



הדינמיקה שבין פעילות קליפת המח והאמיגדלה המרכזית מדיאלית בזמן למידה בעכבר

רקע

למידה היא תהליך מורכב, אשר מערב מספר אזורים במוח הפועלים יחד. כיום לא ידוע הרבה על אותם קשרים ושיתופי פעולה בין אזורים מסיבות שונות, ביניהן קושי טכני במעקב אחר פעילות של כמה אזורים במקביל. במחקר זה נחקר קשר כזה המתקיים בין האמיגדלה המרכזית מדיאלית (Central-Medial Amygdala, CMA) לבין ה-Barrel cortex (BC).

ה-CMA הוא אזור באמיגדלה, האחראי על מס' תפקודים חשובים, ביניהם תגובה ראשונית לסכנה (Fight or flight), התנהגות חברתית בסיסית (שפת גוף, הבעות פנים), הצמדה של ערך לגירוי (קביעה האם גירוי מסוים הוא "טוב" / "רע") ומספר תפקודים קוגניטיביים נוספים.

ה-BC הוא אזור סומטו-סנסורי בקליפת המוח, אשר במכרסמים אחראי על המידע הסנסורי המגיע מהשפם. האזור מחולק ל"חביות" - אזורים קטנים יותר שכל אחד מהם אחראי על שעה ספציפית בשפם, וניתן ממש להבחין בחביות בצורה אנטומית.

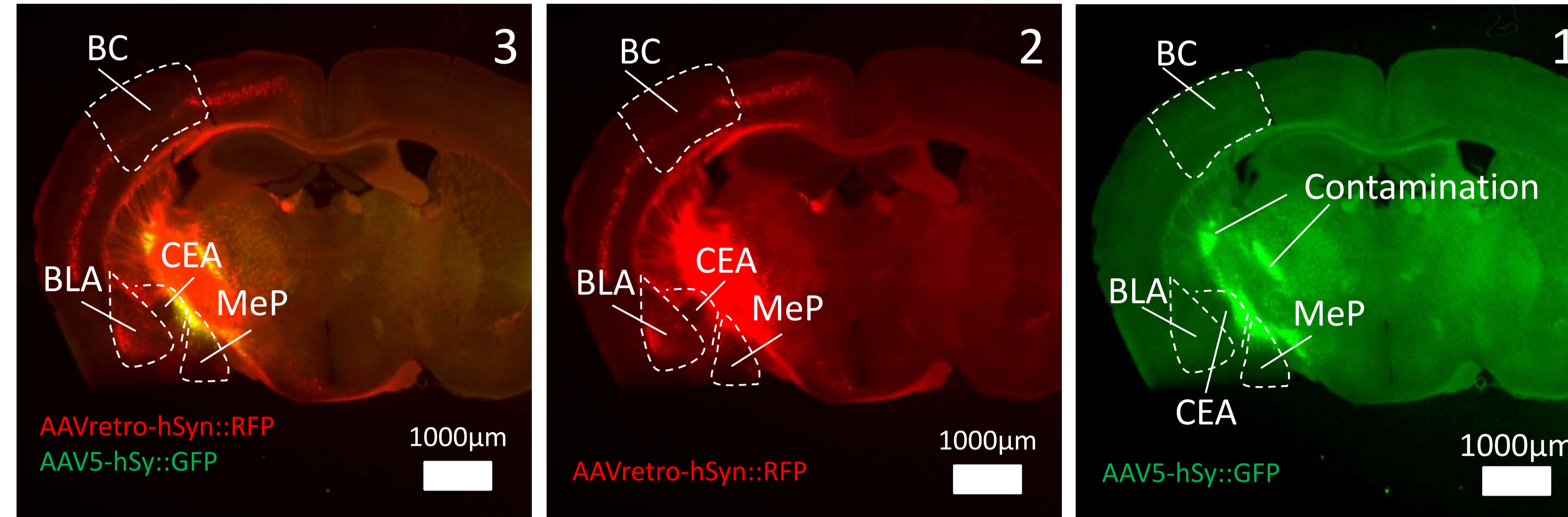
שאלות המחקר

- האם קיים קשר אנטומי בין ה-CMA וה-BC?
- מהי השפעת תהליך למידה על הפעילות של ה-CMA וה-BC?
- מהי ההתאמה בין פעילות ה-CMA לבין ה-BC במהלך למידה?

תוצאות

חלק אנטומי

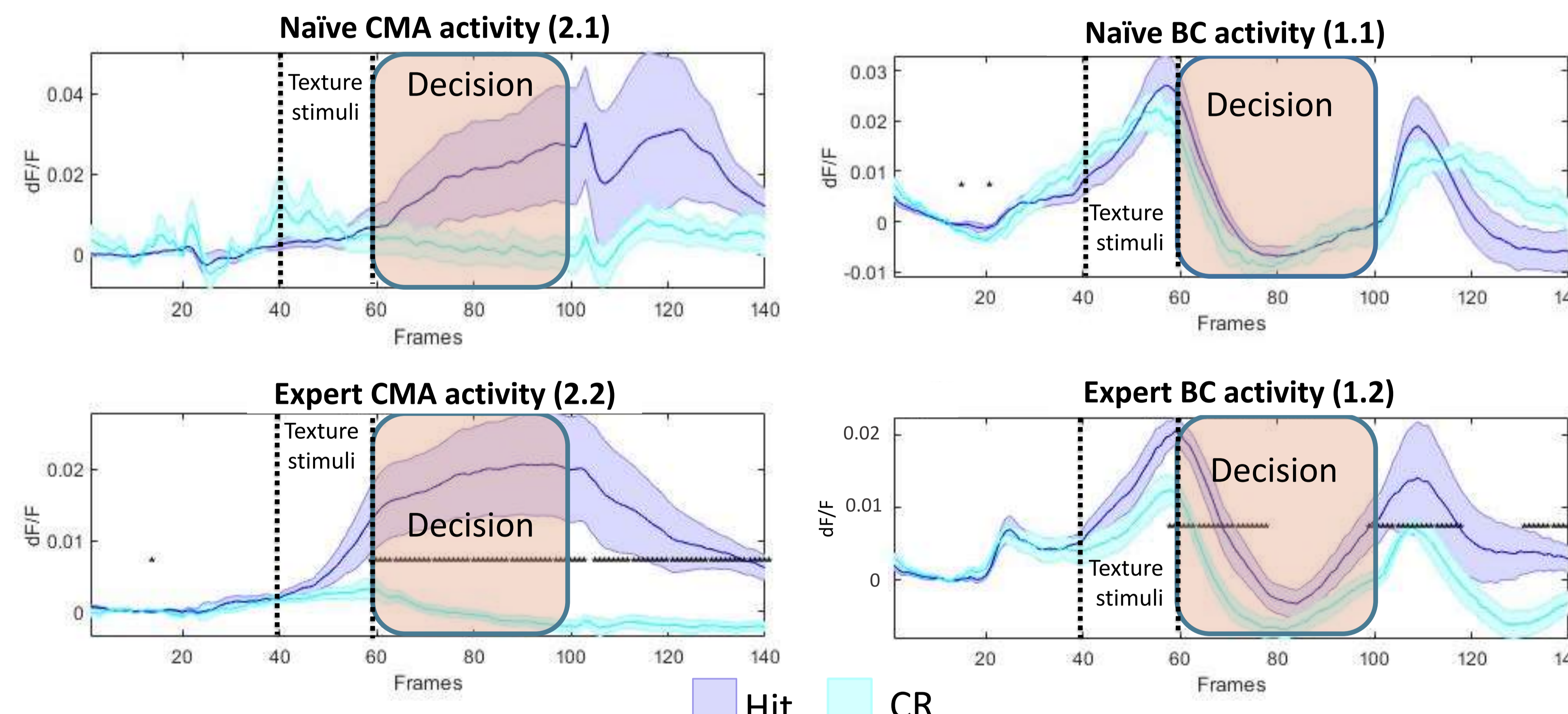
מדימות 1, המראה היכן בוצעה הזרקת הווירוסים, עולה באופן ברור כי הזרקת אכן בוצעה ב-CMA. הדבר מאשש את התוצאות העולות מדימות 2, המראה כי הווירוס הנאסף ע"י אקסונים הגיע מה-CMA אל ה-BC, ואישר כי אכן קיים קשר אנטומי בין שני האזורים.



דימות 1. מיקום הווירוס המסמן את מיקום ההזרקה (בירוק).
דימות 2. מיקום ה-CMA מורכב משני אזורים: ה-MeP וה-CEA. ניתן לראות כי הווירוס אכן הוזרק בו. מיקום הווירוס המסמן את האזורים השולחים אקסונים אל תוך ה-CMA (באדום). ניתן לראות כי הווירוס הגיע אל ה-BC. מיקום ה-BC.
דימות 3. מיזוג של 1 ו-2.

חלק התנהגותי

על מנת למדוד את השינויים המתרחשים בעקבות למידה, יש צורך להבדיל בין שתי קבוצות של חיות - כאלו שעוד לא הבינו כיצד עליהן לפעול (נאיביות) וכאלו שכן (מומחיות). ההפרדה בוצעה ע"י מדד ה-Dprime המודד את הצלחת החיה במטלה. בגרפים 1.1 ו-2.1 ניתן לראות את פעילות האזורים הנחקרים בחיה נאיבית בזמן ביצוע הצלחות. בשני הגרפים הפעילות שהאזורים מבצעים בזמן Hit איננה שונה באופן סגניפיקנטי מהפעילות המבוצעת בזמן CR. לעומת זאת, הגרפים המתארים את פעילות ה-BC וה-CMA בחיות מומחיות בזמן ביצוע הצלחה כן מראה הבדל כזה. בעוד שבחיות נאיביות האזורים פועלים באותו האופן כאשר מתקבלים גירויים שונים, בחיות מומחיות האזורים פועלים בצורות שונות בתגובה לגירויים השונים. דבר נוסף העולה מהשוואת גרפי הפעילות של החיות המומחיות הוא שכאשר מתקבל הגירוי החלק (של אחרי יוצאים מים מהצינורית) קיימת התאמה מסוימת בין פעילות ה-BC וה-CMA. פעילות שני האזורים עולה במקביל, דבר המהווה אישוש ראשוני לכך שהם פועלים יחד במשימה זו.



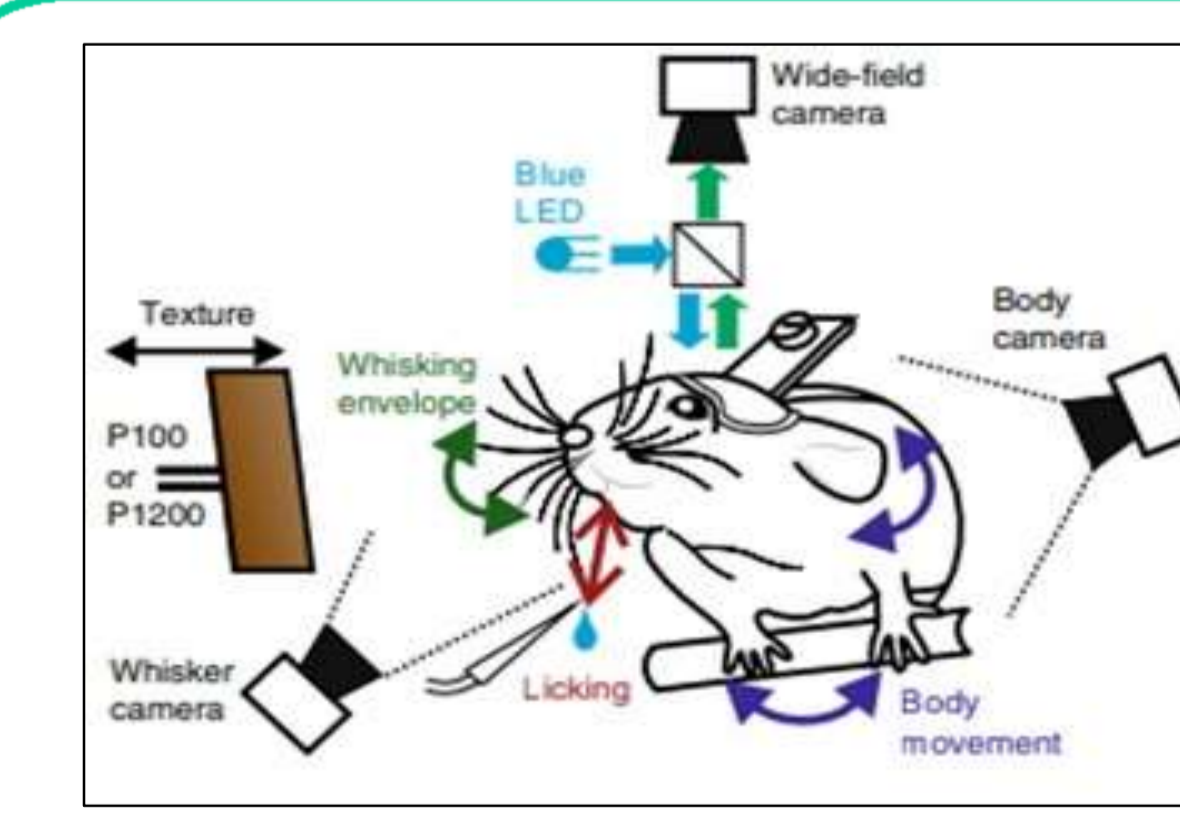
גרף 1.1. פעילות ה-BC בחיה נאיבית בעת ביצוע המטלה. **גרף 1.2.** פעילות ה-CMA בחיה נאיבית. **גרף 2.1.** פעילות ה-CMA בחיה נאיבית. **גרף 2.2.** פעילות ה-CMA בחיה מומחית. הבדל סגניפיקנטי בין הגרפים מסומן בקו שחור.

שיטות

על מנת לענות על שאלות המחקר, הניסוי פוצל לשני חלקים: אנטומי והתנהגותי. בחלק האנטומי הוזרקו שני וירוסים בעלי שתי מטרות שונות ל-CMA. אחד נאסף ע"י גופי תא ומסמן את אזור ההזרקה, בעוד השני נאסף ע"י אקסונים וכך מסמן מהיכן נכנסים האקסונים אל אזור ההזרקה. בחלק ההתנהגותי הוזרק וירוס המסמן את הפעילות החשמלית של המוח אל ה-BC וה-CMA, ולאחר מכן החיה אומנה במטלת למידה תוך כדי שאנו מודדים את פעילות האזורים. במהלך המטלה, החיה לומדת להבחין בין שני מרקמים שונים בעזרת שפמה. בזמן שמוצמד לשפם המרקם העדין, יוצאים מים מצינורית ליד פיה של החיה (ראה איור 1) והיא אמורה ללקק אותם. כאשר מוצמד לשפם המרקם הגס - על החיה שלא ללקק. החיה לומדת לאורך הזמן להבדיל בין המרקמים ולהבין את משמעותם (האם עליה ללקק או שלא).

מסקנות

במחקר זה נמצא כי ה-CMA וה-BC משנים את פעילותם בעקבות מטלת הלמידה. התאמה זו מתרחשת ככל הנראה מהקשר האנטומי הקיים ביניהם, והוא ככל הנראה מהווה אזור למידה במוח. שני האזורים הראוי יכולות אבחנה בין שני המרקמים כתוצאה מהלמידה, ופעלו באופן שונה כאשר התקבלו מרקמים שונים. בנוסף, נמצאה אינדיקציה ראשונית לכך שמתקיימת קורלציה ביניהם במהלך הלמידה, ונדרש מחקר נוסף כדי לאושש אותה.



איור 1. מערך הניסוי

מתחרים

יותם קוטנר

ביה"ס

התיכון התורני-ניסויי

הרטמן לבנים, ירושלים

מורה מלווה

ד"ר יעל אברהם,

גב' נעמי מנדל

מנחה

ד"ר דוד לוייתן

ד"ר אריאל גלעד,

האוניברסיטה העברית בירושלים

הנחיה מטעם התחרות

ד"ר שלי פרידמן

