

## כיצד לבחון זיכרון של חולדה?

David W. Wright\*

רפואת חירום, בית הספר לרפואה, אוניברסיטת אַמוֹרִי, אטלנטה, ג'ורג'יה, ארצות הברית

### סוקרים צעירים

DRUMMONDVILLE  
ELEMENTARY  
SCHOOL  
גיל: 10-11



לעיתים קרובות פגיעה מוחית פוגמת ביכולתם של אנשים לזכור. במטרה למצוא ולפתח תרופות חדשות שמשפרות זיכרון אחרי פגיעה מוחית, מדענים נדרשים להסתמך על ניסויים בחיות, כמו למשל חולדות. אולם, כיצד בוחנים את הזיכרון של חולדות? דרך אחת היא להשתמש בבריכה של מים צבועים, שנקראת "מבוך המים של מוריס". במבוך הזה, החולדה צריכה לזכור לאן לשחות כדי לצאת מהמים. ככל שזיכרון החולדה מְשֻׁפָּר, כך היא תמצא את דרכה החוצה מהמים מהר יותר (חולדות אינן אוהבות להיות במים). מבחן זה יכול לשמש גם להשוואה בין שני טיפולים תרופתיים שונים, ומהווה כלי חשוב עבור גילוי תרופות חדשות.

### מציאת טיפולים חדשים לפגיעה מוחית בעזרת חיות

אחד מתפקודיו העיקריים של המוח הוא זיכרון. כאשר אדם סובל מפגיעה מוחית, לעיתים קרובות הזיכרון נפגע. כדי לפתח טיפולים חדשים שיסייעו להחזיר את הזיכרון, מדענים צריכים לבחון תרופות רבות. לא אחת, מבחנים אלה מבוצעים באמצעות חיות מאחר שמחקר על בני אדם אמיתיים יקר הרבה יותר וקשה לביצוע. שימוש בחיות מאפשר למדענים לשחזר את אותו סוג הפגיעה בכל חיה, להריץ מבחנים כמה פעמים כדי לוודא שההתנהגות דומה, ולנסות תרופות חדשות אשר בטיחותן אינה ידועה. חולדות ועכברים

### זיכרון (Memory)

יכולתו של המוח לשחזר  
חוויות עבר או מידע.

הם בין החיות השכיחות ביותר שמצויות בשימוש מאחר שהם מתרבים מהר וקל לטפל בהם. במטרה לבחון אם תרופה חדשה פועלת לשיפור הזיכרון לאחר פגיעה מוחית, מדענים צריכים לגרום לפגיעה מוחית בקרב חולדות, ולתת למחציתן את התרופה החדשה. המחצית השנייה לא תקבל את התרופה (מה שידוע כקבוצת ביקורת). לאחר מכן, המדענים צריכים לערוך מבחן במטרה לבדוק אם הזיכרון בחולדות שקיבלו את התרופה החדשה היה טוב יותר ביחס לחולדות שלא קיבלו את התרופה.

## כיצד בוחנים זיכרון אצל חולדה?

זו שאלה מצוינת! אין לנו מושג מה חולדה חושבת, והרבה פחות מכך מה היא זוכרת (איור 1). אין באפשרותנו לבקש ממנה לערוך מבחן בכתב. חולדה לא תגיב אם נבקש ממנה להניד את הראש ל"כן" או "לא", וכך גם לא לאף שאלה שנשאל אותה.

### איור 1

כיצד בוחנים זיכרון של חולדה? (איור על ידי (Jessica Forsstrom).



איור 1

### ניסוי

#### (Experiment)

פעולה או תהליך שמבוצעים במטרה לגלות אם משהו פועל או נכון.

### מבוך המים של מוריס (Morris Water Maze)

אחת המטלות שמצויות בשימוש נרחב ביותר במדעי ההתנהגות לצורך חקירת התהליכים והמנגנונים של למידה ושל זיכרון בחולדות ובעכברים.

אם כן, כיצד אנו משתמשים בחולדות בניסויים במטרה לבחון את תפקוד המוח, כמו למשל האם החולדה יכולה ללמוד מידע חדש או האם היא פיתחה זיכרון? כיצד נוכל לדעת לאילו חולדות יש פגם ביכולת לזכור? וכיצד נוכל לקבוע אם תרופה חדשה מסייעת בשיקום מהיר יותר של מוחה של חולדה לאחר שנפגע?

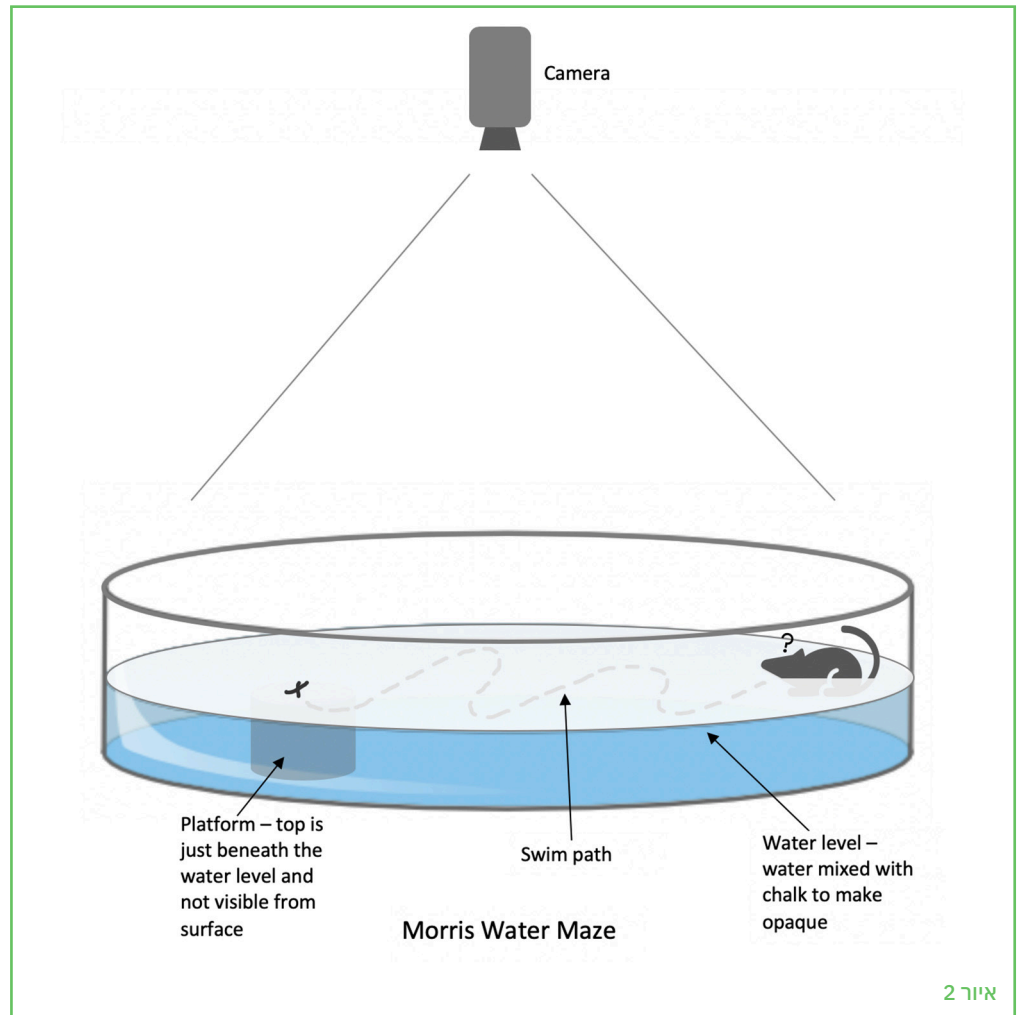
ישנן כמה דרכים לבחון אם חולדה יכולה ללמוד זיכרונות חדשים. שיטה אחת נקראת **מבוך המים של מוריס (איור 2)**. זהו סוג של חידה עבור החולדה, שנועד לבחון האם היא יכולה להשתפר בזכירת סביבתה כדי להימנע ממשהו בלתי נעים.

לא נעים? ובכן, חולדות יכולות לשחות, אך הן אינן אוהבות מים. לכן, כאשר מניחים אותן במכל מים מרובע, החולדות ישחו בהתלהבות כדי למצוא את דרכן החוצה. במבוך המים של מוריס, צדדי המכל גבוהים מדי כך שהחולדות אינן יכולות לצאת החוצה מהצדדים, לכן הן שוחות ברחבי המכל ומחפשות דרך אחרת לצאת מהמים.

במכל המים במבוך המים של מוריס, ישנו משטח הממוקם מעט מתחת לפני השטח של המים. ברגע שהחולדות מוצאות את המשטח, הן מטפסות עליו מהר. אם כן, יכולתם לחשוב

**איור 2**

מבחן זיכרון המשמש בעיקר בניסויים עם חולדות ועכברים. נוזל עכור ממוקם במקל שבו משטח השקוע בתוכו. מניחים בתוך המכל חולדות, והן שוחות עד שהן מוצאות את המשטח. בכל פעם שמניחים אותן במכל, הן לומדות כיצד להגיע למשטח מהר יותר באמצעות דרך קצרה יותר (איור על ידי Jessica Forsstrom).



שבפעם הבאה ששימו את החולדות במים, הן פשוט יצטרכו לחפש את המשטח ולשחות אליו. זה בדיוק מה שהחולדות מנסות לעשות.

מבוך המים של מוריס מתעתע, מאחר שהמשטח חבוי ממש מתחת לפני השטח של המים... וכדי להפוך את המבחן קשה ממש, המים צבועים באמצעות גיר לבן כך שהחולדות אינן יכולות לראות את המשטח מתחת לפני השטח של המים. לכן, אף על פי שהמשטח נמצא תמיד באותו המיקום, הוא למעשה נסתר משדה הראייה של החולדות, וכדי למצוא אותו במהרה הן צריכות לזכור היכן הוא ממוקם במכל (איור 2).

בפעמים הראשונות שמניחים את החולדות במכל, הן לומדות היכן המשטח ממוקם ביחס לחפצים אחרים שהן יכולות לראות בחדר. בכל פעם שמניחים את החולדות במכל, הן מחפשות את המשטח מהר - זכרו, חולדות אינן אוהבות לשחות. ככל שהזיכרון של החולדות טוב יותר והן לומדות טוב יותר מהפעם הקודמת שבה היו במכל, כך הן ישחו מהר יותר ובקו ישר יותר לעבר המשטח.

אנו מודדים את המרחק שהחולדות מבצעות בדרך למשטח על פני כמה ניסיונות, כדי לקבוע כמה החולדות "חכמות", או כמה זיכרון יש להן.

## המבחן האחרון

בניסוי הזה, בחנו כמדענים כמה תרופות במטרה לבדוק אם הן יוכלו לשפר זיכרון לאחר פגיעה מוחית טראומטית. ראשית, יצרנו פגיעה מוחית בקבוצה של חולדות. החולדות הפגועות התקשו במציאת המשטח בכל פעם ששמו אותן במכל, אף על פי שהן היו במכל כמה פעמים. הסיבה לכך היא שכתוצאה מבעיות הזיכרון שנגרמו בעקבות הפגיעה המוחית, החולדות לא היו מסוגלות ללמוד או לזכור היכן המשטח ממוקם.

במטרה לבחון אם התרופות שיפרו את הזיכרון, החולדות חולקו לקבוצות בהתבסס על סוג התרופה שהן קיבלו. לדוגמה, המדענים השתמשו ב-10 חולדות בכל קבוצה, כאשר כל חיה באותה הקבוצה מקבלת את אותה התרופה. אם אחת מהתרופות פועלת, אז החולדות בקבוצה זו יזכרו היכן המשטח ממוקם מתחת לפני השטח של המים, וישחו בקו ישר יותר ומהר יותר למשטח. הדבר נמדד על ידי מדידת מרחק – כמה רחוק החולדות שחו לפני שהן הגיעו למשטח, וזמן – כמה מהר החולדות מצאו את המשטח בכל פעם ששמו אותן במבוך. העקרונות המנחים הם שבהיבט המרחק – דרך קצרה יותר היא טובה יותר, ובהיבט הזמן – זמן קצר יותר הוא טוב יותר. המרחק והזמן מושווים בין כל קבוצות החיות בהתבסס על סוג התרופה שכל קבוצה קיבלה, וכן בהשוואה לחיות פגועות שלא קיבלו אף תרופה (קבוצת ביקורת). אם אחת מהקבוצות הפגינה ביצועים טובים הרבה יותר מקבוצות אחרות ו/או מהחיות בקבוצת הביקורת, המשמעות היא שהתרופה שיפרה את זיכרוןן של החולדות בקבוצה זו, ועשויה להוות טיפול חדש לפגיעה מוחית!

## מסקנות

אם כן, עכשיו אתם יודעים כיצד מדענים יכולים להשתמש בחולדות במסגרת עריכת ניסויים לבחינת תרופות חדשות שיסייעו לשיפור התאוששות מפגיעה מוחית. מדידת השיפור בזיכרון באמצעות מבוך מים היא כלי חשוב לחקירת האופן שבו תרופות פועלות בחיות. כאשר מדענים מזהים אילו תרופות בטוחות ופועלות על חיות באופן המיטבי, הם יכולים לעצב ניסויים קליניים נרחבים יותר במטרה לבחון את הטיפול בבני אדם.

## תודות

המחבר מבקש להודות ל-Jessica Forsstrom עבור עבודת האומנות באיורים 1 ו-2.

פורסם אונליין: 24 באפריל 2023

עורך: Robert T. Knight

מנחה מדעי: Benjamin P. Gold

ציטוט: Wright DW (2023) כיצד לבחון זיכרון של חולדה? Front. Young Minds. doi: 10.3389/frym.2021.524646-he

### פגיעה מוחית טראומטית (Traumatic Brain Injury)

כל פגיעה חמורה במוח, שעשויה להיגרם מאלימות או מתאונה.

### קבוצת ניסוי/טיפול לעומת קבוצת ביקורת (Experimental/ Treatment Group Vs. Control Group)

בניסוי, שתי קבוצות מטופלות באופן זהה, פרט לכך שקבוצה אחת (קבוצת הטיפול) מקבלת את ההתערבות (תרופה או טיפול), והקבוצה השנייה לא (קבוצת הביקורת).

### ניסוי קליני (Clinical Trial)

מחקר בבני אדם שמטרתו לבחון את הבטיחות ואת טיב הטיפול או ההתערבות.

תורגם והותאם מ: Wright DW (2021) How Do You Test a Rat's Memory? Front. Young Minds 9:524646. doi: 10.3389/frym.2021.524646

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

© 2021 © COPYRIGHT Wright 2023. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון [Creative Commons Attribution License \(CC BY\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחבר(ים) 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

### DRUMMONDVILLE ELEMENTARY SCHOOL, גיל: 10–11

אנו כיתה ה שלומדת בבית ספר יסודי דרמונדביל (DES). אנו לומדים גם באנגלית וגם בצרפתית. כיתתנו מכבדת מאוד את כדור הארץ, ושמה דגש רב על מחזור ועל קומפוסט. אנחנו קבוצה של תלמידים אנרגטיים, שאוהבים ספורט ותנועה. לכיתה שלנו יש ספרייה מלאה בספרים שאנו אוהבים לקרוא.

## הכותב

### DAVID W. WRIGHT

רייט הוא פרופסור וראש המחלקה לרפואת חירום בבית הספר לרפואה באוניברסיטת אמורי. הוא רופא מוסמך שעובד בבתי החולים המסונפים לאמורי ובבית החולים גריידי ממוריאל, במרכז לטראומה רמה 1 באטלנטה. מעורב באופן פעיל בהערכות קדם-קליניות וקליניות של פגיעה מוחית טראומטית, שבץ ותנאים נירולוגיים אקוטיים אחרים. רייט היה חבר סגל ב-ProTECT III – ניסוי קליני רב-מרכזי של פרוגסטרון עבור פגיעה מוחית טראומטית חמורה, ומכהן כחבר סגל המרכז הדרום-מזרחי של רשת הניסויים לטיפול במצבי חירום נירולוגיים, כחבר סגל שותף ברשת Georgia StrokeNet וכחבר סגל מרכז עבור האסטרטגיות הממומנות החדשות לרשת הניסויים הקליניים לשירותי חירום (SIREN) שזה עתה הוקמה. לרייט ניסיון נרחב בהנהגת ניסויים ותהליכים קליניים. הוא עורך מינויים במחלקה להנדסה ביו-רפואית במכון הטכנולוגי של ג'ורג'יה, בבית ספר רולינס לרפואה ציבורית ובבית ספר גל הודקסון וודרף לסיעוד.

\*[david.wright@emory.edu](mailto:david.wright@emory.edu)

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



הוצאת פרונטירז מדע לצעירים ישראל  
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK