



הערכה ואבחון של מערכת השמיעה במצבים של חשיפה לרעש לחימתי (Combat Noise)

היחידה הארצית לקלינאות תקשורת במשרד הבריאות מציגה במסמך זה הנחיות להערכה ולאבחון אודיולוגי במצבים של טראומה אקוסטית (Acoustic Trauma) לאחר חשיפה לרעש לחימתי (Combat Noise).

ההנחיות מבוססות על ידע קליני ועל ספרות עדכנית, והן תוצר עבודתה המסורה של "וועדת קוים מנחים לבדיקות שמיעה מבוגרים". ועדה מקצועית שכונסה במטרה לקבוע אמות מידה והנחיות מקצועיות בתחום בדיקות השמיעה במבוגרים. בוועדה השתתפו קלינאי תקשורת בכירים ובעלי ניסיון רב בתחום ההערכה והשיקום של השמיעה. מסמך זה הוא פרק בקווים המנחים לבדיקות שמיעה למבוגרים שיפורסמו בעתיד. מסמך זה לא מחליף ידע מקצועי, ואינו מספק את כל הידע הנדרש בתחום זה.

כתיבה : ד"ר שי צורדקר, ד"ר דבורה בראנד, פרופ' כהתיה אדלמן, ד"ר ענת בן חורין, שיר הרשקוביץ, ד"ר ניצה חורב, אורית ליידרמן, ד"ר ניר פינק וד"ר רחל פרנקל.

חברות הוועדה (לפי סדר א-ב): פרופ' יעל הנקין, ד"ר יעל זלץ, גלית זלצר, ד"ר ריקי טייטלבוים-סוויד, אביטל טראו, ד"ר לימור לביא, לאה מרום, ד"ר ריקי קפלן נאמן, קרני שרם.

מרכזת הוועדה: אורלי ברגרזון ביטון

תודה לד"ר גילה שחר על הסיוע בעריכה.

אורלי ברגרזון ביטון

קלינאית תקשורת ארצית



הערכה ואבחון של מערכת השמיעה במצבים של חשיפה לרעש לחימתי (Combat Noise)

רקע

טראומה אקוסטית אקוטית (Acute Acoustic Trauma) מוגדרת כחשיפה חד פעמית לרעש חזק, המותירה פגיעה קבועה במערכת השמיעה. רעש לחימתי (Combat Noise) הוא אחד מסוגי הרעש שעלולים לגרום לטראומה אקוסטית אקוטית. רעש לחימתי כולל שינויי לחץ אוויר פתאומיים שנגרמים בין היתר מירי מנשק קל, ירי ארטילרי, פיצוצים של חומר נפץ או פיצוצי טילי כתף. נוסף לעוצמות הרעש החזקות, רעש לחימתי עלול לגרום גם להדף, ולעיתים ההדף אף גורם לחבלת ראש. חשיפה לעוצמות חזקות, עם או ללא הדף, עלולה לפגוע במערכת השמיעה. פגיעה זו יכולה לגרום לשינוי קבוע של ספי השימיעה (Permanent Threshold Shift) או לשינוי זמני של ספי השימיעה (Temporary Threshold Shift) בשעות ובימים הראשונים שלאחר החשיפה. הפגיעה במערכת השמיעה בעקבות טראומה אקוסטית עשויה לכלול פגיעה באוזן החיצונית, בעור התוף, בעצמימי השמע, בשבלול ובעצב השמע. כתוצאה מכך עלולה להיגרם לקות שמיעה הולכתית, תחושתית-עצבית או מעורבת. טראומה אקוסטית אקוטית מלווה לעיתים קרובות בתסמינים שמיעתיים נוספים הכוללים טנטון, רגישות לרעש, עיוות בשמיעה, קשיים בהבנת דיבור ברעש, כאב אוזניים, תחושת אטימות באוזניים, תחושת מלאות באוזניים וסחרחורות. במידה והחשיפה כללה פגיעת הדף, ייתכן גם נזק הולכתי הכולל נקבים בעור התוף, עם וללא נתקים בעצמימי השמע.

כשלקות השמיעה היא תחושתית-עצבית, תתבטא הפגיעה במערכת השמיעה בדרך כלל בירידה בשמיעה בתדרים הגבוהים, בעיקר בטווח התדרים 8000-3000Hz. בבדיקת השמיעה לאחר חשיפה להדף עלול להתקבל מרכיב הולכתי.

קיימים מצבים שבהם תסמינים שמיעתיים מדווחים לא באים לידי ביטוי בבדיקת השמיעה ההתנהגותית לצלילים, בטווחים 8000-250Hz, המקובלת בקליניקה כשמיעה בתחום הנורמה. לפיכך בכל מקרה של חשיפה לרעש, יש צורך בהערכה ובבדיקות אודיולוגיות מקיפות, כמפורט להלן

- איסוף מידע של ההיסטוריה הרפואית ותשאול אנמנסטי מפורט של החשיפה לרעש לחימתי ומאפייניו;
- בדיקת סף שמיעה התנהגותית לצלילים בטווחים 8000-250Hz, ולדיבור – SRT (Speech recognition threshold);
- בדיקת זיהוי מילים – WRS (Word Recognition Score);
- בדיקת סף שמיעה לתדרים גבוהים מאוד – EHF (Extended High Frequencies);
- בדיקות היענות (Immittance) – טימפנומטריה (Tympanometry);
- בדיקות פלט קוכליארי – OAE (Oto Acoustic Emissions), בהעדפה ל-DPOAE (Distortion Product OAE) או TEOAE (Transient OAE) + DPOAE.

הבדיקות שייכללו בהערכה השמיעתית וסדרן ייקבעו לפי שיקול דעתו המקצועי של קלינאי התקשורת ובהתאם ליכולותיו של הנבדק להשלים את הבדיקות.

אם הנבדק מצוי בשלב ראשוני ואקוטי שאינו מאפשר לערוך את כל הבדיקות, רצוי להשלים, לכל הפחות, בדיקת סף שמיעה התנהגותית לצלילים בהולכת אוויר כדי לבחון אם קיימת ירידה בתדרים הגבוהים, אשר מתאימה לטראומה אקוסטית. כמו כן, אם נערכה בדיקת שמיעה התנהגותית חלקית, חיוני לערוך בדיקות אובייקטיביות: בדיקות היענות, טימפנומטריה, ו-OAE. יש להמליץ על בדיקות נוספות לצורך השלמת המידע השמיעתי. חשוב לגלות רגישות לקשיי הנבדק ולהתאים את הבדיקות ליכולותיו. דגשים לבצוע בדיקות לאדם שעבר טראומה אקוסטית מופיעים בסעיף 7 של מסמך זה.



הנחיות לביצוע הערכה ובדיקות שמיעתיות

1. היסטוריה רפואית

נוסף לאנמנזה הרגילה, מומלץ להשתמש באנמנזה ייעודית לנבדקים שנחשפו לרעש לחימתי, כמפורט בנספח א'.

לעיתים מצבו של הנבדק לא יאפשר לקבל אנמנזה מלאה. במקרה כזה, האנמנזה תושלם ככל האפשר בבדיקות ההמשך. האנמנזה תתועד ברשומה הרפואית.

2. בדיקת שמיעה התנהגותית

2.1 בדיקת סף שמיעה התנהגותית לצלילים (250–8000Hz)

יש לערוך בדיקת שמיעה שכוללת בדיקת סיפי שמיעה בהולכת אוויר, בהולכת עצם ועם מיסוך לפי הצורך, כדי להעריך את סיפי השמיעה ואת מיקום הנזק.

יש לערוך בדיקת סף גם לתדרי ביניים 3000Hz ו-6000Hz.

במהלך הבדיקה יש להיות ערניים לתגובות הנבדק ולתחושותיו בחדר הבדיקה, בעיקר לבהלה מהגברת העוצמה באופן משמעותי, לאור השכיחות הגבוהה של תופעת הגיוס (Recruitment) וחוסר סבילות לרעש (Hyperacusis) לאחר חשיפה לרעש.

יש להשוות בין האוזניים, בעיקר אם התלונות והסימפטומים מצביעים על אסימטריה. אם קיימת אסימטריה יש לערוך בדיקות אבחון נוספות רלוונטיות כמו בדיקת OAE ובדיקת רישום פוטנציאלים מעוררים מעצב השמע וגזע המוח - ABR (Auditory Brainstem Response), ולהפנות להמשך בירור אוטו נוירולוגי.



2.2 בדיקות דיבור

בדיקת זיהוי מילים - WRS (Word Recognition Score) (בדיקת "דיסקרימינציה"). בבדיקה זו יש להגיש רשימת מילים מוקלטות, כדי שאפשר יהיה להשוות לבדיקות חוזרות ובין שתי האוזניים.

חבלה אקוסטית ונזקי רעש עלולים לגרום לקשיים בהבנת דיבור על רקע רעש שלא תמיד באים לידי ביטוי בבדיקות האודיולוגיות האחרות. מומלץ לערוך בבדיקת שמיעה בהמשך גם בדיקות זיהוי מילים או משפטים ברעש (words in noise או sentences in noise).

3. בדיקת סף לתדרים גבוהים מאוד – EHF (Extended High Frequencies)

לעיתים אין ירידה בשמיעה בתדרים הנבדקים בבדיקת הולכת אוויר עד תדר 8000Hz, אך קיימת ירידה בסיפי השמיעה בתדרים גבוהים מאוד 9KHz–20KHz. לפיכך יש לבדוק סיפים בתדרים אלו לאחר חשיפה לרעש לחימתי, במיוחד אם סיפי השמיעה שמורים בתדרים עד 8000Hz. בבדיקת EHF יש להקפיד להשתמש במתמר מתאים, עם אוזניות תקינות מכוילות ומתאימות, לרוב Circumaural. יש לבצע בדיקה ביולוגית בתחילת יום העבודה כדי לוודא שאוזניות ה-EHF לא משמיעות רעש תקתוק בעת עלייה בעוצמה, שיכול להוות רמז לנבדק על השמעת גירוי. תופעה זו מתרחשת בתדרים מעל 14kHz, כולל.

אם נתוני האודיומטר והאוזניות מאפשרים זאת, מומלץ לקבוע סיפי שמיעה בתדרים 9, 10, 11.5, 12.5, 14 ו-16kHz. אפשר לקבוע סף גם בתדרים הגבוהים יותר, 18 ו-20kHz, אולם תקן מכון התקנים האמריקני, ANSI (American National Standards Institute), אינו כולל ערכי כיוול שלהם ולכן סיפי השמיעה בתדרים אלו ישמשו להשוואה בין האוזניים ובין בדיקות, אך לא להשוואה לטווח הנורמה המצופה לגיל הנבדק.

אם מתגלה פער מעל 40dB בין האוזניים באחד מתדרי ה-EHF, יש לערוך בדיקת סף עם מיסוך כמקובל.

3.1. סיכום ותיעוד סיפי השמיעה בבדיקת EHF

- יש לסכם את תוצאות הבדיקה של תדרים אלו בנפרד, ולא לסכמם יחד עם התדרים בתרשים השמיעה, אודיוגרמה, שהתקבלה עד תדר 8000Hz.
- יש להשוות את הסיפים בין האוזניים ולבחון האם יש אסימטריה בין האוזניים, על פי הקריטריונים הנהוגים כיום (פער של 15–20dB בין האוזניים בכל תדר).
- אם נצפתה אסימטריה שלא תואמת את האנמנזה, יש להפוך את האוזניות ולבדוק סיפים של שני תדרים בהם הודגמה האסימטריה כדי לוודא את הסיפים שהתקבלו, ולשלול תופעת גלים עומדים.
- יש לקבוע אם סיפי השמיעה שהתקבלו מתאימים לנורמות לפי גיל הנבדק. השוואת הסיפים לגיל מפורטת בנספח ב'. בסיכום המילולי אפשר להיעזר בניסוח לפי הדוגמאות הבאות:
 - סיפי שמיעה נבדקו גם בתדרי EHF והושוו לאחוזון 95 לפי גיל, כמדווח אצל (Rodriguez Valiente et al (2014a).
 - באוזן ימין/שמאל התקבלו סיפים המתאימים לגיל בתדרים A,B,C.
 - סיפי השמיעה בתדרים E ,D הם מעל המצופה לגיל.
 - קיימת אסימטריה בתדרים G ו-F בהשוואה לאוזן ימין.
- יש להשוות את תוצאות הבדיקה הנוכחית לתוצאות בדיקות קודמות ולהתייחס בסיכום לאסימטריה בין האוזניים, אם נמצאה.

4. בדיקות היענות

בבדיקות היענות נכללות בדיקות טימפנומטריה, טימפנומטריה רחבת סרט-WBT (Wideband Tympanometry), בדיקות סף לרפלקס אקוסטי (קונטרה, איפסי) ובדיקת דעיכת רפלקס.

יש לערוך בדיקות היענות בעיקר אם התגלה רכיב הולכתי ABG (Air Bone Gap) בבדיקה או בהיעדר קבלת תגובות OAEs. כל מצב של היעדר תגובות OAEs מחייב ביצוע בדיקת היענות לשלילת פתולוגיה הולכתית לפני סיכום התוצאות.

כשמתגלה רכיב הולכתי ABG בבדיקת שמיעה התנהגותית להולכת אוויר ועצם או אם קיים ספק באמינות הסיפים שהתקבלו בבדיקה, יש לערוך בדיקות היענות, טימפנומטריה או טימפנומטריה רחבת סרט, כדי לסייע לאבחנה המבדלת.

בבדיקות שנערכות סמוך לאירוע החשיפה לרעש, יש להימנע מבדיקת רפלקס אקוסטי (סף ודעיכה) בשל השימוש בעוצמות גירוי חזקות שעשויות לגרום לנבדק חוסר נוחות. אפשר לשלב בדיקה זו בבדיקות ההמשך, במידת הצורך. באופן חריג, כשיש חשד לנתק בעצמימי השמע, מומלץ לערוך בדיקת סף רפלקס אקוסטי לאישוש החשד. כמו כן, יש יתרונות לבדיקת טימפנומטריה רחבת סרט, שבודקת תחום רחב יותר של תדרים בהשוואה לטימפנומטריה שבודקת היענות בתדר בודד (226Hz). טימפנומטריה רחבת סרט רגישה לפתולוגיות שונות של האוזן התיכונה לדוגמה נתק בעצמימי השמע ואפשר לערוך אותה גם ללא הפעלת שינויי לחץ בתעלת האוזן החיצונית.



5. בדיקות פלט קוכליארי OAE (Otoacoustic Emissions)

יש לשקול ביצוע בדיקות פלט קוכליארי כחלק מההערכה השמיעתית הכוללת לאחר חשיפה לרעש לחימתי. בדיקת OAE מאפשרת לאבחן נזק לתאי השערה באוזן הפנימית גם אם לא קיים לכך ביטוי באודיוגרמה.

יש לבצע בדיקת OAE כשסיפי השמיעה בבדיקת שמיעה התנהגותית עד תדר 8000Hz נמצאו בתחום הנורמה, כדי לאתר נזק קוכליארי. אם נמצא נזק, בדיקת OAE מאפשרת לנטר את מידת השיפור בתפקוד הקוכליארי לאורך זמן, ולכן, כשתוצאות הבדיקה אינן תקינות, יש לחזור עליה בבדיקת המעקב לאחר טיפול.

אם הנבדק לא יכול להיבדק בבדיקת שמיעה התנהגותית בתא אקוסטי במכון השמיעה, אפשר לבדוק אותו ליד מיטת החולה בבדיקות שאינן התנהגותיות כמו OAE. אם הרישום נערך בחדר לא שקט אפשר להשתמש באוזניות כגון מגני אוזניים Earmuffs מעל ה-Probe של מכשיר ה-OAE כדי להנחית את הרעש הסביבתי בחדר הנבדק, במכשירי OAE שמאפשרים זאת.

קיימות שתי בדיקות קליניות של פלט קוכליארי. בבדיקות אלו נבדקים מנגנונים שונים של פעילות תאי השערה והן משלימות זו את זו.

1. DPOAE (Distortion Product Oto Acoustic Emissions) היא בדיקה של המנגנון הלא לינארי של תאי השערה החיצוניים, בה נבדק טווח תדרים רחב הכולל תדרים גבוהים יותר בהשוואה לבדיקת TEOAE.

2. בדיקת TEOAE (Transient Evoked Oto Acoustic Emissions) היא בדיקה של מנגנון ה-Reflection של תאי השערה החיצוניים (המגבר הקוכליארי).

מומלץ לבצע את שתי הבדיקות לנבדקים שנחשפו לרעש לחימתי. אם זה לא אפשרי, עדיף לבצע בדיקת DPOAE בגלל טווח התדרים הגבוה יותר.



בדיקות הפלט הקוכליארי מושפעות מאוד ממצב תעלת השמע החיצונית והאוזן התיכונה. אין להתחיל את הבדיקה באוזן מפרישה או באוזן עם שיעור מרובה. ידוע שכאשר יש פתולוגיה באוזן החיצונית או התיכונה, הסיכוי לקבל פלט קוכליארי משתנה בהתאם לפתולוגיה הולכתית. לפיכך, חשוב לפענח את ממצאי בדיקת OAE יחד עם ממצאי בדיקות ההיענות (טימפנומטריה).

יש לוודא בתחילת הבדיקה את התאמת ה-Probe לתעלה, את כיוול עוצמת הגירוי בתעלת האוזן החיצונית, ושאינן Ringing שנלווה לגירוי.

יש להקפיד לצרף לתוצאות הבדיקה את הפלט המודפס של בדיקות DPOAE ו-TEOAE, או למלא את כל נתוני הבדיקה, הגירוי והתגובה בטבלה לשם מעקב. פלט הבדיקה יכול את התדרים שנבדקו בכל אוזן, משרעת התגובה בכל תדר, משרעת הרעש בכל תדר ואת יחס האות לרעש (Signal to Noise Ratio SNR). בבדיקת TEOAE יש לציין את עוצמת הגירוי, מידת היציבות של הגירוי וחזרתיות התגובה הכללית. אם הנבדק מגיע לבדיקות המשך, מומלץ לבדוק בדגם מכשיר דומה לבדיקות קודמות לשם השוואה.

5.1 DPOAE (Distortion Product Otoacoustic Emissions)

- בבדיקת DPOAE מושמעים שני צלילים, F1 ו-F2, ומכשיר המדידה מזהה את התגובה הלא ליניארית שנוצרת מתאי השערה החיצוניים. הפרוטוקול המומלץ לביצוע הבדיקה הוא יחס של $F1/F2=1.2$ בין התדרים. עוצמת F1 הנהוגה בקליניקה היא 65dB SPL ועוצמת F2 היא 55 dB SPL.
- מומלץ למדוד DPOAE בשלושה תדרים לאוקטבה לפחות, כדי להגדיל את הדיוק בהערכה של קיום פגיעה קוכליארית בתדרים שלא נבדקים בבדיקת השמיעה ההתנהגותית.

- אם המכשיר מאפשר, מומלץ לבדוק גם תדרים מעל 8000Hz. בתדרים גבוהים מאוד יש לשים לב שלא נרשמים גלים עומדים.

5.1.1. סיכום וניתוח בדיקת DPOAE

סיכום הבדיקה ייערך עבור כל אוזן בנפרד ויציין את תחום התדרים שנבדקו.

עבור כל תדר יש לבחון את יחס האות לרעש, SNR, ולקבוע אם התקבלה תגובה, כלומר $SNR \geq 6dB$, או שלא התקבלה תגובה אם $SNR < 6dB$.

כדי לקבוע היעדר תגובה בפס תדרים כלשהו, עוצמת הרעש בפס תדרים זה צריכה להיות נמוכה מ-5) dB SPL. אם עוצמת הרעש גבוהה יותר מעוצמה זו, יש לנסות לשפר את תנאי הבדיקה, ואם הרעש עדיין גבוה, יש לסכם שתנאי הבדיקה לא אפשרו לקבוע היעדר תגובה בפס תדרים זה.

נורמות משרעת התגובה תלויות במכשיר ובגיל הנבדק, ויש לבחון את הנורמות לכל מכשיר ולכל גיל כמפורט בדוגמה בנספח ג'. בהעדר נורמות ספציפיות למכשיר המדידה, משרעת התגובה תחשב בתחום הנורמה אם היא גבוהה מ 0dB.

בסיכום הבדיקה, יש לסווג את הפלט הקובליארי עבור כל תדר נבדק לאחת משלוש הקטגוריות:

1. תגובת DPOAE תקינה: יחס האות לרעש, SNR, גבוה או שווה ל-6dB ומשרעת תגובה בתחום הנורמה.
2. תגובת DPOAE במשרעת נמוכה מהנורמה: יחס האות לרעש, SNR, גבוה או שווה ל-6dB ומשרעת תגובה נמוכה מהנורמה.
3. לא התקבלה תגובת DPOAE: יחס האות לרעש, SNR, נמוך מ-6dB.

4. חזרתיות הבדיקה (Test/Retest):

בשלב זה, לא ניתן להמליץ על ערך קליני אחיד לקביעת הבדל משמעותי בין שתי האוזניים או בין בדיקות על סמך השוואת משרעת התגובה. ניתן להתייחס קלינית לנוכחות תגובה לעומת היעדר תגובה. ראו ; Wagner et al., 2008 Dreisbach et al., 2006; Reavis et al., 2015

5.2. TEOAE (Transient Evoked Oto Acoustic Emission)

בבדיקת TEOAE יינתן גירוי נקישה בפרוטוקול לא לינארי בעוצמה של 84-80dB peSPL או לפי הנחיות יצרן המכשיר.

לפני ובמהלך הבדיקה יש לוודא שתנאי הבדיקה הולמים, כלומר, עוצמת הגירוי הגיעה ליעד והייתה יציבה לאורך הבדיקה, הרעש הסביבתי והפיזיולוגי נמוך יחסית, ספקטרום הגירוי ב־TEOAE מתאים למצופה.

5.2.1 סיכום וניתוח בדיקת TEOAE

סיכום הבדיקה ייערך עבור כל אוזן בנפרד ויציין את תחום התדרים שנבדקו.

עבור כל פס תדרים יש לבחון את יחס האות לרעש, SNR, ולקבוע אם התקבלה תגובה, כלומר $SNR \geq 6\text{dB}$, או שלא התקבלה תגובה, אם $SNR < 6\text{dB}$. נוסף לכך, עבור כל פס תדרים יש לבחון את משרעת התגובה שצריכה להיות גבוהה מ -5dB .

יציבות הגירוי צריכה להיות גבוהה מ־85%, בעדיפות ליותר מ־90%, וחזרתיות תגובה במקרים בהם המידע קיים עבור כל פס תדרים, מעל 80% לפחות.

כדי לקבוע היעדר תגובה בפס תדרים כלשהו, עוצמת הרעש צריכה להיות נמוכה מ־dB SPL (-5). אם עוצמת הרעש גבוהה יותר, יש לנסות לשפר את תנאי הבדיקה. אם הרעש עדיין גבוה, יש לסכם שתנאי הבדיקה לא אפשרו לקבוע היעדר תגובה בפס תדרים זה.



6. סיכום הערכה שמיעתית לנפגעי רעש לחימתי

6.1. הפניה לרופא אף אוזן גרון (אא"ג)

בתום הבדיקה יש להפנות את הנבדק לרופא אא"ג לשקילת טיפול בהתאם לפרוטוקול נפגעי רעש לאחר חבלה אקוסטית, וכן לביצוע מעקב שמיעה בהתאם לטיפול שיינתן.

6.2. המלצה על מעקב שמיעתי

6.3. סיכום של ההמלצות בהתאם לממצאי הבדיקות הקליניות ולהנחיות המופיעות בטבלה 1.

טבלה 1: סיכום המלצות בהתאם לממצאי הבדיקות הקליניות

המלצות	ממצאי OAE	ממצאי EHF	ממצאי בדיקה התנהגותית לצלילים בהולכת אוויר ועצם 250Hz-8000Hz
מעקב שמיעה על פי הצורך או בעת תחושת החמרה בשמיעה או הופעת תסמינים שמיעתיים/אוטולוגיים חדשים.	בתחום הנורמה	בתחום הנורמה לגיל	בתחום הנורמה
מעקב לפי הצורך או בעת תחושת החמרה בשמיעה; או בהתאם לפרוטוקול הטיפול הרפואי, אם ניתן טיפול.	לא תקינים	בתחום הנורמה לגיל	בתחום הנורמה



בתחום הנורמה	סיפים גבוהים מהנורמה לגיל	תקינים	מעקב שמיעה לאחר שבוע עד עשרה ימים ולאחר חודש, ומעקב תקופתי; או בהתאם לפרוטוקול טיפול רפואי
לקות שמיעה	סיפים בתחום הנורמה לגיל או סיפים גבוהים מהנורמה לגיל *ביצוע הבדיקה לשיקול דעת קלינאי התקשורת הבודק	תקין/ לא תקין *ביצוע הבדיקה לשיקול דעת קלינאי התקשורת הבודק	מעקב שמיעה [הכולל בדיקות OAE ו-EHF בהתאם לתוצאות שהתקבלו או לפי שיקול דעת קלינאי התקשורת הבודק] לאחר כשבוע עד עשרה ימים, ולאחר מכן כעבור חודש, ולאחר 3 חודשים; או בהתאם לפרוטוקול הטיפול הרפואי, אם ניתן טיפול.

אם קיימת לקות שמיעה בבדיקת המעקב לאחר תום הטיפול הרפואי, עם או ללא טנטון, יש להפנות לייעוץ לשיקום שמיעה לאחר התייצבות הסיפים (חודש עד שלושה חודשים מתום הטיפול).

אם קיים דיווח על טנטון, עם או ללא לקות שמיעה, לאחר גמר הבירור הרפואי יש להפנות לטיפול בטנטון, CBT/TRT (Cognitive Behavior Therapy / Tinnitus Retraining Therapy) לפי הצורך ולפי עוצמת התלונות.

6.4 המלצות להגנה על מערכת השמיעה מפני חשיפה נוספת לרעש

יש לתת הנחיות להפחתת חשיפה לרעש חזק לרבות במסיבות ובאירועים ציבוריים עם מערכות הגברה. במידה ונוכחים באירועים מרובי משתתפים מומלץ להשתמש באטמי אוזניים.

יש להמליץ על שימוש באמצעי הגנה על השמיעה ועל האוזניים בכל חשיפה נוספת וממושכת לרעש.

יש להדריך את הנבדק לגבי שימוש נכון באטמים. יש לשים לב להכנסת האטם לעומק תעלת השמע החיצונית.

יש לתת הנחיות והדרכה להאזנה בטוחה באוזניות עד שני שלישים בסרגל הווליום ולא יותר משעה ברציפות.

בקרב אנשים עם רקע של חשיפה לרעש, יש עדויות לשכיחות גבוהה יותר של גידולים במערכת השמיעה. לכן יש להיות ערניים בבדיקות המעקב ובהתאם לצורך להפנות להמשך בירור אוטו-נוירולוגי כשנמצא פער בין האוזניים, גם אם הפער בתדרים הגבוהים בלבד (EHF).

7. השפעת חשיפה לרעש לחימתי על התפקוד בבדיקת שמיעה התנהגותית

בשל האירוע הטראומטי שעבר האדם, ייתכן ויהיה קשה להשלים את הבדיקה או לקבל סיפי שמיעה מדויקים. מצבים של חשיפה לרעש הכוללת הדף עלולים לגרום לתסמינים של פגיעה מוחית קלה, mTBI (Mild Traumatic Brain Injury). כמו כן, החשיפה לאירוע טראומטי מעוררת לעיתים קרובות גם קשיים רגשיים ופסיכולוגיים. ייתכנו גם השפעות של דחק (stress) שנלווה לטראומה אקוסטית שיתבטאו כ־Acoustic Stress Disorder. בהמשך עלולה להתפתח הפרעת דחק פוסט טראומטית (PTSD). במהלך הבדיקה ייתכנו פרקי זמן של "התנתקויות" של הנבדק. במצבים אלו כדאי להזכיר לנבדק מדי פעם היכן הוא נמצא ואת מטלת הבדיקה.



מצבים אלו עלולים להקשות על הנבדק לבצע את המשימות השונות בבדיקת השמיעה ההתנהגותית. לכן, ייתכן שיהיה חוסר התאמה בין חלקי הבדיקה ההתנהגותית ויהיה קשה להשלים אותה. במקרים אלו, יש לציין זאת בסיכום הממצאים ולהמליץ על השלמת הבדיקה במועד קרוב. אם הנבדק מתקשה במהלך הבדיקה יש להעדיף לבצע את בדיקת התדרים הגבוהים אשר פגיעים לנזקי רעש על פני התדרים 250Hz, 500Hz ו- 1000Hz. כמו כן, יש לבצע בדיקות אובייקטיביות כגון DPOAE או TEOAE.

כשתוצאות בדיקת DPOAE תקינות ואי אפשר להשלים את הבדיקה ההתנהגותית, כמו במקרה שעולה חשד ל-mTBI או השפעה פסיכולוגית-סטרוגנית בעקבות החשיפה לאירוע אקוסטי טראומתי, יש להסביר לנבדק שלרוב צפוי שיפור מהיר של מצבו השמיעתי, ולעדכן את הרופא המפנה. כמו כן יש לתת המלצה בסיכום הבדיקה לתמיכה רגשית ולבדיקה התנהגותית חוזרת.

יש להקפיד בניסוחים בסיכום הבדיקה במקרים אלו, ולגלות רגישות מרבית. לדוגמה ניתן לכתוב בסיכום "ניכר היה קושי לסיים את הבדיקה" ולהמליץ על בדיקה בעוד מספר ימים.



מקורות

בלייך א' ומלמד י., 2017, פגיעה נפשית פוסט טראומטית עקב שירות צבא, רפואה ומשפט, גיליון מס' 37, 37-44.

- ASA/ANSI S3.6-2018 (R2023): Specification for Audiometers. Retrieved from: <https://blog.ansi.org/asa-ansi-s3-6-2018-r2023-audiometers-specification>
- Aarhus, L., Kjaerheim, K., Heikken, S., Martinsen, J.I., Pukkala, E., Selander, J., Sjostrom, M., Skare, O., Straif, K., Mehlum, I.S. (2020) Occupational noise exposure and vestibular schwannoma: A case-control study in Sweden, *American Journal of Epidemiology*, 18.1342-1347, (1)9
- Attias, J., Furst, M., Furman, V., Reshef, I., Horowitz, G., & Bresloff, I. (1995). Noise-induced otoacoustic emission loss with or without hearing loss. *Ear and hearing*, 16(6), 612-618.
- Atias, J., Horovitz, G., El-Hatib, N & ,Nageris, B. (2001). Detection and clinical diagnosis of noise-induced hearing loss. *Noise Health*, 3.19-31, (12)
- Balatsouras, D. G., Homsiloglou, E., & Danielidis, V. (2005). Extended high-frequency audiometry in patients with acoustic trauma. *Clinical Otolaryngology*, 30(3), 249-254.
- British Society of Audiology (2023). Recommended Procedure Clinical Application of Otoacoustic Emissions (OAEs) in Children and Adults. website
- Bryden, D. W., Tilghman, J. I., & Hinds, S. R. (2019). Blast-related traumatic brain injury: current concepts and research considerations. *Journal of experimental neuroscience*, 13, 1179069519872213.



- Büchler, M., Kompis, M., & Hotz, M. A. (2012). Extended frequency range hearing thresholds and otoacoustic emissions in acute acoustic trauma. *Otology & neurotology*, 33(8), 1315-1322.
- Cao, Z., Zhao, f., Mulugeta, H., (2019). Noise exposure risk factor for acoustic neuroma: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Audiology*, 58535- , (9) 532
- Chapman, J. C., & Diaz-Arrastia, R. (2014). Military traumatic brain injury: a review. *Alzheimer's & Dementia*, 10, S97-S104.
- Dhar, S &., Hall, J.W.(2018). Otoacoustic emissions: Principles, procedures, and protocols. Plural Publishing Inc.
- Dreisbach, L. E., Long, K. M., & Lees, S. E. (2006). Repeatability of high-frequency distortion-product otoacoustic emissions in normal-hearing adults. *Ear and hearing*, 27(5), 466-479.
- American Psychiatric Association (2013). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*, 5th edition: DSM-5. American Psychiatric Association Publishing.
- Gupta, A., Raj, P., Sood, A & ,.Raghavan, A. (2023). Acoustic trauma in soldiers: Pure-tone audiometry versus distortion product otoacoustic emissions as a tool for early detection *Indian Journal of Otology*, 29.17-22 ,(1)
- Hunter, L & ,.Shahnaz, N. (2013). *Acoustic Immittance Measures. Basic and Advanced Practice*. Plural Publishing Inc.
- Job, A., Raynal, M., Kossowski, M., Studler, M., Ghernaouti, C., Baffioni-Venturi, A., ... & Guelorget, A. (2009). Otoacoustic detection of risk of early hearing loss in ears with normal audiograms: a 3-year follow-up study. *Hearing research*, 251(1-2), 10-16.



- Konrad-Martin, D., Poling, G. L., Dreisbach, L. E., Reavis, K. M., McMillan, G. P., Miller, J. A. L., & Marshall, L. (2016). Serial monitoring of otoacoustic emissions in clinical trials. *Otology & Neurotology*, 37(8), e286-e294.
- Le, T. N., Straatman, L. V., Lea, J., & Westerberg, B. (2017). Current insights in noise-induced hearing loss: a literature review of the underlying mechanism, pathophysiology, asymmetry, and management options. *Journal of Otolaryngology-Head & Neck Surgery*, 46(1), 1-15.
- Littlefield, P. D., & Brungart, D. S. (2020). Long-term sensorineural hearing loss in patients with blast-induced tympanic membrane perforations. *Ear and hearing*, 41(1), 165-172.
- Lough, M., & Plack, C. J. (2022). Extended high-frequency audiometry in research and clinical practice. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 151(3), 1944-1955.
- Meng, D., & Chen, J. (2023). Hearing Damage Through Blast. In Z. Wang & J. Jiang (Eds.), *Explosive Blast Injuries* (pp. 301–317). Springer Nature Singapore.
https://doi.org/10.1007/978-981-19-2856-7_20
- Priya, J.S & ,Hohman, M.H. (2023). Noise exposure and Hearing Los. In: StatPearls. StatPearls Publishing, Treasure Island (FL); 2023. PMID: 37603638. Retrieved from: <https://europepmc.org/article/NBK/nbk594247>
- Ramos, J. A., Kristensen, S. G. B., & Beck, D. L. (2013). An overview of OAEs and normative data for DPOAEs. *Hearing Review*, 20(11), 30-33.
- Reavis, K. M., McMillan, G. P., Dille, M. F., & Konrad-Martin, D. (2015). Meta-analysis of distortion product otoacoustic emission retest variability for serial monitoring of cochlear function in adults. *Ear and hearing*, 36(5), e251.



- Rodríguez Valiente, A., Trinidad, A., García Berrocal, J. R., Górriz, C., & Ramírez Camacho, R. (2014a). Extended high-frequency (9–20kHz) audiometry reference thresholds in 645 healthy subjects. *International Journal of Audiology*, 53(8), 531-545.
- Rodríguez Valiente, A., García Berrocal, J. R., Roldán Fidalgo, A., Trinidad, A., & Ramírez Camacho, R. (2014b). Earphones in extended high-frequency audiometry and ISO 389-5. *International Journal of Audiology*, 53(9), 595-603.
- Wada, T., Sano, H., Nishio, S., Kitoh, R., Ikezono, T., Iwasaki, S... & Usami, S. (2017). Differences between acoustic trauma and other types of acute noise-induced hearing loss in terms of treatment and hearing prognosis. *Acta Oto-Laryngologica*, 137(sup565), S48–S52.
- Wagner, W., Heppelmann, G., Vonthein, R., & Zenner, H. P. (2008). Test–retest repeatability of distortion product otoacoustic emissions. *Ear and hearing*, 29(3), 378-391.
- Yehudai, N., Fink, N., Shpriz, M., & Marom, T. (2017). Acute acoustic trauma among soldiers during an intense combat. *Journal of the American Academy of Audiology*, 28(05), 436-443.



נספח א' - אנמנזה ייעודית לחשופים לרעש לחימתי

מצורפת אנמנזה ייעודית לנבדקים/ות שנחשפו לרעש לחימתי

1. אנמנזה זו מהווה תוספת והרחבה לאנמנזה הנהוגה בהערכה שמיעתית, ואינה מחליפה אותה.
2. יש להתנהל ברגישות בעת לקיחת האנמנזה שכן לעיתים מצבם הנפשי של הנפגעים עלול להיות מושפע מאירוע החשיפה לירי.
3. אם אי אפשר להשלים את האנמנזה בשל מצבו הרגשי או הפיזי של הנבדק, רצוי להשלימה בבדיקות המשך.
4. לחילופין אפשר להתחיל את האנמנזה בבקשה לתיאור חופשי של הנבדק על אירוע הירי, ולמלא את המסמך לפי התיאור, תוך השלמת המידע עבור שאר השאלות.
5. שימו לב כי לאורך שאלון האנמנזה אפשר למלא יותר מאפשרות אחת.

פרטים אישיים:

שם הנבדק: תאריך הבדיקה: DD / MM / YY

תאריך לידה: DD / MM / YY

מגדר: ☐ גבר ☐ אישה ☐ אחר

תאריך חשיפה לאירוע הרעש (תאריך מדויק ככל האפשר): / /

זמן שחלף מהאירוע: שעות, ימים, שבועות, חודשים

האם הייתה חשיפה לרעש טרם אירוע החשיפה הנוכחי? ☐ כן ☐ לא. פרט:



סוג הרעש:

לאיזה סוג רעש נחשפת? ☐ ירי ☐ פיצוץ ☐ פיצוץ כולל הדף ☐ אחר: -

האם ירית בנשק? ☐ כן ☐ לא

מה היה משך החשיפה? ☐ חד פעמי ☐ חשיפה ממושכת ☐ תיאור זמן אחר:

מה היה מקום החשיפה? ☐ חלל פתוח ☐ חלל סגור ☐ גם וגם ☐ אחר: -

האם ידוע לך לאיזה סוג כלי נשק נחשף? ☐ נשק קל ☐ רימון ☐ טיל כתף ☐ מטען ☐ רקטה.

אחר: _____

האם ידוע לך מאיזה צד היה הרעש/פיצוץ/הדף? ☐ ימין ☐ שמאל ☐ מלמעלה ☐ מקדימה

☐ מאחור

האם היית עם מיגון שמיעה בעת החשיפה? ☐ לא ☐ כן איזה: _____

יש להבחין בכתיבת האנמנזה בין סימפטומים חדשים שהופיעו לאחר החשיפה לבין סימפטומים שהיו בעבר, לפני החשיפה.

סימפטומים שמיעתיים ואוטולוגיים:

צד הפגיעה - ☐ ימין ☐ שמאל ☐ שתי האוזניים

האם אתה חש ירידה בשמיעה? ☐ כן ☐ לא



אם כן, באיזו אוזן? ☐ ימין ☐ שמאל ☐ שתי האוזניים

אם בשתי האוזניים, האם קיים הבדל בין האוזניים? ☐ כן ☐ לא

אם כן, באיזו אוזן הירידה משמעותית יותר? ☐ ימין ☐ שמאל

האם היה שיפור כלשהו בתסמינים מאירוע החשיפה ועד היום? ☐ כן ☐ לא

האם קיבלת טיפול רפואי הקשור בשמיעה? ☐ כן ☐ לא

אם כן, איזה טיפול ניתן? _____

כמה זמן עבר מתחילת הטיפול? _____

האם חשת שיפור בשמיעה ובתסמינים מתחילת הטיפול הרפואי? ☐ לא ☐ כן, פרט: _____

האם קיים טנטון? ☐ כן ☐ לא

אם כן, באיזו אוזן? ☐ ימין ☐ שמאל ☐ בראש

תיאור הטנטון? ☐ רעש ☐ צפצוף ☐ תיאור אחר: _____

תדירות הטנטון? ☐ קבוע ☐ לעיתים ☐ אחר:

מה עוצמת הטנטון בסולם של 0 עד 10? (0 - העוצמה הנמוכה ביותר ו-10 העוצמה החזקה ביותר שאפשר לדמיין)

האם קיימת תחושת אטימות באוזניים? ☐ כן ☐ לא

האם קיימת תחושת לחץ באוזניים? ☐ כן ☐ לא



האם קיימת רגישות יתר לרעש לאחר החשיפה לרעש הלחימתי? ☐ כן ☐ לא

האם קיים עיוות בתפיסת הצליל או הדיבור לאחר החשיפה? ☐ כן ☐ לא

האם חשת או הינך חש כאב באוזניים? ☐ כן ☐ לא

האם חל דימום מהאוזניים לאחר החשיפה? ☐ כן ☐ לא

האם חווית תחושת סחרחורת או חוסר שיווי משקל לאחר החשיפה לרעש? ☐ כן ☐ לא

אם כן, מהו סוג הסחרחורת? ☐ סיבובית ☐ חוסר יציבות וחוסר שיווי משקל,
אחר: _____

האם חווית קושי בשמיעה או בהבנת דיבור כשיש רעשי רקע? ☐ כן ☐ לא

סימפטומים אחרים:

האם נחבלת בראשך בעת החשיפה לרעש? (מעידה, נפילה, פגיעה בקיר, הטחת חפץ וכו')
☐ כן ☐ לא

אם כן, האם איבדת את ההכרה? ☐ כן ☐ לא.

אם כן, האם באפשרותך להעריך לכמה זמן איבדת את ההכרה? _____

אנשים שנחשפים לרעש לעיתים מדווחים על סימפטומים אחרים. עד כמה, אם בכלל, אתה
חוזה או חווית כל אחד מהסימפטומים הבאים מאירוע החשיפה לרעש? (סמנו V במידה
והנבדק מציין זאת).

☐ בלבול או התמצאות לקויה ☐ בחילה ☐ הקאה ☐ רגישות לאור
☐ הפרעה בזיכרון ☐ כאב ראש ☐ פרכוס ☐ חולשה בצד מסוים של הגוף



נספח ב'- טבלת הערכה של טווחי נורמות עבור ספי Extended High Frequency ב- dB HL לפי גיל ותדר

Age (Year)	Range	Frequency (kHz)					
		9	10	11.2	12.5	14	16
5-19	Median	-1	1.5	-1.5	-2.5	0.5	1
	75th	2	3	1	3	0	0
	90th	11	8	11	13	14.5	10
	95th	11	13	16	18	20	17
20-29	Median	0.5	-1	-1	1	3	7
	75th	1	3	-4	-7	-1	-10
	90th	6	8	1	6.5	15	20
	95th	11	8	11	23	35	40
30-39	Median	4	4	3	3	31	16
	75th	6	8	6	8	40	25
	90th	16	17	11	23	54	39
	95th	26	28	31	43	60	45
40-49	Median	6	8	10	18	50	35
	75th	6	8	16	28	60	45
	90th	16	23	26	35	79	64
	95th	21	28	31	43	85	70
50-59	Median	24	29	44	52	59	44
	75th	26	38	46	43	85	70
	90th	26.5	43	51	53	85	70
	95th	34	48	54	63	85	70
60-69	Median	40	48.5	57.5	64.5	75	60
	75th	51	53	65	62	85	70
	90th	62	73	81	93	85	70
	95th	74	81	86	93	85	70
70-79	Median	66	70	79	78	85	70
	75th	71	78	76	93	85	70
	90th	84	88	84	93	85	70
	95th	86	96	94	93	85	70

בשלב זה לא קיימת אחידות בנורמות בעולם. לפיכך, ההמלצה היא לעבוד לפי נורמות שפורסמו במאמרים שבדקו ספים של נבדקים ללא בעיות שמיעה בקבוצות גיל שונות. יש לציין כי חלק מהמאמרים דיווחו על הנורמות ב dB HL וחלקן ב- dB SPL, וכך, שקיימת שונות בין המחקרים.

לנספח זה נבחר מאמר של Rodriguez Valiente et al., 2014a, שקבע את ספי השמיעה של 645 נבדקים בתדרים הרגילים וב- EHF באמצעות אוזניות Circumaural בקבוצות גיל שונות. לאחר מכן, הושוו את ספי השמיעה לעבודות קודמות שנערכו ואיחדו את הנתונים ממספר מאמרים קודמים. במאמר מומלץ להשוות את ספי השמיעה של הנבדק (ב- dB SPL) לפי גילו, לטווח המצופה מהגיל (טווח החציון עד אחוזון 95). במידה והסף בטווח זה ניתן לתאר את הסף של הנבדק כמצופה מהגיל. במידה והוא מעל אחוזון 95, יסוכם הסף בתדר זה כגבוה מהמצופה לגיל.

על מנת להקל את ההשוואה הומרה טבלה 4 מהמאמר ל- dB HL על סמך RETSPL שנלקחו עבור EHF לפי ANSI S3.6 2018 (R2023) – Standards for Audiometers ולפי ה RETSPL המומלץ במאמר של Rodriguez Valiente et al., 2014b. השונות ב RETSPL בין המתמרים היא ב- dB בודדים בלבד, ולכן נעשה שימוש ב RETSPL גנרי, כמוצג במאמר.

בטבלה משמאל, מדווחים ערכי החציון (Median), אחוזון 75, 90 ו 95 של ספי השמיעה בכל קבוצת גיל, ב- dB HL.

במידה וסף השמיעה של הנבדק בתדר מסוים נמצא בטווח שבין החציון לאחוזון 90 או 95, ניתן לקבוע שהסף מתאים לגיל.



בצבע אדום ובפונט נטוי מסומנים תדרים בהם צפוי כי הנבדק בגיל המצוין לא יגיב גם בעוצמת המקסימום.

בסיכום ניתן להשתמש בדוגמאות בניסוחים הבאים:

"בבדיקה נקבעו ספי שמיעה גם עבור תדרי Extended High Frequency והושוה לאחוזון 95 המצופה מגיל הנבדק, כמדווח אצל Rodriguez Valiente et al (2014)."

- באוזן ימין בתדרים A B C התקבלו ספי שמיעה המתאימים לגיל, ובתדרים X Y Z התקבלו ספים מעל המצופה לגיל.
- באוזן שמאל בתדרים A B C התקבלו ספי שמיעה המתאימים לגיל, ובתדרים X Y Z התקבלו ספים מעל המצופה לגיל.
- התייחסות לאסימטריה בין האוזניים במידה וקיימת.
- התייחסות לבדיקות קודמות שנערכו.

נספח ג'

בדיקת DPOAE : דוגמה לשימוש בנורמות משרעת התגובה (הטווח האפור, אחוזון 5 עד 95) ולאופן סיווג התוצאות לאחת משלוש הקטגוריות: 1. תגובת DPOAE תקינה, 2. תגובת DPOAE במשרעת נמוכה מהנורמה או 3. לא נרשמה תגובת DPOAE.

הנתונים נאספו במכשיר Titan מ 20 צעירים (39 אוזניים) בעלי שמיעה בתחום הנורמה, נבדקו שלושה תדרים לאוקטבה, $f_2 = 55 \text{ dB SPL}$, $f_1 = 65 \text{ dB SPL}$, $1.22 = (f_2/f_1)$. טבלאות הנורמות מובאות בהמשך הנספח (Ramos et al., 2013)

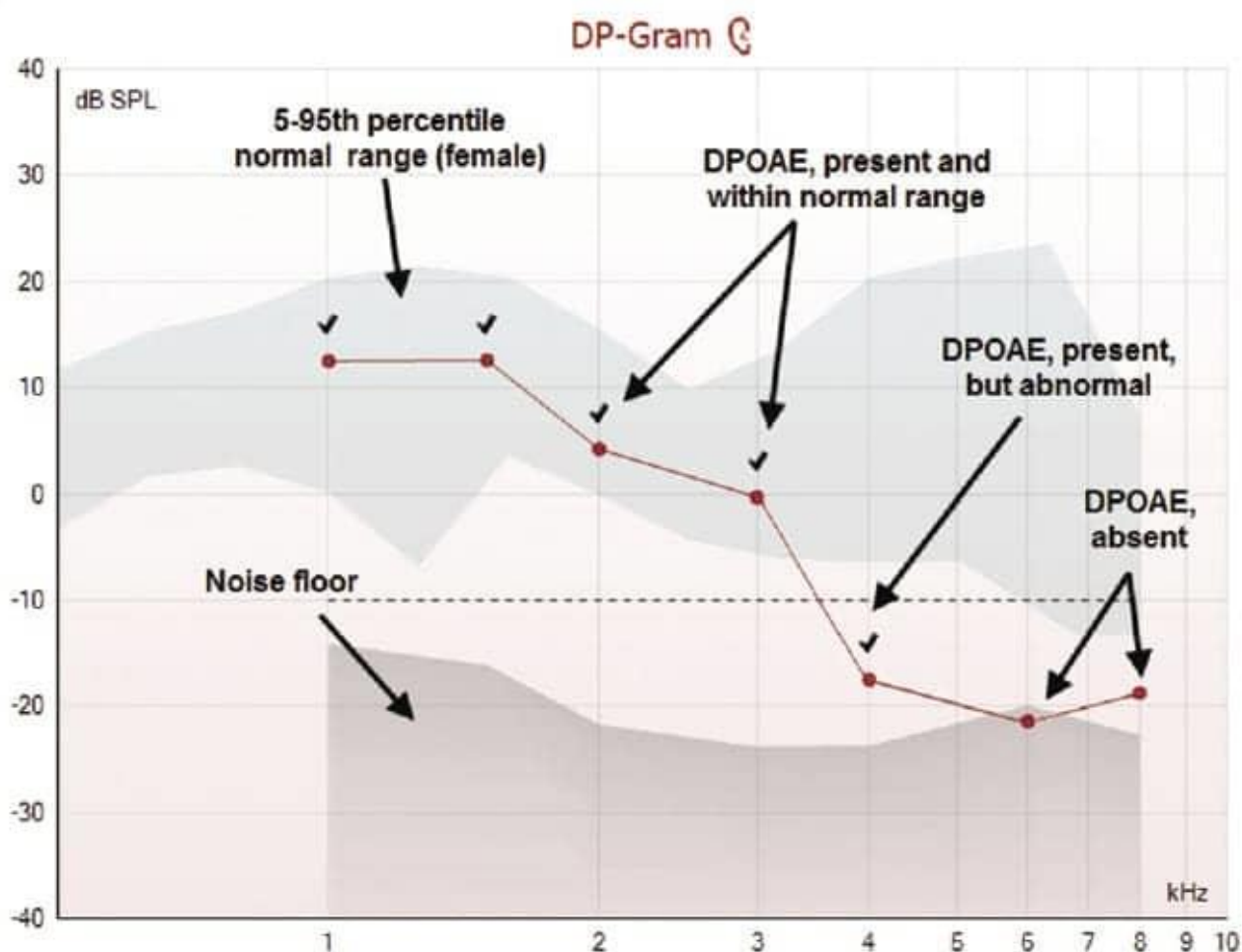


Figure 1. A DP-Gram from the Titan DPOAE440 module displaying the normal range, noise floor, and recorded DPOAEs. Categorization of DPOAEs is indicated as marked.



f2	Mean	St Dv	Percentiles							Mean NF
			Median (50th)	1st	5th	10th	99th	95th	90th	
500	2.5	5.6	2.2	-7.2	-7.1	-6.2	11.4	11.2	8.7	-3.8
629	2.4	5.1	3.0	-4.7	-4.6	-4.0	11.3	10.9	8.4	-6.2
793	5.2	6.3	5.1	-10.0	-4.0	-1.5	13.1	11.6	11.3	-9.6
1000	7.0	7.8	9.8	-11.2	-8.6	-4.1	14.8	14.6	13.9	-10.3
1259	10.9	8.1	13.7	-8.5	-8.3	-1.6	20.5	20.0	17.1	-13.8
1587	8.6	8.5	11.4	-12.4	-9.2	-6.6	17.1	16.5	15.8	-16.0
2000	4.4	10.1	6.9	-20.8	-13.9	-12.6	14.4	13.4	13.2	-18.3
2519	2.5	6.5	3.8	-13.6	-12.8	-6.1	9.5	9.3	9.3	-21.0
3174	2.6	8.6	5.0	-21.7	-14.7	-6.5	11.0	11.0	10.0	-22.4
4000	4.0	9.2	5.8	-19.4	-14.7	-4.6	16.7	13.7	12.6	-22.0
5039	5.1	11.4	8.2	-24.9	-16.6	-7.6	16.9	16.6	15.4	-20.9
6349	-1.1	11.5	1.2	-16.9	-14.4	-13.5	17.8	16.8	15.9	-17.8
8000	-8.4	4.8	-9.2	-14.6	-14.0	-12.5	4.5	0.5	-4.3	-19.6

Table 1. The DPOAE normative data for males (N=19 ears).

f2	Mean	Stdv	Percentiles							Mean NF
			Median (50th)	1st	5th	10th	99th	95th	90th	
500	5.2	5.2	5.7	-4.0	-3.3	-2.1	13.9	11.7	10.7	-4.4
629	8.4	4.8	8.5	0.7	1.6	2.7	16.5	15.3	15.1	-7.4
793	9.4	5.5	8.8	1.3	2.6	3.0	19.0	17.2	15.8	-10.2
1000	11.7	6.3	13.2	-0.1	0.1	2.3	20.7	20.4	17.6	-12.1
1259	11.2	9.0	11.8	-9.5	-6.8	-2.8	21.8	21.5	21.4	-14.4
1587	11.7	7.1	12.0	-8.6	3.6	6.0	21.5	20.5	18.0	-16.3
2000	7.9	6.8	9.5	-9.9	-0.1	1.0	16.1	15.6	15.3	-18.4
2519	5.0	6.8	6.8	-14.3	-4.3	-3.1	14.9	9.9	9.4	-21.2
3174	3.3	6.5	3.4	-6.2	-6.1	-5.8	15.0	13.6	12.2	-22.7
4000	8.0	8.5	9.6	-9.7	-6.4	-4.2	20.4	20.4	16.4	-21.9
5039	11.2	9.4	10.0	-8.5	-6.3	1.1	24.0	22.3	21.7	-20.0
6349	7.0	13.2	6.1	-19.8	-11.7	-7.9	24.0	23.6	21.5	-18.1
8000	-5.4	8.3	-7.3	-17.8	-16.8	-16.3	8.9	7.4	6.9	-19.9

Table 2. The DPOAE normative data for females (N=20 ears).

f2	Mean	Stdv	Percentiles							Mean NF
			Median (50th)	1st	5th	10th	99th	95th	90th	
500	3.9	5.5	5.0	-7.2	-6.1	-3.4	13.4	11.5	10.7	-4.1
629	5.5	5.7	5.3	-4.7	-3.9	-2.8	16.2	15.1	12.2	-6.8
793	7.4	6.2	8.5	-8.3	-1.3	0.8	18.5	15.8	15.1	-9.9
1000	9.4	7.4	11.2	-10.4	-3.6	-0.7	20.6	17.6	16.4	-11.2
1259	11.1	8.5	12.3	-9.6	-8.3	-3.2	21.7	21.4	20.0	-14.1
1587	10.2	7.9	11.6	-12.6	-9.1	2.3	21.3	18.0	16.9	-16.1
2000	6.2	8.6	8.9	-18.9	-12.5	-2.1	16.0	15.3	13.6	-18.3
2519	3.8	6.7	4.9	-15.7	-12.8	-3.8	13.7	9.6	9.3	-21.1
3174	3.0	7.5	4.7	-19.8	-7.0	-5.9	14.6	12.2	11.0	-22.5
4000	6.1	8.9	7.2	-18.1	-10.9	-4.4	20.4	17.8	15.4	-21.9
5039	8.3	10.7	8.6	-22.6	-9.6	-5.7	23.6	21.7	20.1	-20.4
6349	3.1	12.9	4.2	-20.2	-14.4	-13.3	23.9	21.5	20.2	-17.9
8000	-6.9	6.9	-8.3	-17.6	-16.3	-14.1	8.5	6.9	5.2	-19.7

Table 3. The DPOAE normative data for combined males and females (N=39 ears).

טבלאות הנורמות לגברים (19)
אוזניים) ולנשים (20 אוזניים)
ולכלל המדגם: