

ריצוף הדנ"א של בטהובן, 200 שנה לאחר מותו, העלה מחצאים מפתיעים

מה אפשר ללמוד משערה של גאון?

גדעון לב

בסוף שנות העשרים לחייו החל לודוויג ואן בטהובן לאבד את שמיעתו. כעיני בני זמנו מצב כזה נחשב למביש, ובטהובן הצליח להסתירו ממרבית סובכיו באופן מעורר השתאות. גם לאי חר שנהפך לחירש לחלוטין הוא הוסיף להלחין יצירות מופת. עם זאת, כשהיה בן 32 ביקש בטהובן מרופאו שעם מותו יחשוף את מצבו הבריאותי, כדי שיעד כמה שאפשר, לפחות העולם יתפייס איתי לאחר מותי. כעת, ארבי עה ימים לפני יום השנה ה-196 למותו של המלחין הנודע, מפי רסם צוות חוקרים מגרמניה, מאנגליה, מאוסטריה, מארה"ב ומבלגיה ניתוח דנ"א של בטהובן, שהורכב מקוצות שיער שלו. החוקרים לא מצאו בנגנום של בטהובן את הסיבה להתחרשויותו. עם זאת הם גילו גורמי סימן כן גנטיים למחלת כבד וכן סימן להידבקות בהפטיטיס B בחור דשים שקדמו לאבחנת המחלה שלבסוף גרמה למות המלחין. יומניו של בטהובן מעידים שהוא נהג לשתות אלכוהול בקביעות,

אך הכמירות ששתה אינן ידועות. לדברי החוקרים, השילוב של השתייה, גורמי הסיכון הגנטיים וההידבקות בנגיף היה הגורם למחלת הכבד שממנה מת בטהובן. הממצאים פורסמו אמש בכתב העת *Current Biology*. ממצא אחר של המחקר הוא שכרומוזום Y של בטהובן אינו תואם לכרומוזום Y של מי מחמשת קרובי משפחתו החיים כיום, שהמשיכו את השושלת הזכרית ועדיין נושאים את שם המשפחה. פרט זה רומז לבגידה שאירעה באחד הדורות שקדמו ללידת בטהובן. לשם המחקר איתרו החוקרים שמונה קוצות שיער כאוספים ציבוריים ופרטיים, באירופה ובארה"ב, שנטען כי היו שייכות לבטהובן עצמו. הם חקרו את השערות ובאנליזה הם גילו שחמש מהקוצות היו שייכות לגבר אירופאי אחד, שקשור לצאצאי משפחת בטהובן החיים כיום. בשלוש קוצות השיער האחרות התברר שהן היו שייכות לאחרים. אחת מהן היא קוצת השיער שבקבות ניתוח קודם שלה



קוצת שיער של בטהובן. החוקרים לא מצאו את הסיבה להתחרשותו המוקדמת צילום: קווין בראון

"כשמפיקים דנ"א לא מפיקים את כל שלושת מיליארד הנסיים שיש לאדם אלא מקטעים", הסביר ברש "ככל שהדנ"א קודם יותר, כך הוא גם קטוע יותר, ואז צריך לסדר את כל המקטעים". אם מצליחים לרצף אזור אחד בנגנום פעמים רבות, אפשר למצוא הפיפות ברצפי הגנים וכך לסדר את המקטעים בצורה טובה יותר. ברש אמר שבמחקר הנוכחי הצליחו החוקרים לרצף כל מקטע 24 פעמים. "מכאן שקיימת רמה מאוד נבונה של סבירות שאין טעויות בריצוף עצמו".

כשנשאל אם יהיה אפשר לשכט את בטהובן או דמויות היסטוריות אחרות בעזרת שח" וור דנ"א, השיב ברש: "גם אם יש את כל הרצף, הוא קיים במחשב, לא בפועל". לדבריו, "אנחנו רחוקים מאוד מהיכולת ליצור דנ"א של ממש מהרצף הזה, כי הדנ"א הוא מבנה תלת-ממדי מאוד מורכב. אבל אם יש בדנ"א קידוד ליכולת מוזיקלית, למשל, כמו שיש קידוד לצבע עיניים, מחקרים כמו זה יוכלו בעתיד לשפוך אור על כך".

כמות קטנה של שערות. ד"ר אלון ברש, מומחה לאינטוסימיה ואבולוציה של האדם מאוניברסיטת בר אילן, הביע התפעלות מהשימוש של החוקרים בשיטת הדנ"א העתיקה.

המוות יתארו את מחלתו ויחשפו את פרטיה לציבור, היא שנת מרצה אותם לכצע את המחקר. כעת, שיפורים בשיטת ניתוח הדנ"א העתיקה אפשרו לרצף את הגנום המלא של המלחין מתוך

עלתה ההשערה שבטהובן סבל מהרעלת עופרת. המחקר הנוכחי גילה שקוצת השיער הזאת היתה שייכת לאישה יהודייה. החוקרים אמרו שבקשתו של בטהובן, שניתוחים שלאחר