

בין כאוס לקלישאה: כך פועל המוח היצירתי

מה בין סכיזופרניה לחשיבה מטאפורית? וכיצד מגביל צדו השמאלי של המוח את זה הימני? פרופ' מרים פאוסט, רקטורית אוניברסיטת בר-אילן, ניסתה בעשור האחרון לפצח את חידת המחשבה היצירתית

עידו אפרתי 13:00 25.07.2015

באפריל 1955 עשה הפתולוג תומס הרווי מעשה שלא ייעשה: הוא גנב את מוחו של אלברט איינשטיין. הרווי, שנפל בחלקו לבצע את נתיחת גופתו של איינשטיין לאחר מותו, בבית החולים בעיירה פרינסטון שבניו ג'רזי, ניצל את ההמולה התקשורתית והצליח לחמוק עם צנצנת פורמלין שבתוכה מוחו של אבי תורת היחסות.

הרווי שקל את המוח, צילם אותו עשרות פעמים ולבסוף ביתר אותו ל-240 פיסות ונטל דגימות. בשנים שלאחר מכן שלח את הדגימות למיטב החוקרים בעולם כדי לפענח את אחד המוחות המבריקים של האנושות. מחקרים שהתבססו על הצילומים והדגימות שסיפק הרווי פורסמו במהלך השנים והצביעו על כמה מאפיינים פיזיולוגיים ייחודיים במוחו של איינשטיין ביחס לבני תמותה רגילים. אף כי היה זה ללא ספק הניסיון הנועז ביותר להתחקות אחר סודות המוח היצירתי, עד היום לא הצליח המדע לשרטט קלסטר ברור ומובחן של האדם היוצר והמחשבה היצירתית. הניסיון לאתר את אותו "זיק", את הרגע שבו נופל האסימון ומה שקדם והוביל אליו, הוליד לאורך השנים טענות ותיאוריות שקשרו את היצירתיות האנושית לגנטיקה, לסביבה ומסגרות מעודדות, לאירועי חיים, ועד לגמגום, פסיכוזות ונירוזות. ובעניין הזה גם רובריקת "כל התשובות נכונות" עדיין באה בחשבון, אבל מוצקות ומובהקות — אין. אז מה בעצם משותף למיכלאנג'לו, שייקספיר, ניוטון, דרווין, סטיב ג'ובס ועוד רבים וטובים? אין ספק שמהו יוצא דופן התרחש במוחם, השאלה היא אם יש חוט מקשר.

"יצירתיות היא אחד האתגרים הגדולים ביותר מבחינה מחקרית וזה תחום מחקר חדש יחסית", אומרת הפרופסור לפסיכולוגיה מרים פאוסט, המשמשת גם רקטורית אוניברסיטת בר-אילן. "לפני כמה שנים פנה אלי סטודנט והציע לחקור יצירתיות בכלים מדעיים. תחילה שללתי את זה על הסף, מתוך מחשבה שמדובר בדבר שהוא בלתי ניתן לניבוי ושלא ניתן לחקור בסיטואציה מעבדתית". אלא שמאז הועלה בפניה אותו רעיון מופרך לכאורה, נמלכה פאוסט בדעתה. יותר משני עשורים היא מתמקדת בחקר הייצוג המוחי של שפה, במיוחד שפה יצירתית, במעבדת מוח ושפה שבמרכז הרב-תחומי לחקר המוח בבר-אילן שהיא עומדת בראשה. בעשור האחרון הפך חקר המוח היצירתי לפרויקט הדגל שלה. לדבריה, אחת התמורות שחלו בשנים האחרונות ביחס לחקר תהליכי היצירה במוח היא ההבנה שיצירתיות היא תהליך מנטלי כמו זיכרון, חשיבה או שפה, וראוי לחקור אותה. "ישנם שני אתגרים גדולים בלהיות יצירתי", היא מסבירה. "הראשון הוא היכולת לייצר חיבור חדש בין אלמנטים קיימים — מונח שנקרא בשפה המקצועית Combinational Novelty ("חידוש חיבורי" בתרגום חופשי). כל יצירה היא תולדה של חידוש חיבורי. אנשים לא יוצרים יש מאין אלא לוקחים אלמנטים מסוימים שקיימים בעולם — כמו מלים, רעיונות או חומרים — ומחברים אותם באופן חדש. זה אתגר מאוד מורכב כיוון שהוא דורש לארגן את המציאות בצורה שונה".

פאוסט ממשיכה ומסבירה כי "המציאות שלנו מורכבת מאלמנטים וממערכות היחסים שהם מקיימים ביניהם. רובנו נוטים להיצמד לתמונת מצב קיימת, אבל האדם היצירתי יכול לחבר את האלמנטים באופן שונה. תמונת העולם שלו משתנה, המציאות נראית אחרת וממנה נולדות תובנות חדשות".

האתגר השני שמצינת פאוסט הוא הרלוונטיות, ההתאמה למציאות. "בעולם הבישול אומרים: ההוכחה היא בפודינג", היא אומרת, "אני יכולה להמציא פודינג חדש אבל השאלה היא אם הוא טעים. מצד אחד היצירה מבוססת על הגמשה ושבירה של חוקים, מצד שני היא חייבת שיהיה לה עוגן במציאות".

במאמר שפרסמה באחרונה בכתב העת *Frontiers in Neuroscience*, עם ד"ר דוד ענקי והדוקטורנט יועד קנת, הציגה פאוסט את תיאוריית ה"כאוס המבוקר" בנושא המוח היצירתי. היא קובעת שם כי תהליך יצירה מחייב אינטגרציה מתאימה בין שני הקטבים של הרצף שנע בין כאוס לבין נוקשות חשיבתית, שכל אחד מהם בא לידי ביטוי בפעילות מוחית שונה. הצוהר שדרכו מנסה פאוסט לפענח את מנגנוני היצירתיות במוח הוא השפה — שיש בה מרכיב קונבנציונלי של כללים ברורים, ובו בזמן היא מקיימת בתוכה גם רבדים לא קונבנציונליים, שמחייבים גמישות מחשבתית.

"השפה העברית מאפשרת המון יצירתיות כי היא מבוססת על מבנה של שורשים וניתנת לקריאה גם ללא ניקוד", מסבירה פאוסט. "הסלנג והמטאפורות של השפה מחייבים לחרוג אל מעבר למשמעות הקונבנציונלית של המלים כדי להרחיב ולהבין את המשמעות שלהן. זו יכולת שקיימת אצל רובנו ולכן כשמדובר בשפה כולנו יצירתיים ברמה זו או אחרת".

לדבריה, "קיימים במוח מנגנונים שיאפשרו לרוב האנשים להבין את המשמעות של אמירות כמו 'השמנמך יוצא עם השחורדינית' או את הרעיון של חיבורי מלים כמו 'גועליציה' או 'מפורסתמים', ולדעת למה בדיוק מתכוון אדם שאומר לך 'תפסיק לחפור', 'שינה מתוקה' או 'קם על צד שמאל'.

הדברים נשמעים טריוויאליים לאדם בעל מוח תקין אבל הם לא טריוויאליים".

"כאוס מבוקר"

לאורך השנים השתתפו מאות בני אדם במחקרים שערכו פאוסט ועמיתיה באמצעות שיטות ואמצעים מגוונים. בין היתר נעשה שימוש במכשיר MEG – מכשיר סריקת מוח המצויד ב-248 חיישני-על שמודדים את השדות המגנטיים הנוצרים כתוצאה מפעילות מוחית; בטכניקות גירוי מגנטי חוצה גולגולת (PMS) שבדקו כיצד הפרעה זמנית לפעילות של אזורים מסוימים במוח פוגעת ביצירתיות או מעודדת אותה; ובשיטות חישוביות מתחום מדע הרשתות, כדי לזהות את הרשתות האסוציאטיביות של המשתתפים.

באחד הניסויים הוצגה בפני המשתתפים (כולם "צעירים בעלי אינטליגנציה ויכולת שפתית תקינות ובעלי השכלה של 12 שנות לימוד לפחות") קשת רחבה של מלים, צמדי מלים או ביטויים, שכדי להבין את משמעותם נדרשת פעילות מוחית שונה שנעה בטווח שבין המשמעות המילולית הפשוטה במלים כמו "שולחן" או "כיסא", שבאופן תקין מעובדות באזורי המוח המטפלים בכללי השפה הבסיסיים, ועד לביטויים מטאפוריים חדשים שלקוחים מטקסטים של שירה כמו "בכי נעול" ושדורשים הפעלת אזורים אחרים ורשתות אסוציאטיביות שונות.

"בכל סיטואציה או מטלה שאדם מתמודד איתה ישנה תמיד פעילות של הרבה חלקים במוח. המוח פועל בצורת רשתות שמפוזרות בו. מצאנו כי פעילות הרשת והמבנה שלה משתנים כאשר אדם צריך להפעיל חשיבה יצירתית", היא אומרת. העיסוק בשפה אינו מוגבל לאזור אחד במוח. עם זאת יש אזורים המרכזים את התהליכים הקשורים בעיבוד והפקה של שפה, כמו הבנת כללי התחביר. אצל רוב בני האדם קיימת דומיננטיות של הצד השמאלי במוח (ההמיספרה השמאלית) בפונקציות הקשורות לשפה והיא מזוהה בעיקר עם שני אזורים ספציפיים בקליפת המוח — אזור ברוקה הממוקם

באונה המצחית, שאחראי להפקת דיבור, ואזור ורניקה באונה הרקתית, שאחראי להבנת השפה המדוברת והכתובה.

"מצאנו שכאשר אדם נדרש להתמודד עם הבנת צירוף מושגים או ביטוי שהוא לא פגש קודם לכן, וצריך להפעיל חשיבה יצירתית, נכנסים לפעולה גם אזורים בחלקו הימני של המוח, שממוקמים בדיוק מול אזורי פעילות השפה בצד השמאלי, סביב אזור שנקרא 'הפיתול הטמפורלי האחורי העליון', מסבירה פאוסט. באחד הניסויים שנערכו במעבדה גילו החוקרים כי כאשר הם פגעו זמנית בתפקוד של האזור הזה בצד ימין, התקשו המשתתפים להבין משמעות של מטאפורות חדשות. לעומת זאת, כאשר פגעו באזור השמאלי — האחראי על הצד הקונבנציונלי של השפה — הבינו המשתתפים טוב יותר את משמעותן של המלים הדורשות חשיבה יצירתית. לדברי פאוסט, אצל רובנו האפשרות להבין שימושים יצירתיים בשפה מבוססת על אינטגרציה מאוזנת בין שני המנגנונים הללו במוח. "הצד הימני של המוח אוהב צירופים חדשים", היא אומרת. "מה שמקשר בין שני החלקים הוא אזור במוח שנקרא קורפוס קולוסום (כפיס המוח), המאפשר את הדיאלוג בין שני החלקים: השמאלי — אזור מומחיות שיש בו גוף ידע מאורגן וקבוע, והימני — שאינו מומחה בעיבוד שפה אבל מקבל חיבורים חדשים ומתמודד עמם".

מה שחידד את הממצאים היה המחקרים שבחנו שתי אוכלוסיות שכל אחת מהן נמצאת בקצה אחר של הסקאלה: נבדקים עם סכיזופרניה וכאלה עם תסמונת אספרגר. "אנשים שלוקים בסכיזופרניה יוצרים צירופים שפתיים חדשים, אבל במקרים רבים הם לא מחוברים למציאות ואינם רלוונטיים. הם יכולים לחבר מלים ומושגים בצורה חדשה ולדבר 'כמו משוררים', אבל יכולת זו משקפת בעצם את אחד הסימפטומים של המחלה, אסוציאציות רופפות" היא מבארת. "בניסויים שערכנו מצאנו חוסר יכולת של נבדקים אלה להבחין בין נונסנס לצירופים בעלי משמעות וכן פעילות מוגברת במוח הימני". בקצה השני של הסקאלה נמצאים מי ש"כבולים" לצד השמאלי של המוח יתר על המידה, אנשים עם תסמונת אספרגר. "מצאנו שאצל אנשים לא יצירתיים הרשת האסוציאטיבית דומה מאוד לאנשים על ציר האספרגר", היא מסבירה. "הזיכרון הסמנטי שלהם, המכיל את אוצר המלים והמושגים, מאורגן כך שמלים קשורות למספר מועט של מלים אחרות ובקשרים מאוד קונבנציונליים. אצל נבדקים עם תסמונת אספרגר רמת החיבוריות הנמוכה גורמת לעתים לנטיה להיצמדות למשמעות המילולית הבסיסית של מלים וביטויים כמו 'ויכוח סוער' או 'רכילות עסיסית', ואלה לא תמיד מובנים בגלל הצורך להשתחרר מהמשמעות המילולית הרגילה ולהרחיב באופן גמיש את המשמעויות של המלים". לדבריה, "הטענה הכללית היא שההבדלים הבין-אישיים ברמת היצירתיות תלויים באופן האינטראקציה בין כאוס לבין נוקשות חשיבתית. אנשים יצירתיים קרובים יותר לקוטב של התווה, למרות שהם עדיין מחוברים למציאות בזכות היכולת לאינטגרציה". הקרבה לקוטב הכאוטי קשורה כנראה לטענה שטירוף ויצירתיות הולכים יד ביד. פאוסט סבורה שיצירתיות אינה יכולה להתקיים במצב של טירוף מוחלט כיוון שהיא מחייבת עוגן במציאות. "נוהגים תמיד לדבר על הקרבה בין 'המשוגע' ל'יוצר'. אצל שניהם אמנם קיים אלמנט מוגבר של כאוס, אבל ההבדל הוא שאצל היוצר קיים גם חיבור אינטגרטיבי למציאות". היא מדגימה זאת באמצעות המתמטיקאי פורץ הדרך ג'ון נאש שאובחן כסכיזופרן. "היו כנראה תקופות שהוא היה מחובר למציאות ולגוף ידע קיים ששמר על הרלוונטיות של היצירתיות שלו", אומרת פאוסט.

המציאות שאליה מתייחסת פאוסט היא מושג רחב והיא מתקיימת לעתים מעבר ל"כאן ועכשיו". פאוסט אינה רואה ביוצרים שהקדימו את זמנם וסבלו מזלזל, התנכרות וביקורת בטרם זכו להערכה מנותקים מהמציאות או מטורפים. "הקושי הגדול של חלק מהיוצרים נמצא דווקא בכיוון ההפוך. הם חוששים לאבד את המוזה ואת היכולת להתנתק מהקונבנציות כדי ליצור", היא אומרת.

המחקר של פאוסט התקרב אמנם לפענוח מנגנוני החשיבה היצירתית השפתית במוח, אבל הוא מותיר עדיין רשימה ארוכה של שאלות פתוחות שטרם קיבלו מענה, כמו עד כמה היצירה קשורה בגנטיקה ובסביבה ועד כמה ניתן לעודד או לדכא אותה באמצעים שונים. כדי לענות על השאלות הללו ועל עוד רבות אחרות, יידרש המדע בעצמו למנה הגונה של יצירתיות.