

מנגנון קריאה ייחודי למספרים, ודיסלקסיית שיכול ספרות

תקציר-סכתא של המאמר

“האם הנתח הויזואלי הוא ספציפי למילים? מסקנות מדיסלקסיית שיכול אותיות”, מאת דרור דותן, עינב רחמים ונעמה פרידמן

דיסלקסיה הוא מצב בו אדם מתקשה לקרוא, שלא כתוצאה מחוסר לימוד. מצב זה נובע מפגיעה באזורי המוח האחראים על מנגנון הקריאה. טעות נפוצה היא לראות בדיסלקסיה תופעה מונוליתית – כלומר, או שאדם קורא באופן תקין או שלא, והפגיעה היא דומה אצל כל הדיסלקטים. למעשה, מנגנון הקריאה מורכב מתת-רכיבים רבים, ולכל אחד תפקיד אחר בתהליך הקריאה. כל פגיעה במנגנון הקריאה תגרום לקושי בקריאה, אך פגיעה בתת-רכיבים שונים תגרום לקשיים מסוגים שונים. לדוגמה, פגיעה ברכיב שאחראי על זיהוי סדר האותיות במילה תגרום לשיכולי אותיות בתוך מילה – למשל, אדם כזה עלול לקרוא “פריצה” במקום “פצירה”. פגיעה בלקסיקון שמכיל את צורתן הכתובה של המילים שאנו מכירים תפגע ביכולת לזהות מילים מופרות; פגיעה ברכיב שאחראי על המרת אותיות לצלילים תפגע ביכולת לזהות מילים חדשות, לא מופרות; וכן הלאה.

הנתח הויזואלי הוא הרכיב שאחראי על העיבוד הראשוני של מילים שאנו קוראים. הוא אחראי לזהות מיהן האותיות במילה, לזהות באיזה סדר הן מופיעות, ולהפריד בין המילים (כלומר לזהות לאיזו מילה שייכת כל אות). לאחר מכן, מנגנון הקריאה מחפש את המילה בלקסיקון הקלט, שמכיל את כל המילים שאנו מכירים בעל-פה. אם זיהה שם את המילה, נחפש את הצלילים שמרכיבים את צורתה המושמעת בלקסיקון הפלט. צורה זו תישמר ברכיב זיכרון עבודה (*buffer*) עד שמערכת הדיבור תסיים את השמעת המילה בקול.

מנגנון הקריאה שתיארתי לעיל הוא מנגנון הקריאה של מילים. מנגנון זה ידוע, והמבנה שלו התגלה בעקבות מאות מחקרים שעסקו בנושא, רבים מהם באמצעות בדיקה של דיסלקטים. לעומת זאת, מנגנון הקריאה של מספרים נחקר הרבה פחות ומבנהו כמעט שאינו מופר. במאמר השוינו בין קריאה של מילים לקריאת מספרים, כדי לחשוף מעט את מבנה מנגנון הקריאה של מספרים. המאמר עוסק במצב בו יש פגיעה בנתח הויזואלי, וליתר דיוק – בתת-הרכיב שלו שאחראי על זיהוי סדר האותיות במילה. מצב זה גורם לטעויות של שיכול אותיות בקריאה (כמו בדוגמה לעיל), והוא נקרא דיסלקסיית שיכול אותיות (Letter Position Dyslexia, LPD).

קריאת מילים לעומת מספרים

השאלה הראשונה ששאלנו במסגרת המאמר היתה האם הנתח הויזואלי אחראי רק על קריאת מילים, או שהוא מטפל גם בקריאת מספרים. לצורך כך בדקנו קבוצה של 12 אנשים, לכולם דיסלקסיית שיכול אותיות (כלומר פגיעה בנתח הויזואלי, ברכיב של זיהוי סדר האותיות). אם הנתח הויזואלי מטפל גם במילים וגם במספרים, עלינו לצפות לשיכולי אותיות לא רק במילים אלא גם במספרים. בפועל, עשרה מתוך 12 המשתתפים במחקר הצליחו לקרוא מספרים ללא טעויות, ורק שנים – שי וטלי (שמות בדויים) – ביצעו טעויות שיכול גם במספרים. כיוון שטעויות השיכול בקריאת מילים נובעות מפגיעה בנתח הויזואלי, והיו 10 נבדקים שעדיין הצליחו לקרוא מספרים באופן תקין גם בהינתן הפגיעה הזו, הסקנו שהנתח הויזואלי הוא רכיב שאחראי ספציפית על עיבוד מילים, ויש רכיב אחר שמטפל בקריאת

מספרים (לפחות בכל הקשור לזיהוי סדר האותיות או הספרות). אצל 10 משתתפים, הנתח ויזואלי של מילים פגוע, אך רכיב זיהוי-סדר-הספרות נותר תקין; ואילו אצל שי וטלי שני המנגנונים פגועים.

מהיכן נובעים שיכולי הספרות / האם גם למספרים יש נתח ויזואלי?

בשלב הבא ניסינו לבדוק כיצד פועל המנגנון של קריאת מספרים – מנגנון שטרם נחקר לעומק (יש הרבה מחקרים על דיסלקסייה, אך רובם מתייחסים לקריאת מילים ולא לקריאת מספרים. המחקרים על דיסלקסייה במספרים הם בודדים). האם גם בקריאת מספרים קיים נתח ויזואלי שאחראי על עיבוד ראשוני של המספר? האם בנתח הזה יש רכיב שאחראי על זיהוי סדר הספרות, ופגיעה בו היא שגרמה לשיכולי הספרות אצל שי וטלי? ואם קיים נתח ויזואלי של מספרים, האם הוא פועל באופן דומה לנתח של המילים או באופן שונה?

אם שיכולי הספרות אצל שי וטלי נובעים מפגיעה בנתח ויזואלי של מספרים, נצפה למצוא שטעויות השיכול קשורות לפגיעה בשלבים הראשונים של עיבוד המספר – אלה שאחראים על קלט המספר הכתוב. כדי לבדוק האם זהו המצב, שי וטלי ביצעו מספר מטלות של עיבוד מספרים, בנוסף לקריאה בקול. סוג אחד של מטלות היה מטלות הדורשות קלט של מספרים שהוצגו בספרות, ללא הפקה שלהם בקול. אם שיכולי הספרות נובעים מפגיעה בשלב הקלט, נצפה ששי וטלי יתקשו במטלות מסוג זה. מטלה אחת כזו היתה הכרעת זהה-שונה – שי וטלי ראו זוגות מספרים, והתבקשו להכריע אם שני המספרים בכל זוג הם זהים או שונים. מצאנו שכאשר שני המספרים שהוצגו נבדלו זה מזה רק בסדר הספרות (למשל 1234-1243), שי וטלי נטו להתבלבל ולקבוע כי הם זהים. לעומת זאת, כאשר הוצגו להם מספרים שנבדלו זה באחת הספרות (למשל 1234-1235), שי וטלי זיהו את ההבדל בדרך כלל. כלומר, אכן יש להם קושי בזיהוי סדר הספרות במטלה זו. מטלה נוספת שדרשה קלט בלבד היתה זיהוי רצף – שי וטלי התבקשו לקבוע האם מספר שהוצג להם מורכב מספרות רצופות בסדר עולה (למשל 1234) או שלא (למשל 3498 או 3457). גם במטלה זו שי וטלי נטו להתבלבל במספרים שהיו "רצף משוכל" (כמו 4576) ולקבוע שהם רצף, אבל זיהו נכון מספרים שהיו רצף בו הוחלפה ספרה (כמו 4596). הממצאים משתי המטלות האלה מצביעים על קושי ספציפי בזיהוי סדר הספרות במטלות שדורשות קלט בלבד, ומתאימים להנחה לפיה שיכולי הספרות נובעים מפגיעה בשלבי הקלט של עיבוד מספרים (שלבי הניתוח הויזואלי).

לאחר מכן בדקנו את תפקודם של שי וטלי במטלת חזרה: הקראנו להם מספרים בקול, והם התבקשו לחזור עליהם (גם כן בקול). מטלה זו דורשת הפקת מספרים בקול, אך אין בה עיבוד ויזואלי שלהם. אם שיכולי הספרות של שי וטלי נובעים מפגיעה בנתח ויזואלי של מספרים, לא אמור להיות להם קושי במטלה זו. ואכן, הם כמעט ולא ביצעו טעויות שיכול במטלת החזרה.

מטלה נוספת נקראה *חיבור פשוט*. לטלי ושי הוצגו תרגילי חיבור פשוטים – בכל תרגיל הם התבקשו להוסיף 1 או 10 למספר 4-ספרתי (והמטרה היתה לבדוק את שיכולי הספרות במספר ה-4-ספרתי). היה עליהם לומר את התשובה בקול, בלי להקריא את התרגיל עצמו. כדי להבין איך זה עוזר לנו, נשתמש בדוגמה $1+3285$, ונניח שהיה שיכול של ספרת העשרות עם ספרת היחידות. אם השיכול נובע משלב הקלט, זה אומר שהם בעצם "רואים" את התרגיל $1+3258$, ואז יענו 3259. אם השיכול נובע משלב הפלט (הדיבור), הם יראו את התרגיל נכון, יגיעו לתשובה 3286,

ואז ישכלו את הספרות ויענו 3268. כלומר, ניתוח הטעויות במטלה זו אומר לנו אם השיכולים נובעים מפגיעה בשלב הקלט או הפלט. הניתוח שביצענו הראה שרוב הטעויות שלהם היו שיכול בשלב הקלט.

המסקנה מכל המטלות האלה היתה שגם במספרים, כמו במילים, טעויות השיכול של שי וטלי נובעות מפגיעה בשלבי הקלט שאחראים על הניתוח היוזואלי של המספר.

כיצד עובד הנתח היוזואלי של מספרים?

כעת רצינו לברר איך הנתח היוזואלי קורא מספרים. המצב הידוע לגבי קריאת מילים הוא שהנתח היוזואלי "מסתכל" קודם כל על האותיות הקיצוניות במילה, ואח"כ קורא את כל האותיות הפנימיות בבת אחת. התוצאה היא ששיכולי האותיות מתרחשים בעיקר באותיות הפנימיות – כיוון שאלה מקבלות קָשָב מאוחר יותר (ולכן פחות קשב), ובבת אחת (והנתח היוזואלי נוטה לשכל, כנראה, אותיות שמעובדות במקביל). התוצאה היא שבקריאת מילים ניתן לראות שיכולים רבים באותיות הפנימיות של המילה, בניגוד לשיכולים מעטים-יחסית באותיות החיצוניות. עד אך מה לגבי קריאת מספרים? כאן גילינו דפוס טעויות שונה: שיעור טעויות השיכול לא גבוה דווקא בספרות הפנימיות, אלא הולך ועולה ככל שמתקרבים לקצה הימני של המספר. שיעור השיכולים הגבוה ביותר הוא בין ספרות היחידות לעשרות; ובכל מקרה כמעט כל השיכולים הם של ספרות עצמודות זו לזו. מכאן הסקנו שהנתח היוזואלי של מספרים מקצה קשב לספרות באופן שונה מהאופן בו הדבר נעשה במילים: הוא לא קורא קודם את הספרות החיצוניות ואז הפנימיות, אלא קורא את המספר משמאל לימין, ספרה אחרי ספרה. ספרות עצמודות זו לזו מקבלות קשב בנקודות-זמן קרובות, ולכן יש נטייה לשכל דווקא אותן. הספרות הימניות מקבלות קשב אחרונות (ולכן פחות קשב), ומשום כך שיעור השיכולים בהן הוא הגבוה ביותר.

הדבר האחרון שגילינו, כמעט במקרה, היה כאשר ביקשנו משי וטלי לקרוא את המספרים באופן מפורז: עליהם היה לקרוא מספרים 4-ספרתיים בזוגות (1234 בתור "שתים עשרה, שלושים וארבע"), ומספרים 5-ספרתיים בתור זוג ושלושה (12345 בתור "שתים עשרה, שלוש מאות ארבעים וחמש"). שימו לב שבמספרים 5-ספרתיים, אופן הקריאה הזו זהה כמעט לחלוטין לקריאה הרגילה של המספר, פרט להשמטת המילה "אלף". במפתיע, קריאה באופן זה הפחיתה משמעותית את שיעור טעויות השיכול. אצל טלי הדבר היה בולט במיוחד – בקריאה רגילה היא טעתה בקרוב למחצית מהמספרים ה-5-ספרתיים, אך בקריאה מפורזת היתה לה טעות אחת בלבד. מעניין שהפרדה ויזואלית לזוג ושלושה (ע"י שימוש בפסיק מפריד) לא גורמת לאותו אפקט, ולא מפחיתה באופן משמעותי את שיעור השיכולים. תופעה זו מעניינת במיוחד כיוון שהיא עשויה לרמוז, אולי, על כיוון אפשרי לטיפול בדיסקסיית שיכול ספרות.

מתעניינים בעוד פרטים? המאמר המלא נמצא כאן.

ובדרך הזה, באתר המעבדה שלנו, יש תקצירי-סבתא של מאמרים נוספים.