



מוזיקה טובה למוח שלכם, אבל אל תאזינו לה בקולי קולות

Martin Pienkowski

קולג' תורת השמיעה של אוסבורן, אוניברסיטת סאלוס, פילדלפיה PA, ארצות הברית

סוקרת צעירה

BHARGAVI

גיל: 14



רבים מאיתנו נהנים להאזין למוזיקה ואפילו ליצור מוזיקה. מוזיקה מניעה אותנו, מעוררת השראה וגורמת לנו להיות שמחים. היא עשויה להפוך לחלק חשוב מזהותנו. יצירת מוזיקה היא גם אימון טוב למוח, במיוחד אם מתחילים בכך בגיל צעיר ומתמידים בזאת. אימון מוזיקלי עשוי לשפר את האופן שבו המוח שלנו מעבד את כל הקולות, כולל דיבור, דבר שיכול לעזור בשמיעה ובתקשורת, במיוחד במקומות רועשים. אימון מוזיקלי יכול גם לשפר את האופן שבו חושים אחרים כגון מגע וראייה פועלים יחד עם השמיעה לקבלת תמונה שלמה של העולם. למרות זאת חשוב להימנע משמיעת מוזיקה בעוצמה חזקה כל כך עד שהיא פוגעת באוזניים שלכם. אם אי פעם חוויתם צלצולים באוזניים (הנקראים טִנְטוּנִים), גם אם לִפְרֶק זמן קצר, אתם מסתכנים בנזק קבוע ביכולתכם לשמוע. לכן אם אתם אוהבים להאזין למוזיקה, אם אתם מתאמנים בלהקה או הולכים להרקדות ולקונצרטים, חשוב לנסות לשמור על עוצמת הקול של המוזיקה נמוכה, בעוצמות בטוחות. ייתכן כי נזק הנובע מהאזנה למוזיקה חזקה (או מקולות חזקים באופן כללי) יהיה די זניח בהתחלה, ואפילו רופאים מומחים יתקשו לִאֶתֵר אותו, אבל הוא עלול להחמיר עם הזמן ולהקטין באופן משמעותי את יכולתכם לשמוע ככל שתבגרו.

כאשר אתם לומדים לנגן בכלי נגינה כלשהו – פסנתר, גיטרה, כינור, חצוצרה או תופים – אתם מפעילים מספר רב של אזורים במוח בויזמנית. האזורים המעורבים כוללים אזורים האחראים

לתחושות (שמיעה, מגע וראייה), לתנועה ול"תפקודים הפְּרָתִיִּים" כגון ריכוז, זיכרון, הסקת מסקנות וקבלת החלטות. על פני שנים של אימונים אזורי מוח אלה מחוברים טוב יותר, ואתם מסוגלים ללמוד יצירות ארוכות ומורכבות יותר ולבצען.

דימות מוחי מודרני מאפשר לנו להסתכל הן על מבנה המוח הן על תפקודו אפילו בלי לשרוט את העור. סריקות בלתי פולשניות אלה מגלות הבדלים באזורי מוח שונים בין מוזיקאים לאלה שאינם מוזיקאים. העובדה שהמוזיקאים טובים יותר מאלה שאינם מוזיקאים בכמה אזורים שמיעתיים, רב-חושיים והכרתיים מיוחסת להבדלים אלה. אביא כמה דוגמאות ספציפיות בהמשך. חשוב לציין שההבדלים הגדולים ביותר נמצאו במוזיקאים שהתאמנו זמן רב יותר, ושהתחילו לנגן עוד בגן או בשנים הראשונות של בית הספר היסודי. עובדה זו מרמזת על כך שכנראה אימון מוזיקלי בפני עצמו הוא המקור להבדלים במוח וליתרונות התחושתיים וההכרתיים, ולא כישרון טבעי (גנטי) שיש למוזיקאים על פני אחרים.

יסודות המוח

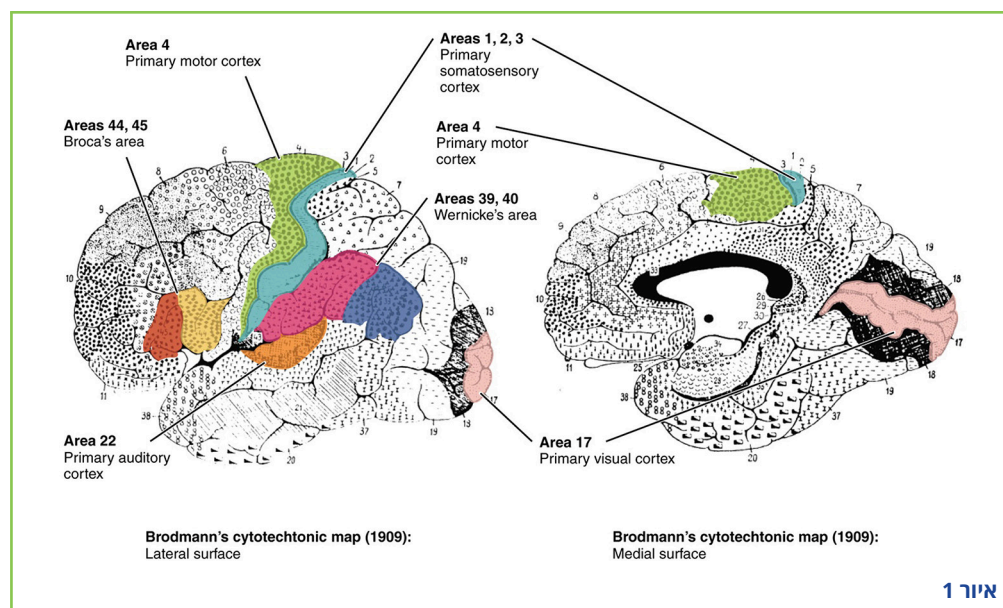
אפשר לטעון כי המוח האנושי הוא המבנה המורכב ביותר הידוע למדע. לפני כמאה שנה ביצע הגרמני את הניסיון הרציני הראשון למיין המורכבות הזו. הוא חילק את קליפת המוח, החלק הגדול והייחודי ביותר במוחם של יונקים, לכ־50 אזורים, בהתבסס על מראם האַנְטוֹמִי. כיום, אזורים אלה מוכרים כ"אזורי ברודמן" (איור 1). במדעי המוח המודרניים אנו מבינים שלכמה מהאזורים האנטומיים האלה יש תפקוד דומה, בעוד שלאחרים יש תפקידים מרובים. למשל, אזורי ברודמן מספר 39 ו־40 וחלק מאזור מספר 22 יוצרים יחד את "אזור ורניקה", הנקרא על שם קרל ורניקה, גם הוא גרמני. לאזור ורניקה תפקיד מכריע ביכולת שלנו, שנדמה שנעשית ללא מאמץ, להבין מילים (כמו גם אמצעי תקשורת אחרים כגון שפת הסימנים). כאשר מדענים חקרו לראשונה מוחות הם שמו לב לכך שאזורים מסוימים נראו כהים יותר מאחרים, והם קראו לאזורים אלה "החומר האפור", בניגוד ל"חומר הלבן". כיום אנו יודעים כי החומר האפור בנוי ממיליארדי תאי עֶצֶב – נוירונים. החומר הלבן מכיל כבלים נוירולוגיים, אַקְסוֹנִים, שמחברים בין אזורי המוח השונים.

מהם ההבדלים בין מוחות של מוזיקאים ובין מוחות של אלה שאינם מוזיקאים?

נראה כי מוחות של מוזיקאים מכילים יותר חומר אפור באזורים מסוימים, והם מחוברים טוב יותר לכמות רבה יותר של חומר לבן. האזורים שבהם יש יותר חומר אפור כוללים חלקים מקליפת המוח השמיעתית, התחושתית (של המגע) והמוטורית (של התנועה); חלקים מהאונה המצחית (המעורבים בתפקודים הכרתיים); מהמוח הקטן (מעורב בקואורדינציה ללמידת תנועות מורכבות) ואצל זמרים – חלקים מאזורי בְּרֹקֶה (מעורבים בייצור דיבור). רואים יותר חומר לבן בחיבורים בין האונה הרקתית של קליפת המוח (מגע) ובין קליפת המוח המצחית (הכרה), ובכִּפִּיס המוח – הגשר העבה של האַקְסוֹן המחבר את חלקי המוח השמאלי והימני. שינויים מבניים אלה עשויים לעזור להסביר את העלייה בפעילות העצבית שקלטו סורקים תפקודיים במוזיקאים (יחסית לאלה שאינם מוזיקאים), בעת שהקשיבו למוזיקה והבחינו בין מרכיבים שונים של קולות המוזיקה והדיבור [1, 2].

איור 1

אזורי ברודמן בקליפת המוח, עם כמה אזורי מפתח בצבעים. הורד מוויקיפדיה (http://en.wikipedia.org/wiki/Brodmann_area#mediaviewer/File:1307_Brodmann_Areas.jpg) = Primary motor cortex האזור המוטורי העיקרי
 Primary somatosensory cortex = האזור התחושותי העיקרי
 אזור ברוקה = Broca's area
 אזור = Wernicke's area ורניקה
 Primary auditory cortex = אזור השמיעה העיקרי
 = Primary visual cortex אזור הראייה העיקרי
 מבט צד = Lateral surface
 מבט = Medial surface
 תיכוני



איור 1

מהם היתרונות של ההבדלים האלה במבנה המוח?

קיום מספר רב יותר של נירונים באזורי המוח – וקישורים טובים יותר בין האזורים – מאפשרים למוזיקאים לעבד מידע מהחושים שלהם ביתר יעילות ודיוק, ולשלוח הוראות מוטוריות לשרירים שלהם. מוזיקאים שמים לב טוב יותר להבדלים קטנים בתזמון ובאיכות הקול (ספקטרום התדירות), הן של צלילי מוזיקה הן של קולות דיבור. הם גם טובים יותר בהבנת דיבור בסביבות רועשות כגון חדר מלא באנשים שמדברים וצוחקים. מעבר לשמיעה, למוזיקאים יש זיכרון לטווח קצר טוב יותר (שוב, בהשוואה לאלה שאינם מוזיקאים), ידיים ואצבעות קלות תנועה, והם טובים יותר בביצוע מטלות המשלבות עיבוד של שמיעה וראייה, כגון קריאת שפתיים [1, 2]. כמובן, מוזיקה היא רק אחת מהפעילויות הרבות המספקות גירוי נהדר לגוף ולמחשבה. קריאה, כתיבה, ציור, חשיבה, פתרון בעיות, משחקים וספורט – כל אלה הם פעילויות כיפיות, שיש להן יתרונות פוטנציאליים.

היתרונות של אימוני המוזיקה ימשכו לכל אורך חיי האדם. הם אפילו יכולים לפצות על כמה מההשפעות השליליות של מוזיקה רועשת (הנושא הבא שלנו) ושל גיל על השמיעה. מוזיקאים קשישים יותר שחלה אצלם ירידת מה בשמיעה מבינים דיבור הרבה יותר טוב יחסית לאלה שאינם מוזיקאים באותו גיל ובאותה מידה של ירידה בשמיעה.

מדוע האוזן כה רגישה למוזיקה חזקה, ולרעשים חזקים באופן כללי?

מוזיקה מהנה ומועילה להתפתחות המוח, אבל מוזיקה חזקה עלולה לגרום נזק קבוע לאוזניים שלכם, דבר שיבטל את יתרונותיה, או גרוע מכך. להערכת עוצמת הקול של קולות וימוימים רבים, הביטו באיור 2. עוצמת הקול נמדדת ביחידות של דציבלים (dB), וקולות עמוקים יותר נשמעים כחזקים יותר. אתם יכולים להוריד את מפתח התשובות בכתובת http://www.turnittotheleft.org/educational/Audio_Quiz_KEY.pdf. לפי איור 2, קולות בתחום 90-120 דציבלים – שאליהם אפשר להגיע בנגני מוזיקה נפוצים, בקונצרט רוק

איור 2

השלימו את העוצמות של כמה קולות יומיומיים. את התשובות תמצאו בכתובת, http://www.turnittotheleft.org/educational/Audio_Quiz_KEY.pdf באדיבות האקדמיה האמריקנית לתורת השמיעה.

Noise Levels

Instructions: Match the noise with the category below.

traffic
snowmobile
leaves rustling
lawn mower
dishwasher
custom car stereo at full volume
vacuum cleaner
jackhammer
hair dryer
gun shot
fireworks
ambulance
sporting event
whisper
jet plane takeoff
MP3 player at full volume
alarm clock
power tool
normal conversation
moderate rainfall
blender
live concert
car horn

OVER 85 DB FOR EXTENDED PERIODS CAN CAUSE PERMANENT HEARING LOSS.				DANGEROUS OVER 30 MINUTES		DANGEROUS OVER 30 SECONDS	USE HEARING PROTECTION/AVOID
FAINT	SOFT	MODERATE	LOUD	VERY LOUD	UNCOMFORTABLE	PAINFUL & DANGEROUS	
20-30 dB	30-50 dB	50-70 dB	70-90 dB	90-120 dB	120-130 dB	130+ dB	

Protect your ears. If the noise is too loud, walk away, turn it down (Turn it to the Left), or use ear plugs.

AMERICAN ACADEMY OF AUDIOLOGY
www.audiology.org

turn it to the left![®]
www.TurnItToTheLeft.com

איור 2

או בתזמורות מצעדים - עלולים לפגוע בשמיעה לצמיתות בתוך כ־30 דקות. בואו נראה מדוע האוזן כה רגישה לקולות חזקים.

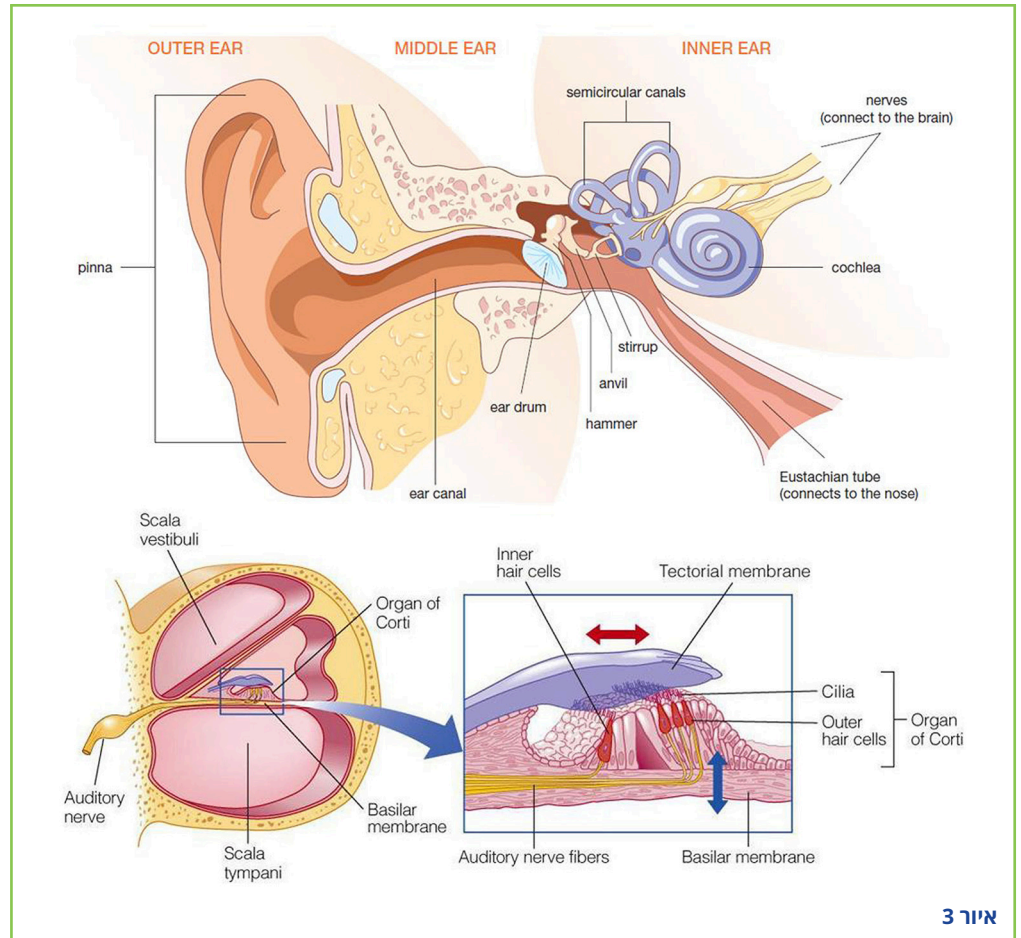
אפשר לחלק את האוזן לשלושה אזורים נפרדים: האוזן החיצונית, התיכונה והפנימית. במהלך קריאת הפסקאות הבאות, עקבו אחרי נתיב הקול דרך חלקי האוזן האלה בעזרת איור 3.

נתחיל מהאוזן החיצונית. האפרכסת מנתבת את גלי הקול לתעלת האוזן, דבר הגורם לעור התוף לרטוט פנימה והחוצה. עור התוף מחובר לשרשרת של שלוש עצמות זעירות באוזן התיכונה (הנקראות הפטיש, הסדן והמַשְׁוֹרֵת), המעבירות את רטט עור התוף לשבלול האוזן, מבנה ספיראלי המלא בנוזל שנמצא באוזן הפנימית. אם האוזן התיכונה לא הייתה קיימת ועור התוף היה מחובר ישירות לשבלול האוזן, חלק ניכר מעוצמת הקול היה מוחזר אחורה מעור התוף לתעלת האוזן והחוצה לאפרכסת, מאחר שְׁמַיִם כבדים יותר מאוויר. אותו הדבר קורה כאשר גֵּלָה קטנה וקלה נסוגה כאשר היא פוגעת בגולה גדולה וכבדה, בעוד שהגולה הכבדה נעה קדימה רק מעט. האוזן התיכונה נותנת דחיפה לקול הנישא באוויר (בדומה לגולה הקטנה), כך שיוכל להרטיט בכוח רב יותר את הנוזל בשבלול האוזן (בדומה לגולה הכבדה). בשבלול האוזן ישנם שני חללים הנקראים סקָאֵלָה וסטיבולי וסקָאֵלָה טימפאני. רטט הנוזל בחללים אלה גורם לקרום שנמצא ביניהם, הנקרא הקרום הבזילארי, להתנווד מעלה ומטה (חץ דו-כיווני כחול באיור 3).

מעל הקרום הבזילארי נמצאים תאי שְׁעֵרָה פנימיים שחשים את הקול ושולחים למוח מידע על כך. תאי השערה הפנימיים ממוקמים בתת-מבנה מורכב של השבלול הנקרא איבר קורטי על שם האדם שגילה אותו, אלפונסו קורטי האיטלקי. בזמן שהקרום הבזילארי מתנווד מעלה ומטה, שערות זעירות (ריסים) שעל תאי השערה הפנימיים מתנוודות קדימה ואחורה (חץ אדום)

איור 3

רישומים אנטומיים של האוזן החיצונית, התיכונה והפנימית (למעלה), חתך רחב דרך שבלול האוזן (למטה משמאל) ותקריב של איבר קורטי (למטה מימין). הטקסט העיקרי מתייחס לאנטומיה זו, בתיאור קווים כלליים בפיזיולוגיה של השמיעה. באדיבות האקדמיה האמריקנית לתורת השמיעה.



איור 3

באיור 3). התנדודות פותחות פתחים זעירים (תעלות יונים) בריסים, ומאפשרות בכך לאותות כימיים (בעיקר יונים של אשלגן) להיכנס לתאי השערה. כמות האשלגן שנכנסת לכל אחד מכ-3,500 תאי השערה הפנימיים (בשבלול אוזן בריא) נותנת מידע על עוצמת הקול, סוג הקול ומקור הקול. מידע זה מתורגם לאותות חשמליים בעצב השמע, המגיע אל המוח לעיבוד נוסף ולזיהוי.

ישנה חתיכה אחת נוספת בתצורה המורכב הזו של השמיעה: שלוש השורות של תאי השערה החיצוניים (איור 3). תאים אלה מגיבים לתנדודות של הריסים שלהם על-ידי הגברה פיזיקלית של הקול, וכך גורמים לו להיות חזק וברור יותר עבור תאי השערה הפנימיים. תאי השערה החיצוניים הם למעשה מנועים חשמליים בהסוואה – הם יכולים לרטוט במהירות ובקצב הקול הנכנס, ולהגביר אותו.

זו מערכת מדויקת באופן יוצא מהכלל, אבל לרוע המזל יש לכך מחיר. כדי לשפר את זיהוי הקול שנכנס והגברתו, הריסים של תאי השערה החיצוניים מחוברים לקרום (הקרום הטקטוריאלי, איור 3), דבר המאפשר להם נקודת עיגון יציבה להתנדודות קדימה ואחורה. אולם זו גם הסיבה לכך שהם נוטים להיקרע כאשר הקול נהיה חזק מדי והרטט נהיה גדול מדי. כאשר הריסים נקרעים, לעתים קרובות תא השערה החיצוני נפגע ללא תקנה והוא אבוד לצמיתות. אם כמות רבה של תאי שערה חיצוניים אובדת (בכל אוזן נקודת ההתחלה היא כ-12,000), קולות שקטים לא יישמעו, וקולות מתונים יישמעו כשקטים ופחות ברורים.

ריסים של תאי שיערה פנימיים אינם מחוברים לקרום הטקטוריאלי, ולכן הם פחות רגישים לנזקי קריעה. אולם סינפסות (נקודות המגע עם עצבי השמע) של תאי השיערה הפנימיים גם רגישות מאוד לקולות חזקים, והן עלולות להיחרס בעקבות רעש מוגזם. אם סינפסה נהרסת סיב עצב השמע שלה עלול להתנוון. ישנם כ־30,000 סיבי עצב שמע באוזן בריאה, כך שכל עוד מקרי הניוון אינם רבים ייתכן כי היכולת שלכם לשמוע לא תיפגע בהתחלה. אולם אחרי חשיפה חוזרת ונשנית לרעש, אתם עלולים לשים לב שהשמיעה שלכם כבר אינה טובה כפי שהייתה. תחילה תרגישו בכך רק בסביבות רועשות שבהן קשה יותר לשמוע, אבל לבסוף הדבר יורגש גם בסביבות שקטות. מחקרים שנעשו לאחרונה על כמה מינים של בעלי חיים (עכברים ושרקנים) הראו כי חשיפה לרעש יחיד שנמשך שעתים בעוצמה בתחום של 100 דציבלים (ראו איור 2). עלולה לגרום נזק משמעותי וקבוע לאוזן [3], וכמה חשיפות כאלה בהפרשים של כמה שבועות זו מזו עלולות לגרום אפילו נזק חמור עוד יותר [4].

איך תוכלו לדעת מה נחשב רועש מדי?

יש אנשים שהאוזן שלהם יכולה לסבול קולות חזקים מעט טוב יותר מאחרים, וקווים מנחים כגון 90-120 דציבלים למשך חצי שעה מקסימום הם נוקשים מדי עבורם. כלל אצבע טוב הוא להימנע מחשיפה לרעש שבעקבותיו האוזניים מצלצלות, גם אם מדובר בפרק זמן קצר יחסית. טנטון זמני זה מתרחש בדרך כלל בליווי איבוד זמני של רגישות השמיעה, דבר הגורם לקולות להישמע קצת עמומים לזמן מה. הבעיה היא שמחקרים על בעלי חיים [3, 4] מראים כי קולות שהם חזקים דיים כדי לגרום לבעיות "זמניות" אלה גורמים למעשה נזק לצמיתות, נזק שקשה לזהות בהתחלה בגלל הכמות הראשונית הגדולה מאוד של תאי שיערה שמיעתיים ושל סיבי שמע. אז היזהרו, הימנעו ממוזיקה חזקה או מקולות חזקים מאוד, ואם אין אפשרות להימנע – דאגו לאמצעי הגנה על האוזן, כגון אטמי אוזניים רגילים או אטמים מיוחדים למוזיקאים [5].

מקורות

1. Herholz, S.C., Zatorre, R.J. 2012. Musical training as a framework for brain plasticity: behavior, function, and structure. *Neuron* 76:486–502. doi: 10.1016/j.neuron.2012.10.011
2. Moreno, S., Bidelman, G.M. 2014. Examining neural plasticity and cognitive benefit through the unique lens of musical training. *Hear. Res.* 308:84–97. doi: 10.1016/j.heares.2013.09.012
3. Kujawa, S.G., Liberman, M.C. 2009. Adding insult to injury: cochlear nerve degeneration after "temporary" noise-induced hearing loss. *J. Neurosci.* 29:14077–85. doi: 10.1523/JNEUROSCI.2845-09.2009
4. Wang, Y., Ren, C. 2012. Effects of repeated "benign" noise exposures in young CBA mice: shedding light on age-related hearing loss. *J. Assoc. Res. Otolaryngol.* 13:505–15. doi: 10.1007/s10162-012-0329-0
5. Chesky, K. 2011. Schools of music and conservatories and hearing loss prevention. *Int. J. Audiol.* 50:S32–7. doi: 10.3109/14992027.2010.540583

פורסם אונליין: 25 בינואר 2019

נערך על ידי: Robert T. Knight, University of California, Berkeley, United States

ציטוט: Pienkowski M (2019) מוזיקה טובה למוח שלכם, אבל אל תאזינו לה בקולי קולות. Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2015.00008-he

תורגם והותאם:

Pienkowski M (2015) Music is good for your brain, but don't blast it. Front. Young Minds 3:8. doi: 10.3389/frym.2015.00008

הצהרת ניגוד אינטרסים: המחברים מצהירים כי המחקר נערך בהעדר כל קשר מסחרי או פיננסי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

COPYRIGHT © Pienkowski 2015. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון Creative Commons Attribution License (CC BY). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחבר(ים) המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

סוקרת צעירה**BHARGAVI, גיל: 14**

אני אוהבת לקרוא ולהאזין למוזיקה, ואני ממש נלהבת מ-Bharathanatyam – ריקוד קלאסי עתיק. מגיל צעיר השאיפה שלי הייתה להתמחות בניורוכירורגיה, ומאן ההתעניינות שלי במדעי המוח ובמוח עצמו. יש לי גם שאיפה סודית (לא כל כך סודית, כנראה) להיות מנחת תכניות טלוויזיה. באופן עקרוני אני רוצה להשאיר את חותמי על העולם.

הכותב**MARTIN PIENKOWSKI**

אני מלמד תלמידי תורת השמיעה ורופאי אוזניים באוניברסיטת סאלוס בפילדלפיה PA, ארצות הברית, על האופן שבו השמיעה פועלת. בין שאר הנושאים אני חוקר כיצד רעש משפיע על האוזן ועל המוח השמיעתי. אני נהנה מהניסיון לעמוד בקצב הקדמה בכל תחומי המדע, וגם נהנה מהתעמלות ומהתרגעות באוויר הצח, מתחרויות ספורט, ממשחקים כמו כדורגל ושח ומחשיבה על מסתורין היקום.



Hebrew version
provided by

מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים (ער.)
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem

