

[המהדורה המודפסת](#) << [כתבות](#)

מדע

לתולעת יש כמעט אותו מספר גנים כמו לנו? אבל אין לה מקטעי אלו

מאת מרית סלוין

חוקרים ישראלים זיהו מנגנון מולקולרי המסייע להסביר את אחד המדוקקים הגדולים של האבולוציה: כיצד ייתכן שהאדם מבצע תפקודים כה מורכבים עם מספר קטן יחסית של גנים

הד-נ-א משתנה ללא הרף, והשינויים החלים בו אחראים לשונות הגדולה בטבע, ליצירת מינים חדשים ולהישרדותם של מינים קיימים. המנגנון העיקרי בתורם לשונות בטבע הוא יצירת גנים חדשים. ככל הידוע היום, הדבר נעשה באמצעות הכפלה של גנים קיימים. כשגן מוכפל נוצרים ממנו שני עותקים: העותק המקורי שומר על התפקוד המקורי ואילו העותק החדש עשוי לעבור שינויים שמקנים לו תפקודים חדשים. הגן החדש יכול להימצא בד-נ-א במשך תקופה ממושכת בלי לגרום להשפעה כלשהי. אם בשלב כלשהו נוצרים תנאי סביבה חדשים שבהם יש לו יתרון, הוא הופך להיות הכרחי לשרידות המין.

על פי המודל הזה, ככל שיש יותר גנים, כך מספר התפקודים גדול יותר; וככל שנעלה בסולם האבולוציוני, מספר הגנים בגנום ילך ויגדל. אבל פענוח הגנום האנושי הראה שהדבר אינו כך. לפני פענוח הגנום ההערכה היתה שלאדם יש כ-100,000 גנים, אולם כעת ידוע שמספר הגנים האנושיים נמוך מ-30,000. לשם השוואה, לתולעי מעיים טפיליות, שאין להן ראש והן אינן מבצעות תפקודים מורכבים, יש 18,000 גנים.

הגילוי שלאדם יש מספר קטן יחסית של גנים העלה את השאלה איך נוצרה המורכבות האנושית. איך התפתחו תפקודי חשיבה, תקשורת, זיכרון, למידה ועוד במערכת שבה יש כל כך מעט גנים. מהו המנגנון הייחודי שהתפתח אצל פרימאטים שאיפשר זאת, וכיצד פחות מ-30,000 גנים מפקחים על פעולתם של כ-90,000 החלבונים שבונים ומתחזקים את הגוף האנושי.

קבוצת מחקר מבית הספר לרפואה באוניברסיטת תל אביב, בראשות ד"ר גיל אסט, גילתה מנגנון חדש שבו נוצרים בגוף חלבונים חדשים על בסיס הגנים הקיימים. המחקר, שפורסם באחרונה בכתב העת Science, מספק תשובות לשאלות על האבולוציה האנושית, שלא היתה להן תשובה עד כה.

ביולוגים מתקשים להסביר את העובדה שכאוחזו וחיבלו בלבד מהגנום האנושי מכיל מידע לבניית חלבונים. לעומת זאת, רוב רובו של הגנום מורכב ממקטעים חסרי משמעות, החוזרים על עצמם מאות ואלפי פעמים ואינם מכילים מידע ליצירת חלבונים. לשם מה הגוף משאיר את כל המטען העודף הזה ומשקיע אנרגיה רבה בתחזוקה שלו? במשך שנים לא נמצאה לשאלה הזאת תשובה, והמטען הגנטי העודף זכה לכינוי "אשפת ד-נ-א".

בין המקטעים החוזרים על עצמם באשפת הד-נ-א מצויים מקטעים קצרים, המהווים 11% מסך הגנום האנושי. מקטעים אלה נקראים מקטעי אלו (Alu), 1.4 מיליון עותקים שלהם מסתובבים בגנום, כולם כמעט זהים, ואפשר למצוא אותם רק בבני אדם ובקופים.

מציאת הקשר בין מקטעי האלו ובין התפרצות מחלות גרמה לכך שחוקרים שינו את ההתייחסות שלהם למקטעי האלו - אלה לא נחשבים עוד אשפת ד-נ-א והחוקרים מתחילים להכיר בכך שהם עשויים להשפיע על התפתחות האורגניזם. אלא שעד כה איש לא ידע כיצד הדבר קורה. צוות המחקר מאוניברסיטת תל אביב הצליח לחשוף לראשונה את המנגנון האחראי לכך והראה שמקטעי האלו יוצרים למעשה יש מאין. הם אחראים ליצירת חלבונים חדשים בכך שהם "נדחפים" לתוך הגנים ויוצרים מידע חדש בלי לפגוע במידע הגנטי הקיים. מכיוון שרצפי האלו ייחודיים לפרימאטים, המידע החדש תורם כנראה לחלק מהמאפיינים שלנו כבני אדם.

מקטעי האלו משתמשים במנגנון שקיים בתא, המבדיל בין עיקר לטפל בחומר הגנטי. בכל תא מצויים על פני הד-נ-א אזורים אינפורמטיביים ואזורים חסרי משמעות. הגנים מכילים את הוראות ההפעלה לבניית החלבונים, ומי שמתוודע בין השניים הן מולקולות

הר-נא. מולקולות הר-נא יוצרות תעתיק מדויק של הקוד הגנטי האצור בד-נא ומעבירות אותו לריבוזומים, בתי החרושת של החלבונים. לפני המעבר לריבוזומים הר-נא עובר עיבוד. בתהליך מיוחד שמכונה שחבור נחתכים ממנו אזורים חסרי משמעות ומסולקים, והקצוות בשולי החיתוך מתחברים זה לזה. כך מתבטא בתא רק המידע בעל המשמעות.

במהלך האבולוציה של המין האנושי חדרו מקטעי אלו לתוך האזורים חסרי המשמעות בד-נא והצטרפו לאשפת הד-נא. אסט וצוותו מצאו, שבמשך הזמן החלו מקטעי האלו לצבור מוטציות, וחלק מהמוטציות הפכו מקטעי אלו מסוימים למקטעים המזוהים על ידי מערכת השחבור כבעלי משמעות. מקטעים בעלי משמעות, כאמור, אינם מסולקים על ידי מערכת השחבור, והמידע שהם מכילים מתורגם לחלבונים.

אולם אסט וצוותו מצאו כי גם כאשר מקטעי האלו מוכרים למערכת השחבור, רק במחצית מהמקרים היא מטפלת בהם כמקטעים בעלי משמעות, מצרפת אותם לגנים קיימים ובצורה זו יוצרת חלבון חדש. במחצית השנייה של המקרים מערכת השחבור חותכת את מקטעי האלו וזורקת אותם יחד עם יתר המקטעים חסרי המשמעות. במקרה הראשון, אם כן, הצירוף של מקטע אלו עם חלקים בעלי משמעות יוצר מידע חדש המביא ליצירת חלבונים חדשים; במקרה השני, המידע הקיים בגן נותר ללא שינוי.

"זיהינו נמנעון שבו מקטעי האלו מביאים ליצירת חלבונים חדשים תוך כדי הקפדה לא לפגוע בחלבונים הקודמים", אומר אסט. "אם המנעון הזה לא היה קיים והמידע הישן לא היה נשמר, החלבונים המקוריים היו משתנים. מצב כזה יכול לגרום להתפתחות מחלות". ואכן החוקרים מצאו שלוש מחלות שנוצרו בדרך זו.

במנעון שמתארים החוקרים יש איפוא שני תוצרים לאותו גן. העותק המקורי שומר על הפעילות הקודמת, ואילו העותק החדש, שאליו הצטרף מקטע אלו, יכול לקבל על עצמו פעילות שלא היתה קיימת בתא לפני כן. "על פי הממצא שלנו, חלק מהגנים יכולים לתת הוראות בנייה לשני חלבונים, מה שאומר שניתן להשתמש במספר מצומצם יחסית של גנים על מנת ליצור חלבונים רבים", אומר אסט. "מכיוון שהמערכת הייחודית הזאת נמצאת רק בקופים ובבני אדם, היא מסבירה כיצד המין האנושי מסוגל לבצע תפקודים כה מורכבים עם מספר קטן של גנים".

התהליכים שחשפו אסט וצוותו מספקים הסבר גם לשאלה מדוע התא לא נפטר מעודפי הד-נא העצומים בגנים. בתוך העודפים האלה שמורות הרזרות ליצירת המידע החדש המניע את גלגלי האבולוציה.

במאמר נלווה בכתב העת "Science" כותב ווצ'יש מקלובסקי מהמכון לאבולוציה גנטית מולקולרית באוניברסיטת פנסילוניה: "אם נסתכן בהאנשה של תהליכים ביולוגיים, נוכל לומר שהאבולוציה חכמה מכדי לבזבז מידע בעל ערך. לכן, מקטעי הד-נא החוזרים אסור שייקראו אשפת ד-נא. במקום זאת יש לקרוא להם 'גן המשחקים' של הגנים, בהיותם מאגר של מקטעים מוכנים שיכולים לשמש לניסויי האבולוציה של הטבע".

חזור  | הדפס  | שלח כתבה  | חזור לדף הבית 



להזמנת מנוי להיכרות עם עיתון הארץ לחץ כאן



כלכלה Online | גלריה Online | ספריט Online | הרשמה לאתר | המהדורה המודפסת - עמוד ראשון | ארכיון הארץ | תמיכה ושירות | תגנון האתר

כל הזכויות שמורות, "הארץ" © All rights reserved Haaretz