



הנושא: האם קיים 'גן מתמטי'?

הוכן ע"י: עטרה שריקי.

תקציר: המחברת מספרת על מחקר שמטרתו לגלות האם בין יתר הגנים האנושיים קיים 'גן מתמטי' – כזה האחראי על נטייתו של אדם לעסוק במתמטיקה ואף להצליח וליהנות מעיסוק זה.

מילות מפתח: כתב העת על"ה, על"ה 35, גן, גנטיקה, גנום אנושי, מחקר, כללי.

החומר פורסם במסגרת: על"ה 35, תשס"ו 2005, עמודים 15-17.

החומר מכיל בנוסף לעמוד הפתיחה: 3 עמודים.



האם קיים 'גן מתמטי'?

עטרה שריקי

shriki@tx.technion.ac.il

"קשר חס", מוסד הטכניון למחקר ופיתוח
אורנים – המכללה האקדמית לחינוך

נקבע באופן תורשתי. בקביעת תכונה זו משתתפים ארבעה גנים. כל אחד מהגנים מורכב מ-DNA המתורגם לחלבון צבע (צבענים-פיגמנטים). צבעים אלו מצטברים בעיניים ומקנים להן את צבען.

למולקולות ה-DNA מבנה של הליקס – הן נראות כסולם לולייני (ר' איור 1). בכל אחד מ'שלבי הסולם' נמצאות שתיים מתוך ארבע מולקולות נוקלאוטידים – בסיסים המכילים חנקן. הנוקלאוטידים מסומנים באותיות הלטיניות: A – אדנין, G – גואנין, T – תימין ו-C – ציטוזין. הרצפים והצורפים השונים של החלבונים על 'סולם' ה-DNA קובעים את התכונות. כל קטע ב'סולם', המכיל אלפי שלבים של זוגות נוקלאוטידים, נקרא 'גן'. לכל אדם יש 22,000 גנים, היוצרים את הגנום (genome) שלו, בעזרת 3 מיליארד 'אותיות' כימיות (נוקלאוטידים). ה'אותיות' יוצרות יחדיו 'מילים' וה'מילים' יוצרות 'משפטים'. זוהי תוכנת ההפעלה של הגוף שלנו. בכל אחד מתאי הגוף נמצא עותק שלם של הגנום כולו. לסדר ה'אותיות' יש חשיבות מכרעת. החשיבות הבסיסית שלו נגזרת מכך, שסדר זה קובע, האם מדובר באדם, בפרח, מאכל, או חתול, שלכל אחד מהם יש גנום משלו. אתרים רבים באינטרנט מכילים מידע מדויק ועדכני בנושא.

פרויקט הגנום האנושי

צוותים מתחרים של מדענים החלו לעבוד על 'פרויקט הגנום האנושי' ב-1990. באפריל 2003 הכריזו המדענים על סיומו (למרות שברחבי העולם, וגם בישראל, המשיכו בנסיונות לפענח עד לשנה זו את החלקים שעדיין לא פוענחו). מטרתו של פרויקט הגנום האנושי

"היום אנו לומדים את השפה שבה יצר אלוהים את החיים"

(ביל קלינטון, 26.6.2000, מסיבת עיתונאים לכבוד פרסום הטיסה הראשונה של הגנום האנושי).

מבוא

פרויקט 'הגנום האנושי' העלה למודעות הציבור את ההבטחות הצפונות במיפוי המידע הגנטי של האדם. מידע זה הפך לתשתית עליה מבססות כיום רבות מחברות התרופות הגדולות בעולם את מחקריהן, במטרה למצוא מזור, למנוע ולטפל במחלות גנטיות. במקביל, החלו חוקרים מתחומים רבים אחרים (כגון – פסיכולוגיה ונוירולוגיה) להתעניין בקיומם של גנים שהם ספציפיים לכישורים מוגדרים, כגון – יכולת מתמטית יוצאת דופן.

האם כישורים מתמטיים קשורים לגנטיקה או שמא רק לסביבה ולחינוך? מהו הקשר בין מבנה המוח לבין יכולות מתמטיות? כיצד הגנטיקה משפיעה על מבנה המוח? האם יש הבדלים בין היכולות המתמטיות של בנים לאלה של בנות? שאלות אלו ועוד רבות אחרות מעסיקות כיום מדענים, פסיכולוגים ואנשי רוח. האם יוכל המדע לספק תשובות לשאלות הללו? ימים יגידו.

מהי גנטיקה ומהו גן?

גנטיקה היא ענף של מדעי החיים העוסק בגנים, בתורשה, ובהבדלים שבין היצורים החיים. מזה שנים רבות ידוע שתכונות עוברות בתורשה באמצעות מידע גנטי הקובע את תכונות האדם. מידע זה טמון במולקולות של החומר התורשתי ששמו Deoxyribo Nucleic Acid (DNA). לדוגמא, צבע העיניים של אדם

היתה לזהות את הדרך שבה ניתן לפענח 'קטעים בסולם' ולבחון על מה הם אחראים. הפרויקט הביא לזיהוי כל המידע הגנטי של האדם. המחקר הגנטי מתמקד כיום, בין היתר, בזיהוי ההבדלים בין שני בני אדם. המדענים מעריכים שיש כשלושה עד ארבעה מיליון מקומות לאורך הרצף הגנטי, בהם שינוי ב'אות' אחת של ה-DNA הוא זה שגורם להבדלים בין בני אדם.

לממצאי הפרויקט השלכות ישירות הנוגעות בעיקר לרפואה המודרנית. במקום שחוקרי הרפואה יחפשו אחר גנים בודדים הגורמים למחלות תורשתיות, הם יוכלו להסתמך על מידע גנטי שלם ומפורט ולטפל במחלות. לפי התחזיות, ניתן יהיה להחליף בגוף האדם רצפים של גנים פגומים, ובכך לרפא מחלות תורשתיות.

האם קיים גן מתמטי?

כאמור, הגנים אחראים לכל התכונות שלנו – צבע שיער, גובה, צורת האצבעות ועוד. האם קיים רצף כלשהו ב'סולם ה-DNA' שאחראי לכישרון המתמטי שלנו?

כאן חלוקות הדעות בין חסידי האסכולה החברתית-חינוכית לבין חסידי האסכולה הגנטית.

תומכי הקבוצה הראשונה מאמינים שיכולות מתמטיות קשורות לחינוך. במקום להתייחס לכישרון מתמטי כאל 'משהו שנולדים איתו', מאמינים חסידי האסכולה החינוכית שמשפחות שיש להן מודעות למתמטיקה יפתחו את היכולות המתמטיות של ילדיהן באמצעות עיסוק במשחקים ובחידות מתמטיות. המאמינים בנסיבות חינוכיות וחברתיות מסתמכים, בין היתר, על מחקרים המצביעים על כך שלבני האדם יש יכולות מתמטיות מולדות. חוקרים בתחום הנוירופסיכולוגיה הראו, למשל, שתינוקות מגלים מודעות למספרים, וכבר בשבוע הראשון לחייהם הם מסוגלים להבחין בשינויים החלים בכמות הדברים בהם הם מתבוננים. בניסויים שנעשו עם תינוקות בני חודשים אחדים נמצא, שכאשר הם צופים בהחבאת שני חפצים ברצף מאחורי מסך, הם מצפים לכך שמאחורי המסך יהיו שני חפצים. אם לאחר הורדת המסך יהיה מאחוריו חפץ אחד בלבד, הם יהיו מאד מופתעים.

בשנת 2000 פרסם קייט דבלין (Keith Devlin) את ספרו:

The math gene: How mathematical thinking evolved and why numbers are like gossip.

הספר חושף את התפתחות היכולת האנושית לחשוב באופן מתמטי. איננו יודעים, ואולי אף פעם לא נדע, איך בדיוק פיתחו בני האדם את היכולות המתמטיות שלהם, והמחבר מכיר בעובדה זו. יחד עם זאת, הספר מציג רצף של אירועים אפשריים, אשר יכולים היו להוביל לרכישת יכולת חשיבה מתמטית. הטענה המרכזית של המחבר היא שתכונות המוח שלנו המאפשרות לנו להשתמש בשפה הן אותן התכונות המאפשרות לנו 'לעשות מתמטיקה'. מכאן המסקנה היא, שהיות וכמעט כולם מצליחים לדבר הרי שהם גם מסוגלים להצליח במתמטיקה. לדעת המחבר, מתמטיקאים אינם נולדים מצוידים ביכולות שאין לאחרים. העניין האישי שהם מוצאים במתמטיקה הוא אשר יוצר את ההבדל המרכזי בין אלה שמצליחים במתמטיקה לבין אלה שנכשלים בה.

היבט חברתי-חינוכי נוסף בא לידי ביטוי בבתי-הספר. מורים נוהגים לומר לתלמידים להקדיש זמן ומאמצים רבים יותר אם ברצונם להגיע להישגים גבוהים במתמטיקה. כלומר, התפיסה היא שהקדשת זמן תגרום להם להיות מתמטיקאים טובים יותר, כאשר הדגש הוא על "נכונות להתאמץ". ואכן, ניתן לראות שאנשים המצטיינים בתחום כלשהו (בספורט, במוזיקה או בכל דבר אחר) מקדישים לו זמן רב. הקדשת זמן מביאה להישגים, המזכים במשוב חיובי ושבחים. אותו משוב מגביר את המוטיבציה וכך מביא להתמדה.

לעומתם, חסידי האסכולה הגנטית סבורים שיכולת מתמטית היא כישרון מולד ש"עובר במשפחה", כלומר תכונה גנטית. ממצאי מחקרים מצביעים על כך, שבמרבית המקרים סטודנטים המצטיינים במתמטיקה מגיעים ממשפחות של אנשים מוכשרים מאד במתמטיקה. ממצאים אלה מחזקים את טענתם של תומכי האסכולה הגנטית.

יחד עם זאת, עד כה לא נמצאו סימוכין מדעיים לקיומו או להיעדרו של 'גן מתמטי'. אולם מדענים רבים מצביעים על זיהוי קשר בין כישרים מתמטיים יוצאי דופן לבין היעדר כישרים חברתיים, דבר המחזק, לתפיסתם, את הרעיון של גן אחראי. אוטיסטיים, למשל, מצוידים, לעיתים קרובות, בכישרים מתמטיים יוצאי דופן. אגב, תומכי האסכולה החברתית-חינוכית סבורים שבמקרה של ילדים חסרי כישרים חברתיים, הבדידות וההתכנסות העצמית הם אשר גורמים לרבים מהם להתעניין במתמטיקה כבר בגיל צעיר מאד.

באמצעות האתר:

<http://www.cambridgepsychology.com/math>

לדעת מדעני קיימברידג', החשיבות של המחקר שלהם כפולה: מצד אחד ממצאי המחקר יתרמו להבנה בנוגע למהות ולמקור של היכולות המתמטיות, ומצד שני בכוחם של הממצאים לשרר באופן משמעותי את החינוך המתמטי ולתמוך במתקשים במקצוע.

מקורות

<http://www.plus.maths.org/latestnews/may-aug05/genes/index.html>

<http://www.plus.maths.org/issue9/news/brains/index.html>

<http://www.plus.maths.org/issue19/features/butterworth/index.html>

<http://he.wikipedia.org/wiki>

<http://stwww.weizmann.ac.il/bioinformatics/home1.html#begin>

http://www.ornl.gov/sci/techresources/Human_Genome/project/about.shtml

<http://news.walla.co.il/?w=/89/661400>

<http://www.snunit.k12.il/seder/dna/project.html>

http://www.bbc.co.uk/cambridgeshire/content/articles/2005/06/29/cambridge_math_gene_project_feature.shtml

http://dbs.cordis.lu/cgi-bin/srchidadb?CALLER=NHP_EN_NEWS&ACTION=D&SESSION=&RCN=EN_RCN_ID:24311



אחרים מצביעים על כך שכישורי הבנים עולים על כישורי הבנות בהקשר של ראייה מרחבית. היות והמקור לכך הוא בהבדלים במבנה המוח הנשי והגברי, עולה השאלה האם הגנים מעצבים את הדרך שבה המוח שלנו מתפתח, ואם כן – באיזה אופן?

אם נניח לרגע, לצורך הדיון, שהאסכולה הגנטית אכן נאמנה למציאות, וילדים, אכן נולדים 'מתמטיקאים', כי אז נשאלת השאלה כיצד ייתכן שכל-כך הרבה אנשים שונאים או מתקשים במתמטיקה? האם Keith Devlin אינו חוטא בכך שאינו מפרש את "...העניין האישי שהם מוצאים במתמטיקה..." בנטייה גנטית?

במטרה לענות על השאלה, האם אכן גנים אחראים ליכולות מתמטיות, או שמא הדבר הוא תכונה נרכשת – תולדה של חינוך, החלה לאחרונה קבוצה של מדענים מהפקולטה לפסיכולוגיה באוניברסיטת קיימברידג' לחפש אחר גן מתמטי. זהו המחקר הראשון בעולם הבודק את האפשרות של קיומו של גן מתמטי. החוקרים מנסים למצוא, האם אנשים הנהנים לפתור משוואות ולהשתעשע עם שברים, שונים מאנשים אחרים. כוונת החוקרים היא להשוות את ה-DNA של אלה המוכשרים למתמטיקה עם כאלה שאינם מוכשרים בתחום.

החיפוש של מדעני קיימברידג' אחר הגן המתמטי כולל איתור רמזים שיוכלו לתרום לתשובה לשאלה: מה הופך אדם למתמטיקאי מוצלח, או מה יכול לעזור לו להיות כזה. המדענים החלו לבחון גנים של זוגות אחים אשר שניהם קבלו ציון מעולה במתמטיקה ברמה מורחבת. כיום ידוע שאחים חולקים ביניהם 50% מהגנים, בממוצע. החוקרים מחפשים האם האחים חולקים גנים משותפים בכמות שהיא מעבר לאותם 50%, ומאמינים שבין אלה יוכלו לזהות גנים אחראים ליכולות המתמטיות. הגנים המועמדים, אם אכן יימצאו, יועמדו למבחנים נוספים כדי לראות האם הם באמת קשורים ליכולת מתמטית.

עד כה אספו חברי הקבוצה מידע מ-140 זוגות של אחים, שה-DNA שלהם מאוחסן באופן אנונימי.

המדענים עדיין מחפשים מתנדבים נוספים למחקר. אחים העומדים בדרישות יכולים להירשם לניסוי באמצעות האינטרנט. תחילה עליהם למלא שאלון, ולאחר מכן הם מוזמנים לתרום DNA. מעוניינים לנסוע לאנגליה ולנסות? אם כן, אתם יכולים להירשם לניסוי