

שתל שבלול

מערכת שתל השבלול היא מערכת אלקטרו אקוסטית המהווה פריצת דרך משמעותית ביותר במאחורה. שתל השבלול פותח במטרה לאפשר יכולת שמיעתית לאנשים חשים, שאינם מפיקים תועלת מכשיiri שמיעה רגילים.

שתלי השבלול הם נכון להיום הטכנולוגיה הרפואית היחידה המאפשרת שימוש של אחד ממחמשת החושים. מסיבה זו, רפואיים רבים מתייחסים אל שתלי השבלול כאל "טכנולוגיה".

האלקטרודות המושתלות עוקפות את תא השיער הפגועים בשבלול, ומעבירות גיריה חשמלית לשירות לשארית סיבי עצב השם של החרש. על מנת לאפשר שמיעה.

(McKlenburg & Brimacombe 1985, Pariser & Chute 1991)

השתל מיועד לילדים ובוגרים הסובלים מחרשות, ולרוב אפשר למשתמשים בו לשמעו, להבין דיבור בסביבות שקטות ואף יותר מכך. הודות להתקדמות הטכנולוגיות הרבה בתחום, מושתלי שתל השבלול של היום יכולים להנות משמעה מלאה יותר ואיכותית יותר ויותר. כשאמ בתחילת הדרך (שנות ה-80), המטרה הייתה שמיעה ושיפור הבנת דיבור נוספת לקראת השפטים, היום המחוקרים בודקים הבנת דיבור באמצעות השתל בסביבות רועשות, הנאה ממוזיקה, שיחות טלפון ועוד...

מועדדים לשתל –

1. **ילדים** מגיל 12 חודשים (למעט מקרים מיוחדים כמו דלקת קרום המוח ו-CMV) ועד גיל 17

שנתיים, שアイבדו את שמיעתם או שנולדו עם לקות שמיעה חמורה עד עמוקה בשתי האוזניים, ואינם מקבלים תמורה מספקת מכשיiri שמיעה. או במקרים אחרות – מכשיiri השמיעה, אינם אפשרים שמיעת דיבור מספקת, ולכן בנוסך למרכיב של השבת יכולת השמיעה והיכולת לתקשר עם הסביבה הקיים אצל מושתלים מבוגרים, ישנה השפעה מיידית גם על רכישת השפה והדיבור אצל הילדים, כמו גם על התפתחות האקדמית, ועוד.

2. **מבוגרים** מעל גיל 18 שנים, שאיבדו את שמיעתם לאחר שלב רכישת השפה, או ששמייעתם ירדה בהדרגה. בשתי האוזניים, הסובלים מליקוי שמיעתי חמור עד עמור, ותוצאות הבדיקה הדיבור עם מכשיiri שמיעה אינם עולה על 50% (זהו משפטים בסביבה שקטה ובסת פתו).

3. במדינת ישראל כל מועמד זכאי לשתל שבלול באחת האוזניים, ובמקרים מיוחדים – גם באוזן השנייה. ישנן מדיניות בעולם, שככל (כמו אנגליה), כל ילד עד גיל 17 שנים המועמד לנינווח שתל השבלול זכאי מיידית (אם הנתונים מאפשרים) להשתלה זו צדית של שתי האוזניים.

(Bond et al 2009, Summerfield et al 2009, NICE 2008, Summerfield et al 2002, Shipgood et al 2009, Garadat & Litovsky 2005)

בנוסף לקריטריונים למועדות כפי שהוגדרו ב"חוק", ישנו גורמים נוספים המשפיעים על הצלחה עם שטל השבלול, ובטרם קבלת החלטות – לוקחים בחשבון גם נתוני אלו.

הביקורת ובדיקה המועמדות לנition שטל השבלול (או שניים= דו צידי) נעשים במרכז ההשתלות, על ידי צוות רב תחומי, כולל מנהחת א.ג., קלינאי תקשורת – שימושה ודיבור, פסיכולוגית ועובדת סוציאלי/ת.

локחים בחשבון נתונים כגון:

1. מצב רפואי כללי – האם אפשר ניתוח?
2. בעיות רפואיות /או התפתחויות נוספות.
3. מצב אנטומי ותפקודי של מערכת השמיעה (מצב אוזן תיכונה, מבנה השבלול, מצב המערכת הוסטיבולרית, סימנים לשאריות סיבי עצב השמיעה, ועוד ...).
4. תמייה של הסיבה, בעיקר ההורים, ובמקרה של מבוגרים או מתבגרים – המוטיבציה לנition.
5. שימוש במכשירי שימוש, והתרומה ממיכשי השמיעה.
6. גיל התחלת החירשות, סיבת החירשות, מספר השנים שעברו מאז אבדן השמיעה ועד לנition השובל, גיל בעת הנition, ועוד נתונים אישיים נוספים.

הוצאות במרכז השתלות יערוך סדרה של בדיקות ושאלונים, ובמקרה של עוללים ותינוקות – ייעזר רבות בהורים ובצאות החינוכי המלווה את המועד/ת.

השלול המסחרי הראשון הוצג באופן רשמי ומסחרי, בשנות השמונים. מאז ועד היום טכנולוגית שטל

השבלול התפתחה רבות. אף המחבר בושא החל כבר לפני שנים רבות – כשלכSENDR וולטה, ניסיה להשיג תחושת שימוש על ידי החדרה לאוזני בדים מטאליים, וחיברם למעגל חשמלי שהכיל -30

40 תאים אלקטROLיטיים שפיתה. וולטה דיווח על תחושת רعش הדומה למים רותחים.

מאז נעשו ניסיונות עם שתלים מסווגים רבים, השונים זה מהו בתכונות רבות, הקשורות בדרך בה מועבר המידע השימושי אל עצב השמיעה, לדוגמה – מיקום האלקטרודות המגרות, מספר, הקישור

שבין החלקים החיצוניים לחלקים המושתלים, שיטות העבודה של צלילי הסביבה, ועוד ...

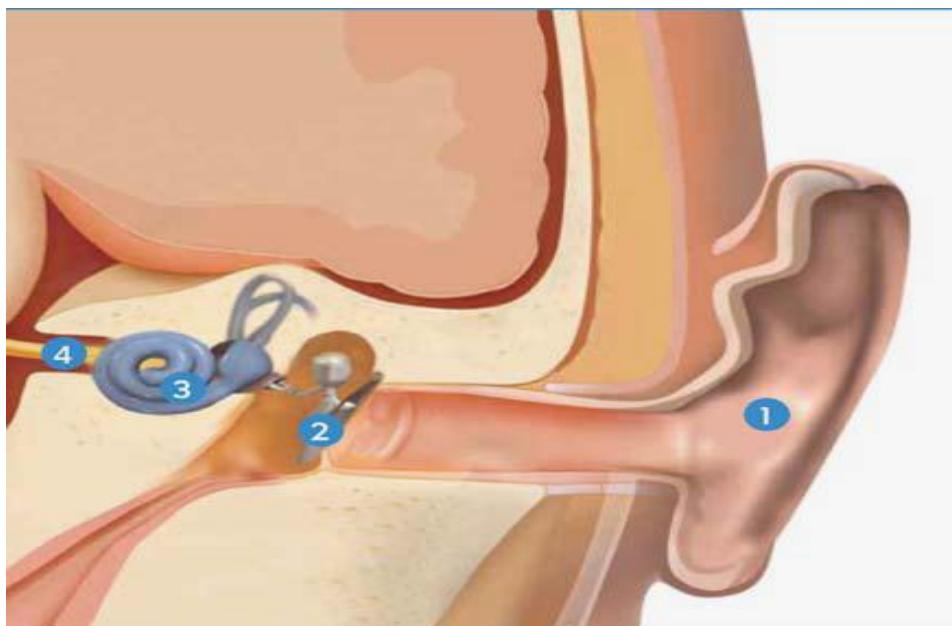
על מנת להבין כיצד עובדת מערכת שטל השבלול ננסה בהמשך לפרט את התכונות השונות של מערכת שטל השבלול.

אך על מנת להבין כיצד פועלת מערכת שטל השבלול, יש להבין ראשית את תהליכי השמיעה התקינה, ומהו ליקוי שימושי:

תהליכי השמיעה התקינה

1. אוזן החיצונית קולטת את צלילי הסביבה המועברים דרך האויר אל תעלת השمع.
2. גלי הקול מניעים את עור התוף ואת שלושת העצמות הקטנות (פטיש, הסדן והארכובה) שבאוזן התקינה פניה והחוצה. תנועות זו מנעה מمبرנה המחברת לקצה הפנימי של שרשרת העצמות, ומהווה את החיבור לאוזן הפנימית.

- 3. באוזן הפנימית** – תנועותיו הממברנה מנעה את הנזול ואת תא השיער הממוקם לאורך השבלול, תנועת תא השיער מותמתה לפוטנציאלים חשמליים ופולסים חשמליים מועברים לסיבי עצב השמיעה המתחברים לשבלול לאורך הציר הפנימי.
- 4. עצב השמיעה מעביר את הסיגナル החשמלי אל המוח, אל מרכז השמיעה**, שם המידע מתורגם לצலילים.



ליקוי שמיעה

- ליקוי שמיעה הינו תוצאה של פגעה באחד או יותר מחלקי מערכת עדינה ומורכבות זו.** נהוג לחלק ליקוי שמיעה לשלווש קטגוריות עיקריות:
1. **ליקוי הולכתי** – הכול הפרעה באחד השלבים שבדרך אל האוזן הפנימית.
 2. **ליקוי תחושתי עצבי** (סנסורי-נוירלי) – כשההפרעה היא בשבלול או בעצב השמיעה בדרך אל מרכז השמיעה.
 3. **ליקוי שמיעה מרכזי** – בקליטת המידע המועבר מסיבי עצב השמיעה למרכז השמיעות שבקליפת המוח (קורטיקו).

ליקוי הולכתי = הפרעה באוזן החיצונית, או באוזן הticaונה.



סיבות אפשריות:

1. חסימת התעללה "פקק צרומן" (שעווה), או גוף זר.
2. מבנה אנטומי לא תקין – כמו לדוגמא העדר או חסימה של תעלת השמע החיצונית.
3. קרע בעור התוף.
4. דלקת אוזן חיצונית או Ticונה.
5. נתק או הסטיידות בשרשראת עצמות השמע.

ליקוי תחושתי עצבי =



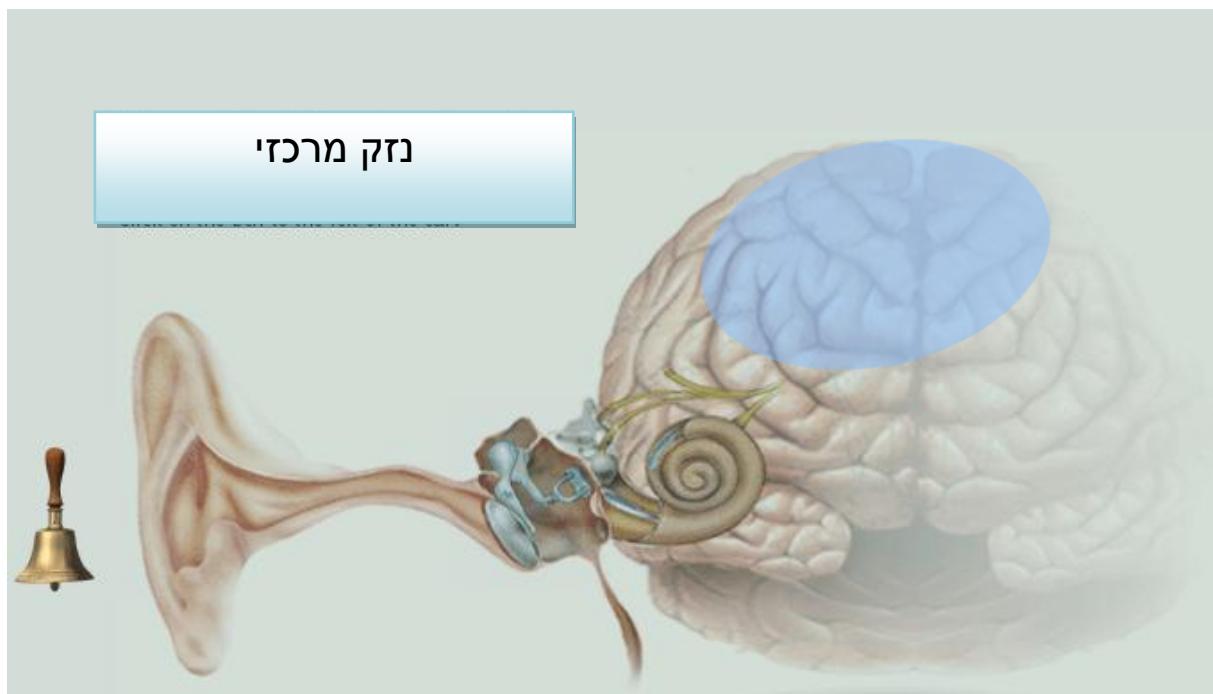
1. **ליקוי תחושתי** = נגרם עקב נזק לתאי החישה בשבלול.
2. **ליקוי עצבי** = פירשו נזק או הפרעה בסיבי עצב השמיעה היוצאים מהשבלול ומעבירים את המידע דרך התחונות השונות בגזע המוח אל המרכז השמיוני בקיליפת המוח.
במרבית המקרים אם לא בכלל – **ליקוי תחושתי** אינם רק תחושתי ולהיפך. ولكن ההגדרה היא על פי מוקד הבעיה, או כללית.

סיבות אפשריות לליקוי תחושתי – עצבי:

1. תורשה, גנטיקה
 2. חסיפה לרעש.
 3. ליקוי שמייעתי עם הגיל.
 4. הפרעה מולדת (קונגניטלי).
 5. תרומות/ טיפולים.
 6. חבלת ראש.
 7. מניר ומחלות נוספות הפגעות בשמיעה.
- ועוד סיבות רבות אחרות.

נזק מרכזי

הפרעה במרכז השמיעה במוח, זהה הפרעה שבה הצלילים מגעים דרך סיבי עצב השמיעה אל המוח, אך פועלות הפונCTION של הסיגנלים לשמיעה פגועה.



הגדרה התפקודית של ליקוי שמייעתי:

פגיעה ביכולת לשמוע צלילים. כאשר מבחינת עוצמת סף שמיעה, שמיעה עד $LHdB 20$ נחשבת לשמיעה בתחום הנורמה.

בנסיבות ליקוי שמייעתי נצפה קושי בקליטת מידע באמצעות העורן השמייעתי, ו/או קושי בהבנת דיבור ויצירת תקשורת יعلاה עם הסביבה.

בדיקות השמיעה לבדיקת הליקוי השמייעתי

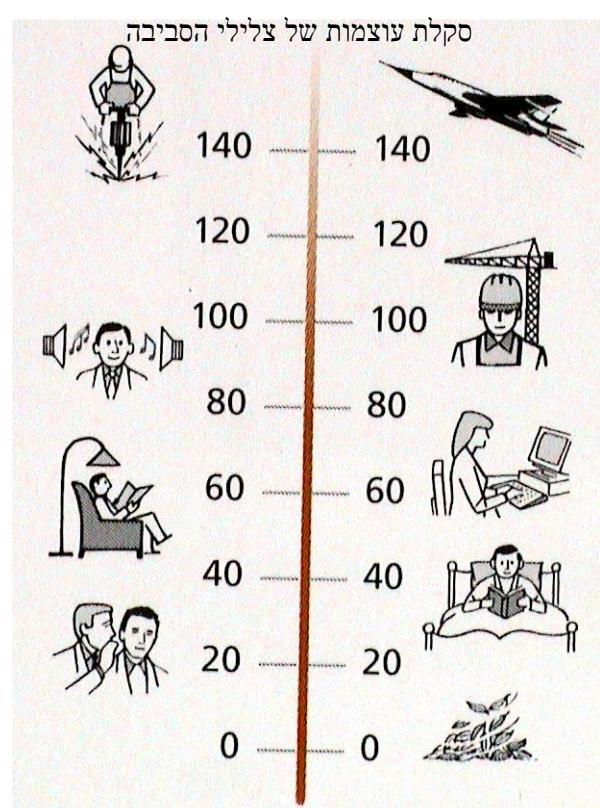
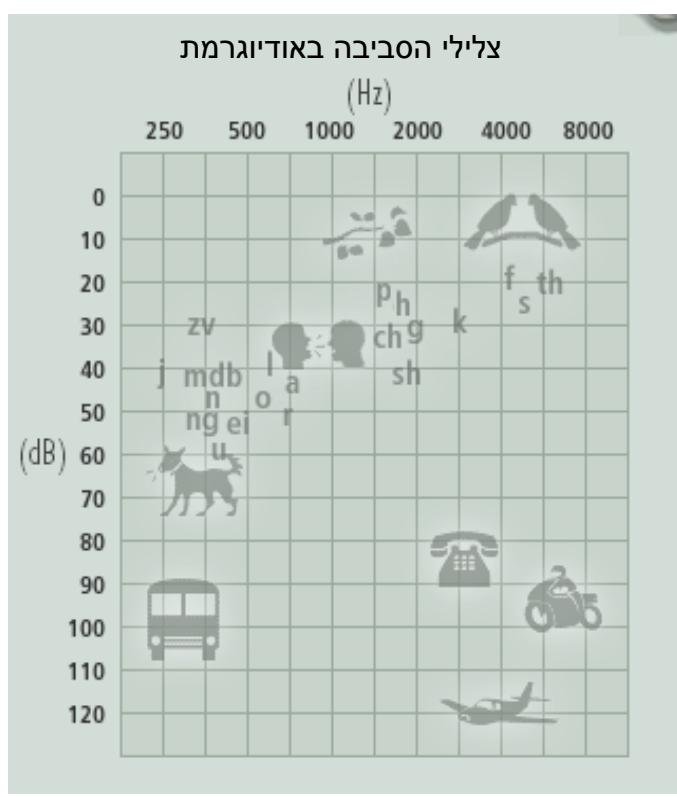
כוללות בדיקות אובייקטיביות שאין דורשות שיתוף פעולה של הנבדק/ת, ובדיקות סובייקטיביות הדורשות תגובה של הנבדק/ת. הבדיקות בודקות את האפיונים השונים, והסוגים השונים של הליקוי השמייעתי.

בדיקות סובייקטיביות – הדורשות תגובה מהנבדק כוללות בדיקת סף לצלילים – בהולכת אויר, ובהולכת עצם = אודיוגרמה. בדיקת סף לדיבור (מיילים), ובדיקת אחויז הבנת דיבור בסביבה שקטה ונוכחות רעש.

בדיקות אובייקטיביות – שאין דורשות שיתוף פעולה של הנבדק כוללות בדיקת טימפנומטריה, בדיקת הרפלקס האקוסטי, בדיקת ABR (תגובה מהתחנות השונות של עצב השמיעה בגזע המוח-בדרכו מהשבלול אל מרכז השמיעה) ובדיקת הדימ קוקלארים = OAE.

ליקוי שמייעתי וצלילי הסביבה

צלילי הסביבה להם אנו נחשפים רבים ושונים זה מזה בעוצמתם ובתדריותם מהן הם מורכבים. סקלת העוצמות (באודיוגרמה = הציר האנכי) נמדדת ביחידות של דציביל, וסקלת התדריות (הציר האופקי באודיוגרמה) ביחידות של הרץ.



חומרת ליקוי שמיעתי מוגדרת על פי עוצמת סף השמיעה בצללים השונים:

שמעה תקינה = תגבורת סף התקבלה בתחום 0-20dB

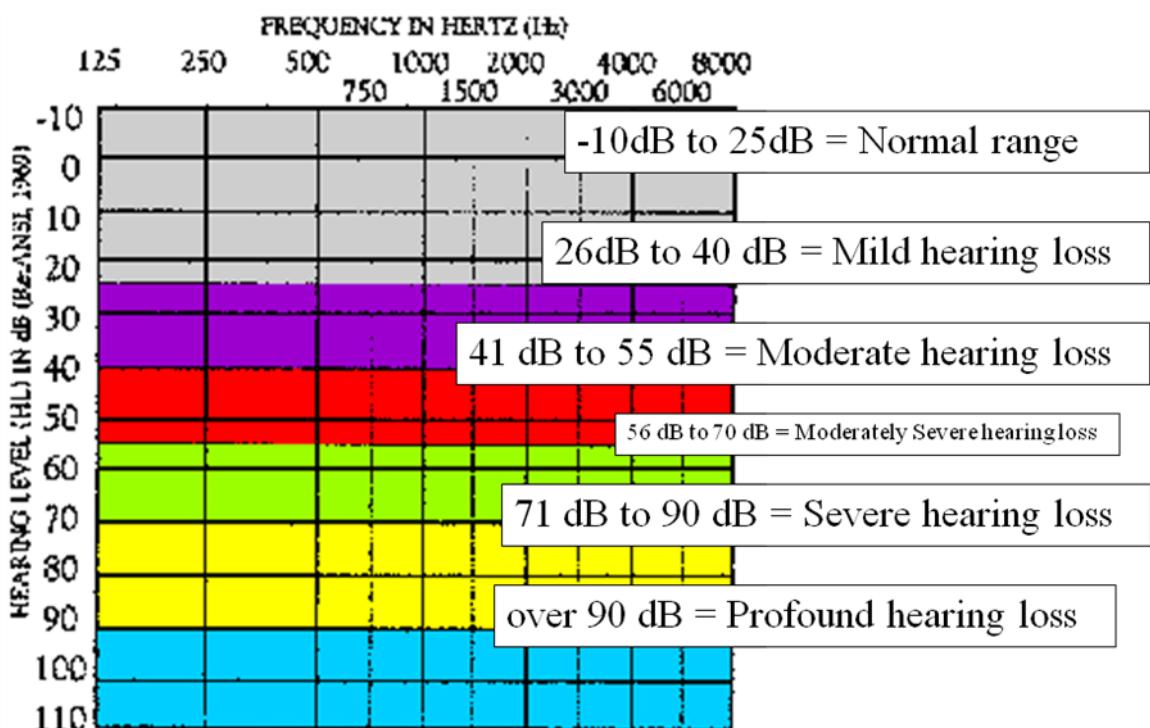
ירידה קלה בשמיעה = תגבורת סף התקבלה בתחום 21-40dB

ירידה בינונית בשמיעת = תגבורת סף התקבלה בתחום 41-70dB

ירידה חמורה בשמיעת = תגבורת סף התקבלה בתחום 71-90dB

ירידה עמוקה בשמיעת = תגבורת סף התקבלה בתחום +91dB

אם כי ישנו יכולות נחלקים את החומרה מעט אחרת, לדוגמה:

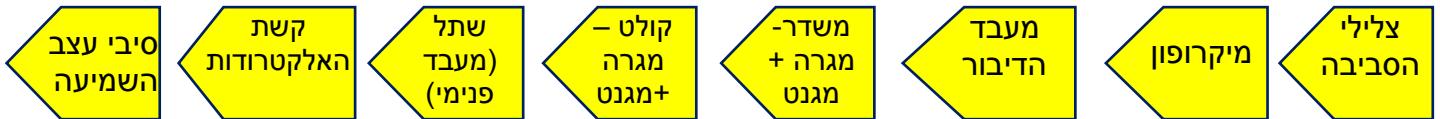


מעודדים לשטל השבלול – שיכים לשתי הקבוצות האחרונות, עם ליקוי שמיעתי חמור עד عمוק,

כאשר מכשירי השמיעה אינם תורמים מספיק לשמיעת והבנת דיבור. אם בשל הליקוי החמור מאוד,

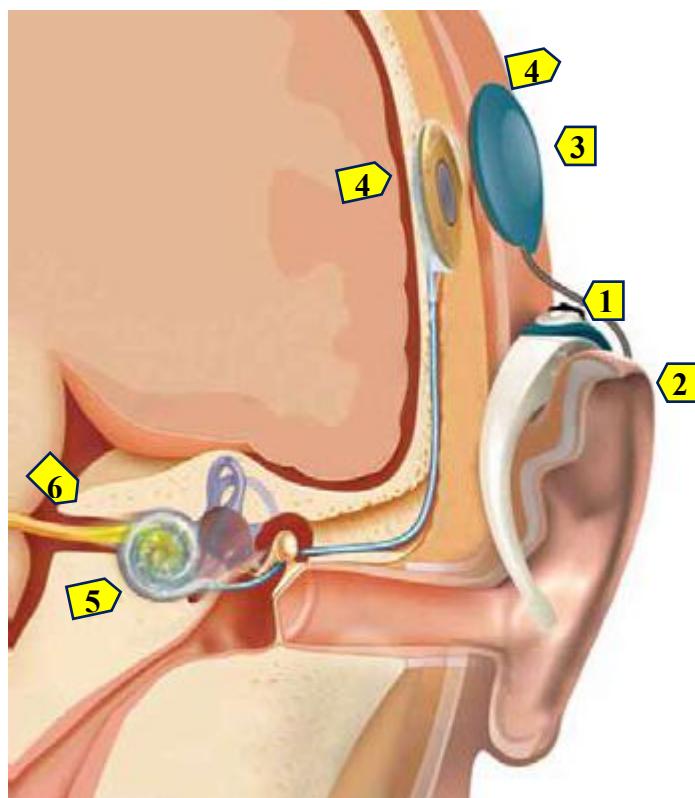
ואם בשל תוצאות נמוכות מאוד בבדיקות שמיעת והבנת הדיבור.

מערכת שטל השבלול מורכבת מחלקים פנימיים, אשר מושתלים כירורגיית, וחלקים חיצוניים הנישאים על האוזן /או על הגוף. בחלקים החיצוניים, מעבד הדיבור אוסף את הצלילים באמצעות המיקרופון, מעבד אותם למידע דיגיטלי, המשודר באמצעות יחידת הראש (באמצעות משדר-מגרא) אל השטל הפנימי, אל הקולט-מגרא, המעביר את המידע אל המעבד הפנימי ומשם דרך האלקטרודות אל סיבי עצב השמיעה. החלקים החיצוניים והחלקים המושתלים נצמדים זה אל זה דרך העור על ידי מגנטים הנמצאים בשני הצדדים.



שימוש באמצעות מערכת שטל השבלול:

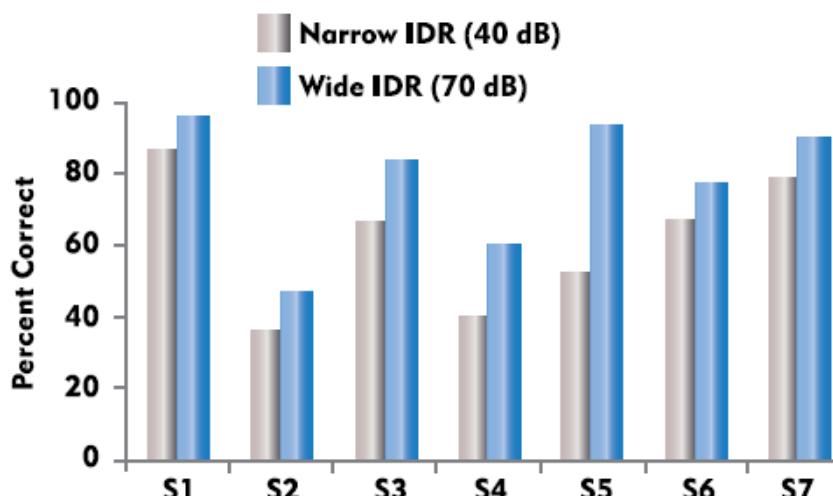
1. המיקרופון במעבד הדיבור קולט את הצלילים.
2. מעבד הדיבור מעבד את הצלילים, למידע דיגיטלי מפורט.
3. יחידת הראש, יושבת על הראש באמצעות מגנט הנמצא בתוכה וכן בחולק המושטל, ומשדרת את המידע הדיגיטלי אל השטל.
4. השטל ממיר את המידע הדיגיטלי לאזונות חשמליים ,
5. ואלקטרודות שלוחות את האזונות החשמליים אל עצב השמיעה.
6. עצב השמיעה מעביר את המידע אל המוח, לפענוו כתחום שמיעה של צלילים.



המיקרופון:

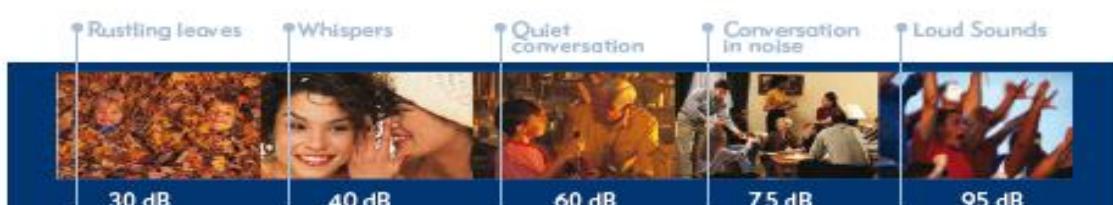
המיקרופון, כמו במכשירי שמיעה, קולט את צלילי הסביבה ומעבירם אל המעבד לעיבוד וקידוד. ככל שהמיקרופון יעתיק את הסיגナル באופן מדויק ומלא יותר, כך תאפשר העתקה מדויקת יותר. במכשירי שמיעה הקידמה והטכנולוגיה הובילו עם השנים לשיפור באיכות המיקרופונים, והמיקרופונים במכשירי השמיעה קולטים את כל צלילי הסביבה בעוצמות השונות ומעבירים אותן למעבד כאשר העוצמות החזקות מאוד כמובן נדחסות בהתאם לרמת אי הנוחות של המשתמש. בעבר, כאשר החוקרים סברו כי האוזן הפגעה לא תוכל להסתדר עם כל המידע, היו מערכות שהעבירו רק חלקים מהסיג널, וכך גם לגבי תחום העוצמות של צלילי הסביבה שהמיקרופון קלט והעביר אל המעבד. מחקרים מהעשור האחרון הראו כי ככל שההעתקה מדויקת יותר ומלאה יותר, כך נצפה שיפור בהבנת דיבור ושמיעה מלאה ואיכותית יותר למושתלים בח'י היום ים.

结論: תוצאות המחקרים הראו שהרחבת התחום הדינامي מ- 30dB ל-60dB הובילה לשיפור משמעות בהבנת דיבור בח'י ים,שמיעה מלאה יותר ובעיקר בסביבות רועשות. (Spahr & Dorman 2007 , Khajehnouri et al 2007) שתלים מסוימת) נוסף הוא המחקר של Wolfe & Mears שפורסם בשנת 2008:



AzBio sentence recognition scores for 7 adult CI Users when speech was presented at a low level using narrow (40 dB) and wide (70 dB) IDRs. All listeners understood soft speech better with the wide IDR than with a narrow IDR

תחום צלילי הסביבה שהמיקרופון קולט = IDR (Input Dynamic Range), שונה מחברה לחברה, אך ישנה נטייה בחברות הק"ימות היום להרחבת תחום זה כך שיינתן "ցוג מלא של כל צלילי הסביבה".



המטרה העיקרית של מערכת שטל השבלול, כמו גם במכשורי השמיעה, היא לאפשר הבנת דיבור טובה ככל שניתן בסביבות השונות, וגם בסביבות רועשות. על מנת לעזור למשתמש במכשיר השמיעה או במערכת שטל השבלול, הממערכות נעדכנות בשיטות רבות ושונות להגברת סיג널 הדיבור והנחהת הרעש הסביבתי. ישן מערכות הנעזרות במערכת **מייקרופונים כיוונית**, המיקרופון הקדמי מגביר את הדיבור הבא מלפנים והמיקרופון האחורי מאפשר הנחתה של הרעשים הבאים מאחור. יש המשתמשים **המיקרופון זווית** הממוקם בפתח תעלת השמע (**T-Mic**) לשמיעה טבעית עם השפעת האפרכסת להנחהת רעש הסביבה והגברת סיגナル הדיבור הבא מלפנים.

מעבד הדיבור:

מעבד הדיבור קולט את צליל הסביבה מהמיקרופון, ומעבד אותם כך שניתן יהיה להעירים אל החלק המושタル ובוסףו של דבר אל האלקטרודות כפולסים חמליים. המטרה היא לאפשר העתקה מדויקת ככל שניתן ושימור הסיגナル בכל שלביהם בשלושת הממדים – על ציר הזמן, לאורך התדריות, ובכל עצמות הסיגナル השונות. לשם כך על המעבד להיות מתקדם מהיר ומדויק. **בציר הזמן** – עם השנים, אנו רואים שיפור משמעותי בקצב הדגימה וכן בקצב הגרייה, שיפור המאפשר העתקה מדויקת יותר, אך גםTAG תגובה טבעית יותר של סיבי עצב השמיעה, الرجالם לגרייה מהירה, ומחקרים מראים כי על מנת להשיג תגובה טבעית יותר של סיבי עצב השמיעה יש צורך בקצב גרייה של 2500 פולסים בשניה או יותר לאלקטרודה.

(Frijns et al. 2002 ,Zeng et al.2000 Loizou et al. 2000, Rubenstein et al. 1999)

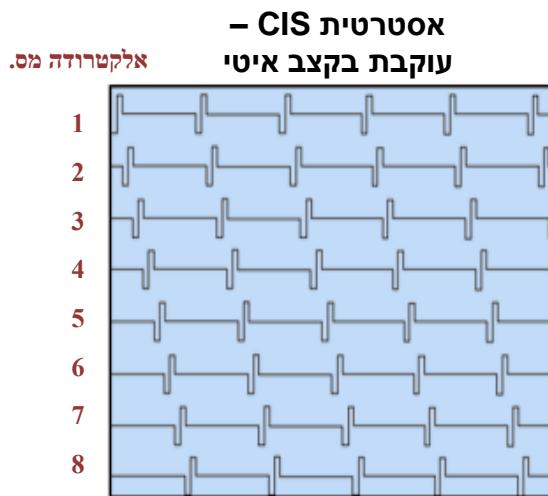


על ציר התדריות: ככל שנעתק את ספקטרום התדריות במדויק יותר (חלוקת ליותר ערוצי תדריות),



תוך שמיירה על הפרטימ הקטנים של הסיגナル יחד עם המעתפת שלו, כך השמיעה תהיה איזומטית יותר, ומלאה יותר, וכך הבנת הדיבור בסביבות השונות תהיה טובה יותר. מספר ערוצי התדריות הנבחר לגרייה תלוי בגורמים רבים כמו

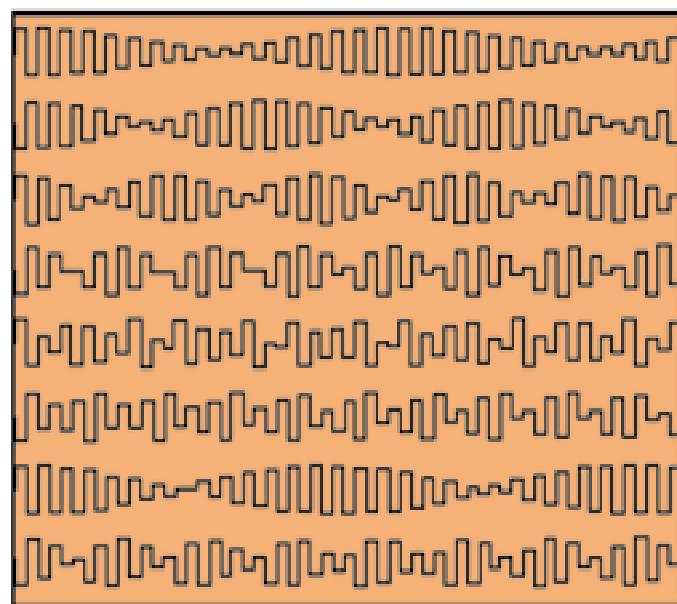
קצב הגיריה ומספר מקורות הזרם (מקור זרם הינו כמיון מנוע להפעלת האלקטרודות, ובמקרה בו ישנו מקור זרם אחד בלבד – בכל רגע נתון, אותו מקור זרם פניו לגורות אלקטרודה אחת בלבד). אם הקצב



איטי, על מנת לא לאבד מידע על ציר הזמן המערכת צריכה לצמצם את מספר העורצים המוגרים בכל סיב של גיריה. שכן בגרייה עוקבת, אם לדוגמה יש 20 אלקטרודות שיש לגורות, בכל שלב של גיריה המערכת עוברת על כל האלקטרודות מהראשונה ועד אלקטרודה מס' 20, ורק לאחר סיב שלם היא חוזרת שוב לאלקטרודה הראשונה. על מנת לא לאבד מידע רב מדי על ציר הזמן – מערכות איטיות יעדיפו לצמצם את הסיב ולבחור לדוגמה רק 10 אלקטרודות לאריה בכל סיב. המערכת תבחר את האלקטרודות בהן יש את מירב הגיריה.

אפשרות נוספת להגדיל את קצב הגיריה באופן משמעותי, לאפשר לסיבי עצב השמיעה לעבוד באופן טבעי ואיכותי יותר, ובו בזמן לאפשר גיריה בכל העורצים מוביל לאבד מידע לא בתחום התדריות ולא על ציר הזמן. דוגמא לאפשרות זו הינה אסטרטגיית העיבוד HiRes. 90k של חברת

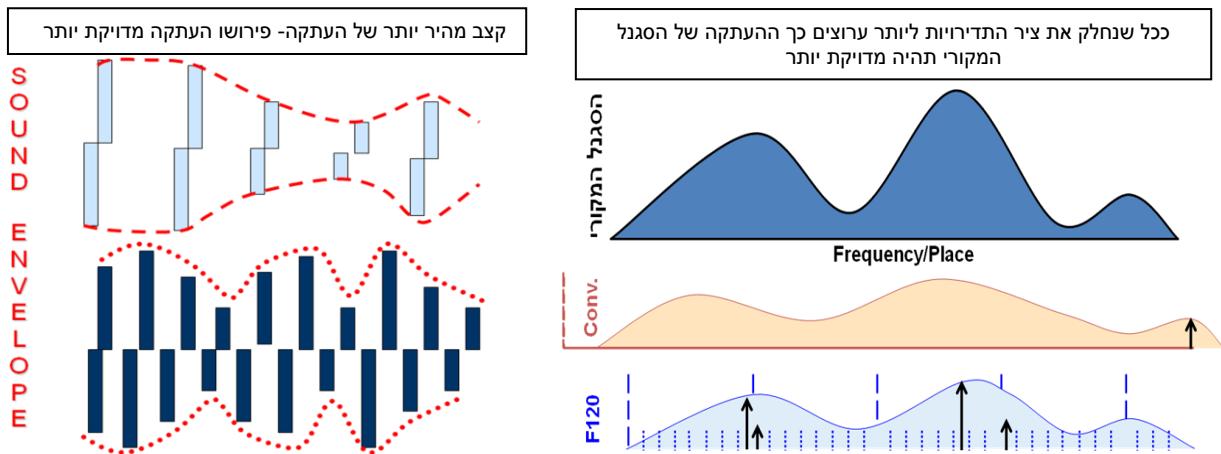
אסטרטגיית HiRes.90k – עוקבת מהירה



מעטפת הסיגナル:

במערכות השתל הקיימות היום הגיריה היא לרוב באמצעות פולסים דו קווטביים שוויים, אם כי ישנם מחקרים הבודקים אפשרויות לגירויים שונים. רמת הפולסים נקבעת על פי רמת הסיגナル, אך דגש

הגריה אינם מעתיק בהכרח את מעטפת הסיגנל. המעטפת של הסיגナル מעבירה מידע על שינוי העוצמות ושינויי התדריות עם הזמן: בדוגמה הבאה אנו רואים העתקה של אותו סיגナル בשתימערכות בעלות קצב דגימה שונה. ככל שהקצב מהיר יותר העתקה תהיה מדויקת יותר.

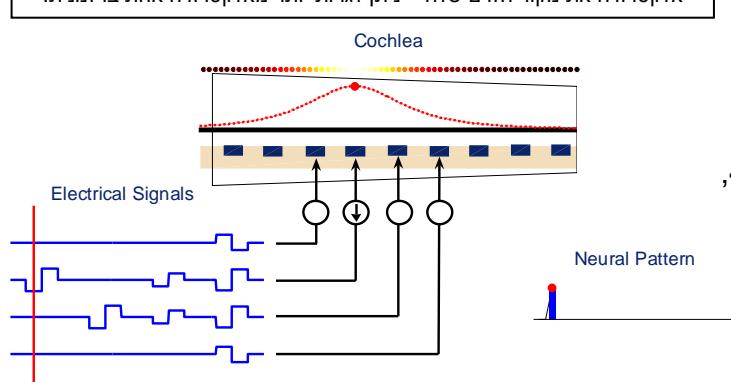


ערוצים וירטואליים:

ההתקדמות הטכנולוגית במערכות השתלים הקיימות היום בשוק, מאפשרת גרייה של מספר ערוצים רב, שאים בהכרח שווה למספר האלקטרודות המוחדרות לשבלול.

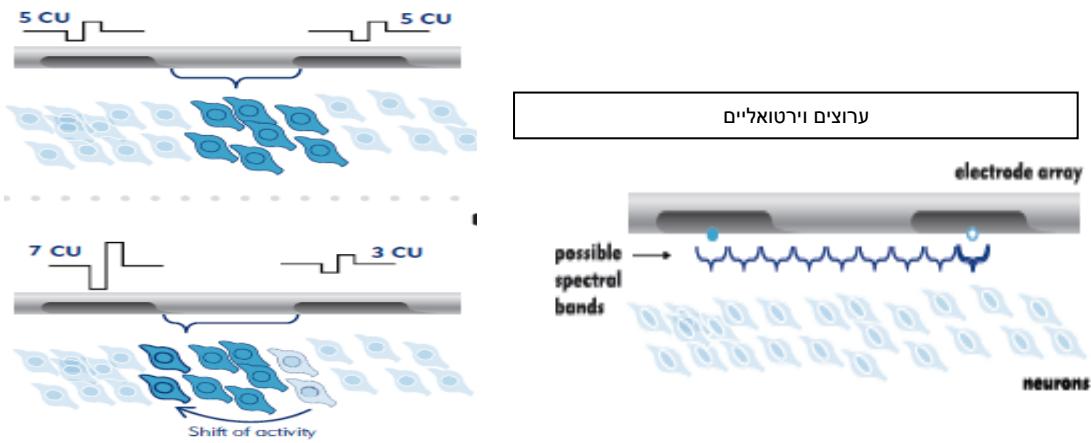
מספר הערוצים מייצג את החלוקה לתדריות לאורך השבלול, והציג של אותן תדריות באמצעות מערכת השתל. לאחר מחקרים רבים בנושא, יצא חברת AB עם אסטרטגיית 120 הערוצים (ווירטואליים), אסטרטגיית 120 הערוצים (HiRes. Fidelity 120) מתאפשרת הוודות לעצמות המלה של האלקטרודות, כשלכל אלקטרודה מקור זרם משלها בחלק המושתל. מקור זרם לכל אלקטרודה מאפשר גרייה סימולטנית של יותר מאלקטרודה אחת בו זמנית, שניים, ארבע, או כל. באסטרטגיית 120 הערוצים כמות הזרם המיועדת לאפשר תדריות מסוימות מנוטבת בין שתי האלקטרודות הקרובות לאזורי תדריות זה, וכך תחום התדריות בין כל זוג אלקטרודות מחלוקת לשמונה תחומי תדריות מדויקים יותר. לדוגמה אם התדריות נמצאת במרכז בין אלקטרודה מס' 4 לאלקטרודה מס' 5, כמות הזרם תחולק בין האלקטרודות הללו, וכך שמחציתו תשלח לאלקטרודה 4 ובו זמנית מחצית שנייה של הזרם תשלח לאלקטרודה 5. גרייה בו זמנית של שתי האלקטרודות

כל אלקטרודה מגהה את האזור מולה, ועם מספר מקורות זרם, כאשר לכל אלקטרודה את מקור הזרם שלה – ניתן לגורות יותר מאלקטרודה אחת בו זמנית.



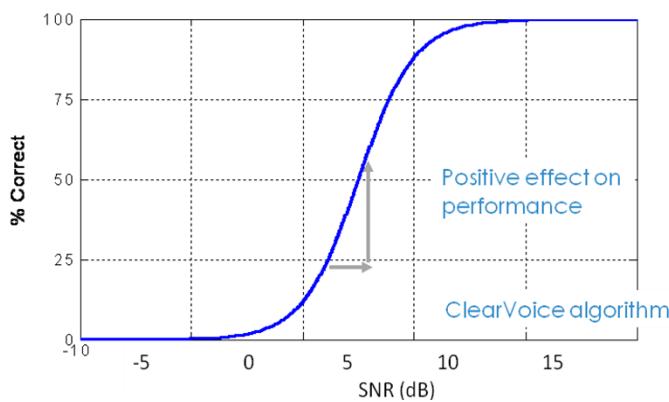
תגרום לגריה של התדריות במרכז הרוח שבין שתי אלקטרודות אלו.

אם התדריות קרובות יותר לאלקטרודה 4 – הזרם יחולק בהתאם, לדוגמא 75% מהזרים ישלח לאלקטרודה 4, ו-25% מהזרים ישלח לאלקטרודה 5.



הבחירה של חברת AB לחלק את ציר התדריות ל- 120, נובעת ממחקרים שבדקו יכולות של מושתלים להבחין בין תחומי התדריות השונים, וכיון שהממוצע היה 120 תחומי תדריות – החברה בחרה בחלוקת זו.

הנחתת רעשים: מחקרים רבים מדוחים על הצורך ביחס דיבור לרעש טוב יותר בנסיבות ליקוי שמיעתי, וכן גם במקרים של שטל השבלול. מכשורי שימוש דיגיטליים וכן מערכות שתלי השבלול משתדרות לשפר כל שנitin יחס זה, על מנת לאפשר למשתמש שיפור משמעותית בהבנת דיבור בסביבות רועשות. החברות השונות משתמשות בטכנולוגיות שונות להנחתת רעש סביפה, אם באמצעות מיקרופונים כיוונים או מיקרופון הממוקם בתעלת,



ואם על ידי עיבוד הצלילים באופן שהמערכת מזהה רעשים ומונחיתה אותם. ישן מערכות המזהאות רעש סביפה ומונחיתות את ההגברת בערוצים בהם הרעש שולט, חברת AB יצאה לאחרונה עם טכנולוגיה חדשה בשם **Clear-Voice** המזהה נוכחות דיבור, ונוכחות רעש ב 120 הערוצים, בודקת את יחס הדיבור לרעש בכל אחד מהערוצים, ומונחיתה את הרעש לרמה הנמוכה יותר מהדיבור. ישן ארבע אפשרויות בחירה בעת המיפוי של יחס דיבור לרעש: ללא הנחתת רעשים, זיהוי דיבור והנחתת הרעש ל- +6 דציביל לטובת הדיבור, +12 דציביל לטובת הדיבור, ו- +18 דציביל.



The ClearVoice™ Speech Enhancement Algorithm

Andreas Büchner, Sabine Haumann, Thomas Lenarz
Medical University of Hannover, Germany

- נתוני מ- MHH

- 12 משתמשים מנוסים (בממוצע השתמשו 1.7 שנים בשטל).

HSM in noise with clinical program - •

65 dB SPL=Speech

Signal to noise ratio individually established (approx. 50% –
correct)

- נתנו שתי תוכניות CV (-12 and -18 dB)

Changes in volume control were allowed –

A few minutes to get used to the programs –

Repetition of HSM test with both ClearVoice programs –

- כל הנבדקים "נהנו" מתוכניות CV.

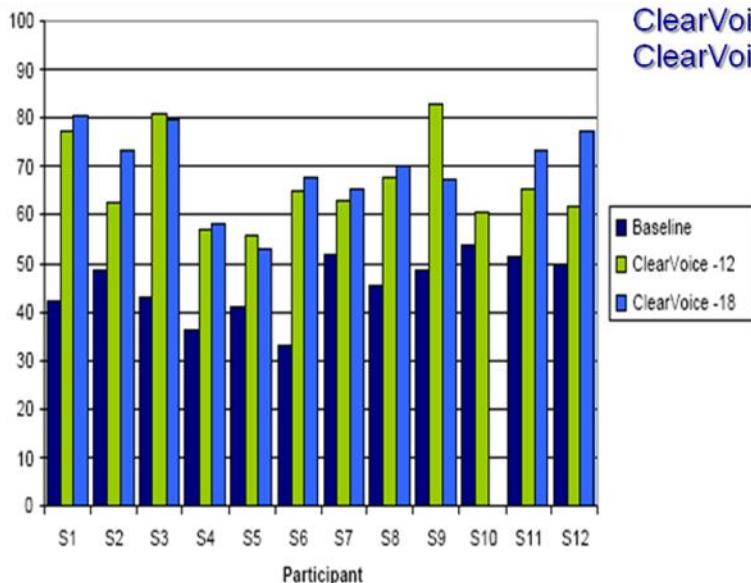
– למרות שלא קיבלו זמן רב להסתגלות.

ממצאים בקבוצות השונות:

Baseline: 45.4%

ClearVoice -12 dB: 66.6% –

ClearVoice -18 dB: 69.5% –



החלקים הפנימיים (המוסתלים):



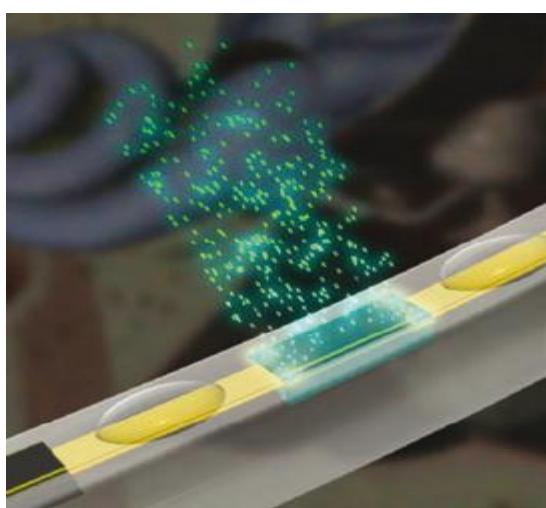
החלקים המוסתלים כוללים מעבד פנימי, קולט מגהה - הקולט את המידע מהחלקים החיצוניים באמצעות טבעת השידור, המגנטי (אם כי בעבר היו דרכים נוספות לחיבור בין החלקים החיצוניים לפנימיים), קשת האלקטרודות אשר מעבירה את הסיגナル החשמלי לעצב, ואלקטרודות הארקה (ייחום).

המעבד הפנימי - הוא החלק הגדול מבין החלקים המוסתלים, הוא ממוקם באופן כירוגי בין עצם הגולגולת לעור, מאחורי האפרכסת. בצד אחד שלו נמצא המגנטי אשר נצמד למגנט חיצוני המהווה חלק מהחלקים החיצוניים של המערכת. וטעעת השידור- הקולט מגהה (האנטנה) אשר קולטה את הסיגナル המגיע מהחלקים החיצוניים ממוקמת גם היא בצד המגנטי. מרבית השתלים הקיימים היום משתמשים ב"אריזת" סיליקון וטייניום אשר הוכחו כעמידם, מאפשרים פרופיל דק, ומינים מומשימים של תగבות אלרגיות ודחיה. כל השתלים הקיימים שתוואים רבים ערכזים, ככלומר - השטל מעביר מידע המחולק למספר תחומי תדירים דרך מספר אלקטרודות ממוקמות לאורכו קשת המוחדרת אל תוך השבלול.

המערכות הקיימות היום שונות זו מזו במספר האלקטרודות, במיקום אלקטרודת הייחוס, במספר הערצים (שאינו בהכרח שווה במספר האלקטרודות, ראה הסבר בהמשך), במספר מקורות הזרם המפעילים את האלקטרודות, בקצב הגיריה ואופן הגיריה ועד טכנולוגיות רבות הייחודיות לכל חברה וחברה.

אנו ננסה לפרט על התכונות השונות, ולהסביר מעט על תפקידן:

1. **אלקטродות**- האלקטרודות שונות בין החברות במבנה, במספר האלקטרודות וכן במיקום אלקטродת הייחוס. מבנה האלקטרודות יכול להיות מעוגל, טבعت או מלבי. כאשר יש חשיבות



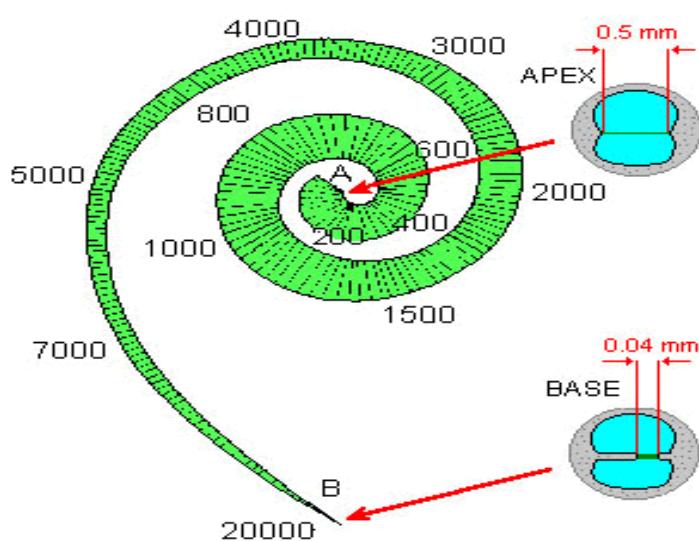
למבנה בהתאם לשיטת הגיריה. כך לדוגמה אם מרצים גיריה סימולטנית או סימולטנית בחלקה, או גיריה על ידי ערצים וירטואליים (בחלוקת תחום התדים ל 120 ערצים) ישנה חשיבות רבה לדיק בගיריה וכן בחברת AB האלקטרודות הן מלכניות ושתוחות, פונוט לכיוון סיבי עצב השמיעה עם מחיצות דיאלקטריות ביןיהן. אם הגיריה הינה עוקבת בלבד (כלומר – בכל רגע נתון מגורה אלקטרודה אחת בלבד בתוך השבלול, הצורך לבדוק הרבה והחשש מהשפעה על "אזורים שכנים" פוחטים ואז ניתן להשתמש במגעים מעוגלים או טבעתיים).

2. **אלקטродת הייחוס** – כיוון שמדובר בזרם חשמלי, זרם עובר בין שני מגעים. ישנה האלקטרודה המגורה ויישנה אלקטודת הייחוס. הגריה יכולה להיות **ביפולרית** (דו-קוטבית), כאשר איזה הכוונה היא ששתה האלקטרודות- המגורה והייחוס נמצאות בתוך השבלול. או **טונגופולרית** –



כאשר האלקטרודה המגורה נמצאת בתוך השבלול ואלקטרודת הייחוס נמצאת מחוץ לשבלול. אלקטודת הייחוס יכולה להיות על הקשת הראשית, באזורי המעד הפנימי, או על "זנב" נפרד.

3. **האלקטודות המוחדרות אל תוך השבלול – מסודרות על קשת**, כאשר האלקטרודות



הפנימיות מגירות בתדייריות הנמוכות, בדומה לארגון הטוфи של השבלול, ולצורת הגריה הטבעית של השעריות בשבלול. והאלקטודות החיצונית יותר מגירות בתדייריות הגבוהות יותר. השתלים הקימיים היום מנסים לשמר כל שניתן את המבנים הפנימיים של השבלול, ולאחר החדרת קשת האלקטרודות עם מינימום פגעה

בשבלול(קשת עם קצה פנימי רך, וקוטר הנעשה דק יותר ככל שהקשת נכנסת פנימה יותר. הקשת מוחדרת בין סיבוב אחד לשני סיבובים של השבלול (כ- סיבוב וחצי) אל תוך החלק הנקרא סקללה טימפני. הקשת יכולה להיות ישרה, מעוגלת מעט או מעוגלת מאוד. אלקטודת ישרה נוחה למנתחים בהחדרתה, אך פחות חובקת את הציר המרכזי של השבלול (המודולו) שם ממוקמים סיבי עצב השמיעה, אליו הם נשלחת הגריה. קשת אלקטודות מעוגלת תחבק יותר את הציר המרכזי ותהי קרובה יותר לסיבי עצב השמיעה, אך קשה יותר להחדרה, ודורשת כל החדרה מיוחד ליישור הקשת. לחברות השונות – סוגים אלקטודות שונות, וכל החדרה

שונים. כך למשל חברת AB מציעה למנתחים בחירה בין שתי אפשרויות של אלקטטרודות וכלי החדרה, כשהאלקטטרודות הן זהות אך הקשת האחת מעוגלת ודורשת כל החדרת מיוחד המישר את הקשת. ואפשרות שנייה של קשת אלקטטרודות ישירה יחסית (עם התעגלות קלה בקצת החיצוני). אותה ניתן להחדיר עם כלי החדרה קל וידידותי, או בלבדו.

4. **מקורות זרם:** כפי שכבר הזכר לעלה, באלקטרוניקה של השטל יש מקור זרם אחד לפחות, לשילוח הזרם אל האלקטרודה לגרייה של סיבי העצב. כאשר יש רק מקור זרם אחד – המערכת יכולה Lagerות רק אלektטרודה אחת בכל רגע נתון. על מנת להפעיל מספר אלקטרודות בו זמן-ת, יש צורך במספר מקורות זרם בתוך החלק המשותל. מספר איזורי הגרייה בכל רגע נתון, כמו גם קצב הגרייה תלויים במספר מקורות הזרם הפעילים.

5. **המשTEL:** החלק המשותל הכולל את האלקטרוניקה, המגנט הפנימי והקולט-מגרא (האנטנה). מרבית השטלים הקיימים היום עשויים מציפוי של סיליקון וטיטניום. חומראים אלו הוכחו כעמידים יותר, ומאפשרים שטל בעל פרופיל דק יותר. ככל שהשתל הפנימי ("המחשב הפנימי") יעבד מהר יותר ומדויק יותר ברמות העתקה(ביטים והרצים במונחים העתקה דיגיטלית) – כך תאפשר העתקת צלילי סביבה מדויקת יותר. חלק זה משוטל בין עור הקrankft ועצם הגולגולת, מאחריו האפרכסת. לרוב חלק זה מקובע אל עצם הגולגולת, ואף מושקע 3-2 מ"מ בתוך העצם.

6. **המגנט:** המגנט מאפשר חיבור עם יחידת הראש החיצונית, הכוללת את המגנט החיצוני. וברוב השטלים – ניתן להוציא את המגנט במקורה בו יש צורך בבדיקה MRI (תוהודה מגנטית), באוזור השטל (ראש). הוצאת המגנט תמנת דמגנטיזציה אפשרית של המגנט או "טיול" של המגנט מהשתל החוצה. ההוראות שונות בחברות השונות, אם כי – המגנטים דומים בכל החברות.

7. **הקולט-מגרא:** זהה האנטנה, הקולטת את המידע מהחלקים החיצוניים, וכן המעבירת אל החלקים החיצוניים מידע זהה, כמו בבדיקות האובייקטיביות ונוריות החיווי (טלמטריה דו-חונית).

8. **בנק זיכרון בשטל הפנימי:** בכל רגע נתון מערכת השטל זוקה לשני סוגים מידע, למידע על צלילי הסביבה, ולמידע על ה"mph", והנתונים האישיים הקבועים של המשותל (כמו תחום דינמי, חשמלי, עכבות ועוד...). בנק זיכרון בשטל עצמו – ניתן אסמן של הנתונים האישיים קבועים, ויאפשר למערכת להתמקד בהעתקה מדויקת יותר של צלילי הסביבה.

9. **inteliLink:** על מנת למנוע שימוש בمعالד הלא נכון (معالד ימין על צד שמאל למשל, אוمعالד של יlid אחר) במרבית השטלים ישנו קו המקשר ביןمعالד מסוים לשטל מסוים, וכן המערכת לא תעבור אם השטל יזההمعالד שאינו שייך לו.