

השתלת שתל שבלול בחירשות חד-צדדית - שש שנות מעקב מאבחון ושימוש עקבי, דרך למידה שמיעתית ייעודית ויצירתית, ועד לפיתוח יכולות עיבוד מרכזי דו-צדדי

תקציר

מאמר זה מתאר את תהליך השיקום של פרשת חולה, ילדה, שעברה בהצלחה את סינון השמיעה לילודים, אך בעקבות מובנות דיבור ירודה אובחנה בגיל שנתיים ו-10 חודשים עם חירשות חד-צדדית בצד שמאל. היא עברה השתלת שתל שבלול בהתוויה של ליקוי שמיעה חד-צדדי (2018). כיוון שבאותה תקופה היה ניסיון מועט בשיקום שמיעה במקרה של מושגלים עם ירידה חד-צדדית, האם נתקלה בגישות שונות לשיקום. מטרת השיקום, שנקבעו עם הצוות המטפל, התמקדו בפיתוח יכולות שמיעה דו-צדדיות, כולל שיפור תפיסת הכיוונית והבנת הדיבור בסביבה רועשת, וכן בפיתוח הבנת הדיבור באוזן המושגלת, מבלי שהאוזן השומעת 'תפריע' לתהליך. כדי להרחיב את בסיס הידע הקימה האם קבוצת WhatsApp להורים לילדים במצב דומה בישראל לצורך שיתוף מידע ושילוב תובנות שנאספו מקבוצות דומות ברחבי העולם.

הלמידה השמיעתית התמקדה ב-Direct Streaming של דיבור מוקלט וחי, סרטונים ומשחקים אל השתל. הפניה בלעדית של גירויים שמיעתיים אלו לאוזן המושגלת הושגה גם בעזרת אטימת האוזן השומעת באוזנייה שבה מושמעת מוזיקה קלאסית. בהמשך הוכללו בשיקום גם שיפור המיזוג בין המידע השמיעתי משני הצדדים, הגברת הערנות לצלילי סביבה ואיתור מיקום צלילים במרחב - כל זאת תוך התמודדות עם רעשים ממקורות שונים. בנוסף, תרגול הבנת דיבור בתנאי רעש בוצע כאשר אות הדיבור הושמע מצד השתל והרעש מצד האוזן השומעת, או כאשר שניהם הגיעו מקדימה. בניסיונות השימוש הראשונים עם Direct Streaming לא נצפתה כל תגובה של הילדה, למרות שהאפשרות לכשל טכנולוגי של השתל נשללה. עם הזמן, השימוש העקבי בשתל וההתפתחות, גדלה המודעות של הילדה למידע השמיעתי שהתקבל באוזן המושגלת, ולצורך להקשיב למידע זה. כיום, שש שנים לאחר ההשתלה, מעידה הילדה כי עם השתל היא "שומעת קצת יותר טוב" ומזהה מהיכן באים הקולות "הרבה יותר טוב" בהשוואה למצב שבו אינה מרכיבה אותו. הילדה משתמשת בשתל בכל שעות היום למעט בסופי שבוע. על פי נתוני השימוש הנקלטים מהמעבד (data logging) נרשם שימוש ממוצע של שמונה שעות ביום. בדיקת שמיעה עדכנית מראה כי האוזן השומעת נותרה בטווח הנורמה, ספי שמיעה הטובים עם שתל מלמדים על נגישות שמיעתית טובה, והשמיעה סימטרית בקירוב לאורך מרבית טווח התדריות הנדרש. בסיכום הבדיקה נרשם: "עם מיסוך של 60 דציבל לאוזן הטובה, הילדה מזהה היטב מילים דו-הברתיות ומבנים יומיומיים אך מתקשה בזיהוי מילים חד-הברתיות. במטלת זיהוי משפטי מיל" (משפטים יום-יומיים לילדים) בקול חי (50 דציבל, יחס אות-רעש מינוס 10 דציבל) נצפתה תועלת מוספת משמעותית עם השתל, זיהוי של 46% מהמשפטים עם האוזן התקינה לבדה, ללא השתל, לעומת 100% עם השתל. מבחינה איכותנית, השיפור עם השתל בא לידי ביטוי גם בריכוז הכללי, ירידה באי-שקט ותנועות מיותרות, והפחתה בהטיית האוזן הטובה למקור הקול.

מילות מפתח: השתלת שתל שבלול; שמיעה אסימטרית; חירשות חד-צדדית; שיקום שמיעה; למידה שמיעתית.

Keywords: Cochlear implantation; Asymmetric hearing; Unilateral deafness; Auditory rehabilitation; Auditory learning.

הקדמה

חירשות חד-צדדית מוגדרת ירידת שמיעה חמורה עד עמוקה באוזן אחת (סף 70 דציבל ומעלה), בעוד שהשמיעה

באוזן השנייה תקינה או כמעט תקינה (סף עד 30 דציבל). מצב זה מציב אתגרים משמעותיים: קושי במיקום קולות במרחב, הבנת דיבור בסביבה רועשת, קשיים חברתיים, ובקרב ילדים צעירים סיכון מוגבר לאיחור או עיכוב

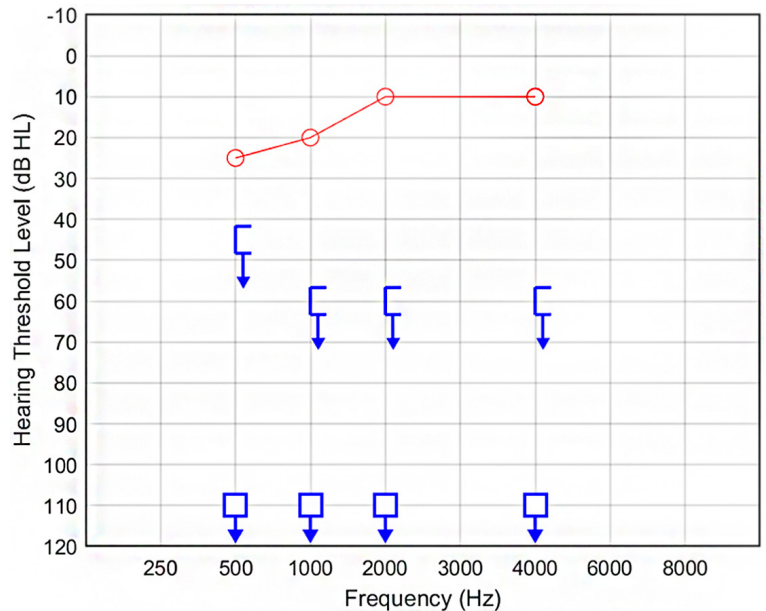
אובחנה חירשות חד-צדדית (תרשים 1). ממצאים אלו, כל אחד לחוד, ובוודאי ביחד, מהווים סיבה לאיחור השפתי. חומרת ליקוי השמיעה מימין לא הצדיקה החדרת צינורית אוורור באופן כללי, וספציפית, חירשות חד-צדדית מהווה התוויית-נגד להחדרת צינורית אוורור באוזן היחידה השומעת, למעט במצבים מאד חריגים. חומרת הליקוי משמאל לא אפשרה תועלת ממכשיר שמיעה רגיל, והומלץ על שיקום שפתי וביצוע התאמות אקוסטיות במרחב הגן. בנוסף אובחן CMV מולד אשר מהווה גורם אטיולוגי מובהק לחירשות החד-צדדית. בד בבד, עקב נפילות מרובות עלה חשד, כי הילדה סובלת מלקות וסטיבולרית אשר שכיחה מאד בילדים עם אטיולוגיה של CMV [14].

היא טופלה בהצלחה בפזיותרפיה וסטיבולרית. מבדיקת האם ברשת [15] עלתה אפשרות להשתלת שתל שבלול. באותה עת (2018), השתלת שתל שבלול עקב חירשות חד-צדדית לא הייתה טיפול סטנדרטי, ולא היה מספיק מידע אודות התוצאות הצפויות אשר יכול לספק תמיכה להחלטה האם לבצע השתלת שתל שבלול. באמצעות הרשתות החברתיות, איתרה האם כמה הורים לילדים במצב דומה שעברו את ההליך, כולם בראשית הדרך, אך הביעו שביעות רצון מההחלטה לעבור את ההשתלה.

ההורים ואנשי המקצוע התחבטו רבות עקב חוסר היכולת להעריך האם התועלת בהשתלת שתל שבלול תעלה על המחיר הרפואי. היו חששות מהליך כירורגי מורכב יחסית, היעדר ידע באשר לשיטות שיקום לאחריו, אי בהירות לגבי מידת התועלת האפשרית, האפשרות שהשמיעה באוזן המושתלת עלולה להפריע לשמיעה התקינה, האתגר הפיזי הכרוך בהרכבת המעבד החיצוני של מערכת השתל, המשימה הרגשית הכרוכה באחריות לשמור על המעבד והעובדה ששימוש בשתל צפוי להפוך את הלכות לגלויה באופן מיידי וליצור שונות המחייבת התמודדות חברתית [16]. כמו כן, היה חשש להיווצרות תלות בטכנולוגיה. בנוסף לכך העלתה המנתחת בפני ההורים את החשש שלה באשר לאפשרות שמכל הסיבות הנ"ל, יחליטו ההורים או הילדה בשלב כלשהוא שלא להשתמש בשתל, ללא קשר לטיב התוצאה [17]. לבסוף גבר משקלו של החשש לגבי האתגרים הנלווים לשמיעה חד-צדדית לאורך החיים [1,7,18] והאפשרות שיתפתח ליקוי שמיעה באוזן התקינה, סיכון שנחשב כגבוה במיוחד במקרה של CMV מולד [19]. ההורים חשו כי יהיה זה עוול למנוע מהילדה את האפשרות לשקם את השמיעה, שכן מדובר בחלון הזדמנויות קצר להפקת תועלת, והחליטו להתקדם להשתלת שתל שבלול.

MRI הדגים מערכת שמע תקינה אנטומית. בסיכום ההערכה הפורמלית נכתב: "הופנתה עקב ליקוי שמיעה תחושתי-עצבי עמוק משמאל, על רקע CMV מולד אשר זוהה בעקבות איחור שפתי ומובנות דיבור ירודה, ואושר באמצעות בדיקת ABR. הילדה תקשורתית, נבונה ומשתלבת היטב במסגרת חינוכית רגילה, אך סובלת מקושי שפתי משמעותי, הכולל הבנת שפה מורכבת, אוצר מילים מצומצם, קשיים מורפוטחביריים וארגון משפטים, לצד מובנות דיבור נמוכה. תפקודה השפתי נמוך ביחס לבני

תרשים 1: בדיקת השמיעה המצביעה על חירשות משמאל. בוצעה במסגרת ההערכה הפורמלית בשאלת התאמת הילדה להשתלת שתל שבלול בגיל 3 שנים.



מקרא: עיגולים אדומים, סף הולכת אויר באוזן ימין; חצאי ריבועים כחולים עם חץ כלפי מטה, הולכת עצם משמאל עם מיסוך האוזן הימנית; ריבועים כחולים עם חץ כלפי מטה, הולכת אויר משמאל עם מיסוך האוזן הימנית.

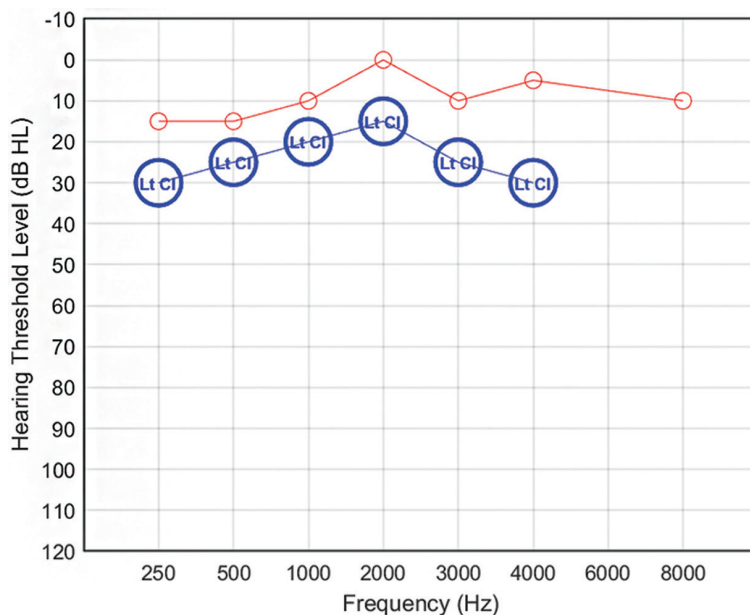
בהתפתחות שפה ודיבור, קשיים לימודיים וסיכון מוגבר לבעיות קוגניטיביות [1-7]. נוסף על כך, במקרים מסוימים קיים חשש שיתפתח בהמשך החיים ליקוי שמיעה גם באוזן השנייה [8,9]. לנוכח הקשיים הללו הוכללה השתלת שתל שבלול במקרי חירשות חד-צדדית בסל הבריאות, כאשר הפגיעה היא בשבלול של האוזן בעוד שעצב השמיעה ומרכז השמיעה במוח מתפקדים.

מושגים עם חירשות חד-צדדית המשתמשים בשתל בעקביות [10], צפויים לפתח יכולות שמיעה שלא היו קיימות טרם ההשתלה: יכולת לשמוע צלילים וקולות מהצד המושגל (התגברות על אפקט מחסום הראש), לפתח הבנת דיבור אמתית באוזן המושגלת, למקם במדויק יותר קולות במרחב ולשפר את יכולות הבנת הדיבור, בפרט בתנאי רעש [11]. בשל קיומה של אוזן אחת שומעת, פיתוח יכולות שמיעתיות באוזן הלוקיה, הדגמתן והיכולת לנבא את התוצאות מאתגרות במיוחד, בהשוואה להשתלת שתל שבלול עקב חירשות דו-צדדית [12,13]. במאמר זה נתאר את תהליך השיקום של ילדה שעברה השתלה עקב חירשות חד-צדדית.

מפרשת החולה

המטופלת נולדה בלידה רגילה, עברה בהצלחה את בדיקת סקר סינון השמיעה בשתי האוזניים והחלה לפתח שפה ודיבור. בגיל שנתיים ו-10 חודשים, הופנתה לבידור שמיעתי ורפואי על רקע איחור שפתי ומובנות דיבור ירודה. אובחנו מימין נוזלים בחלל האוזן התיכונה וירידת שמיעה מזערית-קלה בתדירויות הנמוכות. משמאל

תרשים 2: בדיקת השמיעה לאחר ההשתלה. בוצעה שש וחצי שנים לאחר ההשתלה (גיל תשע וחצי). ספי השמיעה באוזן הטובה (ימין) נותרו תקינים. ספי השמיעה עם השתל (שמאל) קרובים לתחום התקין והשמיעה קרובה לסימטרית (פער מירבי בין האוזניים - 15 דציבל) לאורך מרבית התדירויות.



מקרא: יגולים אדומים, סף הולכת אויר באוזן ימין; עיגולים כחולים עם כיתוב פנימי, ספי השמיעה באוזן שמאל עם השתל.

למצב בו אינה מרכיבה אותו. הילדה משתמשת בשתל בכל שעות הערות למעט בסופי שבוע. הילדה מסבירה זאת בכך שאמנם מרגישה תועלת בעת השימוש בשתל אך לצד התועלת גורמת לה הרכבת המעבד לאי נוחות עקב "ההתעסקות" בהרכבתו והאחריות הכרוכה בשמירה עליו. בסופי שבוע, בהם אין מסגרת לימודית המצריכה מאמצים של למידה והשתתפות בפעילויות חברתיות רבות משתתפים, היא מעדיפה "לנוח מהמעבד". להוריה חשוב משתתפים, היא מרחבת הבחירה מחוץ למסגרת הרגילה של ימי החול. על פי נתוני השימוש הנקלטים מהמעבד (data logging) נירשם שימוש ממוצע של 8 שעות ביום. אם מחשבים את ממוצע שעות השימוש היומי רק לפי הימים בהם משתמשת בשתל, 5 ימים בשבוע, הממוצע הוא כ-11 שעות ביום, כלומר - מרבית שעות הערנות. עם זאת, היא לא מרגישה תלות ויש מצבים שבהם היא בוחרת שלא להרכיב אותו. הילדה משתלבת בחברת בני גילה באופן תואם גיל, הישגיה הלימודיים גבוהים במיוחד, והיא משולבת בתוכנית המצטיינים של משרד החינוך.

בדיקת שמיעה עדכנית (תרשים 2) מראה כי האוזן השומעת נותרה בטווח הנורמה. ספי השמיעה הטובים עם שתל מלמדים על נגישות שמיעתית טובה, והשמיעה סימטרית בקירוב לאורך מרבית טווח התדירויות הנדרש. בסיכום הבדיקה נרשם: "עם מיסוך של 60 דציבל לאוזן הטובה, הילדה מזהה היטב מילים דו-הברתיות ומבעים יומיומיים אך מתקשה בזיהוי מילים חד-הברתיות. במטלת זיהוי משפטי מיל"י (משפטים יומיומיים לילדים) בקול חי (50 דציבל, יחס אות-רעש מינוס 10 דציבל),

גילה עם שמיעה תקינה. הורי הילדה רואים חובה לנסות כל אפשרות שיקומית שתצמצם את הפער השפתי ותשפר את חוויותיה הלימודיות והחברתיות. חלק מרכזי בכך הוא למצוא פתרון שיקומי ישיר לחירשות באוזן שמאל. לפיכך המלצתנו היא לבצע השתלת שתל שבלול. הוסבר להורים על ההליך בטווח הקרוב ולאורך החיים. הובהר כי רכישת אבני דרך שמיעתיות באוזן זו צפויה לקחת זמן רב. בגיל 3 שנים ו-3 חודשים, 5 חודשים לאחר האבחון הראשוני, בוצעה ההשתלה. הניתוח לווה במתח אצל ההורים בשל מורכבותו ואורכו הרב יחסית. עם זאת, הידיעה, כי מדובר בהליך כירורגי שכיח וסטנדרטי (בילדים עם חירשות דו-צדדית) השרתה תחושת ביטחון. ההתאוששות מהניתוח הייתה מהירה יחסית, והכאבים בסמוך לניתוח נשלטו על ידי משככי כאבים רגילים.

עקב מיעוט הידע הקיים האם נתקלה בגישות שונות לגבי מטרות השיקום, וחשה צורך בשיקום מובנה לאחר ההשתלה מעבר להרכבה עקבית של המעבד ובהכרת שיטות טיפוליות. מטרות השיקום שהוגדרו: שיפור העיבוד השמיעתי הדו-צדדי בדגש על תפיסת כיוונית לזיהוי מקור קול, הבנת דיבור בסביבה רועשת ופיתוח הבנת דיבור באוזן המושתלת באופן בלעדי, מבלי שהאוזן הנגדית, השומעת, תפריע לתהליך הלמידה. כדי לאסוף מידע אודות שיטות שיקום אפשריות לאחר השתלה באינדיקציה של חירשות חד-צדדית, הקימה האם קבוצת WhatsApp ייעודית להורים לילדים במצב דומה בארץ והפכה פעילה בקבוצת פייסבוק דומות בעולם.

בשלב הראשון, הלמידה השמיעתית התמקדה בהזרמה ישירה (direct streaming) של דיבור מוקלט וחי, סרטונים ומשחקים המושמעים ישירות אל השתל ממקור שמע (לדוגמה, טלפון נייד). דרך נוספת להפנות גירויים שמיעתיים לאוזן המושתלת הושגה בעזרת אטימת האוזן הנגדית באוזנייה שבה הושמעה מוזיקה קלאסית. בהמשך הורחבו מטרות השיקום: שיפור המיזוג בין המידע השמיעתי משני הצדדים, הגברת הערנות לצלילי סביבה ואיתור מיקום צלילים במרחב - כל זאת תוך כדי חשיפה לרעשים ממקורות שונים. בנוסף, תרגול הבנת דיבור בתנאי רעש בוצע כאשר אות הדיבור הושמע מצד השתל והרעש מצד האוזן השומעת, או כאשר שניהם הגיעו מקדימה, מול הילדה. בניסיונות השימוש הראשונים עם Direct Streaming לא נצפתה כל תגובה של הילדה, למרות שהאפשרות לכשל טכנולוגי של השתל נשללה. עם הזמן, השימוש העקבי בשתל וההתפתחות, גדלה המודעות של הילדה למידע השמיעתי שהתקבל באוזן המושתלת, כולל ב-direct streaming.

משלב מאד מוקדם שיתוף הפעולה של הילדה עם הליכי השיקום היה מצוין, וניכר היה כי נהנתה מאימוני השמיעה המשווים. האימונים נעשו אחת לשבוע עם קלינאית תקשורת ועוד כ-3 פעמים בשבוע באופן עצמאי בתיווך והתגייסות מלאה של ההורים על פי הנחיותיה. כיום, בגיל 9 שנים ו-6 חודשים, יחסה של הילדה אל המעבד חיובי, היא אחראית על הטיפול השוטף בו, ומעידה כי כשהיא מרכיבה את מעבד השתל היא "שומעת קצת יותר טוב" ומזהה מהיכן באים הקולות "הרבה יותר טוב" בהשוואה

מציבה אתגר משמעותי בשל הקושי בפיתוח שמיעה בלעדית באוזן הפגועה, האתגר שבהדגמת תפקודה שהינו חיוני להצלחת התהליך וצפוי לחזק מוטיבציה לשימוש עקבי, היכולת המוגבלת לנבא תוצאות בהשוואה להשתלה בחירשות דו-צדדית, לרבות יכולת לנבא כי אכן ישתמשו בשתל בהמשך החיים [17]. לכן, יש לוודא שהחירשות החד-צדדית היא האתגר היחיד ולהימנע מהשתלה במקרים שבהם קיימים גורמים נוספים, כמו מבנה חריג של האוזן הפנימית ומערכת השמע או מוגבלויות נלוות, העלולים לפגוע בתוצאה ולהגביר את הסיכון לאי-שימוש בשתל [17]. שיטות השיקום בהן נקטה האם במקרה המתואר בעזרת הצוות המשקם אשר באותה עת היו בבחינת גישוש באפלה, הן המקובלות כיום במקרים אלו.

לסיכום

השתלת שתל שבלול בילדים עם חירשות חד-צדדית היא תהליך מורכב, שתוצאותיו תלויות בגורמים רפואיים, שמיעתיים, שפתיים, התפתחותיים, חינוכיים, רגשיים, בירוקרטיים וטכנולוגיים. מאחר שזהו הליך ארוך טווח הדורש רצף טיפולי, ההורה במקרים רבים משמש למעשה כ"מנהל המקרה" (case manager) מבלי שיש לו הכשרה מקצועית או רגשית לכך. שיתוף הפעולה בינו לבין הגורמים השונים וניטור התקדמות הילד לאורך זמן הכרחיים להצלחת התהליך. עם זאת, הורים רבים אינם מודעים לתפקידם זה, ולעיתים, עקב מגבלות כוח אדם, גם הצוותים המטפלים אינם פרו-אקטיביים מספיק בניהול הקשר הרציף עם ההורים. יש להעלות את המודעות לכך ולהכשיר הורים לתפקידם המרכזי בתהליך.

מחברת מכותבת: מיכל לונץ
michal.luntzi@gmail.com

נצפתה תועלת מוספת משמעותית עם השתל, זיהוי של 46% מהמשפטים עם האוזן התקינה לבדה, ללא השתל, לעומת 100% עם השתל. מבחינה איכותנית, השיפור עם השתל בא לידי ביטוי גם בריכוז הכללי, ירידה באי-שקט ותנועות מיותרות, והפחתה בהטיית האוזן הטובה למקור הקול". הילדה לא מדווחת על הפרעה לשמיעה באוזן השומעת בעת הרכבת המעבד.

חששות ההורים טרם ההשתלה התבדו ברובם. ניתוח ההשתלה אומנם הציב התמודדות, אך היא הייתה נקודתית וחולפת. הצורך לשמור על המעבד ולדאוג לתחזוקה היומיומית שלו הפכו להרגל. מרגע שהילדה קבלה את המעבד, התייחסות ההורים אליו הייתה חיובית וטבעית והילדה מכנה אותו בחיבה "מכשירוש", מה שהפך את המעבד לשגרתי גם בעיני הסביבה. ההורים השלימו עם התלות בטכנולוגיה. אי הנוחות המשמעותית היחידה שנותרה היא אי היכולת לאמוד את מידת התועלת הסובייקטיבית של הילדה, אך עם השנים השלימו גם עם חוסר הידיעה של עלות התועלת מול המחיר מתוך הבנה שהדבר המשמעותי הוא שהילדה מצליחה להפיק תועלת, ושכל הנראה מידתה תתבהר רק בבגרותה.

דיון

האתגרים הנלווים לחירשות חד-צדדית מולדת, לרבות חשש לאיחור שפתי ומובנות דיבור ירודה [1-7] והסיכון להתפתחות ליקוי שמיעה באוזן התקינה במהלך החיים [19], מצדיקים ביצוע השתלת שתל שבלול במקרים אלו. חלון ההזדמנויות המוגבל להפקת התועלת המרבית מההשתלה - כאשר דחיית ההחלטה עלולה להפחית משמעותית את סיכויי ההצלחה - מצדיק את ביצועה לאחר האבחנה. העובדה שמרבית המטופלים שעברו השתלה בילדות ממשיכים להשתמש בשתל גם בבגרותם [20] מחזקת גישה זו.

עם זאת, השתלת שתל שבלול בחירשות חד-צדדית

תודות: לפרופ בילבסקי על ההכוונה לבירור מעמיק, שהעלה את האבחנה של CMV מולד; לורד מילר - מורת השמע; לירון קריב על העזרה באבחון והעמקת הידע על הקשר בין CMV מולד ללקות וסטיבילרית.

ביבליוגרפיה

- 1 Corbin NE, Buss E, Leibold LJ. Spatial release from masking in children: effects of simulated unilateral hearing loss. *Ear Hear* 2017;38:223-235.
- 2 Morrongiello BA. Infants' monaural localization of sounds: effects of unilateral ear infection. *J Acoust Soc Am* 1989;86:597-602.
- 3 Griffin AM, Poissant SF, Freyman RL. Speech-in-Noise and Quality-of-Life Measures in School-Aged Children With Normal Hearing and With Unilateral Hearing Loss. *Ear Hear* 2019;40:887-904.
- 4 Dawes P. Hearing interventions to prevent dementia. *HNO* 2019;67:165-171.

- 5 Fitzpatrick EM, Gaboury I, Durieux-Smith A, & al. Auditory and language outcomes in children with unilateral hearing loss. *Hear Res* 2019;372:42-51.
- 6 Lieu JEC. Permanent unilateral hearing loss (UHL) and childhood development. *Curr Otorhinolaryngol Rep* 2018;6:74-81.
- 7 Purcell PL, Shinn JR, Davis GE, Sie KCY. Children with unilateral hearing loss may have lower intelligence quotient scores: A meta-analysis. *Laryngoscope* 2016;126:746-754.
- 8 Tissera KA, Williams A, Perry J, & al. Hearing stability in patients with unilateral hearing loss due to congenital CMV. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2022;167:739-744.
- 9 Fitzpatrick EM, Al-Essa RS, Whittingham J, Fitzpatrick J. Characteristics of children with unilateral hearing loss. *Int J Audiol* 2017;56:819-828.
- 10 Lee H-J, Smieja D, Polonenko MJ, & al. Consistent and chronic cochlear implant use partially reverses cortical effects of single sided deafness in children. *Sci Rep* 2020;10:21526.
- 11 Deep NL, Gordon SA, Shapiro WH, & al. Cochlear Implantation in Children with Single-Sided Deafness. *Laryngoscope* 2021;131:E271-E277.
- 12 Gordon K, Henkin Y, Kral A. Asymmetric hearing during development: the aural preference syndrome and treatment options. *Pediatrics* 2015;136:141-153.
- 13 Bernstein JGW, Stakhovskaya OA, Jensen KK, Goupell MJ. Acoustic Hearing Can Interfere With Single-Sided Deafness Cochlear-Implant Speech Perception. *Ear Hear* 2020;41:747-761.
- 14 Bernard S, Wiener-Vacher S, Van Den Abbeele T, Teissier N. Vestibular disorders in children with congenital cytomegalovirus infection. *Pediatrics* 2015;136:e887-95.
- 15 CI Single Sided or Unilateral Deafness. [Available from <https://www.facebook.com/groups/CIforSSD/>]. [Accessed March 2025].
- 16 Lindburg M, Ead B, Jeffe DB, Lieu JEC. Hearing Loss-Related Issues Affecting Quality of Life in Preschool Children. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2021;164:1322-1329.
- 17 Macielak RJ, Richard C, Malhotra PS, & al. Cochlear Implantation for Single-Sided Deafness in Pediatric Patients: A Critical Assessment of Usage Rate. *Otol Neurotol* 2024;45:1122-1127.
- 18 Auslander MC, Lewis DE, Schulte L, Stelmachowicz PG. Localization ability in infants with simulated unilateral hearing loss. *Ear Hear* 1991;12:371-376.
- 19 Lanzieri TM, Chung W, Flores M, & al. Hearing loss in children with asymptomatic congenital cytomegalovirus infection. *Pediatrics* 2017;139.
- 20 Arndt S, Findeis L, Wesarg T, & al. Long-Term Outcome of Cochlear Implantation in Children With Congenital, Perilingual, and Postlingual Single-Sided Deafness. *Ear Hear* 2024;45:316-328.

כרוניקה

כיצד מערכת החיסון עלולה לפגוע בהחלמה לאחר פגיעה קשה במוח



כתוצאה מכך נפגע האיזון בין עירור לעיכוב במעגלי ה-Dentate Gyrus, נגרמת עלייה ברגישות הרשת העצבית, ומופיעים ליקויים בפלטיות סינפטית ובזיכרון.

החוקרים מצאו, כי חסימה של TLR4 או של MMP-9 זמן קצר לאחר הפגיעה הפחיתה את השינויים החשמליים ברשת העצבית ושיפרה את ביצועי בעלי החיים במבחני זיכרון מרחבי שנערכו בהמשך. ממצא חשוב נוסף היה שבמוח תקין TLR4 ממלא דווקא תפקיד מווסת ושמירה על פעילותו התקינה חיונית לתפקוד נורמלי, ולכן עיכוב בלתי סלקטיבי שלו עלול להזיק (J Neuroinflammation 2026;DOI:10.1186/s12974-026-03890-4).

איתן ישראלי

פגיעת מוח טראומטית (traumatic brain injury – TBI) גם כאשר היא קלה יחסית, עלולה לגרום להפרעות ממושכות בזיכרון, בלמידה ואף להגביר את הסיכון להתפתחות פרכוסים. במחקר זה ביקשו החוקרים סוברמאניאן וחב' לפענח את המנגנון המולקולרי המקשר בין הדלקת המתפתחת לאחר הפגיעה לבין השינויים בתפקוד המעגלים העצביים בהיפוקמפוס. באמצעות מודלים של פגיעת מוח בחולדות ובעכברים, נמצא כי הפגיעה מפעילה את הקולטן Toll-like receptor 4 (TLR4) בניירונים. הפעלה זו מובילה לעלייה בפעילותו של האנזים Matrix Metalloproteinase-9 (MMP-9) שמשנה את המטריצה החוץ-תאית ואת התקשורת הסינפטית בין הניירונים.