גם ערכים נוספים, כמו סטיית תקן או טווח התפלגות הציונים (הערך הגבוה ביותר לעומת הערך הנמוך ביותר) (Thomas & Nelson, 1995). ערכים אלו מספקים למורה מידע על פיזור התוצאות בקבוצת הלומדים, ומאפשרים לו לבחון את התקדמות הלומד גם ביחס לקצב ההתקדמות של לומדים אחרים (Estes, 1956).

עקומת למידה המתארת מצב של "פלאטו" במהלך הלמידה. תופעת הפלאטו (Plateau) מתארת "נסיגה רגעית" במהלך הלמידה. אף על פי שעקומת הלמידה מצביעה על התקדמות הלומד, כפי שניתן לראות באיור 14, הרי במהלכה יש נקודה (או מספר נקודות), שבה הלומד "נסוג", כלומר אינו משפר את הישגיו בקצב ובכיוון הנדרשים. תופעה זו התגלתה לראשונה במחקר שבחן את קצב תנועותיהם של קבוצת נבדקים שהתאמנו בשליחת אותות מורס (Bryan & Harter, 1897). להפתעת החוקרים, במהלך הלמידה, ללא סיבה נראית לעין, חלה נסיגה בביצועיהם של הנבדקים. לאחר תקופה קצרה ביותר של אימונים, הנבדקים חזרו שוב לרמת ביצוע גבוהה. לתופעה של פלאטו מספר סיבות. לדוגמה: הלומד מאבד עניין במטלה הנלמדת, הלומד אינו מונע

ללמוד את המטלה, הוא ממקד את הקשב בגירויים שוליים שאינם תורמים דבר לתהליך הלמידה, הוא עייף, הוא מתרגש יתר על המידה, אינו מוכן גופנית לבצע את המטלה, מציב לעצמו מטרות קלות להשגה, או אינו מסוגל להתאים את דרישות המטלה לסביבת למידה חדשה (Singer, 1980).

על המורה לאתר את נקודת ה"נסיגה הרגעית" בתהליך הלמידה ואף לגלות את הסיבה לכך. ייתכן שארגון מחדש של תהליך הלמידה (כגון שינוי סוג האימון, שימוש באסטרטגיית למידה שונה) יגרום ללומד להמשיך לשפר את הישגיו, כפי שמוצג באיור 14.



איור 14:

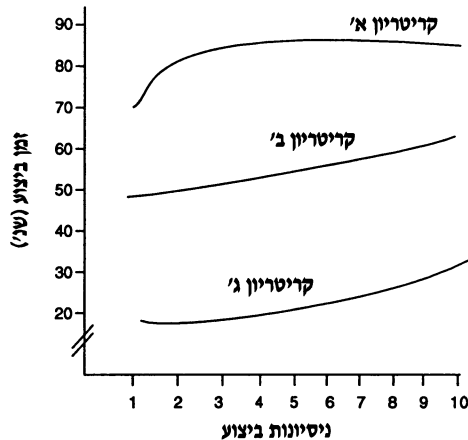
עקומת למידה המתארת מצב של "פלאטו" במהלך הלמידה

מגבלות בשימוש של עקומות למידה

הסוגים השונים של עקומות הלמידה עשויים לשרת נאמנה את המורה לחינוך גופני. בניית תוח תהליך הלמידה ובהשבתו. גם התלמיד עשוי ליהנות מעקומת למידה, המתארת בפניו את התקדמותו (או נסיגתו) בתהליך הלמידה. אולם על המורה להיות מודע למגבלותיהן של עקומות הלמידה. שמידט (Schmidt, 1991) מצביע על שלוש מגבלות עיקריות של השימוש בעקומות למידה:

★ **מגבלה ראשונה:** עקומות למידה שונות יכולות לתאר אותו תהליך למידה. מורה עשוי לקבוע ערכים שונים, המתארים התקדמות הלומד במהלך תהליך

הלמידה. ערכים אלו עשויים להמחיש באופן שונה, ולעתים מנוגד, את התקדמות הלומד. מכאן שיש להביא בחשבון שביצוע המיומנות הנלמדת נמדד ומוערך בצורה שתשפיע ישירות על ניתוח תהליך הלמידה. לדוגמה, התקדמות הנבדקים תוארה בשלוש צורות שונות, המוצגות באיור 15 (Bahrick, Fitts & Briggs, 1957).



המקור: Bahrick, Fitts & Briggs, 1957

איור 15:

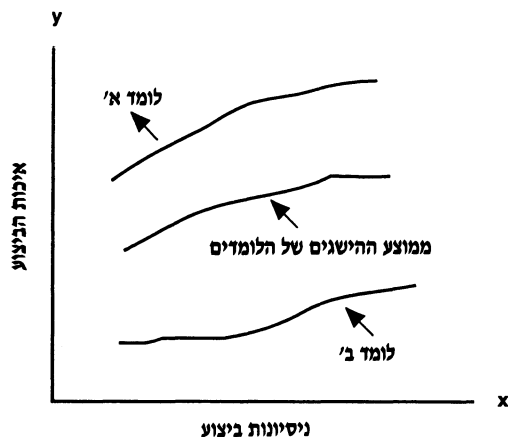
שלוש עקומות למידה שונות, המתארות ביצועים מוטוריים של קבוצת נבדקים אחת

במחקר זה, הנבדקים ביצעו מטלת מעבדה. החוקרים מדדו את הזמן שבו הצליחו הנבדקים לבצע מטלה זו כנדרש. החוקרים הציגו את המשתנה התלוי (זמן ביצוע המשימות כנדרש) בשלוש צורות, בהתאם להחלטות שרירותיות שלהם. כפי שניתן לראות באיור 15, שלוש עקומות הלמידה, המתארות את הישגי הלומדים של אותה קבוצה של נבדקים, שונות זו מזו: העקומה העליונה מאופיינת בקצב למידה מהיר בתחילת תהליך הלמידה, ואיטי בהמשכו; העקומה האמצעית מאופיינת בקצב למידה זהה לכל אורכו (עקומה קווית); ואילו העקומה השלישית מאופיינת בקצב איטי בתחילת תהליך הלמידה ובקצב מהיר בהמשך התהליך.

המורה והתלמיד, הבוחנים תיאורים גרפיים שונים של אותו תהליך למידה, עשויים לקבל מידע שונה על התקדמות הלומד. לפיכך, על המורה להיות מודע לאופן ההערכה של התקדמות הלומד ולהיות רגיש לשינויים אפשריים בעקומות למידה כתוצאה משימוש בערכים שונים.

★ **מגבלה שנייה: לא ניתן להבחין בהבדלים בין-אישיים אצל הלומדים.** עקומות הלמידה מתבססות, בדרך כלל, על ממוצעי הישגים של הלומדים. לפיכך, המורה

אינו מסוגל לקבל מידע על מקרים של לומדים יחידים. לדוגמה, עקומת הלמידה המוצגת באיור 16 והמתארת את ממוצע ההישגים של שני לומדים. העקומה העליונה מתארת את הישגיו של לומד א', והעקומה התחתונה מתארת את הישגיו של לומד ב'. מורה המנתח את תהליך הלמידה, בהתבסס על העקומה האמצעית, עלול להסיק מסקנות חלקיות או אף מוטעות לגבי שני תלמידיו.



איור 16:
עקומות למידה של שני לומדים

★ **מגבלה שלישית: לא ניתן להבחין בשינויים אצל לומד יחיד.** עקומת הלמידה המתבססת על ממוצעים אינה מאפשרת לגלות שינויים אצל לומדים יחידים. אף על פי שמגמת העקומה חיובית (לדוגמה, עקומה קווית), ייתכן שחלק מן הלומדים מתקשה לבצע את המטלה הנלמדת. תופעות מסוג זה נטמעות בתוך העקומה הקבוצתית, וכך המורה מחסיר מידע חיוני לגבי לומדים מסוימים בתוך קבוצת הלמידה.

ניתן להתגבר על שלוש מגבלות אלו בעזרת שימוש נכון בעקומות למידה. להלן מוגשות המלצות יישומיות בדבר השימוש בעקומות מסוג זה.

שימוש נכון בעקומות למידה

שימוש נכון ויעיל בעקומות למידה משביח הוראה ולמידה. אולם, כדי שהמורה יפיק את מרב התועלת מעקומות אלו, עליו להקפיד על כמה פעולות:

- (א) יש להימנע ככל האפשר משימוש בלעדי בערכים של **ממוצע** בעקומות הלמידה. ערכי הממוצע מספקים מידע על איכות הלמידה של מרבית הלומדים, אך מסתירים מידע ייחודי על תלמידים יחידים.
- (ב) יש לתאר גרפית את התקדמות **הקבוצה**, אך גם את התקדמותם של **לומדים יחידים**, בעיקר אלו המוגדרים כלומדים מהירים או לומדים איטיים.
- (ג) על המורה לאפשר **ללומדים** להתנסות בסרטוט של עקומות למידה כדי להגביר את מעורבותם בתהליך הלמידה. כמו כן, הלומדים עשויים לספק **לעצמם** משוב על הישגיהם, לאתר נקודות תורפה בתהליך הלמידה (כגון: פלאטו), או לנבא עד כמה ניתן לשפר הישגים של מיומנות מוטורית מסוימת.
- (ד) עקומות למידה מיועדות לשקף תהליכי למידה **לטווח ארוך** ולא רק לטווח קצר. לעיתים, עקומת למידה המתבססת על מספר רב של ניסיונות ביצוע מספקת למורה מידע, שקשה היה לו לגלותו לו היה מנתח מידע המתבסס על ניסיונות יחידים של ביצוע.
- (ה) על המורה להמליץ בפני תלמידיו **לשמור** את עקומות הלמידה ולבחון אותן מדי תקופה מסוימת כדי להעריך את התקדמותם או את נסיגתם בפרקי זמן ממושכים.

המלצות יישומיות על שימוש במשוב גרפי

המידע המסופק ללומד באיורים 1 עד 16 עשוי להינתן במצבי למידה רבים ומגוונים של מיומנויות מוטוריות. האמרה המפורסמת, "תמונה אחת שווה אלף מילים", מומחשת היטב בכל אחד מן האיורים. כדי לסייע למורה ולמאמן להשתמש כהלכה במשובים גרפיים בתהליך הלמידה, עליהם להביא בחשבון המלצות אלו, המתבססות על עבודותיהם של מספר חוקרים (כגון: Singer, 1980; Magill, 1993; Schmidt, 1988, 1991).

- (א) על המורה לספק משובים גרפיים על תוצאות (KR) ועל דפוסי התנועה (KP).
- (ב) המשוב הגרפי מתבסס על נתונים הקשורים בביצועי המוטוריים של הלומד. על כן, על המורה לחינוך גופני **לעקוב** אחר הישגי הלומד **ולרשום** אותם לשם שימוש עתידי.
- (ג) **תוכנות מחשב** פשוטות ביותר להפעלה עומדות לרשות מורים ומאמנים. בעזרת תוכנות אלו ניתן לתאר גרפית (היסטוגרם, גרף קווי וכדומה) את הישגי הלומדים. מומלץ למורה לחינוך גופני ללמוד כיצד להשתמש בתוכנה מסוג זה.

- (ד) משוברים גרפיים ממריצים את הלומד ואף מתקנים את שגיאותיו (Magill, 1993); אולם יתרונם הגדול הוא בכך שהלומד יכול לשומרם, וכך לעקוב אחר **התקדמותו** במהלך הלמידה. משוב מילולי שהמורה מספק במהלך השיעור אינו נשמר לאורך זמן, אם כי השפעתו על תהליך הלמידה היא מכרעת.
- (ה) הלומד מעבד היטב מידע חזותי (Wainer, 1992). על המורה לחינוך גופני לא רק להדגים את המיומנות בפני תלמידיו, דבר שמתבצע לרוב בתחילת תהליך הלמידה, אלא אף לספק **מידע חזותי** במהלך תהליך הלמידה. אחת הצורות לעשות זאת היא בעזרת משוברים גרפיים.
- (ו) משוברים גרפיים עשויים להניע את הלומד **לנתח** את הישגיו ו**להסביר** תופעות מסוימות הקשורות בהתנהגותו המוטורית. בעזרת המשוב הגרפי הלומד עשוי להבין היכן היתה, למשל, נקודת המשבר בביצועיו המוטוריים, היכן התעייף יתר על המידה, או באיזו נקודה חל השיפור המשמעותי בהישגיו. גרפים בצבעים שונים עשויים לרתק את הלומד ולעניינו עוד יותר לבחון מחדש את הישגיו המוטוריים.

סיכום

מחקרים בלמידה מוטורית עסקו רבות בהבנת ההשפעה של המשוב על תהליכי למידה של מיומנויות מוטוריות (Sherwood, 1988; Winstein & Schmidt, 1990). בדרך כלל, החוקרים סיפקו לנבדקים משוב על תוצאות הביצוע (KR), עקב הפשטות היחסית במתן משוב מסוג זה (כגון: Lee & Carnahan, 1990). לאחרונה החלו חוקרים לספק משוב גרפי לנבדקים במחקרי משוב בלמידה מוטורית (Cauraugh, Chen & Singer, 1993). הלומד מקבל מידע חזותי (ולא מילולי) על ביצועיו, ובעזרת מידע זה הוא אמור לתקן את שגיאות הביצוע. חוקרים ממליצים על שימוש במשוברים גרפיים עקב הניצול של מידע חזותי בתהליכי למידה (כגון: Wainer, 1992). שלוש דוגמאות יישומיות ממשחקי הכדור (כדורסל וכדור-יד) מתוארות במאמר זה, לשם המחשת השימוש במשוברים גרפיים. הדוגמאות כוללות מתן משוברים גרפיים: הן משוב על התוצאות (KR) והן משוב על דפוסי התנועה (KP).

אחת הצורות השכיחות לשימוש במשוב גרפי הן עקומות הלמידה, המתארות בצורה גרפית את השינויים במהלך תהליך הלמידה של הלומד - התקדמות, נסיגה או סטטוס-קוו. הישגיו של הלומד, קרי, המשתנה התלוי שנמדד בתהליך הלמידה (הערכים על ציר ה-Y), מתוארים במהלך תקופת האימונים על ידי ניסיונות הביצוע (הערכים על ציר ה-X).

בתהליכי למידה של מיומנויות מוטוריות ניתן לסרטט עקומות למידה שונות, המאפיינות את התקדמות הלומדים בנקודות מסוימות בתהליך הלמידה. עקומות למידה בעלות צורה של "S", או עקומות למידה קוויות מתארות קצב שונה של למידה. בעקומות מסוגים אלה ניתן לאתר תופעות ייחודיות המתרחשות אצל הלומדים הן בשלבים מוקדמים של תהליך הלמידה והן בשלבים מאוחרים של התהליך; למשל, תופעת הפלאטו, תופעת התקרה ותופעה הרצפה. בעזרת עקומות הלמידה המורה יכול לנתח את תהליך הלמידה ולספק פתרונות לבעיות המתעוררות אצל הלומד.

לא רק חוקרי מעבדה אלא אף מורים לחינוך גופני ומאמני ספורט יכולים לנצל משובים גרפיים בתהליכי למידה של מיומנויות מוטוריות. תוכנות מחשב מספקות למשתמש אפשרויות רבות ומגוונות להכין גרפים מסוגים שונים. מורים ומאמנים, הרושמים הישגים ותוצאות של חניכיהם במהלך תהליכי למידה ואימון, יכולים להשתמש בנתונים אלו ליצירת משובים גרפיים.

מומלץ ביותר למורים ולמאמנים להשתמש במשובים מסוגים אלה. ניצול מידע חזותי תורם רבות להבנת החומר הנלמד ולתיקון שגיאות הביצוע. אמנם, הכנה של משובים גרפיים מצריכה זמן רבה בהשוואה למתן משוב מילולי, אך תרומת המשוב הגרפי היא רבה בשיפור תפקודים מוטוריים.

רשימת המקורות

- זיו, א. (1993). **פסיכולוגיה: מדע הבנת האדם**. תל-אביב: עם עובד.
- לידור, ר. (1995). חשיבות המשורב ויעילותו בתהליכי למידה של מיומנויות מוטוריות: סוגים ואפיונים, שימוש ויישום ממצאי מחקר חדשים. **עיונים בחינוך**, 60-59, 259-241.
- Adams, J.A. (1987). Historical review and appraisal of research on the learning, retention, and transfer of human motor skills. **Psychological Bulletin**, 101, 41-74.
- Bahrack, H.P., Fitts, P.M. & Briggs, G.E. (1957). Learning curves: Facts or artifacts? **Psychological Bulletin**, 54, 256-268.
- Blumenstein, B., Bar-Eli, M. & Tenebaum, G. (1993). Mental preparation techniques with biofeedback: Research findings. **Proceedings of the VIII World Congress of Sport Psychology**. Portugal: Lisbon.
- Bryan, W. & Harter, N. (1897). Studies in physiology and psychology of telegraphic language. **Psychological Review**, 4, 27-53.
- Cauraugh, J.H., Chen, D. & Singer, R.N. (1993). Graphic versus numeric knowledge of results: Which mode? **Research Quarterly for Exercise and Sport**, 64,(2), 213-216.
- Christina, R.W. & Bjork, R.A. (1991). Optimizing long-term retention and transfer. In D. Druckman & R.A. Bjork (Eds.), **In mind's eye: Enhancing human performance** (pp. 23-56). Washington, DC: National Academy.
- Drowatzky, J.N. (1975). **Motor learning: Principles and practice**. Minneapolis, MN: Burgess Publishing Company.
- Estes, W.K. (1956). The problem of inference from curves based on group data. **Psychological Bulletin**, 53, 134-140.
- Guller, E. (1928). Nature of the learning curve. **Psychological Bulletin**, 25, 143-148.
- Hamberlin, C. & Lee, T.D. (1993). Arranging practice conditions and designing instruction. In R.N. Singer, M. Murphey & L.K. Tennant (Eds.), **Handbook of research on sport psychology** (pp 213-241). New York: Macmillan.
- Lee, T.D. & Carnahan, H. (1990). Bandwidth knowledge of results and motor learning: More than just a relative frequency effect. **Quarterly Journal of Experimental Psychology**, 42A, 777-789.

- Magill, R.A. (1993). **Motor learning: Concepts and applications** (4th ed.). Dubuque, IA: Brown & Benchmark.
- McCullagh, P. (1993). Modeling: Learning, social psychological and developmental considerations. In R.N. Singer, M. Murphey & L.K. Tennant (Eds.), **Handbook of research on sport psychology** (pp. 106-126). New York: Macmillan.
- McCullagh, P., Weiss, M.R. & Ross, D. (1989). Modeling considerations in motor skill acquisition and performance: An integrated approach. In K.B. Pandolf (Ed.), **Exercise and sport sciences reviews** (Vol. 17, pp. 475-513). Baltimore: Williams and Wilkins.
- Petruzzello, S.J., Landers, D.M. & Salazar, W. (1991). Biofeedback and sport/exercise performance: Applications and limitations. **Behavior Therapy**, 22(3), 379-392.
- Pollock, B.J. & Lee, T.D. (1992). Effects of the model's skill level on observational motor learning. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, 63(1), 25-29.
- Rothstein, A. & Wughalter, E. (1987). **Motor learning**. Reston, VA: American Alliance for Health, Physical Education, Recreation and Dance.
- Schmidt, R.A. (1988). **Motor control and learning: A behavioral emphasis** (2nd ed.). Cahmpaign, IL: Human Kinetics.
- Schmidt, R.A. (1991). **Motor learning and performance: From principles to practice**. Cahmpaign, IL: Human Kinetics.
- Shaw, E.E. & Alley, T.R. (1985). How to draw learning curves: Their use and justification. In T.D. Johnston & A.T. Pietrewics (Eds.), **Issues in the ecological study of learning** (pp 275-304). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Association.
- Shea, C.H., Shebilske, W.L. & Worchel, S. (1993). **Motor learning and control**. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.
- Sherwood, D.E. (1988). Effect of bandwidth knowledge of results on movement consistency. **Perceptual and Motor Skills**, 66, 535-542.
- Singer, R.N. (1980). **Motor learning and human performance** (3rd ed.). New York: Macmillan.
- Singer, R.N. (1982). **Learning of motor skills**. New York: Macmillan.
- Snoddy, G.S. (1926). Learning and stability. **Journal of Applied Psychology**, 10, 1-36.

- Sparrow, W.A. & Summers, J.J. (1992). Performance of trials without knowledge of results (KR) in reduced relative frequency presentation of KR. *Journal of Motor Behavior*, 24(2), 197-209.
- Taylor, D.W. (1943). Learning telegraphic code. *Psychological Bulletin*, 40, 461-487.
- Thomas, J.R. & Nelson, J.K. (1995). *Research methods in physical activity* (2nd ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Wainer, H. (1992). Understanding graphs and tables. *Educational Researcher*, 21(1), 14023.
- Winstein, C.J. & Schmidt, R.A. (1990). Reduction frequency of knowledge of results enhances motor skill learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 4, 677-691.
- Young, D.E. (1988). *Knowledge of performance and motor learning*. Unpublished doctoral dissertation, University of California, Los Angeles.