



ששש... הסכנה שם בחוץ

Maria I. Vicente^{1,2*}, Ana G. Pereira^{2,3}, Raquel A. Gomes², Gil M. Costa^{2,4}, Marta A. Moita², Catarina Ramos²

¹המרכז למדע פתוח, אוניברסיטת לייזן, לייזן, הולנד

²מרכז Champalimaud לחקר הבלתי ידוע, ליסבון, פורטוגל

³המחלקה לביולוגיה אורגניזמית ואבולוציונית, המרכז למדעי המוח, אוניברסיטת הארווארד, קיימברידג', מסצ'וסטס, ארצות הברית

⁴קרן Calouste Gulbenkian, ליסבון, פורטוגל

סוקרת צעירה

SAMANTHA

גיל: 12



תארו לעצמכם שאתם משוחחים עם חבר, והוא מתחיל לפהק. אתם חושבים: "הוא משתעמם!" מיד אתם מנסים להיות נלהבים יותר או... אתם מְקַצְרִים את השיחה. עכשיו, תארו לעצמכם ציפור בטבע ששומעת פתאום קריאת אזהרה מציפור אחרת. מה היא עושה? סביר להניח שהתגובה שלה תהיה לברוח במהירות למקום בטוח. סוג כזה של מצבים, שבהם בעל חיים אחד (כולל בני אדם) משתמש בהתנהגות של אחרים כדי להנחות את ההתנהגות שלו עצמו, מתרחש בלי הרף בחיי היומיום שלנו. חשוב מכך, התנהגויות אלה מְסַפְקוֹת כמה יתרונות חיוניים להישרדות כגון הגנה מפני סכנות. אבל, איך התנהגויות ההגנה המוצגות על-ידי פרט אחד שהבחין ישירות בסכנה כלשהי משפיעות על התנהגויות של אחרים, שאינם מודעים לכך? באלה סוגי אותות הם משתמשים? עם זה בדיוק אנו מתמודדים כאן! ומצאנו כי רמז חשוב הוא... דממה!

הקדמה

תארו לעצמכם שאתם שוחים בים ביום שמש חמים, שקועים במחשבותיכם, כאשר פתאום קבוצת אנשים מתחילה לצרוח ולשחות במהירות לכיוון החוף. מה תעשו? מהר! המצב דורש החלטה מהירה!

- א. תמשיכו לשחות ברוגע
- ב. תקפאו במקומכם
- ג. תשחו אל החוף מהר ככל שתוכלו
- ד. משהו אחר – מה?

מה החלטתם לעשות? ולמה? בואו ננחש. אנו חוזים כי פירשתם את הצרחות ואת התנהגות השחייה של הקבוצה כסימן לסכנה. הדבר מעורר תגובת הגנה משלכם – סביר להניח שהתגובה היא להתחיל לשחות אל החוף מהר ככל שתוכלו. נכון?

כשחושבים על כך בפעם הראשונה, ייתכן כי התגובה הזו נראית פזיזה, שכן לא היה לכם מידע ישיר על כך שבאמת הייתה סכנה במים. אם כך, מדוע החלטתם לשחות במהירות אל החוף? תארו לעצמכם שהחלטתם להמשיך לשחות בים, ופתאום שמתם לב למשולש שבולט החוצה מהמים, ופונה ישירות אליכם! אה, כריש! לו התנהגויות הצעקה והשחייה של הקבוצה לא היו מעוררות אתכם לתגובת ההגנה שתוארה קודם, הייתם שמים לב לכריש רק כאשר הוא היה קרוב מאוד אליכם, באופן שחייכם היו בסכנה. אוי לא!

דוגמה זו מראָה כי במצבים רבים המתבנה עד שתחוו את הסכנה ממקור ראשון עלולה להיות מסוכנת. אם כך, אנו יכולים לראות כי שימוש במידע המועבר על-ידי אחרים עשוי להיות אסטרטגיה חכמה להימנעות ממפגשים עם סכנות כגון טורפים. מינים רבים של בעלי חיים, החל מחסרי חוליות (בעלי חיים ללא עמוד שדרה כגון זבובים וסרטנים) ועד לדגים, לציפורים וליונקים, משתמשים במגוון רחב של רמזים חברתיים כדי לתקשר את קיום הסכנות. רמזים אלה יכולים לכלול חומרים כימיים או צלילים [1-3]. למשל, כאשר דגים נחשפים לרמזי אצעקה כימיים (כמו חתיכות עור קטנות) המשתחררים מדגים אחרים שנפצעו, הם מציגים תגובות הגנה כגון שימוש מוגבר במחסה או קפיאה במקום [4]. כאשר יונים חשות בסכנה ופוצחות בתעופה, הדבר גורם לתגובת הגנה ביונים אחרות [2]. באופן דומה, תגובת הפחד של קופים שמבוהלים מנוכחותו של נחש (למשל הרעדת הכלוב וצרחות) יכולה לעורר פחד גם בקופים אחרים [5].

האם אתם רואים מהי עוצמתו של מעגל "ההעברה החברתית" של הפחד הזה? בואו נחזור לדוגמה הראשונה, שבה קבוצת האנשים שהבחינה בכריש שבמים החלה לצרוח ולשחות כדי לברוח ממנו. השתמשתם בהתנהגויות הגנה אלה כאות אזהרה מפני סכנה, והדבר גרם גם לכם לברוח. כתוצאה מכך, ייתכן כי תגובת ההגנה שלכם, שהתבטאה בשחייה מהירה אל החוף, גרמה לתגובה אצל מישהו אחר שהיה סמוך לכם. כמו אפקט הדומינו, ההודעה על סכנה אשר ממשמשת ובאה יכולה להיות משודרת ברחבי הסביבה.

עכשיו, שאלת מיליון הדולרים היא: איך התנהגויות ההגנה המוצגות על-ידי מישהו שמבחין בסכנה משפיעות על התנהגויות ההגנה של משקיף שאינו מבחין ישירות בסכנה? מהו בדיוק המידע אשר עובר מהאדם שהבחין בסכנה ושבזו משתמש המשקיף? האם מידע זה יכול להיות ויזואלי או שמיעתי? אולי חוש הריח? אולי חוש המישוש?

מהשטח למעבדה

כדי להשיב על השאלות האלה היינו צריכים תחילה ליצור מחדש את המצב הזה, במעבדה. היינו צריכים לחשוף פרט אחד לאירוע בלתי נעים, שיגרום לתגובת הגנה שאחרים יוכלו להבחין בה (המשקיפים). אז, נוכל לראות אם ההבחנה באותה תגובת הגנה מובילה לתגובת הגנה אצל הצופה, בדיוק כמו בדוגמה עם הכריש.

כדי ליצור מחדש מצב כזה במעבדה, השתמשנו במניפולציה הנקראת "תגובת פחד מתנית", שבה בעלי חיים לומדים לחזות אירועים בלתי נעימים. למה הכוונה? האם אתם מכירים את הסיפור על הכלב של פבלוב, ועל איך שהוא למד לקשר בין צליל או אור ובין קבלת מזון? פבלוב היה פסיכולוג רוסי שחקר את הקולות הריר אצל כלבים. הוא פיתח מערך ניסוי שבו הוא השמיע לכלבים צליל (או הראה להם הבהוב של אור) לפני האכלתם, ואז הוא בדק את מידת הזלת הריר של הכלבים. אחרי שביצע זאת זמן מה, פבלוב רק השמיע את הצליל בלי להביא את המזון לכלבים – מה לדעתכם הייתה תגובת הכלבים? כאשר פבלוב ביצע את הניסוי הזה, הוא גילה שהכלבים החלו להזיל ריר רק מהאזנה לצליל. למה? כי הם למדו שהצליל הזה תמיד מגיע לפני המזון.

תגובת פחד מותנית משתמשת באותו סוג של מניפולציה, בהבדל אחד – בעלי החיים לומדים לחזות אירועים בלתי נעימים, במקום אירועים מתגמלים. מהלך המחקר כלל השמעת צליל, שמיד אחרי הופיע גירוי בלתי נעים – מכת חשמל קלה (איור 1A, שלב 1). אחרי סדרה של זוגות צליל-מכת חשמל, הצליל עצמו גרם לתגובות פחד כי בעל החיים כבר היה מסוגל לחזות את מכת החשמל (איור 1A, שלב 2). בניסויים שלנו השתמשנו בחולדות, שהן בעלי חיים חברתיים החיים בקבוצות. הדבר חשוב, כי רצינו לחקור העברה חברתית של פחד בין פרטים בקבוצה.

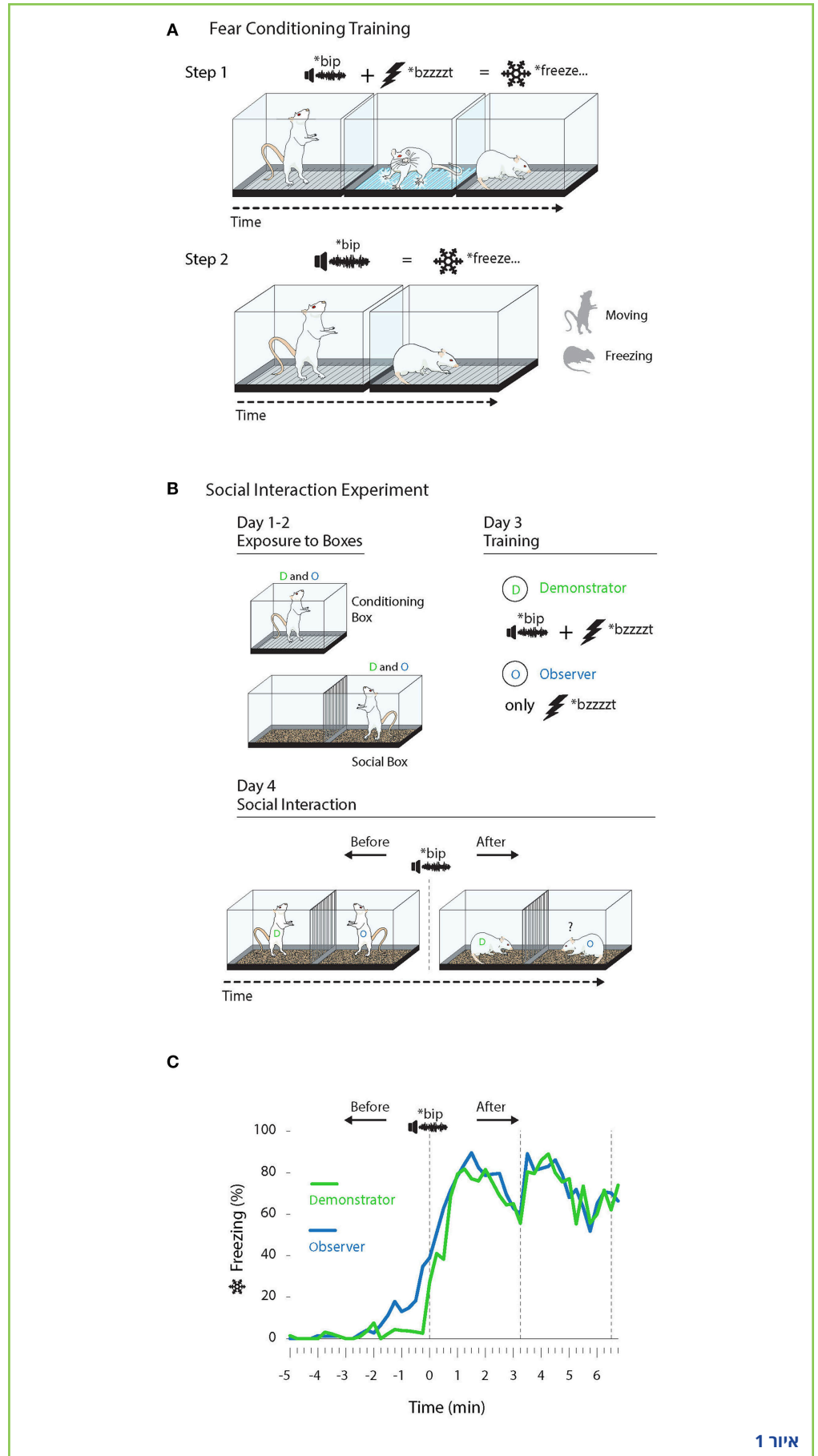
אם כך, זה היה הצעד הראשון שלנו: להתנות חולדות לפחד מצליל (המיוצג על-ידי Bip*), אחרי שהן הוצמדו למכת חשמל בלתי נעימה ברגל (המיוצגת על-ידי Bzzzzt*) (איור 1A).

עכשיו, איזה סוג של תגובות פחד מראות החולדות במצב זה? כאשר ישנה סכנה, בעלי חיים יכולים לבטא סוגים שונים של התנהגויות הגנה כגון מנוקה (בריחה מהמקום), לחימה או קפיאה במקום. אולם כאשר בעלי החיים נמצאים בחלל מוגבל ללא אפשרות בריחה, רוב בעלי החוליות (בעלי חיים שיש להם עמוד שדרה, כמו החולדות שלנו) נוטים להפסיק לזוז. זוהי תגובת הגנה שעשויה למנוע מאחרים להבחין בהם. אם בעל החיים אינו זז, הוא לא יפנה אליו תשומת לב. היות שבניסוי שלנו החולדות אינן יכולות לברוח מהקופסה, זו בדיוק תגובת ההגנה שבה הבחנו: כאשר השמענו את הצליל – החולדות נותרו ללא תנועה (מיוצג על-ידי Freeze...*, איור 1A, שלב 2).

נראה שאנו מוכנים להתמודד עם השאלה שלנו: כיצד תגובת הקפיאה במקום שהציגו החולדות המדגימות שלמדו לפחד מהצליל, משפיעה על ההתנהגות של חולדות אחרות שעבורן הצליל אינו אומר דבר – החולדות המשקיפות?

איור 1

A. כדי ללמד חולדות כיצד לקשר בין צליל למכת חשמל קלה מיקמנו חולדות בקופסה, ואז השמענו צליל (מיוצג על-ידי *Bip), שבעקבותיו ניתנה מכת חשמל קלה ברגל (מיוצג על-ידי *Bzzzzt). ברגע שהחולדות חשו את מכת החשמל ברגל הן הציגו תגובת הגנה - קפיאה במקום (מיוצגת על-ידי *Freeze... שלב 1). אחרי סדרת זוגות של צליל-מכת חשמל השמענו לחולדות רק את הצליל, ללא מכת החשמל, וראינו שהחולדות קפאו במקומן אחרי שמיעת הצליל בלבד (שלב 2). כדי לחקור העברה חברתית של פחד, ביום 1 ו-2 שמנו חולדה אחת בקופסת ההתניה וחולדה נוספת בקופסה החברתית, כדי שיתרגלו לקופסה. ביום 3, אחת החולדות - החולדה המדגימה (D) - חוותה את הצליל ואת מכת החשמל כמתואר ב-A. החולדה האחרת חוותה רק את מכת החשמל ברגל - החולדה המשקיפה (O). ביום 4, שמנו את שתי החולדות יחד בקופסה החברתית, והתבוננו בהתנהגות שלהן, בזמן שהשמענו את הצליל (מיוצג על-ידי *Bip וקו מקווקו). **C.** אחוז הקפיאה במקום גדל מיד אחרי השמעת הצליל הן אצל החולדות המדגימות (ירוק) הן אצל המשקיפות (כחול). מהי משמעות אחוז הקפיאה במקום? היא מלמדת אותנו כמה זמן קפאו החולדות במקום במהלך 15 שניות. כך, ערך של 100% אומר שבממוצע החולדות קפאו במקום למשך כל 15 השניות, בעוד ש-50% פירושו שבממוצע החולדות קפאו למשך 7.5 שניות.



איור 1

אני קופא במקומי. האם גם אתם קופאים במקומכם?

כדי לחקור את השאלה הזו הכנסנו לתוך קופסה הנקראת "הקופסה החברתית" שתי חולדות יחד – חולדה אחת היא החולדה המדגימה והשנייה היא המשקיפה. בקופסה זו הייתה מחיצה באמצע שאומנם הפרידה בין החולדות, אך עדיין אפשרה להן לראות זו את זו, לשמוע, להריח ולגעת זו בזו (איור 1B, יום 4, אינטראקציה חברתית).

אתם מוכנים לביצוע הניסוי?

בואו רק נסכם בקצרה: רצינו להתבונן בתגובת ההגנה של החולדה המשקיפה, בזמן שהיא עזרה לתגובת ההגנה של החולדה המדגימה, שלמדה לפני כן לפחד מהצליל. לשם כך שמנו את החולדות בקופסה החברתית, וכעבור דקות אחדות השמענו את הצליל. אחר כך התבוננו בהתנהגויות הן של החולדה המדגימה הן של המשקיפה (איור 1B, יום 4, אינטראקציה חברתית).

אם כן, מה קרה? כפי שחזינו, כאשר החולדה המדגימה שמעה את הצליל (מיוצג על-ידי Bip*) היא קפאה במקומה (איור 1C). מה קרה לחולדה המשקיפה? כיצד היא הגיבה? ברגע שהחולדה המדגימה קפאה גם המשקיפה הציגה תגובת הגנה משלה, שהייתה... מנחשים? כן! גם היא קפאה במקומה (איור 1C).

האם זה מזכיר לכם משהו? תצפיות אלה זהות לדוגמה עם הכריש שבה קבוצת האנשים הייתה המדגימה ואתם הייתם המשקיפים. תגובות ההגנה היו צרחות ושחיה מהירה. אבל, חכו! יש כאן מלכוד חשוב: לא כל החולדות המשקיפות קפאו אלא רק אלה שלפני כן חוו בעצמן מכת חשמל ברגל. מה משמעות הדבר? תארו לעצמכם שלא ידעתם שישנן סכנות באוקיאנוס. האם הייתם מגיבים לחבורה באותה דרך? הדבר מספק לנו מידע חשוב: כדי להגיב לתגובת הפחד של החולדה המדגימה המשקיפות צריכות קודם לכן לחוות את הגירוי שגורם לפחד – מכת החשמל ברגל, במקרה זה.

סיכום הממצאים שלנו: חולדות משקיפות הגיבו לתגובת ההגנה של המדגימות בתגובת הגנה משלהן (קפיאה במקום). אבל, זה קרה רק לחולדות המשקיפות שלפני כן חוו את הגירוי שעורר את הפחד.

אם כן, השאלה הבאה שלנו הייתה: אלה רמזים חושיים של החולדות המדגימות עוררו את הקפיאה במקום של החולדות המשקיפות? במילים אחרות, כיצד מועבר הפחד מהחולדות המדגימות אל המשקיפות?

אני קופא במקומי, אתם קופאים במקומכם. אבל איך אנו מתקשרים?

האם ייתכן שהחולדה המדגימה מזהירה את המשקיפה באמצעות סוג מסוים של "תקשורת מילולית" – השמעת קול כלשהו שמזהיר את המשקיפות? בעבודות קודמות הראו מדענים אחרים שחולדות פולטות קריאות אזהרה במצבים מסוכנים, למשל כאשר הן בסביבת טורפים.

קריאות אלה עשויות להזהיר חולדות אחרות ולמנוע מהן גישה לסכנות; אולם עדיין לא ברור מהי מידת החשיבות של ביטוי הקולות האלה בהעברת פחד. לכן, החלטנו לחקור זאת!

בני אדם אינם יכולים לשמוע את קריאות האזהרה של החולדות, שכן הן נפלטות בתדרים שגבוהים מהטווח הכולל של האוזן האנושית. לכן, כדי "להקשיב" למה שהחולדות "אומרות", השתמשנו בשני מיקרופונים מיוחדים שהונחו מעל כל אחד משני הצדדים של הקופסה החברתית. כאשר ביצענו את הניסוי גילינו שרק זוג אחד של חולדות, משמונה הזוגות שנבדקו, פלט קריאות מצוקה. הדבר מוכיח שבמצבים כאלה החולדות המדגימות אינן זקוקות לקריאות אזהרה כדי לתקשר פחד לחולדות המשקיפות.

אם כך... מה עוד יכול לשלוח את ההודעה לחולדות המשקיפות? האם קצם הקפיאה במקום הוא הרמז?

תארו לעצמכם שאתם נמצאים בחדר עם מישהו אחר, ופתאום אותו אדם מפסיק לזוז. מהו סוג המידע המאפשר לכם להבחין בשינוי ממצב של תנועה למצב של חוסר תנועה? ובכן, היות שאתם יכולים לראות זאת, מידע ויזואלי מאפשר לכם להבחין בכך שהאדם האחר הפסיק לזוז. אם זהו המצב, מה יקרה אם נכבה את האורות?

כאשר ביצענו את אותו ניסוי אבל בחושך, גילינו שלמרות זאת גם החולדות המדגימות וגם המשקיפות קפאו במקומן כאשר הושמע הצליל. במילים אחרות, רמזים ויזואליים לא היו נחוצים לחולדות המשקיפות כדי להגיב לפחד של המדגימות. מופתעים?

הגיע הזמן לסיכום מהיר נוסף: החולדות לא "דיברו" זו עם זו, ורמזים ויזואליים לא היו נחוצים להעברה חברתית של פחד. אם כך, מה עוד יכול היה לקרות לצורך העברת אות הפחד?

תרשו לנו לתת לכם רמז. כאשר מישהו מפסיק לזוז יש שינוי מקול, הנובע מהתזוזה, לדממה, הנובעת מהקפיאה במקום. כאשר החולדות נמצאות בקופסה החברתית באופן רגיל הן נעות ברחבי הקופסה ובכך מייצרות קולות רשרוש. אבל, כאשר החולדה המדגימה קופאת משתררת דממה, שכן הקול נעלם כאשר אין תנועה.

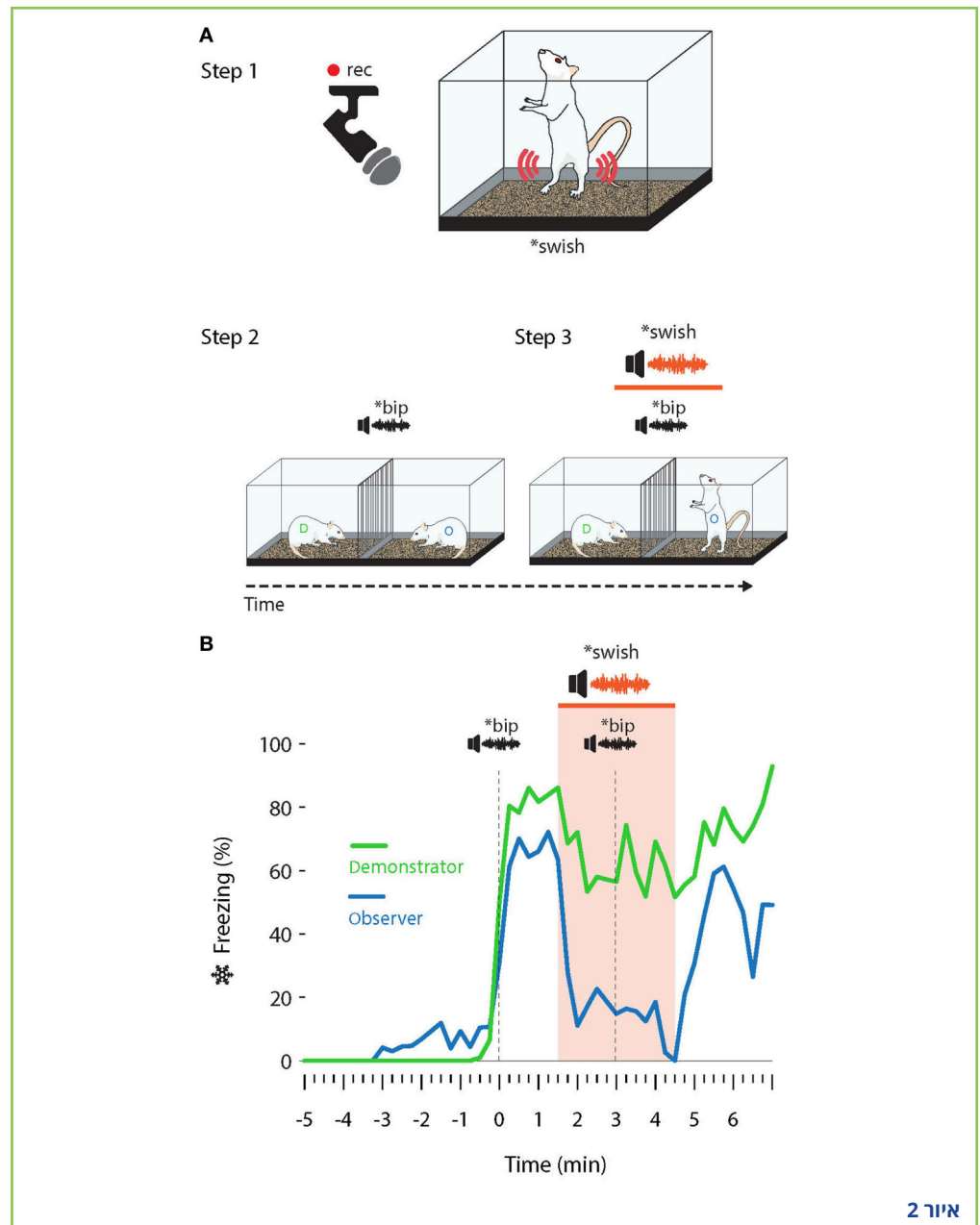
האם ייתכן כי החולדות המשקיפות הבחינו בקפיאה במקום של החולדות המדגימות בגלל השינוי מקול (שנשמע בזמן התנועה) לדממה?

כדי לבחון את ההשערה הזו תחילה הקלטנו למשך כמה דקות קול של חולדה שבודקת את הקופסה (איור 2A, שלב 1, מיוצג על-ידי Swish*). אחר כך שמנו את החולדות המדגימות והמשקיפות בקופסה החברתית, והשמענו את הצליל (איור 2A, שלב 2, מיוצג על-ידי Bip*). אחרי השמעת הצליל, כאשר החולדות המדגימות והמשקיפות כבר היו במצב קפיאה במקום, השמענו את ההקלטה של החולדה שהסתובבה בקופסה (איור 2A, שלב 3, מיוצג על-ידי Swish*).

ניסוי זה נעשה בחושך, כך שהחולדות המשקיפות לא יכלו לראות מה עשתה המדגימה.

איור 2

(A) כדי לבדוק אם החולדות המשקיפות משתמשות בשינוי מקול לדממה לצורך הבחנה בקפיאה של החולדה המדגימה, ביצענו את הניסוי הזה: שלב 1. הקלטנו את הקול שנובע מחולדה שבזדקת את הקופסה (מיוצג על-ידי *Swish; שלב 2. הכנסנו את החולדות המדגימות ואת החברתית, והשמענו את הצליל (מיוצג על-ידי *Bip); שלב 3. אחרי השמעת הצליל, כאשר החולדות המדגימות והמשקיפות כבר היו במצב קפיאה במקום, השמענו את ההקלטה של החולדה שהסתובבה בקופסה (מיוצג על-ידי *Swish). (B) החולדות המשקיפות (כחול) החלו לקפוא אחרי השמעת הצליל (*Bip וקו מקווקו מתאים), אבל כאשר השמענו את הקול של החולדה הנעה (*Swish ומלבן אדום), אחוז הקפיאה במקום פחת. אחרי השמעת ההקלטה (אחרי המלבן האדום), אחוז הקפיאה במקום עלה שוב.



איור 2

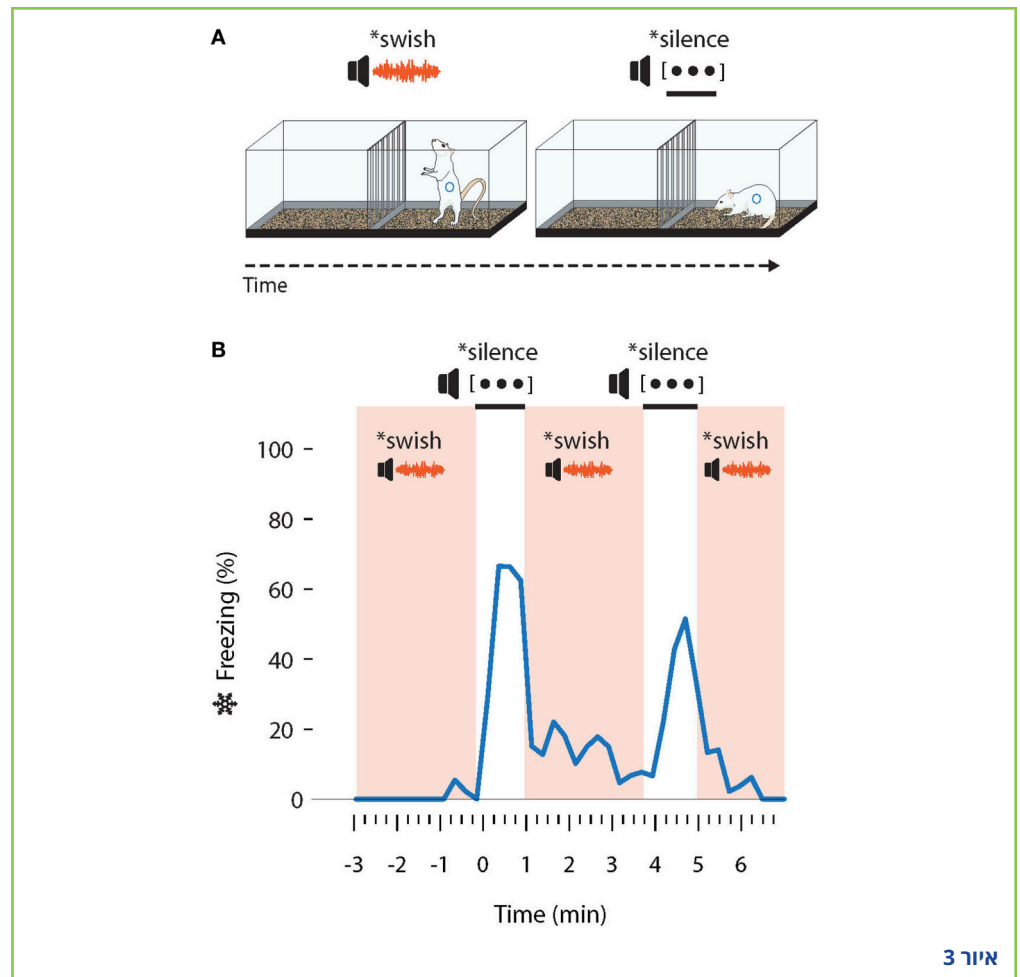
מה קרה? למה הייתם מצפים? אם הרמז היה הדממה שגרמה לקפיאה במקום של המשקיפות, יש לצפות שהשמעת הקול של תנועת החולדה תמנע את הקפיאה שלהן. ו... זה בדיוק מה שקרה! כאשר השמענו את הקול של החולדה שבחנה את הקופסה (מיוצג על-ידי *Swish), המשקיפות הפסיקו לקפוא (איור 2B, מלבן אדום). וחשוב מכך – קפיאה החלה מחדש ברגע שהפסקנו להשמיע את ההקלטה, בזמן הדממה (איור 2B, אחרי המלבן האדום).

אהה! מעניין, נכון? הדבר מלמד אותנו שכנראה החולדות המשקיפות משתמשות ב"קול" הדממה כדי להבחין בקפיאה במקום של החולדה המדגימה.

לבסוף, אם אכן כך הדבר, אנו צריכים להיות מסוגלים לגרום לקפיאה בחולדות המשקיפות שנמצאות לבד בקופסה החברתית רק על-ידי חיקוי השינויים בקול שנוצר על-ידי תנועה של

איור 3

(A) כדי לחקור אם השינוי מקול לדממה, עקב שינוי בתנועה, היה מספיק כדי לגרום לקפיאה במקום, מיקמו בקופסה חולדה משקיפה בלבד, והשמענו לה את הקול המוקלט של התנועה (מיוצג על-ידי *Swish). מעת לעת הפסקנו את ההקלטה ברגעי דממה (מיוצג על-ידי *Silence). (B) הבחנו שכאשר הופעל קול התנועה (*Swish) ומלבנים אדומים (אחוז הקפיאה במקום היה נמוך. אולם, במהלך רגעי הדממה (*Silence) ומלבנים לבנים) אחוז הקפיאה עלה מאוד.



חולדה אחרת. אם כך, ניסינו לבצע את הניסוי הזה. תחילה שמנו חולדה לבד בקופסה חברתית, והשמענו לה קול של חולדה אחרת שנעה סביב (איור 3A, מיוצג על-ידי *Swish). אחר כך השמענו את "קול" הדממה, כדי לחקות חולדה שקופאת במקומה (איור 3A, מיוצג על-ידי *Silence). אָאָרְקָה! כאשר ביצענו את הניסוי הזה ראינו שחולדות קפאו במקומן בזמן רגעי הדממה (איור 3B, מלבנים לבנים). מגניב, לא? התחלת הדממה מספיקה כדי לגרום לחולדות לקפוא. בואו נחבר את חתיכות הפאזל יחד. חולדות משקיפות קופאות במקומן כתגובה לגילוי קפיאה על-ידי המדגימות. העברה חברתית זו של פחד אינה תלויה בקריאות אזהרה או ברמזים ויזואליים אלא במעבר מקול לדממה עקב חוסר התנועה של החולדות המדגימות.

עכשיו, בחזרה לשטח: אני קופא במקומי, אתם קופאים במקומכם, הוא קופא במקומו

מדוע תגלית זו חשובה, במיוחד אם אתם בעל חיים שחי בטבע?

בעלי חיים משתמשים ברמזים שמיעתיים כדי להבחין בנוכחות של טורף, באמצעות התנהגות של פרטים אחרים, למשל: קריאות אזהרה [3]. אולם, חיסרון לסוג זה של איתות שמיעתי הוא שכאשר קריאת אזהרה נפלטת בעל החיים המשמיע את האזהרה אומנם מגן על אחרים, אבל מושך תשומת לב אל עצמו. לעומת זאת קפיאה במקום היא התנהגות שבעלי חיים כבר

משתמשים בה כדי להגן על עצמם, כדי להימנע מכך שיבחינו בהם, אבל – כפי שהראנו פה – קפיאה במקום יכולה גם להיות רמז המזהיר בעלי חיים אחרים מלהתקרב לסכנה. היות שרוב בעלי החוליות קופאים במקומם כאשר הם מאוימים, התנהגות זו היא רמז שיכול להיות מועבר מהר מאוד בסביבה. הדבר אינו נכון רק בחולדות – בעל החיים האחר יכול להיות עכבר או כלב. אפשר להשתמש בדממה כדי להפיץ במהירות את החדשות על הסכנה, גם בין מיני בעלי חיים שונים.

אם כן, המחקר של המחקר שלנו הוא: תהיו זהירים כאשר משתררת דממה פתאומית. ששש...

מאמר המקור

Pereira, A. G., Cruz, A., Lima, S. Q., and Moita, M. A. 2012. Silence resulting from the cessation of movement signals danger. *Curr. Biol.* 22(16):627–8. doi: 10.1016/j.cub.2012.06.015

מקורות

1. Ono, M., Terabe, H., Hori, H., and Sasaki, M. 2003. Insect signaling: components of giant hornet alarm pheromone. *Nature* 424:637–8. doi: 10.1038/424637a
2. Hingee, M., and Magrath, R. 2009. Flights of fear: a mechanical wing whistle sounds the alarm in a flocking bird. *Proc. R. Soc. B: Biol. Sci.* 276:4173–9. doi: 10.1098/rspb.2009.1110
3. Zuberbuhler, K. 2001. Predator-specific alarm calls in Campbell's monkeys, *Cercopithecus campbelli*. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 50:414–22. doi: 10.1007/s002650100383
4. Mirza, R. S., Fisher, S. A., and Chivers, D. P. 2003. Assessment of predation risk by juvenile yellow perch, *Perca flavescens*: responses to alarm cues from conspecifics and prey guild members. *Environ. Biol. Fish.* 66:321–7. doi: 10.1023/A:1023966320018
5. Mineka, S., and Cook, M. 1993. Mechanisms involved in the observational conditioning of fear. *J. Exp. Psychol.* 22:23–38. doi: 10.1037/0096-3445.122.1.23

פורסם אונליין: 31 במאי 2019

נערך על ידי: Lauren Jantzie, University of New Mexico, United States

ציטוט: (2019) Vicente MI, Pereira AG, Gomes RA, Costa GM, Moita MA and Ramos C (2019) ששש... הסכנה שם בחוץ. *Front. Young Minds* doi: 10.3389/frym.2018.00042-he

תורגם והותאם:

Vicente MI, Pereira AG, Gomes RA, Costa GM, Moita MA and Ramos C (2018) Shhhh... Danger Is Out There. *Front. Young Minds* 6:42. doi: 10.3389/frym.2018.00042

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

Vicente, Pereira, Gomes, Costa, Moita and Ramos 2019 © 2018 © **COPYRIGHT** מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון Creative Commons Attribution License (CC BY). השימוש, ההפצה או ההעתיקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחבר(ים) המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתיקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

סוקרת צעירה

SAMANTHA, גיל: 12

שמי סמנתה, ואני בכיתה ז'. הדרך האהובה עליי להעביר את הזמן היא קריאה. אני ממש נהנית לצאת ולרכוב על האופניים שלי. אני אוהבת לשחק עם הכלבים שלי ועם אחיי, לצאת לטיולים ברגל, לתקן לאנשים את הדקדוק שלהם ולהיות עם המשפחה שלי. המקצועות האהובים עליי הם ספרדית, שפת האומנויות ומדע.

הכותבים

MARIA I. VICENTE

במהלך לימודי לתואר דוקטור חקרתי כיצד חולדות מחליטות. התברר שזו הייתה חווית חיים מלהיבה מאוד שהביאה לתובנות. אולם מהר מאוד הבנתי שהדבר שבאמת נהנית ממנו הוא לקחת את התהליך המדעי אל מחוץ למעבדה, ולהראות לאנשים שאינם מדענים איך לחשוב על מדע בחיי היומיום שלהם. זה בדיוק מה שאני עושה כיום: אני מקרבת את המדע לחברה באמצעות פיתוח מיזמי חינוך מדעי.

*maria@plataforma.edu.pt

ANA G. PEREIRA

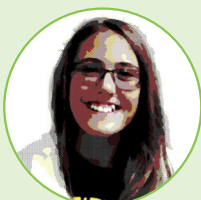
אני פוסט דוקטורנטית באוניברסיטת הרווארד בבוסטון, ארצות הברית. כיום אני חוקרת את המנגנון שלפיו העדפות המזון של אימהות יכולות להיות מועברות לתינוקות שלהן. במשך כל הדוקטורט שלי חקרתי את תפקיד הרמזים השמיעתיים בזמן העברה חברתית של פחד - מוקד המאמר הזה. בזמן הזה גם עבדתי עם כמה תלמידי תיכון, והצגתי בפניהם את האיבר המדהים - המוח שלנו - ואיך הוא מניע התנהגות. בזמני הפנוי אני אוהבת לרקוד, לעשות יוגה ולאכול ארוחה טובה עם חבריי. ולקרוא... יש לי התמכרות סודית לספרים.

RAQUEL A. GOMES

אני מחנכת שאוהבת מדע. אני ממונה על חינוך מדעי במרכז Champalimaud לבלתי ידוע, ליסבון, פורטוגל. יש לי תואר במיקרוביולוגיה ותואר דוקטור בביולוגיה של מערכת העצבים. במחקר שלי חקרתי לעומק כיצד מערכת העצבים נוצרת במהלך התפתחות העובר. גם לימדתי בתיכון ובקולג' בארצות הברית. אחת התשוקות שלי היא לחשוב ולתכנן דרכים יצירתיות לשיתוף אנשים צעירים בידע המדעי הקיים על אופני הפעולה הפנימיים של יצורים חיים. התשוקות האחרות שלי הן לאסוף סחלבים וצמחים מיוחדים אחרים, ליצור בקרמיקה ולטייל למקומות חדשים.

GIL M. COSTA

נולדתי בסינטרה, פורטוגל, ויש לי תואר בביולוגיה ותואר דוקטור במדעי המוח. מחקר הדוקטורט שלי התקיים במרכז Champalimaud בליסבון, והוא התמקד בנושא קבלת החלטות, וליתר דיוק: החלטות על ריחות והערכת הביטחון בהחלטות שלנו. במקביל לעבודתי המדעית פיתחתי כישורים בעיצוב גרפי - ב-2005 התחלתי ליצור פוסטרים להצגות תיאטרון. גיליתי שאני מתלהב מעיצוב, וכיום אני מעצב במשרה מלאה עבור מדענים, ויוצר חומרים גם כדי שיגיעו לציבור הרחב וגם עבור תקשורת בין מדענים.





MARTA A. MOITA

אני מובילת קבוצת מחקר ב-Champalimaud, ליסבון, כלומר אני המדענית שמתאמת את עבודתה של קבוצת חוקרים המתעניינת בהבנת האופן שבו המוח שולט על תגובות הגנה לסכנות, והאופן שבו הסביבה החברתית מווסתת התנהגות. כדי לחקור את הנושאים האלה אנו משתמשים בחולדות ובזבובי פירות, כי אנו יודעים הרבה על מערכות העצבים שלהם, ויש לנו כלים להשפיע על הפעילות של המוחות שלהם או למדוד אותה. אחד הדברים שאני הכי אוהבת בעבודה הזו הוא לחשוב יחד עם אנשים אחרים.



CATARINA RAMOS

אני ממונה על תקשורת מדעית במרכז Champalimaud לבלתי ידוע, ליסבון, פורטוגל. ההתנסות הראשונה האמיתית שלי בניסויים במעבדה הייתה במחקר עם שמרים בסן דיאגו, ומאותו רגע והלאה ידעתי שאני רוצה לעסוק במדע. כשהייתי תלמידת דוקטורט במילנו, איטליה, חקרתי הפרעה עצבית ניוונית הנקראת מחלת הנטינגטון. אחר כך חזרתי לליסבון, ושם הצטרפתי למעבדה שמוקדשת לביולוגיה של מערכת העצבים. תמיד התלהבתי מאוד משיתוף הציבור בפלאי המדע, ועכשיו מזדמן לי לעשות זאת מדי יום ביומו.

Hebrew version
provided by

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

