

יורה מדע

גיליון חודשי להלכה, מדע וטכנולוגיה

גיליון 23 – סיון תשפ"ג

מכשירי שמיעה (ה)

הקדמה

בגיליונות 19-20 עסקנו במהות גלי הקול, באופן השמיעה של האוזן ובשאלת שמיעת מצוות שונות באמצעות מכשיר החצוצרה – "מכשיר שמיעה" פשוט שהיה בשימוש עד לפני כמאה שנה. בגיליונות 21-22 עברנו לעסוק במכשירי השמיעה החשמליים שהתחילו להופיע לפני כמאה שנים, והולכים ומתפתחים משנה לשנה. בגיליון זה נתחיל לעסוק בשתל הקוכלארי – שהולך ונעשה נפוץ יותר ויותר בשנים האחרונות, ומיועד עבור מי שמכשיר שמיעה חשמלי רגיל, שרק מגביר את הקול, לא יוכל לסייע לו. תחילה נעסוק בשמיעת מצוות כמו שופר ומגילה באמצעות השתל הקוכלארי. השאלה מתפצלת באופן כללי לשתי שאלות:

- האם השמיעה באמצעות השתל המלאכותי, שמחליף פעולה טבעית של האוזן הפנימית, יכולה להיחשב כשמיעה?
- גם אם נאמר ששמיעה כזו דינה כשמיעה מבחינת ההלכה, האם השוני באיכות ובאופי של הקולות הנשמעים באמצעות השתל, לעומת הקולות שהיו נשמעים בצורה טבעית, מהווה חיסרון לעניין שמיעת מצוות שונות?

בגיליון זה נדון בשאלה הראשונה, שהיא רק 'חצי' מהדיון. לכן יש להתייחס למובאות ההלכתיות בגיליון זה בזהירות. החלק המשלים של הדיון, יבוא בעזרת ה' בגיליון הבא, ובו נדון באופי הקולות הנשמעים באמצעות השתל, באופן שבו מושתלים מבינים את מה שהם שומעים ובהשלכת העובדות הללו (בצירוף מה שראינו בגיליון זה) על שמיעת מצוות שונות באמצעות השתל, כל אחת כפי דיניה.

בגיליון 25, שבו יופיע כנראה החלק האחרון בסידרת המאמרים על מכשירי השמיעה, נעסוק בעזרת ה' בשאלות הכרוכות בשימוש בשתל קוכלארי בשבת.

במסגרת גיליון זה נחזור על חלק מהמושגים שכבר ראינו, אך מומלץ לעבור על הגיליונות הקודמים לפני קריאת הגיליון הנוכחי. אפשר להשיג את הגיליונות הקודמים (חינם), באמצעות כתובת האי-מייל שמופיעה בסוף הגיליון.

הסבר מדעי

תדירות גלי הקול – חזרה קצרה

בגיליון 19 למדנו שגלי הקול נוצרים על ידי תנודות מחזוריות של עצמים (כמו לדוגמה מיתר של גיטרה), שגורמים לשינויי לחץ מחזוריים בתווך (חומר) שסביבם. שינויי הלחץ המחזוריים הללו מתפזרים הלאה והם למעשה גלי הקול שקיימים באוויר. קצב התנועה של החפץ שיצר את הקול נקרא 'תדר', והוא מיוצג ביחידות שנקראות 'הרץ' (מקובל לסמן באמצעות הקיצור Hz), ופירושו הוא: מחזור לשנייה (3 הרץ מייצג קצב של

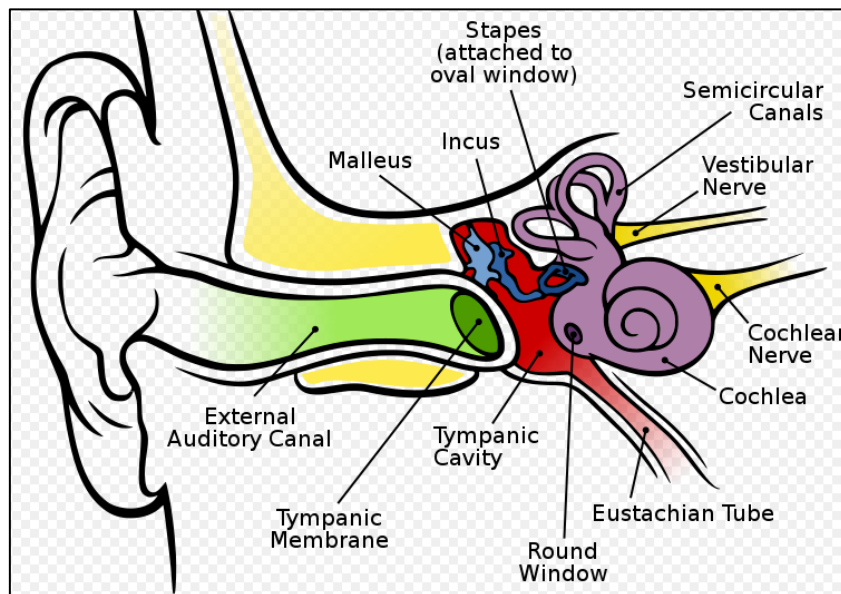
שלשה מחזוריים בשנייה, 20 הרץ הם 20 מחזוריים בשנייה וכן הלאה). קצב זה הוא גם הקצב של השינויים המחזוריים בלחץ המשתנה שהוא למעשה גל הקול העובר ממקום למקום. השמיעה שלנו מתבססת על כך שגלי לחץ אלה מגיעים לעור התוף ומנידים אותו באותו תדר של גל הקול. תנודות אלה של עור התוף מועברות הלאה דרך חלקי האוזן השונים, עד לתרגום של גלי הקול לאותות חשמליים שהמוח מפענח, כפי שנראה בהמשך.

למדנו שתדירות גלי הקול מתבטאת לרוב ביצילי של הקול. בצורה פשטנית: גלי הקול שנשמעים לנו בתור התווים דו, רה, מי וכו' הם בעלי תדירות שונה. ככל שהתדירות של גלי הקול עולה (קצב מהיר יותר של תנודת מקור הקול, שגם מתבטא בקצב מהיר של שינויי לחץ), כך הצליל נשמע לנו יותר 'גבוה'.

לכל כלי נגינה או חפץ רועש אחר (לדוגמה: מסור שחותך בול עץ) יש 'גוון' מיוחד משלו. הגוון הזה נובע מכך שכמעט שאין גל קול 'טהור' בעל תדירות אחת. כל מקור קול מפיק במקביל כמה תדרים שאופייניים לו. זו גם הסיבה שאותו תו שמנוגן בשני כלי נגינה שונים לא יישמע בצורה זהה.

חלקי האוזן – חזרה קצרה

בגיליון 19 הכרנו את חלקי האוזן ופעולתם. נחזור על הדברים בקצרה, כהקדמה להסבר על השתל הקולכלארי. בתרשים הבא¹ מוצגת בצורה כללית מערכת השמיעה האנושית:



מקובל לחלק את המערכת לשלושה חלקים:

- האוזן החיצונה – האפרכסת האוספת את גלי הקול מהסביבה לתוך תעלת השמיעה (התעלה צבועה בירוק בהיר בתרשים) שמובילה אותם אל עור התוף (שמופיע בתרשים כאליוספה בצבע ירוק כהה). גלי הקול שמגיעים לעור התוף מנידים אותו בקצב של תדר גלי הקול².
- האוזן התיכונה – היא חלל (הצבוע באדום בתרשים) המכיל את שלוש עצמות השמע: הפטיש הסדן והמשוורת³ (העצמות צבועות בשלשה גוונים של כחול בתרשים). עצמות אלו מעבירות את תנודות עור התוף ליחלון האוזן³ (בעל צורת אליוספה) שבכניסה לשבלול שבאוזן הפנימית, ומנידות אותו.

¹ התרשים הועתק לפני כמה שנים מאתר ויקיפדיה באנגלית, ערך 'Auditory system'. כיום הוא כבר לא נמצאת שם, ואין לי לעת עתה מידע לגבי זכויות היוצרים שלו.

² כפי שנכתב לעיל, גלי קול לרוב מורכבים מכמה תדרים. כאשר מגיע לעור התוף קול שמורכב מכמה תדרים, עור התוף נע בתנועה שמורכבת מכמה תדרים, וכך היא גם עוברת הלאה עד לאוזן הפנימית. כדי להבין איך יכולה להיות תנודה שמכילה כמה קצבים אפשר לחשוב על אדם שעולה ויורד שוב ושוב במעלית (קצב יחסית איטי), ותוך כדי העלייה והירידה מנופף את ידו מעלה ומטה בקצב מהיר. התנועה של היד יחסית לקומת הקרקע, מורכבת משני קצבי שינוי: קצב העלייה והירידה של המעלית וקצב העלייה והירידה של היד יחסית לרצפת המעלית.

- האוזן הפנימית (צבועה בסגול בתרשים) – מכילה את השבלול (קוכלאה - cochlea) הנמצא בחלקה התחתית ואת איבר שיווי המשקל (נראה כשלוש לולאות). רק השבלול משתתף בתהליך השמיעה. החלון האובלי שבכניסה לשבלול מתנוודד, בעקבות תנודות עור התוף שמועברות אליו דרך עצמות השמע. הוא מעביר את גל הקול אל נוזל, שממלא את התעלה הספירלית דמוית השבלול. באחת מדפנות התעלה נמצאות 'שערות', שמתנוודדות בעקבות גל הקול העובר בה. כל אזור בשבלול, רגיש בעיקר לגלים בעלי תדרים מסוימים, והשערות שאזור זה מופעלות בעיקר מכוח אותם תדרים. תנודת השערות השונות גורמת לאותות חשמלי המועברים דרך עצב השמיעה אל המוח.

אופן פעולת השבלול שבאוזן הפנימית

כדי להבין את אופן פעולת השתל, נתעכב עוד על תיאור השבלול ואופן פעולתו. השבלול מורכב משלוש תעלות מקבילות, שאורכן (אילו היה אפשר ליישר אותן) לא עולה על סנטימטרים בודדים. שלוש התעלות הללו מסתלסלות יחד כ-2 וחצי סיבובים, לצורה שמזכירה קונכייה של שבלול. גלי הקול מגיעים אל 'החלון הסגלגל' (בעל צורה אליפטית⁴) שבכניסה לשבלול, והוא מעביר את התנודות הללו לתוך אחת משלוש התעלות של השבלול שנקראת Scala Vestibule. התעלה הזו מלאה בנוזל, שעובר שינויי לחץ בעקבות תנועת החלון הסגלגל. שינויים אלה מועברים גם לשתי התעלות הנוספות דרך הדפנות שבין התעלות. צמוד לדופן המבדילות בין שתיים משלושת התעלות המקבילות נמצאים סיבים דקים המכונים 'שערות' (ואינן קשורות כלל לשערות שצומחות על העור). השערות מתנדנדות בעקבות שינויי הלחץ בשבלול, ומאפשרות לחלקיקים בעלי מטען חשמלי (יונים חיוביים של סידן ואשלגן) לעבור לכיוון קצוות העצבים, ולגרום לאות חשמלי שיועבר מהעצב את המוח.

כפי שהוסבר לעיל, לאזורים השונים של השערות יש רגישות לתדרים שונים של גלי קול, שמתבטאת בכיפוף יותר איכותי עבור גלים בעלי התדרים הייחודיים לאותו אזור. השערות שקרובות לתחילת השבלול רגישות לתדרים גבוהים של גלי קול, ואלה שנמצאות פנימה יותר רגישות לתדרים נמוכים. לכן, האותות החשמליים הנגרמים בעקבות תנודת שערות שונות מעבירות למוח מידע על הרכב התדרים של גל הקול שהגיע. לכל צליל וגוון יש סדרת אותות חשמליים מיוחדת שמגיעים מהעצב אל המוח, בהתאם לתדרים המרכיבים אותו.

השתל הקוכלארי

כפי שלמדנו בגיליון 21, מכשירי השמיעה החשמליים מסייעים למשתמשים בהם בכך שהם מגבירים את גלי הקול, בדומה לרמקולים שמשמשים באולמי שמחות. הגברת הקול הופכת אותו למספיק עוצמתי, כך שיעבור מהאוזן החיצונה אל הפנימית, יגרום לתנועת שערות מספיק חזקה ויעבור המרה לאותות עצביים חשמליים. אך כל זה כאשר תאי השערה תקינים, או שנפגעו בצורה לא חריפה.

כאשר תאי השערה נפגעו בצורה חריפה (או שאינם בריאים כבר מלידה), המרת שינויי הלחץ בתוך השבלול לאותות חשמליים לא נעשית בצורה תקינה. במקרה כזה מכשיר שמיעה לא יעזור, ולכן משתמשים בשתל הקוכלארי⁵. הוא נקרא כך, משום שהוא מוחדר לתוך השבלול שבאוזן הפנימית, ששמו הלטיני המקובל ברפואה הוא 'קוכלאה'.

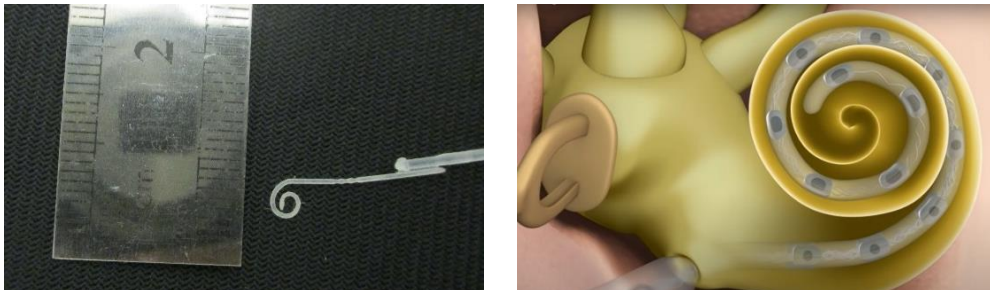
לתוך השבלול שבאוזן הפנימית מוחדר מערך אלקטרודות (משטחים זעירים מחומר מוליך חשמל), שימוקמו באזורים שונים בשבלול. כל אלקטרודה יכולה לגרום לאות חשמלי באזור הקרוב לה, וכך לגרות קבוצות שונות של סיבי עצב השמיעה, שיוצאים מהאזורים השונים לאורך שבלול האוזן. כל אזור כזה יהיה אחראי לקבוצת תדרים אחרת, וכך יועבר למוח מידע על כל קבוצת תדרים בפני עצמה, בהתאם לעוצמת האות שתעביר האלקטרודה לעצבים שיוצאים מהאזורים הסמוכים לה.

בתחילת העמוד הבא מוצג מערך האלקטרודות.

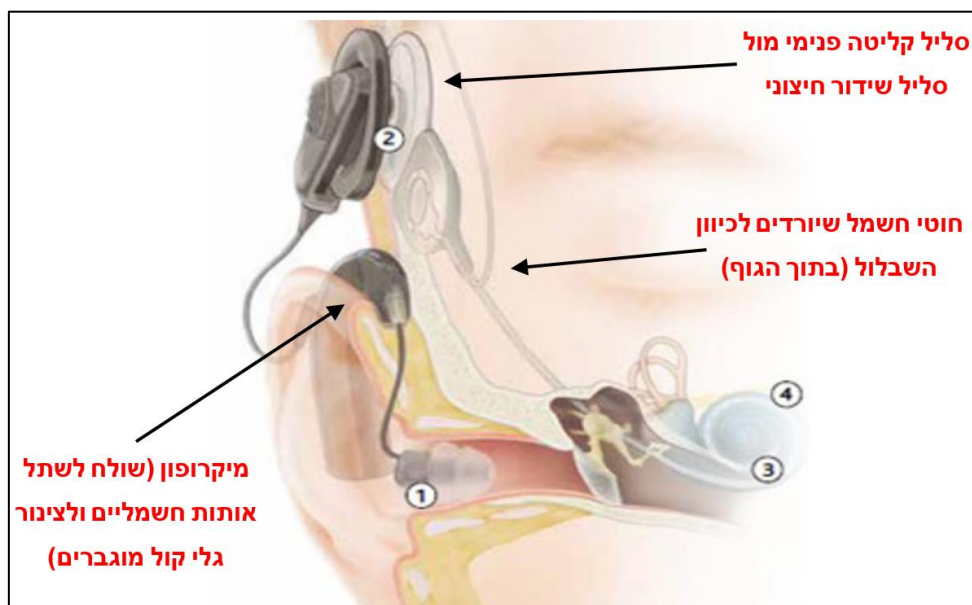
⁴ הביטוי 'סגלגל' פירושו 'עגלגל', כלומר לא עיגול מושלם אלא אליפסה.

⁵ ליתר דיוק: יש מקרה ביניים, שבו הקול לא מצליח לעבור מהאוזן החיצונה לפנימית, אבל אם יביאו אותו בתור גלי קול רגילים אל האוזן הפנימית, הוא יתורגם על ידי השערות לאותות חשמליים. עבור מקרים כאלה יש מכשירי שמיעה מעוגני עצם (BAHA), שמושגתלים מתחת לעור וצמוד לעצם, מול השבלול שבאוזן הפנימית.

- בתרשים הימני⁶ אפשר לראות הדמיה של מערך האלקטרודות שמוחדרת לתוך שבלול האוזן הפנימית.⁷
- מצד שמאל, מופיע צילום אמיתי של מערך אלקטרודות קרוב לסרגל⁸, כדי לקבל פרופורציה על הממדים שלו במציאות.



אחר שהבנו את עקרון הפעולה של השתל, וראינו את החלק המוחדר לתוך השבלול, נכיר את המערכת השלמה, שאחראית לכל תהליך השמיעה בעזרת השתל. בתרשים הבא⁹ מופיעים חלקי מערכת השתל:



המערכת מורכבת משני חלקים: חיצוני (מעל העור) ופנימי (מתחת לעור, מושתל בניתוח). התקשורת בין החלקים נעשית באמצעות סליל שידור מעל העור וסליל קליטה¹⁰ מתחת לעור (מסומנים במספר 2 בתרשים). החלק עם המשדר והחלק עם המקלט מכילים שניהם גם מגנטים שנמשכים זה לזה, וכך נצמד המשדר החיצוני אל העור מאחורי האוזן, מול המקלט הפנימי שמתחת לעור. נתאר את המעבר מגלי קול עד לאותות חשמליים במערך האלקטרודות, שלב אחר שלב: בחלק החיצוני יש מיקרופון, שיושב על גב אפרכסת האוזן, קולט את גלי הקול ומתרגם אותם לאותות חשמליים. האותות הללו מועברים אל סליל השידור החיצוני, שנצמד אל הראש מבחוץ באמצעות מגנט.

⁶ שלקוח מסרטון של חברת MED-EL.

⁷ השבלול מתואר בתרשים כאילו הוא פתוח ואפשר לראות את צידו הפנימי, רק בשביל הקלה על הבנת המיקום. בפועל השבלול סגור ואין אפשרות כזו. בצילומי רנטגן איכותיים שצולמו תוך כדי ניתוחי השתלה, אפשר לראות איך השתל מוחדר לתוך השבלול בקצב איטי ומקבל את הצורה הספירלית של השבלול.

⁸ מערך האלקטרודות של שתל בייצור חברת cochlear, צולם על ידי במרכז השמיעה והדיבור שבמרכז הרפואי הדסה עין כרם.

⁹ הועתק (ללא הכתוביות) לפני כמה שנים מהכתובת: <https://www.cochlear.com/il/home/nucleus/how-it-works> כעת הקישור אינו פעיל. אין לי לעת עתה מידע לגבי זכויות היוצרים של התרשים.

¹⁰ לפעמים מתהפכים התפקידים, והסליל הפנימי משדר לחיצוני, כשיש צורך לקבל מידע על מה שמתרחש בחלק הפנימי.

[בתרשים מתואר שתל משולב עם מכשיר שמיעה, המיועד למי שיכול לשמוע חלק מהתדרים גם ללא שתל¹¹. במקרה זה, המיקרופון מעביר את האותות גם לרמקול זעיר (מסומן במספר 1), שמוציא גלי קול מוגברים לתוך תעלת השמיעה, כמו במכשירי השמיעה החשמליים הרגילים]. סליל השידור משדר את האותות הללו אל סליל הקליטה הפנימי. מהחלק הפנימי שכולל את סליל הקליטה יורדים (מתחת לעור) חוטים, שמעבירים אותות חשמל אל מערך האלקטרודות שבשבלול, כדי שיעוררו את קצוות עצב השמיעה שלאורך השבלול, בהתאם לתדרים השונים שמכיל הקול המגיע אל המיקרופון. סיכום פעילות המערכת: בדרך הטבעית – השבלול היה אמור לקבל גלי קול שמורכבים משינויי לחץ, ולתרגם אותם לאותות עצביים באמצעות תאי שיער שנימצאים לאורך השבלול, ורגישים בצורה משתנה לתדרי קול שונים. כאשר הדרך הטבעית נפגעה, ישנה מערכת מושתלת – גלי קול מתורגמים במיקרופון לאותות חשמליים, מועברים לסליל שידור, נקלטים בסליל קליטה (מתחת לעור), מועברים בחוטי חשמל אל מערך אלקטרודות שנימצא בתוך השבלול ומיוצגים שם כאותות חשמליים המדמים אותות עצביים בצורה שתואמת את התדרים השונים של הקול.

בכתיבת ההסבר המדעי נעזרתי בין השאר בספרים: יעיר לי אוזן (נספח 'אוזן וקול') בהוצאת מכון שמע קולנו ו-Cochlear Implants Basics, שנכתב על ידי Richard Pocker. כמו כן נעזרתי באתרים: Britannica, שבלולים, ויקיפדיה (בעברית ובאנגלית) ואתר מרכז שניידר לרפואת ילדים. עזרה מיוחדת ונדיבה קיבלתי מד"ר מרים גאל-דור, ממרכז השמיעה והדיבור במרכז הרפואי הדסה עין כרם.

דיון הלכתי

השוואה בין רמקול ומכשיר שמיעה לבין השתל לעניין שמיעת מצוות שונות

בגיליון 21 ראינו את המחלוקת שנחלקו הפוסקים בשאלת השימוש בשמיעה עבור שמיעת מצוות שונות: יש הסוברים שהקול הנשמע למשתמש נחשב כמו הקול המקורי (של קורא המגילה, קול השופר וכו') למרות שאינו טבעי. לעומתם יש הסוברים שהקול נחשב כקול חדש בפני עצמו, בגלל שהקול עבר שינוי לאותות חשמליים במיקרופון, ושוב נהפך לגלי קול ברמקול הזעיר, כשגלי הקול המקוריים כבר 'אבדו' מן העולם. גם לגבי השימוש בשתל קוכלארי לשמיעת מצוות שונות, יש מקום לומר שלא מתחשבים בדרך שפועל השתל, אלא בתוצאה – שהמושתל בסוף שומע. אך יש גם מקום לטעון שבגלל המלאכותיות של התהליך, שנעשה על ידי אמצעי לא טבעי, מעמד הקול הנשמע אינו כמעמדו של הקול המקורי. בהסתכלות ראשונה, אפשר להשליך מהמחלוקת לגבי מכשיר שמיעה גם על השתל, אך הדבר אינו מוכרח. מצד אחד, השתל אולי עדיף על מכשיר השמיעה. במכשיר השמיעה יש המרה מלאכותית של גלי קול לאותות חשמליים ושוב המרה מלאכותית לגלי קול חדשים, שייכנסו לאוזן ויעברו בתוכה המרה טבעית נוספת לאותות חשמליים שייכנסו לתוך עצבי השמיעה. בשיטה זו יש המרות 'מיותרות' שאינן כלולות במערכת שמיעה טבעית. לאוזן הטבעית לחלוטין מתווסף רכיב ש'מתערב' במסלול גלי הקול. אך בשמיעה באמצעות שתל, גלי הקול אינם מתורגמים לגלי קול חדשים שמגיעים לאוזן במקום גלי הקול המקוריים. מערכת השתל מחליפה את המערכת של השבלול הטבעי, וממירה במקומו גלי קול לאותות חשמליים. כך שאין המרות 'מיותרות' בדרך, והשמיעה קרובה מהבחינה הזו לשמיעה טבעית. מצד שני, השמיעה באמצעות שתל אולי פחות טובה מהשמיעה באמצעות מכשיר השמיעה, כי לא מתקיים כלל תהליך שמעה טבעית בתוך האוזן, והחיסרון הוא מהותי במעשה המצווה – השמיעה¹².

¹¹ בגיליון 21 ראינו תוצאות של בדיקות שמיעה, שבהם רואים שלפעמים שמיעת תדרים מסוימים נפגעת יותר משמיעה של תדרים אחרים.

¹² ראה מאמרו של ד"ר ישראל ברמה בתחומין כרך כד, ומאמרו של הרב חיים נבון בתחומין כרך ל.

שיטת הגרש"ז אוירבך והחזון איש

בגיליון 21 ראינו את דברי הגרש"ז אוירבך בשו"ת מנחת שלמה (חלק א, סימן ט). לדעתו אי אפשר לקיים מצוות שתלויות בשמיעה באמצעות רמקול או מכשיר שמיעה. בהערה על התשובה הוא מתאר דיון שהיה לו על כך עם החזון איש, שסבר שהדבר אינו פשוט, ואולי אפשר לצאת כך ידי חובה. את דעת הגרש"ז אוירבך לגבי שתל קוכלארי אפשר אולי ללמוד מדבריו בתשובה הנ"ל, בפסקה שבה הוא מדבר על שמיעת מצוות ברדיו:

...כי חוץ מזה שהמיקרופון הקולט את קול האדם מוליך למשדר רק זרמים משתנים כמו בטלפון, אף גם זה יש כאן שהם אינם הולכים כלל ישר אל המגנט שבמקלט הרדיו אלא בתחלה הם נישאים על גלי הרדיו היוצאים מהמשדר... ורק אח"כ ע"י כמה מיני מכשירים מצליחים להפעיל את המגנט שבתוך המקלט...

כלומר: בשונה מרמקול או מכשיר שמיעה, שבהם גלי הקול הופכים לזרמים, והזרמים האלה הופכים שוב לגלי קול, ברדיו נוספות עוד המרות בדרך: שינויי הזרמים החשמליים במיקרופון הופכים לגלים, נקלטים באנטנת הרדיו ושוב הופכים לזרמים. הגרש"ז רואה במעבר מצורה אחת של אנרגיה לצורה אחרת מדרגות נוספות של חוסר מקוריות של הקול, גם אם השינויים הללו לא כוללים שלב שבו האנרגיה מופיעה כגלי קול. גם במערכת השתל, גלי הקול לא נהפכים מיד לאותות חשמליים המועברים לעצבי השמיעה, כמו שקורה בשערות אוזן פנימית בצורה הטבעית, אלא משתנים מזרמים לגלים (במשדר החיצוני) ושוב הופכים לזרמים (במקלט הפנימי). לכן יש מקום לומר שלא יוצאים ידי חובה באמצעותו, בלי קשר למעמד השמיעה שאינה טבעית, אלא בגלל שינויים של ה'קול' מצורה לצורה, כך שכבר אינו הקול המקורי¹³. נראה שלדברי החזון איש, המופיעים בהערה על תשובת מנחת שלמה הנ"ל, השמיעה בשתל הקוכלארי עשויה להיחשב כשמיעה. כך נראה מלשונו¹⁴:

...ויתכן דכיון שהקול הנשמע נוצר ע"י המדבר וגם הקול נשמע מיד כדרך המדברים "אפשר" דגם

זה חשיב כשומע ממש מפי המדבר או התוקע...

תנאי זה מתקיים אף בשמיעה באמצעות מערכת השתל.

דעות פוסקים נוספים

בגיליון 21 ראינו דיון לגבי שיטת הגר"ע יוסף, שהחשיב שמיעה באמצעות מכשירי שמיעה כשמיעה לפי ההלכה בכל מצב, אך לגבי רמקול התנה זאת בכך שהשומע יושב במקום מספיק קרוב שבו הוא היה יכול לשמוע בו אף ללא הרמקול. כפי שהובא שם, כנראה החילוק בין הרמקול למכשיר השמיעה הוא, שמכשיר השמיעה נחשב כחלק מגופו של המשתמש, בשונה מהרמקול. לפי זה נראה ששמיעה בשתל קוכלארי טובה אף יותר ממכשיר שמיעה ויוצאים בה ידי חובה. עם זאת, לא ידוע לי על התייחסות מפורשת של הגר"ע יוסף לנושא.

בספר עטרת שלמה (כרך ט, עמ' קנג) מופיעה תשובת הגר"מ שטרנבוך, שסובר שאין אופן ספציפי של שמיעה שמוגדר 'דרך שמיעה', בשונה מהלכות שונות שבהם יש צורך בדרך מסוימת כמו 'דרך הנאה' לגבי איסורי אכילה וכדומה. הוא אומר שאף אם השמיעה באמצעות שתל היא באיכות נמוכה יותר משמיעה באוזן טבעית, עבור המושתל זו 'דרך השמיעה', כלומר עבורו זה האופן שבו הוא שומע הכל, ולכן אין מבחינתו שינוי מהדרך הרגילה. הוא מצרף לסברות אלו גם את שיטת החזון איש, שראינו בגיליון 21, הסובר שאפשר לצאת

¹³ התיאור כאן הוא מעט פשטני. אפשר גם לומר שהמרת הקול לאותות חשמליים בתוך האוזן הפנימית מורכבת מכמה שלבים, ולא בטוח שהשמיעה באמצעות השתל מכילה יותר שלבים.

ראוי לציין, שבחוברת יעיר לי אוזן מהדורת תשע"ג (עמ' 63) מופיעים דברי תלמידו של הגרש"ז – הגר"י נויבירט (מחבר שמירת שבת כהלכתה), שסובר ששמיעה באמצעות השתל עדיפה מבחינה הלכתית משמיעה באמצעות מכשיר שמיעה. הוא לא כתב בפירוש שפסק זה הוא על פי שיטת רבו, אך אפשר אולי להסיק מכך שהטענה ששמיעה באמצעות שתל אינה שמיעה מבחינה הלכתית לפי הגרש"ז אוירבך אינה מוכרחת.

¹⁴ לשונו המלאה צוטטה בגיליון 21. גם מביאורו של הגר"י וייס לסברת החזון איש, המופיעה בספר אוזן עבדך (עמ' פג), תיחשב השמיעה באמצעות השתל הקוכלארי כשמיעה, למרות שאינה נעשית כולה בצורה טבעית.

ידי חובת שמיעת מצוות באמצעות רמקול, למרות שהקול הנשמע אינו טבעי¹⁵. מכל מקום, בשו"ת תשובות והנהגות (חלק ז, סימן י) הוא אומר שאין לסמוך על דבריו לקולא, ולומר שאפשר לצאת ידי חובה באמצעות השתל, אלא רק לחומרא, לומר שאם אין אפשרות לצאת ידי חובה ללא שתל הוא לא נחשב כאנוס שלא יכול לקיים כלל את המצווה, אלא חייב לשמוע את המצווה על ידי השתל.

גם הגר"ח קנייבסקי, בתשובה שהובאה בספר אוזן עבדך (עמ' ט), סובר שהשמיעה באמצעות השתל היא דרך השמיעה של המושתל, ונחשבת כשמיעה.

בספר יעיר לי אוזן (תשובות הרבנים, עמ' כט) מובאת דעתו של הגאון רבי אפרים גרינבלאט זצ"ל, שסבר שאפשר לצאת ידי חובה באמצעות שתל, אך אם אפשר עדיף שהמושתל יקרא ויברך בעצמו ולא יצא ידי חובה על ידי אחרים.

לעומת דעותיהם של הפוסקים האלה, דעת הגאון רבי אשר וייס שליט"א בכמה תשובות¹⁶, ששמיעת מצוות צריכה להיעשות בצורה טבעית לגמרי, ולכן בין מכשיר שמיעה ובין שתל לא יוכלו לשמש עבור שמיעת מצוות. עם זאת, הוא סובר שיש לקיים את המצוות באמצעות העוזרים הללו, כי אפשר שיוצאים כך ידי חובה. כמו כן הוא סובר שבשעת הדחק גדול וכשיש צדדים נוספים לקולא יש לסמוך על המכשירים את השמיעה באמצעות עזרים אלו.

בחוברת יעיר לי אוזן מהדורת תשע"ג (עמ' 49 ועמ' 56) מופיעים מכתבים של הגרמ"ש קליין, ובהם הוא כותב בשם רבו הגר"ש וואזנר זצ"ל, ששמיעה באמצעות מכשיר או שתל נידונים שניהם בתור ספק¹⁷.

לימוד משמיעת דברי הנבואה על ידי הנביאים

בתחומין (כרך לא, עמ' 27) מופיע מאמרו של הגרמ"א רבינוביץ' זצ"ל, הסובר ששמיעה באמצעות שתל קוכלארי דינה כשמיעה. הוא מסביר שבשונה מהלכות מאכלות אסורות, שבהן מצאנו מושג של אכילה בדרך של הנאה, בשמיעה לא מצאנו הגדרה כזו¹⁸. אדרבה, בספרי הנביאים מצאנו ששמיעת נבואה נקראת 'שמיעה' למרות שאינה בדרך טבעית.

בהערה על המאמר, כתב הרב ישראל רוזן זצ"ל, שקשה להשליך משמיעת הנבואה שהיא ניסית ומחוץ לגדרי הטבע על הגדרת השמיעה לפי ההלכה, שעוסקת בשמיעה פשוטה. בנוסף, הוא כותב שגם אכילה בדרך נס נקראת בתנ"ך 'אכילה', למרות שבהלכה לא כל אכילת איסור בכל צורה שהיא נחשבת כאכילה ב'דרך אכילה' ובי'דרך הנאה', המחייבת עונשי מלקות, כרת וכו'. מכאן שקשה ללמוד הלכות כגון אלו מלשונות הפסוקים. את לימודו של הרב רבינוביץ' זצ"ל, מכך ששמיעת קול הנבואה נקראת 'שמיעה' לענין שמיעה באמצעות השתל, יש מקום לדחות, אף אם נקבל את דרך לימוד ההלכה מהפסוקים. אמנם הנבואה היא ניסית שלא כדרך הטבע, אך אולי השמיעה נעשית כתקנה. כך לפחות נראה מדברי רבנו יהודה הלוי בספר הכוזרי (מאמר א, אות פט):

...כי לא יחסר לו יכולת, כאשר נאמר כי הוא יתברך ברא את הלוחות וכתב אותם כתב חרות, כאשר

ברא את השמים והכוכבים ברצונו בלבד...וכן יצטייר האויר המגיע אל אוזן הנביא בצורות האותיות שהם מורות על הענינים שהוא חפץ להשמיעם אל הנביא או אל ההמון.

אמנם בספר הכוזרי לא מתוארים גלי קול, אך אם נרצה לתרגם את דבריו למושגים מדעיים, הוא אומר שהקב"ה יכול לברוא גלי קול שיגיעו לאזנו של הנביא כך שישמע אותם. הוא אמנם לא מתכוון לתת הגדרות

¹⁵ יש לציין שבספר מועדים וזמנים (כרך ו, סימן קה) הוא פוסק שלא כדברי החזון איש לגבי רמקול. אפשר שעיקר סברתו היא לחלק בין מכשיר שמיעה ורמקול, שבהם נוצר קול חדש, לבין שתל קוכלארי שמחליף את האוזן הפנימית, ומתרגם את הגלים המקוריים לאותות חשמליים לעצבי השמיעה. כך נראה בדבריו בתשובות והנהגות (כרך ז, סימן י).

¹⁶ ראה בספר אוזן עבדך (עמ' עד ועמ' צ והלאה) ובספר יעיר לי אוזן (חלק תשובות הרבנים, עמ' לא-לב).

¹⁷ תשובות אלו של הגרמ"ש קליין נכתבו כנראה בין השנים תשס"ט-תשע"ג. הסקתי זאת מתוך העובדה שחוברת זו, וכן גירסה יותר ישנה של חלק מהחוברות של מכון יעיר לי אוזן, הודפסו כולן בין שנת תש"ע לשנת תשע"ג. גם מכתביהם והסכמותיהם של הפוסקים שמופיעים בספר הגדול של מכון יעיר לי אוזן, ובחבורותיהם השונות, נושאים תאריכים בין שנת תשס"ט לשנת תשע"ג.

בתשובה מכתב יד של הגר"ש וואזנר משנת תשס"ג, שהובאה בספר תורת החרש, וצוטטה בספר אוזן עבדך (עמ' עב), הוא סובר שאפשר לצאת ידי חובת שמיעת מצוות באמצעות השתל. הוא מציין שדבריו נאמרים כל עוד לא התחדש מידע מדעי נוסף שמשפיע על פסיקת ההלכה. אפשר שלאחר זמן חזר בו מתובה זו, או שהכיר לעומק את השתל, וסבר שדברים מסויימים שנודעו לו משפיעים על ההלכה.

¹⁸ זאת בדומה למה שכתב הגר"מ שטרנבוך, כפי שהובא לעיל.

מדעיות בדבריו, אך מתוך דבריו עולה שהסבר כזה ייתכן בהחלט. אם כן, ברמה העקרונית אפשר ששמיעת נבואה היא שמיעה טבעית, ורק עצם יצירת גלי הקול נעשית בדרך נס. לכן קשה להוכיח מדברי נבואה לענייננו.

סימוכין נוספים לאפשרות שהנבואה מתגלית בעולם דרך גלי קול אפשר להביא מדברי רש"י על התורה (במדבר, פרק ז, פסוק פט):

...הקול יוצא מן השמים לבין שני הכרובים ומשם יצא לאהל מועד... וכשמגיע לפתח היה נפסק, ולא היה יוצא חוץ לאהל:

אילו קול הנבואה היה רק דמיון בראשו של הנביא, ולא גלי קול ממשיים, לכאורה לא היה כל צורך שייפסק בפתח אהל מועד. נראה שלפחות לפי מדרש זה המצוטט בפירושו של רש"י, הנבואה מתלבשת בגלי קול בעלי אופי ניסי, אך השמיעה שלהם יכולה בהחלט להיות טבעית באמצעות חלקי האוזן המקבלים את אותם גלי קול¹⁹.

האם השתל בטל לגוף?

בספר רץ כצבי (כרך אקטואליה בהלכה א, סימנים ז-ח) כותב הרב צבי רייזמן שליט"א, ששמיעה באמצעות שתל נחשבת כשמיעה לכל דבר, כי כל איבר מושתל שמחליף איבר טבעי הופך להיות ממש כמו החלק המקורי. הוא בונה את דבריו על דברי כמה מהאחרונים, שנראה מהם שאיבר חיצוני שמושתל וממלא מקומו של אבר שחסר בגוף נחשב ממש כאותו אבר, לפחות לדברים מסוימים.

יש מקום להשיב על דבריו, בין השאר משום שהחלק החיצוני של מערכת השתל מוצמד ומנותק מהגוף לפחות פעם ביום, וקשה לומר שהוא בטל לגוף²⁰.

ניסיון ללמוד ממשקפיים לשתל קוכלארי

בגיליון 19 (סוף עמוד 6) ראינו שראייה על ידי משקפיים, נחשבת מבחינה הלכתית לפי כמה פוסקים כראייה לכל דבר²¹. המשקפיים אינם יוצרים גלי אור שאינם קיימים, אלא רק משנים את כיוון הגלים כך שיתרכזו בעין, ומחליפים את חלק מפעולת עדשת העין. אולי יש מקום לומר שגם שמיעה באמצעות השתל, שאינו יוצר גלי קול חדשים, אלא רק מביא אותם אל עצבי השמיעה בצורה שיוכלו להיקלט על ידי המוח, תיחשב לפי אותם פוסקים כשמיעה. אך נראה שהדברים אינם דומים: המשקפיים אינם יוצרים דבר חדש ואף אינם מחליפים תהליכים טבעיים. הם רק מנתבים את הקרניים של האור כך שיתרכזו בעין. אך השתל מחליף לגמרי את פעולת תאי השערה שבאוזן הפנימית. המקבילה לשתל הקוכלארי בתחום של הראייה, היא העין המלאכותית, המחליפה את פעולת תאי הקנים והמדוכים שברשתית²². בשנים האחרונות נכתבו כמה מאמרים על נושא העין המלאכותית²³.

סיכום

גלי הקול שמגיעים לאוזן הפנימית, על תדריהם השונים, גורמים בתהליך מהיר לתנודות של 'שערות' באוזן הפנימית. תנודות אלה גורמות לגירוי חשמלי בקצוות סיבי עצב השמיעה, הקרובים לשערות. דרך סיבי העצב יעברו אותות חשמליים למוח, וכך תיווצר השמיעה בפועל.

גלי הקול הם בעלי תדר אופייני, כלומר קצב של שינויים מחזוריים שיוצר אותם. בגלל מבנה האוזן, כל אזור של שערות רגיש בעיקר לתדרי קול מסוימים. לכן כשהמוח מקבל סדרות של אותות חשמליים מסיבי העצב, היוצאים מאזורים שונים בשבלול, הוא למעשה מקבל מידע על התדרים המרכיבים את גל הקול. כל סדרה

¹⁹ דברי רש"י הללו הובאו במאמרו של הגרנ"א רבינוביץ דווקא כסימוכין לטענתו שקול הנבואה אינו טבעי ובכל זאת שמיעתו נקראת 'שמיעה'. אך כפי שכתבתי יש מקום להבין שהקול אמנם נעשה ונשלט בצורה ניסית, אך לא מחויב שהשמיעה שלו היא שלא כדרך שמיעה טבעית.

²⁰ אחר כך ראיתי דחייה זו בתשובת הגאון רבי יעקב שלמה מווסון, שהובאה בספר יעיר לי אוזן (חלק תשובות הרבנים, עמ' עג).

²¹ יש לציין, שהגרש"ז אורבך במנחת שלמה (חלק א, סימן ט) בונה את דבריו בין השאר על הפוסקים הסוברים שראייה ע"י משקפיים אינה כראייה. אך אפשר שלא כל מי שסבר כמוהו לגבי מכשיר שמיעה יקבל גם את הטענה הזו.

²² ראה תיאור פעולת התאים הללו בגיליון 15.

²³ ראה למשל: תחומין (כרך כו, עמ' 410) וספר רץ כצבי (כרך 'אקטואליה בהלכה א', סימן ז וסימן ט).

כזו של אותות חשמליים אופיינית לקול מסוים, לפי הרכב התדרים שמהם הוא מורכב. מתוכם המוח לומד לאפיין את הקולות והצלילים השונים, ולהגדיר את המקור האופייני שמייצר אותם. כאשר ה'שערות' אינן בריאות, או שמכל סיבה אחרת אינן יכולות לתרגם את גלי הקול לאותות חשמליים, יש אפשרות להשתיל מערך של אלקטרודות, שבאמצעות יצירת גירוי חשמלי שונה בכל אחת מהן, אפשר לשלוח למוח דרך סיבי עצב השמיעה סדרות אותו חשמליים אופייניות לצלילים שונים, וכך לגרום לחוויית שמיעה שגם מבדילה בין קולות שונים.

נראה שלפי הגרש"ז אוירבך, הסובר ששמיעה באמצעות מכשיר שמיעה אינה נחשבת כשמיעה לעניין ההלכה, כך יהיה גם דינו של השתל, אך הדבר אינו מוכרח. לעומתו, כנראה שהחזון איש שלא קיבל את דברי הגרש"ז אוירבך לעניין מכשיר שמיעה ורמקול, יסבור שגם בשתל יש מקום להחשיב את השמיעה כשמיעה לעניין ההלכה.

פוסקי דורנו נחלקו איך להחשיב את השמיעה באמצעות השתל: חלקם נטו להכשיר שמיעה זו, חלקם נטו שלא להחשיבה כשמיעה וחלקם הכריעו שדינה כספק שקול או כספק הנוטה לאחת האפשרויות. שתי טענות מעניינות הועלו, כדי לתמוך בהכשרת השמיעה באמצעות השתל: הגרנ"א רבינוביץ' לומד משמיעת הנבואות הנקראת 'שמיעה' בתנ"ך אף שלא הייתה שמיעה טבעית. הרב צבי רייזמן טען שאיבר מושתל נחשב ממש כתחליף של האיבר המקורי, לכל דבר ועניין. ראינו שאת שתי הטענות יש גם מקום שלא לקבל מסיבות שונות, וכך כנראה יאמרו הסוברים ששמיעה באמצעות שתל אינה כשמיעה מבחינה הלכתית. כפי שנאמר בהקדמה, הדיון בגיליון זה הוא רק השלב הראשון של הדיון, ואין לראות בו שורה תחתונה. בגיליון הבא ננסה בעזרת ה' להשלים את התמונה המלאה של הדיון הנרחב.

«•» - «•»

כתובים על ספר

סקירת ספרים וחיבורים בנושאי הלכה, מדע וטכנולוגיה

המידע ההלכתי במדור זה אינו בא כהוראת הלכה למעשה.

המדור הוא בעל אופי היסטורי, ולכן חלק מהדיונים המוזכרים בו נוגעים במציאות שאינה עדכנית כיום.

תורה ומדע (כתב עת)

אגודת אנשי מדע שומרי תורה בישראל

ככל הידוע לי, זה כתב העת התורני הראשון שעסק בנושאים אלו בצורה סדירה, לפחות בעברית.

בכתב העת היו מתפרסמים מאמרים בנושאי תורה ומדע (לא רק מאמרים הלכתיים), הודעות

כתב העת 'תורה ומדע' יצא לראשונה באייר תשל"א, ומאז היה יוצא פעמיים בשנה (לפחות בשנים הראשונות). הכרך האחרון של כתב העת היה כרך יא, שיצא באייר תשמ"ו²⁴.

²⁴ רוב הכרכים התפרסמו על פני כמה חוברות, דבר שהיה די מקובל בעבר בכתבי עת.

בין הנושאים שנידונו בכתב העת: שיטה לגילוי דגנים וקטניות בתוך מאכלים בהקשר של כשרות לפסח (כרך א, חוברת א; כרך ג, חוברת ב), שאלות ראשוניות לגבי דינם של ירקות ובשר 'מתורבתיים' (כרך ב, חוברת א²⁵), הצעה לזיהוי מקום המזבח באמצעות שרידי דם הקדשים (כרך ד, חוברת א), ניתוחי מתים (כרך ד, חוברת ב), הצעה לגידול מסחרי של 'בן פקועה' בישראל (כרך ה, חוברת א).

משרד התיכון והתכנות המכללה לטובות תורת אגודת אנשי מדע וטכנולוגיה בישראל	
תורה ומדע	
תוכן העניינים	
1	דבר הספיקה
3	רוב ה' רון - מה פירי שבט
9	גבר' מ' זקס - החליבה שבט
12	איגו' א' פינט - מוסקו והרש להליבה שבט
15	דוד מ' מרז' דוד' ר' אבוליון - שיטת אפסילוגיות לחידו' דגנים ומטיות לפי התק' כפפה
21	מ' ז' ז' - הפניה לחי' הת' לומר הפנפנאים האימפולגיות והמסיות
35	דוד מ' לוינגר - קטירות הווסס כששק' השימוש בסכנת הסכיות
39	מנהגיה
48	תקניות באגלית
48	פ"ו
בדר א. חוברת א. אייר תשל"א.	

של 'אגודת אנשי מדע שומרי תורה בישראל', סקירות ספרים, עדכונים ועוד. בסוף כל גיליון מופיע תקציר באנגלית של הנושאים שנידונו בגיליון. בחלקם יש גם תקצירים בצרפתית או ברוסית. מעבר למידע התורני והמדעי הקיים בכתב העת, הוא מהווה תעודה היסטורית לתחילת פעולתם של הגופים שעסקו בחיבור בין פרקטיקה מעשית לפסיקת הלכה בצורה אינטנסיבית.

חוברות כתב העת זמינות ב'אוצר החכמה' (בלי כרך י), ובספריות שונות.

« • » - « • » - « • » - « • » - « • » - « • » - « • » - « • » - « • » - « • » - « • » - « • » - « • » - « • » - « • » - « • »

הגיליון נערך בס"ד בידי אליעזר טויק
 להערות, לתגובות ולקבלת העלון בדוא"ל:
halacha.tech@gmail.com



יורה מדע
 הלכה, מדע וטכנולוגיה

²⁵ לפני 50 שנה!