

דיסלקציה - ליקוי לא קרוא

הקריאה, מיומנות שהודות לה אנו רוכשים ידע, מתפקדים בחברה, מתקשרים ומפיקים הנאה, נרכשת כרגיל ללא קושי מיוחד. ואולם יש ילדים המתקשים בכך, וקשיי קריאה מלווים אותם בחייהם. ליקויים בתחום החזותי והשמיעתי הוצעו כהסבר. מבדיקות שנערכו לאחרונה ומניסויים ב"רשתות עצבים" ניתן להצביע על ליקוי בהפנמה של כללים לא-מודעים כעל סיבה אפשרית לדיסלקציה.

דר' אורן לם,

מרצה בכיר בפקולטה לחינוך באוניברסיטת חיפה והמנהל המדעי של מכון יעל להערכת תפקודי חשיבה ולמידה. עיקר עיסוקו המחקרי - ההבטים הנורופסיכולוגיים של לקויות למידה.

רוב בני האדם רוכשים יכולת לקרוא מילים כתובות ללא מאמץ רב. עם זאת כ- 3%-5% מכלל הילדים הלומדים קרוא וכתוב נתקלים בקושי משמעותי, וקצתם לא מצליחים לרכוש מיומנות זו לאורך כל שנות חייהם. "דיסלקציה (דיסלקציה, Dyslexia) התפתחותית" כפי שמכונה תופעה זו, אינה תוצאה של יכולת אינטלקטואלית כללית נמוכה, שהרי יש בני אדם הלוקים בפיגור שכלי קשה שלומדים במהירות לקרוא מילים כתובות. מאידך רבים מהלוקים בקשיים חמורים מאד ברכישת מיומנות פענוח מילים כתובות מגלים יכולת אינטלקטואלית תקינה או אף גבוהה מאד. מאחר שליקויים ביכולת פענוח מילים כתובות מובחנים גם לאחר פגיעות מוחיות ספציפיות (דיסלקציה נרכשת) מבלי שמתלווה לכך הידרדרות אינטלקטואלית כללית, אפשר להניח כי תהליך רכישת מיומנות הקריאה הוא תהליך נפרד, אוטונומי. מכאן שהתחקות אחר מאפייני הכשל בפענוח מילים כתובות עשוי לשפוך אור על תהליכי למידה ועיבוד מידע ספציפיים במוח האנושי.

מנתח העיניים והעיוורון למילים

המונח "עיוורון מילים" נטבע ב-1877 על-ידי קוזמאל (Kussmaul) בהתייחסו ללקות קריאה לאחר פגיעת ראש.

תשע עשרה שנים אחר כך אימץ מורגן (Morgan) מונח זה בבואו לתאר מקרה של נער בן 14 אשר התקשה מאד באיות ובקריאת מילים, אפילו מילים חד-הברתיות פשוטות. למרות זאת הוגדר הנער על-ידי מנהל בית-הספר בו למד כילד מבריק שהיה מגיע להשגים לימודיים גבוהים ביותר אילו למד בהוראה בעל-פה.

מורגן וחוקרים אחרים בני דורו שיערו כי לקות קריאה שאינה מלווה בליקוי בהבנה ובהבעה של שפה דבורה (שפה מדוברת) מעידה על לקות תפישתית-חזותית ו/או על נתק בין המנגנונים האחראים על עיבוד התכונות החזותיות (ויזואליות) של מילים לבין מנגנוני עיבוד השפה. הם שיערו גם כי ליקוי זה הוא מולד, מקביל מבחינה אנטומית לפגיעות המוחיות הגורמים לדיסלקציה נרכשת. פישר (Fisher) העלה ב-1910 את הסברה כי עיוורון מילים מולד מקורו בנזק ראשוני לרכס הזוויתי (Gyrus Angular) בקליפת המוח השמאלית, וזאת בעקבות השכיחות הגבוהה של לקויות קריאה נרכשות לאחר פגיעה באזור זה.

מנתח עיניים מגלאזגו, גיימס היינשלוד (Hinshelwood) שעסק שנים רבות בחקר לקויות קריאה נרכשות והתפתחותיות כאחת, פרסם בשנת 1900 ספר המוקדש ללקויות קריאה נרכשות וב-1917 ספר העוסק בעיוורון מילים מולד. בספר זה הציע היינשלוד מודל תלת-שלבי של תהליך רכישת הקריאה ושל תקלות אפשריות בתהליך זה, תקלות שהן הבסיס לדיסלקציה התפתחותית.

מודל זה היה, מתברר, פשטני למדי. מן הראוי לציין כי היינשלווד עצמו היה ער לעובדה שהמודל שלו מתקשה להתמודד עם תיאור תהליך רכישת הקריאה בשיטות לימוד השונות משיטת הלימוד המסורתית שהייתה מקובלת בימיו. בשיטה זו למדו הילדים באופן שיטתי את שמות האותיות ותורגלו באיות קולי של מילים שהושמעו להם.

בשיטה היותר 'מודרנית' במונחי אותה תקופה הוצגו לילדים רשימות מילים אותן נדרשו לשנן. היינשלווד שיער כי השלב השני ברכישת הקריאה מבוסס על ניתוח חזותי של אות אחר אות ומתן שם (שיום) לאות. תהליך השיום הוא שמעורר את הייצוג הלשוני של המלה בשפה הדבורה. לפיכך מותנה מעבר תקין לשלב זה בהטמעה מקדימה של האותיות ושמותיהן. במילים אחרות, בשלב השני של רכישת קריאה נבנים לפי היינשלווד קשרים עצביים בין המרכז המוחי העוסק בזיהוי חזותי של אותיות ושיומן למרכז מוחי שמיעתי ש'למד' לקשור סדרות של שמות אותיות עם ייצוגי מילים בשפה הדבורה. אלא שכאמור בשיטה 'המודרנית' – של שינון מילים שלמות – אין שלב אימון מקדים של איות מילים נשמעות, ולפיכך קשה להעלות על הדעת כיצד יכול המודל להסביר תהליכי רכישת קריאה בשיטה זו.

אפשרות אחת ליישוב הקושי היא להניח כי שיטות לימוד שונות יוצרות תהליכים מוחיים שונים לצורך פענוח מילים כתובות. אם נוסיף לכך את העובדה שקיימים הבדלים משמעותיים בין שפות שונות באשר לשיטות הכתב הרי שלפי השערה זו מנגנונים שונים עומדים בבסיס הקריאה במוחות שונים כפונקציה של שפה, שיטת הכתב ושיטת לימוד הקריאה. ואולם אפשר שהיינשלווד נכשל בחשיפת העקרונות הבסיסיים באמת של תהליכי רכישת קריאה שמעבר ל'פרטים הקטנים'.

בשלב השלישי והמכריע של תהליך רכישת הקריאה לפי היינשלווד מוטמעות המילים הכתובות כייצוגים חזותיים משמעותיים בדומה לאופן שבו מוטמעים ייצוגים של אובייקטים. למשל, המלה הכתובה בית גורמת לעירור דומה לעירור אותו גורמת תמונה של בית. מכאן שכאשר הופך הקורא למיומן, ניתוח המידע הצלילי הגלום באותיות אינו נדרש לו לצורך עירור המושג וייצוגו הלשוני.

דיסלקציה או עיוורון מילים מולד לפי היינשלווד היא ביטוי לליקוי בהתפתחות הזיכרון החזותי. פגיעה חמורה מונעת עירור מתאים של שם האות וכשל ברכישת מיומנות פענוח בסיסית ביותר. פגיעה חמורה פחות פוגעת בתהליך ההטמעה של מילים שימיות כאובייקטים חזותיים. בדיסלקציה מעין זו יש יכולת לפענוח מילים כתובות אלא שיכולת זו אינה נרכשת כמיומנות אוטומטית, אותה מיומנות המאפשרת פענוח נטול מאמץ של מילים.

יש כיום יסוד איתן לדחיית השערתו של היינשלווד לפיה פענוח מילים מיומן שקול לתהליך זיהוי חזותי של עצמים. למשל, התברר שיש הבדלים עקביים בזמן התגובה של קוראים מיומנים למילים כתובות לעומת תמונות עצמים תוך תלות במטלה הנדרשת. כאשר נדרש מיון לקבוצות (למשל: חי, צומח, דומם), תגובות הנבדקים מהירות יותר כאשר מוצגות לעיניהם תמונות מאשר כשמוצגות מילים כתובות. לעומת זאת, מהירה יותר התגובה למילים כאשר הנבדקים מתבקשים לקרוא בשמות העצמים. הבדלים אלה אינם מתיישבים עם ההנחה שתהליך העיבוד של שני סוגי הגירויים שקול. גם ממצאים ממחקרי דימות (Imaging) של פעילות מוחית לגירויים משני הסוגים מצביעים על הבדלים.

להשערותיו של היינשלווד, באשר להבנת הבסיס ללקויות קריאה, חסרונות רציניים נוספים כפי שניווכח בהמשך.

על כתב ועל דיבור

מה מייצגים סימני כתב? בכל שיטות הכתב האלפבטיות נשמרת עקביות הייצוג של הגאי השפה (פונמות) באמצעות סימני הכתב. שיטות כתב שונות נבדלות אמנם בהקף המידע הפונמי שהן מספקות ובמידת ה"שקיפות" של כללי התמרת סימני הכתב לצלילי השפה, אך כללי התמרה עקביים נשמרים גם בשיטות כתב עמומות, כגון עברית לא מנוקדת. עניין זה מצביע על כך שנוקדת מוצא אפשרית להבנת לקויות קריאה היא בחינת ההטמעה של קשרי אות-צליל, ולא כפי שגרס היינשלווד הטמעת הקשר בין אות לשמה.

מחקרים רבים שנערכו למן שנות השבעים מצביעים על כך שליקוי חמור ברכישת קריאה מתבטא בראש וראשונה בקשיים ניכרים בלמידת כללי המיפוי של סימני כתב להגאים. אלא שבניגוד להשערתו של היינשלווד אין מתגלים אצל המתקשים בכך ליקויים חזותיים (ויזואליים) אלא קשיים ספציפיים בתחום השפה הדבורה. קשיים אלה מתגלים אף לפני גיל בית-הספר, ובאים לידי ביטוי במטלות בדיקה שנועדו להעריך את יכולתו של הילד לבצע ניתוח ותיכולול של צלילי מילים.

הנה דוגמה: ג.ל. הוא נער בן 15 תלמיד כיתה ט' הלוקה באופן חמור בקשיים מסוג זה ושייך לכ-5% עד 7% מסך המתויגים כנחשלים בקריאה. שלא כנחשלי קריאה 'שגרתיים', נבדקים דוגמת ג.ל. נשארים ברובם המכריע אנלפביתים מבחינה פונקציונלית, למרות סיוע פרטני ואינטנסיבי בלימודי הקריאה.

חלוקה של הברה פשוטה כ-דס להגאים שלה היא משימה בלתי אפשרית עבור ג.ל. במקרה הטוב הוא מסוגל להפריד בין הצלילים אך לשכוח אחד מהם או להחזירם בסדר שגוי. כמרבית לקויי הקריאה מסוגו מתקשה ג.ל. אף בתפקידים בהם נבדקת יכולת ההפרדה בזמן (רזולוציה) בין שני מופעי צליל גם אם אין מדובר בצליל לשוני. בעוד שנבדקים תקינים מסוגלים לזהות כצלילים נפרדים שני 'קליקים' המושמעים בזה אחר זה במרווחים של 30 אלפיות שניות חווה ג.ל. את שני הצלילים כצליל יחיד גם כאשר המרווח ביניהם הוא בן 60 אלפיות שניה. ניתן לשער, איפוא, כי מערכת פנימית העוסקת בניתוח אותות שמיעתיים היא הלוקיה בלקויי קריאה מסוג זה בו לוקה ג.ל.

הנחה רווחת היא שלאנשים הלוקים בדיסלקציה פונולוגית יש רמת רגישות נמוכה למרווחי זמן במערכת התפישה השמיעתית. ילדים עם ליקוי מסוג זה יתקשו להבין כי שיטת הכתב מייצגת באופן עקבי את צלילי השפה הבסיסיים (הגאים) וכך יתקשו להטמיע את הקשר שבין אות לצליל.

מוכרת גם תופעה של ליקוי חמור ביכולת הפרדה צלילית כתוצאה מפגיעת ראש מאוחרת. אך פגיעה כזו קשורה בראש ובראשונה לקושי חמור בפענוח דיבור ומכונה "חירשות מילים".

הקושי העיקרי של הלוקים בחירשות מילים הוא בזיהוי תקין של עיצורי המלה. עיצורים הם הגאים קצרים המחייבים רגישות גבוהה לשינויי תדר חדים וקצרים (משך ההגוי של עיצור הוא מאיות שניה מעטות). ואולם חשוב לציין כי לקות הקריאה במקרים אלה חמורה בד"כ פחות מאשר בדיסלקציה פונולוגית התפתחותית. בחולים הלוקים בחירשות מילים מתגלים קשיים בעיקר בקריאת "מילות טפל" (צירופי צלילים שאינם מילים אלא "כעין מילים"), ופחות בקריאת מילים בנות-משמעות.

בתנאי האזנה נוחים קשה למצוא עדות לכך שדיסלקציה פונולוגית התפתחותית קשורה לקשיים בהבנת דיבור, ואולם כאשר נבחנת יכולת זיהוי מילים דבורות בתנאי מיסוך (בסביבה רועשת, או כשצריך להאזין לשני דברים בה-בעת - האזנה חצויה) מגלים נבדקים הלוקים בדיסלקציה פונולוגית קושי גדול מאד בהשוואה לנבדקי ביקורת. מכל מקום, יכולת הבנת שפה דבורה בתנאים נוחים טובה לאין ערוך בדיסלקציה פונולוגית התפתחותית מאשר בחולים הלוקים בחירשות מילים בעוד שהקריאה טובה יותר בקרב הלוקים בחירשות מילים.

אם הליקוי העומד בבסיס של חירשות מילים נרכשת ושל דיסלקציה פונולוגית התפתחותית הוא ליקוי דומה, עולה השאלה באיזו מידה משפיע גיל הפגיעה וכיצד מתבטא הדבר בהבדלים התפקודיים. כדי שניתן יהיה להשיב על שאלה זו יש להבין ראשית את תהליכי רכישת הקריאה ותפעול מערכת הפענוח של מילים כתובות מהבטים נוספים.

הטמעת כללי מיפוי של סימני כתב להגאי השפה מאפשר היגוי נכון של המילים הכתובות רק בשיטות כתב ספציפיות. באנגלית, היגוי המלה באמצעות "תרגום" כל אות לצליל שלה מוליך לשגיאות רבות, ובעברית לא-מנוקדת המצב חמור שבעתיים. עניין זה לא נעלם מעיני החוקרים העוסקים בתחום, אך עד לפני שנים לא רבות ניתנו לכך תשובות שאינן שונות מהותית מזו שהוצעה על-ידי היינשלווד בתארו את השלב השלישי ברכישת הקריאה: הטיעון היה שבתהליך לימוד הקריאה נבנה ערוץ פענוח המאפשר עירור משמעות מלה כתובה מוכרת באופן ישיר, שאינו מחייב אנליזה צלילית, דהיינו - כעין הזיכרון החזותי של מילים שלמות במודל של היינשלווד. למרות שיש לכולנו תחושה סובייקטיבית כי אכן כך אנו מפענחים

מילים מוכרות, מעוררת השערת הערוץ הישיר בעיות לא פשוטות. בראש וראשונה מה הטעם בכתב אלפבתי המרמז על צלילי המלה אם הקריאה המיומנת מבוססת, בעיקרו של דבר, על קישור בין ייצוגים חזותיים למשמעות? תשובה לשאלה זו נעשית חשובה במיוחד כאשר לוקחים בחשבון כי שיטות כתב המבוססות על קישור תמונה למשמעות (שיטות כתב לוגוגרפיות) כמו הסינית המנדרינית הקדומה לא שרדו כשיטות כתב פונקציונליות ובעיקר מתוך כך שדרשו תרגול רב שנים כדי לרכוש אלפי סימנים. לשם השוואה - ילדים לאחר שלוש שנות לימוד בשיטות כתב אלפבטיות שונות מסוגלים לקרוא טקסטים במגוון לשוני רחב וברמה שאינה נופלת מזו של מנדרין סיני שהשקיע עשרות שנות שינון בזיווג סמלים חזותיים למשמעותם! אם אכן קיים ערוץ פענוח ישיר שאינו נסמך על תהליכים פונולוגיים מדוע אינו עובד באופן יעיל לקידום הקריאה בשיטות כתב לוגוגרפיות?

יתר על כן קריאת מילים לא מנוקדות בשפה כעברית חייבת לפי גישה זו להישען בעיקרה על הערוץ הישיר עקב חסר במידע צלילי. אם כך הדבר מהו שמאפשר לי להגות המלה הכתובה סהר כסרה. מתקבל על הדעת שעירור סמנטי כמכתיב של הפונולוגיה בערוץ הישיר היה מוליד, בהסתברות גבוהה יותר, היגוי המלה ירח.

הנחת קיומם של שני ערוצי פענוח נבדלים, האחד מבוסס על חוקי התמרת סימני הכתב לפונמות והאחר על גישה ישירה של הקלט החזותי למערכת הסמנטית, מתקשה להתמודד עם שאלות בסיסיות מאד באשר לפענוח מילים כתובות בעיקר מתוך כך שלא מצע מנגנון המאפשר קשרי גומלין רצופים בין שני הערוצים.

פתרון משכנע יותר, וכזה היכול להאיר עינינו הן באשר לרכישת מיומנות הקריאה והן באשר לגורמים של לקויות קריאה, טמון כנראה בהבנה מעמיקה יותר של תהליכי למידה ועיבוד מידע ברשתות תאי עצב.

רשתות עצביות ופענוח מילים

כאשר מבקשים מקורא אנגלית מיומן להגות במהירות מילים מוכתמות בחלקן, ביצועיו, מבחינת מהירות ודיוק, אינם שונים באופן מהותי מביצועיו בעת קריאה של מילים שאינן מוכתמות. אילו היה הקורא מחויב לניתוח שיטתי וסדרתי של כל הצירופים האפשריים למילים המוכתמות, מתקבל על הדעת כי תהליך זיהוי המלה היה דורש השקעת קשב וזמן הרבה מעבר לנדרש לזיהוי מילים ללא כתמים. עניין זה מצביע על האפשרות שתהליך בדיקת השערות בזיהוי מילים הוא תהליך מקבילי בו נבחנות השערות אפשריות זו כנגד זו בה-בעת. בתהליך זה מנצחת אותה השערה המובילה לפתרון 'אופטימלי' מנקודת הראות של פענוח מלה.

השאלה היא כמובן מהו התהליך המגדיר את 'הטוב ביותר' ואת הניתוב אל הטוב ביותר?

שיטת כתב אלפבטית עמומה, כמו עברית לא מנוקדת, היא מערכת המייצגת חוקיות חלקית. עקביות הקשר בין מרבית אותיות העיצור לצליליהן היא דוגמה לכך. אך ישנה גם חוקיות נוספת - חוקיות סטטיסטית שאנו מודעים לה פחות ואף לא ערים באופן מיידי לנתוני הבסיס היוצרים אותה.

ניסוי קטן: קראו בקול את ה"מלה" דנחת ועתה את ה"מלה" דנכת. מתברר כי מרבית קוראי העברית מבטאים דנחת (Danachat) ו-דנכת (Danechet) אם ה"מילים" מוצגות בחטף וכשעל הנבדק להגותן במהירות. המחשבה המודעת כי סיומת חת מאפיינת מילים רב-הברתיות כמו צלחת, שולחת וכו' והסיומת כת מילים כמו מתכת, רתכת, אזדרכת, נראית לנו כבסיס לא מוצלח להסבר הבחירה בהיגוי בתנאים שתוארו, מאחר שמרבית הקוראים אינם מודעים כלל לחוקיות זו.

האם יתכן כי חוקיות סמויה מעין זו משפיעה על תהליך פענוח מילים כתובות למרות העדר חוויה סובייקטיבית של הפעלת 'שיקול דעת' כזה?

במישור המחקרי קיימות מזה שנים עדויות רבות כי פענוח של מילים ומילות טפל המוצגות לנבדקים ללא הקשר מושפעת במידה רבה מיחסי גומלין בין מספר גורמים סטטיסטיים ועל-פי כוחם היחסי.

ההתפתחות בחמש עשרה השנים האחרונות באשר להבנת דינמיקת הקשרים באוכלוסיות תאי עצב המקיימות קשרים פנימיים מסועפים, תומכת מאד בהשערה כי פענוח מילים כתובות, כמו גם תהליכים תפישתיים וקוגניטיביים אחרים, מתנהל ברשת תאי עצב שעל סמך התנסותה 'מגלה' בכוח עצמה חוקיות המהווה בסיס לבדיקה מקבילית של השערות מתחרות.

ברשתות כאלה מתרחשים שינויים בעוצמת הקשר שבין יחידות הרשת כפונקציה של התנסות בגירויים שונים. מכיוון שתהליך ההתאמה של אות לצליל ברשת כזו אינו תהליך סדרתי אלא מקבילי, הקוד המקשר אות שבמלה לצליל נבנה כקוד הנסמך על רמזי הקשר. בקריאת מילים מבודדות יהיו רמזי ההקשר המשמעותיים אותיות שכנות. רשת מסוג זה יכולה ללמוד בקלות ללא כל ידיעה א-פריורית להבחין בין צליל האות O במלה כ-POST לצלילה במלה POOR. במילים אחרות, לו יכולנו לרשום את תגובתם של תאי הרשת לאות O במלה POST ול-O הראשונה במלה POOR היינו נוכחים כי קיימים הבדלים עקביים באשר לתאים הפונולים והנחים נוכח כל אחד משני הגירויים. ברשתות מסוג זה ההטיה לקריאת צירוף האותיות כת בסיומת המלה כ- כת (Chet) ולא כ-כת (Chat) אינה עניין ללימוד אפריורי של כלל או חוק אלא פועל-יוצא של צמיחת כלל על סמך התנסויותיה הקודמות של הרשת.

סימולציות ממוחשבות של רשתות נוירונים הלומדות לקרוא, למרות היותן עדיין בחיתוליהן, כבר מולידות תוצאות מרתקות לא רק באשר להצלחותיהן אלא בעיקר באשר למגבלות הביצוע שלהן, הדומות מאד לאלה של נבדקים אנושיים. בניסויים בהן נבחנת קריאת מילים מבודדות מקטגוריות שונות קיימת התאמה טובה בין ביצועי הרשת הממוחשבת לביצועים של נבדקים, הן באשר למילים הנקראות בקלות והן באשר למילים ה'מועדות לפרענות'. רשתות העצבים המתמטיות הן קרוב לוודאי פשוט יתר של המערכת הביולוגית הממשית, ולמרות זאת ניתן להיווכח כי הן רגישות לתכונות הסטטיסטיות של קשרים אורטוגרפים-פונולוגיים, והן מסוגלות ליישב בתהליך מקבילי התנגשויות בין הטיות סותרות בבחירת תגובה.

חישוביות עצבית ודיסלקציה

היינשלווד היה ער לכך שמרבית לקויי הקריאה נכשלים במצבר לדפוס פינוח מיומן ולא בלימוד כללי מיפוי בסיסי של אות לצליל. ממצא זה אושר גם בימינו אלה ויש אף חוקרים המציעים לייחד את המונח דיסלקציה התפתחותית רק לאותם מקרים מעטים וחריגים מאד דוגמת ג.ל שהוזכר קודם. יחד עם זאת הקשיים במקרים 'הקלים' והשגרתיים יותר הם בעלי חשיבות הן מבחינה מעשית-תפקודית והן מנקודת הראות של חקר לקויות קריאה.

במישור התפקודי גורר עיכוב משמעותי ברכישת מיומנות פינוח אוטומטית עיכוב בתהליך הרכישה של כתיב תקין, הבנת הנקרא, והתפתחות כושר ההבעה בכתב. דמו לעצמכם נהג חדש היוצא לראשונה לכביש ללא ליווי מורה. נהג זה יצליח להימנע ככל הנראה מתאונה אך ההזעה המוגברת ופיק הברכיים לאחר מספר דקות מאחורי ההגה מלמדים על המאמץ הכרוך בנהיגה טרם הפנמה של פעולות מסוימות כהליך אוטומטי. רבים מאתנו היו נוטשים את ההגה לו נידונו לנהיגה לא מיומנת לאורך שנים. בה במידה מכבידה מאד קריאה המחייבת תהליך קשוב של פינוח מילים.

במישור המחקרי עולה כמובן השאלה מהו הגורם לעיכוב הניכר ברכישת מיומנות הפינוח כתהליך אוטומטי, מיומנות הנרכשת ברגיל במהלך שלוש שנות בית-הספר הראשונות? כאמור, ההשערה כי מיומנות זו נשענת בעיקרה על יצירת אסוציאציות ישירות בין המאפיינים החזותיים של מילים כתובות ומשמעויותיהן היא בעייתית מאד. בעייתית עוד יותר היא ההשערה כי כשל בתהליך רכישת המיומנות נעוץ בליקוי חזותי.

לדעתי למודלים של רשתות נוירונים תהיה בעתיד הקרוב תרומה מכרעת בסוגיה זו. כדי להדגים זאת אתאר תוצאות ניסוי בו נתבקשו לקויי קריאה שרכשו מיומנות הפינוח בתהליך רב שנים להגות במהירות מילים לא מנוקדות בשפה העברית. מדובר באנשים צעירים בגילאי 22 עד 26 שעקבו אחר התפתחות יכולת הקריאה שלהם מאז כיתות היסוד. נבדקים אלה נכשלו עד גיל מבוגר למדי במבחני קריאה סטנדרטיים הכוללים קריאה קולית של טקסט לא מנוקד. קריאתם הקולית התאפיינה באיטיות ובריבוי

שגיאות תצליל (שיבוש תנועות המלה והטעם). בעת הניסוי היו כבר קצב הקריאה הקולי ושיעור השגיאות אצל נבדקים אלה בטווח הנורמה. בפני הנבדקים הוצגו על צג מחשב מילים תלת עיצוריות לא מנוקדות, כגון עמד, תפס, כפר, קמח, שטר, וכן צירופי אותיות כגון ענל, מלש, כרל. הנבדקים נתבקשו להגות מהר ככל האפשר את המילים ואת מילות הטפל. בעברית, 50% מכלל המילים התלת עיצוריות הן בתצליל עמד, תפס; יתר המילים מסוג זה מתפלגות בשעורים של 2 עד 18 אחוזים בין שלשה עשר תצלילים אחרים (כגון קמח, כפר, הלך). בבדיקת ההיגוי וזמן התגובה של הנבדקים למילים השונות נמצאו הבדלים משמעותיים בין קוראים מיומנים וקוראים שרכשו מיומנות הפענוח בגיל מבוגר, למספר קטגוריות אך לא לאחרות. לקויי הקריאה נטו להגות מילים כמו כפר בתצליל כפר למרות היות המלה בתצליל זה נדירה יחסית, ואף נטו לקרוא כך מילים כמו שטר, שכלל אינן מופיעות בצורה שטר. יתר על כן, כאשר הועדף התצליל האלטרנטיבי על-ידי הנבדק לקוי הקריאה, היה חביון ההגוי ממושך במובהק מזה של נבדקי הביקורת אשר בחירתם בתצליל האחד או האחר לא השפיעה על חביון התגובה. לקויי הקריאה נטו גם להעדיף את התצליל השכיח בקריאת מילות טפל, יותר מנבדקי הביקורת גם כאשר הרכב האותיות המוצג לא תמך בתצליל זה.

נראה כי לקויי קריאה מקנים במערכת העיבוד הפנימית שלהם משקל יתר חריג מאד לתצליל השכיח, נוסח עמד, הלו, קטל. ניתן לפיכך להסיק כי הסובלים מליקוי זה מגלים רגישות יתר לשכיחות היחסית של התצליל, ורגישים פחות מן הראוי לגורמים כשכיחות המלה בשפה והרכב אותיות התומך לא תומך בתצליל מסוים.

קשה מאד להטמיע משתנים כתצליל וצירופי אותיות לתוך המודלים הקלאסיים של ערוצי פענוח נפרדים. על סמך הניסוי המתואר משתנים אלה נראים מרכזיים ביותר להבנת לקות פענוח בשפה העברית, ולפיכך מן הראוי לבחון את התוצאות לאורם של מודלים המקנים משקל למגוון גורמי חוקיות סטטיסטית בקשר שבין שפה דבורה וכתובה.

מעבודות מחקר שונות הסתבר כי קוראי אנגלית מיומנים, כמו גם סימולציות של "רשתות עצבים" הלומדות לקרוא, אלו גם אלה מפתחים רגישות מיוחדת לקשר הרכב אותיות-הרכב צלילי כפונקציה של מספר ה'אוייבים' והידידים' להרכב נתון. מסיבה זו נקראות/נהגות מילים "יוצאות דופן" כמו kind בקלות רבה יותר ממילים "תיקניות" אשר מרבית הדומות להן אורטוגרפית נהגות באופן חריג. ואולם מילים חריגות כגון pint להתארכות זמן התגובה ומגבירות את ההסתברות לטעויות הגייה, הן בקריאה אנושית והן בקריאה של הרשת. דבר זה נובע לא מחמת היותן "חריגות" אלא בגלל שחריגותן אינה נתמכת על-ידי ההיגוי של מילים אחרות עם סיומת INT וגם לא על-ידי השכיחות היחסית של המלה בשפה הכתובה.

סביר לשער כי ילד ישראלי יטה בראשית לימודי הקריאה ליצור קשר אסוציאטיבי חזק בין מילים תלת-עיצוריות לבין תצליל נוסח עמד, חשב - כאמור, 50% מכלל המילים התלת-עיצוריות הן בתצליל הנזכר. יתר על כן חלק ניכר מהמילים השכיחות ביותר בשפה הכתובה בהרכב אורטוגרפי זה הן בתצליל השכיח. במרוצת הזמן, ועם החשיפה למילים רבות, תתמתן ההטיה מאחר שבשפה מילים רבות שאינן בתצליל זה. מידע זה אינו מצטבר ב"בנק נתונים" כלשהו אלא מוטמע מגירוי לגירוי כשינויים במפת העוצמה של הקשרים בין יחידות הרשת.

נראה כי לקויי הקריאה שנבדקו בניסוי הצליחו להטמיע תכונות סטטיסטיות בולטות, כמו התצליל השכיח למילים תלת-עיצוריות, אך נכשלים בהטמעת גורמים נוספים לתוך מפת קשרי הרשת, גורמים המרסנים את הנטייה המרכזית במקרים בהם יש יתרון לריסון כזה.

סימולציות ממוחשבות של רשתות עצבים הלומדות לקרוא מאפשרות גם פיתוח השערות באשר לבסיס הכשל בתהליך הריסון. ניתן להראות כי דילול הקשרים העצביים בתוך הרשת מוליך לפגיעה ברמת תפקודה. חומרת הפגיעה תלויה בהקף הדילול. 'הסימפטומים' הראשוניים (דילול מתון) מתבטאים במישור התפקודי, בהטיית הקריאה בהתאם לגורמי חוקיות בולטים. באנגלית למשל יבוא הדבר לידי ביטוי בגידול ניכר בשיעור שגיאות ההיגוי של מילים יוצאות דופן וביטויין כאילו היו מילים הנהגות לפי הכללים. דילול רב של הקשרים בין יחידות מתבטא בהופעת "סימפטומים" הניתנים לתיאור כשיבוש חמור ביכולת

למיפוי בסיסי של אות לצליל - דהיינו, דיסלקציה פונולוגית! ניתן לשער, איפוא, כי כשל במעבר מדפוס לפענוח ראשוני לדפוס פענוח מיומן - דיסלקציה שטחית - שקול לחסר בתקשורת פנימית ברשת, המעכב הטמעת האפקט של גורמי חוקיות נוספים, פחות בולטים, לתוך קשרי הרשת.

כיצד איפוא מסוגלים הנבדקים לקויי הקריאה להגיע (אם גם בתהליך ממושך) לקריאה תקינה של טקסטים לא מנוקדים?

עד כה לא עלתה שאלת הפענוח של מילים בהקשר. רשתות לעיבוד מידע תחבירי וסמנטי נבנות בתהליך רכישת השפה הדבורה, כלומר עוד לפני התחלת לימוד הקריאה. מכאן שאחת ה'משימות' של רשת מיפוי מילים כתובות למילים דבורות היא פיתוח תקשורת יעילה עם רשתות אלו.

שלושת המשפטים הבאים מדגימים זאת: א. הלכתי לטייל בשדות הכפר. ב. הנאשם כפר בהאשמות נגדו. ג. האיש כפר על חטאיו. ריבוי גורמי החוקיות התומכים בפרשנות והיגוי ספציפי מאפשרים לא רק בחירה נינוחה בתצליל הנדיר ובמלה הנדירה (משפטים א, ב) אלא אף התגברות על 'תקלות' כתיב כמו במשפט ג.

שפע של גורמי חוקיות אינו מעכב, איפוא, תהליכי עיבוד מידע במערכת עיבוד מקבילי (למעט מקרים בהם שקול מאד כוחם של גורמים סותרים) אלא מייעלם, מתוך כך שכל השיקולים נבחנים בו זמנית וזה כנגד זה. ואולם מתקבל על הדעת כי מדובר בתהליך הטמעה ממושך למדי המחייב התנסות רבה. ניתן לשער, איפוא, כי הנבדקים לקויי הקריאה שהשתתפו בניסוי למדו לשקלל באופן יעיל גורמי תחביר והקשר סמנטי בקריאת טקסט כגורמים מרסני הטיה בלתי סבירה, המאפיינת אצלם את התהליך החישובי הבסיסי של קשרים בין הרכבי אותיות להרכבי צלילים במלה כתובה. אלא שתהליך הטמעת גורמי ההקשר המרסנים הוא איטי באופן חריג מאד מתוך כך שהתנסויות רבות בקריאה אצל נבדקים אלה, מבוססות על פלט שגוי מהרשת הבסיסית אל רשת התחביר-הקשר סמנטי. על פי השערה זו, לקויי הקריאה אינם נוטים להתעלם מרמזי הקשר טקסטואלי עקב פגיעה ביכולת תחבירית-סמנטית, כפי שגורסים חוקרים אחדים. נהפוך הוא, אצל קוראים אלה הסתמכות על רמזים טקסטואליים היא חזקה יותר וקריטית יותר מאשר אצל הקורא הרגיל. מסיבה זו אולי מתקשים מאד קוראים כאלה גם בבגרותם כאשר נדרשת קריאה 'מרפרפת' של מגוון טקסטים לצורך איתורו של טקסט מסוים.

חירשות מילים ודיסלקציה פונולוגית, שתי פנים למטבע אחת?

אם אכן נבנות רשתות עיבוד מידע על סמך יחסי גומלין בין תכונות בסיסיות של תקשורת עצבית וגרייה הרי שהבנת שפה דבורה בתנאים שגורתיים יכולה להתפתח גם כאשר היכולת להפרדת הגאים לקויה מאד. זאת משום שבתהליך הפענוח של מילים דבורות קיימים גורמים שאינם תלויים בכושר הפרדת צליל (מעטפת גל הקול, תנועות שפתיים וידיים של הדובר, הבעות פנים, הנסיבות בהן נאמרים הדברים ועוד). כל עוד זמינים נתונים אלה לרשת היא יכולה לתפקד בהצלחה.

לעומת זאת, רשת 'נורמלית' שנבנתה מלכתחילה כרשת המטמיעה לתוך קשריה נתוני הפרדת צליל כתהליך מרכזי, אך עקב פגיעה מוחית מאוחרת נתוני ההפרדה נעשו עבורה לא זמינים, תתקשה לעבד מילים דבורות אף בתנאים שגורתיים. מסיבה זו תהיה פגיעה ביכולת הפרדת צלילים בעלת השפעה חמורה יותר על הבנת שפה דבורה בפגיעות ראש מאוחרות מאשר בליקוי התפתחותי ראשוני. ההפך הוא הנכון ביחס לרכישת קריאה. פגיעה מוקדמת או מולדת ביכולת להפרדה צלילית תגרום לעיכוב חמור בלמידת כללי המיפוי של אותיות לצלילים - הבסיס החיוני לרכישת קריאה.

ההשערה המובעת פה באשר למקור ההבדלים בין דיסלקציה פונולוגית התפתחותית וחירשות מילים הנגרמת בעטייה של פגיעת ראש מאוחרת, היא חלק מתפישה רחבה יותר הגורסת כי הבדלי תפקוד קוגניטיבי במקרים של פגיעות מוחיות מולדות לעומת פגיעות ראש מאוחרות, מוסברים על-ידי דינמיקה של התארגנות רשתות עצבים והחופש שמותר תהליך זה בגיל נתון לתהליכי התארגנות עתידיים.

עיוורון או קפיצות עיניים?

פתחנו בהנחה שהיתה רווחת בעבר כי הגורם המרכזי בדיסלקציה התפתחותית הוא חזותי. השערה זו לא זכתה לתמיכה כפי שראינו בהמשך אך במידה מסוימת נעשה לה עוול, מאחר שלא השכילו להבחין בין תהליכים חזותיים המשמשים את תהליך הקריאה מתהליכים חזותיים בתהליך זיהוי עצמים. קל למשל להראות כי ליקוי בתפישה חזותית של קווי מיתאר יוליך לפגיעות חמורות בזיהוי מגוון רחב של אובייקטים ולא רק אותיות, בעוד שלצורך זיהוי חזותי של אות בודדה מספיקה יכולת אבחנה בקוי מיתאר. שיקול זה כשלעצמו מאפשר דחיית ההשערה של ליקוי חזותי בסיסי בדיסלקציה. ואולם זאת יש לזכור: קריאת טקסט מבוססת על תהליך סריקה חזותי המורכב מנעיצות מבט (פיקסציות) ותנועות הקפצה קצרות (סקאדות) להמשך השורה. בעשור הקודם הועלתה לראשונה טענה, על ידי מספר חוקרים, לפיה ליקוי בתזמון של שתי תת מערכות חזותיות הדרושות לסריקת הקפצה תקינה גורם לליקוי בקריאה. מכיוון שתהליך העיבוד החזותי המתרחש במהלך נעיצת העין בגירוי כלשהו נמשך כמה מאות שניה לאחר מכן ומאחר שהקפצת העיניים להמשך השורה נמשכת אלפיות שניה בודדות, הרי שסריקת המילים בנעיצה שלאחר ההקפצה תתרחש במקביל לעיבוד מידע חזותי שנשאב בנעיצה הקודמת. בתהליך סריקה תקין נמנעת הפרעה הדדית מעין זו עקב עירור הפעילות בתת-מערכת חזותית אחרת. עירורה של תת-מערכת זו מתרחש כל אימת ש'נרשמת' תנועת עין. המעבר מנעיצה לנעיצה הוא 'חלק' בזכות מנגנון תיווך המנקה את המעבד המרכזי מגירויים שעובדו בנעיצה קודמת. טענת החוקרים המצדדים בתיאוריית הדיסלקציה החזותית היא כי ליקוי במערכת התיווך שבין נעיצות העיניים הוא הבסיס - או לפחות גורם אפשרי - לדיסלקציה התפתחותית. במקרים מסוימים של דיסלקציה התפתחותית אכן נעשות שגיאות קריאה חזותיות העשויות להתאים להשערה, אך קשה להאמין כי ליקוי מעין זה עלול לעכב תהליכי רכישת קריאה באופן מכריע וללא פגם נוסף.