

תרומתה של טכנולוגיה בלימוד חישוב הטיפול התרופתי: הערכת תוצאי הלמידה של סטודנטים לסייעוד עם סביבה ממוחשבת בחשבון תרופתי (SiMM)¹

אפרת דגן
אוניברסיטת חיפה

שרונה ט. לוי
אוניברסיטת חיפה

אילנה דובובי
אוניברסיטת חיפה

תקציר

הכשרת סטודנטים בסייעוד לחשבון תרופתי הינה הכרחית וחשובה ביותר לשמירה על איכות ובטיחות הטיפול בחולה. הספרות מדווחת על קיומו של פער בין רמת הידע הנדרשת בחשבון התרופתי לבין רמת הידע הקיימת בפועל בקרב הסטודנטים. הספרות מצביעה על כך כי על מנת להפחית את הטעויות בחישוב הטיפול התרופתי, יש לאפשר לסטודנטים לסייעוד ללמוד את החשבון התרופתי בתוך ההקשר המחלקתי תוך שימוש במקרים מהשטח ועזרים אמיתיים המשמשים כעוגני למידה. לשם כך, במחקר זה עוצבה סביבת למידה (SiMM) המתבססת על תיאוריות למידה מרכזיות. המחקר הינו דמוי ניסוי (לפני ולאחר התערבות) אשר נערך בקרב 90 סטודנטים לסייעוד באוניברסיטת חיפה. הסטודנטים הוזמנו להשתתף ביום לימוד באמצעות סביבת הלמידה SiMM. הסטודנטים ענו על מבדק ידע בנושא חשבון תרופתי אשר פותח במיוחד עבור מחקר זה, לפני ולאחר הלמידה עם SiMM. נמצא שללמידה עם סביבת הלמידה SiMM הייתה תרומה משמעותית ומובהקת לידע ולהבנה של הסטודנטים בכל הממדים של החישוב הטיפול התרופתי, בייחוד בחישוב של קצב העירווי אשר מדורג ברמת קושי גבוהה. לאור זאת, על מנת לגשר על פערים בין התיאוריה הנלמדת באקדמיה לפרקטיקה הסיעודית, המחקר הנוכחי מציע לשלב טכנולוגיות בהוראה כדוגמת סביבת הלמידה SiMM.

מילות מפתח: סימולציות, חשבון תרופתי, טכנולוגיות בחינוך

מבוא

במהלך חלוקת התרופות האחות עוסקת בחישובי מינון, ריכוז וקצב מתן התרופה. ידוע כי טעויות עלולות להזיק למטופל, לגרום לתופעות לוואי לא רצויות או אף להוביל למותו. לאור זאת, הכשרת הסטודנטים בסייעוד לחישוב הטיפול התרופתי הינה חשובה ביותר ויכולה להשפיע על איכות בטיחות הטיפול בחולה. במחקר הנוכחי, במטרה לקדם הבנה עמוקה של החישוב התרופתי, נבנתה ונחקרה

¹ SiMM - Situated Medication Mathematics

סביבת למידה ממוחשבת (SIMM: Situated Medication Mathematics), המבוססת על תיאוריות למידה מובילות בחינוך תוך שילוב טכנולוגיות מגוונות.

סקירת ספרות

מיומנויות חשבון ויכולות חישוביות הינן קריטיות ביותר עבור אחיות מוסמכות בתהליך חלוקת התרופות. יחד עם זאת, סקירת ספרות נרחבת של 30 השנים האחרונות מציגה תמונה עגומה למדי בכל הקשור להצלחה במבחני החשבון התרופתי בקרב אחיות מוסמכות וסטודנטים לסייעוד. מספר מחקרים בתחום מדווחים על שיעור גבוה של טעויות במבחן ידע של חשבון תרופתי בקרב אחיות מנוסות העובדות במחלקות השונות (Bindler & Bayne, 1991; Kapborg, 1995; Hoyles, Noss & Pozzi, 2001;) (Perlstein, Callison, White, Barnes & Edwards, 1979; לדוגמה, נמצא שרק חמישית מהאחיות העובדות באחד מבתי החולים בפינלנד (n=546) קיבלו ציון 90 ומעלה במבדק הידע ואף אחות לא קיבלה 100 (Grandell-Niemi, Hupli, Leino-Kilpi, & Puukka, 2003). גם במחקרים שנערכו בקרב סטודנטים לסייעוד התמונה דומה. באחד המחקרים נמצא שרק 4.2% מהנבחנים קיבלו ציון 75 ומטה (Wright, 2006).

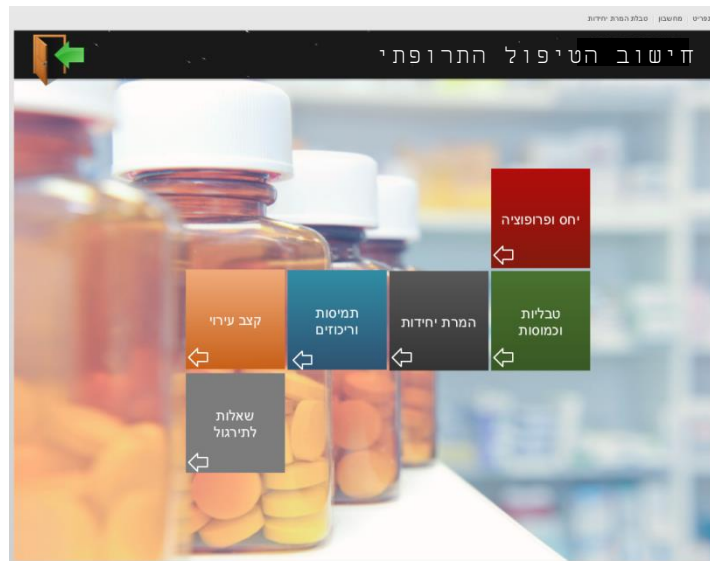
מהספרות עולה כי הקושי בחישוב הטיפול התרופתי, בייחוד בחישוב ריכוזים וקצב העירו, נעוץ בעיקרו בקושי שבהבנת העקרונות של יחס ופרופורציה (Noss, Hoyeles & Pozzi, 2002) הידועים בחינוך המתמטי כקשים להבנה, מורכבים לחישוב עם שכיחות גבוהה של תפיסות מוטעות בכל שכבות הגיל (Stigler, Givvin & Thompson, 2010). מעבר לכך, אסטרטגיית הלמידה של חשבון התרופתי בבתי ספר לסייעוד ובאוניברסיטאות מבוססת ברובה על שינון ותרגול עפ"י נוסחאות. מסקירה של הספרות עולה כי ההצלחה של שינון נוסחאות אלו היא חלקית בלבד מכיוון שהשימוש בהן מוציא את המספרים מההקשר הקליני ומעלים רמזים הנותנים קנה מידה ובקרה לתהליכי החישוב (יחידות מדידה, שנתות של המזרק, אמפולות ועוד). יש לציין כי הספרות מדווחת שאחיות אינן זוכרות את הנוסחאות הנלמדות בבתי ספר לסייעוד ובאוניברסיטאות ומעט מאוד עושות שימוש בהן בשטח. המחקרים מדווחים כי אחיות מסגלות לעצמן שיטות חישוביות חילופיות המעוגנות בהקשר המחלקתי תוך כדי העבודה המעשית במחלקה (Hoyles et al., 2001; Wright, 2008, 2009).

מטרת המחקר הייתה לבחון את תרומתה של סביבת למידה ממוחשבת ללמידה של חשבון תרופתי (SiMM, Situated Medication Mathematics) לשיפור תוצאי למידה של חשבון תרופתי בקרב סטודנטים לסייעוד. ההשערה המרכזית של המחקר היא ששימוש בטכנולוגיות של סימולציות (SiMM) ישפר את תוצאי הלמידה של חשבון תרופתי בקרב סטודנטים לסייעוד. הבסיס להשערה זו הוא שלמידה באמצעות SiMM יכולה להדגים את השדה הקליני, להוות סביבה ללמידה בטוחה לסטודנטים, להתרחש בהתאם לקצב האישי של הלומדים ולאפשר לסטודנטים לבצע הקשרים בדומה לאלה הנעשים בהתנסות הקלינית. כפועל יוצא מכך, בפיתוח סביבת הלמידה SiMM, נעשה שימוש בדוגמאות מהשדה וייצוגים של עזרים אמיתיים, כמו מזרקים, יחידות מדידה ומכשירים לחישוב קצב הטפטוף, אלו שימשו כעוגני למידה וכבסיס לפיתוח הבנה עמוקה של חשבון תרופתי.

עיצוב סביבת הלמידה SiMM

סביבת הלמידה SiMM היא חלק מסביבת למידה גדולה יותר הנקראת 'פרמקולוגיה בלמידה משולבת' (The Pharmacology InterLeaved Learning (PILL) Environment) המשלבת גם מודלים ממוחשבים וסימולציות ממוחשבות בנושא פרמקולוגיה ועקרונות חלוקת תרופות.

הפעילות ב-SiMM נבנתה כך, שהסטודנטים מתחילים בחקר עקרונות של יחס ופרופורציה; בהמשך, הסטודנטים מתאמנים בעקרונות אלה באמצעות: המרת יחידות בתרופות מוצקות ונוזליות; ריכוזי תמיסות וחישוב קצב עירו (איור-1). נושאים אלו נבחרו בהתבסס על נהלים מקצועיים-סיעודיים שפותחו באנגליה ובעולם, בהקשר להוראת חשבון תרופתי (Nursing and Midwifery Council, 2010).



איור 1. צילום מסך של תוכן העניינים בסביבת הלמידה SiMM

לכל נושא פותחו סרטונים ואנימציות שהוכנו במיוחד למטרה זו, אשר כללו הסבר מפורט והדגמה של אחות המבצעת את החישובים בסביבת המחלקה. בהמשך, בכל נושא שולב חקר של ייצוגים אינטראקטיביים אותנטיים (אשר עוצבו בעזרת תוכנה דינמית להוראת מתמטיקה, ג'אוג'ברה²) בהקשר של המחלקה, המאפשרים לסטודנטים בצורה וירטואלית לחצות טבליות של תרופה, לשאוב תרופה למזרק, לשנות את גודל הטיפה בסט העירוי, לבחון ריכוזים שונים ועוד (איור 2, לדוגמה נוספת: <http://ggbtu.be/mfsiFq4Vu>). כל זאת תוך התייחסות למושגי יחס ופרופורציה. בנוסף, בכל נושא של החישוב התרופתי פותח תרגול של הנושא. התרגול כולל הצגת הוראה רפואית כפי שניתנת במציאות. הסטודנט נדרש לפענח את ההוראה, להבין איזה עקרון של יחס ופרופורציה עליו ליישם ואז לבצע החישוב. התרגול הובנה ברמת קושי עולה, תוך התאמה לרמת הידע של הסטודנט ומתן משוב מידי המלווה בהסבר.

<https://www.geogebra.org>²

2. א. מהי כמות המומס ומהי כמות הממיס במודל, כאשר הריכוז שווה ל 0.9%?
 כתוב את תשובתך פה

ב. הבט בכמות המומס וכמות הממיס אשר יוצרים ריכוז של 0.9%. הגדר מהו **ריכוז**:
 כתוב את תשובתך פה

מהו ריכוז?

התחל פה 1 2 3 4 5 6 7 8

איור 2. צילום מסך של משימת חקר בנושא ריכוז. הסטודנטים מתבקשים להוסיף/להפחית מהנוזל אשר בייצוג הדינמי ולהוסיף/להפחית בכמות המומס וכך לבחון את משמעות המושג ריכוז

שיטה

מערך המחקר

מערך המחקר הוא דמוי ניסוי (לפני ואחרי התערבות).

אוכלוסייה ומדגם

אוכלוסיית המחקר היו סטודנטים לסיעוד הלומדים בשנה ב' במסלול האקדמי 4 שנתי באוניברסיטת חיפה. המדגם הינו מדגם נוחות אשר כלל 90 סטודנטים. חשוב לציין שהמשתתפים במחקר למדו חשבון רפואי במסגרת של קורס אחר וגם נחשפו לתהליכי החישוב התרופתי במסגרת ההתנסות במחלקות בבית-חולים.

הליך המחקר

בימים שנקבעו מראש במהלך שנת לימודים תשע"ה, הסטודנטים הוזמנו להשתתף ביום לימוד אחד אשר התנהל בחדר מחשבים של האוניברסיטה במשך כ- 5.5 שעות (כולל מבדק לפי ההתערבות ואחרי ההתערבות). הסטודנטים ענו על מבדק ידע בנושא חישוב הטיפול התרופתי לפני ואחרי הלמידה באמצעות סביבת הלמידה הממוחשבת בנושא חשבון תרופתי.

המחקר אושר על-ידי ועדת האתיקה של אוניברסיטה חיפה (אישור מס' 165/14).

כלי מחקר

לצורך המחקר פותחו כלים:

1. **סביבת הלמידה הממוחשבת** בנושא חישוב תרופתי תוכנתה במהלך השנים 2013-2014. ראה פירוט הסביבה בפרק הקודם.
2. **מבדק ידע בנושא של חישוב תרופתי** נוצר באופן קולבורטיבי בין המרצים בחוג לסיעוד לצורך המחקר בהתבסס על סקירה נרחבת של ספרות (Coben & Weeks, 2014 ; McMullan, Jones & Lea, 2011 ; Mulholland, 2007). המבדק מהווה קוצנזוס לגבי הידע הנדרש בתחום. 20 השאלות של המבדק הוצגו לכל סטודנט בצורה רנדומלית מתוך מאגר של 100 שאלות. ציון גבוה במבדק מעיד על שליטה גבוהה ומדויקת בחישוב הטיפול התרופתי. המהימנות הפנימית של מבדק הידע, אלפא קרונברך (α Cronbach), עומדת על 0.94.
3. **מבדק ידע בנושא חשיבה פרופורציונאלית** אשר פותח על-ידי Noelting (1980). הקונטקסט של הבעיות בהן עסק נולטינג דן בתערובות של מיץ ומים. על הנבדקים להחליט באם זוגות שונים של תערובות משקה, זהים, או שונים ברמת הריכוז. המבדק נוסה בקרב ילדים, מתבגרים ומבוגרים (Draney & Wilson, 2007). המחקר הנוכחי עשה שימוש ב-6 שאלות ממבחן נולטינג ושולב כחלק ממבדק ידע בנושא של חישוב תרופתי. המבחן תורגם לעברית בעבודת תזה של קלמר (2000).

עיבוד הנתונים

לצורך ניתוח הנתונים, נעשה שימוש במבחן t לשני מדגמים מזווגים בתוכנת SPSS על מנת לבחון הבדלים בין ציון מבדק ידע בנושא של חישוב תרופתי ומבחן נולטינג לפני ואחרי ההתערבות.

ממצאים

טבלה 1 מציגה הבדלים בממוצע של מבדק ידע בנושא של חישוב תרופתי לפני ואחרי ההתערבות. במבדק הכללי ניתן לראות כי חל שיפור בידע של חשבון תרופתי לפני ואחרי ההתערבות, מציון ממוצע 76 ל-97, שינוי משמעותי ומובהק. בהתבוננות במרכיבי הידע של המבדק ניתן לראות שרוב השיפור חל בהבנת חישוב קצב העירוי, כאשר הציון הממוצע עלה מ-64 ל-97 (מידת שיפור של 33%). בשאר המימדים של המבדק, הידע של הסטודנטים היה מראש גבוה, למרות שגם כאן אנו רואים שיפור משמעותי ומובהק.

טבלה 1. מבחן t להשוואת ממוצעים מזווגים במבדק ידע בחישוב תרופתי לפני ההתערבות ולאחריה (N=90)

מידת השיפור	t (df=85)	אחרי ההתערבות ציון ממוצע וסטיית תקן	לפני ההתערבות ציון ממוצע וסטיית תקן	מבדק ידע בחשבון תרופתי
21%	-12.1***	97 ± 4	76 ± 17	כל המבדק
10%	-5.3***	98 ± 5	88 ± 17	המרת יחידות בתרופות מוצקות ונוזליות
21%	-7.5***	97 ± 7	76 ± 26	ריכוז של תמיסות
33%	-10.1***	97 ± 7	64 ± 31	קצב עירוי

***p<0.001

גם מבדיקת הבדלים בציון הממוצע לפני ואחרי ההתערבות בנושא של חישוב פרופורציונלי עלה שיפור בידע, מציון ממוצע של 77 ± 17 ל- 82 ± 11 , שינוי משמעותי ומובהק של 5% ($t = -2.3$ ($df = 84$), $p < 0.05$).

דיון

המחקר הנוכחי בדק את ההשפעה של הלמידה בסביבה הממוחשבת SiMM על הצלחת הסטודנטים במבדק הידע בנושא זה. הסטודנטים נחשפו ולמדו את הנושא במסגרת קורסים אחרים, ובכל זאת נמצא שללמידה עם הייצוגים הדינמיים הייתה תרומה משמעותית ומובהקת נוספת לידע ולהבנה של הסטודנטים בכל הממדים של החישוב הטיפול התרופתי.

מהתבוננות בממצאים ניתן להבחין כי הידע ההתחלתי של הסטודנטים לפני ההתערבות היה יחסית גבוה, פרט לידע ההתחלתי בחישוב קצב העירוי שנמצא כנמוך. חוקרים בחינוך המתמטי הסבירו כי חישוב של קצב העירוי קשור במניפולציה של גדלים אינטנסיביים (Schwartz, 1988 Noss et al., 2002; גודל אינטנסיבי אינו ניתן למניה באופן ישיר מכיוון שאין מדובר בכמות מוחלטת (בניגוד לגודל אקסטנסיבי). אי לכך, מניפולציות בגדלים אינטנסיביים נחשבות כקשות להבנה וכמקור לטעויות רבות. לכן ניתן לטעון כי חישוב זה הינו בעל רמת הקושי הגבוהה ביותר בחישוב הטיפול התרופתי. טענה זו יכולה להסביר את הרמה הנמוכה בידע ההתחלתי (לפני ההתערבות) בחישוב קצב העירוי לעומת החישובים האחרים.

מעבר לכך, תוצאות המחקר הנוכחי דומות לאלה שנמצאו במחקרים רבים אחרים העוסקים בעיצוב ובחקר שילובן של טכנולוגיות למידה על-פי הגישה הקונסטרוקטיביסטית, בתוכניות לימודים בכלל ובמקצועות הבריאות בפרט (עשת, 2006; Gilbert & Boulter, 2008; Epstein, 2008; Cook et al., 2011; Levy & Wilensky, 2009a, b; 2000). כלים טכנולוגיים מהווים אמצעים דידקטיים המקדמים הבנה עמוקה אצל הלומד בכך שהם מאפשרים הדמיה של תהליכים, חקר של תופעות ולמידה פעילה שהופכת את המידע לידע (Penner, 2000). בנוסף, שילוב טכנולוגיות במחקר זה, אפשרה לראשונה גישור בין התיאוריה לפרקטיקה כך ש'ידע מנותק' יהפוך ל'ידע מקושר' הניתן להעברה לסיטואציות חדשות במחלקה (סלומון, 2000).

למחקר מספר מגבלות הקשורות למערך המחקר: 1. היות שמערך המחקר הינו דמוי ניסוי, ללא קבוצת ביקורת, היכולת לבא קשר סיבתי ולשלול הסברים חלופיים הינה מוגבלת; 2. מדגם קטן שנבחר בצורה לא אקראית מגביל את יכולת ההכללה של ממצאי המחקר.

מקורות

- חוזר מנהל הסיעוד. (2011). *עדכון תוכנית הליבה לתואר אחות מוסמך/ת*. נדלה ב 28 למרץ, 2015, מתוך http://www.health.gov.il/hozer/ND91_11.pdf
- סלומון, ג' (2000). *טכנולוגיה וחינוך בעידן המידע*. חיפה: הוצאת הספרים של אוניברסיטת חיפה/זמורה-ביתן.
- עשת, י' (2006). *עקרונות בעיצוב ובניתוח של סביבות למידה ממוחשבות*. רעננה: בית ההצואה לאור של האוניברסיטה הפתוחה.
- קלמר, ע' (2000). *ייצוגים שונים, כתומכים בהבנת מושגי היחס והפרופורציה צבעים, דיסקיות וטבלאות התאמה*. עבודת גמר לקבלת תואר "מוסמך", אוניברסיטת חיפה.

- Bindler, R., & Bayne, T. (1991). Medication calculation ability of registered nurses. *Journal of Nursing Scholarship*, 23(4), 221-224.
- Coben, D., Hutton, B. M., Hall, C., Rowe, D., Sabin, M., Weeks, K., & Woolley, N. (2010). Benchmark assessment of numeracy for nursing: Medication dosage calculation at point of registration. *NHS Education for Scotland, Edinburgh, NES*.
- Coben, D., & Weeks, K. (2014). Meeting the mathematical demands of the safety-critical workplace: medication dosage calculation problem-solving for nursing. *Educational Studies in Mathematics*, 86(2), 253-270.
- Cook, D. A., Hatala, R., Brydges, R., Zendejas, B., Szostek, J. H., Wang, A. T., ... & Hamstra, S. J. (2011). Technology-enhanced simulation for health professions education: a systematic review and meta-analysis. *Jama*, 306(9), 978-988.
- Draney, K., & Wilson, M. (2007). Application of the Saltus model to stagelike data: Some applications and current developments. In M. von Davier & C. H. Carstensen (Eds.), *Multivariate and mixture distribution Rasch models* (pp. 119-130). Springer New York.
- Epstein, J. M. (2008). Why model? *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 11(4), 12.
- Gilbert, J. K., & Boulter, C. (Eds.). (2000). *Developing models in science education*. Springer
- Grandell-Niemi, H., Hupli, M., Leino-Kilpi, H., & Puukka, P. (2003). Medication calculation skills of nurses in Finland. *Journal of Clinical Nursing*, 12(4), 519-528.
- Hoyles, C. Noss, R., & Pozzi, S. (2001). Proportional Reasoning in Nursing Practice. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32, 4-27.
- Kapborg, I. D., (1995). An evaluation of Swedish nurse students' calculating ability in relation to their earlier education background. *Nurse Education today*, 15, 69-74.
- Levy, S. T., & Wilensky, U. (2009a). Crossing levels and representations: The Connected Chemistry (CC1) Curriculum. *Journal of Science Education and Technology*, 18(3), 224-242.
- Levy, S. T., & Wilensky, U. (2009b). Students' learning with the Connected Chemistry (CC1) Curriculum: Navigating the complexities of the particulate world. *Journal of Science Education and Technology*, 18(3), 243-254.
- McMullan, M., Jones, R., & Lea, S. (2011). The effect of an interactive e-drug calculations package on nursing students' drug calculation ability and self-efficacy. *International Journal of Medical Informatics*, 80(6), 421-430.
- Mulholland, J.M. (2007). *The Nurse, the math, the meds*. St Louis : Mosby-Elsevier
- Nursing and Midwifery Council (NMC) (2010). *Final: Standards for Pre-registration nursing education - Annexe 3. Essentials skills clusters (2010) and guidance for their use (guidance G7.1.b)*. London: Nursing and Midwifery Council.
- Noelting, G. (1980). The development of proportional reasoning and the ratio concept Part I—Differentiation of stages. *Educational studies in Mathematics*, 11(2), 217-253.

- Noss, R., Hoyles, C., & Pozzi, S. (2002). Abstraction in expertise: a study of nurses' conceptions of concentration. *Journal for Research in Mathematics Education*, 33, 204-229.
- Schwartz, J. L. (1988). Intensive quantity and referent transforming arithmetic operations. *Number concepts and operations in the middle grades*, 2, 41-52.
- Stigler, J. W., Givvin, K. B., & Thompson, B. J. (2010). What community college developmental mathematics students understand about mathematics. *MathAMATYC Educator*, 1(3), 4-16.
- Penner, D. E. (2000). Cognition, computers, and synthetic science: Building knowledge and meaning through modeling. *Review of Research in Education*, 25(1), 1-35.
- Perlstein P. H., Callison, C., White, M., Barnes, B., & Edwards, N. K. (1979). Errors in Drug Computations during Newborn Intensive Care. *American Journal of Diseases of Children* 133(4), 376-379.
- Wright, K. (2006). Barriers to accurate drug calculations.(drug calculation skills of nursing students). *Nursing Standard*, 20(28), 41-45.
- Wright, K. (2008). Can effective teaching and learning strategies help student nurses to retain drug calculation skills? *Nurse Education Today*, 7, 856-864.
- Wright, K. (2009). The assessment and development of drug calculation skills in nurse education – A critical debate. *Nurse Education Today*, 5, 544-548.