

שתל קוכלארי

מבנה השתל:

החלקים הפנימיים

אלקטרודות בדר"כ 16 עד 24 אלקטרודות. לעיתים ערוכות בזוגות לפי הסדר electrode array בקוכליאה. האלקטרודות יכולות במכשירים השונים להגיע עד 24 אך למעשה רק 4-8 אלקטרודות פעילות באופן מעשי (לרב 6 אלקטרודות). אלקטרודות הממוקמות באיזור ה-Base של השבלול תעברנה לעצב את התדרים הגבוהים ואלקטרודות הממוקמות באיזור ה-Apex או באיזור המיצעי של השבלול תעברנה לעצב את התדרים הנמוכים. ספק הגירוי לקוכליאה המושתל מתחת לעור מאחורי האוזן
Implantable cochlear Stimulator / Reciever (ICS).

החלקים החיצוניים

מעבד הדיבור Speech Processor מורכב על הגוף ומוסתר מתחת לבגדים באיזור המותניים קשור לחגורה או בתוך כיס או ריתמה. ישנם גם מעבדי דיבור נישאים מאחורי האוזן. אין הבדל על פי הספרות בביצועים של שני סוגי המעבדים בבדיקת משפטים ב- open set בשקט וברעש. המעבד הדיגיטלי מכיל על פי רב :

1. 3 תוכניות הגברה .
 2. גלגל עוצמה.
 3. כפתור סנסטיביטי המכוון את כוון המיקרופון לקולות קרובים סנסטיביטי נמוכה ולקולות מרוחקים סנסטיביטי גבוהה. בסביבה רועשת מנמיכים את הסנסטיביטי למינוס עוד לפני שמשנים את גלגל העוצמה.
 4. המעבד מכיל שמונה ערוצים (קלריון). חלק מהערוצים מופעלים על ידי קולות עם תדר נמוך חלקם עם התדרים המצטיים וחלקם עם התדרים הגבוהים. הערוצים מכסים את ספקטרום התדרים הנחוץ לשמוע ולהבין שפה מדוברת. הערוצים השונים מפעילים אלקטרודות שונות. מחקרים אחרונים הצביעו על העובדה ש-4-8 ערוצים בשימוש מאפשרים שמיעה אופטימלית באמצעות השתל.
- המיקרופון והחלק המתחבר ל"ספק הגירוי לקוכליאה" headpiece and microphone מונחים על העור מאחורי האוזן וממוקמים ונתמכים בדיוק במקום הנכון באמצעות מגנט. במכשיר של נוקליאוס יש מכשיר מאחורי האוזן שעליו ממוקם המיקרופון.
- כבל- המוסתר מתחת לבגדים. הכבל מעביר אינפורמציה מהמיקרופון למעבד הדיבור וממעבד הדיבור ל- headpiece.

אופן פעולת השתל הקוכלארי

1. המיקרופון קולט את הקולות והדיבור הסבבתיים.
2. האינפורמציה נשלחת באמצעות הכבל למעבד הדיבור.
3. מעבד הדיבור הופך את האותות האקוסטיים לאותות חשמליים שעוברים עיבוד ספיציפי ומועברים אמצעות הכבל ל- headpiece .
4. ה-headpiece שולח את הסיגנל דרך העור ל-ICS. יש ל- Rciever אנטנה פנימית הקולטת את האותות אלקטרמגנטיים מה- headpiece .
5. ה-ICS שולח את הסיגנל החשמלי לאלקטרודות.
6. הקולות הסבבתיים השונים מיוצגים על ידי סיגנלים חשמליים שונים ואלו מעוררים תגובות שונות מאלקטרודות שונות על פי מיקומן של האלקטרודות בשבלול. האלקטרודות יכולות לקבל גרייה כל אחת לחוד, סימולטנית או ברצף .

[או בזוגות דו קוטביות ביפולריות (אלקטרדה אקטיבית ואלקטרודת אדמה) או בצורה מונופולארית (כל האלקטרודות משתתפות בהרקה). הגרייה לאלקטרודה יכולה להיות רציפה או קטועה ויכולה להשתנות בעוצמה במשך וב Onset].

- בשתל הרב ערוצי מועברים לכל אלקטרודה לחוד זרמים של אינפורמציה. הביצוע הטוב ביותר יהיה עם שתלים המנסים לשמר את התבנית הנורמלית של דיבור (יחסי ההגברה השונים בין התדרים) והמצליחים להעביר טווח קולות אופייניים לעיבוד באמצעות הקוכליאה.
7. האלקטרודות מעבירות את הסיגנלים החשמליים לעצב המעביר את התגובה החשמלית ישירות למערכת עצבים אודיטורית מרכזית המפענחת ומאפשרת שמיעה.

ההבדל והדמיון בין השתל לבין מכשיר שמיעה-

כמוכן שמכשיר שמיעה המעביר את ההגברה דרך תעלת אוזן חיצונית מעביר את האינפורמציה באנרגיה אקוסטית לעומת השתל שעוקף את תאי השער ומעביר אנרגיה בזרמים חשמליים לעצב השמע.

[הדמיו בין השתל למכשיר שמיעה דיגיטלי:

1. משנים קולות המועברים דרך המיקרופון מאנרגיה אקוסטית לאנרגיה חשמלית.
2. הסיגנלים החשמליים הללו עוברים עיבוד דיגיטלי על מנת שיועברו בעילות למערכת העצבים האודיטורית המרכזית.

ההבדל בין השתל למכשיר השמיעה-

מכשיר השמיעה הופך את האנרגיה החשמלית שעברה עיבוד לאנרגיה אקוסטית. במקרה של השתל האנרגיה החשמלית המעובדת עוברת ישירות לדינדרטים ולגנגליון הספירלי דרך האלקטרודות ובהמשך למערכת הצבים האודיטורית המרכזית.].

לאחר כוון ערוצי המעבד האודיולוג בוחר את "אסטרטגיית הדיבור" המתאימה למושג *processing strategy* *Speech*. האודיולוג יבחר את אסטרטגיית הדיבור המתאימה ביותר עבור המושג. אסטרטגייה זו ניתן לשנותה בהתאם לצורך (ניתן לנסות כל אסטרטגייה למספר שבועות לצורך השוואה).

לפי קלרין

1. סימולטאנית – *(SAS) Simultaneous Analog Stimulation* קבלת גרייה ב- 4-8 אלקטרודות בעת ובעונה אחת.
2. *(CIS) Continuous Interleaved Sampling* סדרתית, רציפה ולא סימולטאנית האלקטרודות מגורות באופן סידרתי עם קצב גירוי מהיר המאפשר איחוד אינפורמציה במח. אסטרטגיה זו מונעת התאבכות חשמלית בקוליאיה. רק ערוץ אחד עובד מתוך השמונה. בזמן נתון פחות אינפורמציה עוברת. אין *Over laping* בגרייה של עצבי השמע. אין אפשרות ששתי אלקטרודות תגרנה מספר קבוצות של תאי עצב חופפים.
3. *(PPS) Paired Pulsatile Sampler* שילוב שתי האסטרטגיות סימולטאנית וסדרתית. שני ערוצים פועלים ברגע נתון על מנת לא ליצור התאבכות חשמלית בקוליאיה.

לפי נוקלאוס

1. *(CIS) Continuous Interleaved Sampling* מגרה אלקטרודות בקצב מהיר וקבוע ומדגיש את המבנה הטמפורלי של הדיבור.
2. *(SPEAK) spectral peak* משתמש באסטרטגיה סתגלנית המשנה את קצב הגירוי ואת מספר האלקטרודות המגורות בהתאם לאיפיוני התדר של הדיבור. היא מאפשרת יצוג של האפיון הדינמי של הדיבור ומאפשרת העברה ספקטרלית עשירה לכל האלקטרודות (24).
3. *(ACE) Advanced Combination Encoder* אסטרטגיה המשלבת את האסטרטגיות הקודמות, מהירה יותר ומתאימה יותר לנבדקים שהרזרבה העיצבית שלהם טובה. בדיקת הרזרבה העיצבית מבוצעת ע"י בדיקת *NRT - Neural Response Telemetry*

SPEAK - spectral peak של חברת נוקלאוס ו- (CIS) Continuous Interleaved Sampling. שתי האסטרטגיות משתמשות בסדרות של גירויים סדרתיים דיגיטליים המייצגים טווחי תדר שונים של ספקטרום הדיבור. סיגנלים בעלי תדר נמוך מועברים לאלקטרודות אפיקליות וסיגנלים בעלי תדר גבוה מועברים לאלקטרודות באזורים ה- Base ובזאת נשמרת העיקביות של האירגון הקולארי הטונוטופי הנורמלי על פי תדר.

המועמדים לשתל קולארי

קריטריונים

יחידה בשמיעה חמורה עד עמוקה גדולה מ- 90dB (יש המרחיבים גם ליחידות בשמיעה חמורות הנעות בין 70- dB 90) מבלי יכולת להפיק תועלת ממכשירי שמיעה ואביזרים טקטיליים (לאחר שניסו מספר מכשירים) שאותם ניסו לפחות חצי שנה (לילדים גם נחוצה תקופת אימוני שמיעה אינטסיבית). אצל מבוגרים יכולת הבנת משפטים ב- open set פחותה מ- 30% או 40%. אצל ילדים קושי להשיג אבני דרך שמיעתיות בסיסיות כמו תגובה לא עיקבית לשמו בשקט או לצלילי הסביבה.

האירוני הוא שאותם אנשים המפיקים תועלת ממכשירי השמיעה ואינם מועמדים לשתל במקרים רבים מתפקדים פחות טוב מהאנשים שקיבלו את השתל.

גיל- ילדים מגיל שנה וחצי. ילדים אחרי מנגיטיס מושתלים בגיל מוקדם יותר ואף בגיל 3 חודשים במקרה ויש סימנים לאוסיפיקציה של הקוליאיה.

ראויה לציון הנקודה שקיימת תקופה קריטית לילדים שהינה מתחת לגיל שנתיים בה הם נזקקים ל-input האודיטורי על מנת לפתח שפה אורלית ולכן ככל שגיל ההשתלה יוקדם בעתיד לגיל רך יותר הסיכוי לרכישת שפה אורלית טובה יותר יגדל.

לא ממומלץ לבצע שתל קוקלארי אצל ילדים Prelingual מעבר לגיל 6 שנים. אצל ילדים Perilingual המוגדרים כילדים שתחרשו בין הגילאים 5-2 שנים יש דחיפות בביצוע השתל קרוב ככל הניתן למועד ההתחרשות על מנת למנוע התנמנות של עצב השמע והגנגליון הספירלי. כמו כן לא לאבד את הזיכרון האודיטורי לצלילים וקולות. כמו כן לא לאבד את הזיכרון האודיטורי הקיים אצלם לדיבור.

1. אינטלגנציה תקינה (אינו מיועד לסובלים מפיגור שכלי עמוק, הפרעות פסיכיאטריות או סינדרומים עם הפרעות מוחיות). יש עדיפות במתן שתל לילדים לקויי ראייה.
 2. בריאות תקינה לצורך הרדמה.
 3. ללא זיהומי אוזניים ללא נקב עם מחלת אוזן תיכונה אקטיבית.
 4. קוכליאה בעלת מבנה אנטומי תקין [בבדיקת Nerve Stimulation test על מנת לבדוק שהנאורונית תקינים (נותן תחושת קול מלאכותית לפצינט)].
 5. יציבות פסיכולוגית.
 6. תמיכה משפחתית.
 7. מוטיבציה ועקביות בהופעה לפגישות שנקבעו.
 8. מסגרת חינוכית מתאימה.
 9. ציפיות ראליות מהשתל.
- מוטיבציה- לימוד פעינות הקולות והדיבור מצריך מאמץ מהמושתל. מושתל עם כישורים קוגניטיביים ושפתיים יתחיל כמובן מנקודת פתיחה טובה יותר ויתרון אך עדיין נחוצה באופן קריטי שאיפה חזקה מצידו לפתח יכולות דיבור ושמיעה. מעבר למבדקים פסיכולוגיים שנערכים עוקבים אחר הפצינט אם קיים שיתוף פעולה מצידו במהלך האבחון ואם מקפיד להגיע כשמוזמן.

בחירת האוזן

השתל מושתל בדר"כ לאוזן אחת. נדירים המקרים בהם השתל דו"צ עקב עלותו וכמו כן שומרים אוזן אחת להתפתחויות עתידיות. במקרים בהם בעבר הושתל שתל חד ערוצי במשך השנים בעקבות ההתפתחויות הטכנולוגיות הושתל לאוזן הנגדית שתל רב ערוצי.

כאשר אין שרידי שמיעה בשתי האוזנים תבחר האוזן עם האיפיונים הרדיולוגיים הטובים יותר. תבחר האוזן שהיתה חשופה לחרשות זמן קצר יותר תבחר האוזן עם הביצוע הטוב יותר במשפטים עם close set, תבחר האוזן עם סף רגישות חשמליים טובים יותר (sensitive electrical threshold) ב-Nerve stimulation test.

כאשר יש שרידי שמיעה תבחר האוזן הפחות טובה אם אין מניעה רדיולוגית לביצוע השתל באוזן זו על מנת לאפשר באוזן הטובה יותר (שקיימים בה לרב שרידי שמיעה בתדרים הנמוכים) שימוש במכשיר שמיעה המאפשר יתרון בינאורלי לקליטת קולות לצורך לוקליזציה של מקורות הקול. יתכן אולי גם יתרון בתנאי רעש.

קשה לנבא מראש את מידת ההצלחה של השיקום עם השתל ההתקדמות מושפעת:

גיל הגיל בו החלה החרשות ממשיך להיות גורם חשוב המשפיע וקובע את מידת הצלחת השתל הקוקלארי. ילדים ומבוגרים שרכשו שפה ודיבור קודם להופעת החרשות (postlingual) יפיקו תועלת מרובה יותר מהשתל הקוקלארי ביחס לנבדקים שהתחרשו קודם לרכישת השפה והדיבור (prelingual) או ביחס לילדים שהתחרשו בטוח הגילאים 2-5 שנים (Perilingual).

גיל בו מבוצע הניתוח אצל ילדים Prelingual-מחקרים אחרונים מצביעים עדיין על חשיבות האיתור המוקדם של החרשות ובהתאם ההשתלה המוקדמת אם כי לא ברור אם קיים פער חד משמעי בין אם ההשתלה נערכה בגיל שנתיים או שלש שנים אך כן ברור שהשתלה לפני גיל 6 שנים קשורה לתיפקוד טוב יותר עם השתל

משך הזמן של החרשות ככל שהשתל הושתל סמוך למועד ההתחרשות הנוון של העצב והגנגליון הספירלי והמערכת האודיטורית המרכזית יהיה קטן יותר והשיפור עם השתל גדול יותר. כמו כן על מנת לא לאבד את הזיכרון האודיטורי לשפה ודיבור.

מידת הנזק של האוזן הפנימית או מידת הנזק הקיים בעצב השמיעה.

תמיכה ועידוד סביבתי ובעיקר במשפחה ובמסגרת החינוכית.

אימוני שמיעה אינטנסיביים.

האתיולוגיה של החרשות אינה משפיעה על מידת ההצלחה בטיפקוד השמיעתי עם השתל. לא נצפה הבדל בטיפקוד עם השתל אצל ילדים פרילינגואלים כתוצאה ממנגיטיס (ללא סיבוכים במערכת עצבים מרכזית או ללא אוסיפקציה של השבלול) או חרשות קונגניטלית אם השתל הושתל לפני גיל 6 שנים.

השיפור בשמיעה הצפוי לאחר ההשתלה

מיד לאחר כוון השתל ישמעו המושתלים בליל קולות עליהם יהיה ללמוד לזהות ולפענח.

ניתן לצפות לשיפור :

בקבוצת ה- Postlingual נצפה שיפור עד 80% בהבנת משפטים ב-open set, הבנת מילים בודדות תהיה נמוכה באופן משמעותי ויכולו לדבר בטלפון במידה זו או אחרת. עדיין יתקשו בסביבה רועשת ויזדקקו לקצב דיבור סביר ולא מהיר. יופיע שיפור כללי תקשורתי, פסיכולוגי וסוציאלי. השיפור יופיע ממספר ימים עד שבועות ויהיה מהיר יותר ככל שהניתוח יבוצע סמוך למועד ההתחרשות. השמיעה דרך השתל תעורר אצלם את זיכרון לדיבור ושפה. יקח להם זמן להתאים בין הקולות החדשים אותם שומעים דרך השתל לבין מה שהם זוכרים.

בקבוצת המבוגרים ה- Prelingual ניתן לצפות לשיפור ביכולת קריאת השפתיים ושמיעת קולות סביבתיים אך לא לצפות לזיהוי משפטים על סמך שמיעה בלבד.

אצל ילדים Prelingual/perilingual יהיה שיפור מתמשך במשך חודשים עד שנים ביכולת זיהוי משפטים מילים שיחה בטלפון תוך אימוני שמיעה אינטנסיביים. גם יכולת הדיבור וההפקה השפתית משתפרת בהדרגה.

היכולת השפתית של ילדים המושתלים בגיל מוקדם מדויקת יותר בביצוע הפקותיהם בעיצורים, תנועות, איטונציות ומקצבים וטובה יותר מאלה המשתמשים במכשירי שמיעה ואביזרים וברוטטיליים שנה לאחר השימוש בשתל ויכולת דיבור זו מוכפלת ביחס לציפיות מילד באותו הגיל עם יכולת שמיעתית זהה ומשתמש במכשיר השמיעה.

[תחילה ילמדו המושתלים להיות ערים לקולות הסביבה. בהמשך ילמדו להבחין (דיסרימינט) בין הקולות השונים שבסביבה. בהמשך יזהו ויכירו קולות שונים. בינו מאוחר יותר משמעות של הקולות. התהליך ארוך ממספר חודשים עד מספר שנים. ילדים בשלבים הראשונים ילמדו לשמוע את קולם דרך השתל ורק מאוחר יותר יפיקו קולות ראשונים ומילים משמעותיות. אותם מושתלים ששמעו לפני שאבדו שמיעתם התהליך אצלם יהיה קצת שונה ולרב קצר יותר. ברגע שתהליך זה יתחיל הכישורים התקשורתיים הישנים שלהם יבנו מחדש מהר. אצל חלק מהילדים שהשתלו זמן קצר לאחר התחרשותם התהליך יהיה קצר במיוחד של ימים עד שבועות. עבור אחרים התהליך יכול להתמשך מחודשים ועד שנים. יש לציין שהשמיעה דרך השתל נשמעת אחרת מהקולות אותם זוכר הילד.]

בדיקות אודיולוגיות לפני הניתוח

אצל ילדים ' ABR, רפלקס אקוסטי, OAE בדיקה התנהגותית.

אצל ילדים הבדיקה תבוצע לפי הרמה השפתית והרמה הקונגטיבית של הילד (Inspac תפיסת ניגודים פונולוגיים בשפה. מבחן זה מושפע באופן מינימלי מידע לינגוויסטי. הילד מתבקש לחקות הברות שמוגשות במס' מצבים:

1. אודיטורי-ויזואלי. 2. אודיטורי בלבד.

ניתן גם במצב זה להעריך את הפקות הילד לחיקוי- איכות קול, איפיונים סופרסגמנטלים (הפסקות, הדגשות...), הגייה הפקות בודדות ובקוארטיקולציה).

בדיקת דיבור ושפה-נערך אבחון לבדיקת כישורי שפה ודיבור לפני ההשתלה

בדיקות אודיולוגיות- אצל מבוגרים או ילדים גדולים יותר. בדיקת שמיעה עם ובלי מכשיר שמיעה. בדיקת הבנת משפטים closed-set-open set

(מושתלים אלו שמבינים רק עד 20%-40% מהמשפטים). ABR. ורפלקס אקוסטי. בדיקה להערכת תפיסת דיבור (מבחן HESP-Hebrew early speech perception הותאם ע"י ליאת קישון רבין לגירסה העברית).

CT, נערך לבדוק את האנטומיה של האוזן הפנימית לבדוק אם אין עוותים מבניים לדוגמא שקרו כתיצאה מדלקות או טראומה. MRI.

בדיקת רפלקס אקוסטי עם השתל הקולארי-

במהלך הניתוח ניתן לבצע בדיקת רפלקס אקוסטי. מחברים את המעבד למחשב מעבירים יחידות זרם ובדיקת הרפלקס מתבצעת באמצעות האוזן הקונטראלטרלית לאוזן המושלת. הנקודה בה התעורר הרפלקס כתגובה לזרם הינה מתחת לסף של נקודת ה-M או ה-C. יש המשתמשים בערכים אלו אצל ילדים קטנים לכוון הראשוני של האלקטרודות ומגבירים בהמשך את עוצמת הזרם לאלקטרודות אחרי הצפייה בתיפקודו של הילד. הבדיקה מאפשרת גם מעקב אחר פעילות עצב vii במהלך הניתוח. ניתן לבצע בדיקה זו כמובן גם לאחר הניתוח בביקורים החוזרים של הילד.

כוון מעבד הדיבור יצירת מפה:

תהליך השיקום השמיעתי עם השתל הקולארי מתחיל 4-6 שבועות לאחר הניתוח. האודיולוג מכוון את ערוצי המעבד מכוון את רמת הזרם לכל אלקטרודה בנפרד בהתאם לרמת הנוחות השמיעתית של המושתל באמצעות מחשב (מעבד הדיבור מתחבר למחשב). מתבצעת בדיקת סף שמיעה בדומה לבדיקת שמיעה ונבדקת גם הרמה הנוחה ביותר לשמיעה. תהליך זה נקרא tuning, programming or mapping. רצוי להתחיל עם האלקטרודות המייצגות את התדרים הנמוכים שסביר להניח שתדרים אלו קיבלו גריה כל שהיא באמצעות מכשירי השמיעה ותאי העצב הללו היו פעילים יותר (נוקלאוס אלקטרודות 22 מציגות תדרים נמוכים ואלקטרודות 1,2, ..., מציגות תדרים גבוהים בשבולל וההפך בקלריון אלקטרודות 1,2, מציגות תדרים נמוכים ואלקטרודות 7,8 מציגות תדרים גבוהים בשבולל).

לאחר הכוון המושתל שומע בליל קולות שאינם ניתנים לזיהוי (גם המושתלים שהתחרשו לאחר רכישת שפה לא יתליחו לזהות דיבור וקולות באופן משמעותי). יש לעודד את המושתל ולבנות רמת ציפיות ריאלית של המושתלים ובני משפחותיהם.

יש צורך לאחר ההשתלה בצוות רב תחומי שיקדם את המושתל צוות זה כולל: אודיולוג, קלינאי מטפל בדיבור ושפה, פסיכולוג עובד סוציאלי, מורים מחנכים לחרשים.

מחברים את מעבד הדיבור למחשב. כל אלקטרודה לחוד מכוונת: T-נקודת הסף נקודה נמוכה של זרם חשמלי שאליו מגיב הילד. נקודת C-comfortable level (נוקלאוס) או נקודת M-most comfortable level (קלריון) זו הנקודה שבה הזרם אינו יוצר תחושת אי נוחות אצל הנבדק ליצירת קו נעים שלא יהיה חזק ולא חלש. ערכים אלו אינם נימדדים ביחידות של דציבלים אלא של זרם חשמלי. הטווח הדינמי הינו סף הנוחות פחות סף השמיעה. זה שונה בכל אלקטרודה והתהליך ארוך. ניתן למפות אלקטרודה 1 ואלקטרודה 8 ולהעריך את יתר האלקטרודות על פי נתונים אלו. חוזרים על כוון זה כל מספר חודשים (בשנה הראשונה עד 5 מפגשים ולאחר מכן פגישה בשנה). לאחר כוון האלקטרודות תבחר אסטרטגיית הדיבור של המעבד יש לצפות בילד על מנת לברר אם הכוון נעשה נכון: אם מופיע מצמוץ עיניים תוך כדי משחק חופשי או קריצה או עיקצוץ בצוואר או בפנים אם משחקים ומשנים הרבה את כפתורי הכוון במעבד או הילד מסיר את המגנט מהראש לעיתים קרובות כל אלה מעידים על הצורך בכוון מחדש.

מטרת השתל לאפשר למשתמש הבנת דיבור על בסיס שמיעתי בלבד ב-open set. כשליש עד מחצית מהמושתלים ה-postlingual המבוגרים מגיעים להשג זה ברמה זו או אחרת. הם מבינים טוב יותר מילים במשפטים המכילים רמזים אקוסטיים גדולים יותר ביחס להצגת מילים בודדות. יש מושתלים שמצליחים אף להשתמש בטלפון. שיפור בקריאת השפתיים כיון שהשתל מאפשר שמיעתמשך, גובה צליל pitch, קצב, תחושת חזק, ואינטונציה שאינם ניתנים להשגה באמצעות קריאת שפתיים. נינ להם האפשרות לשלוט על עוצמת קולם כיון ששומעים את עצמם. הם מודעים לשמיעת קולות צילצול פעמון דלת וטלפון, צופר מכונית, נביחת כלבים ובכי של תינוק. חלקם אף מצליחים להנות מהאזנה למוסיקה. הם הופכים ליותר עצמאיים ויותר חברותיים.

אמון- מיד לאחר הרכבת המיכשור הקולות דרכו נשמעים מכניים ומעוותים. הדיבור נשמע מאוד לא מוכר ואינם דומים לקולות שהמשתמש זוכר. המשתמש לומד למעשה שפה חדשה זרה. זה לוקח זמן ללמוד ולהתאמן בעיקר ככל שהחרשות היתה ממושכת יותר מבלי יכולת לשמוע. בהדרגה המח לומד לתת משמעות לאימפולסים. במשך הזמן לומדים לפענח דיבור והקולות נשמעים טבעיים יותר. במהלך החודשים הראשונים יקבל המושתל טיפולי באימוני שמיעה וטיפול דיבור ושפה אינטנסיביים. קיימות קבוצות תמיכה והמושתלים מקבלים תרגילי בית.

תוכניות השיקום והלמידה אינטנסיביות יותר עבור ילדים שצריכים ללמוד לקשר בין חפצים לקולות שאינם מוכרים. המטרה לפתח כישורים אודיטוריים וכישורי שפה ודיבור במידה שתקרב את ביצועם בתחומים אלו ככל הניתן, לילדים השומעים באופן נורמלי. תחילה לומדים לזהות שיש קולות ומאוחר יותר לומדים להבחין ביניהם ולזהותם. גילוי, הבחנה, זיהוי, הבנה

גילוי-הילד יפתח ערנות לקולות משקט למשהו ששומעים. קודם שיגיב לשמו.

הבחנה- בין צלילים דומים לשונים. צלילי סביבה ואח"כ צלילי דיבור.

זיהוי- לזהות עצמים בשמם דרך הערוץ האודיטורי. כישורי שיחה יומיומיים כמו "מה שלומך" שיבין שאלה יענה. פרגמטיקה.

הבנה- במערכת החינוכית יעבדו על שלב זה.

עובדים על הפקה ושמיעה ביחד. עובדים כל היום ויום יום.

היסטוריה: לפני 200 שנים מדען בשם Alessandro Volta הכניס מוט מתכתי המחובר למעגל אקטיבי לאוזנו. הוא תאר את התחושה כדומה לקולות של מים מבעבעים. זה התיעוד הראשון של נסיון לתת גריה חשמלית למערכת האודיטורית. ב-1930 נתקלו בקשיים טכניים בנסיון לגרות את האוזן התיכונה. רק ב-1950 בצרפת דווח לראשונה על הצלחה במתן גירוי לעצב השמיעה באמצעות הכנסת אלקטרודה לאוזן הפנימית אצל חרשים הפציינטיים תפסו את מקצבי הדיבור ודווח על ידי הנבדקים שגרייה זו משפרת אצלם את קריאת השפתיים. בשנות ה-60 ובעיקר בשנות ה-70 החלו עם הדגמים הראשונים והמיכשור היה עם ערוץ אחד ששלח אינפורמציה של קודים לאלקטרודה בודדת שהיתה באוזן הפנימית. המכשיר אפשר להביא לתודעה של המושתל שקיים בסביבה דיבור או קולות וכמו כן קריאת השפתיים השתפה אך מיכשור זה לא אפשר זיהוי מילים על בסיס של שמיעה בלבד. ב-1980 הופיעו המכשירים רב הערוצים Multichannel שהביאו לשיפור טכנולוגי משמעותי. המכשיר רב הערוצי מאפשר גרייה של סיבי עצב השמיעה לאורך השבלול וזה מאפשר שיפור באבחנה של גובה הצליל כמו כן גרייה של סיבי עצב השמיעה באוזן הפנימית ממקומות שונים חשובה כיון שסיבי העצב מכוונים מראש Tuned לגבהי צליל שונים בהתאם למיקומם. סיבי עצב השמע מאורגנים שגובה צליל עם תדר גבוה נאסף מהקולציה מאיזור ה-base בעוד תדרים נמוכים נאספים מאיזור המרכז ובעיקר מהאיזור האפיקלי. סידור זה מתאפשר עקב tonotopic organization (האירגון הטונוטופי של האוזן).

באמצעות המכשיר הרב ערוצי ניתן היה לקבל שמיעה עם שתל ללא קריאת שפתיים.

הפיתוח האחרון של השתל הקולארי היה במישור מערכות רב ערוציות המאפשרות נגישות ליותר מגישה אחת (stimulating method) של אסטרטגייה לעיבוד הדיבור. stimulating method מוגדרת "איך זרם חשמלי מועבר לאלקטרודות המושתלות". מערכות גמישות מאפשרות העברת גרייה סימולטאנית בהם כל האלקטרודות מגורות בעת ובעונה אחת או גרייה sequentially סדרתית בהם האלקטרודות מגורות כל אחת בנפרד. כיום ניתן לשלב את שני סוגי האסטרטגיות.

ABI – Multichannel Auditory Brainstem Implant

מיועד לאנשים שהוסרו משני הצדדים גידולים מסוג acoustic tumors ניאורופיבריומטוזיס, או חבלה. לראשונה נערך ניתוח מסוג זה בשנת 1994. במכשיר זה יש אתו Receiver/ Stimulator כמו בשתל הקולארי אך האלקטרודות שונות מונחות בצד במקום חבוי של גזע המוח מעל שטח הפנים של הגרעין הקולארי. המיקרופון, headpiece והמעבד של ה-ABI זהים לאלו של השתל הקולארי. אסטרטגיות דיבור אלטרנטיביות ושיטות תיכנות שונות היו בשימוש לחיקוי pitch ותחושת עוצמה אופיניות המתקבלות מגרייה ישירה של הגרעין הקולארי. המועמדים ל-ABI הינם:

1. בני 15 שנים לכל הפחות.

2. אובחנו כסובלים מניורפיבריומטוזיס דו"צ.

3. שפת האם אנגלית.

4. רפואית ופסיכולוגית מתאימים.

5. שיתוף פעולה טוב במעקבים ופגישות הדרכה ואימון.

חדרת השתל מסוג זה מתאפשרת בזמן מהלך ניתוח להסרת הגידולים.

הציפיות היו תחילה כמו מושתל קולארי עם ערוץ אחד אך עם הזמן נמצא שאצל רובם השיפור היה גדול יותר לעט מושתלים ספורים שיתכן ואצלם האלקטרודות זזו או שהשתל זז. המטרה הראשונית היתה לשיפור קריאת השפתיים. חלק מהמושתלים אף זיהו מילים ב-closed set. חלקם אף זיהו והבינו משפטים ב-open set בטווח של 10% עד 60%.

כל השתלים מאפשרים העברת האינפורמציה המקודדת מהמעבד לחלקים המושתלים באמצעות גלי רדיו

radio frequency signal. ההבדל בין השתלים מהחברות השונות:

1. מספר האלקטרודות והצורה שלהן.
2. האפיונים של המעבד וה-headpiece.
3. שיטת הכוון.
4. האמצעים לאיתור ליקויים פנימיים בחומרה.
5. השיטה ואסטרטגיות הדיבור המעבדות את הסיגנל.

בעתיד- מצפים

1. שהשתל הקולארי הרב ערוצי יהיה קטן ויורכב מאחורי האוזן.
2. השאיפה בעתיד שכל חלקי השתל יהיו פנימיים.
3. שיפור באסטרטגיית הדיבור שתשלב את היתרונות של timing&frequency המסופקים בשיטת ה- CIS וה- Speak, בהתאמה.
4. הפחתת רעשי הרקע.

גורמים המשפיעים על התיפקוד השמיעתי

MRI- מרבית השתלים מכילים מגנטים וחומרים מתכתיים שונים המושתלים מתחת לעור. רכיבים אלו אינם עומדים בשדות המגנטיים החזקים של ה-MRI ומתקלקלים. על סיכונים אלו יש צורך לדבר עם ההורים. קיימים עתה מכשירים המאפשרים ביצוע של הבדיקה (ישנם רכיבים הניתנים להסרה בקלות יחסית).

הניתוח תחת הרדמה כללית נמשך עד שלש שעות והינו דומה לניתוח מסטואיד מסורתי. קודחים חור באיזור עצם המסטואיד. ממקום זה יש גישה טובה לאוזן התיכונה ולחלונות של האוזן הפנימית. מתבצע חיתוך שך הממברנה המכסה את החלון העגול של הקוקליאה וזה מרחיב את הפתח לקוקליאה. פרופ' קרוננברג קודח חור אחר קרוב לחלון העגול ומנקודה זו הגישה לשבלולו טובה יותר. האלקטרודות מוחדרות דרך החלון העגול ולסיבוב הקוקליאה (אלקטרודות מוכנסות לאורך של 2.5 ס"מ) הן מהודקות לחתיכות ריקמה. במשך הזמן רקמות פיברוטיות גדלות מסביב לאלקטרודות ומאבטחות אותן טוב יותר. קודחים מאחורי המסטואיד על מנת למקם את ה- Reciever/ Stimulator.

סיבוכים והשפעות צדדיות- זיהומים המצריכים שימוש באנטיביוטיקה. שיתוק עצב הפנים אך לרב באופן זמני. עצבהפנים יכול גם להיות מגורה על ידי הפולסים החשמליים המועברים דרך השתל, תופעה הגורמת לספזם בפנים (facial spasm) – ניתן להפסיק תופעה זו ע"י כוון מחדש את תבנית הגרייה של המכשיר. דליפת הנוזל הפרילימפתי.

סיחור קל שעובר אחרי מספר שעות או שבועות שחולף ללא טיפול. לא ידועות ההשפעות הארוכות טווח של מתן גרייה חשמלית ממושכת וגדילת הגולגולת אצל ילדים קטנים. החלקת האלקטרודות מהקוקליאה, המכשיר מתקלקל תופעות המצריכות ניתוח חוזר (התופעות נדירות). הגרייה העצבית לרב טובה מאוד לאורך השנים רבות ואינה גורמת לנזק של העצב אלא ההפך גורמת למניעת התנוונתו. לעיתים גרייה זו גורמת להחמרת הטיניטוס.

לאחר הניתוח- כחודש לחר הניתוח מגיע הפציינט למכון לחיבור החלקים החיצוניים של המכשיר: מיקרופון transmitter (שיעבר אינפורמציה ל Reciever/ Stimulator) מעבד דיבור ועורכים כוון. Speech processing זו השיטה בה הקולות הופכים או מעובדים לסיגנלים חשמליים הנשלחים למח ומתורגמים שם לקול.