

מדוע אנחנו מזעיפים גבות? מקורן האבולוציוני של הבעות פנים



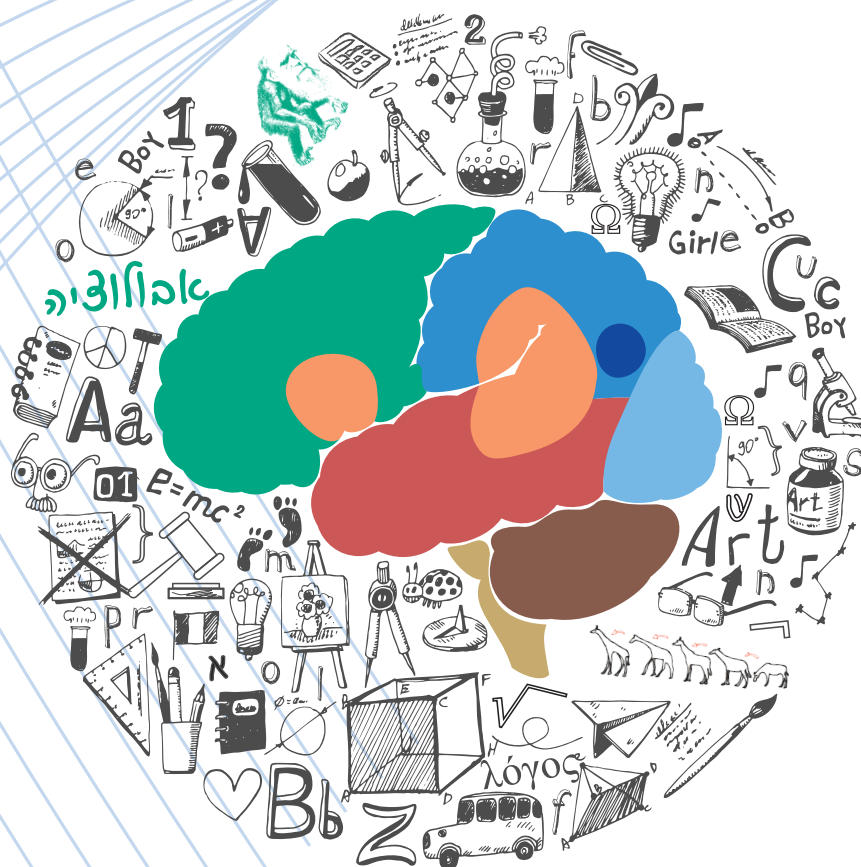
פרופסור רון אהרוני

הפקולטה למתמטיקה

הטכניון

מדוע אנחנו מזעיפים גבות?

מקורן האבולוציוני של הבעות פנים



פרופסור רון אהרונ

הפקולטה למתמטיקה
הטכניון

מדוע אנחנו מזעיפים גבות?

כתיבה: **פרופ' רון אהרונ** הפקולטה למתמטיקה הטכניון
מנהל פרויקט **כדאי לדעת**: פרופ' אילון סולן
עריכת לשון: ד"ר דנה ברעם
רכזת אדמיניסטרטיבית: גלית הרצברג
עיצוב גרפי ועימוד: ניצן-שמיר מעצבים
איור עטיפה: shutterstock
כתובת אתר **כדאי לדעת**: goodtoknow.tau.ac.il

תצלומים: ויקיפדיה

תודות

אנחנו מודים לד"ר עומר חורש ולגב' מיטל וייס מתיכון הראשונים בהרצליה וכן לגב' אירית גזית מאוניברסיטת תל-אביב על ההירתמות למען הפרויקט. אנחנו מודים לתלמידים שקראו גרסה מוקדמת של החוברת והציעו הצעות לשיפור: תלמידי כיתה י' 8 וקבוצת המבוא לביולוגיה בשנת תשע"ט מתיכון הראשונים בהרצליה, תלמידי תוכנית אלפא במחזורים ד-ה ותלמידי אידאה במחזורים א-ב מאוניברסיטת תל-אביב לנוער.

זכויות הקניין הרוחני, לרבות זכויות היוצרים והזכות המוסרית של היוצרים בחומר זה, מוגנות.

השימוש בחוברות, שמירתן במאגרי מידע והפצתן מותר לצורך שימוש לא מסחרי בלבד. בעת שמירה במאגרי מידע, יש לציין במפורש שהחוברת שייכת לפרויקט "כדאי לדעת" ולצורך קישור לאתר הפרויקט. השימוש לכל מטרה מסחרית וליצירה של חומרים נגזרים אסור ללא קבלת רשות מפורשת בכתב מהנהלת הפרויקט.

שנת הוצאה: 2019

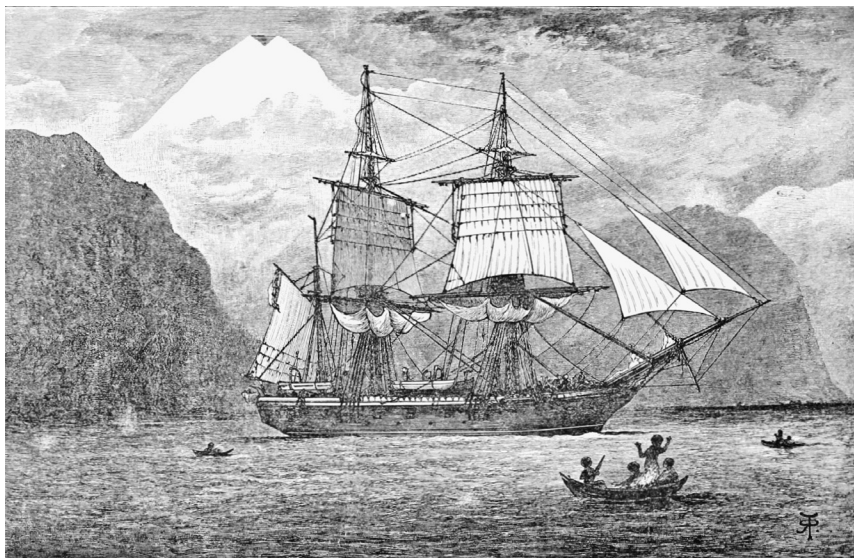
תוכן

3	מבוא: דרווין והבעות הפנים
5	א. ההבעה הפשוטה מכולן - גועל
6	ב. כעס
7	ג. קמטי הצער במצח
9	ד. פרצוף עצוב
11	ה. פחד והפתעה
14	ו. ההבעה החידתית של אין אונים
21	ז. החיוך
23	ח. טקסים אצל בעלי חיים
24	לסיום, הערה על אופי מחקרו של דרווין
25	לקריאה נוספת

מבוא: דרווין והבעות הפנים

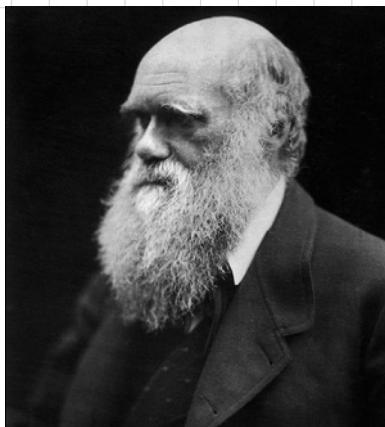
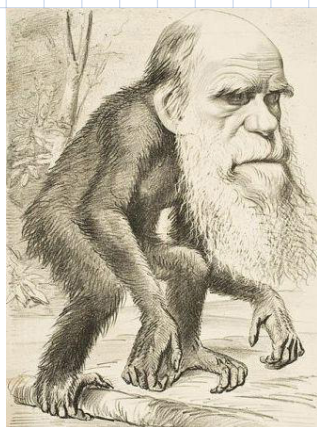
מניין הגיעו הבעות הפנים שאנחנו מכירים היטב כל כך - הבעות הכעס, הפחד, הגועל, או ההבעה של אין אונים? מדוע אנחנו מכווצים גבות כשאנחנו כועסים או מרימים גבות כאשר אנחנו פוחדים? מדוע מצחנו מתקמט וקצות הפה נמשכים כלפי מטה כאשר אנחנו חשים צער?

מי שפתר את השאלות הללו היה צ'רלס דרווין, ובחוברת זו נציג את תשובותיו. דרווין נולד בשנת 1809 בבריטניה למשפחה מהמעמד הגבוה. בשנת 1831 הוזמן להיות בן לוויה לקברניט של הספינה "ביגל" (ראו איור 1), שיצאה למסע מחקר בן חמש שנים סביב העולם. דרווין, שהיה אז פרח כמורה וחוקר טבע חובב, התאים לתפקיד מאין כמוהו: הוא היה יסודי, חרוץ, סקרן ומקורי. מהתבוננותיו בעולם החי והצומח לאורך המסע נולדה במוחו תורת הברירה הטבעית, מן הרעיונות הפשוטים ועם זאת הגאוניים ביותר בתולדות המדע. על פי תורה זו, התפתחותם של מיני בעלי החיים נובעת מהישרדותם של הפרטים המותאמים טוב יותר מהאחרים לסביבת הגידול שלהם. כך מורשות התכונות המתאימות לסביבה ונכחדות אלה שאינן מתאימות. למשל, מבין צאצאיה של ג'רפה, שאזור מחייתה מתאפיין בעצים גבוהים, יש הסתברות גבוהה יותר שישרדו פריטים בעלי צוואר ארוך יותר, וכך יתארך צווארן של הג'רפות מדור לדור. על תורה זו תוכלו לקרוא בחוברת "אבולוציה".



איור 1: הספינה ביגל. מקור: ויקיפדיה. האיור מאת דרווין. צילום: R. T. Prichett. שימוש חופשי.

תבונתו של דרווין נגעה לא רק לענייני מדע אלא גם לעניינים אחרים בחיים. הוא הבין היטב מה תהיה תגובתה של הכנסייה לתובנה שלו על התפתחות החיים, ולכן שמר את רעיונותיו במגירה במשך שנים. גם לאחר שפרסם אותם ב-1859 בספר "מוצא המינים", חיכה 12 שנים נוספות עד שפרסם גם את הטענה מעוררת המחלוקת ביותר: שגם האדם כלול בסיפור, שמוצאו מיצורים דמויי קוף. כצפוי, פרסום טענה זו הוביל למלחמה מדעית שגלשה לציבור כולו. קריקטורות של דרווין כקוף פורסמו בעיתונות (אחת מהן מוצגת באיור 2). דרווין עצמו ישב בחווה שלו, גידל עשרה ילדים ולא התערב במהומה.



איור 2: מימין: צ'רלס דארווין. מקור: ויקיפדיה.

שימוש חופשי. צלם: Julia Margaret

Cameron.

משמאל: קריקטורה שהפיצו בזמנו מתנגדי

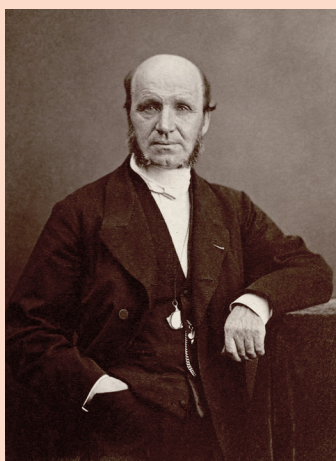
תורתו של דרווין בקשר למוצא האדם מהקוף.

מקור: University College London Digital

Collection. שימוש חופשי.

אבל גם בשבתו בחווה הוא לא הפסיק להתבונן, זו הפעם בהתנהגותם של בעלי החיים ושל בני האדם. מן ההתבוננות הזאת נולד ספר שלישי, מן היפים ביותר שלו: "הבעת רגשות באדם ובחיות". הספר פורסם ב-1873, ודרווין ענה בו על השאלות שהצגנו קודם - מהיכן מגיעות הבעות הפנים והגוף. זו הייתה קפיצת מחשבה נוספת: לא רק מבנה גופם של בעלי החיים מעוצב בידי הברירה הטבעית, כך הבין דרווין, אלא גם התנהגותם, ובמיוחד דרכי התקשורת הלא מילולית שלהם. הספר הפך לבסיס למדע שנקרא כיום "אתולוגיה", מדע ההתנהגות של בעלי החיים.

"יצירתיות", אמר אלברט איינשטיין, "היא להסתכל במשהו שכל אחד ראה, ולחשוב משהו שאף אחד לא חשב". כל אחד מכיר את הבעות הפנים היסודיות. לשאול מניין הן הגיעו - לכך דרושה סקרנות כשל דרווין. הרעיון שלו היה שהמקור להבעות הפנים הוא תפקודי: ההבעות נולדו מתנועות שבמקור היה להן תפקיד הישרדותי, לאו דווקא תקשורתי. רעיון זה היה מוכר עוד קודם לכן - רופא צרפתי בן זמנו של דרווין בשם גיום דושן חקר הבעות פנים, ודרווין השתמש בממצאיו ובתמונות שצילם. אבל דרווין הלך צעד אחד קדימה. הוא קישר את ההבעות לברירה הטבעית, ונתן הסברים גאוניים לכמה הבעות שקודמיו לא הצליחו להסביר. בחוברת הזאת נספר על תגליותיו וקצת מעבר להן.



גיום דושן (Guillaume-Benjamin-Amand) (1806-1875) היה רופא צרפתי שייסד את תחום הנוירולוגיה וקידם את מדע האלקטרופיזיולוגיה. תרומותיו העיקריות נגעו למחלות הפוגעות בשרירים, והוא היה הראשון שהשתמש בביופסיה של שרירים לשם אבחון (הוצאת דגימה קטנה של תאים מהגוף ובדיקתם במעבדה).

איור 3: גיום דושן. מקור: ויקיפדיה. נגזרת שביצע PawelMM

מהצילום המקורי. שימוש חופשי.

בחוברת נעסוק בהבעות הנפוצות ביותר: גועל, כעס, צער ועצב, פחד והפתעה, אין אונים, חיוך.

א. ההבעה הפשוטה מכולן - גועל



איור 4: גועל. צילום עצמי.

בואו נבחן את רכיבי ההבעה המוצגת באיור 4: השפה התחתונה וקצות הפה נמשכים כלפי מטה, הלשון משתרבת, האף נמשך כלפי מעלה. לפעמים מתלווה גם רתיעה של הראש לאחור.

מהם כל אלה? ברור: תנועות אלה הן תגובה לטעימה של אוכל דוחה. תנועות הפה הן תנועות של יריקה, והרמת האף היא ניסיון להימנע מריח רע.

פשוט? אכן, אבל חשוב. זוהי דוגמה ראשונה להבעה שכיום משמשת לתקשורת, אבל במקור היה לה תפקיד שימושי ומעשי. ועוד אפשר ללמוד מהבעה זו עד כמה דקה מעטפת התרבותיות שלנו, ועד כמה בסיסיות התגובות שלנו: אנחנו "מעקמים את האף" על דברים שנראים לנו גבוהים ומופשטים - התנהגות לא ראויה של מישהו, ביצוע לא מוצלח של הסימפוניה האהובה עלינו - אבל בעצם תגובה זו שלנו זהה לתגובתנו לאוכל מקולקל.

ב. כעס



איור 5: כעס. משמאל: צילום עצמי. מימין: istock.

כאשר אנחנו כועסים אנחנו מכווצים גבות, חושפים שיניים, דוחפים מעט קדימה את הראש ומקשיחים את הצוואר (איור 5). לכל התנועות האלה אותו מקור: הן נחוצות בהכנה להתקפה. חשיפת השיניים מכוונת להתכונן לנשיכה או לאיים על היריב כשאנו מראים לו את השיניים החדות שלנו. כיווץ הגבות נועד להגן על העיניים בזמן התקפה, כי הרי אי אפשר לעצום את העיניים כאשר מתכוננים להתמודדות, אבל אפשר להגן עליהן בעזרת הגבות. הקשחת הצוואר מטרתה להכין את הראש לפעול בהתקפה, בנגיחה או בנשיכה.

בדומה לגועל, גם הבעת הכעס משמשת כיום לתקשורת בלבד, אך היא נולדה מצורך תפקודי. ואולם מקורה ארכאי עוד יותר מזה של הבעת הגועל: הבעת הגועל נולדה מתנועה של תינוק, ואילו הבעת הכעס נולדה מוקדם הרבה יותר, אצל אבותינו בעלי החיים. הרי אצלנו כיום, או אפילו אצל האדם הקדמון, לשיניים יש תפקיד משני בלבד במלחמה ביריבים אנושיים או בבעלי חיים. מזה אלפי שנים אנחנו נלחמים בעזרת מכשירים ולא בעזרת הפה. ועם זאת, ההבעה נותרה.

גם הלקח הנוסף תקף במקרה זה: נדמה לנו שהכעס שלנו הוא לפעמים גבוה ומופשט, אבל אנחנו בסך הכול כועסים על מישהו ממש כפי שכלב אחד תוקפני כלפי כלב אחר. אותן מערכות מופעלות בנו: פקיד הדואר מרגיז אותנו? בתוך תוכנו, אנחנו מוכנים לנשוך אותו.

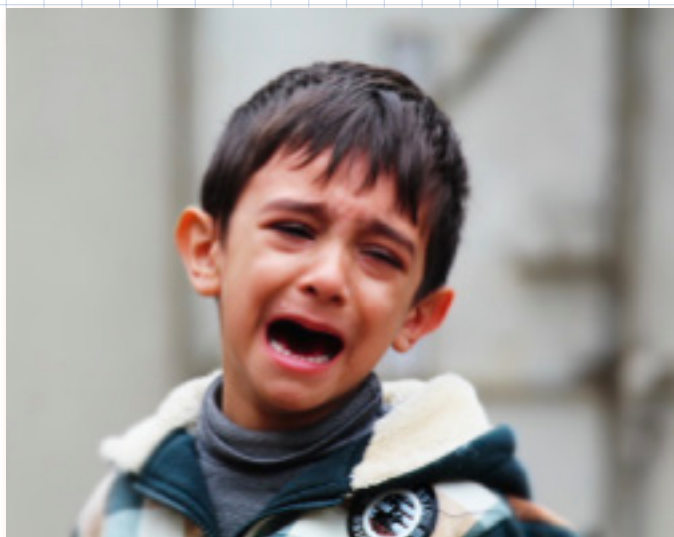
ג. קמטי הצער במצח

הבעות הגועל והכעס קלות להבנה. לא היה צורך בחכמתו של דרווין כדי לפענח אותן. גם לפניו ידעו ואף כתבו זאת. הבעת הצער מסתורית הרבה יותר. יש לה שני רכיבים, כפי שאפשר לראות באיור 6: קמטי צער במצח ומשיכת קצות הפה כלפי מטה, אשר יחד יוצרים את ה"פרצוף העצוב" המוכר.



איור 6: צער. מקור: pixabay. שימוש חופשי.

דרווין התחבט זמן רב בשאלת מקורם של שני רכיבים אלה. ההארה הגיעה אליו כשרכב יום אחד על סוסו בחווה כשגבו אל השמש, ואחד ממשרתיו הופיע מולו, מהלך. המשרת הביט בו כלפי מעלה, ודרווין שם לב שעל מצחו של המשרת נחרשו קמטים - בדיוק כקמטי הצער. במקרה זה לא היה קשה להבין את מקור הקמטים: המשרת סונוור מן השמש, והדחף המידי שלו היה לעצום את עיניו. בה בעת הוא גם רצה לשמור על קשר עין עם דרווין, ולכן בתגובת נגד לרצון לעצום את העיניים משכו שרירי המצח שלו את העפעפיים כלפי מעלה. כלומר, קמטי המצח של המשרת לא נולדו מתנועה תפקודית, אלא היו תוצאה של תגובת נגד לתנועה כזאת. הם נועדו להימנע מתגובה - מעצימת עיניים, שהיא התגובה האוטומטית לסנוור.



דרווין הבין שבהבעת הצער מתרחש דבר דומה: קמטי הצער הם תוצאה של התנגדות לרצון לעצום עיניים. אבל מדוע חשים דחף לעצום עיניים כאשר עצובים? משום שאז אנחנו רוצים לבכות, וכשבוכים עוצמים עיניים.

איור 7: בכי. מקור: pxhere. שימוש חופשי.

שרשרת השאלות אינה מסתיימת כאן, היא נמשכת: מדוע עוצמים עיניים כשבוכים? הסברו של דרווין לוקח אותנו שוב לעבר, אך זו הפעם לא לבעלי החיים אבותיו של האדם, אלא לעֶבְרו של כל אדם ואדם - התינוק. בכי של תינוק הוא צרחה מאומצת. צעקה יוצרת לחץ על הוורידים המובילים דם מן הראש, וגורמת להצרת הקוטר שלהם, והתוצאה היא שנפח הדם הזורם מן הראש קטן. הצטברות הדם בראש היא הסיבה להאדמת הפנים בשעת צעקה. הצטברות הדם מובילה בין השאר לעלייה בלחץ הדם בכלי הדם הקטנים שבעיניים, ודרווין הניח שכדי למנוע התפוצצות שלהם, השרירים סביב העין מתכווצים והעיניים נעצמות, וכך נבנה לחץ מן הכיוון הנגדי. הצטברות הדם גורמת לחץ מבפנים כלפי חוץ, והתכווצות השרירים ועצימת העיניים מפעילות לחץ מן החוץ פנימה.

ומדוע אנו דומעים כאשר אנחנו בוכים? הדמעות תפקידן לשמן את העין ולהרחיק גופים זרים. מדוע נחוץ להזיל דמעות דווקא בזמן בכי? לכך אין הסבר בדברי דרווין. ייתכן שיש לתופעה זו קשר ללחץ על העין בזמן הבכי. האם אתם רוצים לנסות את כוחכם בהסבר משלכם?



נסכם: צער מעורר אצלנו רצון לבכות. גם אם יש לנו תחושה שאנחנו כבר מבוגרים ושולטים בעצמנו, בתוך תוכנו עולה הבכי. הדבר מפעיל תגובה לא רצונית של עצימת עיניים. ואולם, מכיוון שאנחנו רוצים להישאר בקשר עם העולם ולשם כך זקוקים לעיניים פקוחות, אנחנו מפעילים שרירים המתנגדים לעצימת העיניים - שרירי המצח שמושכים את העפעפיים כלפי מעלה.

זוהי דוגמה ראשונה לתופעה שעוד נשוב ונפגוש: לפעמים הבעה נולדת לא מתנועה תפקודית, אלא מהיפוך של תנועה כזו, כלומר מרצון להתגבר על נטייה לבצע תנועה מסוימת.

איור 8: תינוק בוכה. מקור: pixabay. שימוש חופשי.

ד. פרצוף עצוב

החיך והעצב הפוכים זה לזה לא רק בהרגשה אלא גם בהבעת הפנים, כפי שמודגם באיור 9.



איור 9: עצב ושמחה. מקור: ppxhere. שימוש חופשי.

מדוע בחיך מרימים את קצות הפה, ובעצב מושכים אותם כלפי מטה? לחיך עוד נחזור - הוא המסתורי שבכל הבעות הפנים ואין הסכמה על מקורו. אבל לפרצוף העצוב יש הסבר, וגם לו נדרשה חכמתו של דרווין. כמו קמטי הצער במצח, טען דרווין, גם משיכת קצות הפה כלפי מטה מקורה ברצון לבכות. כשתינוק בוכה, פיו פתוח לרווחה: השפה העליונה נמשכת כלפי מעלה והתחתונה כלפי מטה. דרווין הבין שבהבעת הצער נותרה מבין שתי אלה רק משיכת השפה התחתונה כלפי מטה, ואילו הרכיב השני, משיכת השפה העליונה מעלה, נעלם. וכך מתקבל הפרצוף העצוב המוכר לנו.

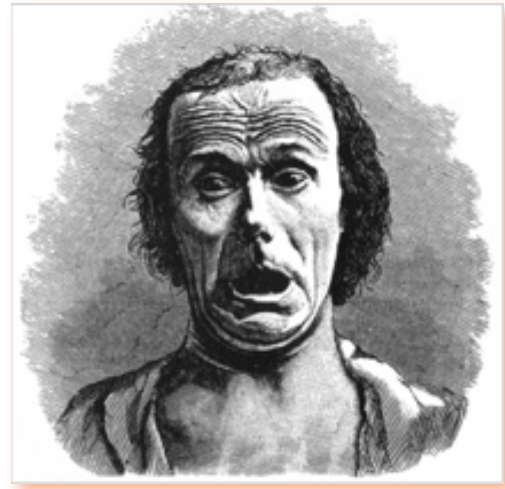
אבל מדוע נותרה רק המשיכה כלפי מטה? בהיותנו אנשים בוגרים, אנו שולטים בנטייה לבכות ובמיוחד ברצון לפתוח את הפה. אבל לא לגמרי: השרירים האחראים על משיכת קצות הפה כלפי מטה נשלטים פחות טוב מהשרירים האחראים על משיכתם כלפי מעלה. כאשר חשים צורך לבכות, השרירים המושכים כלפי מטה מופעלים כי קשה לנו יותר לשלוט בהם, ואילו השרירים המושכים כלפי מעלה נעצרים. התוצאה היא שקצות הפה נמשכים כלפי מטה.

התמונות באיור 10 מאששות את התיאוריה הזאת. אלה הן תמונות של תינוק בשניות הראשונות שבהן הוא פורץ בבכי. בתמונה העליונה הוא מנסה לשלוט בבכי: מכיוון ששרירי השפה העליונה נשלטים טוב יותר על ידי הרצון שלו, רק השפה התחתונה נמשכת כלפי מטה ומתקבל כרצוף עצוב. בתמונה התחתונה התינוק מאבד שליטה על הבכי לגמרי, ופיו נפתח לצעקה.



איור 10: התינוק מנסה לשלוט בבכי. צילום עצמי.

ה. פחד והפתעה



איור 11: פחד. מימין: מקור: "הבעת רגשות באדם ובחיות" מאת דרווין. צילום: גיום דושן. Reproduced with permission from John van Wyhe ed. 2002. The Complete Work of Charles Darwin Online. (<http://darwin-online.org.uk>) משמאל: פחד. מקור: pixabay. שימוש חופשי.

התמונות המוצגות באיור 11 הן של הבעת פחד. להבעה זו שני רכיבים עיקריים: האחד הוא גבות מורמות, והשני - קצות הפה נמשכים לצדדים בעוד הוא נשאר פתוח קמעה. נוסף על כך הצוואר מתקשח והראש מוזח לאחור.

ההסבר הטבעי ביותר להרמת הגבות הוא "כדי שאוכל לראות אותך טוב יותר". אבל ניסויים הראו שהרמת הגבות כמעט אינה מגדילה את שדה הראייה. ההסבר הטבעי לפתיחת הפה הוא שבדומה לכעס, האדם הפוחד חושף את שיניו, ומראה בכך שהוא מוכן להתמודדות. אבל שימו לב להבדל בין הפחד לכעס - בהבעת הפחד השיניים אינן נחשפות כמעט, הפה נפתח בעיקר לצדדים ופחות מכך אנכית.

מהו ההסבר, אם כן? צריך לזכור מתי אבותינו הקדומים חשו פחד - למשל כאשר הלכו ביער ושמעו פתאום רחש של חיה. במקרה כזה, הדבר הנכון לעשות הוא לקפוא במקום כדי לא להתגלות. קפיאה דורשת שהשרירים יהיו מכווצים, כדי למנוע תנועה מקרית. הגבות המורמות והפה המשוך לצדדים מאפשרים הקפאת שרירי הפנים תוך כדי שימור שני גורמים חשובים להתמודדות אפשרית - עיניים פקוחות ופה פתוח שיאפשר לנשום היטב. הנשימה דרך הפה שקטה יותר מן הנשימה דרך האף, משום שהפתח למעבר האוויר גדול יותר. נשימה דרך האף יכולה להיות שקטה כשהיא רגועה, אך אם היא מאומצת היא נוטה להרעיש.

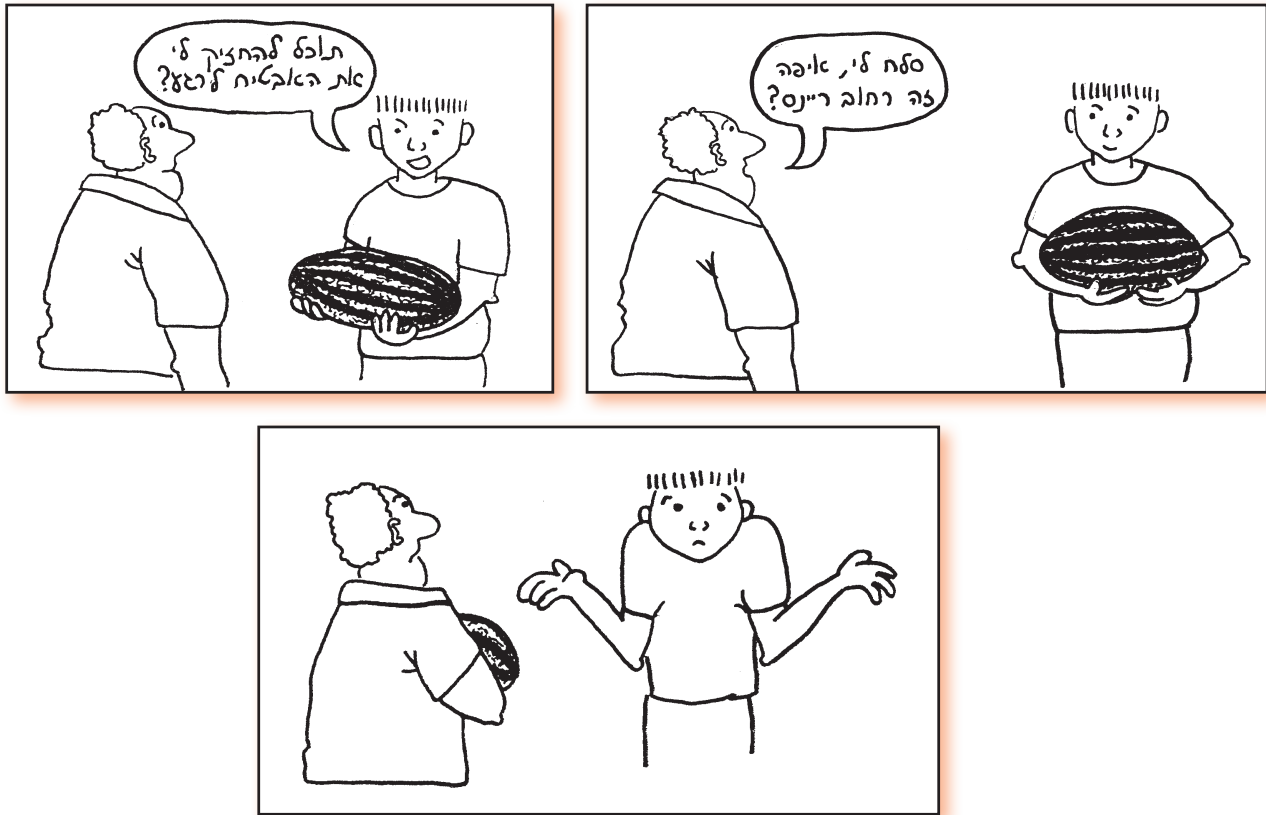
אגב, הרמת הגבות היא הרכיב הפחות נשלט בהבעה בזמן כחד. אפשר לראות זאת בעת אמירת דבר שקר: היודעים לזהות אותה אינם זקוקים למכונת אמת - המשקרים מרימים גבות בכל מקרה, אפילו אם במידה מועטה מאוד.



איור 12: הפתעה. מקור: istock.

הבעת ההפתעה (איור 12) היא גרסה ממותנת של הבעת הפחד. הגבות אינן משוכות כל כך בחוזקה כלפי מעלה, והפה פתוח רק מעט לרווחה. מקור ההבעה אף הוא כחד - הפתעה פירושה סכנה, אינכם מוכנים לבאות.

ו. ההבעה החידתית של אין אונים



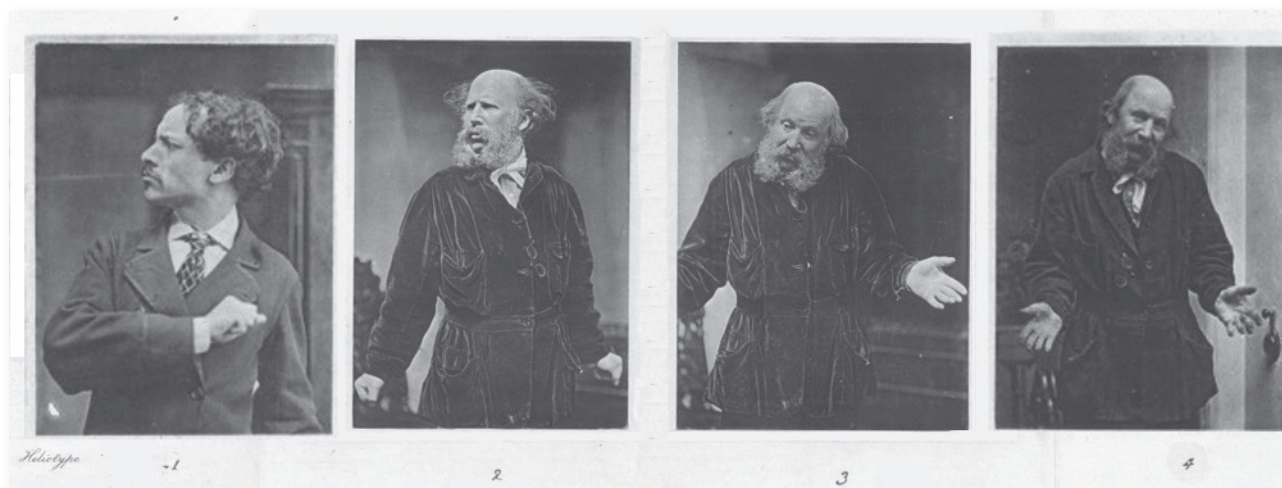
איור 13: אין אונים. מקור: עצמי.

ההבעה של בעל האבטיח שבקריקטורה באיור 13 היא אחת משתי ההבעות החידתיות ביותר (כאמור, האחרת היא החיוך). יש בה צירוף מוזר של תנועות פנים וגוף. בפנים אנו רואים משיכה של קצות הפה כלפי מטה בדומה לפרצוף העצוב, אבל במקרה זה המשיכה מטה מלווה בדחיפה של השפה התחתונה כלפי מעלה. כמו כן הגבות מורמות, תנועה שדומה במקצת להפתעה. בגוף אנו רואים שהכתפיים משוכות מעלה, הידיים פשוטות לצדדים וכפות הידיים פרושות.



איור 14: אין אונים. צילום עצמי.

הבעה זאת הביכה את קודמיו של דרווין, ובמשך זמן רב גם אותו עצמו. גם במקרה זה היו נחוצות יכולת התבוננות מעולה וחשיבה פורצת גבולות. כמו במקרה של קימוט המצח בהבעת הצער, הבין דרווין כי מקור ההבעה אינו בפעולה שיש לה מטרה מעשית, אלא בתגובת נגד לפעולה כזו. רכיבי הבעה זו הפוכים, אחד לאחד, לרכיבי ההבעה של הכנה להתמודדות, שתוצג מיד.



איור 15: הכנה להתמודדות - תמונות 1-2 (משמאל); ויתור על התמודדות - תמונות 3-4 (מימין). מקור: "הבעת רגשות באדם ובחיות" מאת דרווין.

Reproduced with permission from John van Wyhe ed. 2002. The Complete Work of
(/Charles Darwin Online. (<http://darwin-online.org.uk>)

התמונות באיור 15 ממוספרות משמאל לימין, מ-1 עד 4. בתמונות 1-2 נראה אדם מתכוון להתמודדות. הוא קומץ אגרופים, מתכוון להשתמש בהם. הוא מקרב את ידיו לגופו, מתגונן מפני התקפה אפשרית. הוא מקשיח את צווארו ומרים את ראשו - חיות וגם בני אדם זקוקים לצוואר מחוזק במקרה של מאבק. הוא מכווץ את גבותיו להגנה על העיניים, וכפי שראינו בהבעת הכעס, יש שהוא חושף שיניים. בהבעת

האין אונים המוצגת בתמונות 3-4, כל אחד ואחד מן הרכיבים האלה מתהפך: במקום אגרופים קמוצים - כפות הידיים פרושות; במקום ידיים קרובות לגוף - הידיים פרושות לצדדים; במקום צוואר קשוח - כתפיים משוכות מעלה; במקום גבות מכווצות - הגבות מורמות בעזרת שרירי המצח; במקום שיניים חשופות (שאינן מופיעות בתמונות אלה אבל כאמור, לפעמים הן חלק מהבעה של הכנה להתקפה) - קצות הפה משוכים כלפי מטה. אילו מצאנו שרק רכיב אחד בהבעות הפוך, אפשר היה לפקפק בקשר שבין שתי הבעות אלה. ואולם הופעתו של ההיפוך ברכיבים רבים כל כך מעידה שדרווין צדק: הבעת האין אונים היא היפוכה של הבעת ההכנה להתמודדות. לתופעה זאת של היפוך הבעות קרא דרווין "אנטיתזה".

האם כל זה אכן יכול לבוא בתגובה לשאלה שבאיוור 13 - איפה רחוב ריינס? צריך לחזור לעיקרון שהועלה קודם: הבעות הפנים והגוף נולדו אצל אבותינו הקדמונים, ובעבורם, כמו בעבורנו, חיפוש מידע הוא הזמנה להתמודדות. לאדם הקדמון, שאלות כגון היכן החיה שיש לצוד או אם יש חיות טרף מעבר לשיט, היו לפעמים שאלות הרות גורל. אי-ידיעה משמעה הודאה בחוסר אונים. חוסר הידיעה איפה רחוב ריינס הוא המשך ישיר לתחושה של אין אונים מול סכנה אמיתית.

דרווין מצא את תופעת האנטיתזה גם אצל חיות, ואצלן ההיפוך בולט אף יותר. מעניין: גם אצל החיות האנטיתזה מופיעה בקשר לתוקפנות, אך בהקשר שונה במקצת לעומת האדם: היפוכה של הבעת הכנה להתקפה אינו הבעת אין אונים, אלא הבעת ידידות.

באיוור 16 אפשר לראות תמונות של הבעות של כלבים.



איוור 16: כלב בעמדת תקיפה (מימין) ומביע חיבה וידידות (משמאל). מקור: "הבעת רגשות באדם ובחיות" מאת דרווין. איורים מאת Mr. Riviere.

Reproduced with permission from John van Wyhe ed. The Complete Work of Charles Darwin Online. (<http://darwin-online.org.uk/>) 2002

בתמונה הימנית נראה כלב מתכוון להתקפה. לארבעה מרכיבי הבעה שלו יש אותה מטרה - לגרום לו להיראות גדול יותר כדי להפחיד את יריבו: סימור שיער, זקיפת אוזניים, הרמת זנב ועמידה זקופה על

הרגליים הקדמיות, שנועדה גם כדי לעמוד יציב על האדמה לקראת המאבק. כמו כן הכלב חושף את שיניו (אומנם לא בתמונה זאת) בהכנה לשימוש בהן וכדי להראות ליריב את כלי נשקו העיקרי.

בתמונה השמאלית נראה אותו כלב במחוות ידידות לבעליו. כל אחד מרכיבי הבעת ההכנה להתקפה מתהפך: האוזניים מוצמדות לראש, השיער נמשך לגוף, הזנב שמוט, העמידה איננה זקופה אלא הרגליים הקדמיות שפופות. קצות הפה נמשכים כאן כלפי מטה, בניגוד לחשיפת השיניים בהכנה להתקפה.

והנה צמד תמונות דומה באיור 17, המתאר הבעות אלה אצל החתול.



איור 17: חתול מוכן להתקפה (מימין) וחתול במחוות ידידות (משמאל). מקור: "הבעת רגשות באדם ובחיות" מאת דרווין. איורים מאת Mr. Wood.

Reproduced with permission from John van Wyhe ed. 2002. The Complete Work of Charles Darwin Online. (<http://darwin-online.org.uk/>)

בתמונה הימנית מצויר חתול המתכונן להתקפה. התקפה של חתול שונה מאוד מהתקפה של כלב: חתול אורב, ולכן בניגוד לכלב הוא אינו רוצה להיחשף. הוא מתכונן להפתיע את טרפו ולזנק עליו, ולשם כך עליו להסתתר תחילה. כך, זנבו אינו מורם אלא מושפל, גופו שפוף אל הקרקע, פרוותו מוחלקת בצמוד לגוף, אוזניו צמודות לראש כדי שלא יבלטו ולא ייפגעו במאבק. ולמרבה הפלא, אף כי הבעה זאת שונה מאוד מהבעת ההכנה להתקפה אצל הכלב, גם כאן קורה אותו דבר: בהבעת ידידות כל הרכיבים מתהפכים. הגוף אינו מושפל אלא הגב מקומר, השיער מסומר ואינו מוחלק אל הגוף, האוזניים זקופות ואינן מושפלות, הפה סגור והשיניים אינן נחשפות.

בכל שלוש הדוגמאות הללו, רכיבים רבים כל כך של אותה הבעה הפוכים זה לזה, וברור שתופעת ההיפוך איננה מקרית. אין ספק שהבחנתו של דרווין באשר להיפוך נכונה. אבל נותרת השאלה - למה? מדוע רכיבי ההבעות הפוכים?

כאן מצפה לנו הפתעה: תשובתו של דרווין חורגת מן הכלל שהנחה אותו, שלהבעות היה מקור תפקודי. המענה שנתן היה: כדי להראות לצד השני שאיננו מתכוונים להתקיף אותו. הטענה שפגשנו עד כה הייתה שבמקורן ההבעות לא נועדו להראות דבר, הן לא היו תקשורתיות כלל, ורק ברבות השנים סיגלו תפקיד תקשורתי. ובעניין זה מצפה לנו בספרו הפתעה גדולה עוד יותר: אנחנו תופסים את דרווין במה שנחשב בעיני חוקרי האבולוציה לחטא החמור מכל - לְמַאֲרְקִיזְם. המדען הצרפתי לְמַאֲרְקִי טען שתכונה הנרכשת במהלך חייו של בעל חיים תועבר לצאצאיו. למשל, צווארן של הג'ירפות ארוך משום שהן מתאמצות להגיע לעלים בעצים גבוהים; המאמץ מאריך את צווארן, ותכונה זאת עוברת בהמשך לצאצאיהן. יש להבין שבאותה תקופה טרם הכירו את מנגנון התורשה באמצעות הדנ"א, ולכן טענתו של למארק הייתה סבירה למדי. דרווין, בתורת הברירה הטבעית שלו, היה זה שהוביל לפסילתה של תורת הלמארקיזם, אבל בכמה מקומות בכתביו צידד הוא עצמו ברעיונות דומים. באשר להיפוך רכיבי ההבעות, הוא טען שתנועת ההיפוך הועברה אלינו מאבותינו משום שהם חזרו עליה פעמים רבות מאוד.



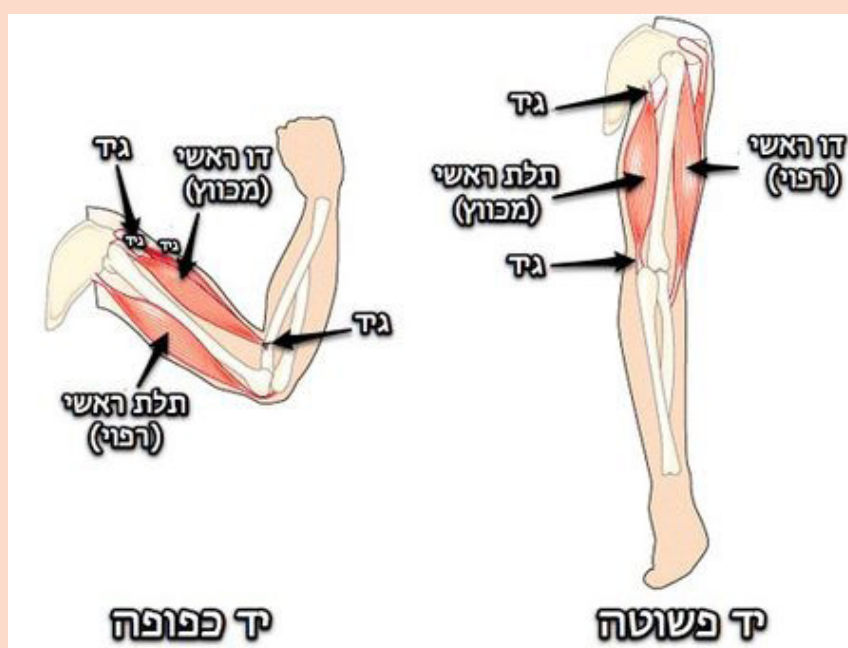
ז'אן-בטיסט למארק (1829-1744) (Jean-Baptiste Lamarck, Chevalier de Lamarck) היה חייל, ביולוג וחבר האקדמיה הצרפתית למדע. בדומה לדרווין, הוא היה מומחה לרכיכות. למארק היה מאבות רעיון התפתחות בעלי החיים לאורך הדורות. אלא שהוא ראה בהתפתחות תוצאה של מנגנון שכיום אנחנו יודעים שאין בו ממש: למארק סבר שתכונות שבעל חיים רוכש במהלך חייו עוברות בתורשה לצאצאיו. אילו מנגנון זה היה נכון, ילדים יהודים ומוסלמים היו נולדים נימולים, ולאם שעברה ניתוח פלסטי להקטנת אפה היו ילדים בעלי אף קטן.

איור 18: ז'אן-בטיסט למארק. מקור: ויקיפדיה. שימוש חופשי.

ואולם נוסף על החריגה מן ההנחה הבסיסית, אין בהסברו של דרווין היגיון רב. קשה להבחין שפרישת כפות הידיים היא היפוך של קמיצת אגרופים, או שמשיכת הכתפיים היא היפוכה של הקשחת הצוואר. לא - את תופעת ההיפוך יש להבין בדרך אחרת.

הסוד הוא בדרך שבה מאורגנים השרירים בגופנו.

כדי שנוכל להניע איברים בגופנו אנו מכווצים שרירים. שריר המתכווץ כדי לגרום תנועה נקרא שריר אגוניסטי. למשל, כאשר אנחנו פושטים את המרפק, שריר הזרוע התלת-ראשי (השריר בצד האחורי של הזרוע) מתכווץ. שרירים אנטגוניסטים הם שרירים המבצעים תנועה הפוכה לשרירים האגוניסטים - הם מתרפים במהלך התנועה. לדוגמה, כשפושטים את המרפק, שריר הזרוע הדו-ראשי (השריר בצד הקדמי של הזרוע) מתרפה והוא השריר האנטגוניסטי לשריר הזרוע התלת-ראשי. השרירים יכולים לשנות את תפקודם. למשל, כאשר מכופפים את המרפק, שריר הזרוע הדו-ראשי מתכווץ והוא השריר האגוניסטי, ואילו שריר הזרוע התלת-ראשי מתרפה והוא השריר האנטגוניסטי. רוב שרירי השלד בגופנו מחולקים לזוגות - שריר אגוניסטי ושריר אנטגוניסטי. למשל, מול השרירים הפורשים את האצבעות יש שרירים המכווצים את היד לאגרוף.



איור 19: שרירי הזרוע הדו-ראשי והתלת-ראשי. מקור: ויקיפדיה.

רישיון 1.2 GNU Free Documentation License.

כאשר שריר מופעל, צריך השריר הנגדי האנטגוניסטי, אם יש כזה, לעצור. נחוץ אות עצבי שיעכב את פעולתו, שאם לא כן יתנגדו השרירים זה לפעולתו של זה ועלול להיווצר קרע בשרירים. משום כך, אם רוצים שפעולה מסוימת לא תתבצע, אחת הדרכים לעשות זאת היא להפעיל את השרירים הנגדיים.

זהו, ככל הנראה, התהליך המתרחש בתופעת ההיפוך. שימו לב - היא מופיעה רק בהבעות של הכנה להתמודדות. כאשר בעל חיים רוצה לתקוף ומגלה שלא כדאי לו לעשות זאת כי היריב חזק מדי או המשימה בלתי אפשרית, הוא עוצר בעצמו. כאמור, אפשר לעשות זאת באמצעות הפעלה של השרירים הנגדיים: במקום לאגרוף את היד, הוא יפעיל את השרירים הפורשים את האצבעות, במקום להקשיח את הצוואר הוא יפעיל את השרירים הגורמים למשיכה בכתפיים.

ושוב עלינו לחזור על התמיהה: האם באמת אותו אדם שאינו יודע היכן נמצא רחוב ריינס צריך לעצור בעצמו כדי לא לנסות להתמודד עם השאלה? התשובה היא "כן" נחרץ. אנחנו יורשיהם של בני אדם שהשאלה היכן רחוב ריינס או היכן המערה שבה התגוררה חיה מסוכנת הייתה בעבורם שאלה של חיים ומוות, ואם לא ידעו להתמודד איתה, עדיף היה שלא ינסו.

תופעת ההיפוך מתרחשת גם ברמות גבוהות יותר, לא של פעולה אלא של חשיבה. לעיתים, כאשר רוצים לעצור נטיות או דחפים שחשים שהם בלתי ראויים או מסוכנים, פועלים הפוך: מדחיקים את הדחף האסור ומאמצים התנהגות מקובלת ורצויה. למשל, אם שחשה רגשות תוקפניים כלפי ילדיה יכולה להגיב בהגנת יתר. מנגנון היפוך תגובה זה נקרא "תצורת תגובה" (reaction formation).

ז. החיוך

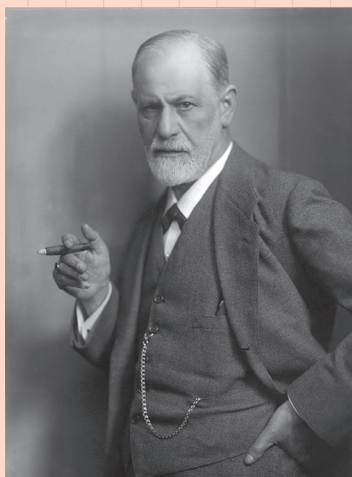
בחנו קודם את מקורו של הפרצוף העצוב. ומה בדבר הפרצוף השמח - מה מקורו של החיוך, שהוא ההבעה הנעימה מכולן ואולי אף הנפוצה מכולן?

התשובה: איננו יודעים. פרויד העלה תיאוריה נועזת: מקור החיוך הוא התינוק היונק, שכאשר הוא שבע הוא מרפה מן השד, ושרירי הפה שלו מתרפים לחיוך. פרויד, כידוע, לא נרתע מהשערות מרחיקות לכת, ובמקרה זה כנראה לא היה להשערותו ביסוס של ממש. יש הטוענים שהחיוך נובע מהבעת פחד: מחייכים כאשר הפחד נמוג, כאשר נדמה לנו שאורבת לנו סכנה ואנחנו מגלים שאין סכנה. למשל, התינוק מחייך כשהזר המפחיד המתקרב לעריסתו מתגלה כאמו המיטיבה. אבל אלה הן השערות פרועות.

אולי מוטב כך, אולי טוב שאיננו יודעים ואפשר להמשיך עוד ולחקור. האם אתם רוצים לנסות את כוחכם?



איור 20: קוף בונבו מחייך. מקור: iStock. צילום: USO.



זיגמונד פרויד (Sigismund Schlomo Freud) (1856-1939) היה נוירולוג אוסטרי, אביה של הפסיכואנליזה. בין שאר הישגיו, פרויד פיתח את שיטת האסוציאציות החופשיות לטיפול פסיכולוגי, הבין את תופעת ההעברה, שבה אנשים מכנים באופן בלתי מודע את רגשותיהם לאחרים, והסביר את תסביך אדיפוס.

איור 21: זיגמונד פרויד. מקור: ויקיפדיה. מתוך צילום של Max Halberstadt. שימוש חופשי.

ח. טקסים אצל בעלי חיים



איור 22: קונרד לורנץ (מימין) וניקולס טינברגן (משמאל). מקור: ויקיפדיה. שימוש חופשי.

ספרו של דרווין היה נקודת מוצא למדע שלם, שהתפתח במאה העשרים: אתולוגיה - מדע ההתנהגות של בעלי חיים, במיוחד ההתנהגות התקשורתית. שניים מן החוקרים הבולטים בתחום היו קונרד לורנץ וניקולס טינברגן, שזכו בפרס נובל בשנת 1973. שניהם חקרו טקסים של בעלי חיים, שבהם הם מתקשרים עם בני מינם באמצעות תנועות שהפכו במרוצת הדורות לטקסיות, והן נושאות מסרים תקשורתיים מוסכמים. למשל, במאבק בין זאבים על מעמד בלהקה, המפסיד חושף את צווארו למנצח. בכך הוא מאפשר

ליריבו לנשוך אותו בעורק הצוואר ולהרוג אותו מייד. אלא שהמנצח אינו מנצל את ההזדמנות, הוא פונה לדרכו. הרווח שלו הוא שהדירוג המעמדי נקבע מעתה ועד המאבק הבא.

להתנהגות זו יש הסבר אבולוציוני: שני הצדדים מרוויחים - המפסיד זכה בחיין, ואילו המנצח השיג את מטרתו מבלי להסתכן במאבק, שבו גם הוא עלול להיפגע.

לסיים, הערה על אופי מחקר של דרווין

הסבריו של דרווין הם ללא ספק חכמים ויפים. אבל האם מדובר במדע או בספקולציה? בניגוד לתיאוריות פיזיקליות שאפשר להוכיח אותן או להפריך אותן בניסויים, ובניגוד לתיאוריית האבולוציה שאפשר להוכיח אותה מבדיקת דגימות של בעלי חיים ושל מאובנים, אי אפשר להוכיח שמקורן של הבעות הפנים הוא התפקיד ההישרדותי שהן מילאו לפני מאות אלפי שנים. עם זאת, לעניות דעתי מדובר במדע, ואף מדע במיטבו. הסבריו של דרווין משכנעים בעקביות (קוהרנטיות) שלהם: העקביות הפנימית - כלומר היותם מתאימים כולם לאותה תבנית, וההשתלבות בידע שלנו ממקומות אחרים, במקרה זה הידע על עקרונות האבולוציה.

השאלה "מדע או לא" נוגעת לכל המדעים הלא מדויקים, אלה שאינם משתמשים במתמטיקה. בעיניי הסכנה הגדולה ביותר למדעים אלה היא היומרה להיות מדע מדויק: שימוש בשפה מדעית כביכול (ראו למשל את ספרם של סוקאל ובריקמונט [Sokal & Bricmont], על היומרה המדעית בפילוסופיה), מתן עדיפות לסטטיסטיקה והיתלות במונחים "מפוצצים" על פני התבוננות ישירה. מה שנכון לבני אדם נכון גם לתחומי המדע: אל תנסו להיות מי שאתם לא. דרווין לא נפל בפחים האלה. נשקו היה שכל ישר - שכאמור היה לו בשפע, והמסקנות שהגיע אליהן מבוססות היטב.

לקריאה נוספת

את ספרו של דרווין "הבעת רגשות באדם ובחיות" תוכלו למצוא באינטרנט בכתובת

<http://darwin-online.org.uk/content/frameset?itemID=F1142&viewtype=text&pageseq=1>

חברות "כדאי לדעת" מציגות מגוון נושאים אקדמיים וסוגיות מתקדמות בשפה שווה לכל נפש. מטרתן לחשוף את הקוראים לתחומים חדשים ולאתגר את חשיבתם.

מניין הגיעו הבעות הפנים שאנחנו מכירים היטב כל כך - הבעות הכעס, הפחד, הגועל, או ההבעה של אין אונים? מדוע אנחנו מכווצים גבות כשאנחנו כועסים או מרימים גבות כאשר אנחנו פוחדים? מדוע מצחנו מתקמט וקצות הפה נמשכים כלפי מטה כאשר אנחנו חשים צער? חוברת זו מציגה את תשובתו של צ'רלס דרווין לשאלות אלה, המתבססת על תורת הברירה הטבעית.



תוכנית בנו ארבל לתלמידים צעירים מצטיינים במתמטיקה
בית הספר למדעי המתמטיקה
הפקולטה למדעים מדויקים ע"ש ריימונד וברלי סאקלר
אוניברסיטת תל אביב

goodtoknow.tau.ac.il