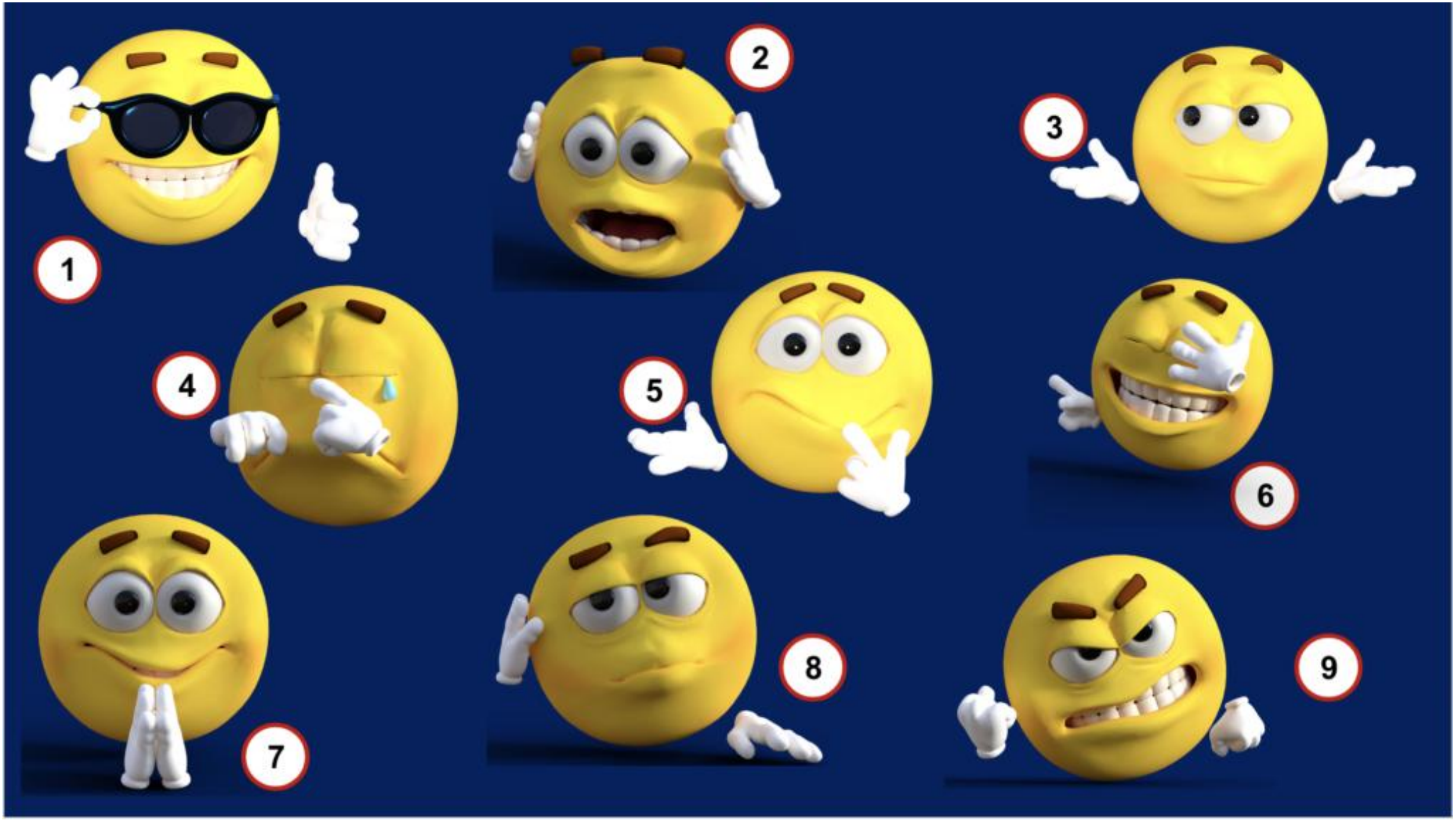


נוירופדגוגיה:
מדעי המוח בשירות החינוך


1
2
3
4
5
6
7
8
9

מבחינת הלמידה עד כה, אני מרגיש.ה\מתנסה...

1

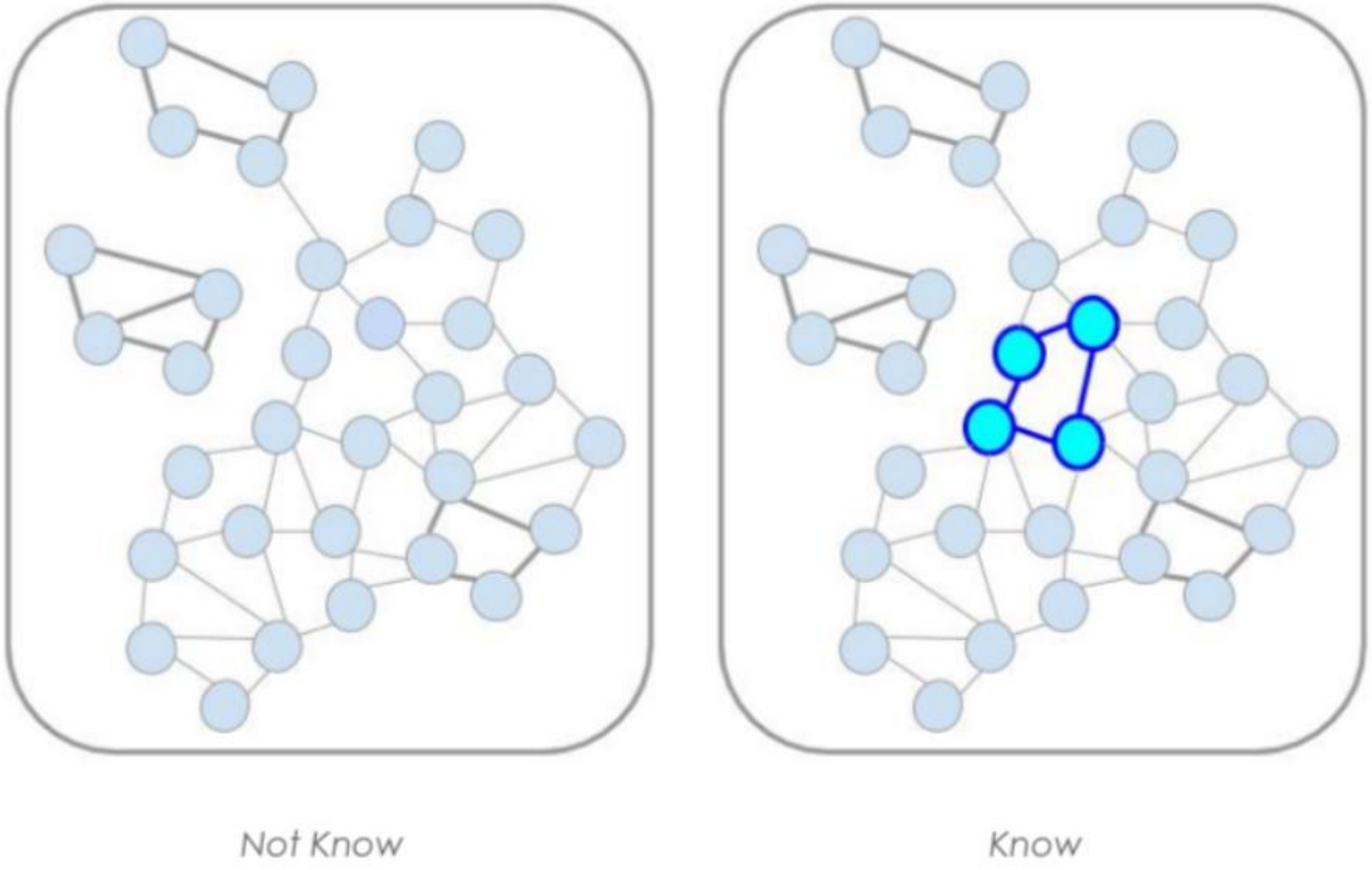
ללמוד זה לחבר

2

למידה חייבת להיות דו-כיוונית

3

למידה לוקחת זמן



https://readingforlearning.org/2018/12/01/applying-efrat-fuhrts-model-of-building-long-term-memory-representations/

Hippocampal replay



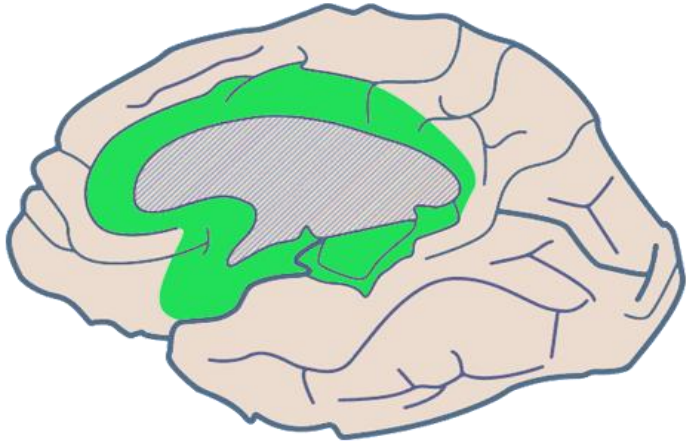
בזמן שינה, נוירונים בהיפוקמפוס משחזרים את מה שחוו במשך היום, וכך מסייעים בקונסולידציה (גיבוש הזיכרון). כך לדוגמה, חוקרים נתנו לעכברים ללמוד את הדרך במבוך, ורשמו אילו נוירונים בהיפוקמפוס הגיבו למיקומים שונים במבוך. הם גילו שבזמן שינה, הנוירונים המשיכו לפעול ולהגיב לדרך הנכונה במבוך, אך הפעם בקצב מהיר יותר.

https://youtu.be/6TyIY6u31gk?si=cuitV9bBN-quaW3Q&t=153

Lee, A. K., & Wilson, M. A. (2002). Memory of sequential experience in the hippocampus during slow wave sleep. *Neuron*, *36*(6), 1183-1194.

מערכות הרגש

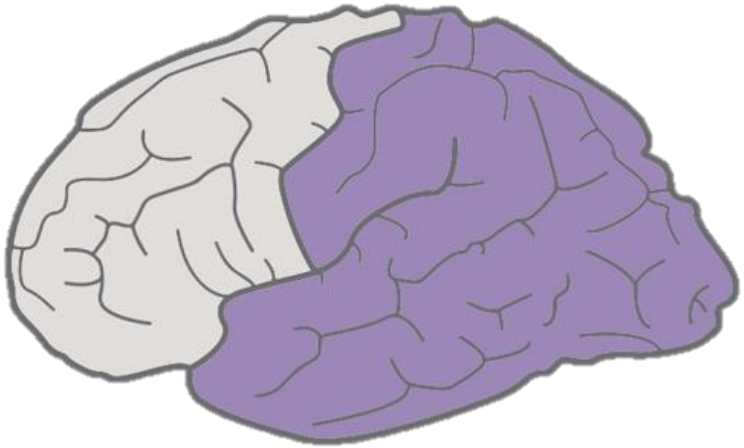
למה ללמוד?



רגש מתוך למידה

מערכות התפיסה והזיכרון

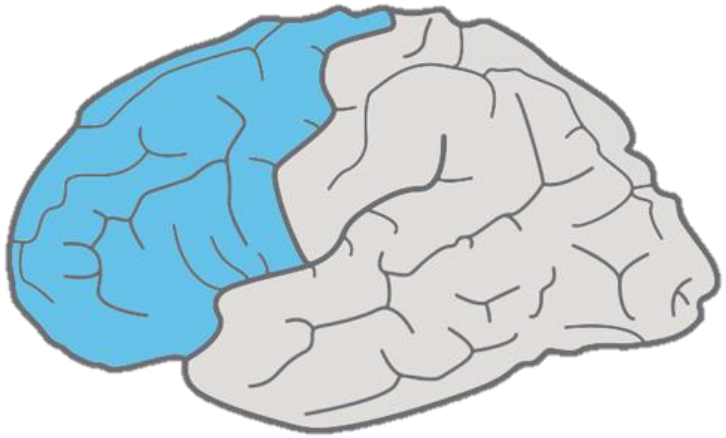
מה ללמוד?



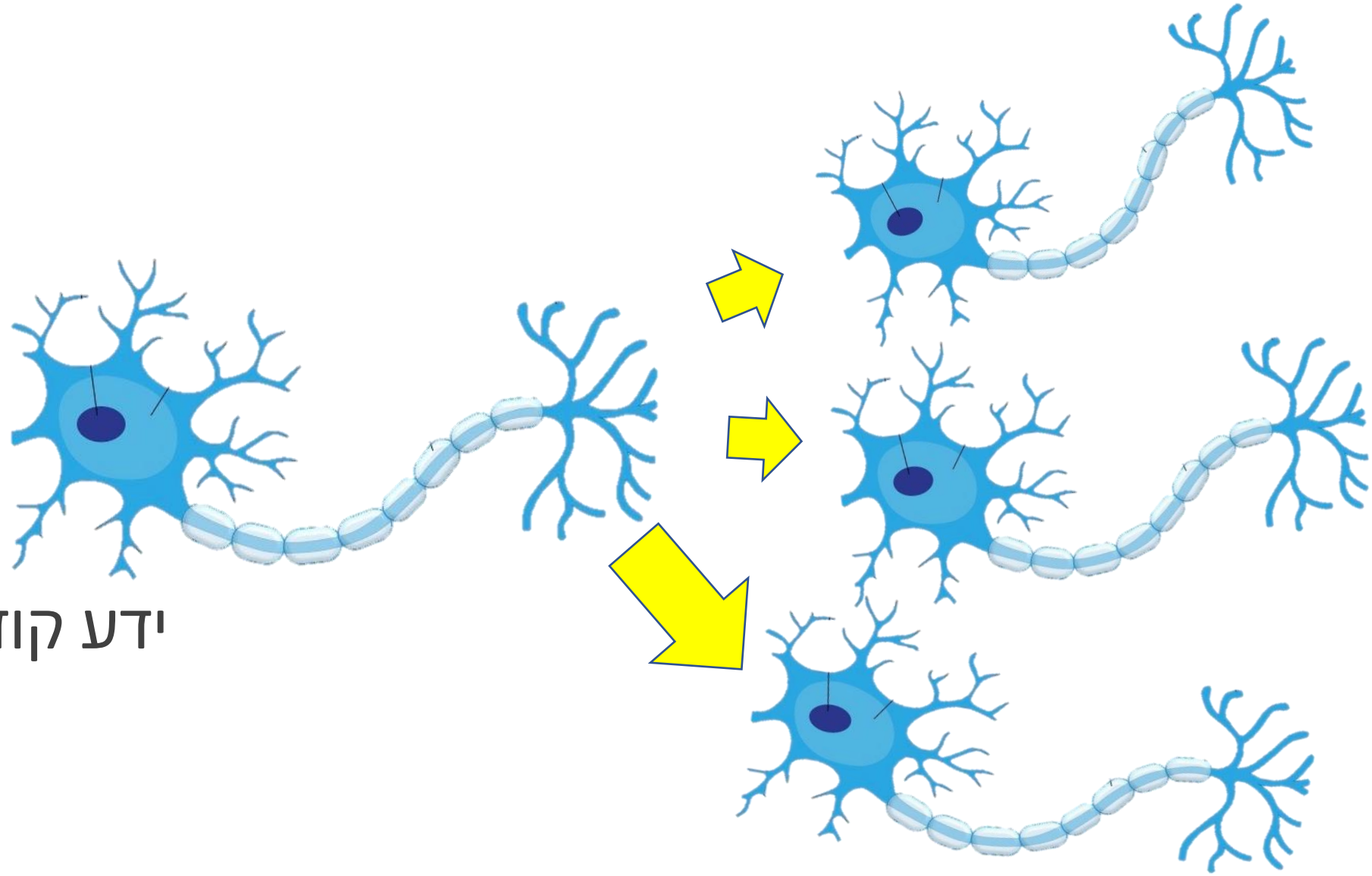
ללמוד זה לחבר

מערכות הניהול

איך ללמוד?

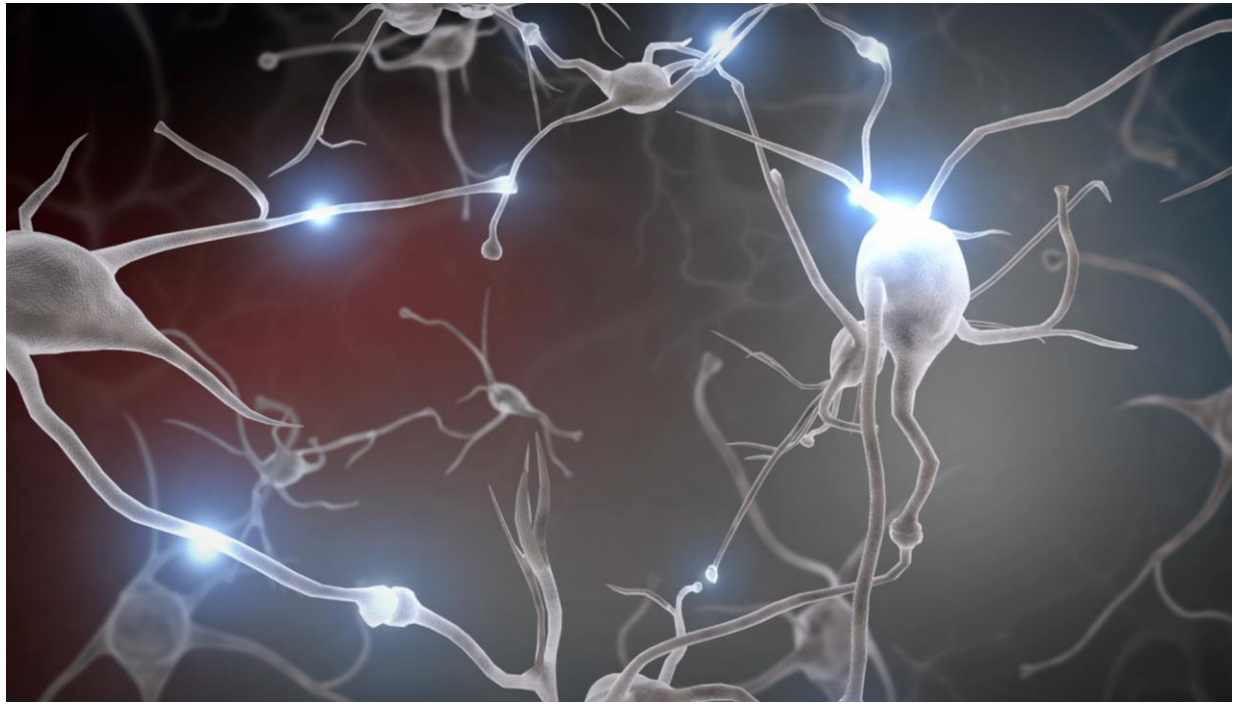


המוח מכוון מטרה



למידה היא החיזוק וההחלשה של הקשרים הסינפטיים בין תאי עצב.





היצירה של קשרים עצביים חדשים תלויה **בהפעלה של ידע קודם.**
איך נפעיל את הידע הקודם? איך מחברים את הידע החדש לידע הקיים?

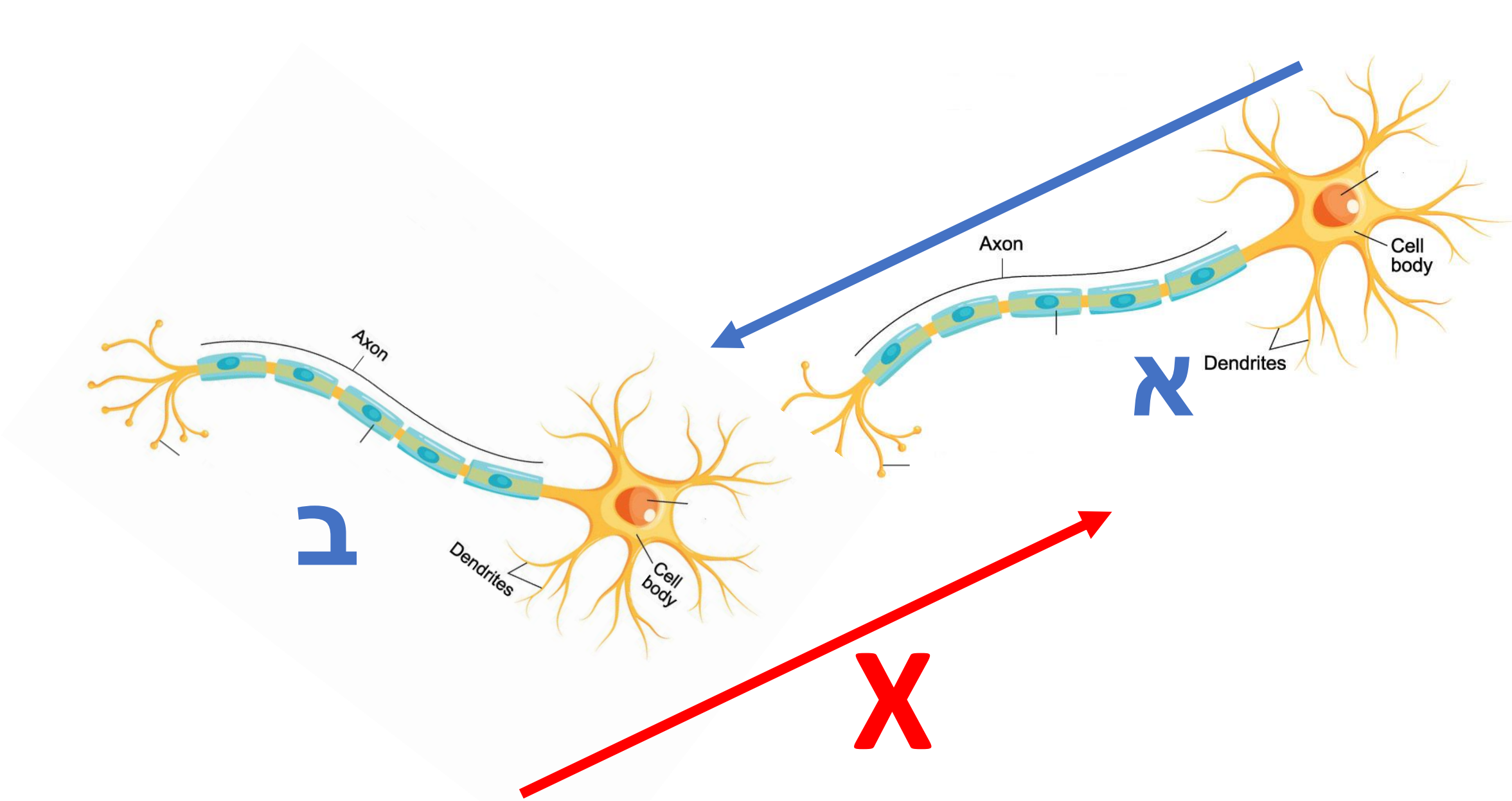


1

ללמוד זה לחבר

המוח מכיל מיליארדים של תאי עצב, הנקראים גם נוירונים.

למידה היא למעשה היצירה והחיזוק של קשרים בין תאי העצב.



למידה חייבת להיות דו-כיוונית.



2

למידה חייבת להיות דו-כיוונית

המבנה של תאי העצב גורם לכך שהקשרים עובדים בעיקר בכיוון אחד. אם למדנו ותרגלנו את הקשר בין א' ל ב', לא בהכרח למדנו גם את הקשר מ ב' ל א'. **חייבים לתרגל את הלמידה בשני הכיוונים.**

1

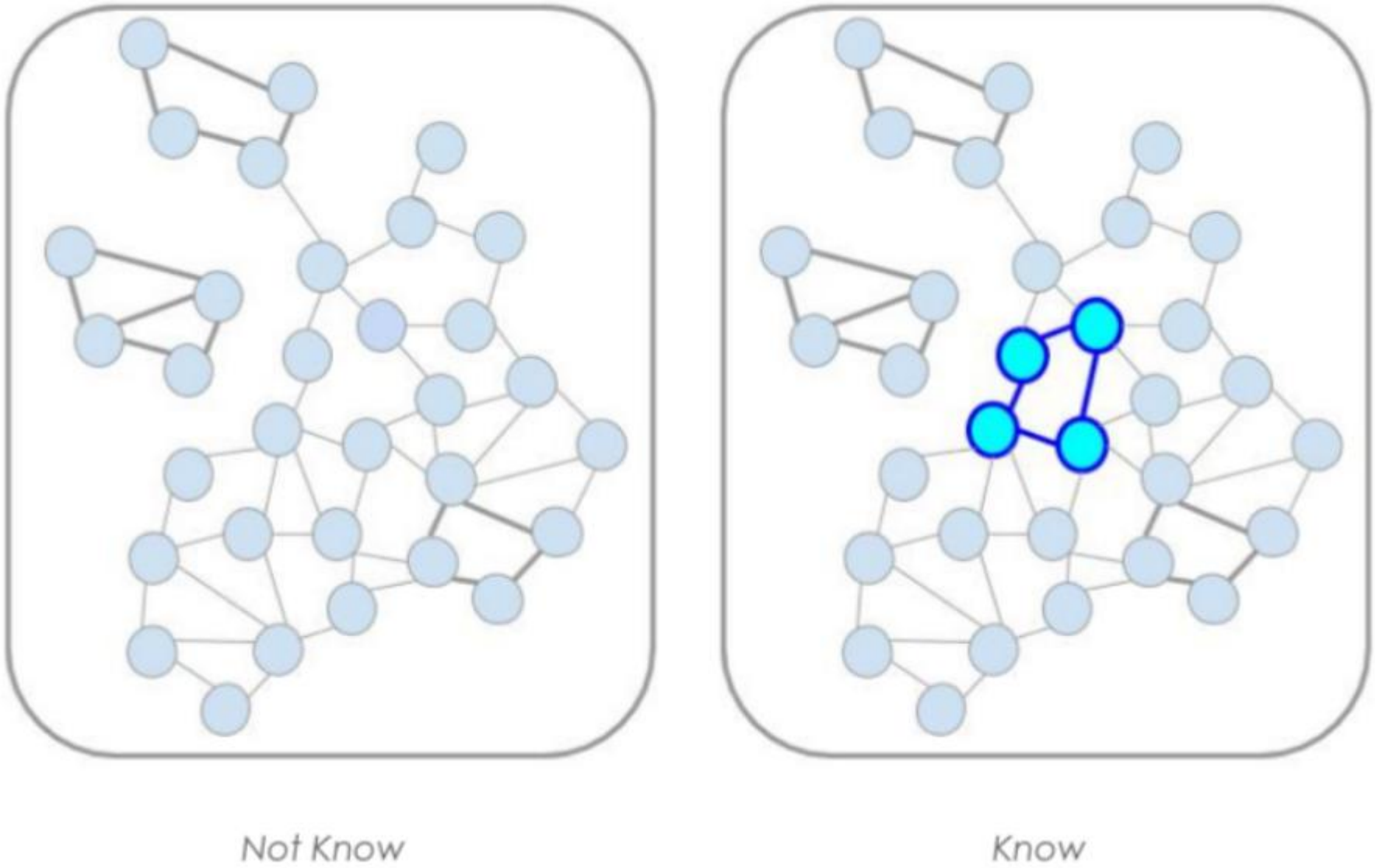
ללמוד זה לחבר

2

למידה חייבת להיות דו-כיוונית

3

למידה לוקחת זמן



https://readingforlearning.org/2018/12/01/applying-efrat-fuhrts-model-of-building-long-term-memory-representations/

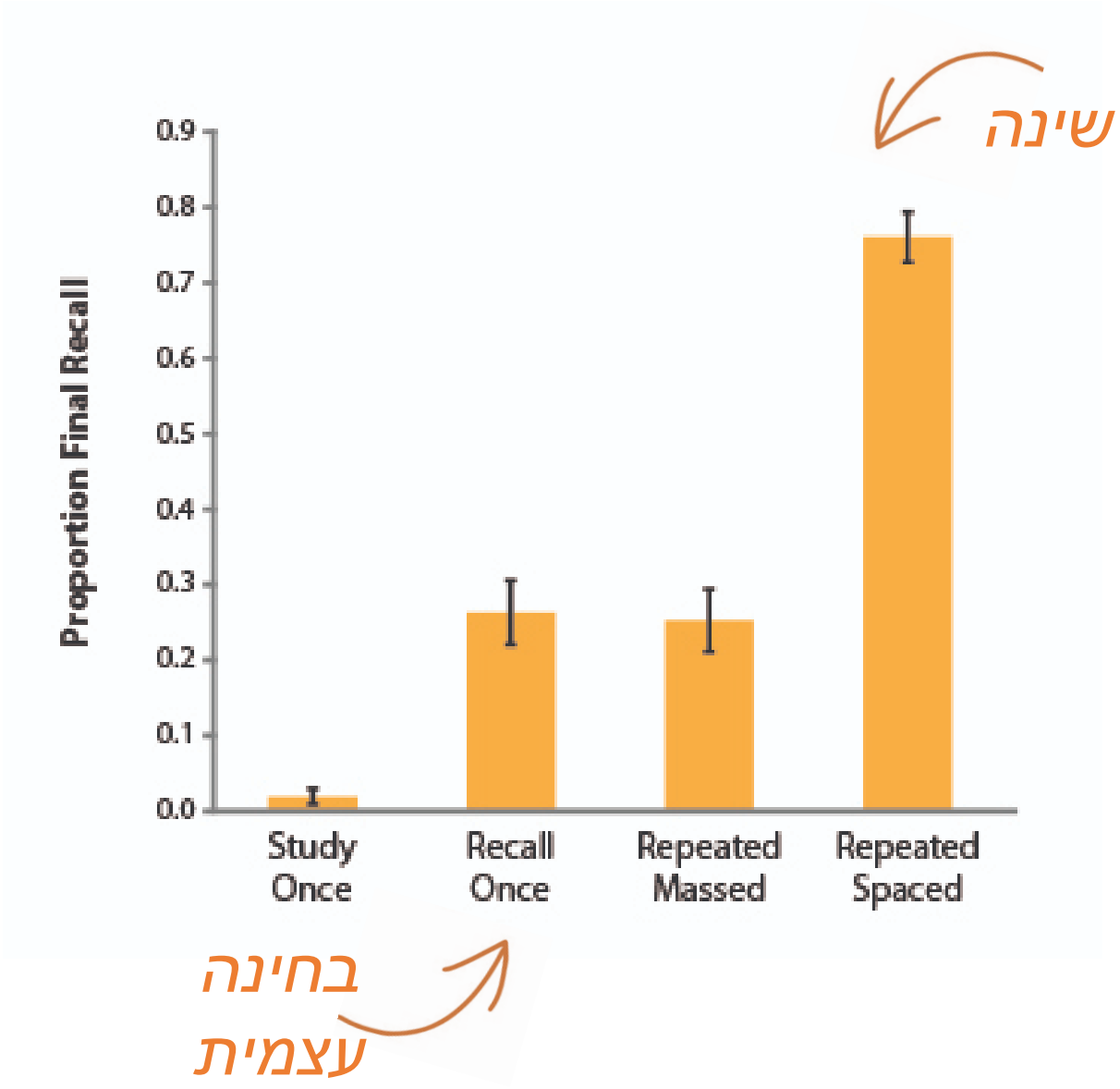
Hippocampal replay



בזמן שינה, נוירונים בהיפוקמפוס משחזרים את מה שחוו במשך היום, וכך מסייעים בקונסולידציה (גיבוש הזיכרון). כך לדוגמה, חוקרים נתנו לעכברים ללמוד את הדרך במבוך, ורשמו אילו נוירונים בהיפוקמפוס הגיבו למיקומים שונים במבוך. הם גילו שבזמן שינה, הנוירונים המשיכו לפעול ולהגיב לדרך הנכונה במבוך, אך הפעם בקצב מהיר יותר.

https://youtu.be/6TyIY6u31gk?si=cuitV9bBN-quaW3Q&t=153

Lee, A. K., & Wilson, M. A. (2002). Memory of sequential experience in the hippocampus during slow wave sleep. *Neuron*, *36*(6), 1183-1194.

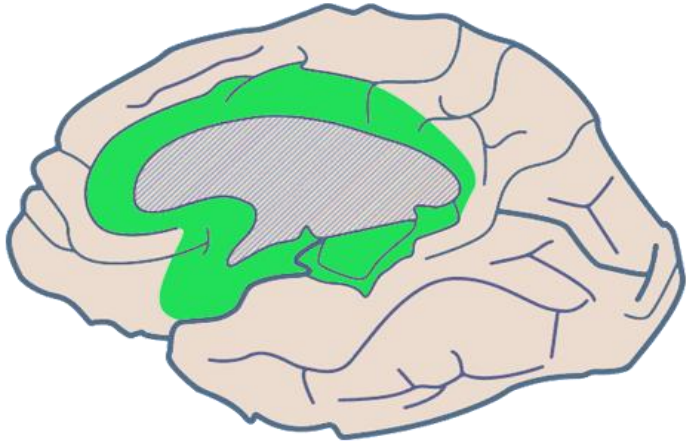




(Karpicke & Bauernschmidt, 2011 Roediger & Karpicke, 2006;; McDermott, 2021)

מערכות הרגש

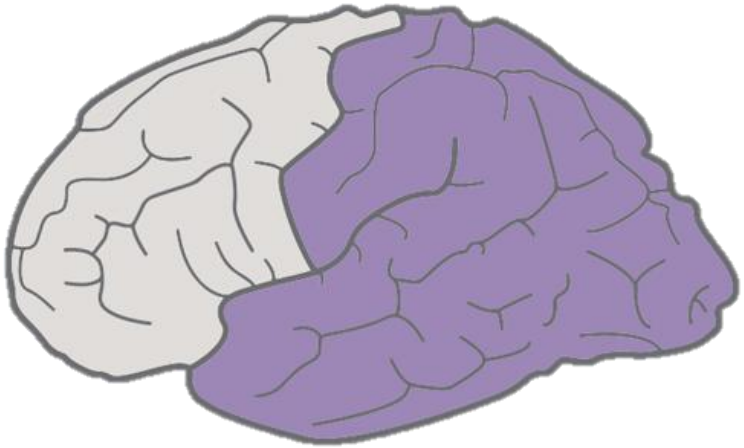
למה ללמוד?



רגש מתוך למידה

מערכות התפיסה והזיכרון

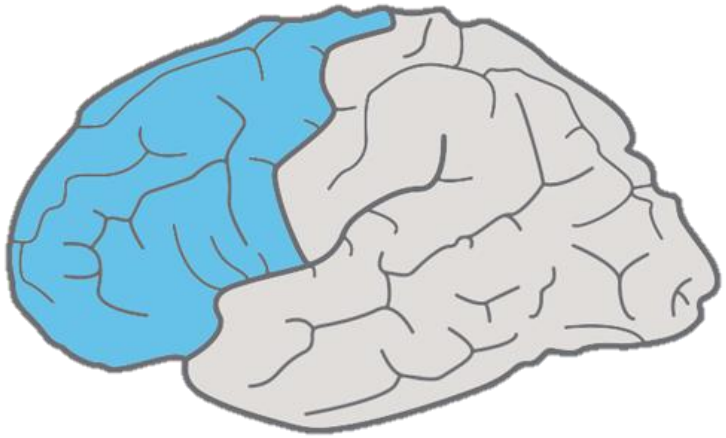
מה ללמוד?



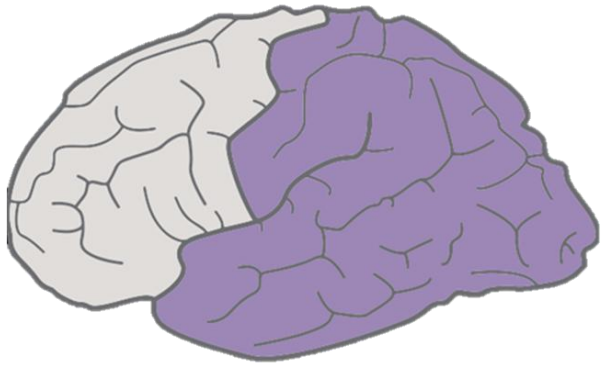
ללמוד זה לחבר

מערכות הניהול

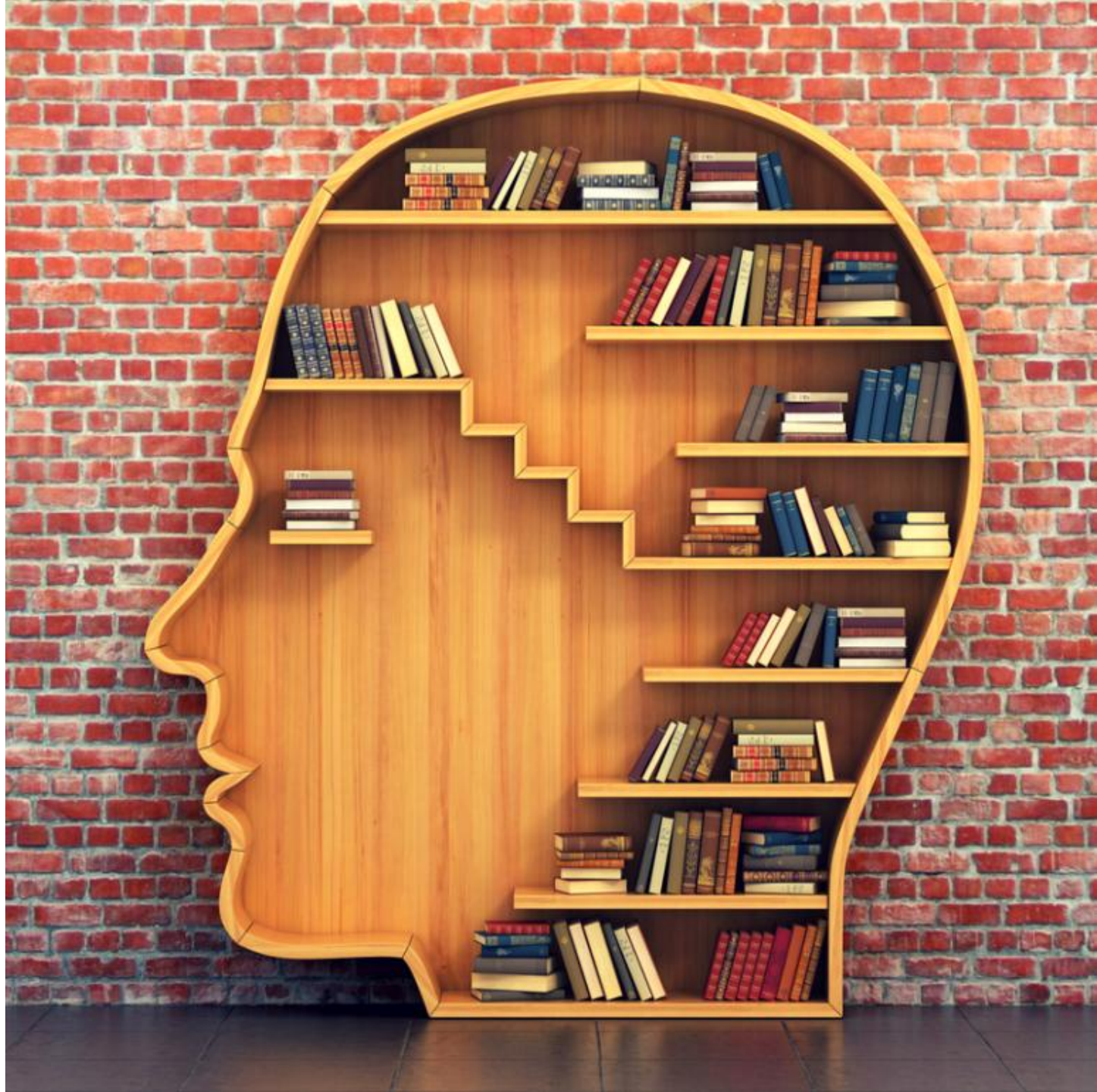
איך ללמוד?



המוח מכוון מטרה



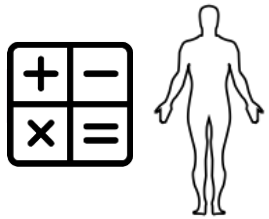
ללמוד זה לחבר

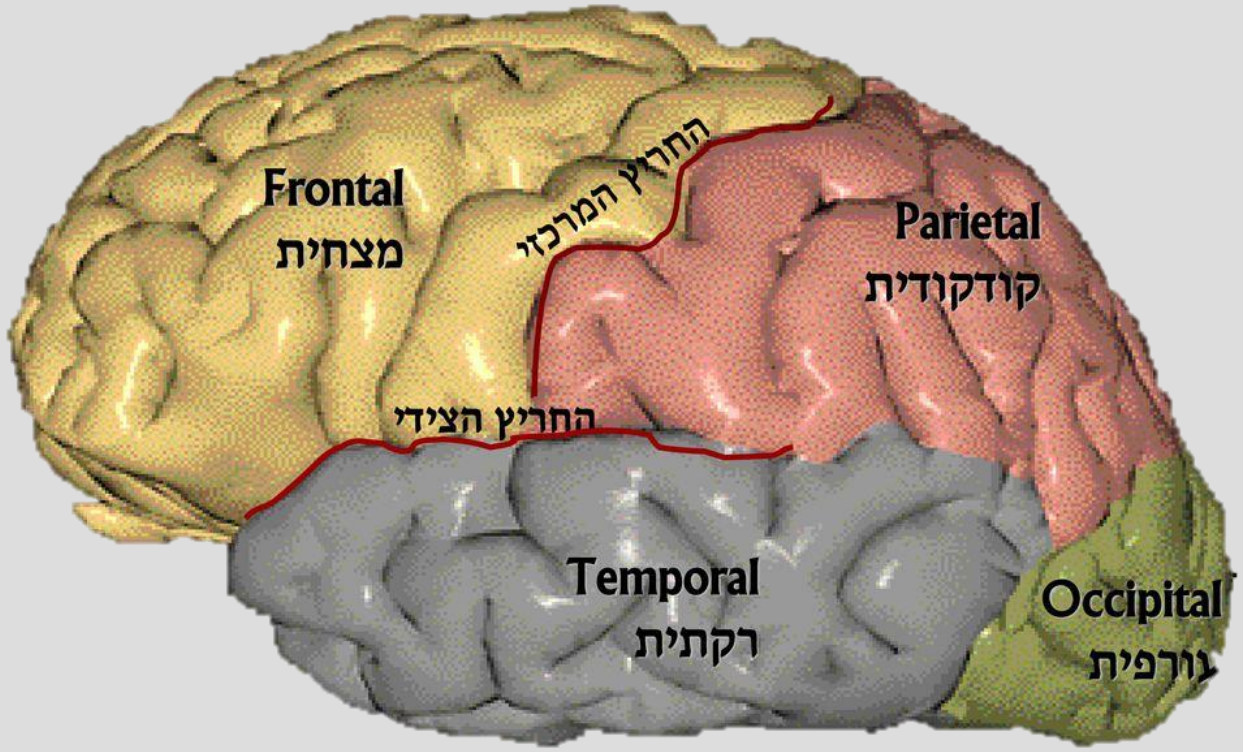


מערכות התפיסה והזיכרון


עורפי occipital

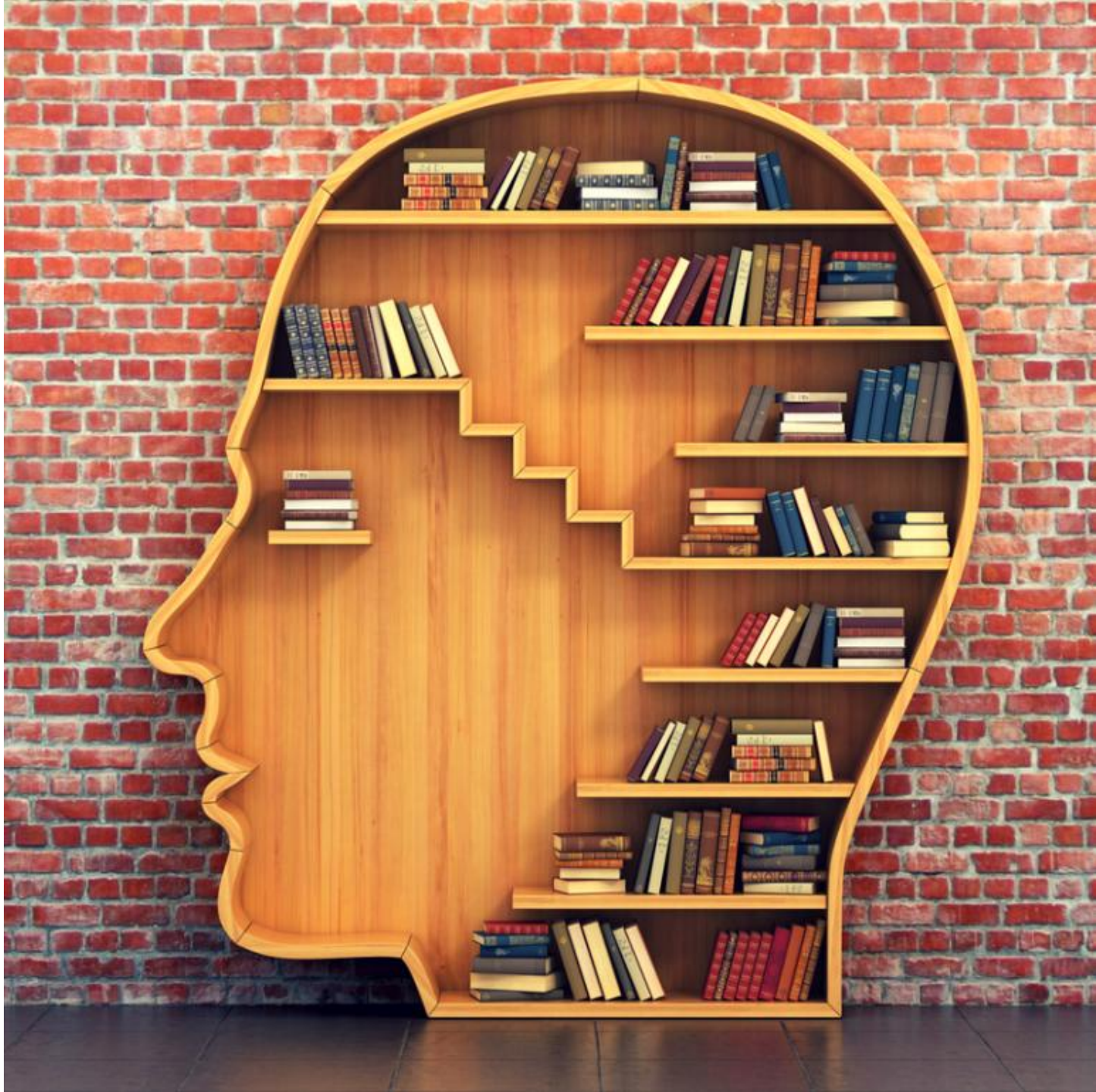

רקתי temporal


קודקודי parietal



המושגים **'גמישות מוחית' ו'למידה'**
קרובים מאוד, עד זהים, במדעי המוח.

- גמישות מוחית
- עקרונות הלמידה



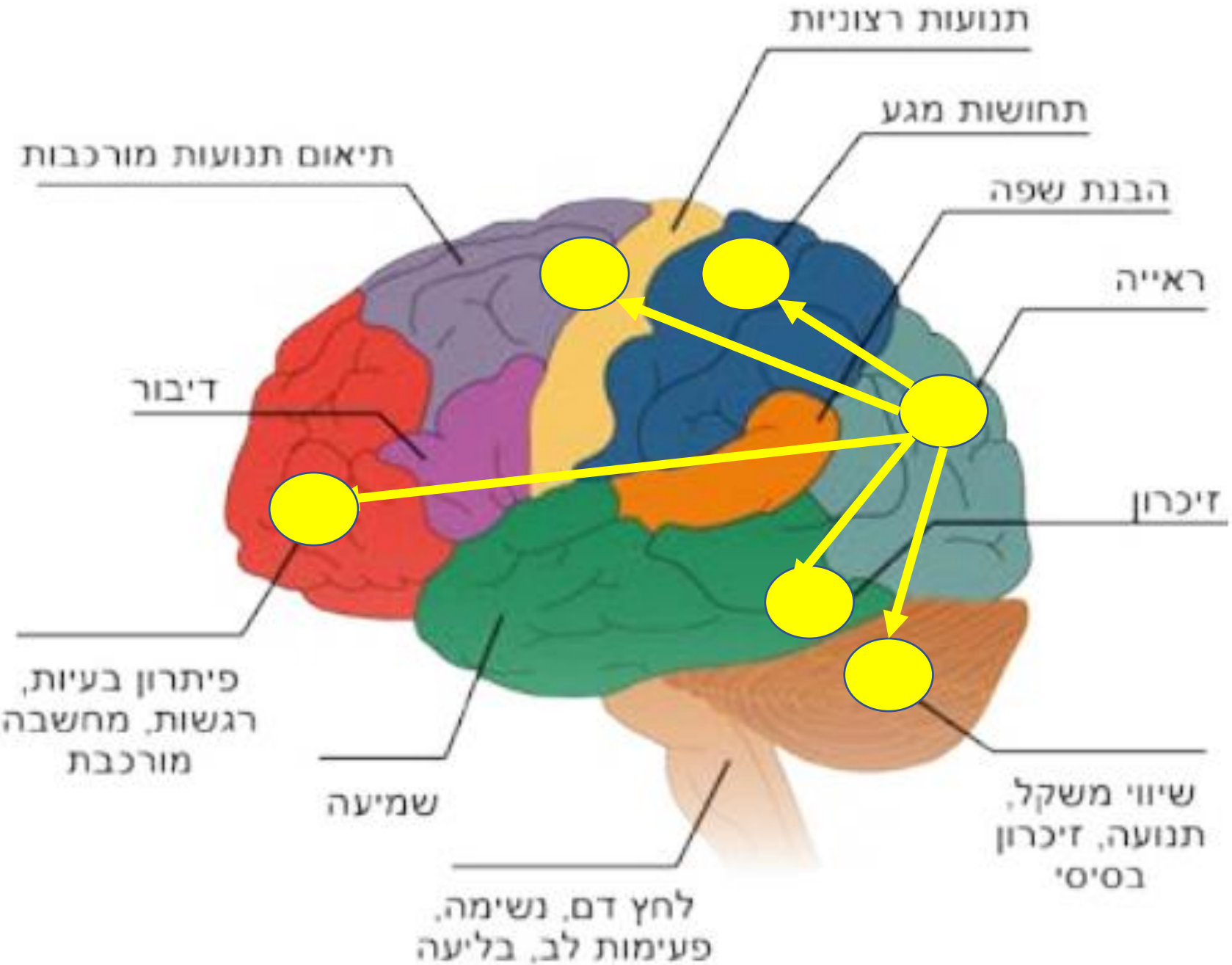
גמישות מוחית \ פלסטיות מוחית

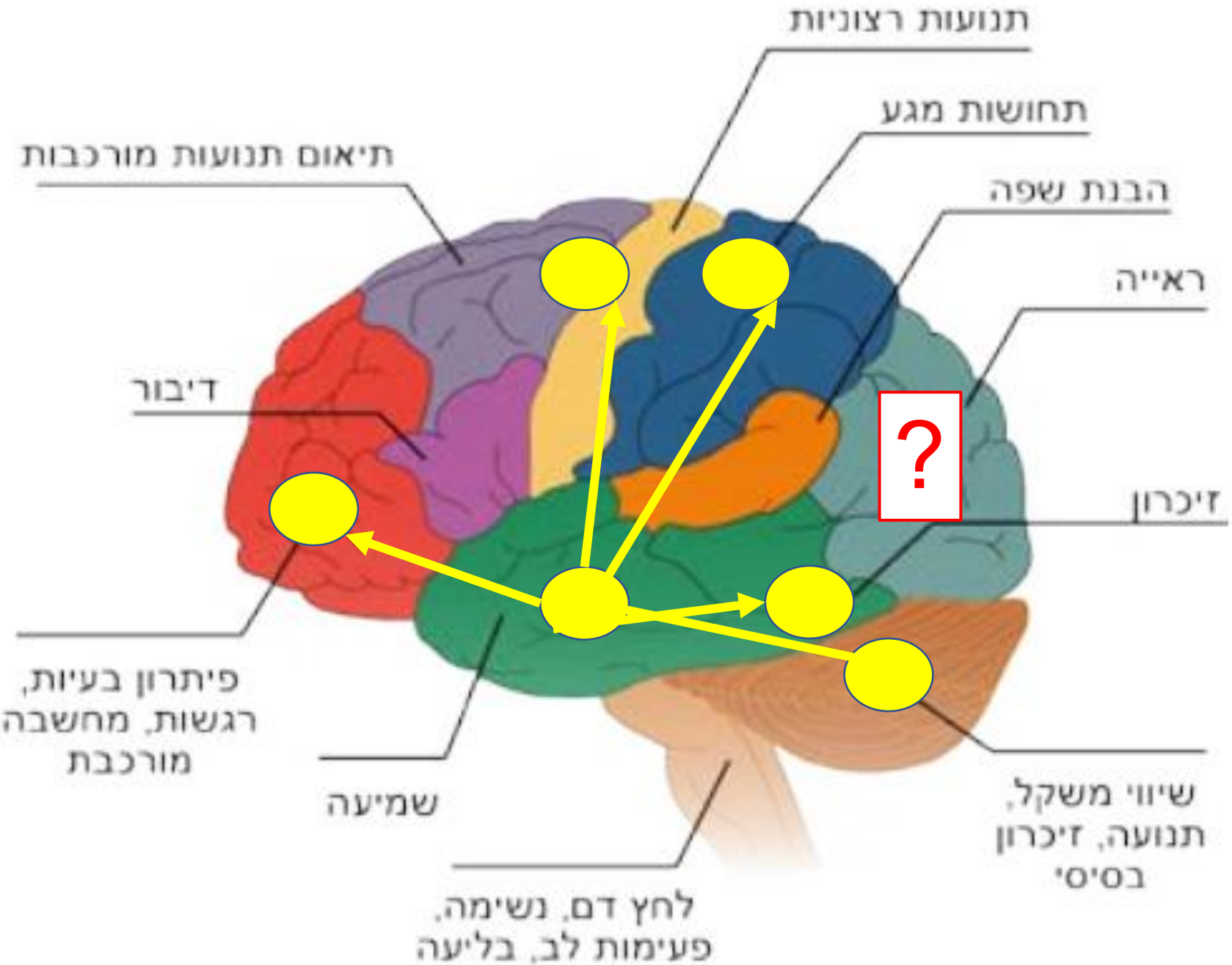


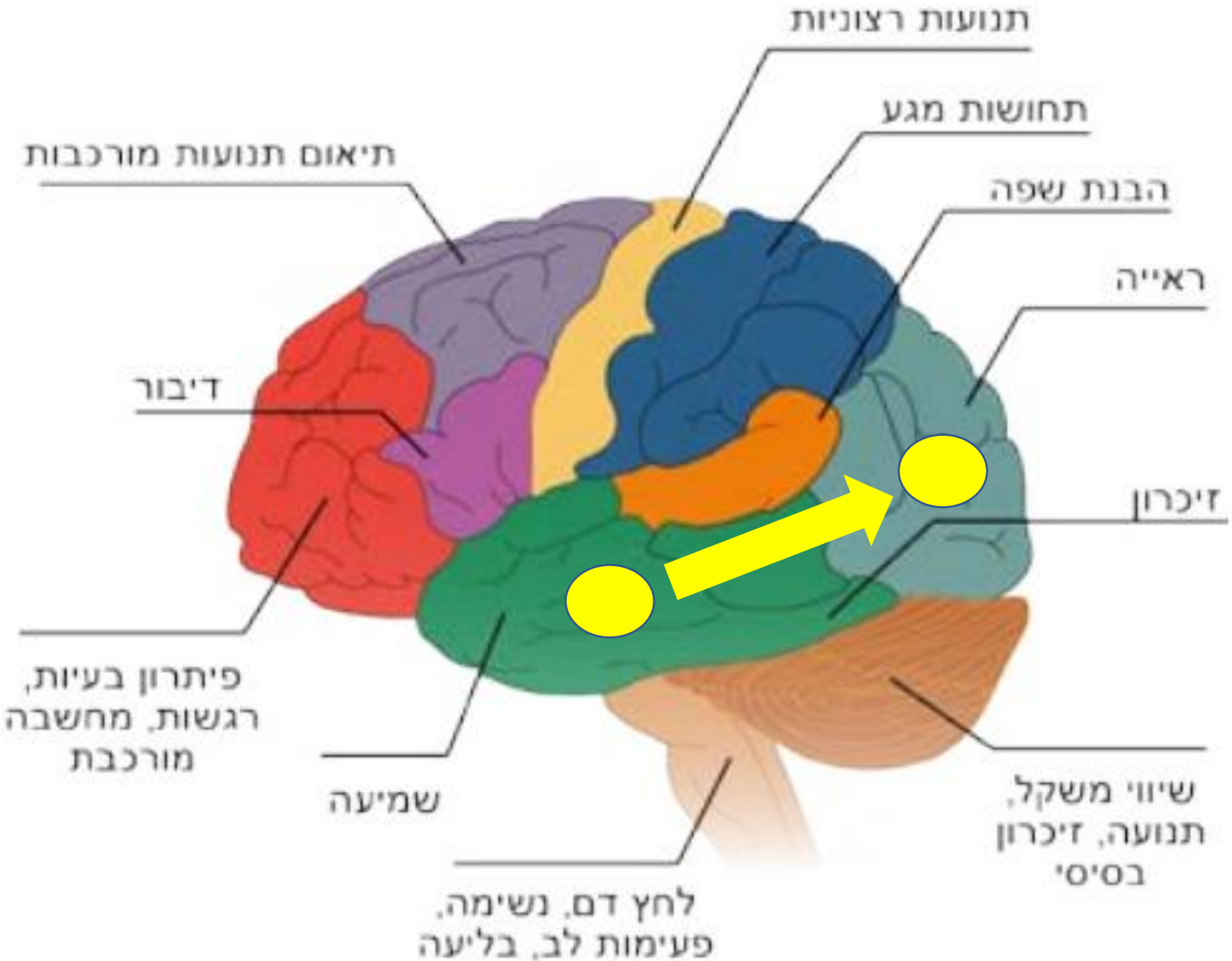
הפלסטיות של המוח היא יכולתו של המוח להשתנות בהתאם לנסיבות ולהתנסות של הפרט עם הסביבה. היא מאפשרת למוח להתאים את פעילותו לשינויים פנימיים ושינויים בסביבה, על סמך ניסיון קודם של הפרט ותהליכים של למידה.


REENOC

https://youtu.be/fnH7AIwhpik?si=TcVs3F8-lQ1OBiNt&t=25

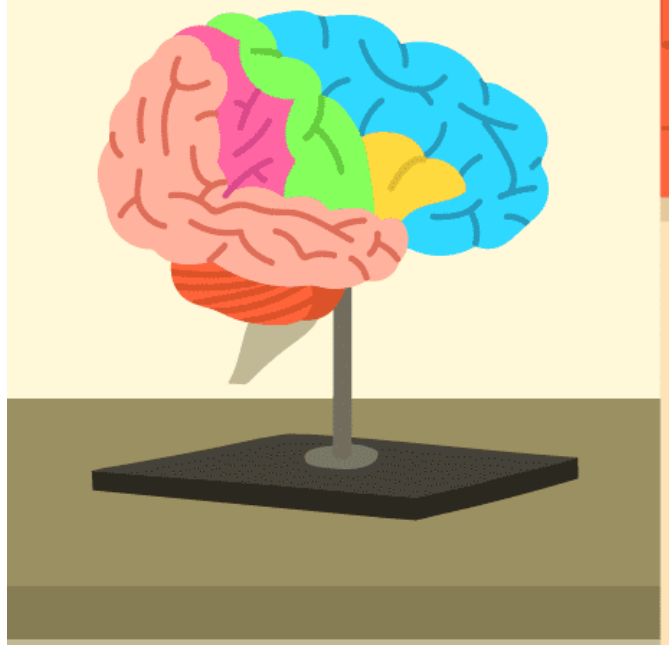

תנועות רצוניות
תחושות מגע
הבנת שפה
ראייה
זיכרון
שיווי משקל, תנועה, זיכרון בסיסי
לחץ דם, נשימה, פעימות לב, בליעה
שמיעה
פיתרון בעיות, רגשות, מחשבה מורכבת
דיבור
תיאום תנועות מורכבות


תנועות רצוניות
תחושות מגע
הבנת שפה
ראייה
זיכרון
שיווי משקל, תנועה, זיכרון בסיסי
לחץ דם, נשימה, פעימות לב, בליעה
שמיעה
פיתרון בעיות, רגשות, מחשבה מורכבת
דיבור
תיאום תנועות מורכבות
?


תנועות רצוניות
תחושות מגע
הבנת שפה
ראייה
זיכרון
שיווי משקל, תנועה, זיכרון בסיסי
לחץ דם, נשימה, פעימות לב, בליעה
שמיעה
פיתרון בעיות, רגשות, מחשבה מורכבת
דיבור
תיאום תנועות מורכבות

The 2 Types of Brain Plasticity

What is Neuroplasticity (aka Brain Plasticity)?



Brain's ability to change and adapt

Type 1: Structural Plasticity

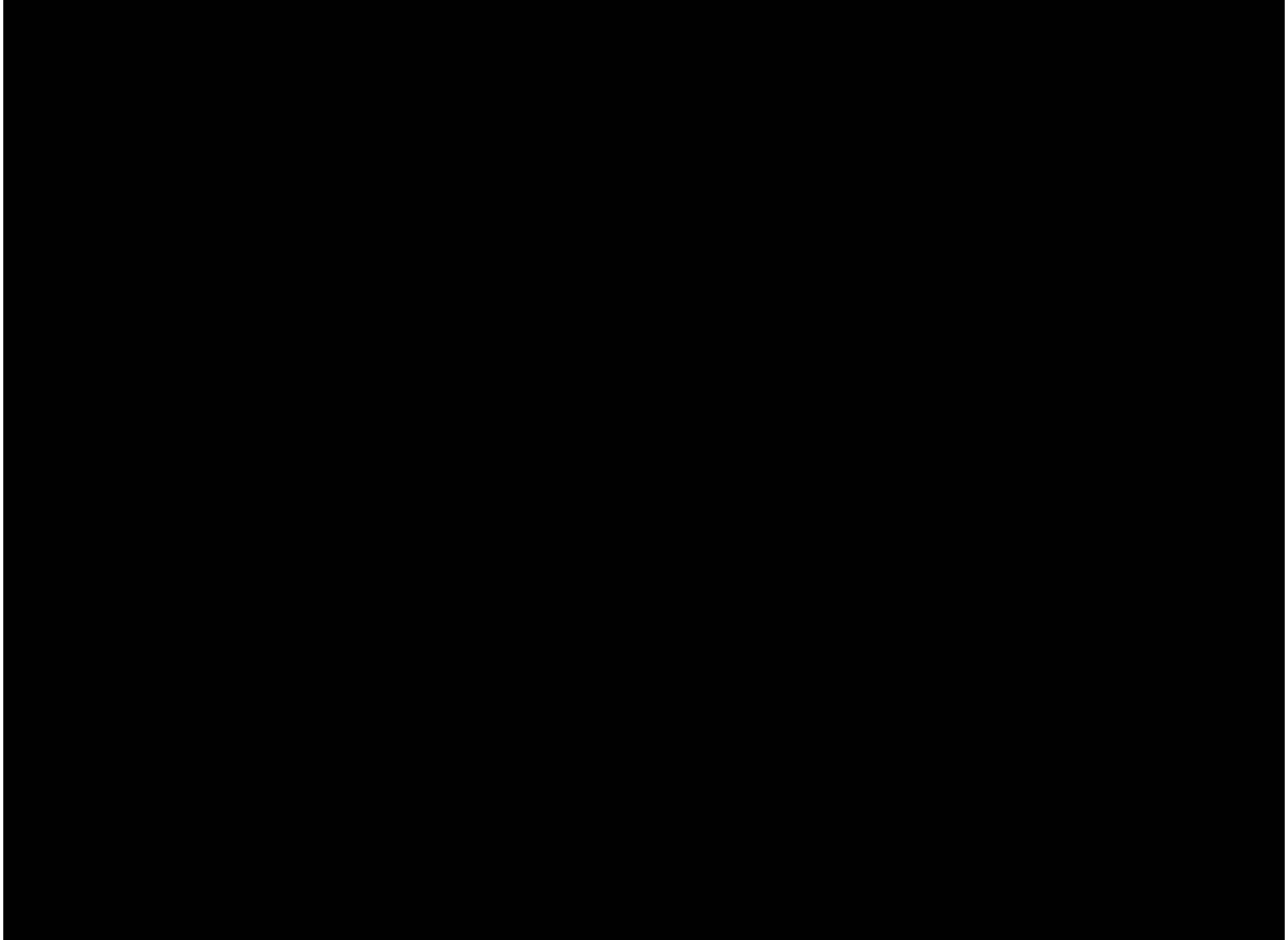


Experiences or memories change a brain's physical structure

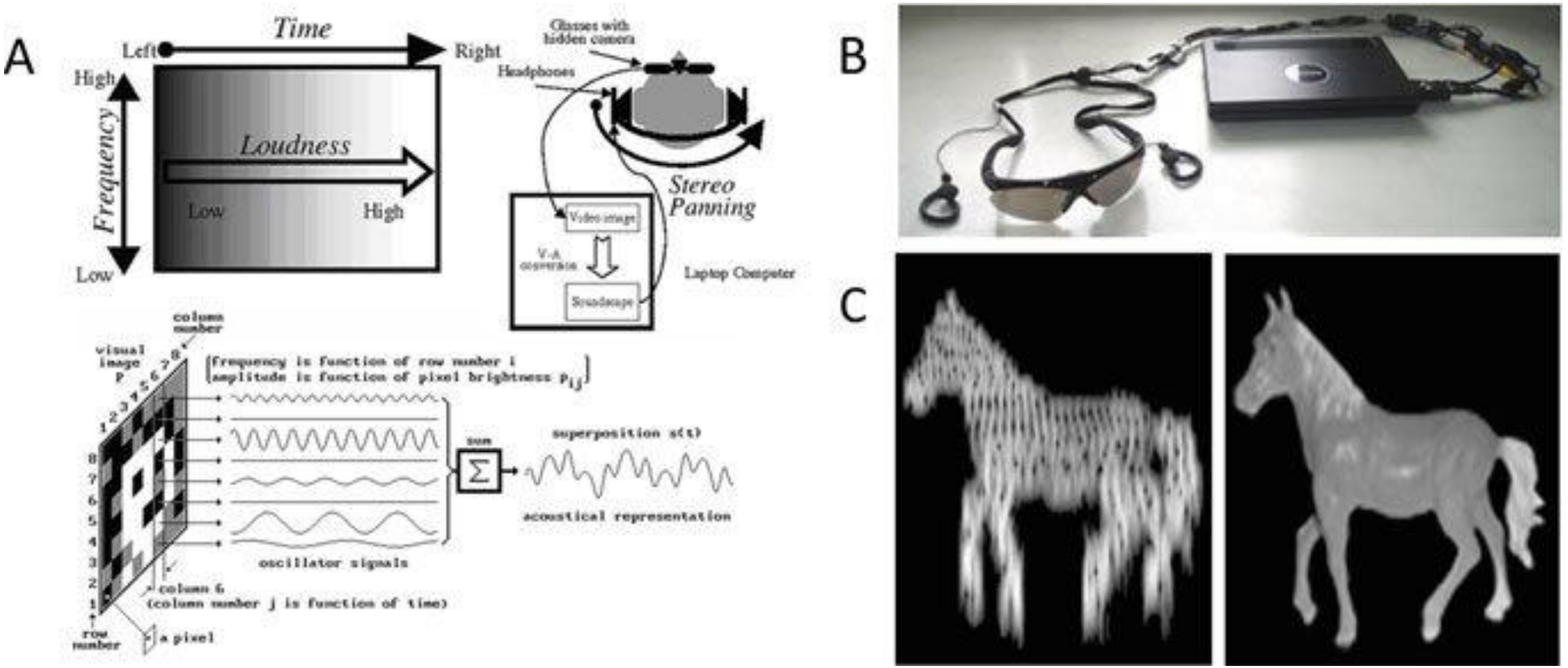
Type 2: Functional Plasticity



Brain functions move from damaged area to undamaged area



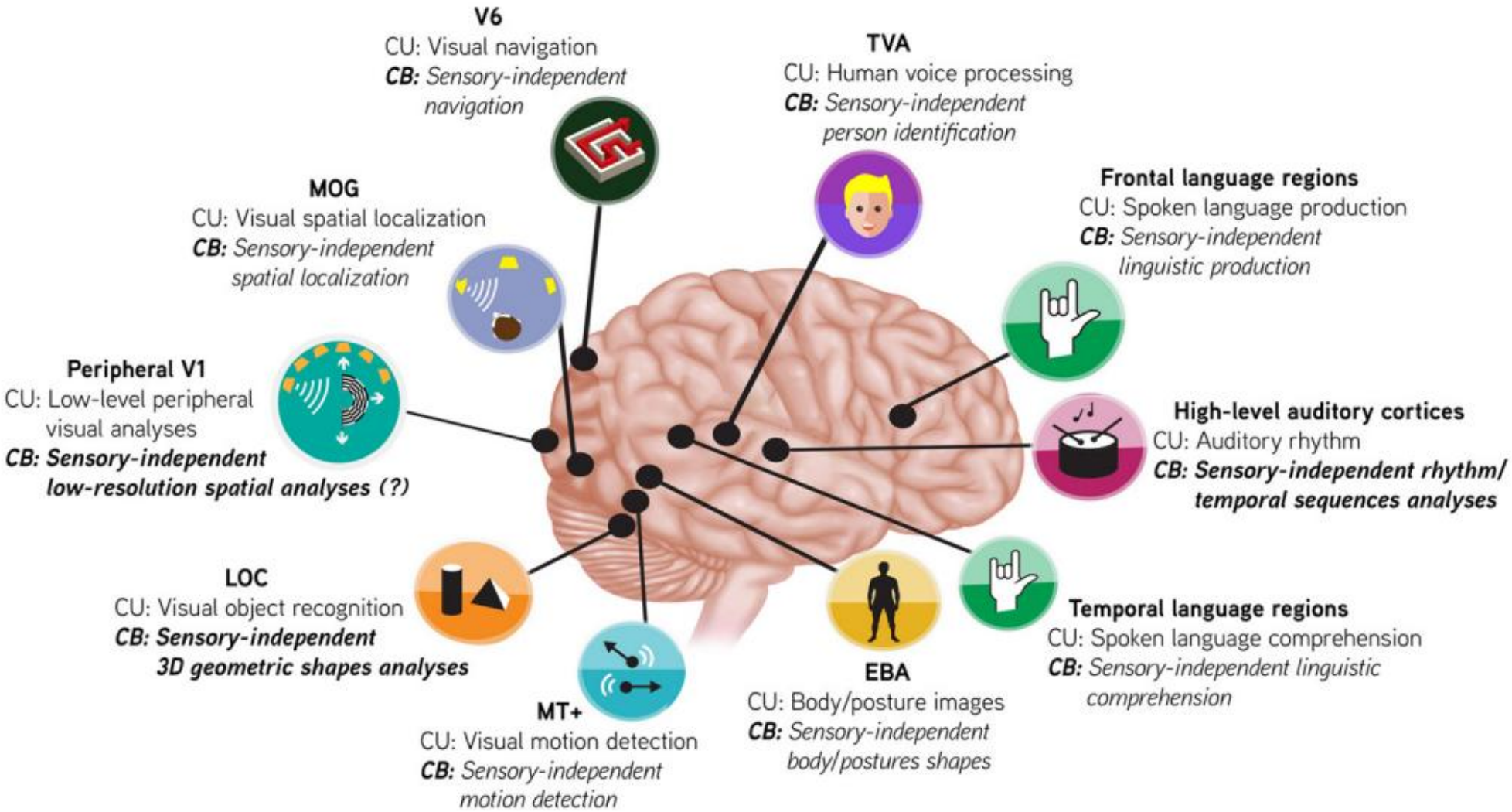
Sensory Substitution המרה חושית



Bubić, Andreja & Striem-Amit, Ella & Amedi, Amir. (2010). Large-Scale Brain Plasticity Following Blindness and the Use of Sensory Substitution Devices. 10.1007/978-1-4419-5615-6_18.


כאן 11
המוח מחולק לפי חושים?
This is actually the first time we
meet someone with a Cochlear Implant.

Classic unisensory (CU) vs. computation-based (CB) cortical organization



Heimler, B., & Amedi, A. (2020). Are critical periods reversible in the adult brain? Insights on cortical specializations based on sensory deprivation studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *116*, 494-507.

https://www.youtube.com/watch?v=hqE9WYAdb90&t=7s

Original Hebrew University clip

https://www.youtube.com/watch?v=JM0IfxIdoew

News item, explains the algorithm

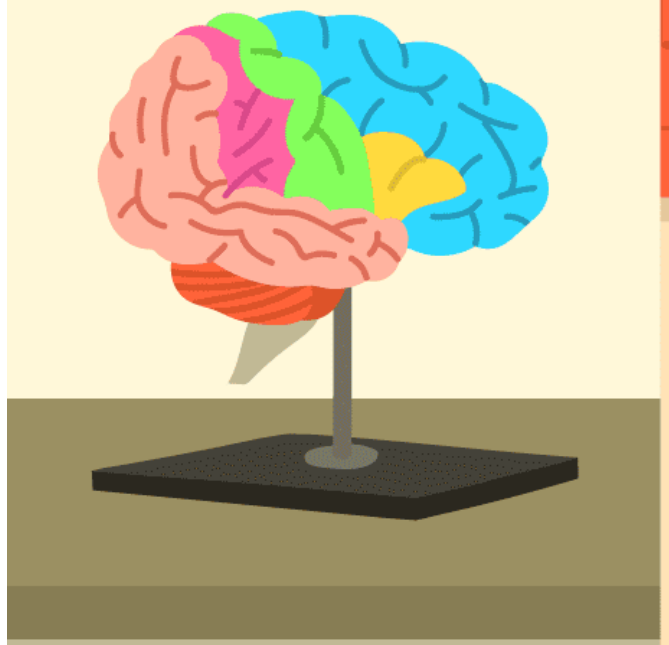
https://www.youtube.com/watch?v=z-_cjBFttL0

Hamutal chooses Sprite…



The 2 Types of Brain Plasticity

What is Neuroplasticity (aka Brain Plasticity)?



Brain's ability to change and adapt

Type 1: Structural Plasticity



Experiences or memories change a brain's physical structure

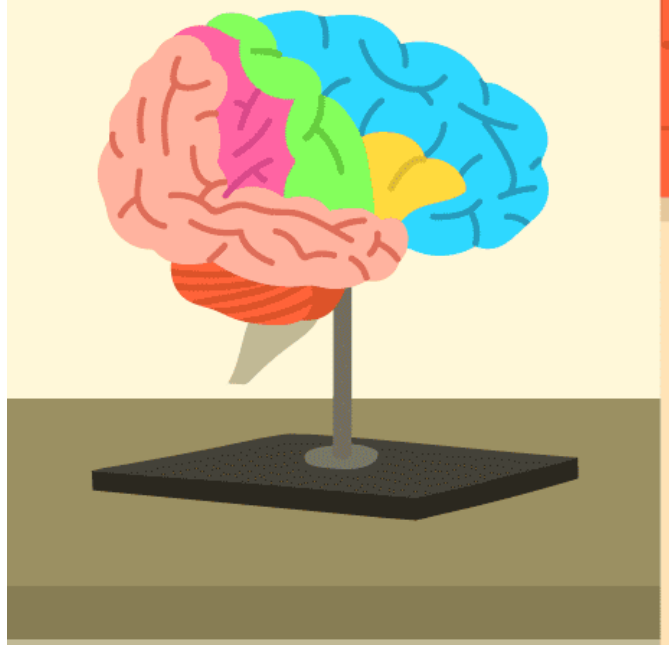
Type 2: Functional Plasticity



Brain functions move from damaged area to undamaged area

The 2 Types of Brain Plasticity

What is Neuroplasticity (aka Brain Plasticity)?



Brain's ability to change and adapt

Type 1: Structural Plasticity



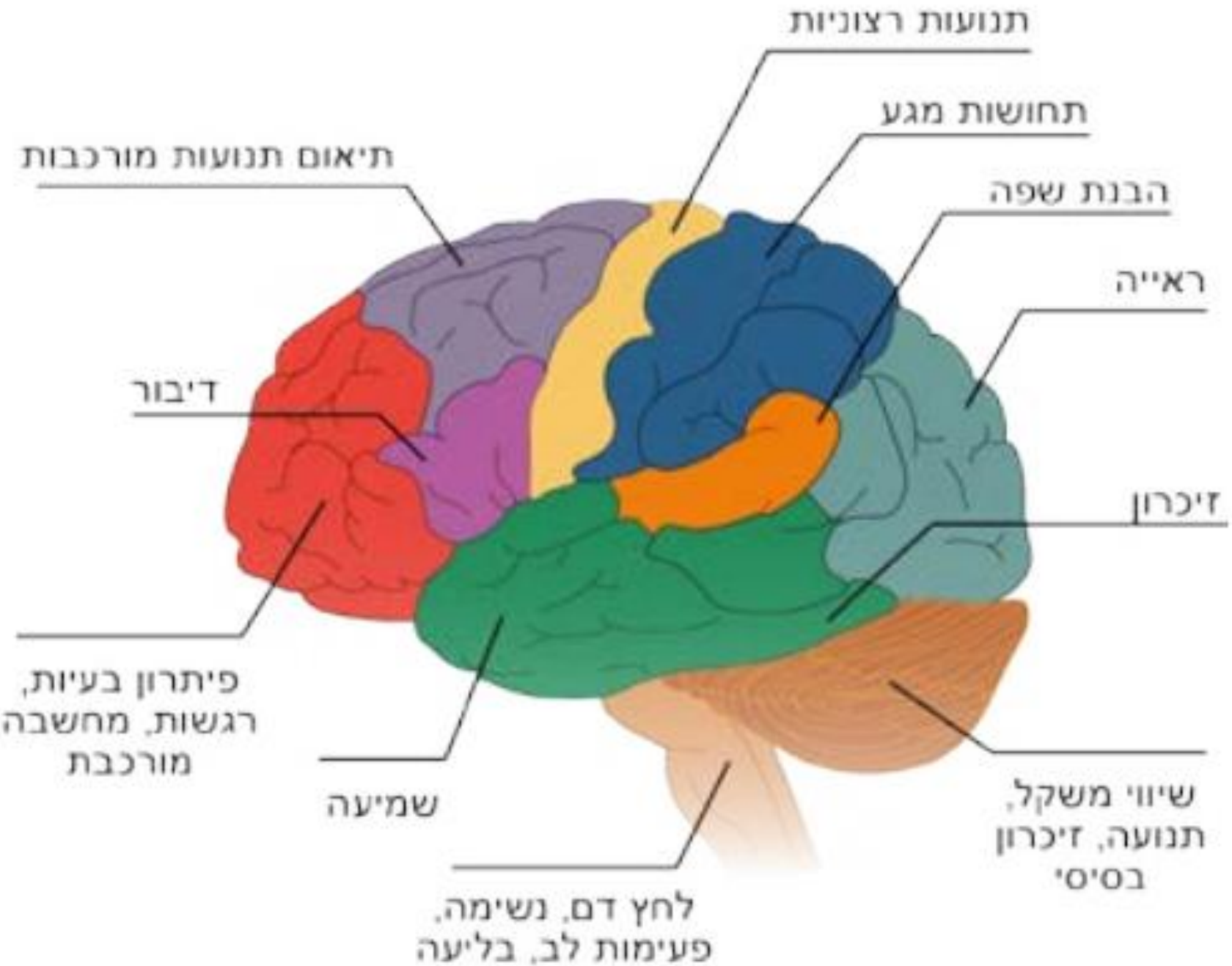
Experiences or memories change a brain's physical structure

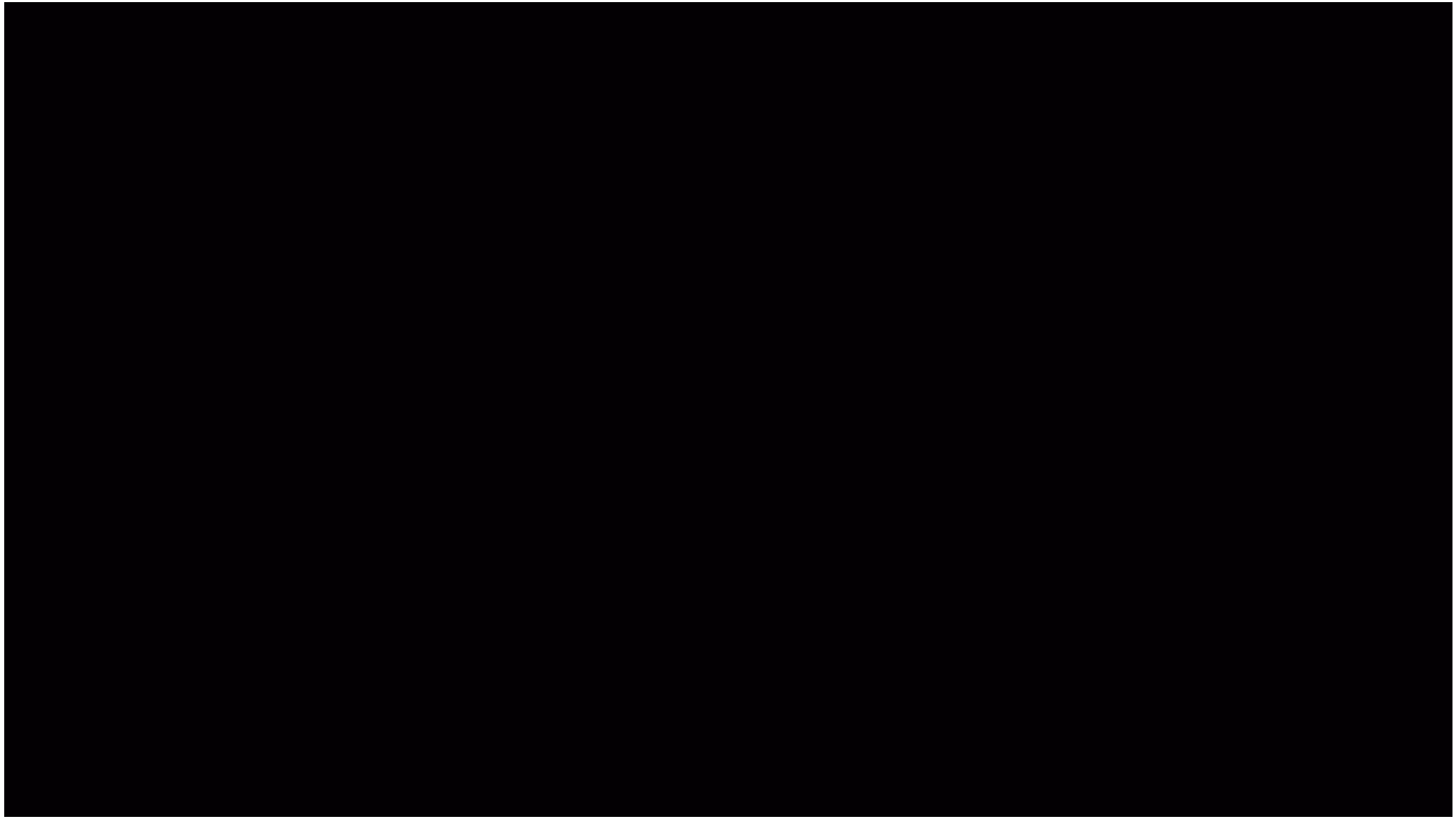
Type 2: Functional Plasticity



Brain functions move from damaged area to undamaged area

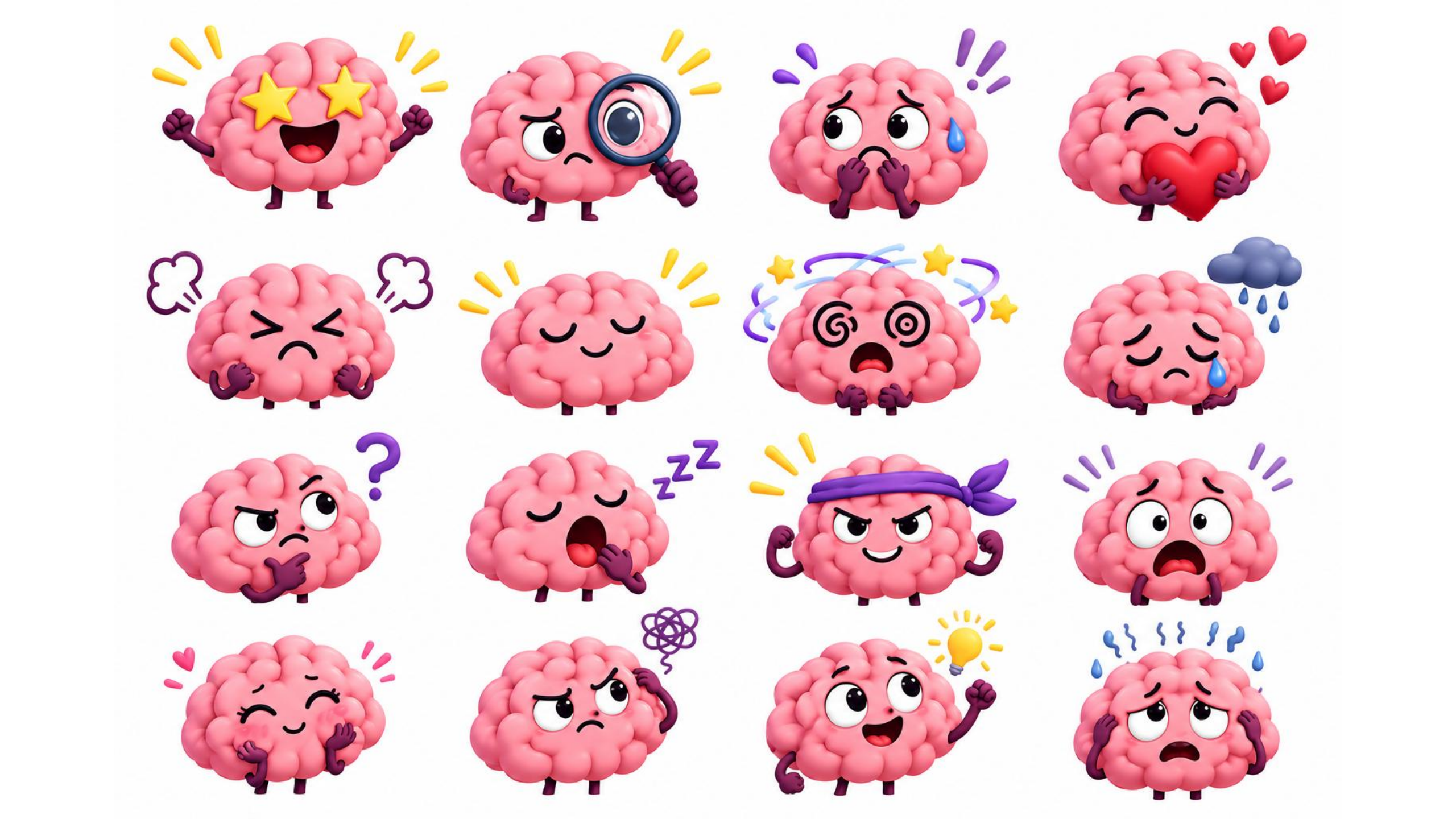

24 Piece Puzzle


תנועות רצוניות
תחושות מגע
הבנת שפה
ראייה
זיכרון
שיווי משקל, תנועה, זיכרון בסיסי
לחץ דם, נשימה, פעימות לב, בליעה
שמיעה
פיתרון בעיות, רגשות, מחשבה מורכבת
דיבור
תיאום תנועות מורכבות

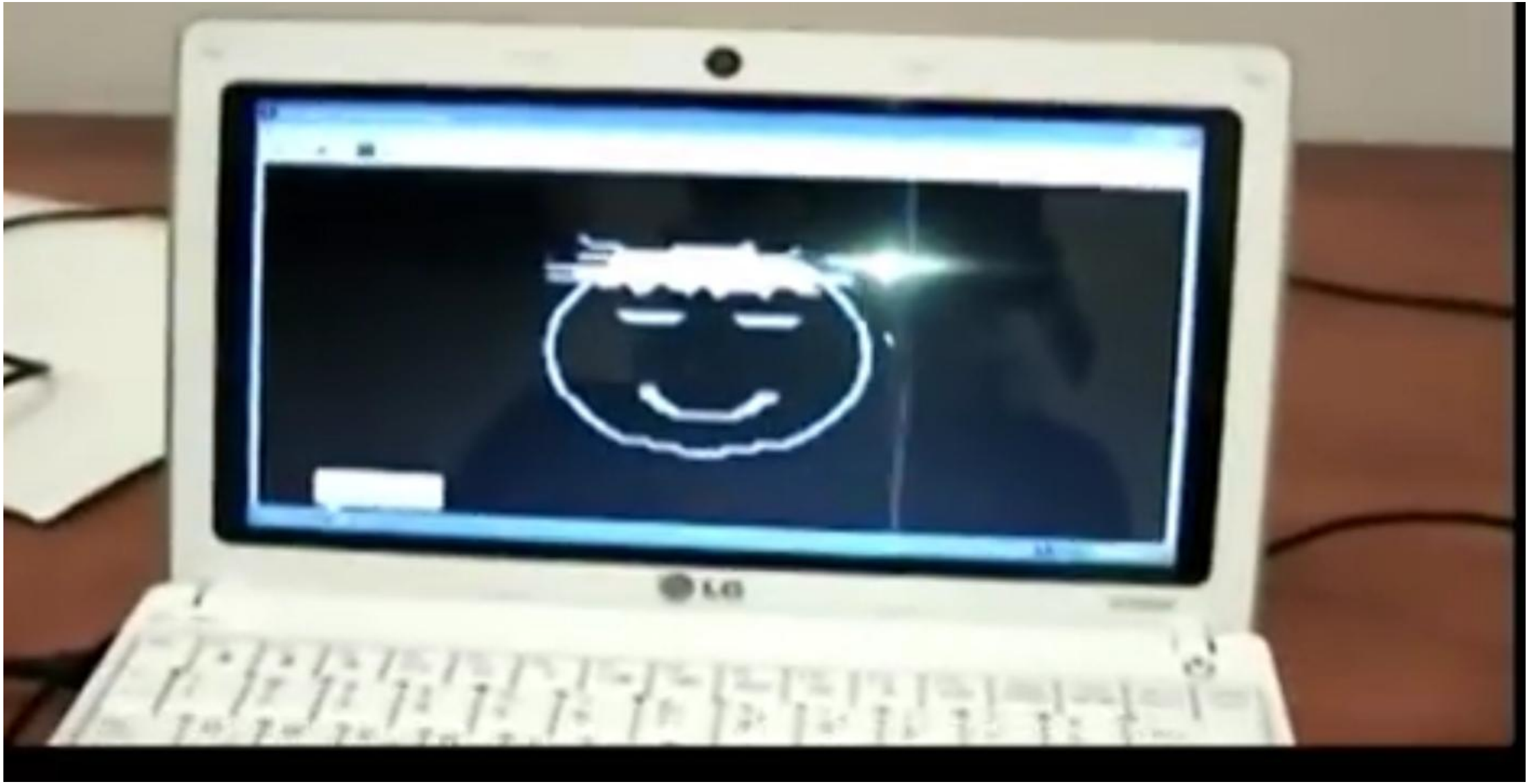


https://youtu.be/ELpfYCZa87g?si=3IgappddFpnWpxWN

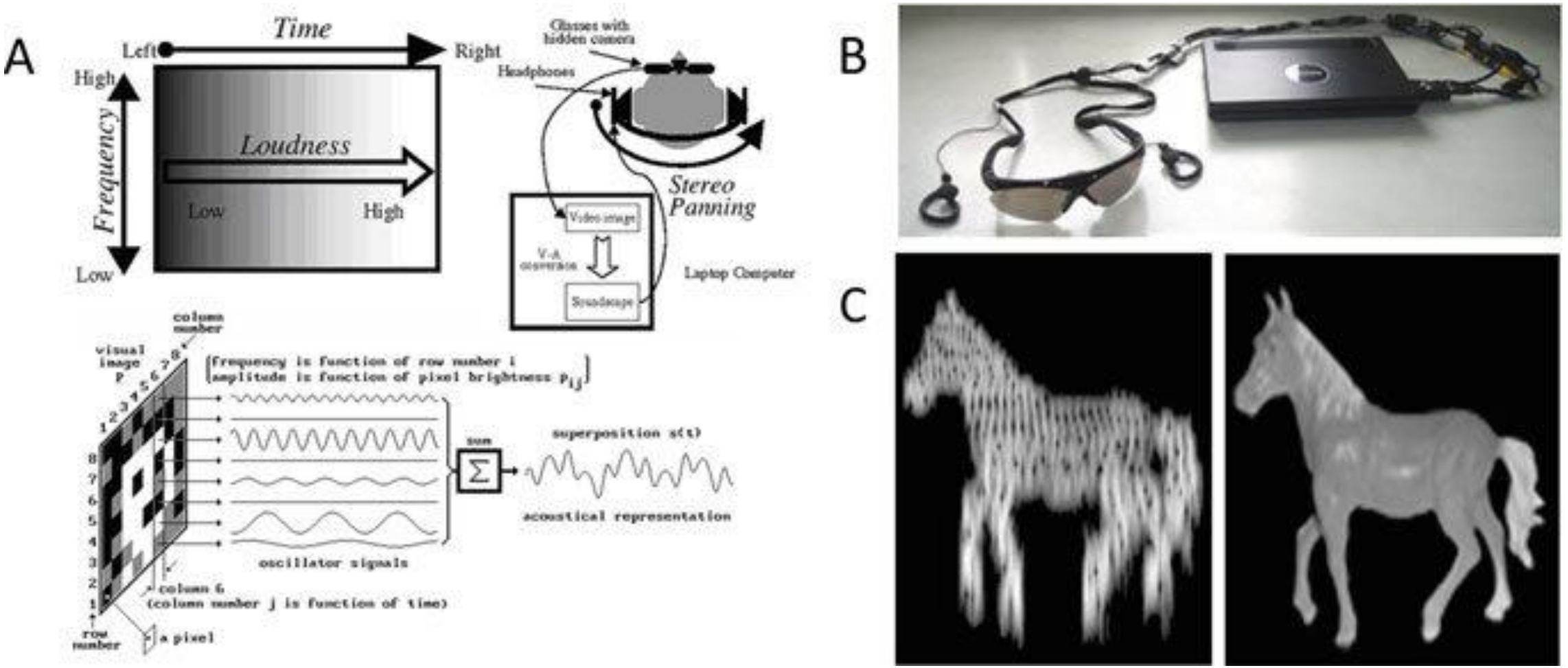
הגענו עד לכאן ב12.11



מה קורה כאן?



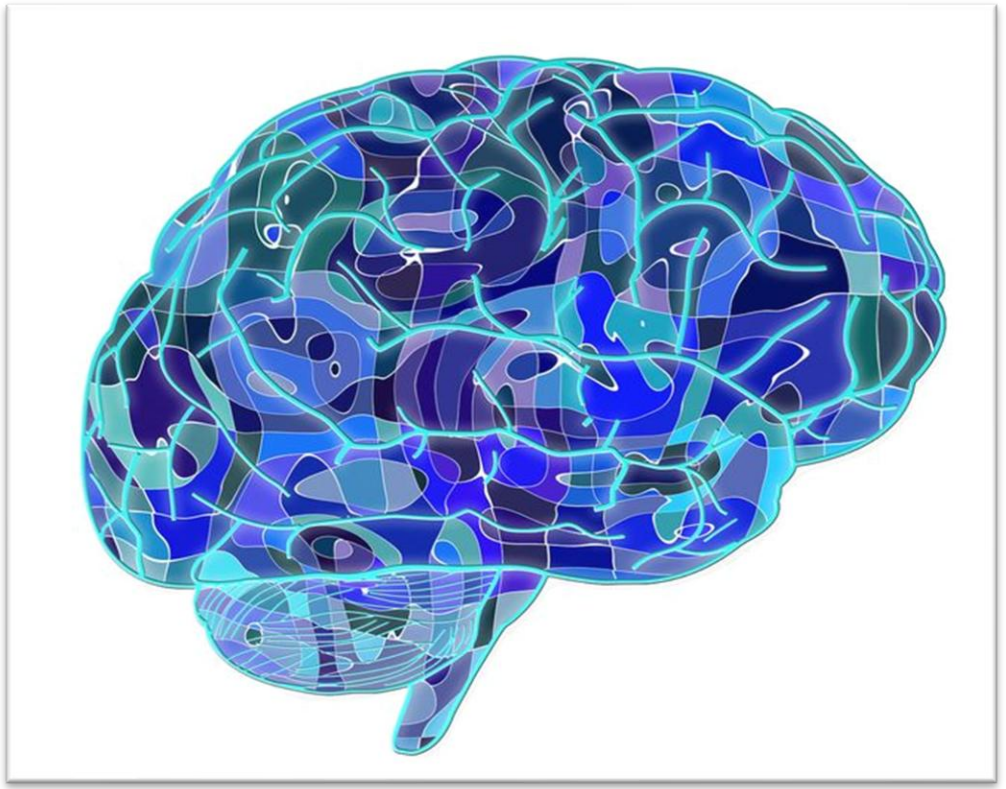
Sensory Substitution המרה חושית



Bubić, Andreja & Striem-Amit, Ella & Amedi, Amir. (2010). Large-Scale Brain Plasticity Following Blindness and the Use of Sensory Substitution Devices. 10.1007/978-1-4419-5615-6_18.

נסו להגדיר לעצמיכם את המושג נוירופלסטיות





גמישות מוחית \ פלסטיות מוחית



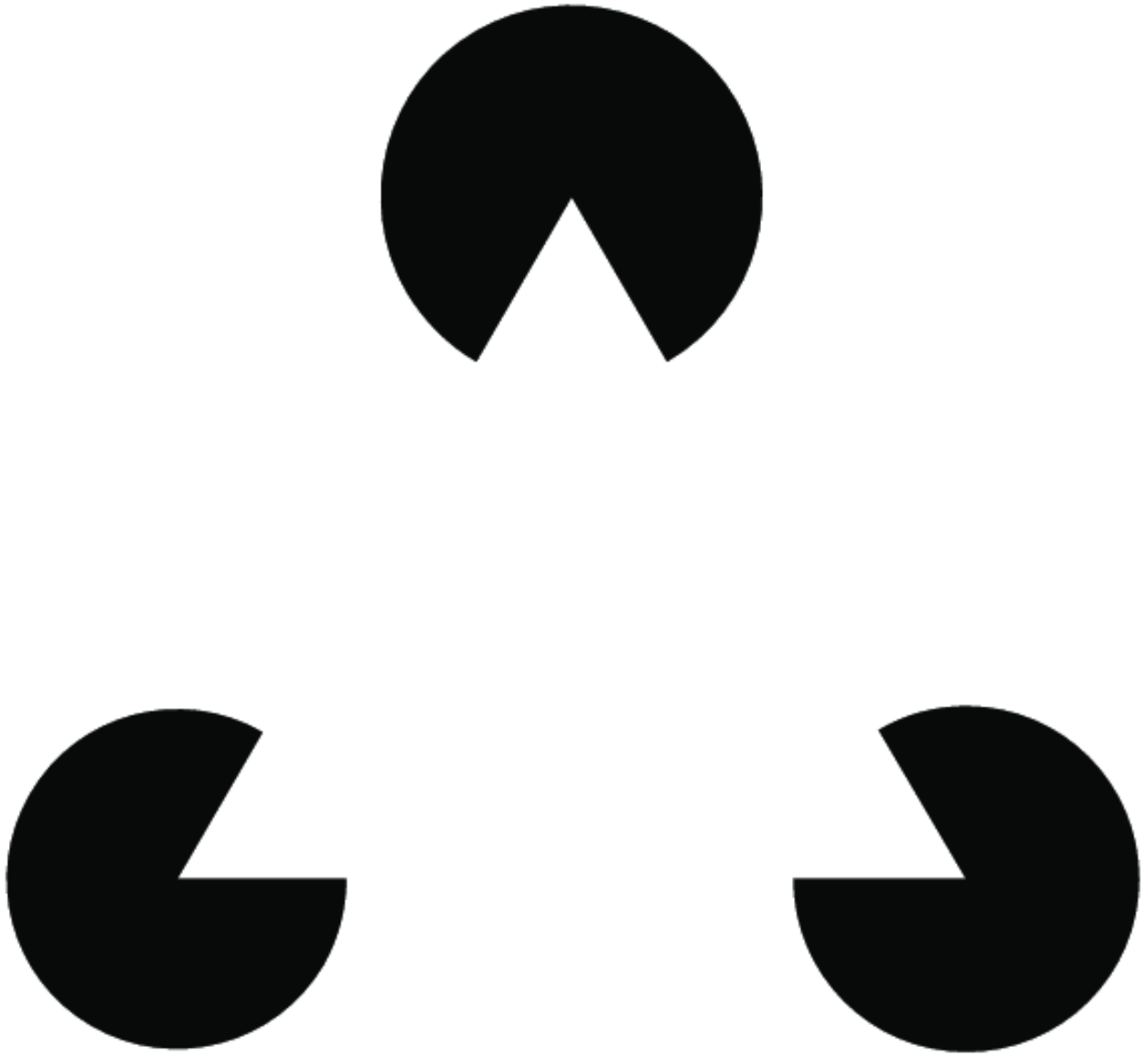
הפלסטיות של המוח היא יכולתו של המוח להשתנות בהתאם לנסיבות ולהתנסות של הפרט עם הסביבה. היא מאפשרת למוח להתאים את פעילותו לשינויים פנימיים ושינויים בסביבה, על סמך ניסיון קודם של הפרט ותהליכים של למידה.

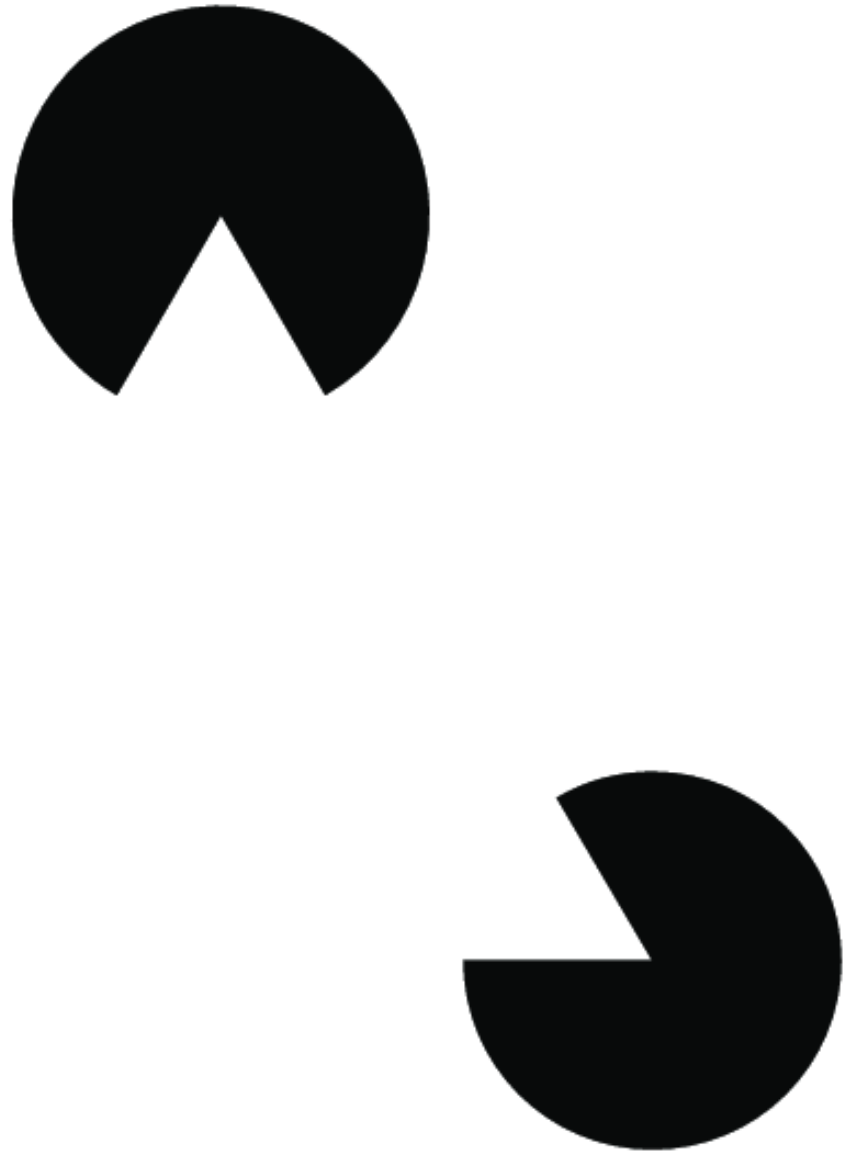
סיכום ביניים



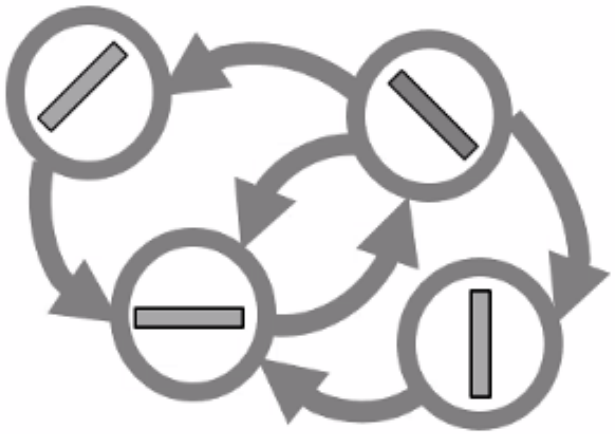
- המוח מכיל מיליארדים של תאי עצב (נוירונים).
- **פלסטיות מוחית:** הקשרים בין התאי העצב יכולים להיווצר, להתנתק, להתחזק, ולהיחלש במהלך החיים.
- השינוי בחוזק הקשרים הוא **בסיס הלמידה ובסיס הזיכרון**

דוגמה א'

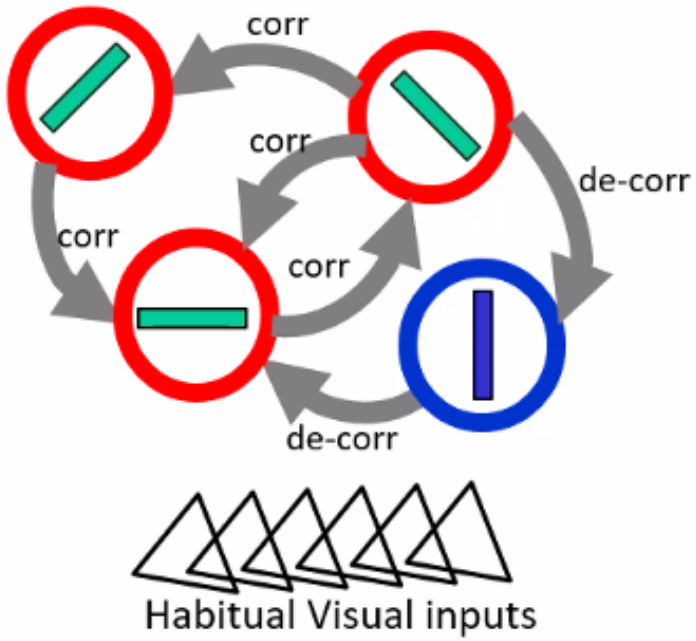




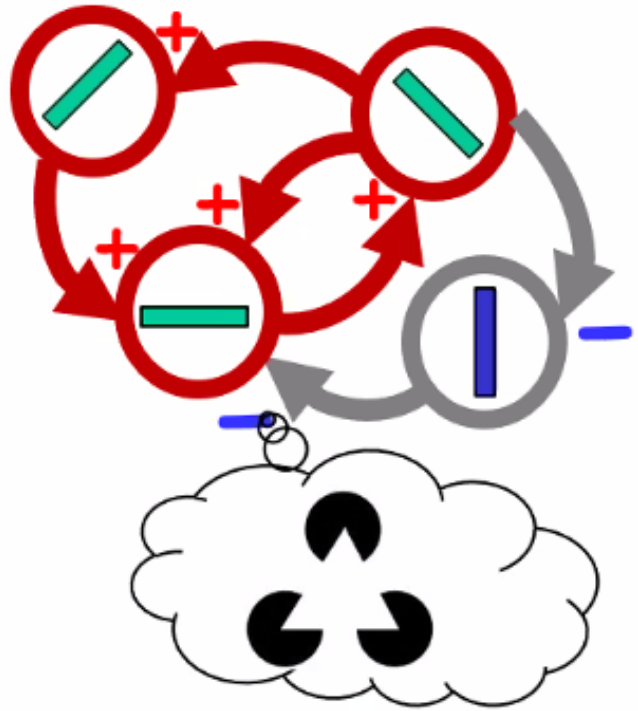
רשת נאיבית



למידה



רשת שלמדה

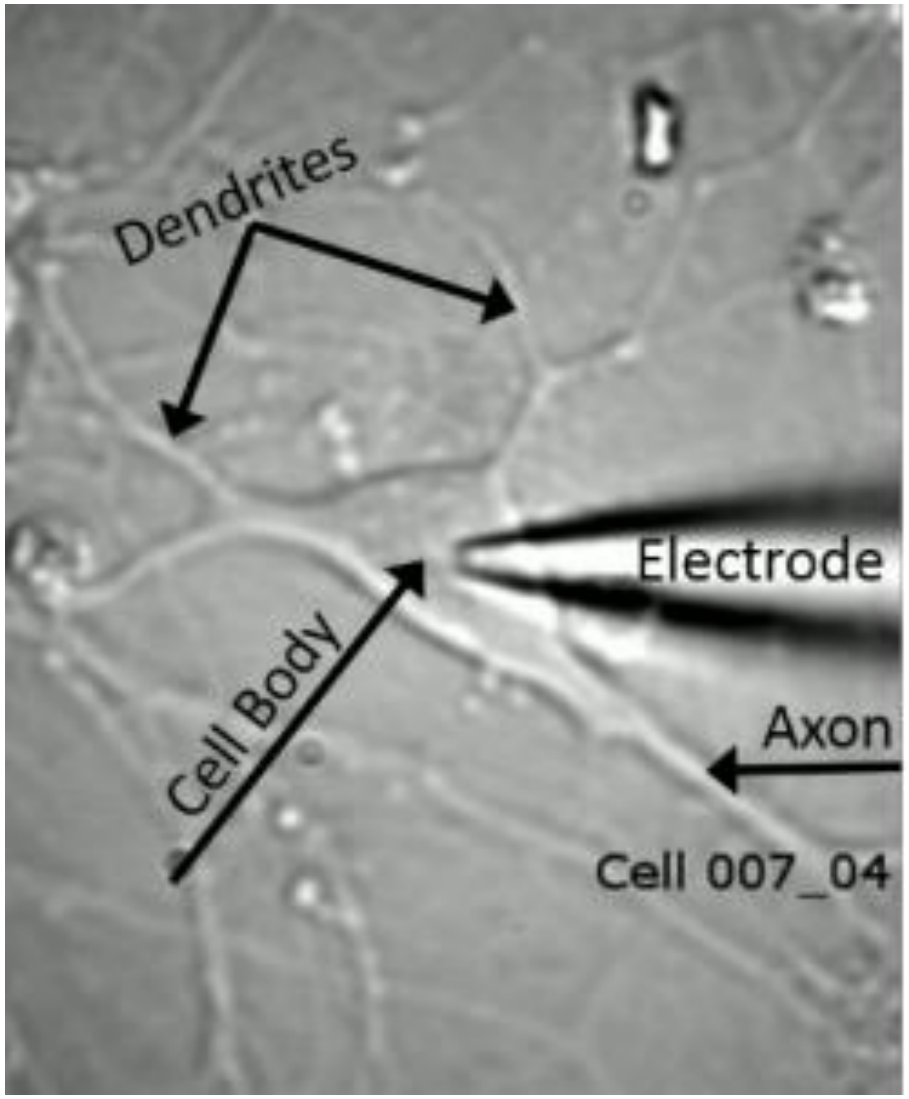


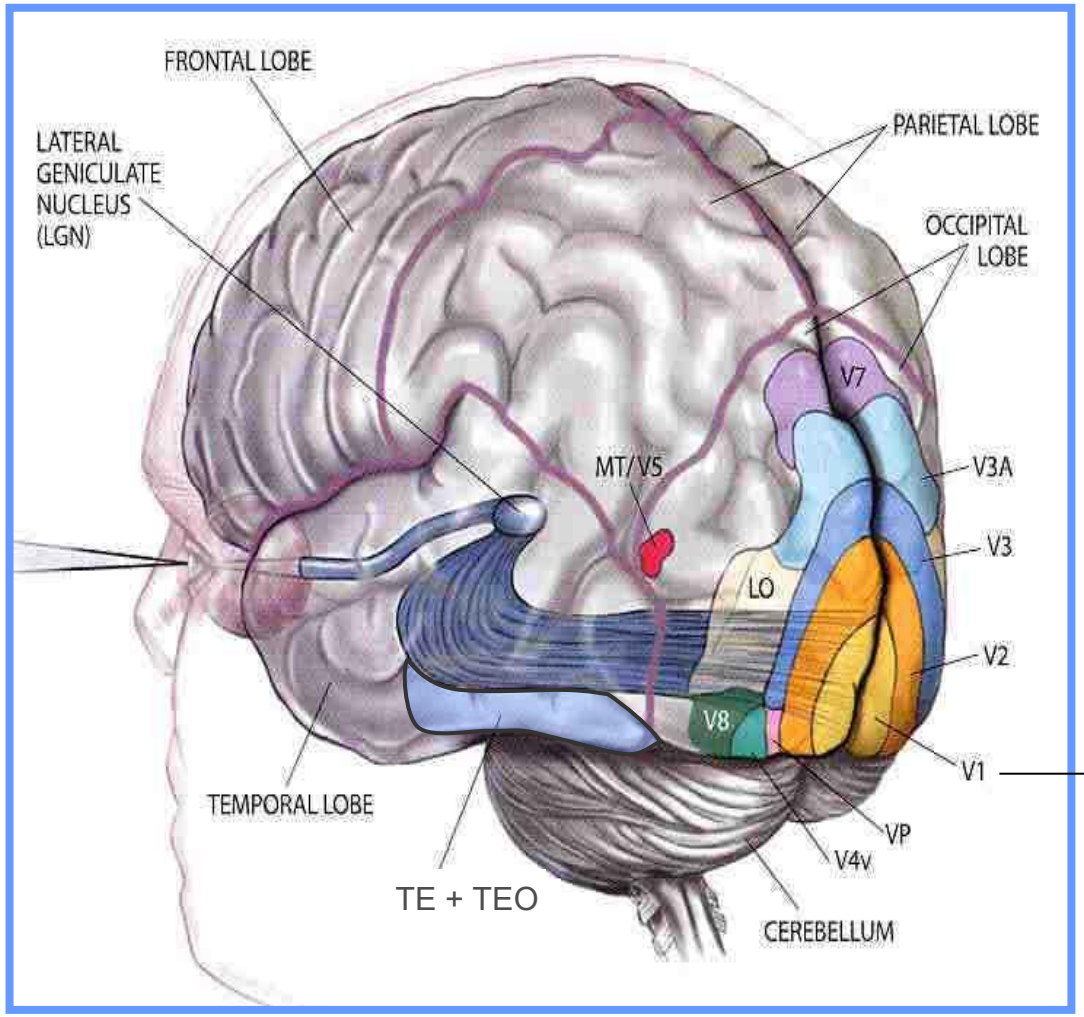
באדיבות פרופ' רפי מלאך וקבוצתו

דוגמה ב'

אזור ראשוני

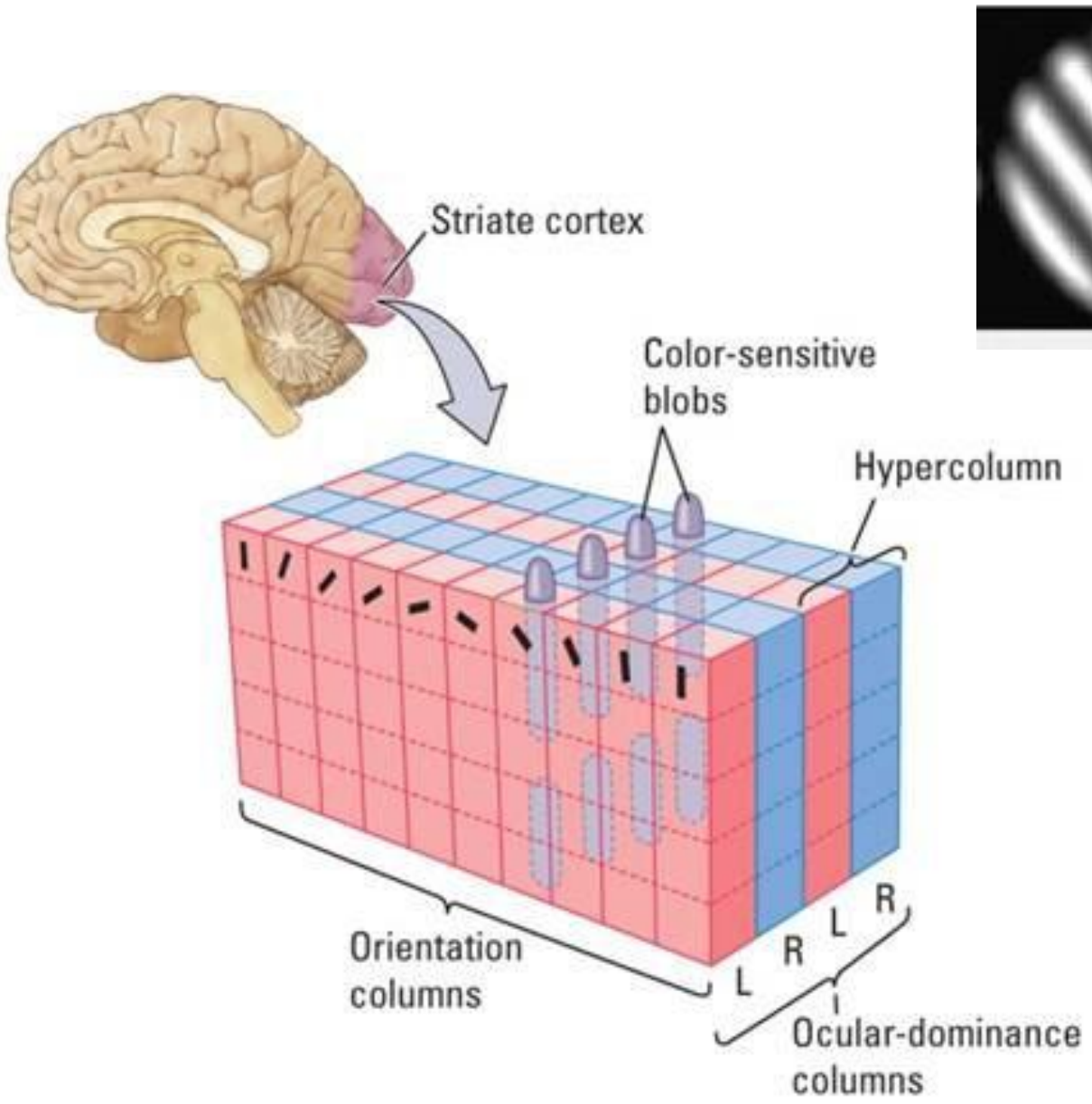
אזור אסוציאטיבי

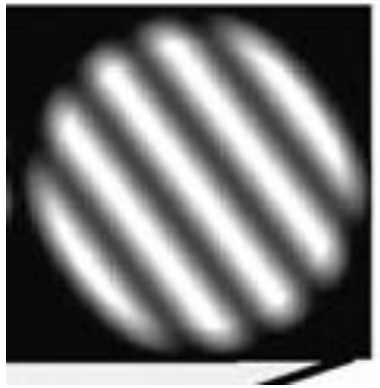




קורטקס הראייה הראשוני

רישום מתוך נוירונים באזור הראייה הראשוני, V1

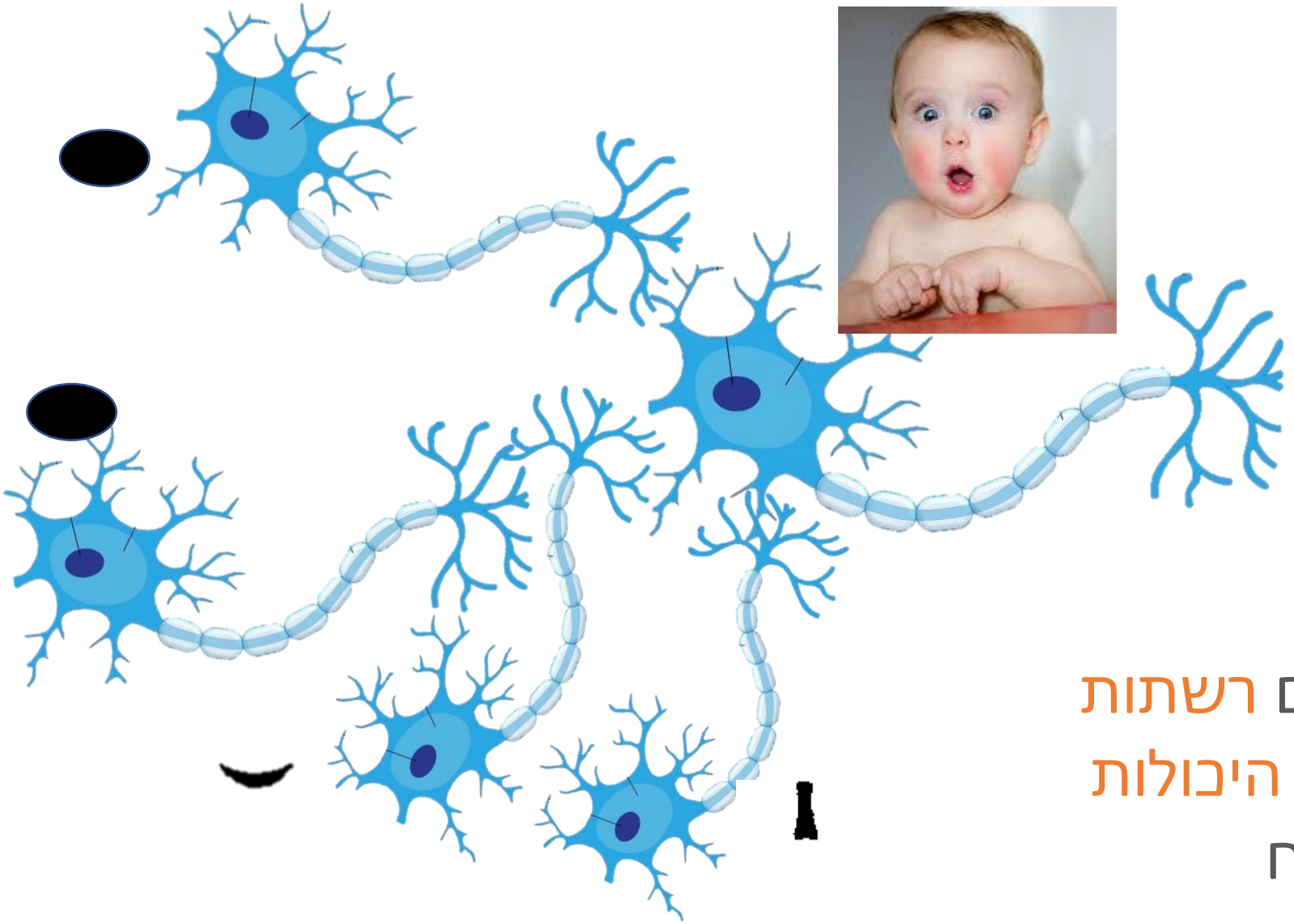




נוירונים באזור הראייה הראשוני, V1, מגיבים לקווים באוריינטציות שונות.

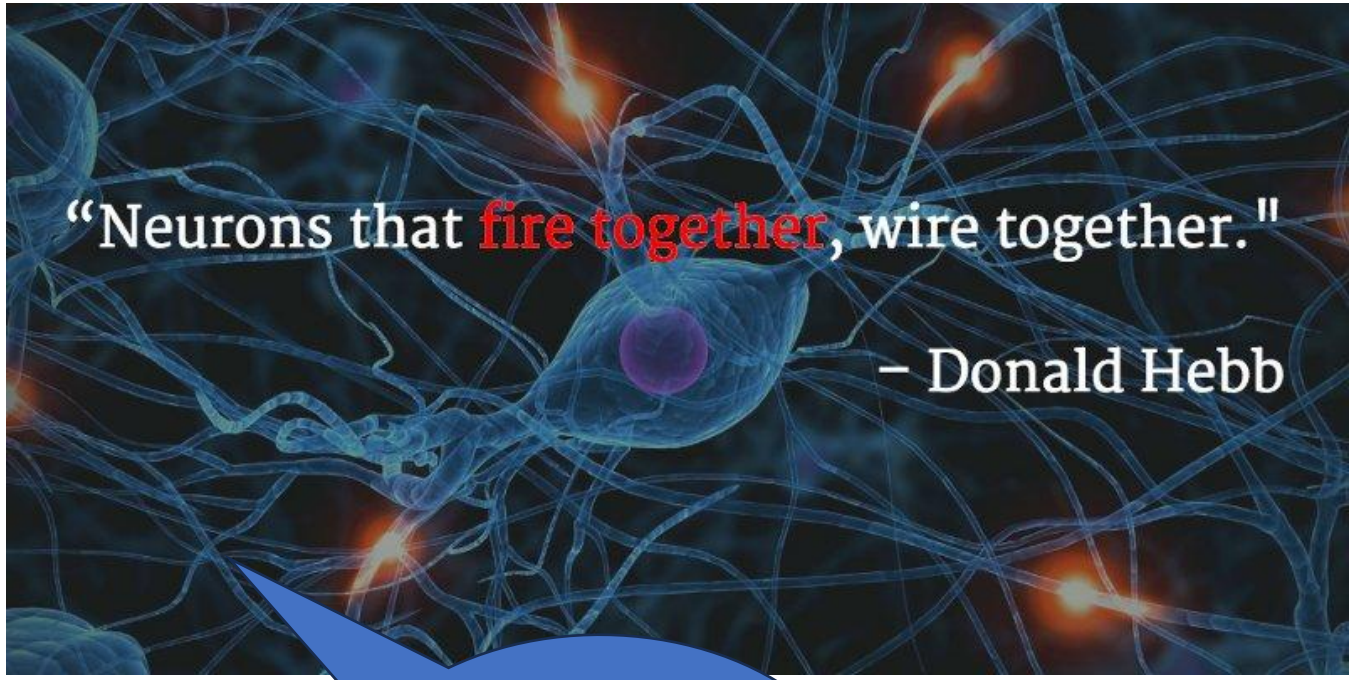

151

דוגמה



תאי עצב מייצרים רשתות
העומדות בבסיס היכולות
השונות של המוח

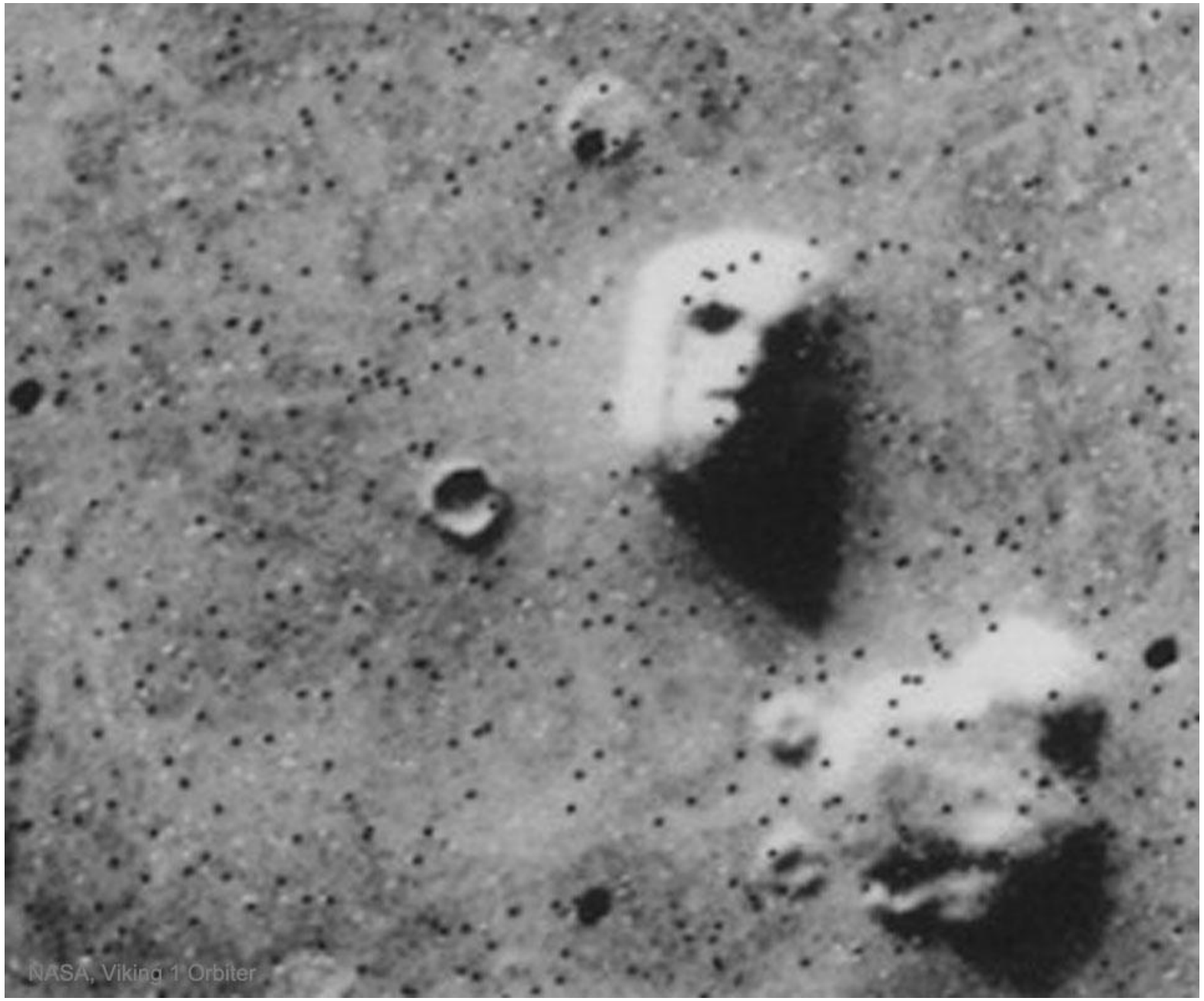
Use it or lose it





"לעבד או לאבד"

חוק הב: נוירונים שיורים יחד יתחברו יחד

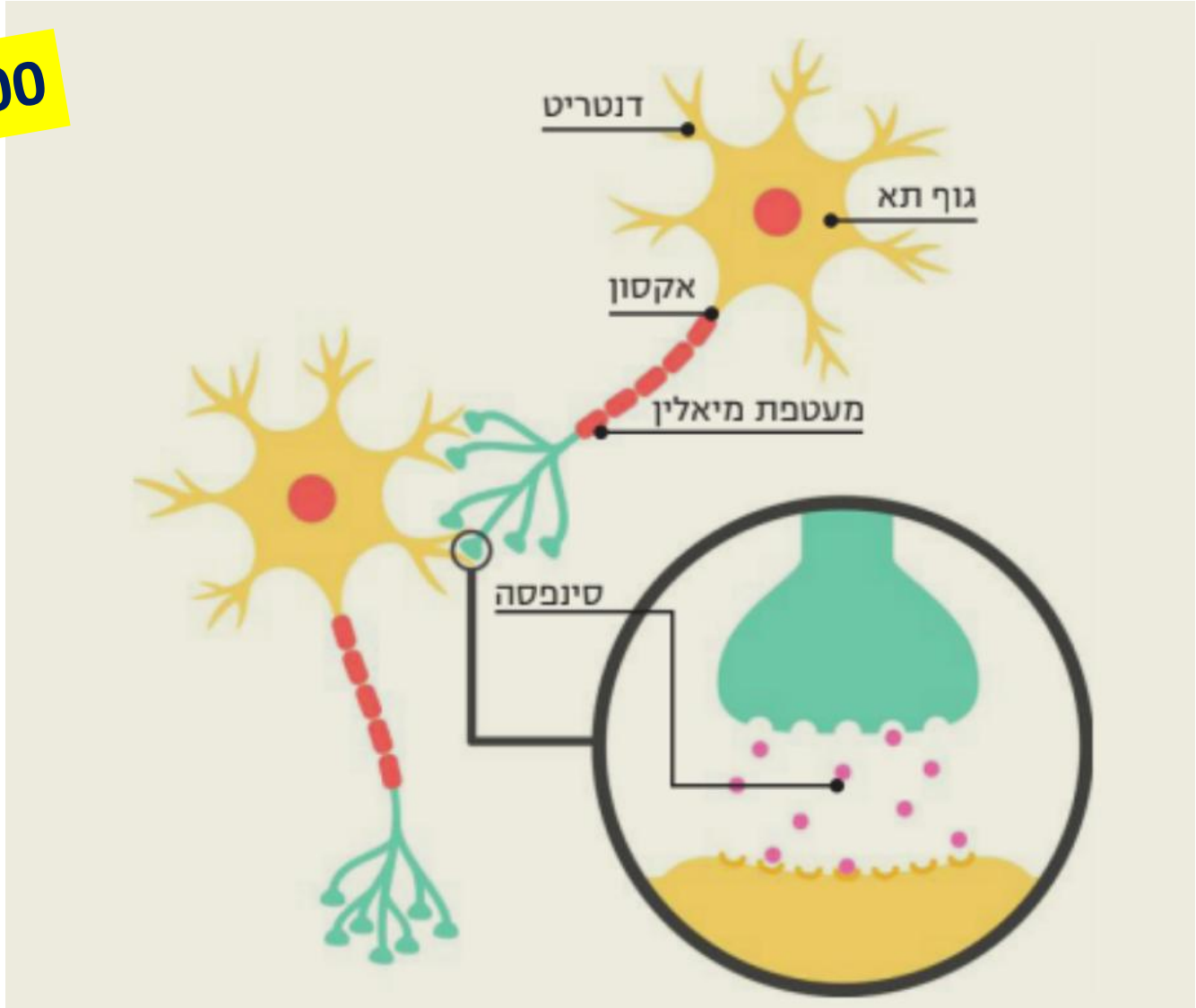


הקשרים בין תאי העצב יכולים להיות כה חזקים עד שהם משפיעים על התפיסה שלנו:

מה מתרחש בין תאי העצב?



86,000,000,000



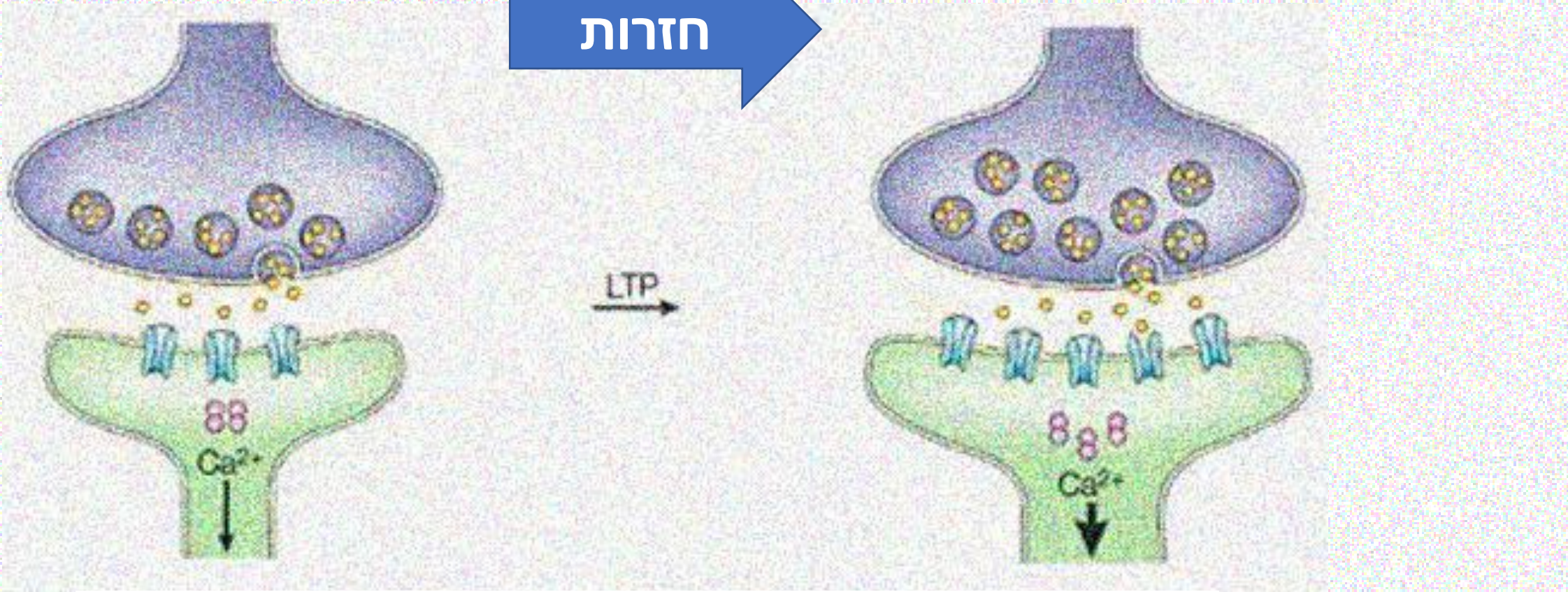
תאי עצב או נוירונים הם אבני הבניין של המוח. הם מייצרים קשרים ורשתות העומדים בבסיס היכולות השונות של המוח.

שינוי בחוזק הסינפטי – אחד המנגנונים של פלסטיות מוחית

לפני הלמידה

אחרי הלמידה

חזרות



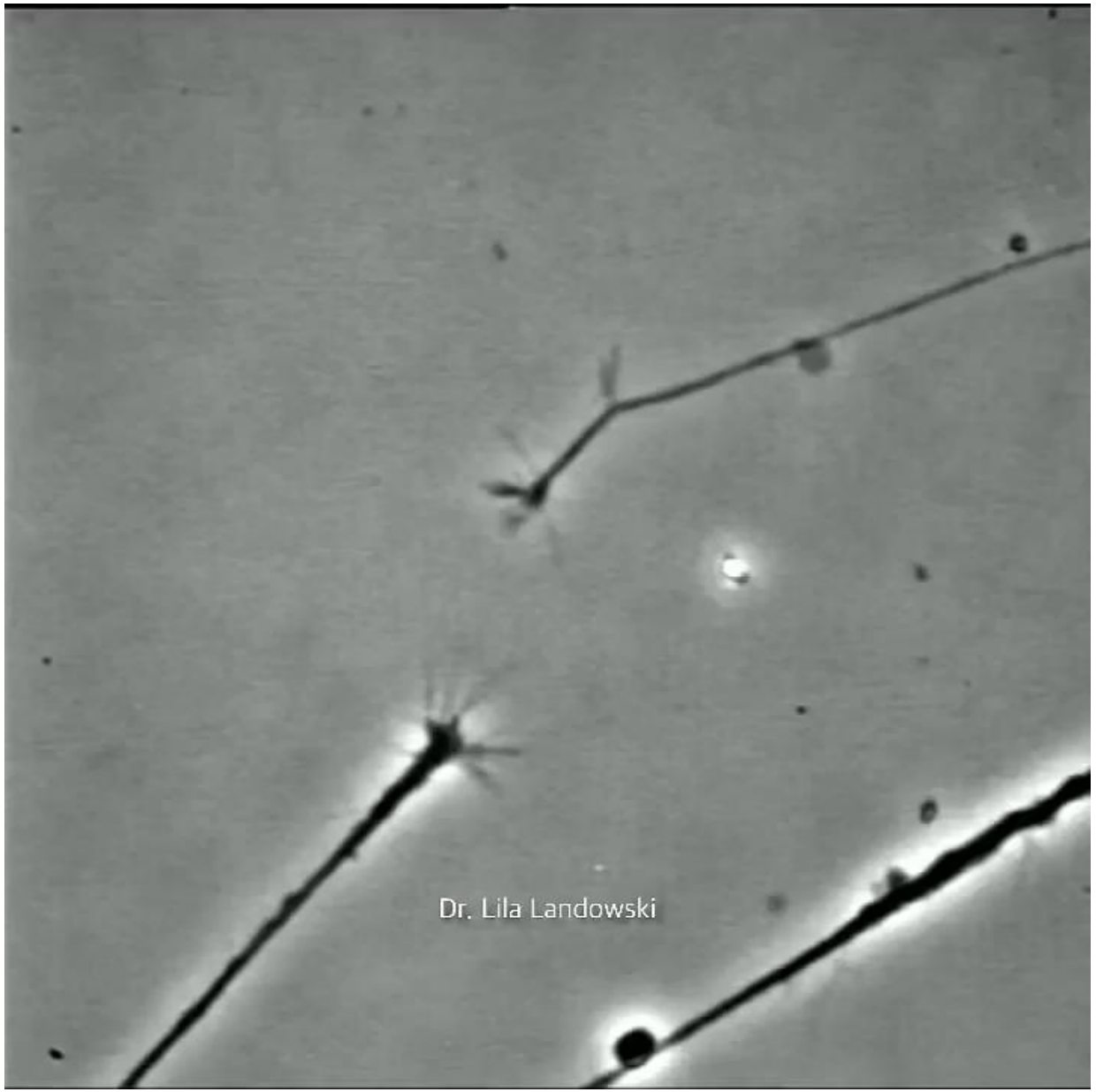
הגברה סינפטית ארוכת טווח

LTP = Long Term Potentiation

גמישות מוחית

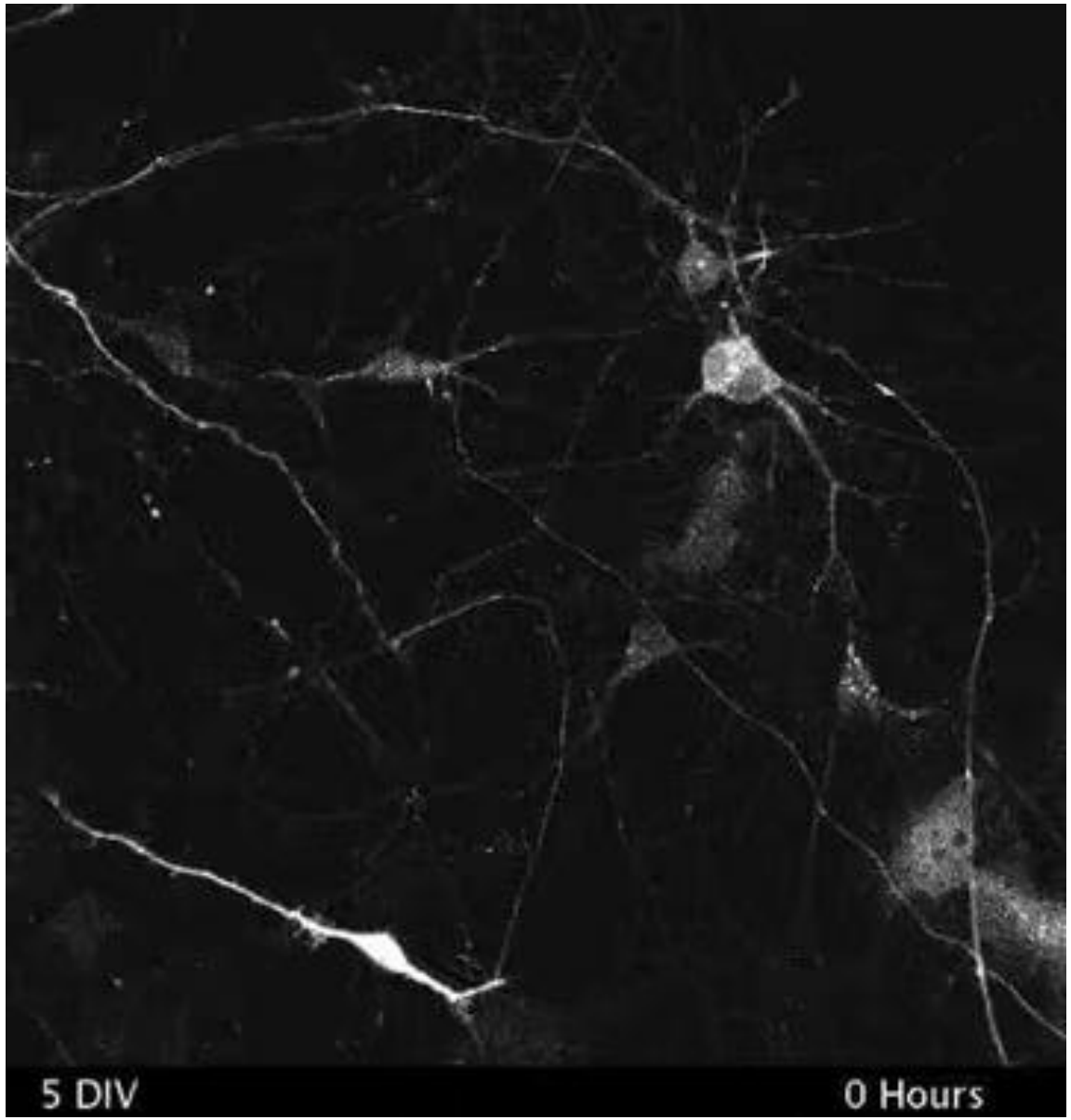
מבחינה ביולוגית, ניתן לראות את הגמישות המוחית **ברמה התאית,** בחיזוק (או החלשה) של הקשרים בין תאי עצב בודדים, **ברמת רשת** של כמה נוירונים, **וברמה האזורית,** כאשר נוצרים קשרים בין הרבה תאי עצב באזור אחד, להרבה תאי עצב באזור אחר.





https://www.youtube.com/shorts/Rvmvt7gscIM
Source: Dr Lila Landowski @rockatscientist]

פלסטיות ברמת הנוירון



https://www.youtube.com/shorts/A9zLKmt2nHo

פלסטיות ברמת רשת נוירונים



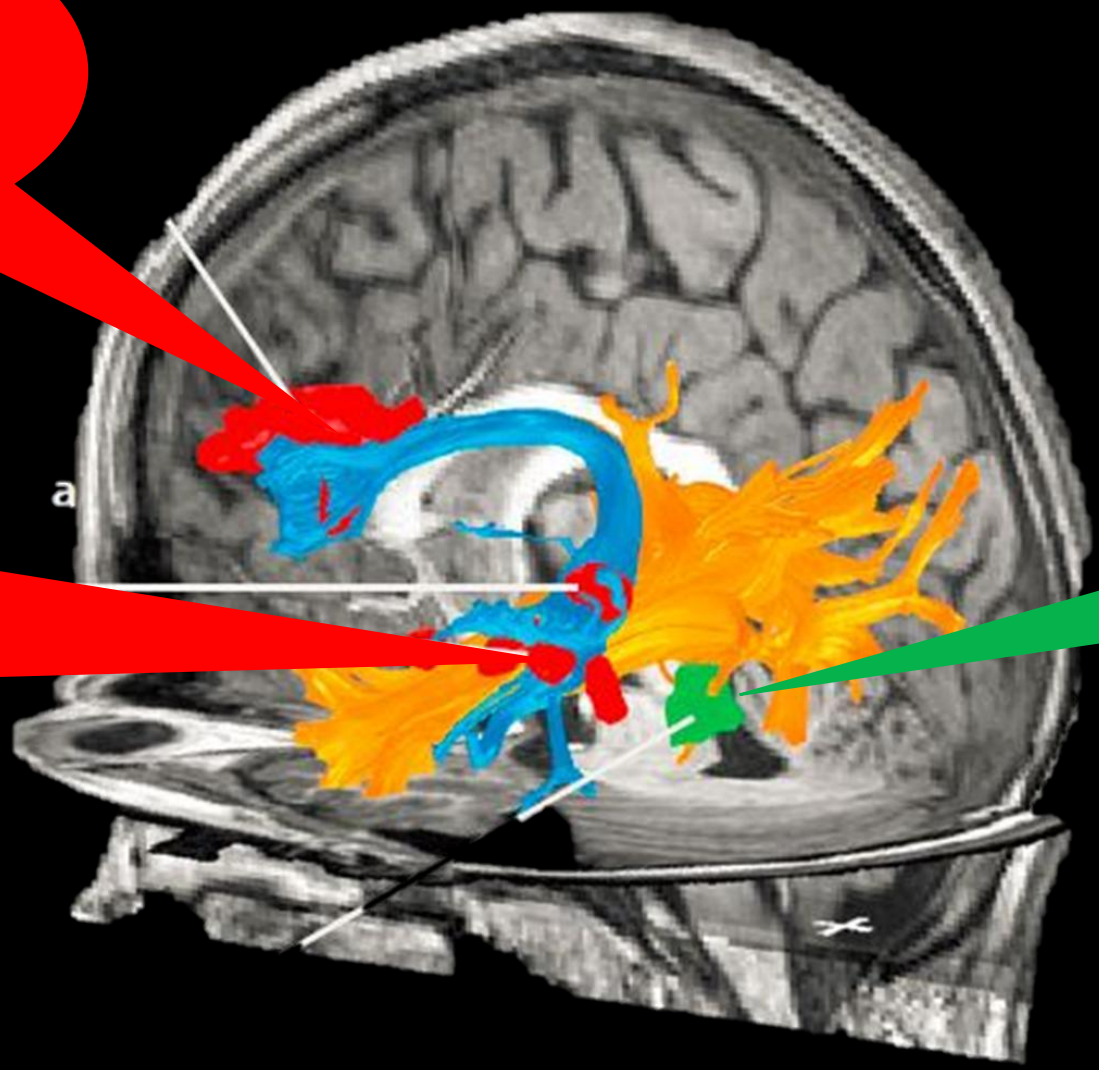


פלסטיות ברמת מערכות עצביות:
ללמוד לקרוא



ללמוד לקרוא מצריך יצירת קשרים בין אזורים במוח **המזהים אותיות**, אזורים במוח **המפיקים קול**, ואזורים **המבינים את המשמעות** של המילים.

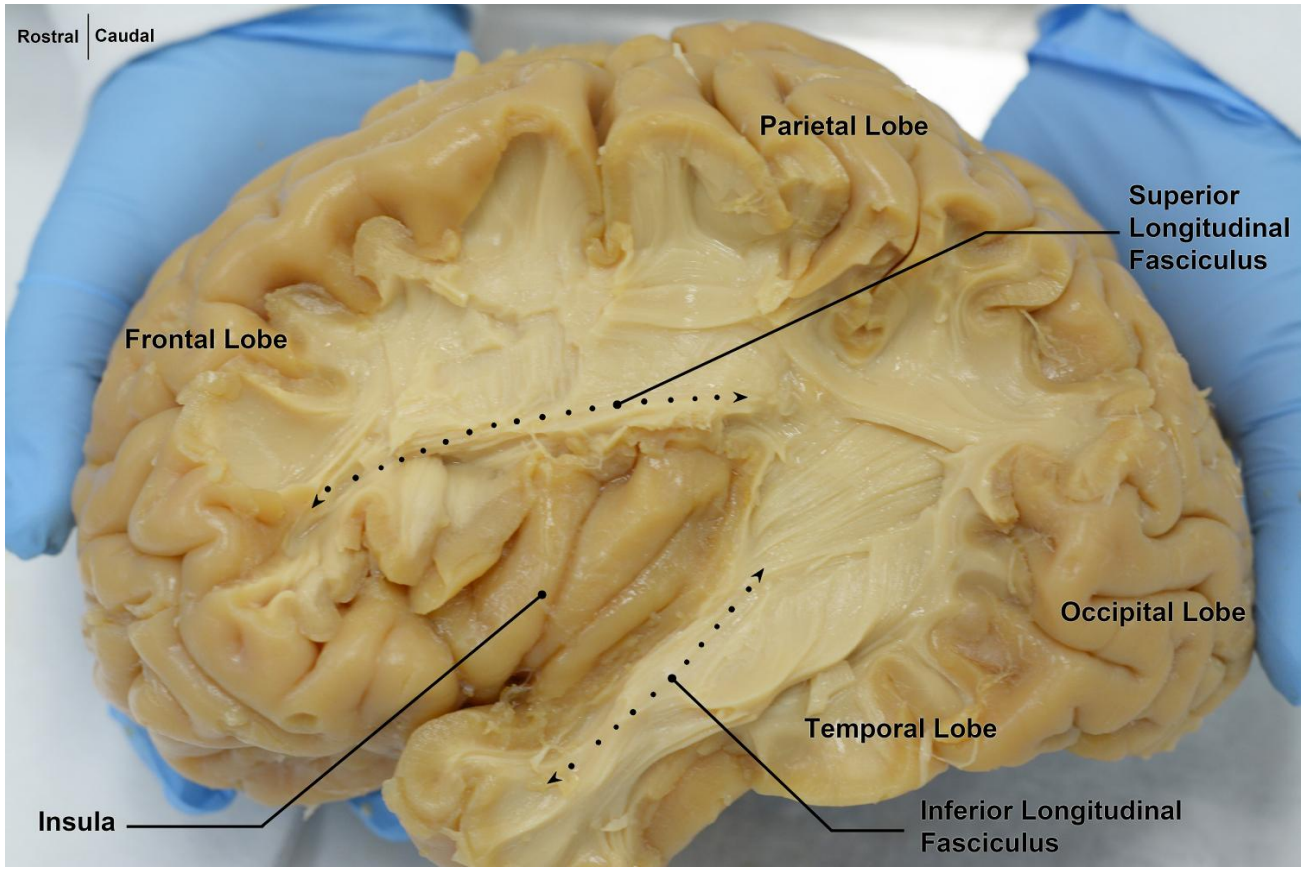
הקשרים של ה-
arcuate fasciculus
מחברים בין היתר בין
אזורי מוח שפתיים.

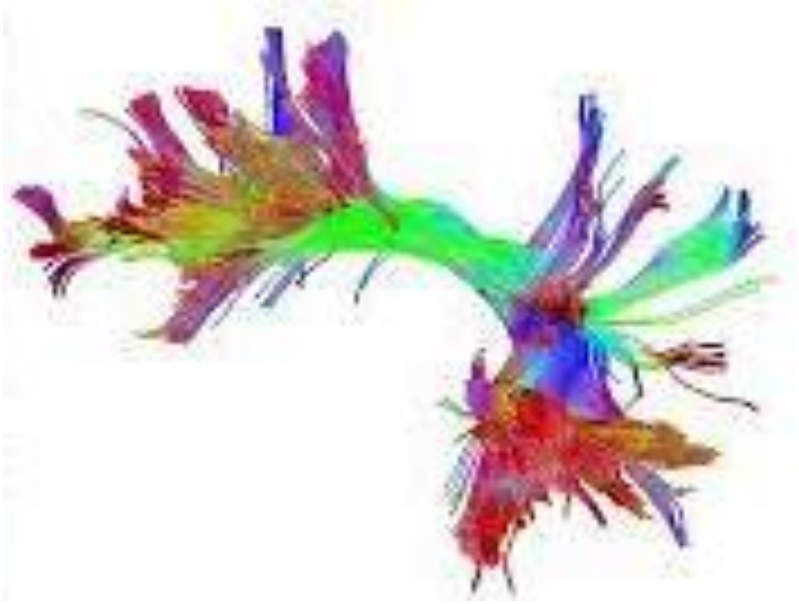


אזור הפקת שפה (ברוקה)

אזור הבנת משמעות השפה(ורניקה)

אזור ויזואלי המזהה אותיות





האקסונים של תאי עצב שונים יכולים להיקבץ יחד לצרור, שניתן לראות בעין ו\או בשיטות מחקר כמו DTI. אפשר לדמות את הצרור לכבל חשמלי גדול המחבר רחוב לרשת החשמל.

כחול

אדום

ירוק

כתום

צהוב

אדום

כחול

צהוב

אדום

ירוק

אדום

ירוק

אדום

כחול

כתום

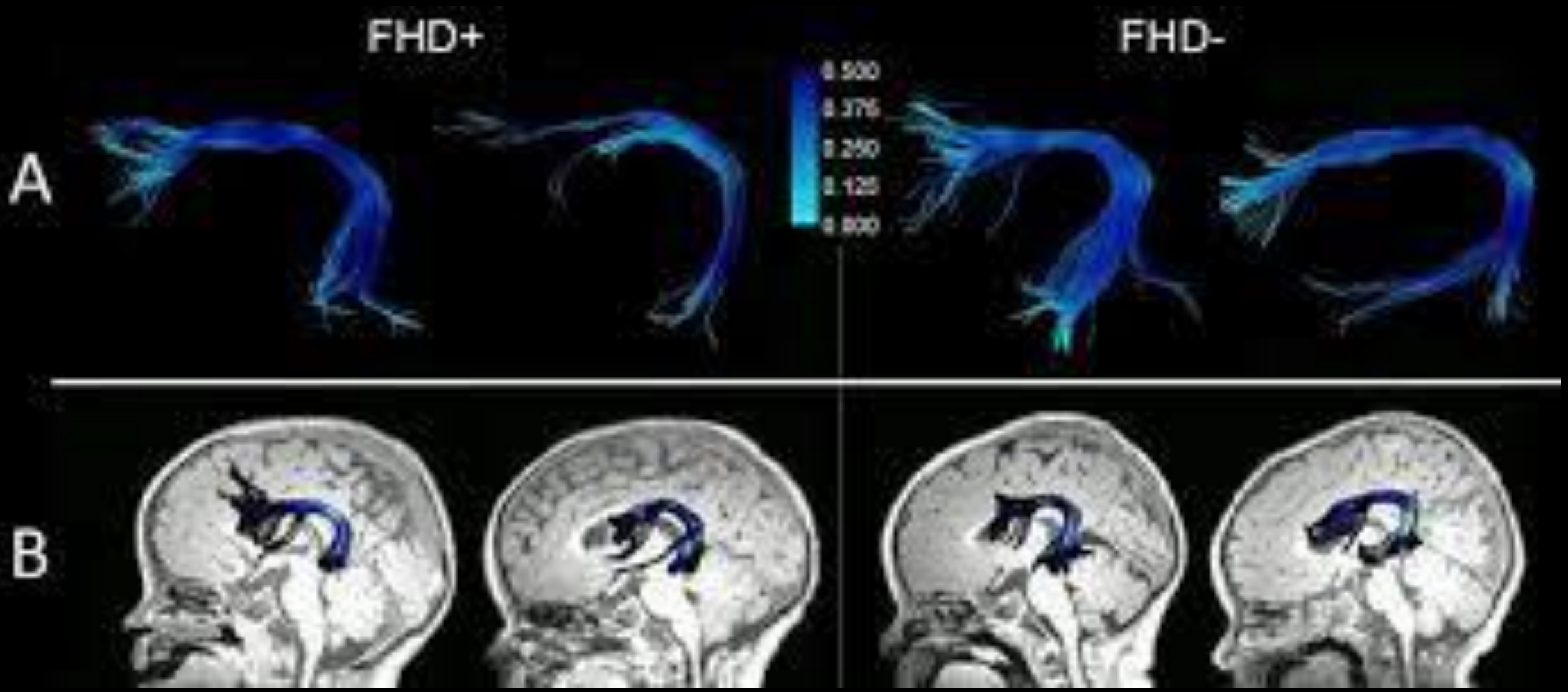
צהוב

ירוק

צהוב

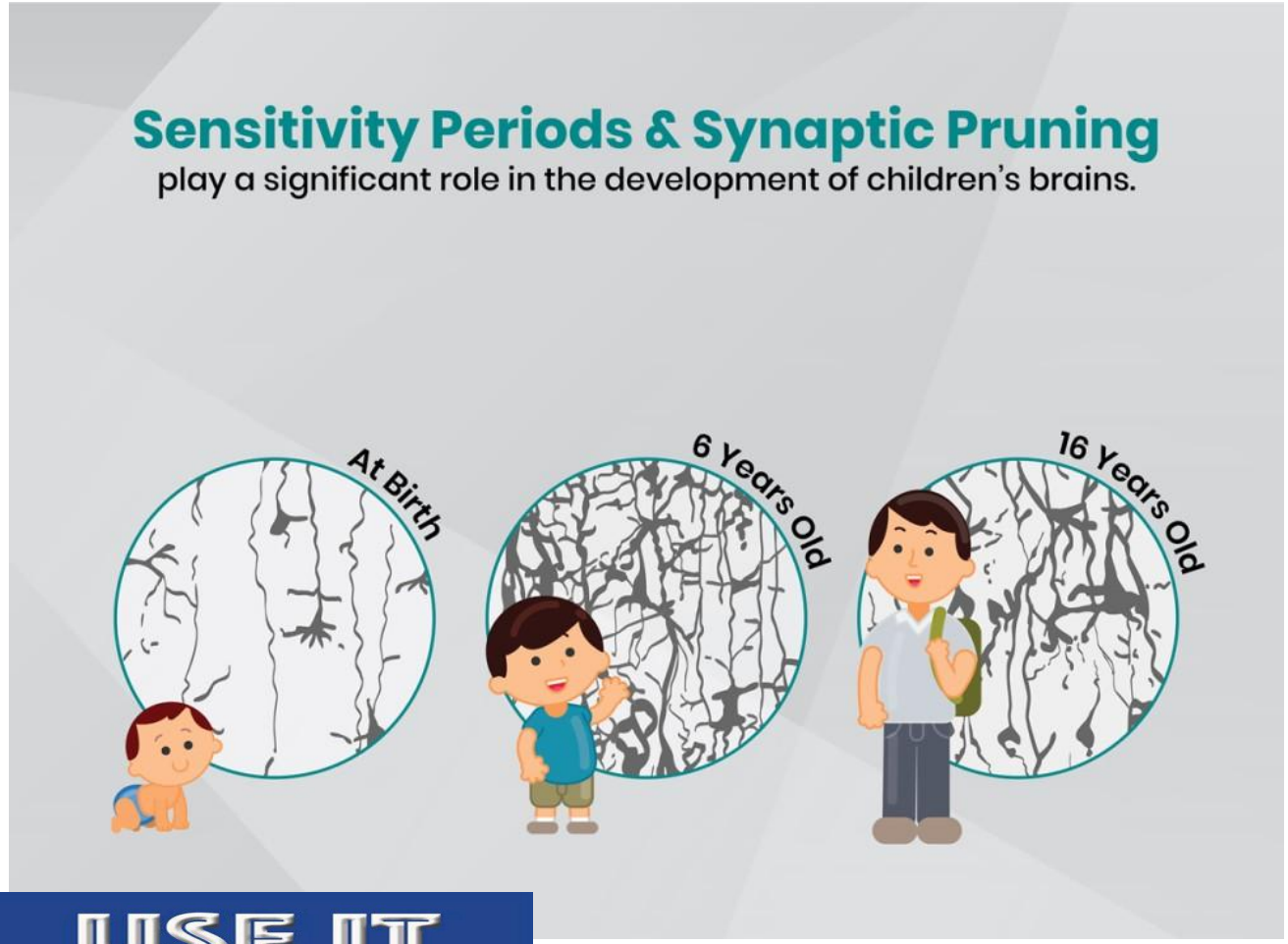
כחול

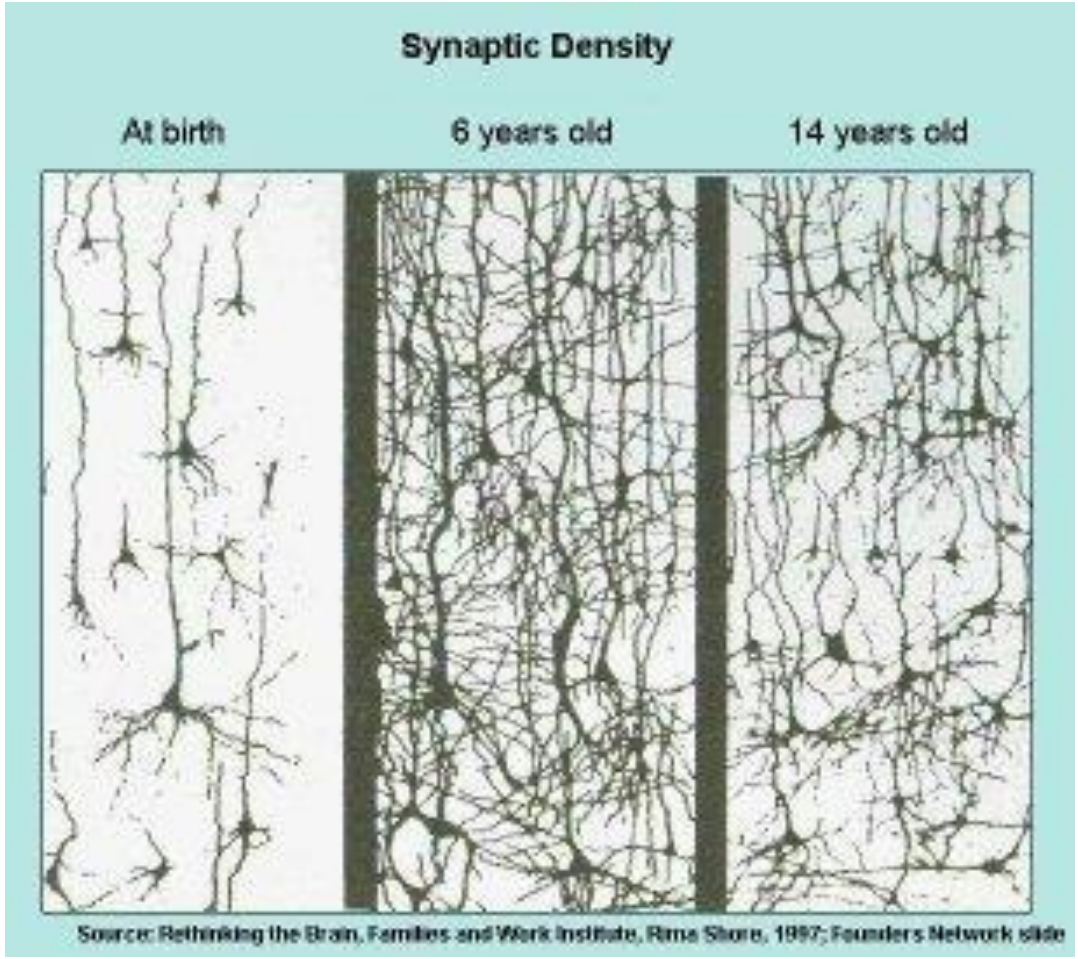
אדום



Langer N, Peysakhovich B, Zuk J, Drottar M, Sliva DD, Smith S, Becker BL, Grant PE, Gaab N. White Matter Alterations in Infants at Risk for Developmental Dyslexia. Cereb Cortex. 2017 Feb 1;27(2):1027-1036. doi: 10.1093/cercor/bhv281. PMID: 26643353; PMCID: PMC6074795.

גיזום סינפטי



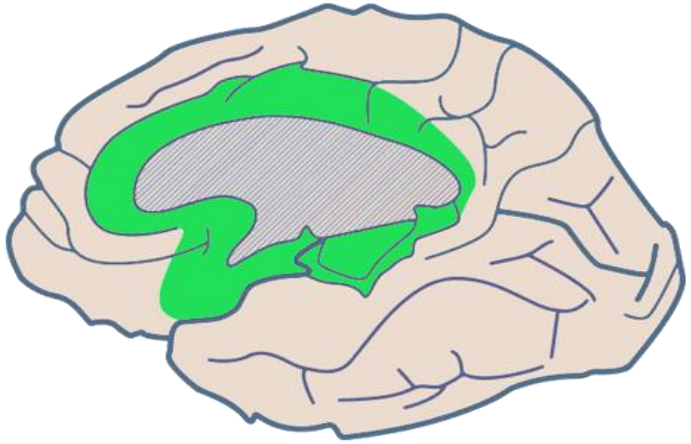




במשך שנות הילדות מתרחש גיזום סינפטי רב. מסלולים שימושיים מתחזקים, מסלולים שאינם שימושיים נעלמים.

מערכות הרגש

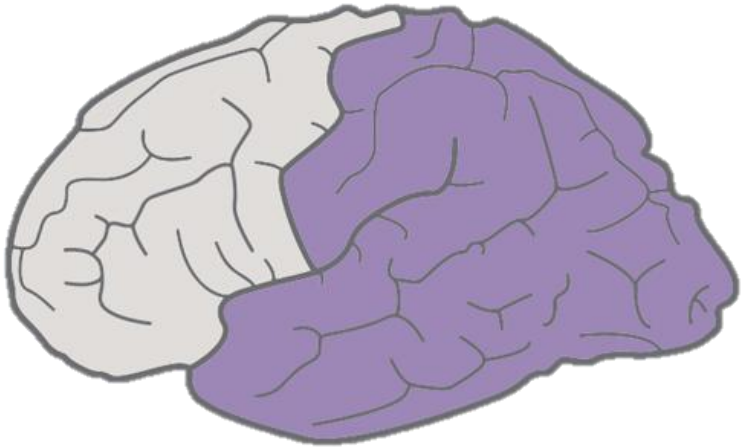
למה ללמוד?



רגש מתוך למידה

מערכות התפיסה והזיכרון

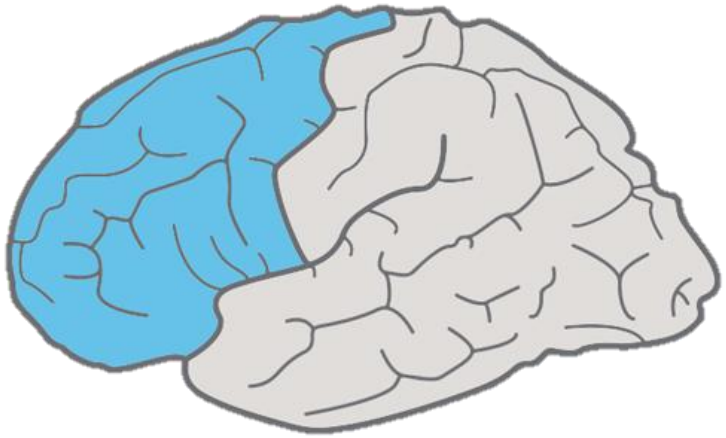
מה ללמוד?



ללמוד זה לחבר

מערכות הניהול

איך ללמוד?



המוח מכוון מטרה