

הוראה שמחוללת שינוי במוח: בחירת הקשר בין מדעי המוח למתודות הוראה חדשניות

התקציר מבוסס על המאמר:

Owens, M. T., & Tanner, K. D. (2017). Teaching as brain changing: Exploring connections between neuroscience and innovative teaching. *CBE - Life Sciences Education, 16*(2), fe2, 1-9.

המבנה של המוח מקבל את תצורתו כבר בילדות המוקדמת. הלמידה והזיכרון אפשריים משום שתאי העצב שומרים על היכולת לשנות את האיתותים שלהם ואת הקשרים הסינפטיים לאורך כל החיים. נמצא כי למידה מתרחשת פחות מיצירת תאי עצב חדשים, אלא בעיקר בעקבות השינויים בחוזק ובמספר הקשרים בין התאים. תהליך זה מכונה גמישות (פלסטיות) סינפטית. השינויים מתרחשים בצורה כזו, שהקשרים בין תאי העצב שהשימוש בהם תדיר, מתחזקים יותר.

מחקרים רבים הראו, כי גמישות סינפטית, המאפשרת שינוי בקשרים בתאי העצב, קשורה ללמידה התנהגותית וליצירת זיכרונות. מחקרים שנערכו עם עכברים מלמדים, כי אימון במשימה מוטורית חדשה הביא לפיתוח מהיר (תוך שעה) של סינפסות חדשות בחלק המוח האחראי על התנועה. נמצא גם כי המשך אימון מאפשר לייצב את הסינפסות החדשות לפרקי זמן ממושכים של שבועות, חודשים וייתכן אף שנים וכי חסימת התהליכים החשובים לפלסטיות סינפטית פוגעת בלמידה התנהגותית.

לגורמים רבים יש יכולת להשפיע – באופן חיובי או שלילי – על הגמישות הסינפטית. לדוגמה, ידוע כי עניין שתלמיד מגלה בחומר הנלמד והתמקדותו בו מקלים על תהליך הלמידה. לטענה זאת נמצא ביסוס גם בחקר המוח: זוהו המוליכים העצביים (כמו דופמין, אצטילכולין) שבדרך כלל נפלטים בהקשרים של מוטיבציה ותשומת-לב מוגברות ונמצא כי נוכחותם מעלה את הגמישות הסינפטית וחסימתם פוגעת בה. מנגד, נמצא כי לקורטיזול, ההורמון המופיע במצבי לחץ, יש השפעה ניכרת על הגמישות הסינפטית ועל תהליכי הלמידה. עלייה מתונה ברמת הקורטיזול עשויה לשפר את הזיכרון לטווח קצר; רמות גבוהות של קורטיזול פוגעות ביכולת של קידוד ושלילת זיכרונות. מחקרים רבים הראו כי לחץ כרוני עלול לפגוע בלמידה ובזיכרון ואף קשור להצטמקות מערכות מוח מסוימות.

כדי שהלמידה תהיה מועילה ותשפיע על ההתנהגות, לאחר סיום הלמידה וחיזוק הקשרים הסינפטיים יש צורך באכסון הזיכרונות וביכולת שליפתם בעת הצורך. הוצע כי זיכרונות מאוכסנים בקבוצות תאי עצב, שבעקבות הגמישות הסינפטית הופכים לקשורים אחד לאחר במהלך הלמידה. זיכרון נוירוני, ברמת תאי העצב, מקשר בין תאי העצב הממוקמים באזורי מוח שונים הקשורים אחד לשני והקשרים ביניהם התחזקו במהלך הלמידה. שלילת הזיכרונות מתרחשת באמצעות הפעלה מחדש של הנוירונים שהסינפסות שלהם עברו שינוי בעת יצירת זיכרון התחלתי. התקדמות טכנולוגית אפשרה להפעיל זיכרונות מסוימים, הגורמים לשינויים בהתנהגות אצל עכברים באמצעות גירוי מלאכותי של נוירונים שהיו פעילים בעת יצירת הזיכרונות הללו. עם זאת, אין פירוש העבודה כי תאי העצב המעורבים בתהליך הלמידה מפוזרים באזורים שונים של המוח, שהשינויים בסינפסות מתרחשים בהם באופן אקראי. ההיפך הוא הנכון: תופעות הגמישות מתרחשות רק אצל

הנוירוניס הייחודיים, המרכיבים את הזיכרון. זאת הסיבה כי המיומנויות הנרכשות במהלך הלמידה בהקשר מסוים אינן מועברות באופן אוטומטי להקשרים אחרים.

בחינת מפות מושגים ("concept maps") עשויה להיות כלי מועיל לאחסון ולשליפת זיכרונות. כידוע מפות מושגים מאפשרות קבלת ידע כולל וקוהרנטי על אודות התחום הנחקר. מחקרים בתחום החינוך הראו, כי מתודת הוראה זו של מפות מושגים מעלה את ההבנה ואת הזכירה של החומר הנלמד (וזאת בהשוואה לאסטרטגיות כמו הקשבה להרצאות או קריאה מחדש של החומר). על סמך הנאמר לעיל מתבררים המנגנונים העומדים מאחורי הצלחת מתודה הוראה זו. הרי זיכרונות מקודדים ברשתות סינפטיות ונשלפים כאשר כמה מהקשרים העצביים מופעלים. לכן, ככל שלזיכרון מסוים יש יותר קשרים מאשר לזיכרונות אחרים, כך יהיה קל יותר לשלוף אותו.

ניתן להצביע על טכניקות אחדות המאפשרות לשפר את תהליכי המוח אצל התלמידים:

ממצא מדעי המוח	ממצא תואם מתחומי הפסיכולוגיה או החינוך	דרכי ההוראה שעשויות להפעיל תהליכים מוחיים
גמישות סינפטית שייכת רק לנוירוניס מסוימים שפעילים ביחד.	למידה פעילה מביאה להישגים טובים יותר מאשר צורות למידה פסיביות. יש צורך בלמידה מכוונת, בעלת משמעות.	מטלות בית תדירות מעודדות למידה פעילה. מתן זמן בכיתה לדיון ולפתרון בעיות.
זיכרונות מקודדים ברשתות סינפטיות.	קידוד המידע בהקשרו וביחסיו עם מידעים אחרים מסייע לזכירתו.	עיצוב מפות מושגים. בדיקת קשרי החומר החדש לידע הקיים. דרישה מהתלמידים לסכם, לבצע הערכה כללית וסינתזה של החומר.
פליטת דופמין ואצטילכולין המשוחררים במצבי הנעה וריכוז מעלים את הגמישות הסינפטית.	הנעה וריכוז משפרים את הלמידה.	למידה מבוססת בעיות שעשויה להיות משמעותית ומעניינת. התאמת דוגמאות, יישומים ופעילויות לאינטרסים של התלמידים.
קורטיזול המשוחרר במצבי לחץ מדכא את הגמישות הסינפטית.	איום בסטריאוטיפים שליליים פוגע בלמידה ובביצוע ועלול להביא לחיזוק הסטראוטיפ השלילי.	דוגמאות מותאמות תרבות. אסטרטגיות להבטחת שוויוניות והחשיבות של הכרה.

הקשרים המתוארים מראים, כי הוראה ולמידה הן ביסודן תופעות נוירו-ביולוגיות. יש להדגיש, כי למרות ההתקדמות הגדולה של תחום הנוירו-חינוך בשנים האחרונות, נשארים עוד תחומים נרחבים שטרם נחקרו לעומק. למשל, רק מחקרים מעטים בחנו את התשתית הנוירו-ביולוגית לאחדים מהמונחים הפדגוגיים המרכזיים, כמו מטה-קוגניציה וארגון ידע. בנוסף לכך, מידע רב בתחום נובע ממחקרים על בעלי חיים. ניתן להניח, כי המחקרים העתידיים יתמקדו יותר בפעילות המוח האנושי בזמן אמת. ככל שנלמד יותר על המוח, נוכל ליישם את ממצאי המחקר לעיצוב טכניקות פדגוגיות חדשות שתשפעה על התהליכים במוח.