

## שליפה לקסיקאלית וסוגים שונים של אנומיה נרכשת והתפתחותית

נעמה פרידמן<sup>1</sup>, דרור דותן<sup>1,2</sup> ומיכל בירן<sup>1,3,4</sup>

<sup>1</sup>מעבדת שפה ומוח, אוניברסיטת תל אביב

<sup>2</sup>INSERM, U992, Cognitive Neuroimaging Unit, Gif/Yvette, France

<sup>3</sup>החוג להפרעות בתקשורת, אוניברסיטת חיפה, <sup>4</sup>בית-חולים לוינשטיין

שליפה לקסיקאלית היא תהליך שתחילתו במושג מופשט וסופו במילה דבורה. ליקוי בשליפה לקסיקאלית נקרא **אנומיה**, והוא מתבטא בקושי בהפקת מילים. השליפה הלקסיקאלית היא תהליך המורכב ממספר שלבים, שמעורבים בו מספר מנגנונים שונים. אנומיה נובעת מליקוי באחד או יותר מהמנגנונים אלה, וליקוי במנגנונים שונים יגרום לסוגים שונים של אנומיה, בהתאם למקום הליקוי. אבחנה מדויקת של מקור הליקוי ושל סוג האנומיה הינה בעלת חשיבות מכרעת לטיפול, היות שלכל סוג של ליקוי מתאים טיפול מסוג אחר.

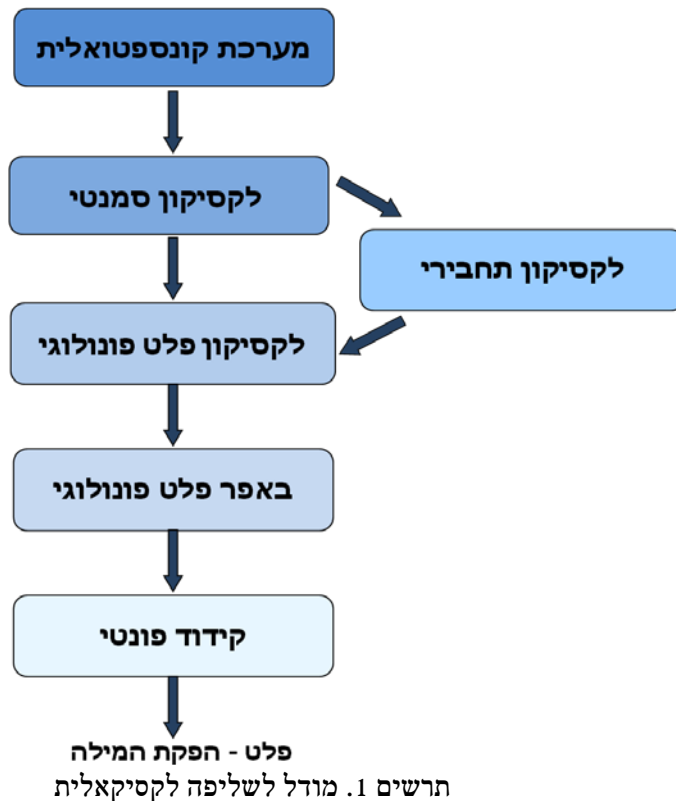
במאמר זה אנו מתארים את תהליך השליפה הלקסיקאלית התקין, את החלוקה הפונקציונלית שלו לשלבים ומנגנונים שונים, וכן את סוגי האנומיה השונים ואת הדרכים להבחין ביניהם – הן בהתייחסות לאפזיה והן בהתייחסות לליקוי שפתי התפתחותי. כמו כן אנו מתייחסים להיבטים הביולוגיים והנוירולוגיים של התהליך, כולל מיפוי של אזורים ספציפיים במוח אל השלבים הפונקציונליים של השליפה הלקסיקאלית.

אחד התהליכים השפתיים המרכזיים הוא שליפה לקסיקאלית – תהליך שמתחיל ממושג (קונספט) ומסתיים בהפקת מילה. השליפה הלקסיקאלית היא תהליך רב-שלבי הכולל רכיבים שונים ומובחנים. אחד האתגרים המרכזיים של חוקרי פסיכולוגיה ונוירולוגיה הוא לזהות את הרכיבים הללו, לאפיין את התפקוד שלהם, ולאתר את המיקום המוחי שלהם ואת אופן העברת המידע ביניהם על פני ציר הזמן. חלק ניכר מהמחקר בתחום נעשה באמצעות חקר סוגים שונים של אנומיה, שהיא ליקוי בשליפה לקסיקאלית (בעקבות נזק מוחי או על רקע התפתחותי).

חוקרי שליפה לקסיקאלית מנסים להסביר מהו התהליך שמאפשר לדוברים לשלוף מילים במהירות ובאופן מדויק. אדם המדבר באופן שוטף שולף בין מילה לשלוש מילים בשניה, מתוך לקסיקונים המכילים עשרות אלפי מילים, ולמרות זאת טועה לעתים רחוקות בלבד – אחת לאלף מילים, או אפילו פחות מכך (Butterworth, 1989, 1992; Levelt, 1989).

מודלים קוגניטיביים לשליפה לקסיקאלית, שפותחו ע"י קבוצה של נוירופסיכולוגים של השפה ופסיכולוגים קוגניטיביים (ביניהם: John Morton, John Marshall, Merrill Garrett, David Howard, Brian Butterworth, Gary Dell, Willem Levelt, Ardi Roelofs, Lyndsey Nickels), תיארו את התהליך התקין של הפקת מילה ואת הליקויים האפשריים בתהליך זה (ראו תרשים 1).

\* מחקר זה נתמך ע"י קרן עמיתי יוסף סגול לחקר המוח, הקרן הלאומית למדע (מס' 1296/06), המעבדה לחקר התפתחות הילד ע"ש לילזוטה אדלר, ו-The ARC Centre of Excellence in Cognition and its Disorders (CCD), Macquarie University.



### שלבי השליפה הלקסיקאלית

מודלים של תהליך השליפה הלקסיקאלית התקין הציעו שהשלב הראשון בתהליך הוא יצירה של מושג. זהו ייצוג שעדיין אינו מנוסח במילים, ונוצר במערכת הקונספטואלית. הוא כולל את הידע של האדם על המושג (הקונספט) – ככל הנראה צורתו החזותית, אפיוניו הסמנטיים, תפקודו וכדומה. מושג זה יכול להיווצר מרעיון שעולה במוחו של הדובר, לאחר התבוננות בעצם או פעילות כלשהם או בתמונתם, לאחר מימוש עצם כלשהו וכן הלאה. רבים דנו בשאלת טבעו של המושג, ביניהם פילוסופים כמו גוטלוב פרגה, ברטרנד ראסל, לודוויג ויטגנשטיין ואחרים, ופסיכולוגים קוגניטיביים ובלשנים דוגמת Collins & Quillian (1969); Rips & Medin (2005); Rosch (1975, 1978); Rosch et al. (1976); Rosch & Mervis (1975); Smith & Medin (1981), ורבים אחרים.

המושג הלא-לקסיקאלי הזה מעורר ייצוג לקסיקאלי-סמנטי בלקסיקון הסמנטי. לקסיקון זה מכיל מילים המאורגנות לפי מימדים סמנטיים כמו למשל הקטגוריה הסמנטית, התפקוד, הצבע והצורה של הפריטים אליהן מתייחסות המילים (ראו כהן-שלו ופרידמן, 2011). על פי גישות מסוימות, הלקסיקון הסמנטי מהווה למעשה קישור בין המערכת הקונספטואלית והמערכת הלקסיקאלית-פונולוגית, ללא תוכן משל עצמו. לקסיקון זה הוא המקום שבו נוצרת ההשפעה של פריימינג סמנטי (semantic priming) – התופעה לפיה הצגה של מילה משפיעה על השליפה של מילה שמוצגת אחריה, אם שתי המילים קשורות סמנטית זו לזו. לפריימינג סמנטי ישנה השפעה מורכבת, והוא יכול להשפיע באופן שונה על מטלות שונות. מצד אחד, הצגת מילה דבורה או כתובה מסייעת בגישה למילה הקשורה אליה סמנטית המוצגת מיד אחריה. לעומת זאת, שיום בקול של מילה דווקא יארך זמן רב יותר אם מילה קשורה סמנטית הופקה זמן קצר לפנייה (Howard, Nickels, Coltheart, & Cole-Virtue, 2006);

(Wheeldon & Monsell, 1994). הלקסיקון הסמנטי מאורגן עפ"י דמינות (imageability), כך שקל יותר לגשת למילים מוחשיות (high imageability) מאשר למילים מופשטות (low imageability) (Howard & Gatehouse, 2006; Nickels, 1995; Nickels & Howard, 1994).

הייצוג הלקסיקאלי-סמנטי מעורר את הייצוג הלקסיקאלי-פונולוגי בלקסיקון הפלט הפונולוגי. זהו ייצוג של התבנית הדבורה של המילה, שכולל מידע מטרי לגביה (מספר הברות ומיקום הטעם) ומידע סגמנטלי (הפונמות המרכיבות את המילה – עיצורים ותנועות, ומיקומן במילה; Butterworth, 1992; Levelt, 1992). סיבה אפשרית לכך שהמילים נשמרות בלקסיקון הפונולוגי מפורקות למידע מטרי וסגמנטלי, ולא כמילים שלמות, היא שלמילים יכולה להיות תבנית פונולוגית שונה כאשר הן מופיעות בהקשרים שונים. למשל, המילים "אמא" ו"שלך" אינן נשמעות כמו שתי המילים הנפרדות כאשר הן מופקות יחדיו אלא נהגות כ"אמאֶשֶׁךְ". המילה "לנו" נהגית במלעיל כאשר היא מופיעה לבדה, אך בצירוף "מה היה לנו", היא פעמים רבות הופכת למלרעית, כלומר, הטעם עובר להברה "נו". העובדה שאנו מרכיבים מחדש את התבנית הפונולוגית של המילה בכל פעם שאנו מפיקים אותה, מאפשרת למערכת הפקת הדיבור להיות פרודוקטיבית ולייצר את המילה בדרכים שונות, בהתאם להקשר (Levelt, 1992). קיימת מחלוקת לגבי מהו ההיקף המדויק של המידע שנכלל במידע המטרי ובמידע הסגמנטלי – למשל, האם המידע המטרי כולל פרוזודיה (Butterworth, 1992), או האם ישנם ייצוגים שונים לעיצורים ולתנועות (Caramazza, Chialant, Capasso, & Miceli, 2000). לקסיקון הפלט הפונולוגי מאורגן לפי תדירות המילים, ולכן מילים תדירות הינן נגישות יותר מאשר מילים נדירות. כאשר לייצוג של מילים מורכבות מורפולוגית, נראה כי לקסיקון הפלט הפונולוגי מכיל רק את בסיס המילה, ללא המוספיות המורפולוגיות שלה (הדבר אמור לפחות לגבי אותן מילים שהנטייה שלהן היא רגולרית) – כלומר, הלקסיקון כולל את המילה "פיל" אבל לא "פילים", את "הלך" אבל לא את "הלכת", וכו'.

אם כך, לקסיקון הפלט הפונולוגי מכיל מידע לשם הפקתה של מילה. אך קיים גם לקסיקון אחר, המטפל בקלט מילולי – לקסיקון הקלט הפונולוגי. לקסיקון הפלט הפונולוגי הינו נפרד גם מלקסיקון הפלט האורתוגרפי (Coltheart, 2004) – אנחנו יכולים לדעת כיצד נשמעת מילה, אבל לא כיצד יש לאיית אותה (לדוגמה, דוברי עברית יכולים להכיר את המילה "ראשן" מבלי לדעת כיצד מאייתים אותה). יתכן גם מצב הפוך – אנחנו יכולים להכיר מילים כתובות שאנחנו קוראים, מבלי לדעת כיצד בדיוק יש להגות אותן. מצב זה קיים למשל עבור שמות זרים בספרים, שמות ערים בשלטים, וכן מילים אירגולריות, כמו המילה "sword" באנגלית או המילה "יששכר" בעברית.

לקסיקון הפלט הפונולוגי מעביר את המידע אל באפר הפלט הפונולוגי, שלב פוסט-לקסיקאלי שיש לו שני תפקידים: שמירת אקטיבציה והרכבה. בתפקידו כשומר אקטיבציה, הבאפר – רכיב זיכרון לטווח קצר – אחראי על שמירת הייצוג הפונולוגי של המילה, שהגיע מלקסיקון הפלט הפונולוגי, עד שהדובר גומר להפיק את המילה במלואה (Garrett, 1976, 1988; Dell, 1986, 1989; Butterworth, 1989, 1992; Kempen & Huijbers, 1983; Levelt, 1989, 1992; Nickels, 1997; Patterson & Shewell, 1987 ואחרים). הבאפר מחזיק יחידות פונולוגיות בגדלים שונים: פונמות, במקרה של מילים רגילות, מורפמות שלמות, ואף מילים שלמות במקרה של מילות מספר ומילות פונקציה (דותן ופרידמן, 2007; Dotan & Friedmann, 2010).

תפקידו השני של באפר הפלט הפונולוגי הוא הרכבה: הבאפר מרכיב את המילה ע"י הכנסת הפונמות לתוך התבנית המטרית (למשל, Shattuck-Hufnagel, 1992; Meyer, 1992; Biran & Friedmann, 2005). הוא גם אחראי על הרכבת יחידות פונולוגיות גדולות יותר: הוא מרכיב מילים מורכבות מורפולוגית מהמורפמות שלהן (דותן ופרידמן, 2007; Kohn & Dotan & Friedmann, 2010). הבאפר אחראי לא רק על ההרכבה ברמת המילה: נראה כי הבאפר, ו/או השלבים הפונטיים שפועלים מייד אחריו, אחראים גם על האפקטים הפונולוגיים הקשורים לצירוף של מילים, כמו למשל דוגמת ה"אמאשף" שהוזכרה קודם, ויתכן שגם על האפקטים של קוארטיקולציה, כלומר, טשטוש הגבולות בין היחידות בהפקת הדיבור (Kent & Minifie, 1977). יתכן גם שהתהליכים ברמת משפט שבלשנים מייחסים למרכיב הפונולוגי – PF, כמו למשל תנועת פועל לעמדה שניה במשפט לפי חלק מהניתוחים (Chomsky, 1995, 2001), מתרחשים בבאפר זה; אך זוהי אפשרות שעדיין יש לבחון. באפר הפלט הפונולוגי הוא רכיב נפרד מבאפר הקלט הפונולוגי (גביעון ופרידמן, 2008; Franklin, Buerk, & Howard, 2002; Gvion & Friedmann, 2012; Howard & Best, 1997; Monsell, 1997; Shallice, Rumiati, & Zadini, 2000; Shallice & Warrington, 1977). מכיוון שבאפר הפלט הפונולוגי הוא רכיב של זיכרון עבודה לטווח קצר, הוא מושפע מאורך הרצף הפונמי שהוא מאחסן – קשה לו יותר לאחסן ולהפיק רצפים ארוכים, והוא לא מסוגל לאחסן ולהפיק במלואם רצפים שארוכים יותר מהקיבולת המירבית שלו.

חשוב לציין כי הבאפר הפונולוגי מעורב לא רק בתהליך השליפה של מילים, שאותו תיארו עד כה, אלא גם בהפקת מילות תפל. כאשר אנו קוראים מילה שאינה מאוחסנת בלקסיקון האורתוגרפי ובלקסיקון הפונולוגי שלנו – דהיינו מילה שאינה מופרת לנו, או מילת תפל – אין באפשרותנו להשתמש במסלול הלקסיקאלי. במקרה זה, אנו צריכים להיעזר במסלול התת-לקסיקאלי לקריאה, המסלול שממיר גרפמות לפונמות (ראו תרשים 2 בפרק הבא). באפר הפלט הפונולוגי מאחסן את תוצרי ההמרה הזו עד לרגע הפקת המילה, ומרכיב מהם את המילה. באופן דומה, כאשר אנו חוזרים על מילת תפל או על מילה חדשה בלתי-מוכרת, באפר הפלט הפונולוגי הוא זה שמקבל את רצף הפונמות (מבאפר הקלט הפונולוגי), מאחסן אותו, מרכיב אותו מחדש ושולח אותו להפקה.

בסיומו של התהליך, באפר הפלט הפונולוגי מעביר את הייצוג הפונולוגי של המילה לשלב הקידוד הפונטי, השלב שמכין את רצף הפונמות לארטיקולציה (הגיה) ושולח אותן למערכת המוטורית. שלב הקידוד הפונטי מטפל בפונמות בודדות ומשתמש גם ב-mental syllabary, מאגר מנטלי של הברות שכבר הורכבו מראש והן מוכנות לארטיקולציה. משום כך, קל לו יותר לבצע אקטיבציה להברות והפונמות השכיחות יותר (Laganaro, 2008; Levelt, Roelofs, & Meyer, 1999). חשוב לציין כי למרות שמאגר הברות נמצא בשלב הפונטי, אחרי באפר הפלט הפונולוגי, הרי שתדירות הברות משפיעה גם על הבאפר (Laganaro, 2008).

### הלקסיקון התחבירי

רכיב נוסף שהלקסיקון הסמנטי מעביר אליו אקטיבציה, כפי שניתן לראות בתרשים 1, הוא הלקסיקון התחבירי, שמאחסן מידע תחבירי לגבי המילים. המידע הלקסיקאלי-תחבירי כולל היבטים שונים של המילה שמכתיבים את הסביבה התחבירית שבה המילה יכולה להופיע. סוג אחד של מידע לקסיקאלי-

תחבירי הוא המידע לגבי מבנה הארגומנטים של הפועל – מספר הארגומנטים שהוא מקבל, התפקידים התמטיים שלהם (הרשת התמטית) וסוג הצירופים התחביריים שיכולים להיות משלימים של הפועל (מסגרות הסבטגוריציה). לדוגמה, עבור הפועל "נישק", הלקסיקון התחבירי כולל את המידע שהוא מקבל שני ארגומנטים, מבצע פעולה (agent) ומקבל פעולה (theme), ושהמשלים של הפועל הוא צירוף שמני ("הילד נישק את הילדה"). הפועל "חשב" יכול לקבל סוגים שונים של משלימים: משלים משפטי ("חשב שמזג האויר נפלא") או צירוף יחס ("חשב על הגשם"). כלומר, המידע הלקסיקאלי-תחבירי של הפועל "חשב" כולל את המידע שיש לו כמה אפשרויות שונות של השלמה.

הלקסיקון התחבירי כולל גם מידע לגבי האפיונים התחביריים של שמות-עצם. לדוגמה, הוא כולל מידע לגבי המין הדקדוקי של שמות-עצם, אפיון לקסיקאלי הקובע בשפות רבות את הנטייה של רכיבים שונים במשפט, שמותאמים במין לשם-העצם (Biran & Friedmann, in press; Costa Sebastian-Galles, Miozzo, & Caramazza, 1999; Friedmann & Biran, 2003; Schriefers, 1993; Vigliocco & Franck, 1999). כמו כן, הלקסיקון התחבירי כולל גם מידע לגבי היותו של שם-העצם בן מנייה, כלומר ניתן לספירה (count noun) או בלתי ספיר, כמותי (mass noun) (Fieder, Nickels, & Biedermann, 1997; Herbert & Best, 2010; Semenza, Mondini, & Cappelletti, 2011).

הלקסיקון התחבירי כולל רק אפיונים אידיוסיןקריים של הפריטים הלקסיקאליים, כלומר, רק אפיונים שאינם נובעים מעקרונות כלליים של הדקדוק האוניברסלי (Universal Grammar) או של שפה ספציפית (Chomsky, 1995). לדוגמה, העובדה שמשלימי הפועל מופיעים בשפות מסוימות לאחר הפועל ("רון אכל תפוח" ולא "רון תפוח אכל") היא אפיון כללי של שפות אלה (שפות "ראש ראשון" head-first languages) ולכן אינו חלק מהמידע הלקסיקאלי לגבי פועל ספציפי. לעומת זאת, המשלימים שיכולים להופיע לאחר פועל מסוים הם אפיון אידיוסיןקרי של הפועל, ולכן הם חלק מייצוג הפועל בלקסיקון. באופן דומה, המין הדקדוקי של שם-עצם ספציפי הוא אפיון אידיוסיןקרי ועל כן כולל בייצוג שם-העצם בלקסיקון התחבירי.

מחקרי זמן תגובה העלו כי בעת הגישה לייצוג הלקסיקאלי של הפועל, כל אופציות ההשלמה שלו מעוררות (Shapiro et al., 1987, 1989, 1991, 1993; Shapiro & Levine, 1990). שפירו ועמיתיו מצאו כי הגישה למבנה הארגומנטים של הפועל היא גישה ממצה, כלומר הגישה לפועל כוללת גם גישה לכל מבני הארגומנטים האפשריים עבורו. הגישה הממצה התבטאה, במחקרם של שפירו ועמיתיו, בזמני תגובה ארוכים יותר במטלה משנית כאשר הקשיבו לפועל שיש לו יותר מבני ארגומנטים אפשריים. כלומר, לוקח יותר זמן לגשת ולשלוף פועל כמו "רוצה", שיש לו מספר אפשרויות להשלמה: "רוצה גלידה", "רוצה לישון", "רוצה שהחורף יגיע", בהשוואה לפועל כמו "תיקן" שיש לו רק אפשרות אחת להשלמה (שם-עצם).

תוצאות אלה נתמכות גם ע"י מחקרי הדמיה. שטרית ועמיתיה (Shetreet et al., 2007, 2010a) מצאו אזורי מוח שמעוררים יותר ככל שלפועל במשפט שאדם שומע יש יותר אופציות להשלמה (יותר מסגרות סבטגוריציה). מכאן עולה, כי השפעה של מספר אפשרויות ההשלמה על הגישה לפועל מצביעה על תפקוד תקין של הלקסיקון התחבירי.

הדפוס של גישה ממצה דווח גם לגבי שמות-עצם – הגישה לשמות-עצם דו-משמעיים (כמו למשל "אחות") היא גישה ממצה. כאשר אנו שומעים משפט עם מילה דו-משמעית, מיד לאחר מילה זו כל

המשמעויות שלה מעוררות. סדרת מחקרים שנערכה ע"י דייב סוויני ועמיתיו העלתה כי גישה ממצה קיימת אפילו כאשר קיים הקשר שמכוון בבירור לאחת מהמשמעויות (לדוגמה, Swinney, 1979 וכן Love & Swinney, 1996; Onifer & Swinney, 1981). לאחרונה נמצא גם כי השליפה הממצה למשלמים האפשריים של הפועל אינה מושפעת מהקשר המשפט – גם כאשר המשלים מופיע לפני הפועל במשפט (למשל, "את הגלידה הזאת הילד רוצה"), עדיין ישנה גישה לכל משלמי הפועל כששומעים את הפועל (Shetreet, Linzen, & Friedmann, 2011).

מן הראוי להוסיף כאן הערה לגבי הטרימינולוגיה המשמשת בספרות העוסקת בשליפה לקסיקאלית. במודלים המוקדמים לשליפה לקסיקאלית, החוקרים כינו את הייצוג בלקסיקון הסמנטי "לְמָה" (lemma) ואת הייצוג בלקסיקון הפונולוגי "לקסמה" (lexeme). עם הזמן, ועם התפתחות התיאוריות לגבי שליפה לקסיקאלית, חוקרים שונים השתמשו במונח לְמָה בדרכים שונות. חלקם התייחסו לְמָה כייצוג בלקסיקון התחבירי (Bock & Levelt, 1994; Levelt et al., 1998; Roelofs, 1992), אחרים התייחסו אליו כאל ייצוג בלקסיקון הסמנטי, וחוקרים אחרים השתמשו במונח עבור שני הייצוגים (Kempen & Hoenkamp, 1987; Kempen & Huijbers, 1983; Levelt, 1989, 1992), כלומר, טענו שהלְמָה כוללת הן את הייצוג הסמנטי והן את הייצוג התחבירי של המילה. כמובן שאופן השימוש במונח קשור לתיאוריה שבה דוגל החוקר באשר לקיומו של לקסיקון תחבירי נפרד מהלקסיקון הסמנטי. על מנת למנוע בלבול לא נשתמש במונח "לְמָה" במאמר זה אלא במונחים "ייצוג לקסיקאלי-סמנטי" ו"ייצוג לקסיקאלי-תחבירי".

### ליקויים זמניים בשליפה אצל דוברים תקינים

על אף שתהליך השליפה אצל דוברי שפה תקינים הוא בדרך כלל יעיל ומהיר, לעיתים הוא נתקל בקשיים. שתי הדוגמאות העיקריות לחוסר הצלחה בתהליך השליפה הן מקרים שבהם הדובר מנסה לשלוף מילה ולא מצליח, ומקרים שבהם הדובר מפיק מילה שונה מזו שהתכוון אליה. חוסר היכולת הזמני לשלוף מילה נקרא "על קצה הלשון" (tip-of-the-tongue, TOT) (Biedermann, Ruh, Nickels, & Coltheart, 2008; Brown, 1991; Brown & McNeil, 1966; Levelt et al., 1991; Schriefers, Meyer, & Levelt, 1990). לאדם שמנסה לשלוף מילה אך נתקע במצב של "על קצה הלשון" יש, ברוב המקרים, מידע סמנטי מלא לגבי המילה שהוא מנסה לשלוף, אבל מידע פונולוגי חלקי בלבד. מצב זה מוכר בוודאי לכל אחד מהקוראים. Brown & McNeil (1966) שהיו הראשונים שחקרו מצבי "על קצה הלשון" באופן אמפירי ושיטתי, ציינו שסימני המצב הזה הם ברורים ומוכרים, ותיארו אנשים במצב זה כסובלים מייסורים הדומים למצב של על סיפו של עיטוש.

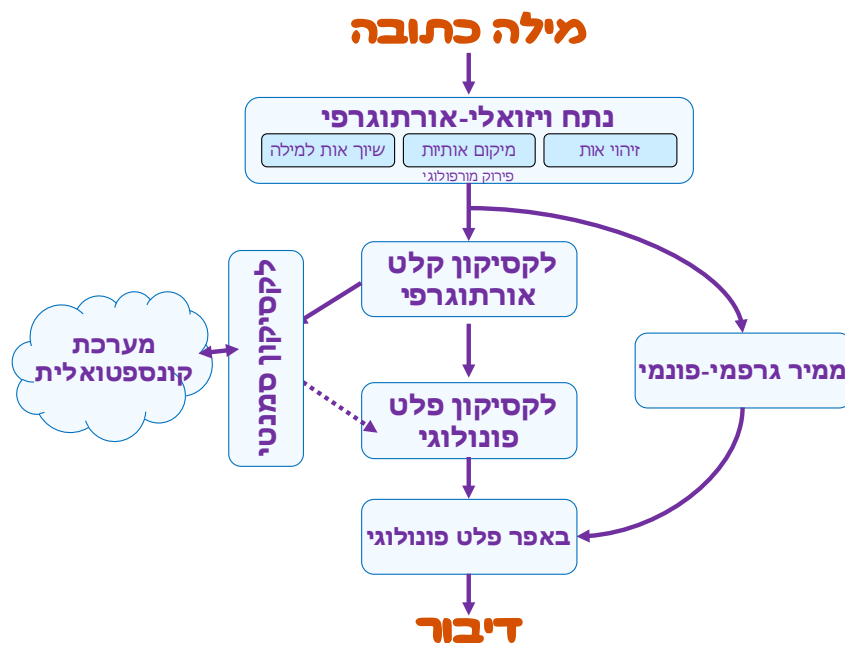
בעקבות מחקרם של Brown & McNeil (1966), מחקרים רבים בדקו את מצבי "על קצה הלשון", והגיעו לסדרת של אפיונים של מצבים אלה. למשל: התופעה היא אוניברסלית, מתרחשת בממוצע כפעם או פעמיים בשבוע אצל מבוגרים צעירים, ותדירותה עולה עם הגיל. לדוברים יש פעמים רבות תחושה של ידיעה לגבי מילת המטרה, והם יכולים לרוב לספק מידע סמנטי ופונולוגי לגביה וכן לשפוט האם מילה שמוצגת להם היא המילה שהם מחפשים או לא. בכמצית מהמקרים של מצבי "על קצה הלשון", מילת המטרה נשלפת במהלך החיפוש תוך דקה או שתיים. מצבי "על קצה הלשון" קורים לעיתים קרובות בניסיון לשלוף שמות פרטיים. לגבי המידע הפונולוגי החלקי, לדוברים במצבים של

“על קצה הלשון” יש פעמים רבות מידע לגבי חלק מהסגמנטים של מילת המטרה, לרוב האות הראשונה, ולפעמים גם הסופיות המורפולוגיות. כמו כן, קיים לרוב מידע לגבי מספר ההברות של המילה ומיקום הטעם, ופעמים רבות הדובר מפיך מילים הקשורות (סמנטית ו/או פונולוגית) למילת המטרה.

כשל מסוג אחר בשליפה אצל דוברי שפה תקינים מתבטא בפליטות פה שבהן מילה לא נכונה או מילת תפל מופקת במקום מילת המטרה (slips of the tongue) (Fromkin, 1971; Garrett, 1976; Levelt, 1990; et al., 1991; Schriefers, Meyer, & Levelt, 1990). בדיקה של טעויות דיבור אלו העלתה כי ישנן טעויות מסוגים שונים, שניתן לסווגן לשני סוגים עיקריים: טעויות סמנטיות (“איזה אבוקדו... א... אבטיח”) וטעויות פונולוגיות (“ריץ רימונים”, “במקום “מיץ רימונים”). מצבי “על קצה הלשון” וטעויות דיבור מספקים תמיכה נוספת להפרדה בין שלב סמנטי ושלב פונולוגי בתהליך השליפה הלקסיקאלית.

### שיום של מילים כתובות

חוקרים רבים מתייחסים לקריאה בקול רם של מילים כתובות בתור “שיום מילה כתובה”. כיוון שאנו רגילים לחשוב על שיום בתור פעולה שמתחילה ברמה הקונספטואלית, המונח הזה עלול לבלבל. עם זאת, עיון בתהליך קריאת מילה בודדת (ראו תרשים 2) יבהיר כיצד תהליכי הקריאה קשורים באופן הדוק לתהליכי שיום. ראשית, שלבי הפלט של קריאה בקול משתמשים בשני הרכיבים הפונולוגיים שתיארנו לעיל בפירוט – לקסיקון הפלט הפונולוגי ובאפר הפלט הפונולוגי. רכיבים אלה משתתפים לא רק בהפקת מילה מתוך המערכת הקונספטואלית, אלא גם בהפקת מילה כתובה, שזוהתה בלקסיקון הקלט האורתוגרפי. בנוסף לכך, המערכת הקונספטואלית והלקסיקון הסמנטי, שני רכיבים נוספים שתיארנו לעיל בהקשר לשליפת מילה, משתתפים גם הם בתהליך הקריאה – הם אחראים להבנה של המילים הכתובות שזוהו בלקסיקון הקלט האורתוגרפי.



תרשים 2. המודל הדו-מסלולי לקריאת מילה בודדת

תרשים 2 מציג את המודל הדו-מסלולי לקריאת מילה בודדת, אשר פותח בעקבות עבודות של נירופסיכולוגים כגון Max Coltheart, John Marshall, Tim Shallice, Karalyn Patterson, Andrew Ellis, Andrew Young ואחרים. מודל זה מתאר את השלבים שהקורא מבצע מרגע שהוא רואה את המילה הכתובה ועד שהוא "משיים" אותה בקול תוך שימוש בלקסיקון הפלט הפונולוגי ובבאפר הפלט הפונולוגי. כמו כן, המודל מתאר את הבנת המילה באמצעות הלקסיקון הסמנטי והמערכת הקונספטואלית. שלבי העיבוד מתוארים במודל באופן הבא: השלב הראשון הוא ניתוח ויזואלי-אורתוגרפי, שאחראי על קידוד זהותן של האותיות במילה ומיקומן היחסי (Coltheart, 1981; Ellis, 1993; Ellis, Flude, & Young, 1987; Ellis & Young, 1996; Humphreys, Evett, & Quinlan, 1990; Peressotti & Grainger, 1995). אחרי הניתוח הויזואלי, המידע עובר בשני מסלולים שמשרתים את הקריאה הקולית: המסלול הלקסיקאלי, שכולל את לקסיקון הקלט האורתוגרפי, לקסיקון הפלט הפונולוגי, ובאפר הפלט הפונולוגי; והמסלול התת-לקסיקאלי, שמשמש בהמרה גרפמית-פונמית ובבאפר הפלט הפונולוגי. לקסיקון הקלט האורתוגרפי מכיל מידע לגבי האופן שבו כתובות המילים שאנו מכירים את צורתן הכתובה. הוא מחובר בחיבור ישיר אל לקסיקון הפלט הפונולוגי, חיבור שמאפשר תרגום מדויק ומהיר של מילים מופרות מצורתן הכתובה לצורתן הפונולוגית. המסלול הלקסיקאלי מאפשר לקרוא כל מילה כתובה שהקורא מכיר, וזהו המסלול היחיד שמאפשר קריאה מדויקת של מילים אירגולריות, שאינן מצייתות לחוקי ההמרה הרגילים של אות לצליל – מילים כגון סתיו, צאן או מזא"ה (כמובן, רק כאשר המילים מופיעות בשני הלקסיקונים). המסלול השני לקריאה קולית הוא המסלול התת-לקסיקאלי, שבו רצפי אותיות מתורגמים לצלילים באמצעות הממיר הגרפמי-פונמי, על פי חוקי המרה כלליים. מסלול זה מאפשר קריאה של מילים חדשות, בלתי-מופרות, שלא מאוחסנות עדיין בלקסיקונים, כמו גם קריאה של מילות תפל. בנוסף למסלול הלקסיקאלי והתת-לקסיקאלי, המודל מתאר קשר בין לקסיקון הקלט האורתוגרפי לבין הלקסיקון הסמנטי ודרכו אל המערכת הקונספטואלית, קשר שמאפשר הבנה של מילים כתובות. ניתן לראות, אם כן, כי קיימים מספר רכיבים משותפים לתהליך ה"שיום" של מילים כתובות ולתהליך שתארנו קודם לכן, תהליך השיום (השליפה הלקסיקאלית) של מילים שמתחיל ממושג במערכת הקונספטואלית.

### סוגים של אנומיה

אנומיה היא הפרעה בתהליך השליפה הלקסיקאלית,<sup>1</sup> שיכולה להיגרם כתוצאה מפגיעות שונות: במערכת הקונספטואלית, בלקסיקון הסמנטי, בלקסיקון התחבירי, בלקסיקון הפלט הפונולוגי, בבאפר הפלט הפונולוגי, או בקשרים בין הרכיבים האלה. פגיעות במיקומים השונים יגרמו כולן לליקויים בשליפה הלקסיקאלית, אך לליקויים אלה יהיו מאפיינים שונים, בהתאם למיקום הפגיעה. הכרת המאפיינים של כל אחד מסוגי הליקויים עשויה לסייע באבחון מיקום הפגיעה המדויק של כל אדם עם אנומיה. מכאן ניתן להבין כי חשיבותו של הדיון במאפייני הליקויים השונים אינה רק תיאורטית אלא גם קלינית, מאחר שסוגי אנומיה שונים דורשים לעתים קרובות שיטות טיפול שונות (Nickels, 2002).

<sup>1</sup> במאמר זה אנו מתייחסים למונחים "ליקוי בשליפה לקסיקאלית" ו"ליקוי בשיום" כמונחים בעלי משמעות זהה, הן בהתייחסות לליקוי נרכש והן בהתייחסות לליקוי התפתחותי.



שיום תמונות היא המטלה הנפוצה ביותר לבדיקת שלבי השליפה הלקסיקאלית (Best, 2005; Kambanaros, 2008, 2010; Levelt et al., 1998). מטלת שיום תמונות מערבת את כל השלבים בהפקת מילה ומאפשרת לבחון את המידע שיש לאדם לגבי מילת המטרה. נתאר כעת את הסוגים השונים של אנומיה, הנובעים מליקויים סלקטיביים ברכיבים השונים שתוארו לעיל ואת מאפייניהם. בנוסף לאנומיות הסלקטיביות, הנגרמות מפגיעה ברכיב בודד, ישנם מקרים של אנומיה המערבים פגיעה נרחבת יותר, ביותר מרכיב אחד. ליקויים אלה יבואו לידי ביטוי בצירוף הסימפטומים הרלוונטיים.

### ליקוי במערכת הקונספטואלית

ליקוי במערכת הקונספטואלית אינו בעיה נקודתית בשליפה לקסיקאלית, ואינו אפילו בעיה שפתית, כי אם בעיה רחבה יותר. הוא גורם אמנם לכשל בשליפת מילים, אך זוהי בעיה במנגנון קוגניטיבי כללי הפועל לפני השלבים הלקסיקאליים של הדיבור. לפיכך, פגיעה כזו גורמת לא רק לקשיים בשליפה לקסיקאלית, אלא גם לליקויים בהבנת מילים ומשפטים, בין אם אלה מוצגים בכתב או מושמעים, כמו גם לליקויים בהבנה של אובייקטים, של תמונות ושל סיטואציות לא-מילוליות. אדם עם ליקוי במערכת הקונספטואלית יפיק פרפזיות (טעויות שיום) שאינן בהכרח קשורות למילת המטרה, כגון "גשר" במקום "ענבים". מטופלים אלה לא עושים בדרך כלל טעויות פונולוגיות, ואין להם קושי מיוחד במטלות המערבות מילות תפל (בהנחה שהבינו את המטלה), כגון חזרה על מילות תפל, כיוון שהפקת מילות תפל אינה מערבת את המערכת הקונספטואלית. הם מתקשים לא רק במטלות מילוליות אלא גם במטלות קונספטואליות, כגון מציאת יוצא דופן בין תמונות (למשל, מציאת יוצא הדופן בין תמונות של עט, עיפרון, מחק ומברשת שיניים), או מציאת תמונות קשורות זו לזו (לדוגמה, מציגים תמונה של מטריה ושואלים איזו מבין שתי תמונות קשורה אליה יותר – תמונה של שמש או תמונה של גשם). פגיעה קונספטואלית כזו מאפיינת לפחות חלק מהמטופלים האפזים שמאובחנים עם אפזיית ורניקה.

### ליקוי בלקסיקון הסמנטי – אנומיה סמנטית

ליקוי בלקסיקון הסמנטי גורם גם הוא לטעויות בשיום, אך מתבטא בדפוס שונה של טעויות. אדם עם אנומיה סמנטית מפיק בעיקר פרפזיות סמנטיות, למשל, "שולחן" במקום "כסא", "גי'רפה" במקום "זברה", או "תפוח" במקום "שזיף". לעתים ניתן יהיה להבחין באפקט דמינות בשיום אצל אדם כזה – הפקה טובה יותר של מילים שקל לדמיין בהשוואה למילים שקשה לדמיין. אפקט נוסף שמאפיין שיום באנומיה זו הוא אפקט טיפוסיות (פרוטוטיפיות) – הפקה של מילה אופיינית לקטגוריה, כגון תפוח, במקום מילה פחות אופיינית, כגון שזיף (כהן-שלו ופרידמן, 2011). מכיוון שהלקסיקון הסמנטי משרת כנראה לא רק תהליכי הפקה אלא גם תהליכי הבנה, פגיעה בו גורמת לא רק לטעויות הפקה אלא גם לליקוי בהבנה של מילים כתובות ומושמעות. בניגוד לליקוי קונספטואלי, ההשפעה של ליקוי בלקסיקון הסמנטי מוגבלת למערכת המילולית. כלומר, אנשים עם ליקוי בלקסיקון הסמנטי מבצעים באופן תקין מטלות המבוססות על תמונות, כגון מציאת יוצא דופן או מציאת תמונות קשורות זו לזו, אך מתקשים במטלות המילוליות המקבילות (לדוגמה מטלת אסוציאציות מילולית בה המשתתף מתבקש לבחור את המילה שקשורה יותר למילה הכתובה/מושמעת "מטריה" מבין שתי מילים כתובות/מושמעות –

"שמש" או "גשם"). כיוון שאנומיה סמנטית נובעת מפגיעה בלקסיקון (הסמנטי) ולא בבאפר הפלט הפונולוגי, אנשים עם אנומיה כזו מצליחים לקרוא ולחזור על מילות תפל באופן תקין, ואינם מבצעים פרפזיות פונולוגיות בשיום.

תופעה נוספת שמיוחסת לליקוי בלקסיקון הסמנטי היא קשיי שיום ספציפיים לקטגוריה. כלומר, לא כל מי שלקוי בלקסיקון הסמנטי מראה קשיים בקטגוריה ספציפית, אך מי שמראה קושי בשיום של קטגוריה ספציפית לקוי ככל הנראה בלקסיקון הסמנטי, אם ההבנה שלו מתמונת של אותה קטגוריה היא תקינה. וכך, אנשים עם פגיעה ספציפית לקטגוריה יכולים, לדוגמה, להתקשות בשליפה של שמות-עצם חיים אך לא של שמות-עצם שאינם חיים, או להיפך (למשל, Capitani, Laiacona, Mahon, & Caramazza, 2003; Humphreys & Forde, 2001; Laiacona, Luzzatti, Zonca, Guarnaschelli, & Capitani, 2001; Mahon & Caramazza, 2006; Tyler & Moss, 2001; Warrington & McCarthy, 1983, 1987; Warrington & Shallice, 1984). הליקוי מתבטא לא רק בשליפת מילים אלא גם במטלות הבנת מילים, למשל מטלה שבה שומעים שמות של חיות ונדרשים לציין תכונות שלהן. בניסיון להסביר את הליקויים הספציפיים לקטגוריה, Caramazza & Shelton (1998) הציעו שהמערכת הסמנטית-קונספטואלית מאורגנת על פי קטגוריות, שלפחות חלקן הינן מולדות.

#### ליקוי בלקסיקון הפלט הפונולוגי – אנומיה לקסיקאלית-פונולוגית

ליקוי בלקסיקון הפלט הפונולוגי גורם גם הוא לטעויות בשיום, אך דפוס הטעויות שהוא יוצר שונה מבשני סוגי האנומיה שתוארו לעיל. אנשים עם ליקוי כזה מבינים היטב מושגים ברמה הקונספטואלית, ומצליחים לגשת בלקסיקון הסמנטי לייצוג הלקסיקאלי המתאים למושג, אך מתקשים לעורר את הייצוג הפונולוגי שלהם בלקסיקון הפלט הפונולוגי. כתוצאה מכך, הם מפיקים פרפזיות פונולוגיות. לעתים תכופות יהיו להם לא רק פרפזיות פונולוגיות אלא גם סמנטיות, וזאת ככל הנראה מכיוון שהקושי בגישה אל הייצוג הפונולוגי של מילת המטרה גורם לאקטיבציה של מילה אחרת הקשורה אליה סמנטית (ראו Caramazza & Hillis, 1990, ו-Howard & Gatehouse, 2006), לגבי פרפזיות סמנטיות אצל פגועי ליקוי פלט פונולוגי).

כיוון שלקסיקון הפלט הפונולוגי מאורגן עפ"י תדירות, ניתן להבחין באפקט תדירות בהפקה אצל אנשים עם ליקוי כזה, כלומר, יהיו להם טעויות רבות יותר במילים פחות נפוצות. למעשה, לקסיקון הפלט הפונולוגי הוא הרכיב היחיד במערכת הפקת הדיבור שרגיש לתדירות המילה וגורם לאפקט תדירות כזה. כיוון שלקסיקון הפלט הפונולוגי הוא שלב הפקה מאוחר יותר מהמערכת הקונספטואלית והלקסיקון הסמנטי, ליקוי בו לא יפגע בביצוע של מטלות הבנה בתמונות. כיוון שלקסיקון הפלט הפונולוגי הוא נפרד מלקסיקון הקלט הפונולוגי, גם לא צפוי קושי בהבנה של מילים מושמעות. כמו כן, מכיוון שהפקת מילות תפל אינה מערבת את הלקסיקונים, אדם שהליקוי שלו הוא בלקסיקון הפונולוגי בלבד לא יתקשה בקריאה של מילות תפל או בחזרה עליהן.

ליקוי בלקסיקון הפלט הפונולוגי מתבטא גם בקריאה בקול. לקסיקון זה הינו חלק מהמסלול הלקסיקאלי לקריאה (תרשים 2), אותו מסלול שמאפשר קריאה מדויקת ומהירה והינו בעל חשיבות מכרעת לקריאת מילים אירגולריות. ליקוי בלקסיקון הפלט הפונולוגי אינו מאפשר קריאה בקול דרך המסלול הלקסיקאלי הישיר, ולכן הקריאה מתבצעת דרך המסלול התת-לקסיקאלי. כתוצאה מכך,

הקריאה איטית יותר, ויופיעו טעויות של רגולריזציה במילים אירגולריות (למשל, קריאת "צאן" בתור "צאן"). כמו כן צפויות טעויות רגולריזציה גם במילים פוטנציופוניות – מילים שעלולות להיקרא באופן שגוי אם קוראים אותן באמצעות חוקי ההמרה הרגילים וללא ידע לקסיקאלי (למשל, המילה "פְּתָר" עשויה להיקרא כ"קְטָר"). אם כן, ליקוי בלקסיקון הפלט הפונולוגי מתבטא לא רק בטעויות פונולוגיות וסמנטיות בשיום, אלא גם בטעויות של רגולריזציה בקריאה בקול, טעויות המאפיינות דיסקסיית שטח (Castles, Bates, & Coltheart, 2006; Castles & Coltheart, 1993, 1996; Coltheart & Byng, 1989; Coltheart & Funnell, 1987; Coltheart, Masterson, Byng, Prior, & Riddoch, 1983; Ellis, Lambon Ralph, Morris, & Hunter, 2000; Ferreres, Cuitino, & Olmedo, 2005; Friedmann & Lukov, 2008; Howard & Franklin, 1987; Judica, de Luca, Spinelli, & Zoccolotti, 2002; Marshall & Newcombe, 1973; Masterson, Newcombe & Marshall, 1981, 1984, 1985; Temple, 1997; Weekes & Coltheart, 1996).

אם כך, טעויות סמנטיות עשויות להופיע הן בעקבות ליקוי בלקסיקון הסמנטי והן בעקבות ליקוי בלקסיקון הפלט הפונולוגי. ישנן מספר דרכים להבחין בין שני ליקויים אלה. ראשית, הבנת מילים תהיה לקויה כאשר הליקוי הוא לקסיקאלי-סמנטי, אך לא כאשר הליקוי הוא לקסיקאלי-פונולוגי. שנית, בליקוי לקסיקאלי-פונולוגי מופיעות גם טעויות שיום פונולוגיות, אך טעויות כאלה אינן קיימות בליקוי לקסיקאלי-סמנטי. לבסוף, סוג הרמזים וסוג הטיפול שמשפיעים על כל אחד מסוגי הליקויים הללו הוא שונה – ליקויים הנובעים משלבים שונים בתהליך השיום דורשים סוגים שונים של טיפול (Nickels, 2002). טיפול המתמקד במשמעות המילה (לדוגמה, מטלה של התאמת מילה לתמונה) יסייע במקרים של ליקוי סמנטי בשיום, ואילו טיפול המתמקד בפונמות של המילה (לדוגמה, חזרה על מילים) יסייע במקרים של ליקוי פונולוגי בשיום. (ראו גם Makin, McDonald, Nickels, Taylor, & Moses, 2004, וכן Nickels, 2002). אכן, טיפולים פונולוגיים (שתירגלו חזרה, חריזה או צליל פותח) נמצאו במספר מחקרים כיעילים לשיפור שליפת מילים עבור מטופלים עם ליקוי פונולוגי (Lambon Ralph, Sage, & Roberts, 2000; McDonald, Makin, Nickels, Moses, & Taylor, 2006; Miceli, Amtrano, Cappaso, & Caramazza, 1996; Raymer, Thompson, Jacobs, & Le Grand, 1993). שיפור בעקבות טיפול סמנטי דווח ע"י Hillis (1998), שתיארה מטופל עם ליקוי סמנטי (בנוסף לליקויים ברמות עיבוד שונות) שהשיום שלו השתפר לאחר טיפול שהתמקד ב"לימוד מאפיינים סמנטיים ספציפיים".

הבדל זה, בין סיוע סמנטי לסיוע פונולוגי, נמצא גם עבור מתן רמזים לשיום, כלומר כאשר נותנים למטופל רמז פונולוגי או סמנטי בעקבות כישלון בשליפת מילה. בירן ופרידמן (2002) דיווחו שמתופלים עם ליקוי לקסיקאלי-סמנטי נעזרו ברמזים סמנטיים (למשל רמז של הגדרה, עבור שרשרת – "תכשיט שעונדים על הצואר"), בעוד שמתופלים עם ליקויים פונולוגיים נעזרו ברמזים פונולוגיים (שרשרת – "ש..").

#### ליקוי בקשר בין הלקסיקון הסמנטי ללקסיקון פלט פונולוגי

ליקוי בשיום יכול לנבוע לא רק מליקוי ברכיבים עצמם אלא גם מנְתָק בקשר ביניהם, כפי שהציע קארל ורניקה בספרו (Wernicke, 1874). הליקוי בקשר שקל ביותר לתארו ולהבחין בינו לבין ליקוי ברכיבים

עצמם הוא ליקוי בקשר שבין הלקסיקון הסמנטי ללקסיקון הפלט הפונולוגי. (ולמעשה, ורניקה תיאר מקרה של ליקוי בקשר זה כבר ב 1886, כשדן במקרה של אדם בשם Voit שהתקשה מאד בשיום אך קרא היטב. Wernicke, 1886, שתורגם על ידי De Bleser, 1989). ליקוי זה מתבטא, בדומה לאנומיה לקסיקאלית-פונולוגית, בפרפזיות פונולוגיות וסמנטיות, עם הבנה טובה של תמונות ומילים ויכולת טובה של קריאת מילות תפל וחזרה על מילות תפל. הוא נבדל מאנומיה לקסיקאלית-סמנטית (ליקוי בלקסיקון הסמנטי) בכך שאנשים עם ליקוי בקשר בין הלקסיקונים צפויים להבין מילים דבורות וכתובות, אך מתקשים בהפקתן. הוא נבדל מאנומיה לקסיקאלית-פונולוגית (ליקוי בלקסיקון הפלט הפונולוגי) בכך שהקריאה יכולה להתבצע דרך המסלול הלקסיקאלי ולקסיקון הפלט הפונולוגי, ולכן לא צפויות להיות טעויות של רגולריזציה בקריאת מילים אירגולריות אצל מי שהפגיעה שלו היא בקשר בין הלקסיקונים.

### ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי

גם לאנשים עם ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי יש קושי בהפקת מילים. הטעויות שהם עושים בנסותם להפיק מילים רגילות הן פונולוגיות בלבד, ללא טעויות סמנטיות (הם עשויים, כאשר הם אינם מצליחים לשלוף מילה, להפיק במקומה מילה אחרת דומה במשמעות, אך הם יודעים, ופעמים רבות גם מציינים, שזו אינה בדיוק המילה שאותה הם התכוונו להפיק). מכיוון שהליקוי שלהם ממוקם הרבה אחרי השלב הקונספטואלי והסמנטי, אין להם ליקויים במטלות הבנה של תמונות, מילים כתובות או מילים דבורות. עם זאת, יש להם ליקוי משמעותי בהפקת מילות תפל, הן בקריאה והן במטלת חזרה, מכיוון שבאפר הפלט הפונולוגי אחראי על החזקת הפונמות של מילות תפל ועל הרכבתן. הקושי של מטופלים אלה בהפקת מילות תפל ומילים חדשות הוא לרוב חמור עוד יותר מאשר הקושי שלהם במילים "אמיתיות", קיימות, מכיוון שבמילות תפל לא ניתן להסתמך על אקטיבציה מהלקסיקון שתתמוך בהפקת המילה. מכיוון שבאפר הפלט הפונולוגי הוא רכיב של זיכרון לטווח קצר, הוא מושפע מאורך הרצפים הפונמיים שהוא צריך לאחסן – רצפים שארוכים מהקיבולת שלו נפגעים, והפונמות מושמטות או מוחלפות. לכן, אפקט אורך מילה מצביע על ליקוי בבאפר, והשיום באנומיה שמקורה בליקוי בבאפר מושפע באופן ניכר מאורך מילת המטרה (בניגוד למקרים של ליקויים בשלבים מוקדמים יותר). אפקטים נוספים המאפיינים ליקוי בבאפר, כמו גם ליקוי בשלב הבא אחריו (קידוד פונטי), הם אפקט תדירות פונמות ואפקט תדירות הברות. משמעותם של אפקטים אלה היא שאנשים עם ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי מפיקים פחות טעויות בפונמות תדירות בהשוואה לפונמות לא תדירות, ופחות טעויות בהברות תדירות בהשוואה להברות לא תדירות (Goldrick & Rapp, 2007; Laganaro, 2005, 2008). אפקט תדירות הברות ואפקט תדירות פונמות קשורים זה לזה, ו-Laganaro (2005) מצאה שאפקט תדירות הברות הוא מהימן יותר. אפקט תדירות הברות נובע כנראה מתקלה בגישה אל מאגר הברות המנטלי, שמכיל הברות מורכבות-מראש (Laganaro, 2008). באפר הפלט הפונולוגי הוא מאגר זיכרון עבודה פונולוגי, וליקוי בו מלווה גם בירידה בביצועים במטלות של זיכרון עבודה פונולוגי. אנשים עם ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי מתקשים במטלות היזכרות (ספאן) של ספרות, מילים ומילות תפל (גביעון ופרידמן, 2008; Gvion & Friedmann, 2008).

(2012). לעומת זאת, הם לא מתקשים במטלות זיכרון עבודה שדורשות זיהוי ללא הפקה, אלא אם כן יש להם ליקוי גם בבאפר הקלט הפונולוגי.

לבסוף, כפי שצוין קודם, הבאפר מרכיב מילים מפונמות ומידע המטרי, ואת המילים המורכבות-מורפולוגית הוא מרכיב מהמורפמות שלהן. לכן, ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי משפיע על תהליכי ההרכבה האלה. חשוב לשים לב שמכיוון שהבאפר מטפל ביחידות בגדלים שונים – פונמות, מורפמות, מילות מספר ומילות פונקציה (דותן ופרידמן, 2007; Dotan & Friedmann, 2010), ליקוי בבאפר משפיע באופן שונה על הסוגים השונים של מילים. מילים "רגילות" מופקות תוך שיכול סדר הפונמות (ינשוף ← ינפוש), או תוך החלפה או השמטה של פונמות; מילים מורכבות מורפולוגית מופקות עם החלפה, השמטה או תוספת של מורפמה (ישבתי ← ישבנו); מספרים מופקים עם החלפות של מילות מספר בודדות (4038 ← "ארבעת אלפים שישים ושלוש", או "ארבע מאות שלושים ושמונה"); ומילות פונקציה מוחלפות לעתים במילות פונקציה אחרות. נקודה חשובה היא שמכיוון שהייצוג הפונולוגי של המורפמות והספרות כבר מוכן ומורכב מראש, אנשים עם ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי אינם מפקים בדרך כלל טעויות פונולוגיות בתוך מורפמות או מילות מספר (כלומר, לרוב הם לא יגידו "ישבציי" במקום "ישבתי", או "שלושים" במקום "שלושים"). ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי הוא הליקוי העומד בבסיסה של אפזיה קונדוקטיבית (פלט) (Franklin, Buerk, & Howard, 2002; Gvion & Friedmann, 2000; Pate, Saffran, & Martin, 1987; Shallice, Rumiat, & Zadini, 2000).

### ליקוי בלקסיקון התחבירי

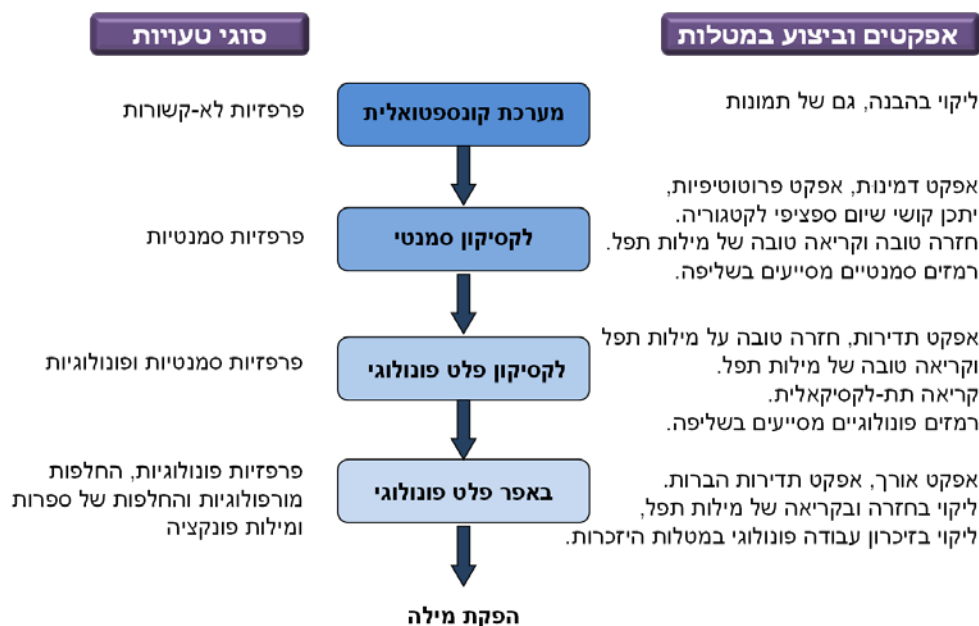
ליקויים בלקסיקון התחבירי שונים באופיים מהאנומיות שהוזכרו לעיל. כל הליקויים שהוזכרו עד כה מתייחסים להפקה של מילה בודדת, בעוד שליקוי בלקסיקון התחבירי, על אף שהוא רכיב בתהליך השליפה הלקסיקאלית, אינו גורם לרוב לטעויות בשליפת מילים בודדות. מכיוון שהמידע שמאוחסן בלקסיקון זה הוא מידע שנחוצך ברמת משפט, לליקויים בלקסיקון התחבירי ישנן השלכות בעיקר לגבי בניית משפטים. על מנת להבין כיצד בא לידי ביטוי ליקוי בלקסיקון התחבירי נתייחס לשני סוגי מידע המאוחסנים בו: מין דקדוקי של שמות-עצם ומידע לגבי משלימי הפועל.

מין דקדוקי מתייחס לשמות-עצם דוממים, וישנן שפות רבות הדורשות התאם של המין בין שם העצם לבין המיידע, התואר ("טבעת נוצצת" ולא "טבעת נוצץ") או הפועל ("הטבעת נפלה" ולא "הטבעת נפל"). עם זאת, בשפות רבות, כאשר אדם נדרש לשיים תמונה של חפץ, הפקת שם-עצם בודד מספיקה, ואין צורך לגשת למידע לגבי המין של שם-העצם (לצורך התאמת נטיית התואר למשל). לעומת זאת, כאשר שם-העצם משובץ במשפט או צירוף כלשהו, יש צורך לגשת למידע לגבי מין הדקדוקי של שם-העצם בלקסיקון התחבירי. אם קיים ליקוי בלקסיקון התחבירי, יהיו טעויות בהתאם של שם-העצם עם פעלים, כינויי גוף, תארים ומיידעים. לכן, כדי לאבחן ליקוי בלקסיקון התחבירי, יש צורך להשתמש במטלות ברמת צירוף או משפט (למשל מטלת תיאור תמונה הדורשת הפקה של שמות-עצם בהקשר של משפט, כגון: "המנוף מרים את המכוננית". בירן ופרידמן, בדפוס; Friedmann & Biran, 2003; Schriefers, 1993). אם רוצים לבדוק את יכולתו של הנבדק לגשת למידע לגבי מין דקדוקי של שם עצם בהקשר צירוף או משפט, חשוב לבחור שמות עצם שאינם מאפשרים הישענות על מידע מסוג אחר

לגילוי מינו של שם העצם. כך למשל עדיף לבחור שמות עצם דוממים (כמו כלנית), שכדי להגיע למינם הדקדוקי חייבים לגשת ללקסיקון התחבירי, מאשר שמות עצם חיים שיש להם מין קונספטואלי (כמו רקדנית) ולכן ניתן להגיע למינם גם דרך ידע סמנטי-קונספטואלי, וללא ידע לקסיקאלי-תחבירי. סוג מידע נוסף שנמצא בלקסיקון התחבירי הוא מידע לגבי הארגומנטים והמשלימים של הפועל. מידע זה כולל את סוגי הצירופים אשר יכולים, או מחויבים, להופיע לאחר הפועל. ליקוי בלקסיקון התחבירי יכול לגרום גם לפגיעה סלקטיבית במידע זה, דבר העלול לפגוע משמעותית ביכולת לבנות משפטים. במקרה כזה משפטים יכולים להיות מופקים ללא המשלימים הנדרשים או עם משלימים לא מתאימים (למשל, "האיש תיקן" או "האיש נזף שהחדר מכולגן"). מכיוון שמידע זה על הארגומנטים של הפועל נקרא PAS (predicate argument structure), ליקוי כזה במבנה הארגומנטים מכונה "אפאסיה" (Biran & Friedmann, in press). במחקר שבדק את השפעת מספר אפשרויות ההשלמה על זמן התגובה, מצאו שפירו ועמיתיו (Shapiro, Gordon, Hack, & Killackey, 1990; Shapiro & Levine, 1993) שאצל נבדקים עם אפזיית ברוקה היה אפקט של מספר אפשרויות ההשלמה, כלומר, קיימת אצלם רגישות למבנה הארגומנטים של הפועל. לעומת זאת, נבדקים עם אפזיית ורניקה לא הראו רגישות כזו למספר אפשרויות ההשלמה, דבר המעלה את האפשרות שליקוי באזור ורניקה (Superior temporal gyrus שמאלי) גורם לאפאסיה. מכאן עולה גם כי אזור זה משרת ככל הנראה את הלקסיקון התחבירי.

בעוד שליקוי בלקסיקון התחבירי משפיע על המבנה התחבירי של משפטים, אין לבלבל בינו לבין ליקוי אחר – אפזיה אגרמטית, שבה קיים ליקוי בבניית משפטים, אך לא בהכרח קיים ליקוי בידע התחבירי ברמת מילה בודדת (Biran & Friedmann, in press; Shapiro & Levine, 1990). באופן דומה, קינן, פרידמן, שורץ ושפירו (2007) דיווחו על ילדים עם ליקוי תחבירי משמעותי, שהלקסיקון התחבירי שלהם תקין.

**סיכום המאפיינים של סוגי האנומיה השונים**



תרשים 3. טעויות ואפקטים המאפיינים את סוגי האנומיה השונים

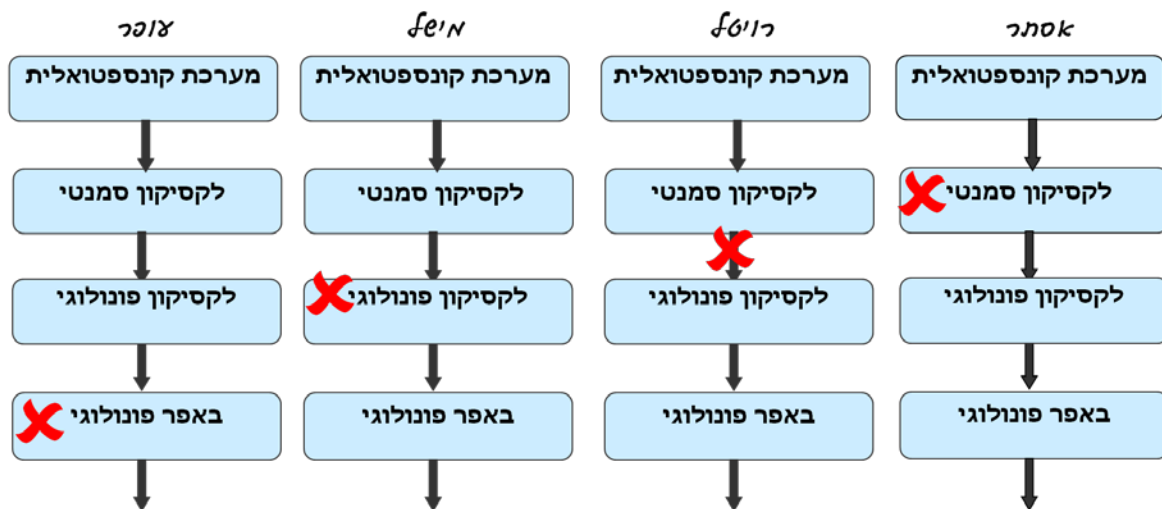
מתוך דפוסי הליקויים שהוצגו כאן והמאפיינים שלהן ניתן לגזור דרך לאבחון מיקום הליקוי של כל מטופל עם ליקוי בשליפה לקסיקאלית. תרשים 3 מסכם את סוגי הטעויות ואת האפקטים העיקריים שמאפשרים להבחין בין סוגים שונים של ליקויים.

### אנומיה התפתחותית ותתי הסוגים שלה

ליקויים בשליפה לקסיקאלית נפוצים בקרב ילדים לקויי שפה. Dockrell, Messer, George, & Wilson (1998), למשל, דיווחו כי ל-23% מהילדים המטופלים ע"י קלינאי תקשורת בבריטניה ישנם ליקויים בשליפה לקסיקאלית. כאשר לילד יש ליקוי כזה, הדבר מתבטא הן במטלות שיום והן בשיחה חופשית (German, 2002). מספר מחקרים בדקו את סוגי הטעויות שילדים מפיקים כאשר הם אינם מצליחים לשלוף את מילת המטרה, ואת סוגי המידע שנותר שמור אצלם. מחקרים אלה מצאו שבדומה לאנשים עם אנומיות נרכשות, ילדים מפיקים סוגים שונים של טעויות: טעויות סמנטיות, טעויות פונולוגיות, תגובות "לא יודע", טעויות לא קשורות וטעויות ויזואליות (Dockrell et al., 1998; Kambanaros & McGregor, 1994, 1997; Lahey & Edwards, 1999; Grohmann, 2010). ממחקרה של McGregor (1997) עולה כי טעויות סמנטיות הן סוג הטעות הנפוץ ביותר, הן בקרב ילדים לקויי שפה והן בקרב ילדים עם התפתחות שפה תקינה, דוברי אנגלית בני 3-6 שנים. עם זאת, ילדים לקויי שפה הפיקו יותר טעויות פונולוגיות בהשוואה לילדים התקינים. גם McGregor, Friedman, Reilly, & Newman (2002), שבדקו ילדים עם התפתחות שפה תקינה בני 5-7 שנים, מצאו שטעויות סמנטיות היו הנפוצות ביותר, ורובן שמרו על אותה רמת אובייקט (coordinate), למשל: "מכונית-רכבת". יתרה מכך, ישנן עדויות התומכות בהפרדה בין עיבוד מידע סמנטי לפונולוגי אצל ילדים, כמו אצל מבוגרים לאחר פגיעה מוחית. לדוגמה, Faust, Dimitrovsky, & Davidi (1997) בדקו ילדים דוברי עברית בכיתות ב'-ג' עם ליקוי שפתי. הם מצאו שהילדים הצליחו לספק מידע סמנטי לגבי מילים, מבלי שהיו מסוגלים לספק מידע פונולוגי עליהן. כלומר, היתה להם גישה למידע הסמנטי של המילים אך לא למידע הפונולוגי, דבר המצביע על הפרדה בין השלב הסמנטי לפונולוגי.

נראה אם כן כי ליקויים התפתחותיים בשליפה לקסיקאלית באים לידי ביטוי באופן דומה לליקויים הנרכשים המופרים אצל מבוגרים. ישנם חוקרים הסבורים כי התיאוריה שפותחה עבור מבוגרים עם אנומיה נרכשת ניתנת ליישום גם לגבי ילדים, כמובן תוך התחשבות בשלב ההתפתחותי שבו נמצא הילד (Best, 2005; Friedmann & Novogrodsky, 2008; Novogrodsky, Kreiser, & Friedmann, 2010). גישה זו מניחה, בשלב ראשון, שליקוי שפתי התפתחותי יכול לגרום לליקויים סלקטיביים בתחומי שפה שונים. נמצא אכן כי ישנם ילדים עם ליקוי התפתחותי סלקטיבי בתחביר שהשליפה הלקסיקאלית שלהם תקינה (SLI תחבירי, או SySLI, Friedmann & Novogrodsky, 2008, 2011), וילדים עם ליקוי בשליפה לקסיקאלית (ליקוי שזכה לשמות שונים, ביניהם: SLI לקסיקאלי, LeSLI, אנומיה התפתחותית ודיסנומיה) שהתחביר שלהם תקין. לאחר אבחנה של ליקוי התפתחותי בשליפה לקסיקאלית ניתן להבחין בין סוגים שונים של ליקויים בשליפה, בדומה לסוגים שתוארו עבור מבוגרים עם אנומיה נרכשת.

על מנת להדגים כיצד ניתן לאבחן סוגים שונים של אנומיה כפי שתוארו לעיל, נציג ארבעה תיאורי מקרים של ילדים עם אנומיה התפתחותית. מיקומי הליקוי של ילדים אלה מסוכמים בתרשים 4. אסתר, מישל ועופר הם ילדים דוברי עברית שתוארו במאמרו של פרידמן, הדר-עובדיה ולוי (בדפוס), ורויטל תוארה ע"י Novogrodsky, Kreiser, & Friedmann (2010).



תרשים 4. מקומי הליקוי של ארבעה ילדים עם אנומיה התפתחותית

#### אסתר, ילדה עם אנומיה לקסיקאלית-סמנטית התפתחותית

אסתר היתה בת 2; 10, תלמידת כיתה ד', כאשר נבדקה יכולת השיום שלה. היא שיימה נכון רק 81% מהמילים במבדק שיום תמונות ("שמש", בירן ופרידמן, 2004; ילדים בני גילה עם התפתחות שפה תקינה מבצעים ברמה של 95% נכון ומעלה במבדק זה). הביצוע של אסתר היה תקין במבדק אסוציאציות בתמונות (בירן ופרידמן, 2007) והיא לא הפיקה פרפזיות שאינן קשורות למילת המטרה, דבר המצביע על כך שהמערכת הקונספטואלית שלה תקינה. היא הפיקה פרפזיות סמנטיות, והביצוע שלה היה לקוי במבדק אסוציאציות שבו הפריטים היו מילים כתובות ולא תמונות. היה לה ליקוי ספציפי לקטגורית פירות וירקות, ורמזים סמנטיים סייעו לה בשליפת מילים. כל האפיונים הללו תואמים לליקוי בלקסיקון הסמנטי. לאסתר לא היו פרפזיות פונולוגיות, ורמזים פונולוגיים לא סייעו לה בהפקת המילה, דבר המצביע על כך שלקסיקון הפלט הפונולוגי שלה היה תקין. כמו כן, לא נמצא אצלה אפקט אורך, והיא הצליחה לחזור היטב על מילות תפל ולקרוא אותן – עדויות לכך שבאפר הפלט הפונולוגי שלה היה תקין.

#### רויטל, ילדה עם אנומיה התפתחותית עם ליקוי בקשר שבין הלקסיקון הסמנטי ללקסיקון הפונולוגי

כאשר נבדקה יכולת השליפה הלקסיקאלית של רויטל היא היתה בת 9; 12, תלמידת כיתה ו'. כמו אסתר, הביצוע שלה במבדק הקונספטואלי של התאמת אסוציאציות בתמונות היה טוב, ולא היו לה פרפזיות שאינן קשורות למילת המטרה, מה שמעיד על מערכת קונספטואלית תקינה. היא שיימה נכון רק 74% מהמילים במבדק שיום תמונות, עם 28% טעויות סמנטיות ו-8% טעויות פונולוגיות, כך שהליקוי שלה לא יכול להיות מיוחס לליקוי ממוקד בלקסיקון הסמנטי (אילו הליקוי שלה היה סמנטי בלבד, לא



צריכות היו להופיע טעויות פונולוגיות). כמו כן, לא היה לה ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי – היא הצליחה לחזור על מילות תפל היטב ואף לקרוא אותן, וזיכרון העבודה הפונולוגי שלה היה בטוח הנורמה. עדות נוספת למעורבות פונולוגית בליקוי שלה היא שרמזים פונולוגיים סייעו לה בשליפת מילים. כיוון שליקוי בבאפר הפונולוגי נשלל, "מעורבות פונולוגית" משמעו מעורבות של לקסיקון הפלט הפונולוגי.

על מנת להבחין בין ליקוי בלקסיקון הפלט הפונולוגי עצמו לבין ליקוי בגישה אליו מהלקסיקון הסמנטי, נבדקה יכולתה לקרוא מילים אירגולריות ופוטנציפונים. ההצלחה שלה בקריאת מילים אירגולריות הצביעה על כך שהיא מסוגלת לקרוא דרך המסלול הלקסיקאלי (המסלול שבין לקסיקון הקלט האורתוגרפי ללקסיקון הפלט הפונולוגי), ולכן הליקוי שלה אינו בלקסיקון הפלט הפונולוגי עצמו. כל הממצאים הללו מתאימים לליקוי בגישה מהלקסיקון הסמנטי ללקסיקון הפלט הפונולוגי, ואכן הליקוי של רויטל אובחן ככזה.

#### **מישל, ילדה עם אנומיה לקסיקאלית-פונולוגית התפתחותית**

מישל היתה בת 2; 10, תלמידת כיתה ד', כאשר נבדקה יכולת השליפה הלקסיקאלית שלה. היא שיימה נכון 81% מהמילים במבדק שיום תמונות. היא ביצעה היטב את מבדק התאמת אסוציאציות בתמונות ולא הפיקה פרפזיות לא-קשורות, דבר המצביע על כך שהמערכת הקונספטואלית שלה היתה תקינה. כמו כן, הביצוע שלה היה טוב במבדק אסוציאציות הכולל מילים כתובות, דבר המעיד על לקסיקון סמנטי תקין. במבדק שיום תמונות היא הפיקה פרפזיות סמנטיות ופונולוגיות, ונמצא אפקט תדירות. הקריאה שלה היתה אופיינית לדיסלקסיית שטח. כל הממצאים הללו מכוונים לליקוי בלקסיקון הפלט הפונולוגי. באפר הפלט הפונולוגי שלה, לעומת זאת, היה תקין: לא נמצא אפקט אורך, היא הפיקה היטב מילות תפל (חזרה וקריאה), וביצעה היטב מטלות היזכרות שבודקות את זיכרון העבודה הפונולוגי.

#### **עופר, ילד עם ליקוי התפתחותי בבאפר הפלט הפונולוגי**

עופר היה בן 3; 11, תלמיד כיתה ה', כאשר נבדק להערכת יכולת השליפה הלקסיקאלית. הוא שיים נכון רק 84% מהמילים במבדק שיום תמונות. כמו שלושת הנבדקים האחרים, הוא ביצע היטב את מבדק התאמת האסוציאציות בתמונות ולא הפיק פרפזיות לא-קשורות, כלומר המערכת הקונספטואלית שלו היתה תקינה. בנוסף, הוא תפקד היטב במבדק אסוציאציות הכולל מילים כתובות ובמטלת התאמת מילה לתמונה, דבר המצביע על לקסיקון סמנטי תקין. הוא הפיק בעיקר פרפזיות פונולוגיות, ורק מעט פרפזיות סמנטיות, שאותן הוא תיקן מיידית. רמז פונולוגי של צליל פותח סייע לו בשליפה של מילים שהוא התקשה לשלוף ללא רמז. כל הממצאים הללו מצביעים לכיוון של ליקוי בשלבים הפונולוגיים של השליפה הלקסיקאלית. הנתונים לגבי האפקטים המשפיעים על השיום שלו ולגבי הפקת מילות תפל משלימים את התמונה ועונים על השאלה האם הליקוי שלו הוא בלקסיקון הפלט הפונולוגי או בבאפר הפלט הפונולוגי: לא נמצא אצלו אפקט תדירות מילים, אך נמצא אפקט אורך ואפקט תדירות הברות. רמת הביצוע שלו היתה נמוכה בחזרה על מילות תפל, בקריאת מילות תפל, ובמבדקי זיכרון עבודה פונולוגי. כל אלה מצביעים על ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי.

### היבטים ביולוגיים של התפתחות השליפה הלקסיקאלית

המקרים שלעיל מבהירים שאנומיה התפתחותית אכן קיימת, ואף שקיימים סוגים שונים של אנומיה התפתחותית. עדיין לא ידוע הרבה על המקורות הביולוגיים של ליקויים ספציפיים אלה, או על מסלול ההתפתחות הביולוגי התקין של שליפה לקסיקאלית. עם זאת, מחקר שנערך לאחרונה הצביע על סיבה אפשרית אחת לליקוי התפתחותי בשליפה לקסיקאלית. Fattal, Friedmann, & Fattal-Valevski (2011) בדקו ילדים שסבלו ממחסור בתיאמין (ויטמין B1) במהלך השנה הראשונה לחייהם, לאחר שניזונו מפורמולה (רמדיה) שהיה חסר בה הויטמין הזה. יכולות השליפה הלקסיקאלית של ילדים אלה נבדקו כאשר הם היו בני 5-7 שנים. החומר תיאמין משחק תפקיד מרכזי בחילוף החומרים של קליפת המוח: הוא משמש בתור קו-פקטור עבור מספר אנזימים המעורבים בקטבוליזם של פחמימות, תהליך של הפיכת גלוקוז, שהוא מקור האנרגיה היחיד במוח, לאנרגיה. אנזימים אלה חשובים לצורך ביו-סינתזה של חומרים שונים במוח, כולל נוירורנסמיטרים. בנוסף לכך, התיאמין משתתף בהעברה סינפטית, ויש לו תפקיד במבנה ובתפקוד של הממברנה, בהתמיינות התאים, ביצירת הסינפסות, בגדילת האקסונים ובייצור המיאלין.

המחקר של Fattal et al. בדק את השפעת המחסור בתיאמין בינקות על שליפה לקסיקאלית. החוקרות גילו כי 88% מהילדים שנבדקו סבלו מליקויים משמעותיים בשליפה לקסיקאלית. ילדים אלה הגיבו בהיסוסים ובתגובות "לא יודע", והפיקו טעויות סמנטיות ולעיתים טעויות מורפולוגיות. היכולות הקונספטואליות שלהם היו לרוב תקינות, וכך גם מנת המשכל ואוצר המילים שלהם. נראה כי המחסור בתיאמין בשלב הינקות גרם ללקויות ארוכות-טווח, בכך שפגע בבנייה של המנגנון המורכב של שליפה לקסיקאלית שתואר לעיל. בגלל התפקיד המרכזי שתיאמין ממלא במוח ובהתפתחותו, סביר להניח כי השפעת המחסור בתיאמין אינה ממוקדת רק באזור הספציפי במוח שאחראי על שליפה לקסיקאלית, אלא שמדובר בהשפעה רחבה יותר.

הסבר אפשרי לאופן שבו משפיע המחסור בתיאמין לאורך זמן הוא כי כאשר המוח אינו מסוגל לספק את הדרוש להתפתחותו בתקופה קריטית מסוימת, הנזק שנגרם אינו בר-תיקון. המנגנון הפגוע לא יכול להתפתח בשלב מאוחר יותר, אחרי התקופה הקריטית, גם אם בשלב ההוא התיאמין כבר שב ומופיע. לפיכך, מחקר זה מראה שתיאמין הוא הכרחי להתפתחות מנגנון השליפה הלקסיקאלית, ואף תומך בסברה לפיה קיימת תקופה קריטית להתפתחות מנגנון השליפה הלקסיקאלית (ראו Calderon & Naidu, 1998; Yoshinaga-Itano, 2003; Yoshinaga-Itano & Apuzzo, 1998a, 1998b), למחקרים שמדווחים על תוצאות לגבי תקופה קריטית מוקדמת להתפתחות שפה ויכולות תקשורת בכלל. ראו שטרמן ופרידמן, 2003; Friedmann & Szterman, 2006, למחקרים לגבי תקופה קריטית להתפתחות תחביר של שפה ראשונה. ראו גם Ruben, 1997, לגבי תקופות קריטיות שונות לתחומי שפה שונים; וראו Monjauze, Tuller, Hommet, Barthez, & Khomsi, 2005 לדיון בתקופות קריטיות אצל ילדים עם אפילפסיה).

### היבטים מוחיים של שליפה לקסיקאלית

מה באשר לבסיס המוחי של שלבי השליפה הלקסיקאלית שתיארנו עד כה? ישנן מספר שיטות בהן ניתן להשתמש כדי למפות את הרכיבים הפונקציונליים המשתתפים בשליפה לקסיקאלית לאזורים ספציפיים במוח. קבוצה אחת של שיטות כאלה בודקות את רמות האקטיבציה במוח בריא, ושיטות אחרות מנסות לזהות אזורים מוחיים פגועים אצל אנשים עם אנומיות מסוגים שונים. במסגרת השיטות שבוחנות אקטיבציה במוח בריא, שיטה אחת היא להשתמש בהדמיה מוחית של אזור מסוים במוח כדי להשוות בין רמות האקטיבציה בזמן ביצוע מטלות שונות. (Indefrey, 2007, 2011; Indefrey & Levelt, 2000, 2004). לדוגמה, אנו מצפים שאזורי המוח שמשמשים את הלקסיקון הסמנטי או את הלקסיקון הפלט הפונולוגי יהיו פעילים בזמן שיום תמונות, אך לא יהיו פעילים בזמן הפקה של מילות תפל, כיוון שהלקסיקונים אינם רלוונטיים להפקת מילות תפל. שיטה נוספת, שמנסה למצוא אזורים מוח שהכרחיים לצורך הפקת מילים, היא לחפש אזורים שבהם פגיעה זמנית, שנגרמת ע"י גירוי חשמלי, מפריעה למטלות מסוימות של הפקת מילים (ראו Indefrey, 2007, 2011, ומקורות שמצוטטים בו). שיטה שלישית היא שימוש ב-MEG כדי לפרק את תהליך השליפה הלקסיקאלית לשלבים ולפרוש אותם על ציר הזמן (Levelt et al., 1998; Indefrey & Levelt, 2004).

דרך אחרת, הקשורה לסוגי האנומיה שתוארו לעיל, היא לבדוק אנשים עם אנומיה. מטרת השיטה הזו היא לאתר אזורים במוח שהכרחיים לצורך פעילות השלבים השונים של השליפה הלקסיקאלית. בשיטה זו משתמשים בסריקה מבנית של המוח, ומנסים לזהות אזורים מוח הפגועים אצל כל האנומים שיש להם ליקוי פונקציונלי מסוים.

### מיקומים מוחיים שזוהו באמצעות מחקרי הדמיה מוחית של דוברים בריאים

Indefrey & Levelt (2000, 2004) ו-Indefrey (2011) ערכו מטא-אנליזה מקיפה של עשרות מחקרי הדמיה מוחית, שבדקו את דפוסי האקטיבציה במוח בעת ביצוע מטלות שונות של שליפה לקסיקאלית. מחקרי ההדמיה, כמו גם מחקרים שבדקו אנשים עם אפזיה, מצאו כי עיבוד קונספטואלי מערב אקטיבציה באזורים נרחבים של המוח, הכוללים את ה-posterior inferior parietal lobe, left middle temporal gyrus (MTG), fusiform, parahippocampal gyri, dorsomedial prefrontal cortex, – posterior cingulate gyrus, ו-ventromedial prefrontal cortex, inferior frontal gyrus (IFG), ו- (Binder, Desai). בעיקר בהמיספירה הדומיננטית מבחינה שפתית, כלומר בדרך כלל השמאלית. (Graves, & Conant, 2009; Binder & Price, 2006).

השלב הבא בשליפה לקסיקאלית הוא הגישה אל הלקסיקון הסמנטי. המטא-אנליזה של Indefrey et al. הראתה שהאזור המרכזי של ה-MTG פעיל בזמן הפקת מילים ושיום תמונות, אך לא בזמן קריאה. הם הסיקו מדפוס האקטיבציה הזו שהאזור המרכזי של ה-MTG משרת תהליך שהם כינו בשם "בחירה לקסיקאלית מודרכת-מושג", conceptually-driven lexical selection (Indefrey, 2011). במסגרת המודל שהצגנו במאמר זה, ניתן לחשוב על התהליך הזה בתור אקטיבציה של הלקסיקון הסמנטי מתוך המערכת הקונספטואלית. ממצאים נוספים המעידים על מעורבות סמנטית של האזור הזה הם העובדה שנמצאו בו אפקטים של פריימינג סמנטי (de Zubicaray, Wilson, McMahon, & Muthiah, 2001), ונמצא מתאם בין פגיעות באזור זה לבין טעויות סמנטיות בקרב אנשים עם אפזיה (Schwartz et al.).

(2009). גם נתוני MEG תומכים בהנחה שה-MTG השמאלי משרת את הלקסיקון הסמנטי: הם אמנם מראים טווח רחב יחסית של זמני אקטיבציה באזור זה, אך טווח זה לרוב מתאים להנחה שהאזור מופעל בחלון זמן מוקדם יחסית (250-175 מילישניות), אותו חלון זמן בו נהוג להניח שמתרחשת הבחירה של המילה מתוך הלקסיקון הסמנטי (למשל, Maess, Friederici, Damian, Meyer, & Levelt, 2002). בנוסף, מחקר MEG שנערך ע"י Levelt et al. (1998) דיווח על אקטיבציה הקשורה ללקסיקון הסמנטי/תחבירי בקורטקס הפריאטלי הימני, לאורך הקצה האחורי של ה-superior temporal sulcus. אין מחקרים רבים שבדקו את מיקומו המוחי של הלקסיקון התחבירי. שטרית פרידמן והדר ערכו סדרת מחקרי fMRI לגבי הייצוג של מבנה ארגומנטים. מחקרים אלה הצביעו על מספר אזורים שהופעלו באופן עקבי בעקבות תכונות לקסיקאליות-תחביריות של פעלים. אזורים אלה כללו את ה-superior temporal gyrus (STG) ו-MTG האחוריים-שמאליים, את ה-precuneus, ושני אזורים ב-IFG שאינם כלולים באזור ברוקה – אזורי ברודמן 9 ו-47 (שטרית פרידמן והדר, 2007, 2008, 2009; Shetreet & Friedmann, 2012; Shetreet et al., 2007, 2010a, 2010b).

מספר מחקרי הדמיה ניסו למקם את לקסיקון הפלט הפונולוגי ע"י זיהוי אזור המעורב בהפקת מילים אך לא בהפקת מילות תפל. דפוס אקטיבציה זה נמצא בולט ביותר בחלקים האחוריים-שמאליים של ה-STG וה-MTG (כלומר, נראה שהמידע זורם מהאזור שזוהה בתור הלקסיקון הסמנטי לאחור ולמעלה). סוג נוסף של עדויות למעורבות של ה-STG השמאלי בפעילות לקסיקאלית-פונולוגית ניתן למצוא בעובדה כי האקטיבציה באזור זה מופחתת כאשר משתמשים במסיה פונולוגי (Bles & Jansma, 2002; de Zubicaray et al., 2008). ניתוח אפקטים הראה כי ה-STG השמאלי רגיש לתדירות הלקסיקאלית של המילה, אך אינו רגיש לאורכה או לרמת ההיכרות עם האובייקט – דפוס שתואם את לקסיקון הפלט הפונולוגי (Graves, Grabowski, Mehta, & Gordon, 2007; Wilson, Isenberg, & Hickok, 2009). לבסוף, מחקרי MEG על ה-STG השמאלי מראים זמני אקטיבציה שמתאימים, בדרך כלל, לחלון הזמן שמתחיל ב-275 מילישניות אחרי הצגת הגירוי – חלון הזמן בו מקובל להניח שמתבצעת הגישה אל לקסיקון הפלט הפונולוגי (ראו Indefrey, 2011 ומקורות שמצוטטים בו). במחקר MEG שבדק שליפה לקסיקאלית, Levelt et al. (1998) ייחסו את הקידוד הפונולוגי לשני איזורים: STG ו-temporo-parietal junction. עם זאת, יש לציין כי לא כל החוקרים מקבלים את הטענה כי לקסיקון הפלט הפונולוגי נמצא ב-STG האחורי. לדוגמה, Edwards et al. (2010) טוענים כי תפקידו של ה-STG השמאלי-אחורי הוא הבנת דיבור בלבד, וכי בעת הפקת דיבור איזור זה אינו משתתף בהפקה עצמה אלא רק מבצע בקרה עצמית אודיטורית.

בעניין מיקומו של באפר הפלט הפונולוגי, נראה כי מחקרים שבדקו פגיעות של מטופלים עם אפזיה קונדוקטיבית נותנים תמונה טובה יותר מאשר מחקרי הדמיה עם משתתפים בריאים. Hickok & Poeppel (2007) הציעו כי האזור המשרת את באפר הפלט הפונולוגי הוא אזור שהם מכנים Spt (Sylvian parietal temporal) – אזור בתוך ה-Sylvian fissure, בין האונה הטמפורלית לפריאטלית, שגורם לאקטיבציה באזור ברוקה ומעביר לו מידע מוטורי, לא פונולוגי (ראו גם Buchsbaum et al., 2011).

בחיפוש אחר אזורים פוסט-לקסיקאליים, Indefrey & Levelt (2000) מזכירים את ה-IFG השמאלי אחורי בהקשר לתהליך ה-syllabification, ומציגים בפירוט את המחלוקת לגבי התפקיד המדויק של

אזור זה ולגבי התהליכים הפוסט-לקסיקאליים בהם הוא משתתף. נתונים לגבי אנשים עם פגיעה בבאפר הפלט הפונולוגי, אותם נסקור בפירוט רב יותר בעמודים הבאים, מכוונים לחשוב שה-IFG השמאלי אחורי משרת דווקא תהליכים פוסט-לקסיקאליים מאוחרים יותר, ולא את באפר הפלט הפונולוגי. כמו כן, גם אזור ה-supplementary motor area (SMA) הימני והאינסולה השמאלית קדמית הוזכרו בתור אזורים אפשריים שמשרתים תהליכים פונטיים מאוחרים יותר מבאפר הפלט, תהליכים הקשורים יותר לארטיקולציה (Indefrey, 2011; Indefrey & Levelt, 2004).

### מיקומים מוחיים שזוהו לפי מיקומי הפגיעה של אנשים עם אנומיה מסוגים שונים

DeLeon et al. (2007) השתמשו בגישה אחרת כדי לקשור בין אזורים במוח לבין פונקציות קוגניטיביות ספציפיות. הם בדקו קבוצה של 116 מטופלים אפזים שהיו בטווח של 24 שעות אחרי אירוע מוחי חריף בהמיספירה השמאלית. השיטה שהשתמשו בה היא אבחון הרכיב הפונקציונלי שנפגע אצל מטופלים אלה, והתאמתו אל מקום הפגיעה המוחית שלהם. הם העבירו לכל אחד מ-116 המטופלים סוללה של מטלות שפתיות, וזיהו את הרכיב הפונקציונלי בתהליך השליפה הלקסיקאלית שנפגע אצל כל מטופל. הם עשו זאת ע"י ניתוח טעויות, באופן דומה לניתוחים שתיארנו לעיל. התוצאה של תהליך אבחון זה היתה חלוקה של המטופלים ל-4 קבוצות, לפי סוג הפגיעה הפונקציונלית שלהם:

1. ליקוי במערכת הקונספטואלית/סמנטית
2. ליקוי בשלב לקסיקאלי שמשותף לדיבור וכתיבה, שהם קראו לו "גישה לקסיקאלית בלתי-תלויה בערוץ", *modality-independent lexical access* (שבמונחים שדיברנו עליהם עד כה מתיישב ככל הנראה עם פלט הלקסיקון הסמנטי)
3. ליקוי בלקסיקון הפלט הפונולוגי
4. ליקוי בשלב פוסט-לקסיקאלי, דהיינו בבאפר הפלט הפונולוגי או בתהליכים ארטיקולטוריים

בשלב השני, DeLeon et al. ניתחו נתוני הדמיה מוחית שהתקבלו בשיטה של magnetic resonance diffusion and perfusion imaging, שמאפשרת לזהות איזורים שזרימת הדם אליהם נפגעה מיד לאחר אירוע מוחי (בניגוד לשיטות MRI ו-CT אחרות שמזהות אירוע מוחי רק שעות רבות לאחר האירוע). באמצעות הדמיה זו, הם חיפשו את האזורים האנטומיים המדויקים שנפגעו ע"י האירוע המוחי אצל כל אחד מהמטופלים. לבסוף הם ביצעו ניתוח סטטיסטי כדי למצוא את הקשר בין אזורי הפגיעה במוח לבין הליקויים הפונקציונליים, כלומר, אילו איזורים מוח משותפים פגועים אצל נבדקים שמראים ליקוי באותו מרכיב במודל. בעזרת תהליך זה הם גילו אזורים שהכרחיים לתפקוד התקין של שלבים שונים בתהליך השליפה הלקסיקאלית. מן הראוי לשים לב להבדל בין מחקרי הדמיה מוחית בקרב דוברים בריאים לבין מחקרים כגון זה של DeLeon et al., שבדקו את ההשפעה הפונקציונלית של פגיעות מוחיות: המחקרים מהסוג הראשון, שהשתמשו בשיטות של fMRI עם משתתפים בריאים, מאפשרים לזהות אזורים שבהם יש אקטיבציה במטלה מסוימת או בקבוצת מטלות מסוימת; לעומתם, מחקרים מהסוג השני, שהשתמשו בשיטות של מיקום פגיעת המוח אצל משתתפים אפזים, מאפשרים לזהות אזורים שהינם הכרחיים לצורך ביצוע שלב פונקציונלי מסוים בשליפה הלקסיקאלית, כלומר אזורים שבלעדיהם נוצר ליקוי בשלב זה.

DeLeon et al. מצאו כי פגיעות באזורי ברודמן 21 (inferior temporal cortex) ו-22 (STG), כולל אזור רוניקה) היו הפגיעות הנפוצות ביותר בקבוצת המטופלים עם ליקוי סמנטי/קונספטואלי. הם הסיקו מכך כי אזורי 21 ו-22 משרתים את המערכת הקונספטואלית ו/או את הלקסיקון הסמנטי. ואמנם, אזור ברודמן 21 הינו קרוב מאד ל-MTG, אותו אזור שמחקרי הדמיה של מוח בריא זיהו בתור האזור שמשרת תהליכים קונספטואליים ו-"semantically driven lexical access".

קבוצות האפזים השניה והשלישית, אלה שנמצאו פגועים בלקסיקון הפלט הפונולוגי וברכיב שהם כינו "modality-independent lexical access", נמצאו קשורות לפגיעה באזור 37 השמאלי posterior inferior temporal/fusiform gyrus ובאזור 39 (angular gyrus). ואכן, אזורי אלה הם סמוכים ל-MTG ו-STG השמאליים אחוריים, שנמצאו במחקרי הדמיה עם משתתפים בריאים בתור האזורי שמשרתים את לקסיקון הפלט הפונולוגי.

הקבוצה האחרונה, של האפזים עם ליקוי ברכיבים פוסט-לקסיקאליים, נמצאו פגועים בעיקר באזורי ברודמן 44 ו-45 (inferior frontal gyrus, IFG), אזור ברוקה). נראה כי אזורי אלה לא משרתים את באפר הפלט הפונולוגי, אלא שלבים ארטיקולטוריים או מוטוריים מאוחרים יותר (ניתן להבין זאת מתוך מחקר אחר, שבדק פגיעה זמנית באזור ברוקה, Davis et al., 2008).

מחקרים נוספים לגבי ליקויים בבאפר הפלט הפונולוגי באפזיה קונדוקטיבית הצביעו באופן עקבי על כך שליקוי בבאפר קשור לפגיעה ב-STG וב-inferior parietal cortex (Baldo, Klosterman, & Dronkers, 2008), בעיקר ב-STG השמאלי אחורי (Hickok et al., 2000; Hickok & Poeppel, 2007), וב-anterior supramarginal gyrus (Damasio & Damasio, 1980; Palumbo, Alexander, & Naeser, 1992). מבין שני אזורי אלה, נראה כי אפזיה קונדוקטיבית פלט (כלומר עם ליקוי בבאפר הפלט הפונולוגי) קשורה יותר לאזורי ה-supramarginal, ואילו ה-STG קשור יותר לבאפר הקלט הפונולוגי (Axer, von Keyserlingk, Berks, & von Keyserlingk, 2001).

### אפילוג

תהליך השליפה הלקסיקאלית הינו, אם כן, תהליך רב-שלבי שקשור באופן הדוק לתחומים שפתיים אחרים, כגון קריאה, הבנה ותחביר. במאמר זה תיארו את השלבים השונים של תהליך השליפה הלקסיקאלית, את הבסיס הביולוגי ונוירולוגי שלהם ואת המיפוי שלהם לאזורי במוח. התמקדנו בדפוסים השונים של אנומיה נרכשת והתפתחותית שנובעים מליקוי ספציפי בכל אחד מהשלבים הללו. הראינו כיצד הידע התיאורטי והאמפירי לגבי המהלך התקין של שליפה לקסיקאלית מסייע להבין את אופי הליקויים השונים בו, ולהיפך – כיצד חקר הליקויים בשליפה לקסיקאלית עוזר להבנת התהליך התקין.

בנוסף לחשיבותו של הידע התיאורטי לגבי שליפה לקסיקאלית, התיאוריות והמחקר של תהליך השליפה התקין והלקוי הם בעלי חשיבות מכרעת לאבחון הליקוי הספציפי ממנו סובל כל מטופל עם אנומיה, מבוגר או ילד. לאבחנה כזו יש חשיבות קלינית רבה היות שהיא מאפשרת לבחור בטיפול המתאים עבור כל מטופל, בהתאם לסוג הליקוי שלו.

## מקורות

- בירן, מ., ופרידמן, נ. (2002). השפעתם של רמזים סמנטיים ופונולוגיים על השיום של אפזים הלקויים בשלבים שונים של התהליך הלקסיקאלי. *דיבור שפה שמיעה*, 24, 21-40.
- בירן, מ., ופרידמן, נ. (2004). *שמש: שיום מאה שמות עצם*. אוניברסיטת תל-אביב.
- בירן, מ., ופרידמן, נ. (2007). *מבדק אטוציאציות: שמיטה והר סיני*. אוניברסיטת תל-אביב.
- בירן, מ., ופרידמן, נ. (בדפוס). "המנוף מרים את המכונת": הגישה למין דקדוקי של שמות-עצם במילים ובמשפטים. *שפה ומוח*.
- גביעון, א. ופרידמן, נ. (2008). פריגבי - סוללה לאבחון זיכרון עבודה פונולוגי. *שפה ומוח*, 7, 161-180.
- דותן, ד., ופרידמן, נ. (2007). שלושת הדובים וארבעת הזבובים: טעויות פונולוגיות וסמנטיות – דיסוציאציה בין מילים למספרים. *שפה ומוח*, 6, 3-16.
- כהן-שלו, ש., ופרידמן, נ. (2011). ורד הוא ורד, אבל נרקיס הוא פרח: פרוטוטיפיות ותהליכי שיום בדיסקסיית עומק. *שפה ומוח*, 10, 107-137.
- פרידמן, נ., הדר-עובדיה, ל., ולוי, ל. (בדפוס). סוגים של אנומיה התפתחותית בעברית. *שפה ומוח*.
- קינן, נ., פרידמן, נ., שוורץ, ר. ושפירו, ל. (2007). תכונות לקסיקאליות של פעלים בשפה של ילדים עם ובלי לקות שפה ספציפית. *שפה ומוח*, 6, 29-37.
- שטרית, ע., פרידמן, נ. והדר, א. (2007). היבטים תחביריים ולקסיקליים של שעבוד. *שפה ומוח*, 6, 39-42.
- שטרית, ע., פרידמן, נ. והדר, א. (2008). הדמיה מוחית בשירות הבלשנות: ייצוג של משלימים אופציונליים. *שפה ומוח*, 7, 69-82.
- שטרית, ע., פרידמן, נ. והדר, א. (2009). ייצוג קורטיקלי של פעלים אנאקוזטיביים. *שפה ומוח*, 8, 21-29.
- שטרמן, ר., ופרידמן, נ. (2003). הליקוי בהבנת משפטים הנגזרים מתנועה תחבירית אצל ילדים לקויי שמיעה. *לראות את הקולות*, 2, 20-29.
- Axer, H., von Keyserlingk, A.G., Berks, G., & von Keyserlingk, D. G. (2001). Supra- and infrasyllabic conduction aphasia. *Brain and Language*, 76, 317-331.
- Baldo, J. V., Klostermann E. C., & Dronkers, N. F. (2008). It's either a cook or a baker: Patients with conduction aphasia get the gist but lose the trace. *Brain and Language*, 105, 134-140.
- Best, W. (2005). Investigation of a new intervention for children with word-finding problems. *International Journal of Language and Communication Disorders*, 40, 279-318.
- Biedermann, B., Ruh, N., Nickels, L., & Coltheart, M. (2008). Information retrieval in tip of the tongue states: New data and methodological advances. *Journal of Psycholinguistic Research*, 37, 171-198.
- Binder, J. R., Desai, R. H., Graves, W. W., & Conant, L. L. (2009). Where is the semantic system? A critical review and meta-analysis of 120 functional neuroimaging studies. *Cerebral Cortex*, 19, 2767-2796.
- Binder, J., & Price, C. (2006). Functional imaging of language. In R. Cabeza & A. Kingstone (Eds.), *Handbook on functional neuroimaging of cognition* (2nd Ed.). Cambridge, MA: MIT Press.
- Biran, M., & Friedmann, N. (2005). From phonological paraphasias to the structure of the phonological output lexicon. *Language and Cognitive Processes*, 20, 589-616.
- Biran, M., & Friedmann, N. (in press). The representation of Lexical-syntactic information: Evidence from syntactic and lexical retrieval impairments in aphasia. *Cortex*. doi:10.1016/j.cortex.2011.05.024
- Bles, M., & Jansma, B. M. (2008). Phonological processing of ignored distractor pictures, an fMRI investigation. *BMC Neuroscience*, 9, 20.
- Bock, K., & Levelt, W. (1994). Language production. Grammatical encoding. In M. A. Gernsbacher (Ed.), *Handbook of Psycholinguistics* (pp. 945-984). Academic Press, San Diego, CA.
- Broom, Y. M., & Doctor, E. A. (1995). Developmental surface dyslexia: A case study of the efficacy of a remediation programme. *Cognitive Neuropsychology*, 12, 69-110.

- Brown, A. S. (1991). A review of the tip-of-the-tongue experience. *Psychological Bulletin*, *109*, 204-223.
- Brown, R., & McNeill, D. (1966). The "tip of the tongue" phenomenon. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *5*, 325-337.
- Buchsbaum, B. R., Baldo, J., Okada, K., Berman, K. F., Dronkers, N., D'Esposito, M., & Hickok, G. (2011). Conduction aphasia, sensory-motor integration, and phonological short-term memory – An aggregate analysis of lesion and fMRI data. *Brain and Language*, *119*, 119-128.
- Butterworth, B. (1989). Lexical access in speech production. In W. Marslen-Wilson (Ed.), *Lexical representation and process*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Butterworth, B. (1992). Disorders of phonological encoding. *Cognition*, *42*, 261-286.
- Calderon, R., & Naidu, S. (2000). Further support for the benefits of early identification and intervention for children with hearing loss. *The Volta Review*, *100*, 53-84.
- Capitani, E., Laiacona, M., Mahon, B., & Caramazza, A. (2003). What are the facts of semantic category-specific deficits? A critical review of the clinical evidence. *Cognitive Neuropsychology*, *20*, 213-261.
- Caramazza, A., Chialant, D., Capasso, R., & Miceli, G. (2000). Separable processing of consonants and vowels. *Nature*, *403*, 428-430.
- Caramazza, A., & Hillis, A. E. (1990). Where do semantic errors come from? *Cortex*, *26*, 95-122.
- Caramazza, A., & Shelton, J. R. (1998). Domain-specific knowledge systems in the brain: The animate-inanimate distinction. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *10*, 1-34.
- Castles, A., Bates, T., & Coltheart, M. (2006). John Marshall and the developmental dyslexias. *Aphasiology*, *20*, 871-892.
- Castles, A., & Coltheart, M. (1993). Varieties of developmental dyslexia. *Cognition*, *47*, 149-180.
- Castles, A., & Coltheart, M. (1996). Cognitive correlates of developmental surface dyslexia: A single case study. *Cognitive Neuropsychology*, *13*, 25-50.
- Chomsky, N. (1995). *The Minimalist Program*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Chomsky, N. (2001) Derivation by Phase. In M. Kenstowicz (Ed.), *Ken Hale: A life in language* (pp. 1-52). Cambridge, MA: MIT Press.
- Collins, A. M., & Quillian, M. R. (1969). Retrieval time from semantic memory. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *8*(2), 240-247.
- Coltheart, M. (1981). Disorders of reading and their implications for models of normal reading. *Visible Language*, *15*, 245-286.
- Coltheart, M. (2004). Are there lexicons? *The Quarterly Journal of Experimental Psychology A*, *57*, 1153-1171.
- Coltheart, M., & Byng, S. (1989). A treatment for surface dyslexia. In X. Seron (Ed.), *Cognitive approaches in neuropsychological rehabilitation* (pp. 159-174). London: Erlbaum.
- Coltheart, M., & Funnell, E. (1987). Reading and writing: One lexicon or two? In A. Allport, D. Mackay, W. Prinz, & E. Sheerer (Eds.), *Language perception and production* (pp. 313-339). London: Academic Press.
- Coltheart, M., Masterson, J., Byng, S., Prior, M., & Riddoch, J. (1983). Surface dyslexia. *Quarterly Journal of Experimental Psychology A*, *35*, 469-495.
- Costa, A., Sebastian-Galles, N., Miozzo, M., & Caramazza, A. (1999). The gender congruity effect: Evidence from Spanish and Catalan. *Language and Cognitive Processes*, *14*, 381-391.
- Damasio, H., Damasio, A. R. (1980). The anatomical basis of conduction aphasia. *Brain*, *103*, 337-350.
- Davis, C., Kleinman, J. T., Newhart, M., Gingis, L., Pawlak, M., & Hillis, A. E. (2008). Speech and language functions that require a functioning Broca's area. *Brain and Language*, *105*, 50-58.
- De Bleser, R. (1989). Neurology: Recent contributions on aphasia [Trans. of C. Wernicke, *Nervenheilkunde: Die neueren Arbeiten über Aphasie*]. *Cognitive Neuropsychology*, *6*, 547-569.



- de Zubizaray, G. I., McMahon, K. L., Eastburn, M. M., & Wilson, S. J. (2002). Orthographic/phonological facilitation of naming responses in the picture-word task: an event-related fMRI study using overt vocal responding. *NeuroImage*, *16*, 1084-1093.
- de Zubizaray, G. I., Wilson, S. J., McMahon, K. L., & Muthiah, S. (2001). The semantic interference effect in the picture-word paradigm: An event-related fMRI study employing overt responses. *Human Brain Mapping*, *14*, 218-227.
- DeLeon, J., Gottesman, R. F., Kleinman, J. T., Newhart, M., Davis, C., Heidler-Gary, J., ... & Hillis, A. E. (2007). Neural regions essential for distinct cognitive processes underlying picture naming. *Brain*, *130*, 1408-1422.
- Dell, G. S. (1986). A spreading-activation theory of retrieval in sentence production. *Psychological Review*, *93*, 283-321.
- Dell, G. S. (1988). The retrieval of phonological forms in production: Tests of predictions from a connectionist model. *Journal of Memory and Language*, *27*, 124-142.
- Dockrell, J. E., Messer, D., George, R., & Wilson G. (1998). Children with word finding difficulties – prevalence, presentation and naming problems. *International Journal of Language and Communication Disorders*, *44*, 445-454
- Dotan, D., & Friedmann, N. (2010). Words and numbers in the phonological output buffer. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, *6*, 82-83.
- Edwards, E., Nagarajan, S. S., Dalal, S. S., Canolty, R. T., Kirsch, H. E., Barbaro, N. M., & Knight, R. T. (2010). Spatiotemporal imaging of cortical activation during verb generation and picture naming. *NeuroImage*, *50*, 291-301.
- Ellis, A. W. (1993). *Reading, writing and dyslexia: A cognitive analysis*. London: Erlbaum, 2<sup>nd</sup> edition.
- Ellis, A. W., Flude, B. M., & Young, A. W. (1987). "Neglect dyslexia" and the early visual processing of letters in words and nonwords. *Cognitive Neuropsychology*, *4*, 439-463.
- Ellis, A. W., Lambon Ralph, M. A., Morris, J., & Hunter, A. (2000). Surface dyslexia: Description, treatment, and interpretation. In E. Funnell (Ed.), *Case studies in the neuropsychology of reading* (pp. 85-119). Hove, East Sussex: Psychology Press.
- Ellis, A. W., & Young, A. W. (1996). *Human cognitive neuropsychology*. Hove, UK: Erlbaum.
- Fattal, I., Friedmann, N., & Fattal-Valevski, A. (2011). The crucial role of thiamine in the development of syntax and lexical retrieval: A study of infantile thiamine deficiency. *Brain*, *134*, 1720-1739.
- Faust, M., Dimitrovsky, L., & Davidi, S. (1997). Naming difficulties in language-disabled children: Preliminary findings with the application of the TOT paradigm. *Journal of Speech Hearing, and Language Research*, *40*, 1026-1036.
- Ferreres, A. R., Cuitino, M. M., & Olmedo, A. (2005). Acquired surface alexia in Spanish: A case report. *Behavioral Neurology*, *16*, 71-78.
- Fieder, N., Nickels, L., & Biedermann, B. (2011, August). *Representation of countability information in the mental lexicon: Insights from aphasic mass/count errors*. Presented in the Perspectives on Language Disorders Workshop. CCD, Macquarie University, Sydney, NSW, Australia.
- Franklin, S., Buerk, F., & Howard, D. (2002). Generalised improvement in speech production for a subject with reproduction conduction aphasia. *Aphasiology*, *16*, 1087-1114.
- Friedmann, N., & Biran, M. (2003). When is gender accessed? A study of paraphasias in Hebrew anomia. *Cortex*, *39*, 441-463.
- Friedmann, N., & Lukov, L. (2008). Developmental surface dyslexias. *Cortex*, *44*, 1146-1160.
- Friedmann, N., & Novogrodsky, R. (2008). Subtypes of SLI: SySLI, PhoSLI, LeSLI, and PraSLI. In A. Gavarró, & M. João Freitas (Eds.), *Language acquisition and development* (pp. 205-217). Cambridge, UK: Cambridge Scholars Press/CSP.
- Friedmann, N., & Novogrodsky, R. (2011). Which questions are most difficult to understand? The comprehension of Wh questions in three subtypes of SLI. *Lingua*, *121*, 367-382.
- Friedmann, N., & Szterman, R. (2006). Syntactic movement in orally-trained children with hearing impairment. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *11*, 56-75.

- Fromkin, V. (1971). The non-anomalous nature of anomalous utterances. *Language*, 47, 27-52.
- Garrett, M. F. (1976). Syntactic processes in sentence production. In R. J. Wales & E. Walker (Eds.), *New approaches to language mechanisms* (pp. 231-256). Amsterdam: North-Holland.
- Garrett, M. F. (1992). Disorders of lexical selection. *Cognition*, 42, 143-180.
- German, D. J. (2002). A phonologically based strategy to improve word-finding abilities in children. *Communication Disorders Quarterly*, 23, 177-190.
- Goldrick, M., & Rapp, B. (2007). Lexical and post-lexical phonological representations in spoken production. *Cognition*, 102, 219-260.
- Graves, W. W., Grabowski, T. J., Mehta, S., & Gordon, J. K. (2007). A neural signature of phonological access: distinguishing the effects of word frequency from familiarity and length in overt picture naming. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 19, 617-631.
- Gvion, A., & Friedmann, N. (2012). Phonological short term memory in conduction aphasia. *Aphasiology*, 26(3-4), 579-614. doi:10.1080/02687038.2011.643759
- Herbert, R., & Best, W. (2010). The role of noun syntax in spoken word production: Evidence from aphasia. *Cortex*, 46, 329-342.
- Hickok, G., Erhard, P., Kassubek, J., Helms-Tillery, A. K., Naeve-Velguth, S., Strupp, J. P., Strick, P. L., Ugurbil, K. (2000). A functional magnetic resonance imaging study of the role of left posterior superior temporal gyrus in speech production: Implications for the explanation of conduction aphasia. *Neuroscience Letters*, 287, 156-160.
- Hickok, G., & Poeppel, D. (2007). The cortical organization of speech processing. *Nature Reviews Neuroscience*, 8, 393-402.
- Hillis, A. E. (1998). Treatment of naming disorders: New issues regarding old therapies. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 4, 648-660.
- Howard, D., & Franklin, S. (1987). Three ways for understanding written words, and their use in two contrasting cases of surface dyslexia. In A. Allport, D. MacKay, W. Prinz, & E. Scheerer (Eds.), *Language perception and production: Relationships between listening, speaking, reading and writing* (pp. 340-366). London: Academic Press.
- Howard, D., & Gatehouse, C. (2006). Distinguishing semantic and lexical word retrieval deficits in people with aphasia. *Aphasiology*, 20, 921-950.
- Howard, D., Nickels, L., Coltheart, M., & Cole-Virtue, J. (2006). Cumulative semantic inhibition in picture naming: Experimental and computational studies. *Cognition*, 100, 464-482.
- Humphreys, G. W., Evett, L. J., & Quinlan, P. T. (1990). Orthographic processing in visual word identification. *Cognitive Psychology*, 22, 517-560.
- Humphreys, G. W., & Forde, E. M. E. (2001). Hierarchies, similarity, and interactivity in object recognition: "Category-specific" neuropsychological deficits. *Behavioral and Brain Sciences*, 24, 453-509.
- Indefrey, P. (2007). Brain imaging studies of language production. In Gaskell G. (Ed.), *Oxford Handbook of Psycholinguistics*. Oxford: Oxford University Press.
- Indefrey, P. (2011). The spatial and temporal signatures of word production components: a critical update. *Frontiers in Psychology*, 2, 1-16.
- Indefrey, P., & Levelt, W. J. M. (2000). The neural correlates of language production. In M. Gazzaniga (Ed.), *The new cognitive neurosciences*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Indefrey, P., & Levelt, W. J. M. (2004). The spatial and temporal signatures of word production components. *Cognition*, 92, 101-144.
- Judica, A., De Luca, M., Spinelli, D., & Zoccolotti, P. (2002). Training of developmental surface dyslexia improves reading performance and shortens eye fixation duration in reading. *Neuropsychological Rehabilitation*, 12, 177-197.
- Kambanaros, M. (2008). The trouble with nouns and verbs in Greek fluent aphasia. *Journal of Communication Disorders*, 41, 1-19.
- Kambanaros, M. (2010). Action and object naming versus verb and noun retrieval in connected speech: Comparisons in late bilingual Greek-English anomic speakers. *Aphasiology*, 24, 210-230.

- Kambanaros, M., & Grohmann, K. K. (2010). Patterns of object and action naming in Cypriot Greek children with SLI and WFDs. In K. Franich, L. Keil, K. Iserman & J. Chandlee (Eds.), *Proceedings of the 34th Boston University Child Language Development – Supplement*.
- Kempen, G., & Hoenkamp, E. (1987). An incremental procedural grammar for sentence formulation. *Cognitive Science*, *11*, 201-258.
- Kempen, G., & Huijbers, P. (1983). The lexicalization process in sentence production and naming: Indirect election of words. *Cognition*, *14*, 185-209.
- Kent, R. D., & Minifie, F. D. (1977). Coarticulation in recent speech production models. *Journal of Phonetics*, *5*, 115-133.
- Kohn, S., & Melvold, J. (2000). Effects of morphological complexity on phonological output deficits in fluent and nonfluent aphasia. *Brain and Language*, *73*, 323-346.
- Laganaro, M. (2005). Syllable frequency effect in speech production: Evidence from aphasia. *Journal of Neurolinguistics*, *18*, 221-235.
- Laganaro, M. (2008). Is there a syllable frequency effect in aphasia or in apraxia of speech or both? *Aphasiology*, *22*, 1191-1200.
- Lahey, M., & Edwards, J. (1999). Naming errors of children with specific language impairment. *Journal of Speech Hearing and Language Research*, *42*, 195-205.
- Laiacina, M., Luzzatti, C., Zonca, G., Guarnaschelli, C., & Capitani, E. (2001). Lexical and semantic factors influencing picture naming in aphasia. *Brain and Cognition*, *46*, 184-187.
- Lambon Ralph, M. A., Sage, K., & Roberts, J. (2000). Classical anomia: A neuropsychological perspective on speech production. *Neuropsychologia*, *38*, 186-202.
- Levelt, W. J. M. (1989). *Speaking: From intention to articulation*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Levelt, W. J. M. (1992). Accessing words in speech production: Stages, processes and representations. *Cognition*, *42*, 1-22.
- Levelt, W. J. M., Praamstra, P., Meyer, A. S., Helenius, P., & Salmelin, R. (1998). An MEG study of picture naming. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *10*, 553-567.
- Levelt, W. J. M., Roelofs, A., & Meyer, A. S. (1999). A theory of lexical access in speech production. *Behavioral and Brain Sciences*, *22*, 1-75.
- Levelt, W. J. M., Schriefers, H., Voberg, D., Meyer, A. S., Pechmann, T., & Havinga, J. (1991). The time course of lexical access in speech production: A study of picture naming. *Psychological Review*, *98*, 122-142.
- Love, T., & Swinney, D. (1996). Co-reference processing and levels of analysis in object-relative constructions: Demonstration of antecedent reactivation with the cross-modal priming paradigm. *Journal of Psycholinguistics Research*, *25*, 5-24.
- Maess, B., Friederici, A. D., Damian, M., Meyer, A. S., & Levelt, W. J. M. (2002). Semantic category interference in overt picture naming: sharpening current density localization by PCA. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *14*, 455-462.
- Mahon, B. Z., & Caramazza, A. (2006). The organisation of conceptual knowledge in the brain: The future's past and some future directions. *Cognitive Neuropsychology*, *23*, 13-38.
- Makin, K., McDonald, B., Nickels, L., Taylor, C., & Moses, M. (2004). The facilitation of word production in aphasia: What can it do for the clinician. *Acquiring Knowledge in Speech, Language, and Hearing*, *6*, 90-92.
- Marshall, J. C., & Newcombe, F. (1973). Patterns of paralexia: A psycholinguistic approach. *Journal of Psycholinguistic Research*, *2*, 175-199.
- Masterson, J. (2000). Developmental surface dyslexia. In E. Funnell (Ed.), *Neuropsychology of reading*. Hove, East Sussex: Psychology Press.
- McDonald, B., Makin, K., Nickels, L., Moses, M., & Taylor, C. (2006). Does repetition improve word retrieval in speakers with aphasia? *Brain impairment: Abstracts from Aphasiology Symposium of Australia*, *7*, 269.
- McGregor, K. K. (1994). Use of phonological information in a word-finding treatment for children. *Journal of Speech Hearing and Language Research*, *37*, 1381-1393.

- McGregor, K. K. (1997). The nature of word-finding errors of preschoolers with and without word-finding deficits. *Journal of Speech Hearing and Language Research, 40*, 1232-1244.
- McGregor, K. K., Friedman, R. M., Reilly, R. M., & Newman, R. M. (2002). Semantic representation and naming in young children. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 45*, 332-346.
- Meyer, A. S. (1992). Investigation of phonological encoding through speech error analyses: Achievements, limitations, and alternatives. *Cognition, 42*, 181-211.
- Miceli, G., Amitrano, A., Cappaso, R., & Caramazza, A. (1996). The treatment of anomia resulting from output lexicon damage: Analysis of two cases. *Brain and Language, 52*, 150-174.
- Monjauze, C., Tuller, L., Hommet, C., Barthez, M. A., & Khomsi, A. (2005). Language in benign childhood epilepsy with centro-temporal spikes abbreviated form: Rolandic epilepsy and language. *Brain and Language, 92*, 300-308.
- Monsell, S. (1987). On the relation between lexical input and output pathways for speech. In A. Allport, D. MacKay, W. Prinz, & E. Scheerer (Eds.), *Language perception and production* (pp. 273-311). London: Academic Press.
- Newcombe, F., & Marshall, J. C. (1981). On psycholinguistic classifications of the acquired dyslexias. *Bulletin of the Orton Society, 31*, 29-46.
- Newcombe, F., & Marshall, J. C. (1984). Varieties of acquired dyslexia: A linguistic approach. *Seminars in Neurology, 4*, 181-195.
- Newcombe, F., & Marshall, J. C. (1985). Reading and writing by letter sounds. In K. E. Patterson, J. C. Marshall, & M. Coltheart (Eds.), *Surface dyslexia: Cognitive and neuropsychological studies of phonological reading* (pp. 15-34). London: Erlbaum.
- Nickels, L. A. (1995). Getting it right – Using aphasic naming errors to evaluate theoretical models of spoken word recognition. *Language and Cognitive Processes, 10*, 13-45.
- Nickels, L. (1997). *Spoken word production and its breakdown in aphasia*. Hove, UK: Psychology Press.
- Nickels, L. (2002). Therapy for naming disorders: Revisiting, revising, and reviewing. *Aphasiology, 16*, 935-979.
- Nickels, L. A., & Howard, D. (1994). A frequent occurrence – factors affecting the production of semantic errors in aphasic naming. *Cognitive Neuropsychology, 11*, 289-320.
- Nickels, N., Howard, D., & Best, W. (1997). Fractionating the articulatory loop: Dissociations and associations in phonological recoding in aphasia. *Brain and Language, 56*, 161-182.
- Novogrodsky, R., Kreiser, V., & Friedmann, N. (2010, June). *The heterogeneity within the lexical deficit in SLI*. Presented at the 31st annual Symposium on Research in Child Language Disorders, Madison, Wisconsin.
- Onifer, W., & Swinney, D. (1981). Accessing lexical ambiguities during sentence comprehension: Effects of frequency-of-meaning and contextual bias. *Memory and Cognition, 9*, 225-236.
- Palumbo, C. L., Alexander M. P., & Naeser, M. A. (1992). CT scan lesion sites associated with conduction aphasia. In S. E. Kohn, (Ed.), *Conduction aphasia* (pp. 51-75). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Pate, D. S., Saffran, E. M., & Martin, N. (1987). Specifying the nature of the production impairment in a conduction aphasic: A case study. *Language and Cognitive Processes, 2*, 43-84.
- Patterson, K., & Shewell, C. (1987). Speak and spell: Dissociation and word-class effects. In M. Coltheart, R. Job, & G. Sartori (Eds.), *The cognitive neuropsychology of language*. Hove, UK: Erlbaum.
- Peressotti, F., & Grainger, J. (1995). Letter position coding in random consonant arrays. *Perception and Psychophysics, 37*, 875-890.
- Raymer, A. M., Thompson, C. K., Jackobs, B. & Le Grand, H. R. (1993). Phonological treatment of naming deficits in aphasia: Model-based generalization analysis. *Aphasiology, 7*, 27-53.

- Rips, L. J., & Medin, D. L. (2005). Concepts, categories, and semantic memory. In K. Holyoak & R. Morrison (Eds.), *Cambridge handbook of thinking and reasoning*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Roelofs, A. (1992). Spreading-activation theory of lemma retrieval in speaking. *Cognition*, 42, 107-142.
- Rosch, E. (1975). Cognitive representations of semantic categories. *Journal of Experimental Psychology: General*, 104, 192-233.
- Rosch, E. (1978). Principles of categorization. In E. Rosch & B. B. Lloyd (Eds.), *Cognition and categorization* (pp. 27-48). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Rosch E., & Mervis, C. B. (1975). Family resemblances: Studies in the internal structure of categories. *Cognitive Psychology*, 7(4), 573-605.
- Rosch E., Mervis, C. B., Gray, W. D., Johnson, D. M., & Boyes-Braem, P. (1976). Basic objects in natural categories. *Cognitive Psychology*, 8(3), 382-439.
- Ruben, R. J. (1997). A time frame of critical/sensitive periods of language development. *Acta Otolaryngologica*, 117, 202-205.
- Schriefers, H. (1993). Syntactic processes in the production of noun phrases. *Journal of Experimental Psychology: Language, Memory, and Cognition*, 19, 841-850.
- Schriefers, H., Meyer, A. S., & Levelt, W. J. M. (1990). Exploring the time course of lexical access in language production: Picture-word interference studies. *Journal of Memory and Cognition*, 29, 86-102.
- Schwartz, M. F., Kimberg, D. Y., Walker, G. M., Faseyitan, O., Brecher, A., Dell, G. S., & Coslett, H. B. (2009). Anterior temporal involvement in semantic word retrieval: voxel-based lesion-symptom mapping evidence from aphasia. *Brain*, 132, 3411-3427.
- Semenza, C., Mondini, S., & Cappelletti, M. (1997). The grammatical properties of mass nouns: An aphasia case study. *Neuropsychologia*, 24, 558-564.
- Shallice, T., Rumiat, I. R., & Zadini, A. (2000). The selective impairment of the phonological output buffer. *Cognitive Neuropsychology*, 17, 517-546.
- Shallice, T., Warrington, E. K. (1977). Auditory-verbal short-term memory impairment and conduction aphasia. *Brain and Language*, 4, 479-491.
- Shapiro, L. P., Brookins, B., Gordon, B., & Nagel, N. (1991). Verb effects during sentence processing. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 17, 983-996.
- Shapiro, L. P., Gordon, B., Hack, N., & Killackey, J. (1993). Verb-argument structure processing in Broca's and Wernicke's aphasia. *Brain and Language*, 45, 423-447.
- Shapiro, L. P., & Levine, B. A. (1990). Verb processing during sentence comprehension in Aphasia. *Brain and Language*, 38, 21-47.
- Shapiro, L. P., Zurif, E., & Grimshaw, J. (1987). Sentence processing and the mental representation of verbs. *Cognition*, 27, 219-246.
- Shapiro, L. P., Zurif, E., & Grimshaw, J. (1989). Verb processing during sentence comprehension: Contextual impenetrability. *Journal of Psycholinguistic Research*, 18, 223-243.
- Shattuck-Hufnagel, S. (1992). The role of word structure in segmental serial ordering. *Cognition*, 42, 213-259.
- Shetreet, E., Friedmann, N., & Hadar, U. (2009). An fMRI study of syntactic layers: Sentential and lexical aspects of embedding. *NeuroImage*, 48, 707-716.
- Shetreet, E., Friedmann, N., & Hadar, U. (2010a). The neural correlates of linguistic distinctions: Unaccusative and unergative verbs. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(10), 2306-2315. doi: 10.1162/jocn.2009.21371
- Shetreet, E., Friedmann, N., & Hadar, U. (2010b). Cortical representation of verbs with optional complements: The theoretical contribution of fMRI. *Human Brain Mapping*, 31, 770-785.
- Shetreet, E., & Friedmann, N. (2012). Stretched, jumped, and fell: An fMRI investigation of reflexive verbs and other intransitives. *NeuroImage*, 60, 1800-1806. doi: 10.1016/j.neuroimage.2012.01.081

- Shetreet, E., Linzen, T., & Friedmann, N. (2011, September). *Are all complementation options activated when accessing the verb?* Presented in Structuring the Argument: A Multidisciplinary Workshop on Mental Representation of Verbal Argument Structure. Paris, France.
- Shetreet, E., Palti, D., Friedmann, N., & Hadar, U. (2007). Cortical representation of verb processing in sentence comprehension: Number of complements, subcategorization, and thematic frames. *Cerebral Cortex*, *17*, 1958-1969.
- Smith, E. E., & D. L. Medin (1981). *Categories and Concepts*. Harvard University Press.
- Swinney, D. (1979). Lexical access during sentence comprehension: (Re)consideration of context effects. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, *18*, 645-660.
- Temple, C. M. (1997). *Developmental cognitive neuropsychology*. Hove, East Sussex, UK: Psychology Press.
- Tyler, L. K., & Moss, H. E. (2001). Towards a distributed account of conceptual knowledge. *Trends in Cognitive Sciences*, *5*, 244-252.
- Vigliocco, G., & Franck, J. (1999). When sex and syntax go hand in hand: Gender agreement in language production. *Journal of Memory and Language*, *40*, 455-478.
- Warrington, E. K., & McCarthy, R. (1983). Category specific access dysphasia. *Brain*, *106*, 859-878.
- Warrington, E. K., & McCarthy, R. (1987). Categories of knowledge further fractionations and an attempted integration. *Brain*, *110*, 1273-1296.
- Warrington, E. K., & Shallice, T. (1984). Category specific semantic impairments. *Brain*, *107*, 829-853.
- Weekes, B., & Coltheart, M. (1996). Surface dyslexia and surface dysgraphia: Treatment studies and their theoretical implications. *Cognitive Neuropsychology*, *13*, 277-315.
- Wernicke, C. (1874). *Der aphasischer Symptomenkomplex: Eine psychologische Studie auf anatomischer Basis*. Breslau: Cohnand Weigert. Translated by G. H. Eggert (1977) in *Wernicke's Works on Aphasia: A Sourcebook and Review*. The Hague: Mouton, pp. 91-145.
- Wernicke, C. (1886). Nervenheilkunde. Die neueren Arbeiten über Aphasie. *Fortschritte der Medizin*, *4*, 463-482.
- Wheeldon, L. R., & Monsell, S. (1994). Inhibition of spoken word production by priming a semantic competitor. *Journal of Memory and Language*, *33*, 332-356.
- Wilson, S. M., Isenberg, A. L., & Hickok, G. (2009). Neural correlates of word production stages delineated by parametric modulation of psycholinguistic variables. *Human Brain Mapping*, *30*, 3596-3608.
- Yoshinaga-Itano, C. (2003). From screening to early identification and intervention: Discovering predictors to successful outcomes for children with significant hearing loss. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education*, *8*, 11-30.
- Yoshinaga-Itano, C., & Apuzzo, M. L. (1998a). Identification of hearing loss after age 18 months is not early enough. *American Annals of the Deaf*, *143*, 380-387.
- Yoshinaga-Itano, C., & Apuzzo, M. L. (1998b). The development of deaf and hard of hearing children identified early through the high-risk registry. *American Annals of the Deaf*, *143*, 416-424.