



כיצד אנו חשים את רגשות האחר?

Giacomo Rizzolatti^{1,2}, Fausto Caruana^{1*}

¹היחידה למדעי המוח, אוניברסיטת פארמה, פארמה, איטליה

²המכון למדעי המוח, המועצה הלאומית למחקר (CNR), פארמה, איטליה

כאשר אתם רואים את חברכם נגעל עד כדי כך שהוא כמעט מקיא או צוחק עד כאב, אתם חשים מיד את מה שחברכם מרגיש. מדוע אנו חשים את רגשות האחרים הסובבים אותנו? ממחקר במדעי המוח (חקר המוח) עולה כי המוח מצויד בתאים מיוחדים הנקראים ניורונים מְרָאָה, שמקרינים מיידית מידע על התנהגותם של אחרים אל תוך אזורים המעבדים רגשות הנמצאים במוח שלנו. מנגנון זה מְרָאָה שרגשות של אחרים אינם מזהים רק על-ידי החלקים החזותיים (שקשורים לראייה) של המוח אלא הם גם מפעילים את התגובות הרגשיות שלנו, ובכך מאפשרים לנו להבין את אותו מידע ולהעבירו באופן אוטומטי לאחרים. זוהי דרך לתקשר שמדהימה במהירותה וביעילותה!

הבַּעַת רגשות ותקשורת

המשותף לבני אדם ולבעלי חיים הוא היכולת שלהם לתקשר את רגשותיהם לאחרים באמצעות הבעות פנים וגוף. החקר המדעי של הבעות רגשיות החל בעבודתו של צ'ארלס דרווין, לקראת סוף המאה ה־19. ברב המכר שלו, "הבעת הרגשות באדם ובבעלי חיים", הצהיר דרווין כי כל בני האדם מביעים רגשות באותו אופן, ללא קשר לתרבות שממנה הגיעו. למרבה העניין, הבעות דומות נפוצות גם בסוגים שונים של בעלי חיים.

הדמיון בין רגשות האדם לרגשות בעלי החיים נתון עדיין לדיון. כאשר אנו מנסים לפרש התנהגות רגשית של בעלי חיים אנו צריכים להסתכל על ההתנהגויות המשותפות לאדם

סוקרים צעירים

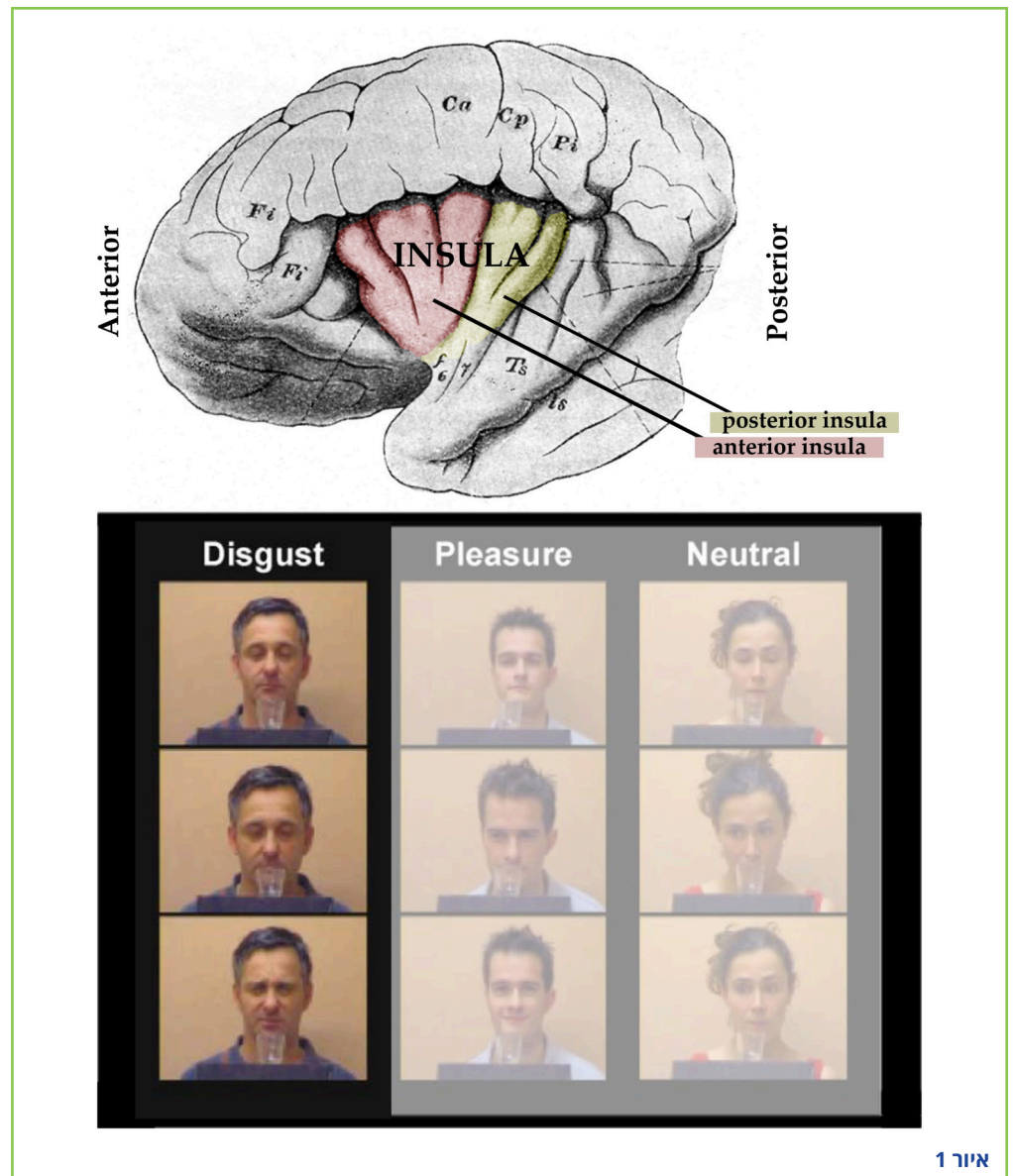
CHAMPIONS
OF SCIENCE,
CHABOT
SPACE AND
SCIENCE
CENTER
גיל: 12-15



איור 1

החלק העליון: החלק השמאלי של המוח האנושי. החלק הצבוע של המוח מראה את מיקום האינסולה. החלק הקדמי של האינסולה, הצבוע באדום, פעיל הן כאשר חשים גועל והן כאשר רואים אחרים נגעלים. החלק האחורי של האינסולה, הצבוע בצהוב, מעורב בתפקודים תחושתיים אחרים. החלק התחתון: האינסולה נהייתה פעילה כאשר משתתפי מחקר התבוננו בביטוי של הבעות בסרטונים הקצרים האלה, שבהם התכופפו השחקנים קדימה כדי לרחרח את תוכנה של כוס, ואחר כך הראו הבעות גועל (טור שמאלי), הנאה (טור אמצעי) או פנים ניטרליות (טור ימני) (עבר התאמה ממקור [1]).

קדמי = Anterior
אחורי = Posterior
אינסולה = Insula



איור 1

ולבעלי החיים, אבל עדיין לזכור כי הבעות רבות של רגשות הן ייחודיות רק לאדם. מדענים החוקרים התנהגות של בעלי חיים שמו לב לכך שבעלי חיים אחדים מביעים התנהגויות רגשיות אחדות הדומות לאלה של האדם, כולל גועל ושמחה. מסבֵּה זו הוצע כי בעוד שחלק מההתנהגויות הרגשיות נקבעות בעיקר על-ידי התרבות וההבָּרָה שלנו, התנהגויות רגשיות רבות אחרות משותפות לבני אדם ולבעלי חיים. כדאי להדגיש, בדיוק כפי שכתב דרווין, שקיום נקודות דמיון כאלה בין רגשות של בני אדם לאלה של בעלי חיים הוא הגיוני מאוד, שכן דרווין האמין כי רגשות גורמים לפעולות המסייעות הן לבני אדם הן לבעלי חיים להגיב לאתגרים שמציבה מולם הסביבה שלהם.

הבעות גועל למשל גורמות לתגובות שהתוצאה שלהן היא הפחתת מגע בין הפה לתוכן המגעיל, והבעות אלה מזכירות למוח את פעולת ההקאה (איור 1). לפי דרווין, אבותינו הקדמונים חוו את הרגשות באותן תנועות ולעיתים קרובות כל כך, עד שבכל פעם שאנו חשים רגש כלשהו אנו מייצרים אוטומטית תגובת פנים או תנועת גוף מתאימות.

אחת הסיבות לכך שירשנו הבעות רגשיות היא שיש להן תפקיד בתקשורת. הבעת הגועל היא דרך יעילה להראות לחברים שלנו, ללא שימוש בשפה, שלא כדאי להם לאכול את אותו מזון שאנו אכלנו. לעומת זאת צחוק הוא רגש עליו המגיע מקולות של משחק ידידותי בין חברים, והוא מראה על יחסי גומלין חיוביים בין בני אדם. הבעת רגשות אלה ותקשור שלהם לחברים אחרים בקבוצה חברתית חשובים מאוד לקיום חיי חברה. למשל, במקרה של גועל הבעות פנים עוזרות לנו להימנע מהסכנה שבאכילת מזון רקוב, ולהעביר את אותו מידע לחברינו. כיצד מצליח המוח שלנו במשימה זו?

הגילוי של נירוני מראה

למרבת ההפתעה, אחד המנגנונים החשובים ביותר שבהם אנו משתמשים כדי להגיב לרגשות של אחרים וכדי להבינם אינו באמת מסובך כל כך. הוא תלוי בפעילות של חלקים של המוח המעורבים בדרך כלל בשליטה בפעולות וברגשות של עצמנו. בסוף המאה ה-20 גילו מדענים שכאשר אנו מתבוננים באדם אחר המבצע פעולה, אירוע זה נקלט הן על-ידי חלק המוח החזותי והן על-ידי החלק המוטורי, כלומר החלק במוח שבדרך כלל שולט בתנועות שלנו [2]. המערכת המוטורית מצוידת ב**נירונים מסוימים** (תאי עץ, תאי מוח) שיש להם תפקיד כפול. כמו תאי עצב אחרים בחלק המוטורי של המוח, תאי עצב מוטוריים מסייעים לנו לבצע את הפעולות שלנו, כגון אחיזת כוס מים. אולם בניגוד לתאי עצב אחרים בחלק המוטורי של המוח, תאי עצב אלה מופעלים גם כאשר אנו מתבוננים באותן פעולות המבוצעות על-ידי אחרים! היות שאותם תאי עצב מראים פעולה של אדם אחר, שנצפתה במערכת המוטורית של עצמנו, הם נקראים "נירוני מראה" (איור 2). כל שנותר לנו לעשות הוא להתבונן בפעולה שמבצע אדם אחר כדי לגרום לייצוג של אותה פעולה במוח של עצמנו; ומה שמעניין במיוחד הוא שאותו מנגנון תקוף גם עבור רגשות.

שנינו נגעלים באינסולה שלי

רגשות אינם נשלטים על-ידי המערכת המוטורית. גועל למשל תלוי בחלק עמוק ומסתורי של המוח הנקרא **אינסולה** (איור 1, האזורים האדומים והצהובים). במשך שנים רבות נותרה האינסולה אי מסתורי הקבור עמוק בין קפלי המוח. הודות להתקדמויות הטכנולוגיות האחרונות מדענים החלו לחקור את תפקיד האינסולה בחיי הרגש שלנו. **גירוי חשמלי** של האזור הזה במוחות של קופים הראה כי חלק מהאינסולה מווסת התנהגויות הקשורות לאכילת מזון – כאשר אזור זה של המוח מגורה, בעל החיים מבצע תנועות פה דמויות לעיסה ובליעה. אולם אם הגירוי מיושם באזור סמוך אחר של האינסולה, פני בעל החיים יביעו מגוון של הבעות גועל: העוויות המאופיינות בפיתול השפה העליונה ובקימוט האף; הקאה; בחילה, ואפילו התנהגויות גועל מורכבות יותר כגון השלכת המזון האהוב עליו או יריקתו [3]. תוצאות דומות דווחו גם בבני אדם שהמוחות שלהם מגורים במהלך ניתוח מוח.

מחקרים נוספים [1] בנושא בריאות האדם הראו שאותו חלק של האינסולה המעורב בתחושות גועל מעורב גם כאשר אנו מתבוננים באדם אחר המריח ריח מגעיל או הטועם טעם מגעיל (איור 1, החלק התחתון). במחקר קלאסי שעסק בסריקת המוח נחשפו משתתפים לריחות מגעילים, דבר שגרם לעלייה בפעילות האינסולה. לאותם משתתפים

נירונים (Neurons)

תאי עצב במוח שמקודדים מידע ומעבירים אותו חשמלי לתאי עצב אחרים.

אינסולה (Insula)

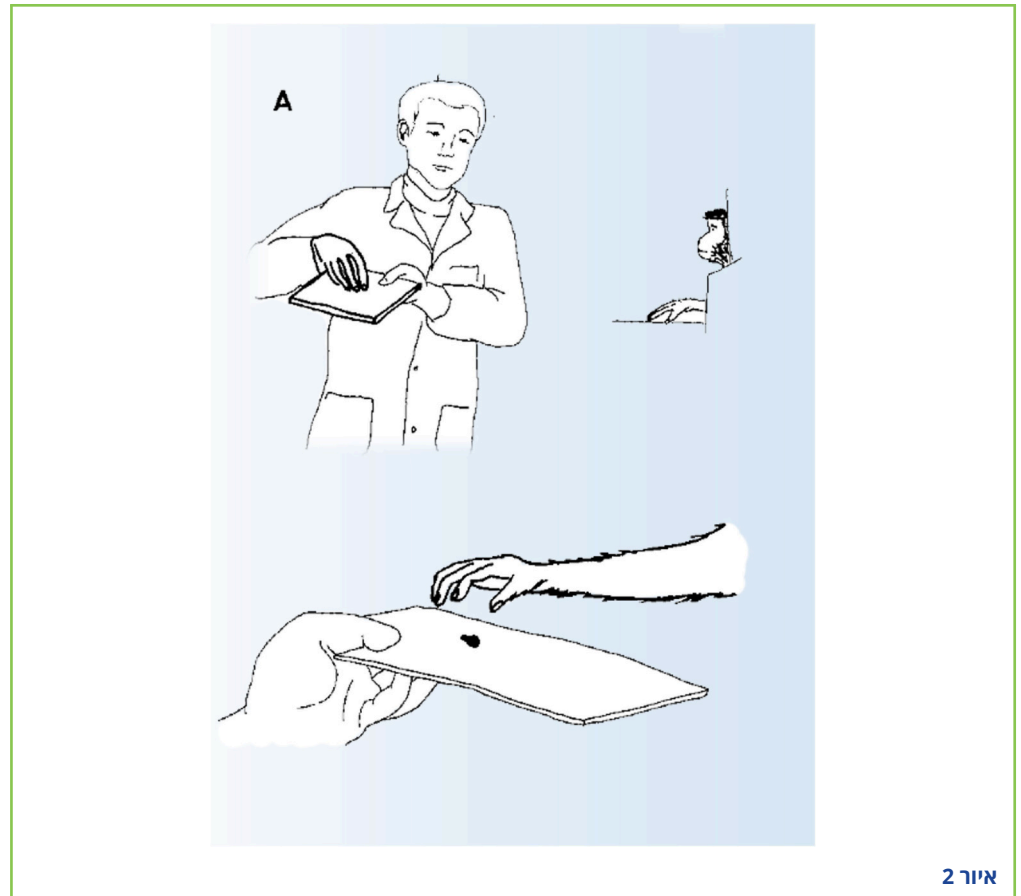
אזור הקבור עמוק בין קפלי המוח, מעורב במגוון תפקודים כולל רגשות כגון גועל.

גירוי חשמלי (Electrical stimulation)

שימוש בכמויות קטנות מאוד של חשמל במוח כדי לעורר את התפקוד העיקרי של אזור המוח המגורה. למשל, גירוי המערכת המוטורית גורם לאדם לזוז בעוד שגירוי אזורים רגשיים מעורר תחושות מסוימות ורגשות.

איור 2

ניירוני מראָה הם סדרת תאי עצב ייחודיים שפעילים כאשר אנו מבצעים פעולות מסוימות או חשים רגשות מסוימים, והם גם פעילים בזמן שאנו מתבוננים באותן פעולות או באותם רגשות אצל אחרים. תאי עצב אלה הופכים מידע חזותי על הפעולות ועל הרגשות של אחרים לחוויות במוח שלנו. הדבר התגלה לראשונה במערכת המוטורית. אולם מחקר עדכני הראה שמנגנון זה הוא עיקרון כללי בתפקוד המוח החברתי. האיור מתאר מבחן טיפוסי לחקר ניירוני המראָה.



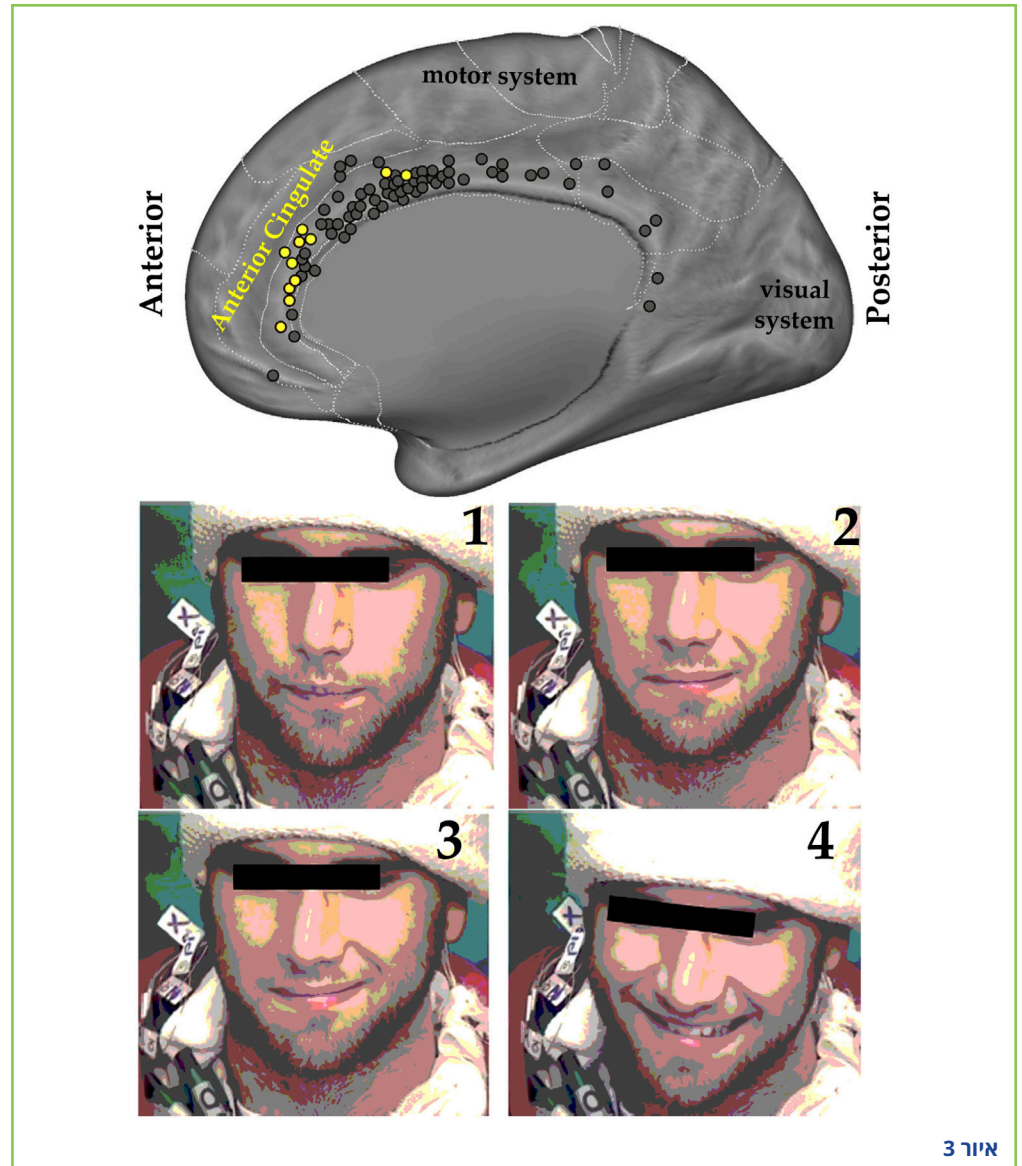
איור 2

הראו סרטונים שבהם שחקנים הביעו הבעות גועל או הנאה. כאשר התבוננו בשחקנים המביעים גועל, אותו חלק באינסולה היה פעיל. הגועל שלכם מְמַפֵּה ישירות באינסולה שלי! עדות נוספת מגיעה ממחקרים בחולים פגועי מוח: כאשר האינסולה מוסָרֶת, אנשים מתקשים הן בתחושת גועל הן בהבחנה בהבעות גועל אצל אחרים. מעניין במיוחד הוא מקרה של חולים שאחרי הסרת האינסולה לא הצליחו יותר להבחין בגועל מהבעות פניהם של אחרים או מקולות של הֶרְגֵש הזו. הקושי לזהות את הגועל של אחרים השתקף על-ידי שינוי דומה בחוויות של החולה עצמו: הוא לא היה מסוגל לחוות גועל. מעניין עוד יותר מקרה אחר של חולה שסבל מנוק חמור באינסולה. כאשר החולה ראה סדרת תמונות של הבעת רגשות הוא הצליח לתת לכולם שֵם, אבל הוא לא הצליח לתת שם לתמונת הגועל. גם כאשר אותו חולה ראה אוכל מגעיל הוא לא חש גועל, ואפילו הצביע על המזון ואמר: "טעים!"

העובדה שממש אותו אזור במוח השולט בגועל שלי פעיל גם כאשר אני רואה את הגועל שלך מסבירה מדוע גועל מְדַבֵּק כל כך: מנגנון המראָה גועל מעביר את המידע החזותי על הגועל של החבר שלנו לתחושת הגועל שלי עצמי. אם הפעלה זו חזקה דיה אני מגיב על-ידי ביצוע אותה הבעה, שבתורה מעבירה את אותו מידע לחברי הקבוצה האחרים. איזו דרך מדהימה במהירותה לְמַקְשֵׁר עם הקבוצה!

איור 3

החלק העליון: האיור מראה את הצד הימני של המוח האנושי במבט מהאמצע - דמיינו שהצד השמאלי של המוח הוסר, דבר המאפשר לנו לראות לתוך הצד הימני של המוח. גירוי חשמלי של פיתול החגורה הקדמי (ACC) גרם לפרץ צחוק, שלעיתים קרובות מלווה בשמחה. הנקודות הצהובות מראות את אזורי המוח שמהם נגרם הצחוק כאשר הגירוי החשמלי ניתן (עבר התאמה מקור [5]). גירוי של אזורי מוח המיוצגים על-ידי הנקודות השחורות גרם לתגובות שונות שאינן קשורות לרגשות. החלק התחתון: ארבע נקודות זמן שונות של התוצאה שנגרמה על-ידי הגירוי החשמלי של ה-ACC, מנקודת ההתחלה של הגירוי (1) ועד להשראת הצחוק (4).
 Anterior = קדמי
 Anterior cingulate = פיתול החגורה הקדמי
 Motor system = המערכת המוטורית
 Visual system = המערכת החזותית
 Posterior = אחורי



איור 3

מדעי המוח (Neuroscience)

תחום ידע מדעי שמטרתו להבין את מבנה מערכת העצבים של האדם ושל בעלי החיים, כולל המוח, ואת תפקודה.

דימות תהודה מגנטית תפקודי (Functional magnetic resonance, fMRI)

שיטה המודדת פעילות של המוח על-ידי הערכת מידת זרימת הדם. כאשר נעשה שימוש באזור במוח, דם רב יותר זורם אליו.

מדוע צחוק מדבק?

צחוק מדבק יותר מאשר גועל. צחוק הוא פעולה חברתית המכוננת לבניית קשר חברתי עם אחרים, ולעיתים קרובות הוא נוצר וגדל בתוך הקבוצה. פסיכולוגים אומרים כי אנו צוחקים כ-17 פעמים ביום, אבל תדירות הצחוק גבוהה אף יותר במהלך שיחות. הגירוי הטוב ביותר לצחוק הוא אדם אחר שצוחק [4]. אף שאנו צוחקים כל הזמן, צחוק הוא עדיין נושא מסתורי במדעי המוח. היות שצחוק הוא התנהגות חברתית, די קשה לגרום לבני אדם לצחוק במהלך ניסוי. נוסף על כך צחוק מעורב בכמה תנועות, כולל הבעות פנים. תנועות אלה גורמות לכך שחקר הצחוק על-ידי שימוש בשיטות של דימות מוח כגון **דימות תהודה מגנטית תפקודי (fMRI)**, מאתגר מאוד. במהלך ניסוי fMRI, סורק מצלם תמונות של המוח המראות את מידת הפעילות בחלקיו השונים. אם המשתתפים מניעים את ראשיהם במהלך הניסוי בגלל הצחוק תמונות אלה נהיות מטושטשות מאוד, והמדענים כבר אינם יכולים לקבל תמונה מדויקת של פעילות המוח. מסבובת אלה, הידע שלנו על מנגנוני המוח הגורמים לצחוק עדיין מוגבל מאוד.

אפילפסיה (Epilepsy)

הפרעה במוח המאופיינת באירועים פתאומיים של עלייה מוגזמת בפעילות החשמלית של המוח (התקפי אפילפסיה). הדבר יכול להיות מוגבל לאזור מוח מסוימים בלבד או שמעורב בכך המוח כולו. ההתקף עלול להוביל לרעידות ולעוויתות עזות.

מחקר עדכני מאוד על צחוק בוצע על חולי **אפילפסיה** שנאלצו לעבור ניתוח כדי לזהות את החלק במוח הגורם לאפילפסיה. מנתחי מוח החדירו אלקטרודות למוחות של חולים אלה כדי לעקוב אחר פעילות המוח במהלך התקפי אפילפסיה. במסגרת הליך זה מדענים יכולים גם לנסות לזהות אזורים במוח אשר אחראיים לתפקודים מסוימים על-ידי גירוי אזורים שונים של המוח. בעת הגירוי, החולה ער ויושב זקוף על מיטת בית החולים. כתלות באזור המוח שמקבל את הגירוי, הגירוי יכול לגרום להתנהגויות מוטוריות (תנועות) או שמיעתיות; לתחושות גירוי בעור; לתחושות חזותיות או לתחושות של חוש הטעם. כאשר גָרָה חלק באזור המוח הנקרא פיתול החגורה הקדמי (ACC), חלק מהחולים התחילו לצחוק (איור 3) [5]. הדבר מעניין במיוחד כי בדרך כלל אזור מוח זה פעיל בזמן שאנו חווים אירועים חיוביים כגון הומור, ובזמן שאנו חשים רגשות חיוביים או מגע נעים. מעניין לגלות שגם אם מתבוננים באדם אחר צוחק או מראָה שמחה מופעל אזור ה-ACC, אותו אזור שבו הגירוי החשמלי גרם לצחוק. חשוב לציין כי ה-ACC אינו חלק מהמערכת החזותית במוח. כאשר אנו מתחילים לצחוק אחרי שאנו חווים את הצחוק של אחרים, הצחוק שלנו אינו נגרם רק מראיית הצחוק של מישהו אחר – החוויה של מישהו אחר שצוחק גם מפעילה ישירות את אזור הצחוק במוח שלנו. אלה הם נירוני המראָה שפועלים!

לתהליך שיקוף מראָה זה יש השלכות רבות. צחוק בחברת אחרים מגביר את הפרשתם של חומרים כימיים במוח שלנו אשר גורמים לנו לחוש שְמֵחָה. ידוע שחומרים כימיים אלה יוצרים מצב רוח טוב. כשקיים אצלנו חוסר בחומרים אלה הדבר עלול לגרום להעלאת רמת הלחץ, לבדידות ובמקרים הגרועים ביותר – לדיכאון. לכן צחוק מדבק באמצעות תהליכי שיקוף מראה הוא תרופה טבעית למצב רוח רע, וזו הסיבה לכך שטוב לא לאפשר לבני אדם לסבול לבד, אלא עדיף לצחוק בחברתם.

מקורות

1. Wicker, B., Keysers, C., Plailly, J., Royet, J. P., Gallese, V., and Rizzolatti, G. 2003. Both of us disgusted in My insula: the common neural basis of seeing and feeling disgust. *Neuron* 40:655–64. doi: 10.1016/S0896-6273(03)00679-2
2. Rizzolatti, G., and Sinigaglia, C. 2016. The mirror mechanism: a basic principle of brain function. *Nat. Rev. Neurosci.* 17(12):757–65. doi: 10.1038/nrn.2016.135
3. Jezzini, A., Caruana, F., Stoianov, I., Gallese, V., and Rizzolatti, G. 2012. Functional organization of the insula and inner Perisylvian regions. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 109:10077–82. doi: 10.1073/pnas.1200143109
4. Provine, R. R. 2000. *Laughter: A Scientific Investigation*. New York: Viking.
5. Caruana, F., Avanzini, P., Gozzo, F., Francione, S., Cardinale, F., and Rizzolatti, G. 2015. Mirth and laughter elicited by electrical stimulation of the human anterior cingulate cortex. *Cortex* 71:323–31. doi: 10.1016/j.cortex.2015.07.024

פורסם אונליין: 10 באוקטובר 2019

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

ציטוט: Rizzolatti G and Caruana F (2019) כיצד אנו חשים את רגשות האחר?
Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2017.00036-he

תורגם והותאם:

Rizzolatti G and Caruana F (2017) How Do We Feel the Emotions of Others? Front. Young Minds 5:36. doi: 10.3389/frym.2017.00036

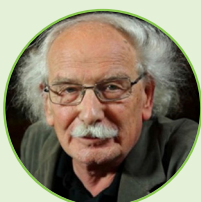
הצהרת ניגוד אינטרסים: המחברים מצהירים כי המחקר נערך בהעדר כל קשר מסחרי או פיננסי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

COPYRIGHT © 2017 © Rizzolatti and Caruana 2019. זהו מאמר בנישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון Creative Commons Attribution License (CC BY). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים (המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה). השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

סוקרים צעירים

15-12, CHAMPIONS OF SCIENCE, CHABOT SPACE AND SCIENCE CENTER

מרכז אלופי המדע מְשֵׁרֵת באופן ייחודי תלמידי חטיבת ביניים משכבות חלשות במחוז של בית הספר המאוחד של אוקלנד. אלופי המדע מפתחים את הידע של התלמידים ואת התלהבותם ממדע; ממתמטיקה; מהנדסה ומטכנולוגיה, וחושפים את המשתתפים למגוון מקצועות.



הכותבים

GIACOMO RIZZOLATTI

פרופסור בדימוס בפסיכולוגיה של האדם באוניברסיטת פארמה, ואחראי ל-CNR-URT של מדעי המוח בפארמה. הדגש העיקרי של המחקר שלו נוגע למערכת המוטורית ולתפקידה בתפקודים קוגניטיביים. הוא האדם שגילה את נירוני המרָאָה. הוא חבר באקדמיה האירופאית; באקדמיה ד"י לינצי; במכון של צרפת (האקדמיה למדעים); חבר כבוד זר באקדמיה האמריקנית לאומנויות ולמדעים וחבר זר באקדמיה הלאומית למדע (ארצות הברית). הוא חבר כבוד באגודה האיטלקית למדעי המוח ובאגודה האיטלקית לפסיכולוגיה. זכה בפרסים רבים, האחרונים שבהם: "פרס פלטרנילי לרפואה" מאת האקדמיה ד"י לינצי; Prix IPSEN, נוירופלסטיות; פרס גראוומייר לפסיכולוגיה; Prix Signoret, נוירופסיכולוגיה; Foundation IPSEN ופרס המוח מאת קרן לונדבק. הוא קיבל תואר כבוד מאוניברסיטת קלאוד ברנרד בליון; מאוניברסיטת סנט פטרסבורג; מאוניברסיטת ססארי; מהאוניברסיטה הקתולית של לון ומאוניברסיטת סנט מרטין בבואנוס איירס.

**FAUSTO CARUANA**

הוכשר כפילוסוף והתמחה במדעי המוח באוניברסיטת פארמה. הדגש העיקרי של המחקר שלו נוגע למערכת השתקפות המראות ולבסיס העצבי של קוגניציה חברתית, באמצעים של גישה מולטידיסציפלינרית הכוללת רישום תוך-גולגלתי, תוך שיתוף פעולה עם המרכז לניתוחי אפילפסיה בבית החולים ניגוארדה במילנו. תחומי העניין במחקר העיקרי שלו הם היחסים שבין המערכת המוטורית והמערכת הקוגניטיבית ובין תפקודי רגש, ונקודת המבט התיאורטית של קוגניציה כוללת. *fausto.caruana@unipr.it

Hebrew version
provided by

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

