**עבודת גמר- הבדל בין משיכה לאדם לבין משיכה לרעיון**

**מאת**

**קרן הרשקוביץ ואושר ברזילי**

**עבודה זו מוגשת לקראת קבלת ציון במדעי המוח**

**עבודה זו בוצעה בהדרכת נועה זכריה**

**03/2022**

**תקציר**

המחקר שלנו עוסק בהבדל בין משיכה לאדם לבין משיכה לרעיון. על פי מחקרים קודמים פעילות באזורי רשת ברירת המחדל קשורה לתחושת קרבה המקושרת ע"פ מחקריםלתחושת דמיון שמחקרים קישרו לתחושת משיכה. לכן אנו נבדוק את הפעילות באזורי רשת ברירת המחדל על מנת לבדוק את רמת המשיכה בכל אחד מהתנאים.

במחקר שלנו, כל נבדק ביצע 3 תנאים בFMRI - צפייה בסרטון של בן הזוג שלו האומר משפטים נטרלים שנקבעו מראש, צפייה בסרטון של רעיון אשר נבחר על ידי הנבדקים והם נמשכים אליו וצפייה בסרטון של אדם זר האומר משפטים הדומים לאלו שהבן הזוג אמר (תנאי בקרה). לאחר כל סרטון, עליו לדרג מ1-4 את מידת המשיכה לסרטון.

לאחר הניסוי, ניתחנו את תגובות הנבדקים ואת מידת המשיכה שלהם לכל סרטון, ואת תוצאות הפעילות המוחית של כל הנבדקים בכל תנאי במספר קונטרסטים שונים.

התוצאות העיקריות שלנו בניסוי הן כי בניתוח ההתנהגותי של תגובות הנבדקים, ממוצעי הדירוג למשיכה לסרטון של כל הנבדקים בתנאי בן זוג היה יותר גבוה מאשר תנאי הרעיון. בנוסף לכך, בניתוח תוצאות הFMRI, ניתן לראות כי יש עליה בפעילות באזור רשת ברירת המחדל באונה הפרונטלית בזמן תנאי בן זוג. ישנה ירידה בפעילות של האזורים הקשורים לרשת ברירת המחדל בזמן התנאים בקרה, ורעיון בהתאמה מהירידה הגדולה ביותר לירידה הקטנה ביותר בפעילות. ההשערה העיקרית של המחקר שלנו היא שהנבדקים חשו קרבה במדרג של בן זוג, רעיון, , בקרה מהתחושה החזקה ביותר לחלשה ביותר בהתאמה. בנוסף אנו מסיקות כי המשיכה לבן זוג חזקה יותר מהמשיכה לרעיון.

**תוכן עניינים**

שער....................................................................................................................1

תקציר.................................................................................................................2

מבוא................................................................................................................4-5

פרק השיטות...................................................................................................6-16

פרק התוצאות............................................................................................... 17-23

דיון..............................................................................................................24-26

רשימת מקורות...................................................................................................27

**מבוא**

במחקר שלנו נעסוק בשאלה- **מה ההבדל בין משיכה לבן זוג לבין משיכה לרעיון.**

בחרנו את שאלת החקר הזו כיוון שלא נמצא אף מידע בספרות המדעית על הנושא של משיכה לרעיון. לעומת זאת, התקיימו יחסית הרבה מחקרים בנושא של משיכה לבן זוג. לכן, כאשר רצינו לחקור את המנגנון המוחי האחראי על משיכה לרעיון רצינו להשוות אותה למשיכה לבן זוג, משיכה שיחסית נחקרה וידועים עליה ועל המנגנון המוחי שאחראי עליה הרבה פרטים.

המחקר של הלן פישר, ארתור ארון ולוסי סראון על אהבה רומנטית והמנגנון הנוירונלי של בחירת בן זוג (1) כלל עשרה גברים ושבעה נשים בטווח גילאי ה18-26 שדווחו כי הם מאוהבים כבר 1-17 חודשים. לפני הניסוי כל משתתף מילא שאלון המפרט כמה זמן הוא כבר מאוהב, עוצמת ההתאהבות ומגוון הרגשות שהוא חווה. פרוטוקול הניסוי הורכב מ30 שניות של צפייה בגירוי תמונה של אהובו\אהובתו, 40 שניות מטלת הסחת דעת, 30 שניות של תצלום של אדם בעל הכרות ניטרלית מבחינה רגשית(כלומר אדם שלא מעורר בו רגש) ו20 שניות משימת הסחת דעת. הפרוטוקול הזה חזר על עצמו ארבע פעמים בניסוי. ההפעלה הספציפית לתנאי התמונה של אהוב הייתה באזורים: הטגמנטום הגחוני הימני (VTA) ובאזורים אליהם ידוע כי הVTA מקרין (2) כולל הגרעין הזנבי הימני. הגרעין הזנבי אחראי על זיהוי וצפייה לתגמול וקולט ומעבד מידע סנסורי ותנועתי.3). אלו הם אזורים שנמצאים בהם סינפסות של דופמין וקשורים למערכת התגמול והמוטיבציה ביונקים (4). המסקנה העיקרית ממחקר זה היא שאהבה רומנטית מיוצגת במוח ע"י הפעלה של מערכת התגמולומובילה למגוון רגשות ולא לרגש ספציפי.

גם במחקר של זקי וברטלס (5) העוסק במתאם בין אהבה רומנטית לאהבה אימהית מצאו פעילות הקשורה לאהבה רומנטית באזור הVTA ובאזור הגרעין הזנבי.

הרבה מחקרים בספרות המדעית מקשרים בין תחושת משיכה לתחושת קרבה.

למשל המחקר של רואיון לין וסונג'ה אוטס העוסק בשאלה האם חשיפה עצמית וחשיפה אינטימית ברשתות החברתיות יכולה להוביל לתחושת קרבה ולמשיכה חברתית (6). הם הגדירו חשיפה עצמית כשיתוף של מידע על העצמי (למשל מה עשו היום או איך הם מרגישים לגביי אירוע מסוים) והיא נמדדה ברוחב (כמות המידע שנחשפה) ועומק (רמת האינטימיות בחשיפה). הם הגדירו קרבה כהתייחסות לפן הרגשי ומשיכה לפן ההתנהגותי (למשל רוצה לבלות זמן עם אותו אדם). לפי מחקרים קודמים שיתוף ברשתות החברתיות מוביל לתחושת קרבה (7).

לפי מחקר קודם, בשיחות פרטיות, כאשר זה נתפס כמתאים לסיטואציה, נמצא מתאם חיובי בין חשיפה של מידע אישי רב לבין תחושת חיבה כלפי אותו אדם. (8). בשיחות בין זרים מוחלטים חשיפה של מידע אישי בדרך כלל מובילה לתחושת קרבה (9) .מאמר זה הסתמך על תיאוריית אי הוודאות שהגיעו למסקנות אלו. זוהי תיאוריה שמסבירה כיצד אנשים מתנהגים בשלבים הראשונים של מערכת היחסים ואחד העקרונות המרכזיים שלה הוא העקרון שאנשים נפגשים בפעם הראשונה יש להם את המוטיבציה להפחית את חוסר הוודאות לגביי ההתנהגות של האדם אותו הם פוגשים. אי וודאות מתרחשת כאשר איננו יודעים לחזות ולהסביר את ההתנהגות של האדם או שאיננו בטוחים מהן האמונות שלו. ככל שהתקשורת המילולית בין שני אנשים עולה כך אי הוודאות פוחתת. ככל שאי הוודאות מצטמצמת כך התקשורת המילולית עולה. ככל שהתקשורת הבלתי מילולית עולה כך אי הוודאות גדלה. ירידה באי הוודאות קשורה בהתאמה לעליה במידת החיבה (10).

כלומר, ע"פ המאמרים הנ"ל מהספרות המדעית, חשיפת מידע מובילה לתחושת קרבה ותחושת חיבה. אך זה עדיין לא בדיוק משיכה.

ע"פ המחקר של סוזן ספרג'ר ועוד, שבו נחקרה האינטראקציה הראשונית בין זוגות של נבדקים, כל זוג נבדקים חולק לחושף הראשון ולמקשיב הראשון. כלומר, בשלב הראשון אחד מהנבדקים חשף על עצמו פרטים אישיים ואחד מהנבדקים רק הקשיב. בשלב השני, החליפו תפקידים. בהתאמה להשערת החקר של החוקרים, לאחר השלב הראשון הנבדק שהקשיב וקיבל מידע על הנבדק השני, חש כלפיו יותר קרבה, חיבה ובנוסף תחושה של דמיון בניהםמאשר שהנבדק שחשף על עצמו פרטים חש כלפיי הנבדק שהקשיב. לאחר השלב השני המדדים האלו התאזנו בין שני הנבדקים כך שהנבדק שהקשיב הפעם חש יותר קרבה, חיבה ודמיון כלפי הנבדק השני ואילו מצד הנבדק שחשף לא הייתה עלייה משמעותית במדדים אלו כלפי הנבדק שהקשיב. כלומר, ע"פ מחקר זה חשיפת פרטים אישיים גורמת לעלייה בתחושת הקרבה, החיבה והדמיון כלפיי הבן אדם שחושף על עצמו ולא להפך (11).

תחושת דמיון לאחר נקשרה הרבה פעמים בספרות המדעית למשיכה.

מחקר מצא כי נשים נמשכו מינית יותר לגברים שדומים להן באופי, למרות שהמשיכה המינית של הגברים לנשים הושפעה בעיקר מהפיזיות של האישה. (12). מחקר נוסף מצא כי תחושת דמיון לבן אדם נמצאת בקורלציה חיובית לתחושת משיכה חברתית כלפיו (13). המחקר של הרווי בלאק שחקר משיכה של גברים כלפיי נשים, הראה כי דירוג גבוה יותר של אופי דומה (וגם דירוג גבוה יותר של הפיזיות של האישה, בדומה למחקר 12) השפיעו במתאם חיובי על משיכה חברתית וגם מינית כלפיי האישה באותה המידה. למרות זאת, במצב שאישה דורגה כלא מושכת פיזית, הדמיון אליה השפיע בצורה משמעותית על המשיכה החברתית של הגבר כלפיה, ואילו במצב שבו האישה דורגה כמושכת פיזית, הדמיון אליה לא השפיע משמעותית סטטיסטית על המשיכה המינית כלפיה, אך מאוד קרוב לכך p=0.057) ). הם מצאו גם שמשיכה פיזית בלבד לא מספיקה על מנת שגבר ירצה לצאת עם אישה וגם לא על מנת שירצה להיות ביחסי חברות איתה.

כלומר, ע"פ המחקרים האלו לדמיון יש תפקיד במשיכה חברתית ומינית.

המחקר של החוקרים דומיניק פררי, דויד סמיט, ומארוסיו דלגדו על ההשפעה של יחסי חברות קרובים על רשת ברירת המחדל בזמן אינטראקציה חברתית (14) בוצע על 26 משתתפים בממוצע גילאים של 21.36 שנים. במחקר, כל משתתף השתתף במשחק אמון כלכלי כל פעם מצוות בזוג אחר, עם חבר קרוב מאותו המין, זר מאותו המין ועם מחשב. במהלך הניסוי היה למשתתפים שתי שניות להחליט אם לשתף כסף או לא, 2-4 שניות הפסקה ואז שתי שניות שבהן הוצג להם מה השותף שלהם(חבר קרוב, זר או מחשב) בחרו אם לשתף כסף או לא. יש לציין שהשותף (חבר קרוב, זר או מחשב) לא באמת השתתפו במשחק ומספר הפעמים שההחלטה הייתה לשתף כסף או לא הייתה קבועה ע"י החוקרים מראש וזהה בין שלושת השותפים. בתוצאות המחקר, החוקרים גילו כי הנבדקים הפגינו גיוס חזק יותר של רשת ברירת המחדל מאשר רשת הECN ([רשת הבקרה הניהולית](https://he.wikipedia.org/w/index.php?title=%D7%A8%D7%A9%D7%AA_%D7%94%D7%91%D7%A7%D7%A8%D7%94_%D7%94%D7%A0%D7%99%D7%94%D7%95%D7%9C%D7%99%D7%AA&action=edit&redlink=1) Executive control network – . רשת זו פעילה כאשר האדם מפעיל [תהליכי בקרה](https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%AA%D7%A4%D7%A7%D7%95%D7%93%D7%99%D7%9D_%D7%A0%D7%99%D7%94%D7%95%D7%9C%D7%99%D7%99%D7%9D) ו[אינהיביציה](https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%90%D7%99%D7%A0%D7%94%D7%99%D7%91%D7%99%D7%A6%D7%99%D7%94), יוזם פעולות, בתכנון, ב[זיכרון עבודה](https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%96%D7%99%D7%9B%D7%A8%D7%95%D7%9F_%D7%A2%D7%91%D7%95%D7%93%D7%94) ועוד. האזורים העיקריים שנמצאים ברשת זו הם ה[קורטקס הפרה-פרונטלי דורסולטרלי](https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A7%D7%9C%D7%99%D7%A4%D7%AA_%D7%94%D7%9E%D7%95%D7%97_%D7%94%D7%A7%D7%93%D7%9D-%D7%9E%D7%A6%D7%97%D7%99%D7%AA_%D7%94%D7%92%D7%91%D7%99%D7%AA-%D7%A6%D7%93%D7%99%D7%AA), [הקורטקס האורביטו-פרונטלי](https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%94%D7%A7%D7%95%D7%A8%D7%98%D7%A7%D7%A1_%D7%94%D7%90%D7%95%D7%A8%D7%91%D7%99%D7%98%D7%95-%D7%A4%D7%A8%D7%95%D7%A0%D7%98%D7%9C%D7%99), ו[פיתול החגורה הקדמי](https://he.wikipedia.org/wiki/%D7%A4%D7%99%D7%AA%D7%95%D7%9C_%D7%94%D7%97%D7%92%D7%95%D7%A8%D7%94_%D7%94%D7%A7%D7%93%D7%9E%D7%99)) .בזמן חשיפת הבחירה של החבר הקרוב או הזר מאשר של המחשב. בנוסף לכך, המשתתפים הפגינו פעילות גבוהה יותר של רשת ברירת המחדל מאשר רשת הECN כאשר הבחירה של השותף הייתה זהה לבחירה שלהם. כאשר החוקרים ביצעו את המתאם בין מתאם של בחירה הדדית עם חבר קרוב לעומת בחירה מנוגדת לבחירה של החבר הקרוב לבין מתאם בין בחירה הדדית עם זר לעומת בחירה מנוגדת עם הזר הם גילו פעילות גבוהה יותר משמעותית סטטיסטית באזורים של הפיתול המצחי העליון (הגירוס הפרונטלי הסופריורי) שקשור לרשת ברירת המחדל (15) והאונה הקודקודית העליונה (סופריור פריאטל לוב). המסקנות של החוקרים מתוצאות אלו הן שרשת בררת המחדל פועלת יותר במצבים חברתיים הדדיים וכי תיתכן השפעה הדדית בין רשת ברירת המחדל עם מרכיבי רשתות המעורבים בתשומת לב ושליטה קוגניטיבית כדי לייצג באופן דיפרנציאלי את החשיבות שלחוויות חברתיות המבוססות על קרבת מערכת יחסים.

**כלומר, בהסתמך על מחקרים שמראים קשר בין פעילות באזורי רשת ברירת המחדל לתחושת קרבה, כאשר נחפש פעילות באזורי רשת ברירת המחדל נוכל למדוד מהי תחושת הקרבה שאנו משערות שהנבדקים חשו.**

**בהסתמך על מחקרים שמראים כי יש קשר ברשת ברירת המחדל לתחושת קרבה שע"פ מחקרים קשורה לתחושת דמיון שנמצא קשר בינה לבין תחושת משיכה חברתית ומינית, רצינו לבדוק את פעילות באזורי רשת ברירת המחדל בזמן כל אחד מהתנאים (רעיון, בן זוג, שאלה ובקרה) ולהשוות בניהם. ובכך למדוד הבדלים בין משיכה לרעיון ומשיכה לבן אדם בהתייחס לעוצמת המשיכה.**

**פרק השיטות**

**המשתתפים בניסוי:**

בניסוי השתתפו 5 אנשים (2 גברים, 3 נשים) , ממוצע גיל המשתתפים 28.2 (סטיית תקן- 8.07).

**מכשירים עבור הכנת הניסוי**

***הכנת הניסוי:***

**שקופית הוראות ושאלת דירוג**- בעזרת תוכנת PowerPoint בנינו את השקופיות להוראות ושאלת הדירוג בניסוי (השקופיות נשמרו כקובץ JPG ).

**סרטונים-**

* סרטוני הבקרה והרעיון צולמו באמצעות iPhone 12 pro max.
* כל הסרטונים באורך של 9 שניות, צולמו לרוחב, מאחורי קיר לבן, בסביבה שקטה, עם תאורה ואיכות סבירה.
* לכל הסרטונים צורפו כתוביות שהוכנו בעזרת תוכנת iMovie (אפליקצייה באייפון)
* הסרטונים היו כקובץ מסוג MOV ובעזרת cloudconvert (אתר באינטרנט) הומרו לקובץ מסוג AVI.

**סקר לבדיקת הרעיון של כל נבדק-** הנבדקים קיבלו סקר שהוכן באמצעות google forms.

**הכנת קובץ אקסל**- ההוראות לסדר הגירוייום היו בקובץ אקסל שהוכן מראש על ידי תוכנת Excel. הוא מייצג את מהלך הניסוי וסדר הסרטונים (על פי רנדומניזציה).

**פרוטוקול**- קובץ טקסט המכיל את תנאי הניסוי והזמנים שלהם. תוכנת בריינוויג'ר משתמשת בפרוטוקול וכך התוכנה יודעת איזה תנאי קרה מתי, וכך היא בונה את הפרדיקטורים של כל תנאי לפי צבעים מותאמים מראש (תמונה 4)

***הרצת הניסויים:***

השתמשנו בתוכנת presentation עבור הרצת הניסוי במכשיר FMRI .

באמצעות מכשיר MRI הנבדקים עברו סריקה מוחית מסוג FMRI- מכשיר 3 MRI טסלה (3 שניות עבור זמן סריקה יחיד במוח= TR).

**פירוט הניסוי**

**הכנה לקראת הניסוי:**  
כל נבדק לפני הניסוי בFMRI התבקש לעשות 2 דברים:

1. **שליחת סרטונים**- לשלוח לנו 6 סרטונים של בן הזוג שלו שבכל סרטון הוא אומר משפט אחר (את משפטי הבקרה- 6 משפטים ניטרליים). הסרטונים לא הוראו מראש לנבדק, אלא רק במהלך הניסוי.
2. **מענה על סקר**- הנבדקים קיבלו סקר הכולל שם מלא ושאלה לגבי הרעיון, על מנת לבדוק מה הרעיון שכל נבדק נמשך אליו.

* השאלה שנשאלה בסקר- "לכל בן אדם יש דעות ורעיונות אליהם הוא מתחבר ונמשך. במסגרת הניסוי שלנו רצינו לדעת מהו הרעיון אליו אתה הכי נמשך? לדוגמה, אנחנו מתחברות לרעיון הפמיניזם מכיוון שאנו מסכימות שצריך להיות שוויון בזכויות בין גברים לנשים ומסכימות עם הדרך והמטרה שבו הרעיון דוגל.

***הרעיונות והמשפטים:***

הרעיונות נבחרו על ידי הנבדקים, ואנחנו חיברנו את המשפטים .

1. חופש ובחירה חופשית-

* "לאדם יש יכולת להחליט החלטות בעצמו וחופש לבחור את מעשיו והלכי רוחו ובכך לקבוע במידה מסוימת את השתלשלות חייו"
* "האמונה בבחירה חופשית עשויה לתרום לרווחה נפשית מכיוון שהיא מעניקה משמעות לבחירות והחלטות וקשורה ישירות למסוגלות עצמית"
* "לכל אדם בעולם הזה, ללא תלות במוצאו, יש רצון חופשי ואפשרות להטות את עצמו להיכן שיבחר- אם לטוב ואם לרע"
* "על פי המשפט: הכל צפוי והרשות נתונה" על אף שהכל צפוי בידי האל, הרשות ניתנת לאדם לפעול כרצונו"
* "על המדינה לאפשר חופש דת, מצפון, לשון, חינוך ולאפשר חופש ביטוי מלא, ושכל אדם יוכל לבטא את רצונותיו ומחשבתיו".
* "רעיון הבחירה החופשית והחופש מעוגן כבר בספר התנך בו אלוהים נתן בחירה חופשית לאדם הפשוט, אם ללכת לטוב או לרע".

1. חינוך ופיתוח אישי-

* "אחת המטרות המרכזיות של החינוך הישראלי היא להנחיל לתלמיד את הערכים, את הידע והמסורת התרבותית שאליה הוא משתייך"
* "ההתנהגות והאופי של אנשים מתעצבת במהלך השנים ומושפעת בעיקר דרך יצירה, אומנות ודרך חינוך "
* "על פי התפיסה הרווחת כיום בעולם, חינוך בא לעזור לפרט להגשים את מימושו העצמי, המתחשב בנטיותיו והתפתחותו של היחיד"
* "החינוך מונע בורות נרחבת בחברה ומבחינה חברתית, מטרת החינוך היא לגדל אנשים בוגרים הראויים להשתלב בחברה שבה אנו חיים"
* "יש לפתח את המיומנויות שיאפשרו לתלמיד לאתר את המידע הרצוי, לוודא את אמינותו, ולעבד אותו על מנת להפיק ממנו מידע חדש"
* "חינוך הוא תהליך למידה בו האדם רוכש ידע, מיומנות, ערכים, דעות ועמדות וזה בעצם גורם לעיצוב האישיות שלו"

1. איכות הסביבה-

* "בעקבות הפעילות שלנו בתור בני אדם הצלחנו להרוס את כדור הארץ שלנו ולגרום להתחממות גלובלית שגרמה להרס ומשבר אקלים מאוד חמור"
* "עלינו לקחת את המדע לפיתוח רעיונות ודרכים נגישות לשפר את איכות הסביבה ולגרום לגופים הגדולים לעבור לפתרונות ידידותיים יותר לסביבה"
* "אם נצרוך פחות, נעבור לתזונה שבעיקרה מן הצומח, נפסיק לקנות אופנה מהירה, ונחסוך במשאבים נוכל להציל את כדור הארץ שלנו"
* "עלינו להפיץ את המסר בנוגע לאיכות הסביבה ולדרוש שינוי משמעותי מהשלטון להשפיע על האנשים הסובבים אותנו ועל מקבלי ההחלטות שיוכלו לשפר את העולם שלנו ולדאוג לאיכות הסביבה"
* "אנו צריכים לאמץ הרגלי מחזור של נייר, בקבוקים, סוללות וכדומה ותוך כדי לעודד אנשים אחרים למחזר על מנת שנוכל לצמצם את הפסולת הגלובלית"

1. שוויון זכויות-

* "לאנשים עם מוגבלויות יש זכויות כמו כל אזרח אחר במדינה. גם לאנשים אלו מגיע לבלות, לקנות, לנסוע ולקבל שירות כמו כל אזרח ישראלי"
* "כל המדינות בעולם צריכות לקיים שוויון חברתי מדיני גמור בין כל אזרחיה ללא הבדל דת, גזע ומין"
* "לכל בני אדם זכות לשוויון והגנה שווה בפני החוק. על מדינת ישראל כמדינה דמוקרטית לנהוג בשוויון כלפי כל בני האדם ללא הבדל"
* "גם לקהילה הגאה מגיע שוויון בפני החוק בכל הנוגע לפונדקאות ואימוץ ילדים על מנת להקים משפחה כמו כל בן אדם אחר"
* "צריך להכניס שיווין מגדרי בכל מדינות העולם במערכת החינוך, לתוכנית הלימודים על מנת שערך השוויון יעוגן כבר מגיל צעיר"
* "כל אדם ואדם צריך לנהוג בשוויון מלא, לא משנה מה צבע עור גופו, לא משנה מה המגדר שלו, ולא משנה במה הוא מאמין

***הכנת הסרטונים***

* סרטוני רעיון- בעזרת תשובות הסקר חיפשנו מידע עבור הרעיונות השונים והכנו סרטונים המשמשים כסרטוני רעיון, והוספנו להם כתוביות. הבן אדם שדיבר היה אדם רנדומלי שהנבדקים לא מכירים.
* סרטוני בן זוג- כאשר הסרטונים נשלחו אלינו, הוספנו כתוביות. הבן אדם שדיבר היה הבן זוג של כל נבדק.
* סרטוני בקרה- סרטונים שצולמו מראש, הוספנו להם כתוביות. הבן אדם שדיבר היה אותו אדם רנדומלי.

קריטריונים לסרטונים:

* אורך הסרטון 9 שניות (המשפטים נכתבו באורך המתאים ל9 שניות)
* הסרטונים צולמו ברקע של קיר לבן, תאורה ואיכות סבירה, בסביבה שקטה (על מנת שישמעו את המשפטים בברירות).
* הסרטון מצולם בכך שרואים את המצולם מהמותניים ומעלה (דוגמה למטה)
* תמונה שמכילה קיר, מקורה

  התיאור נוצר באופן אוטומטיהסרטון מצולם לרוחב (לא לאורך, משמע הנייד מסובב)

דוגמה בתמונה 1 :

תמונה 1

**מהלך ניסוי ראשי**

***תיאור כללי של הניסוי:***

אנו ביצענו את הניסוי על נבדקים בגילאים 18-38 שנמצאים במערכת יחסים לפחות חצי שנה.

כל נבדק ביצע 3 תנאים בFMRI - צפייה בסרטון של בן הזוג שאומר את המשפטים הניטרליים שבחרנו מראש, צפייה בסרטון של הרעיון עם המשפטים שקשורים לרעיון עצמו שנבחר מראש וצפייה בסרטון של אדם האומר משפטים הדומים לאלו שהבן הזוג אמר (תנאי בקרה).

לאחר כל סרטון, עליו לדרג מ1-4 את מידת המשיכה לסרטון.

את סרטוני הבקרה והרעיון אנחנו הכנו מראש. סרטוני הבן זוג הוכנו על ידי בני הזוג של הנבדקים.

***התנאים בניסוי:***

תנאי הניסוי:

1. צפייה בסרטון של בן הזוג
2. צפייה בסרטון של הרעיון
3. צפייה בסרטון של איש רנדומלי (תנאי בקרה)
4. שאלת דירוג
5. מנוחה

תנאי 1- כל נבדק התבקש לשלוח סרטון של בן זוגו אומר את המשפטים הבאים.

תנאי 3 (בקרה) - אדם רנדומלי (שהנבדקים לא מכירים) אמר בסרטון את אותם המשפטים.

תנאי 2- אדם רנדומלי מדבר על הרעיון שכל נבדק בחר בסקר.

תנאי 4- שאלת דירוג- הנבדקים מתבקשים לדרג את רמת המשיכה מ1-4.

***המשפטים:***

1. גיטרה היא כלי נגינה בעלת שישה מיתרים ויוקליילי הוא כלי נגינה בעל ארבעה מיתרים ושניהם כלי פריטה." שמשמשים בתעשיית המוזיקה
2. יש הרבה חברות לטלפון סלולרי, הפופולריות מבניהן הן חברת אפל וחברת גלקסי. לא מזמו הם השיקו טלפונים חדשים.
3. "כשקר בחוץ אני לובש מעיל ונועל מגפיים. כשיורד גשם אני לוקח איתי מטריה כדי לא להירטב בגשם"
4. "כל סט מצעים מורכב מסדין, ציפות לכריות וציפה לפוך וכל הסטים האלה נמכרים בחנויות השונות."
5. "כותנה זה צמח שגדל בשדה כותנה, זיתים זה פרי שגדל במסיק, ענבים זה פרי שגדל בכרם"
6. "בשפה העברית יש 22 אותיות ובשפה האנגלית יש 4 אותיות יותר מעברית, משמע 26 אותיות סה"כ"

המשפטים נבנו בצורה שיספיקו לסרטון של 9 שניות, לאחר בדיקה של כל משפט. מטרת המשפטים היא לשמש כמשפטים ניטרליים שייגרמו לכמה שפחות אסוציאציות רגשיות בקרב הנבדקים. כלומר, משפטים שלא יעוררו תחושת משיכה, וישמשו כמשפטים לתנאי הבקרה.

***תגובות הנבדקים שהוקלטו***

על הנבדקים לדרג אחריי כל סרטון את רמת המשיכה שחוו:

הם קיבלו קופסא שבה ניתן ללחוץ על 4 כפתורים. בעזרת הקופסא, הנבדקים דירגו את רמת המשיכה מ1-4 כך שהכפתור הכי ימני-מייצג את רמת המשיכה הכי גבוהה (4), והכפתור הכי שמאלי מייצג את רמת המשיכה הכי נמוכה (1). הם נדרשו ללחוץ על הכפתורים בעזרת יד ימין, כך שהאצבעות מסמלות רמת משיכה- זרת= רמת משיכה הכי גבוהה (4), ואצבע= רמת משיכה הכי נמוכה (1) .

תמונה 2

תמונה 1

התגובות שהוקלטו הם רמת המשיכה שכל נבדק בחר בכל שאלת דירוג במהלך הניסוי.

בתמונה 2 ניתן לראות את שקופית הדירוג שראו הנבדקים במהלך הניסוי ושאלת הדירוג.

מדוע בחרנו את השאלה- מה רמת המשיכה שהרגשת בזמן הצפייה בסרטון מ1-4?

בחרנו לשאול לגבי רמת המשיכה בכלליות ולא לפצל את השאלה ל- מה רמת המשיכה לאדם/ לרעיון על מנת לא לכוון את הנבדקים למשהו ספציפי וכך לא ישפיעו על תוצאות הניסוי.

**הגירויים בניסוי:**

ישנם 3 תנאים בניסוי שמשמשים כגירויים ו6 חזרות על כל תנאי. כל חזרה היא גירוי= 18 גירויים בניסוי:

תנאי בקרה:

control1.avi, control2.avi, control3.avi, control4.avi, control5.avi, control6.avi.

תנאי בן זוג:

partner1.avi, partner2.avi, partner3.avi, partner4.avi, partner5.avi, partner6.avi.

תנאי רעיון:

idea1.avi, idea2.avi, idea3.avi, idea4.avi, idea5.avi, idea6.avi.

*זמני הצגת הגירויים:*

* כל סרטון אורך כ9 שניות (18 סרטונים סה"כ- 6 לתנאי בקרה, 6 לתנאי בן זוג, 6 לתנאי רעיון)
* תגובת הנבדקים- דירוג משיכה- 3 שניות
* משך ההפסקה בין הסרטונים- 6 שניות (מסך לבן)

***זמני הניסוי***

התחלת וסיום הניסוי-

על מנת לקבל מדד טוב לאות הבסיסי של המוח, בנוסף להפסקות בין התנאים הוספנו הפסקה של 30 שניות בתחילת הניסוי, והארכנו את ההפסקה האחרונה (לאחר הגירוי האחרון) ל-21 שניות.

המשך הכולל של הניסוי-

342 שניות- 5 דק ו42 שניות

***רנדומיזציה*** (סדר החזרות באקסל היה לפי סדר הרנדומיזציה)

1= צפייה בסרטון של בן הזוג- partner(number).avi

2= צפייה בסרטון של הרעיון- idea(number).avi

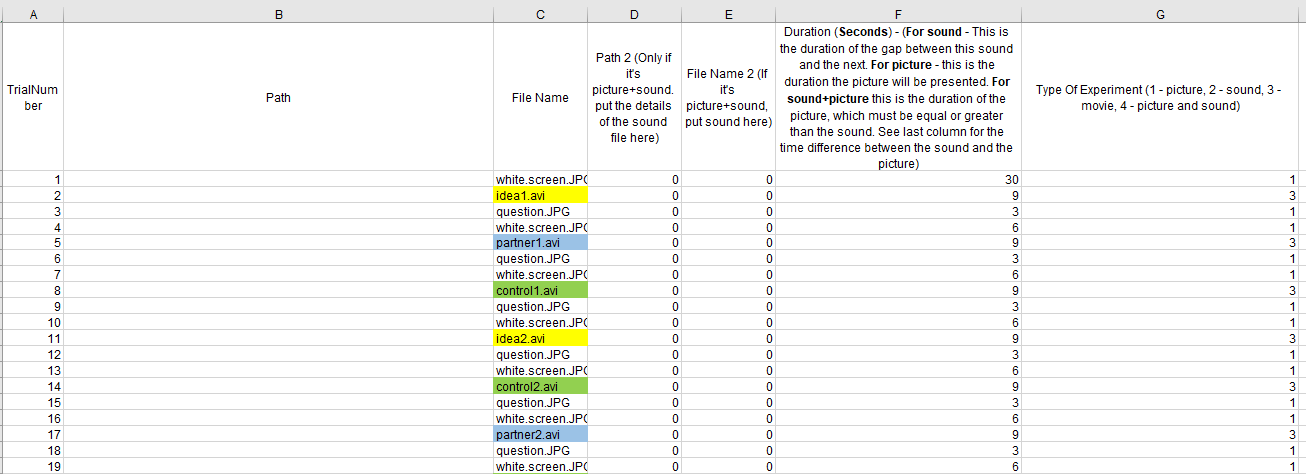
3= צפייה בסרטון של איש אחר (תנאי בקרה) - control(number).avi

בין כל סרטון הופיע:

שאלת דירוג- qusetione.JPG

מנוחה- white.screen.JPG

הסדר של הסרטונים (הופיע כך בקובץ אקסל, ניתן לראות בתמונה 3A ):

1. 2

2. 1

3. 3

4. 2

5. 3

6. 1

7. 3

תמונה A3- קובץ האקסל בניסוי

8. 1

9. 2

10. 3

11. 1

12. 3

13. 1

14. 2

15. 2

16. 1

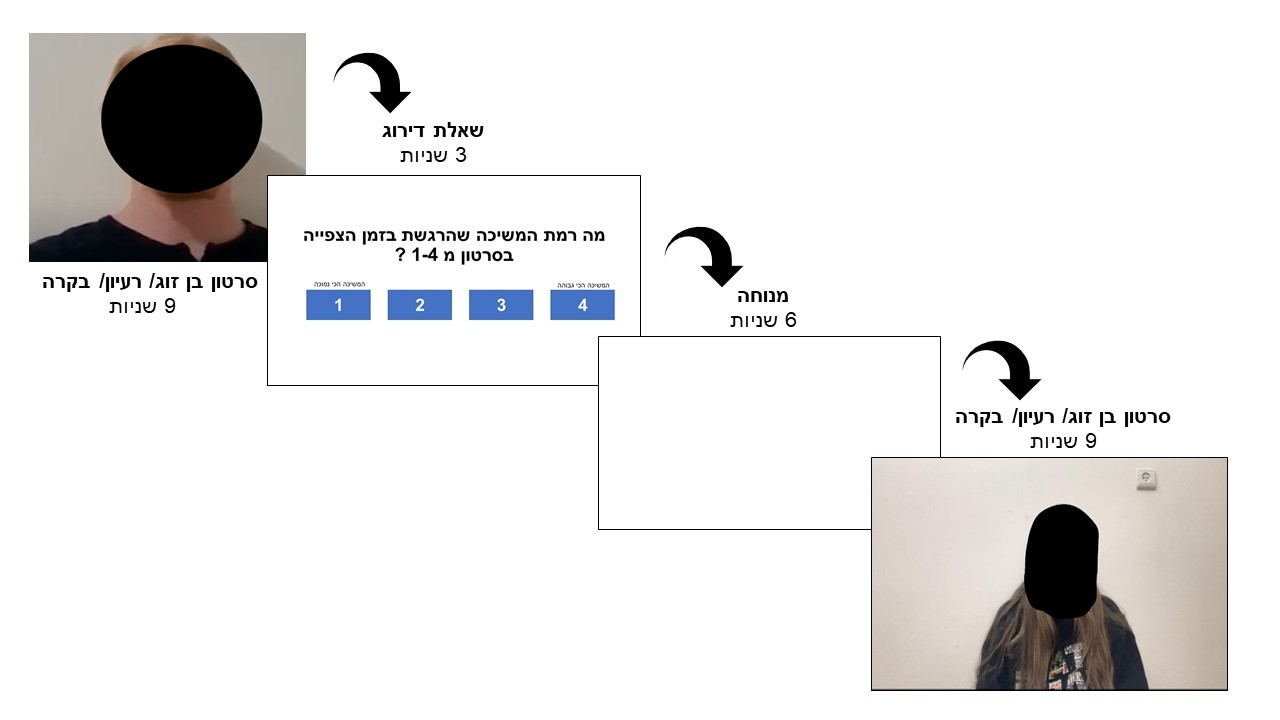
17. 3

18. 2

לאחר כל סרטון שאלת דירוג ואז הפסקה.

**סיכום מהלך הניסוי:**

השקופיות חוזרות בסדר המצוין בתמונה 3B:



תמונה B3-סיכום מהלך הניסוי בניסוי

***אימון ניסוי:***

לפני הניסוי הראשי, הרצנו לנבדקים אימון ניסוי הדומה לניסוי המקורי.

הנבדקים התבקשו לדרג את רמת המשיכה שחוו לאחר כל סרטון, בדיוק כמו הניסוי המקורי.

* **מהלך אימון הניסוי**- 2 סרטונים (שאורכם 9 שניות, בדומה לניסוי הראשי) שבניהם הייתה שאלת דירוג ואז הפסקה .

המשפטים באימון ניסוי:

1. "אנו מתאימים את הבגדים שלנו לפי המקומות שבהם אנחנו נמצאים. במיטה בבית אנחנו בדרך כלל לובשים פיג'מה ובחדר הכושר אנחנו לובשים בגדי ספורט".
2. "בשיעור מתמטיקה אנחנו משתמשים במחשבון, בשיעור אנגלית אנחנו משתמשים במילון או מילונית, בשיעור תנך אנחנו משתמשים בספר התנך".

אורך אימון ניסוי:

* 2 סרטונים- כל סרטון 9 שניות
* שאלה דירוג- 3 שניות
* הפסקה- 6 שניות
* הפסקה לפני תחילת הניסוי- 30 שניות

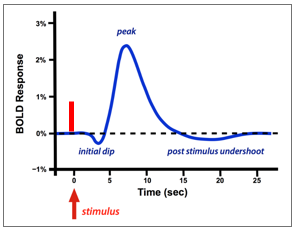
סה"כ- 66 שניות- דקה ו6 שניות.

**מכשיר MRI**

מהלך הניסוי התרחש בתוך מכשיר הנקרא "Magnetic Resonance Imaging" , ובראשי תיבות MRI. בעזרת סריקה לא פולשנית בדקנו את הפעילות המוחית של הנבדקים במהלך הניסוי בעזרת יישום FMRI (Functional MRI) .

דימות תהודה מגנטית תפקודי= FMRI - בניסוי שלנו, השתמשנו במכשיר FMRI 3 טסלה- זמן המעבר על כל חתכי המוח הוא 3 שניות= TR.

בזמן פעילות תאי העצב, דרושה אנרגיה ולכן ישנה אספקת דם מוגברת לרשתות נוירונים שפועלות.

החמצן נישא בדם כשהוא קשור לחלבון ההמוגלובין הנמצא בתאי הדם האדומים, המוגלובין הוא חלבון המכיל 4 יוני ברזל וקושר אליו חמצן. להמוגלובין יכולת לאחוז בחמצן ולשחרר אותו, בהתאם לריכוז החמצן בסביבה. בזמן פעילות תאי עצב, ישנה אספקה מוגברת של דם מחומצן לרשתות נוירונים הפועלות. במקרה זה, חמצן "משתחרר" מהמוגלובין אל תאי העצב. סורק הFMRI מודד באופן לא ישיר את פעילות תאי העצב בהתבסס על הבדלי ההשפעות שיוצר הסיגנל התהודה המגנטית של המוגלובין מחומצן לעומת סינגל התהודה המגנטית של המוגלובין לא מחומצן (16). כלומר, המוגלובין שהוא מחומצן לא מעוות את השדה המגנטי, ולפיכך השדה המגנטי בהמוגלובין לא מחומצן מעוות ואינו אחיד כך שאות שנמדד קטן יותר. האות שנמדד נקרא אות ה"BOLD" - Blood-oxygen-level-dependent , כלומר הדמיה תלויה ברמת החמצן בדם. בעזרת אות הבולד ניתן למדוד פעילות עצבית באזורי המוח (באופן יחסי) .

בתהליך של neurovascular coupling (צימוד בין הפעילות העצבית לבין תגובות של כלי הדם ותכונות הדם עצמו) פעילות עצבית גורמת לשינויים המודינמיים. כלומר, שינויים בדם שהם בין השאר שינויים ברמות ההמוגלובין בדם ובזרימת הדם אשר משפיעים על השדה המגנטי בסביבתם, ולכן ניתן למדוד אותם.

השינוי באות הBOLD בתגובה לפעילות עצבית במוח נקרא "פונקציית התגובה ההמודינמית",

בתמונה A4 ניתן לראות את הזמן בו מוצג הגירוי בציר הX, בו מתרחשת הפעילות העצבית (עמודה אדומה). בציר הY מיוצג אות הBOLD. הצבע הכחול מייצג את השינוי באות ה-BOLD לעומת הזמן שנגרם בגלל השינוי ברמת החימצון של הדם בעקבות הפעילות העצבית. שינוי זה נקרא **פונקצית התגובה ההמודינמית (HRF).**

תמונה A4- גרף פונקציית התגובה ההמודינמית

שלבי פונקצית התגובה ההמודינמית לעומת הפעילות העצבית:

* התגובה ההמודינמית (של הדם) היא הרבה יותר ארוכה- היא נמשכת מספר שניות, ומגיעה לשיאה לאחר כ5 שניות.
* ככל שיש יותר המוגלובין לא מחומצן, אות הBOLD יהיה קטן יותר. עם זאת, בגרף ניתן לראות שהפעילות העצבית גורמת לעליה באות הBOLD. הסיבה לכך היא שאמנם יש ירידה קטנה בסינגל (=initial dip), שקשה לגלות אותה, אך כפיצוי האזור בו בוצעה הפעילות העצבית "מוצף" בהרבה דם מחומצן בעקבות השינויים ההמודינמיים שנגרמים מהפעילות העצבית, יותר מהיכולת של כל התאים לקלוט את החמצן, וההמוגלובין הלא מחומצן "נשטף", ולכן ישנה עלייה בסינגל.

**שיטת ניתוח הנתונים:**

**ניתוח תגובות הנבדקים:**

לאחר הניסוי, קיבלנו 5 קבצי אקסל (=5 נבדקים) שבכל קובץ יש את תגובת הנבדק לניסוי. בניסוי שלנו, הנבדקים התבקשו לדרג את רמת המשיכה לאחר כל סרטון מ1-4, כך שבכל קובץ אקסל ניתן לראות את הדירוגים של הנבדק במהלך הניסוי.

לניתוח תגובות הנבדקים ביצענו מספר שלבים:

1. **לכל קובץ אקסל**= לכל נבדק- חישבנו **ממוצע** של כל הדירוגים בתנאי רעיון לעומת תנאי בן זוג:

חישוב הממוצע- באמצעות פונקציית average באקסל

1. חישבנו **ממוצע של כל ממוצעי הדירוגים של כל הנבדקים** בתנאי רעיון לעומת תנאי בן זוג.
2. **מדד הפיזור**- חישבנו את **שגיאת תקן** של כל ממוצעי הדירוגים של כל הנבדקים בתנאי רעיון לעומת תנאי בן זוג. שגיאת התקן הוא מדד פיזור המסמל עד כמה התוצאות רחוקות מהממוצע במדגם מסוים.

חישוב שגיאת התקן - שגיאת התקן שווה לסטיית התקן חלקי השורש של מספר התוצאות. השתמשו בפונקציית stdev המחשבת סטיית תקן, ואז חילקנו את התוצאה בשורש של מספר התוצאות (=5, 5 נבדקים) באמצעות פונקציית sqrt.

1. **גרף**- הכנו גרף שכולל בתוכו את 2 התנאים בציר הX- תנאי רעיון ותנאי בן זוג, וממוצעי הדירוג לסרטון בציר הY.

העמודות שבגרף תואמות ממוצעים של התנאים, והקווים השחורים הם Error bars, המראים את הטעות על אותו ממוצע שבו הם נמצאים, הטעות היא שגיאת התקן.

1. **בדיקת השערת מחקר**- השתמשנו במבחן סטטיסטי הנקרא "**t test".** מבחן זה בודק האם ההבדל בין הממוצעים של 2 התנאים בניסוי מובהק מבחינה סטטיסטית.

השתמשנו במבחן t test למדגמים תלויים- מבחן בו ההשוואה של הממוצעים של 2 תנאי הניסוי שבו ניתן לזווג תוצאות, וזיווגנו את המשיכה של כל נבדק בתנאי רעיון ובתנאי בן זוג. השתמשנו בפונקציית t test ובחרנו מבחן מזווג. הערך שקיבלנו נקרא p value – ככל שערך זה נמוך יותר, כך התוצאה מובהקת יותר סטטיסטית. תוצאה מובהקת נחשבת מתחת ל5 אחוז ( p<0.05 )

**עיבוד נתונים בFMRI**

***עיבוד נתונים מקדים לפני ניתוח נתוני FMRI:***

לאחר הרצת הניסוי במכשיר FMRI, התקבלו 2 קבצים:

* **קובץ אנטומי**- לאחר סריקות הנבדקים, התקבל קובץ אנטומי המכיל מידע לגבי אנטומית המוח של כל נבדק.

הקובץ עבר לקואורדינטור Talairach - "קופסה" עם גודל קבוע שמכניסים אליו את כל המוחות של כל הנבדקים על מנת שכל המקומות המוחיים יהיו באותו מקום לכל הנבדקים, והדבר מאפשר להשוות בין מוחות של נבדקים שונים ולאפשר הבנה יותר מדויקת לגבי המיקום של אזורים שונים במוח.

* **קובץ תפקודי/ פונקציונלי** = פעילות מוחית- קובץ המכיל מידע לגבי הפעילות המוחית של כל נבדק במהלך הניסוי.

הקובץ עבר עיבוד מקדים- pre- processing – עיבוד המאפשר ניקוי רעשים, ניקוי תנועות ראש וכדומה, על מנת לקבל נתונים יותר "נקיים".

השלבים השונים:

* Slice time correction- כל סריקה בMRI נמשכת 3 שניות (3=(TR שבמהלכן נסרקות שכבות שונות של המוח וישנם 32 חתכים שונים. משום שסריקה מלאה של המוח נמשכת 3 שניות, ישנו הפרש בין הזמן בו נסרק החתך הראשון לבית הזמן שבו נסרק החתך האחרון. לכן, משתמשים בשיטה זאת על מנת לתקן את העובדה שלא כל חתך נסרק בדיוק באותו הזמן כמו חתך אחר, והפעילות המוחית שנסרקת בחתך אחד לא נמדדת באותו שלב כמו הפעילות המוחית בחתך אחר.
* Spatial smoothing (החלקה מרחבית)- הרחבה של פעילות מוחית בווקסל אחד על גבי ווקסלים שנמצאים בקרבתו. החסרון בשיטה זו הוא שמריחת התמונה על גבי ווקסלים קרובים גורמת לאי דיוק. לעומת זאת, היתרון הוא שהווקסל מאוד קטן ובעזרת המריחה ניתן לזהות פעילויות בקלות. כמו כן, השיטה מאפשרת לעשות ממוצע בין 2 נבדקים ויותר.

לאחר העיבוד הראשוני של שני הקבצים, הם עברו 2 שלבים:

1. **co-registration**- התאמה בין הקובץ התפקודי לקובץ האנטומי - שמנו את שני הקבצים אחד על השני. מכיוון שהקובץ התפקודי בעל רזולוציות מרחביות זהות או שונות, המטרה של הליך זה הוא להבטיח קובץ משותף בו כל הקבצים מיושרים מרחבית וכך כל חתך של המוח מבחינה אנטומית יחפוף ככל האפשר בחתךהמוח מבחינת תפקודית.
2. מעבר **לקואורדינטות Talairach-** קובץ VTC- קובץ תפקודי בקואורדינטות Talairach. Talairach היא מערכת קואורדינטות תלת מימדית (המכונה 'אטלס') של המוח האנושי, המשמשת למיפוי מיקומם של מבני מוח ללא תלות בהבדלים אינדיבידואליים בגודל ובצורה הכללית של המוח האנושי. כתוצאה מכך, המרחקים לאזורים במוח הם פרופורציונליים לגודל המוח הכללי הסטנדרטי. בנוסף לכך, בגלל שכל המוחות שנסרקו מותאמים למערכת הזו ניתן להשוות בין מוחות של נבדקים שונים, וכך כאשר מזינים קואורדינטה מסוימת זה ייתן אזור זהה בכל מוח של נבדק.

נוסחת GLM - general liner model

GLM הוא מודל מתמטי שבעזרתו ניתן לקבל ערך מספרי עבור על אחד מהתנאים בניסוי הנקראים בטא (b). כלומר, המודל נותן לנו מספר שאומר מה רמת הפעילות בכל תנאי בניסוי ובכל אזור במוח.

Time course -פעילות לאורך הניסוי, איך נראה אות הבולד בווקסל אחד לאורך כל הניסוי.

**הנוסחה:**

Time Course= beta(idea) x predictor(idea) + beta(partner) x predictor(partner) beta(control) x predictor(control) + beta(question) x predictor(question) +

תמונה שמכילה טקסט, צג, מקורה, מסך

התיאור נוצר באופן אוטומטילכל תנאי בניסוי שלנו יש פרידקטור:

הפרדיקטורים הם פעילות מוחית אידיאלית של כל אחד מהתנאים.

כפי שניתן לראות בתמונה B4, הפרדיקטורים בניסוי שלנו עבור כל אחד מהתנאים בצבעים שונים (שנקבעו על פי הפרוטוקול) :

תמונה B4- הפרדיקטורים בניסוי

* Control- תנאי בקרה- צבע ירוק
* Idea- תנאי רעיון- צבע צהוב
* Partner- תנאי בן זוג- צבע כחול
* Question- תנאי שאלת דירוג- צבע סגול

תמונה שמכילה טקסט, צג, מקורה, צילום מסך

התיאור נוצר באופן אוטומטיבתמונה 5 ניתן לראות את הפעילות המוחית של כל נבדק עם הפרדיקטורים (שזהה לכל הנבדקים) - הכנה לGLM הקבוצתי

תמונה 5- הכנה לGLM

כל פרדיקטור מוכפל בבטא beta :

הבטא מייצגת את הפעילות המוחית בכל תנאי - b>0 עליה בפעילות, b=0 לא היה שינוי בפעילות, b<0 ירידה בפעילות .

מטרת ההכפלת של הפרדיקטורים בבטא היא בשביל ליצור יחס בין התנאים, אשר משמש להשוואת הפעילות המוחית בין כל אחד מהתנאים . (מקור הפרידקטורים מהפרטוקול, מקור הבטא מהניסוי עצמו).

***יצירת מפות השוואתיות- קונטרסט:***

על מנת לבדוק את ההבדלים בפעילות המוחית בין התנאים השונים, ביצענו קונטרסט- השוואה בין 2 תנאים (או יותר) על מנת לראות את הפעילות המוחית בתנאי אחד הנבדלת בתנאי אחר.

בניסוי שלנו, יצרנו 2 מפות השוואתיות:

1. תמונה שמכילה טקסט, צג, צילום מסך, מסך

   התיאור נוצר באופן אוטומטימפה 1- **השוואה בין תנאי בן זוג לתנאי בקרה**
2. תמונה שמכילה טקסט, צג, צילום מסך, מסך

   התיאור נוצר באופן אוטומטימפה 2- **השוואה בין תנאי רעיון לתנאי בקרה**

**פרק התוצאות**

**ניתוח התנהגותי- תגובות הנבדקים**

ניתחנו את תגובות הנבדקים במספר שלבים המצוינים בפרק השיטות.

**טבלה 1:**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| תנאי/ממוצע דירוגים | נבדק 1 | נבדק 2 | נבדק 3 | נבדק 4 | נבדק 5 | ממוצע | שגיאת תקן |
| תנאי בן זוג | 2.5 | 3.666667 | 4 | 3 | 1.666667 | 2.966667 | 0.416333 |
| תנאי רעיון | 1 | 2.333333 | 1.166667 | 1 | 1 | 1.3 | 0.260342 |

ניתן לראות **בטבלה 1** בצבע **כחול** את ממוצע הדירוגים של כל נבדק ב2 התנאים- תנאי בן זוג ותנאי רעיון.

בצבע **ירוק**, מצוין הממוצע של כל ממוצעי הדירוגים של כל הנבדקים ושגיאת התקן ב2 התנאים- תנאי בן זוג ותנאי רעיון.

**גרף 1:**

**גרף 1:** מייצג את ממוצעי הדירוג של כל הנבדקים בין תנאי רעיון לעומת תנאי בן זוג.

כפי שניתן לראות בגרף, ממוצעי הדירוג של כל הנבדקים בתנאי בן זוג היה יותר גבוה מאשר תנאי הרעיון.

מבחן t test:

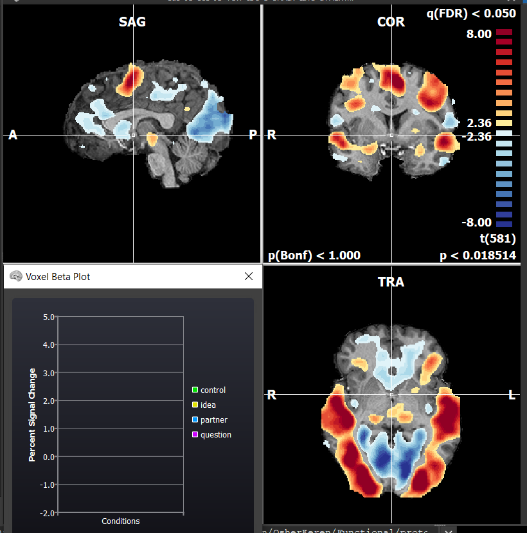
ביצענו מבחן t test מזווג עבור ממוצעי הדירוגים של כל הנבדקים בין תנאי רעיון ולתנאי בן זוג, וה p value שקיבלנו הוא p=0.009936. כלומר, התוצאה שניתן לראות בגרף מובהקת סטטיסטית.

**ניתוח FMRI**

בחלק מהתמונות ניתן לראות את גרף הבטות שמצביע על פעילות מוחית מסויימת בתנאים מסוימים:

* ירוק- תנאי בקרה
* צהוב- תנאי רעיון
* כחול- תנאי בן זוג
* סגול- תנאי שאלה

**סקירה של אזורים במפה הכללית ופעילות מוחית**

****

תמונה 6- הפעילות הכללית של המוח במהלך הניסוי

**בתמונה 6**, ניתן לראות את הפעילות הכללית של המוחות של כל הנבדקים בניסוי. כלומר, הפעילות המוחית שנצפתה לאורך כל הניסוי, בכל התנאים ובכל הנבדקים בתמונה אחת. הצבע האדום מסמל עליה בפעילות המוחית, והצבע הכחול מסמל ירידה בפעילות. (**p<0.018514)** ניתן לראות **בתמונה 7** שלוש תוצאות- A,B,C :

***A: קורטקס שמיעתי ראשוני: p<0.018514***

* **מיקום:** חומר אפור, קרוב ל(7, 19-,64-)

אונה טמפורלית, הגירוס הטמפורלי העליון, אזור ברודמן 42.

* **תפקיד:** קליפת השמיעה הראשונית: מקבלת ממערכת השמיעה מידע על קולות, ומבחינה באיכויות של צלילים כגון עוצמת הצליל וגובהו.

ניתן לראות בתמונה A7, במפה (בגרף הבטות) כי אצל כל הנבדקים ישנה פעילות מוחית באזור הקורטקס השמיעתי הראשוני. בתנאים רעיון, בקרה ובן זוג הפעילות באזור זה הייתה גדולה בהשוואה לתנאי השאלה שפעילותו הייתה יותר נמוכה.

***B: קורטקס מוטורי ראשוני: p<0.018514***

* **מיקום:** חומר אפור, קרוב ל(60, 16-, 36-).

אונה פרונטלית, הגירוס הקדם-מרכזי, אזור ברודמן 4.

* **תפקיד:** אזור זה מעורב בפעולת המערכת המוטורית ומתפקד כמרכז השליטה הראשי על הפעילות המוטורית הרצונית בגוף.

ניתן לראות בתמונה 7B , בגרף הבטות כי אזור זה פעל בזמן תנאי השאלה יותר לעומת התנאים רעיון , בקרה ובן זוג.

***C: קורטקס ראייתי ראשוני: p<0.019514***

* **מיקום:** חומר אפור, קרוב ל(13-, 83-, 32-)

אונה עורפית, הגירוס העורפי התחתון, אזור ברודמן 18.

* **תפקיד:** אזור זה קשור בעיבוד הראשוני של המידע הסנסורי-הראייתי.

ניתן לראות בתמונה 7C כי אזור זה פעל בכל התנאים: בקרה, בן זוג, רעיון ושאלה.

תמונה 7

תמונה שמכילה טקסט, צג, צילום מסך, מסך

התיאור נוצר באופן אוטומטיתמונה שמכילה טקסט, צג, צילום מסך, מסך

התיאור נוצר באופן אוטומטיתמונה שמכילה טקסט, צילום מסך, צג, מסך

התיאור נוצר באופן אוטומטי

**C**

**B**

**A**

**C**

**מפות השוואתיות- קונטרסטים**

**השוואה בין תנאי בן זוג לתנאי בקרה**

***צבעים:***

* פעילות גבוהה יותר בתנאי בן זוג לעומת תנאי הבקרה גווני סגול- ורוד
* פעילות נמוכה יותר בתנאי בן זוג לעומת תנאי הבקרה - גווני כחול

1. ***אזור זיהוי פרצופים- Fusiform Face Area (FFA ) p<0.005043***

* **מיקום**: חומר אפור, קרוב ל(3, 66-, 48).

, אונה טמפורלית, גירוס אמצעי טמפורלי, אזור ברודמן 37.

* **תפקיד:** אזור הקשור לזיהוי פרצופים

תמונה שמכילה טקסט, צג, מחשב, מקורה

התיאור נוצר באופן אוטומטיניתן לראות בתמונה 8 , בגרף הבטות שבתנאי בן זוג באזור זה הייתה פעילות יותר גבוהה מתנאי הבקרה. לפי גרף הבטות ניתן לראות כי העמודה המייצגת את הפעילות בזמן תנאי בן זוג גבוהה יותר מהעמודה המייצגת את הפעילות בזמן תנאי הבקרה.

תמונה 8- אזור FFA

1. ***אזורי רשת ברירת המחדל***

תמונה שמכילה טקסט, צג, מחשב, מקורה

התיאור נוצר באופן אוטומטיתמונה שמכילה טקסט, צג, מחשב, שולחן כתיבה

התיאור נוצר באופן אוטומטי

**A**

**B**

תמונה 9- רשת ברירת מחדל עם פעילות מוחית בניסוי שלנו

בתמונה 9 ניתן לראות חפיפה בין האזורים המוחיים של רשת ברירת המחדל לבין פעילות האזורים המוחיים שנצפו בניסוי שלנו. בצבע כחול מיוצגיםהאזורים שקשורים לרשת ברירת המחדל (נלקח מניסוי אחר) ובגווני סגול מיוצגת תהפעילות המוחית בקונטרסט בין תנאי בן זוג לתנאי בקרה בזמן הניסוי שלנו.

**A**: **p<0.005043**

* **מיקום:** חומר אפור באזור (9, 52, 2-):

, אונה פרונטלית, הגירוס הפרונטלי- מידיאלי, אזור ברודמן 10.

ניתן לראות כי יש עליה בפעילות באזור רשת ברירת המחדל באונה הפרונטלית בזמן תנאי בן זוג. ישנה ירידה בפעילות של האזורים הקשורים לרשת ברירת המחדל בזמן התנאים בקרה, שאלה ורעיון בהתאמה מהירידה הגדולה ביותר לירידה הקטנה ביותר בפעילות.

**B: p<0.005043**

* **מיקום**- חומר אפור (8, 53-, 13-).

האונה הלימבית, פיתול החגורה האחורי (PCC), אזור ברודמן 30.

ניתן לראות כי בצבע כחול מסומנים האזורים שקשורים לפעילות רשת ברירת המחדל באזור האונה הלימבית (נלקח מניסוי אחר), בסגול האזורים שפעלו באזור האונה הלימבית בזמן הניסוי שלנו.

ניתן לראות כי יש ירידה בפעילות באזור רשת ברירת המחדל בזמן תנאי בן זוג, רעיון, ובקרה בהתאמה מהירידה הנמוכה ביותר לירידה הגבוהה ביותר.

**השוואה בין תנאי רעיון לתנאי בקרה**

***צבעים:***

* פעילות גבוהה יותר בתנאי רעיון לעומת תנאי הבקרה- גווני אדום-כתום
* פעילות נמוכה יותר בתנאי רעיון לעומת תנאי הבקרה- גווני כחול

1. ***אזור זיהוי פרצופים- Fusiform Face Area (FFA ) P<0.001434***

* **מיקום:** חומר אפור קרוב ל(1-, 68-, 44)

אונה קודקודית, גיירוס טמפורלי תחתון, ברודמן 37

* **תפקוד:** אזור הקשור לזיהוי פרצופים

תמונה שמכילה טקסט, צג, צילום מסך, מסך

התיאור נוצר באופן אוטומטיבתמונה 10, במפה ניתן לראות שבאזור זה יש פעילות מוגברת בתנאי רעיון לעומת תנאי בקרה.

תמונה 10- FFA

1. **תמונה שמכילה טקסט, צג, שחור, מסך

   התיאור נוצר באופן אוטומטיהיפוקמפוס P<0.001434**

* **מיקום**: חומר אפור קרוב ל(8-, 38-, 28-)

האונה הלימבית, פרה-היפוקמפוטלי גירוס, אזור ברודמן 36.

* **תפקיד**: אחראי על מעבר בין זיכרון קצר טווח לזיכרון ארוך טווח.

כפי שניתן לראות בתמונה 11, ישנה ירידה קטנה יותר בפעילות בתנאי הרעיון לעומת תנאי הבקרה .

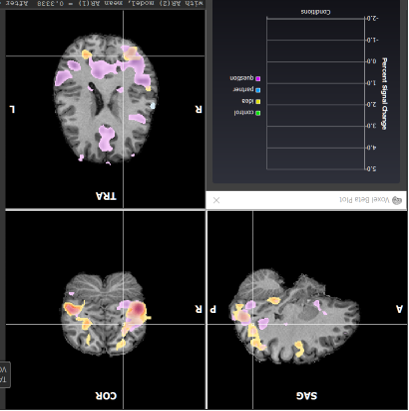
תמונה 11- היפוקמפוס

**מפה השוואתית בין תנאי בן זוג לתנאי רעיון**

ביצענו קונטרסט בין תנאי בן זוג לתנאי רעיון:

***צבעים:***

* פעילות גבוהה יותר בתנאי בן זוג לעומת תנאי רעיון- גווני סגול- ורוד
* פעילות נמוכה יותר בתנאי בן זוג לעומת תנאי רעיון - גווני כתום

***אזורים שאינם חופפים בין תנאי בן זוג לבין תנאי רעיון***\כפי שניתן לראות בתמונה 12, ישנם המון אזורים שאינם חופפים בין התנאי בן זוג לתנאי רעיון.

תמונה 12 – אזורים שאינם חופפים

***אזורים חופפים בין תנאי בן זוג לבין תנאי רעיון***

כפי שניתן לראות בתמונה 13, ישנם 3 אזורים חופפים בין שני התנאים.

**A:** אזור זיהוי פרצופים-FFA

* **מיקום:** חומר אפור, קרוב ל(3, 66-, 48):

צרברום, אונה טמפורלית, הגירוס הטמפורלי המידיאלי חומר אפור, ברודמן 37.

**B**: קורטקס ראייתי ראשוני

* **מיקום:** חומר אפור קרוב ל(2, 85-, 14)

, אונה אוקסיפיטלית, גירוס פיתול החגורה, אזור ברודמן 17.

**C**: היפוקמפוס

* **מיקום**: חומר אפור קרוב ל(9-, 40-, 25)

האונה הלימבית, פרה-הימוקמפוקלי גירוס, אזור ברודמן 36.

תמונה 13- אזורים חופפים

תמונה שמכילה טקסט, מחשב, צג, מקורה

התיאור נוצר באופן אוטומטיתמונה שמכילה טקסט, צג, מסך, צילום מסך

התיאור נוצר באופן אוטומטיתמונה שמכילה טקסט, צג, מסך, צילום מסך

התיאור נוצר באופן אוטומטי

**C**

**B**

**A**

**דיון**

השערת המחקר שלנו היא שהמשיכה לבן זוג חזקה יותר מהמשיכה לרעיון.

***ניתוח התנהגותי***

הניתוח ההתנהגותי בו ניתחנו את תגובות הנבדקים תומך בהשערת המחקר שלנו. בתוצאות אלו, על פי **גרף 1** , ממוצע דירוגי המשיכה לסרטון בתנאי בן זוג היה יותר גבוה מאשר תנאי הרעיון, כלומר, אנו מסיקות שעל פי נבדקים המשיכה שחשו לבן הזוג יותר גבוהה מהמשיכה שחשו לרעיון. התוצאה מובהקת סטטיסטית (p=0.009936).

***ניתוח FMRI***

ישנן מספר תוצאות שמבססות מהימנות לניסוי שלנו. ראשית, בתמונה **7A** ניתן לראות כי הייתה פעילות בקורטקס השמיעתי ראשוני בכל התנאים חוץ מתנאי השאלה. קליפת השמיעה הראשונית מקבלת ממערכת השמיעה מידע על קולות, ומבחינה באיכויות של צלילים כגון עוצמת הצליל וגובהו. מכיוון שבתנאים רעיון, בקרה ובן זוג הופיעו לנבדק סרטונים עם שמע לעומת תנאי השאלה שבו לא היה שמע כלל, לכן אזור הקורטקס השמיעתי הראשוני פעל יותר בשלושת התנאים המצוינים לעיל. בנוסף לכך, ניתן לראות שישנה פעילות דומה בהמיספרה הימנית באותו אזור (כי הנבדקים שמעו משתי האוזניים). שנית, בתמונה **7B** ניתן לראות כי בתנאי השאלה הפעילות המוחית בקורטקס המוטורי הראשוני (המתפקד כמרכז השליטה במוח של המערכת המוטורית הרצונית) הייתה יותר גבוהה משאר התנאים. זאת מכיוון שהנבדקים היו צריכים ללחוץ על מקש (שאלת דירוג- בחירה בין 4 מקשים) בזמן תנאי השאלה. כלומר, לבצע פעולה מוטורית ולכן הפעילות המוחית באזור זה הייתה יותר גבוהה בתנאי השאלה. לעומת זאת, בשאר התנאים הנבדקים לא התבקשו לבצע תנועה ולכן הפעילות באזור זה יותר נמוכה.

שלישית, בתמונה **7C** ניתן לראות כי ישנה פעילות מוחית גבוהה באונה עורפית, הגירוס העורפי התחתון, אזור ברודמן 18, בכל התנאים: בקרה, בן זוג, רעיון ושאלה. אזור זה קשור בעיבוד הראשוני של המידע הסנסורי-הראייתי. בכל התנאים הוצג לנבדקים מידע חזותי- תמונה או סרטון ולכן הפעילות המוחית הייתה דומה בכל התנאים.

בנוסף לכך, כפי שניתן לראות ב**תמונה 9,** מופיע מדרג דומה גם 9A וגם ב9B – המדרג מופיע בגרף הבטות, בו מופיע מדרג של הפעילות המוחית, מהגבוהה ביותר לנמוכה ביותר לפי הסדר תנאי בן זוג, תנאי רעיון, תנאי בקרה . לפי ספרות מדעית קודמת, פעילות באזור רשת ברירת המחדל קשורה לתחושת קרבה (13) . לכן, כאשר הצלבנו את הקונטרסט בין תנאי בן זוג לתנאי בקרה לבין אזורים הקשורים לרשת ברירת המחדל (מניסוי קודם) וגילינו את המדרג בעוצמת הפעילות המוחית בין התנאים בן זוג, רעיון, ובקרה מהעוצמה הגבוהה לנמוכה, שיערנו כי בגלל שהפעילות הזו נלקחה מאזורים שקשורים לרשת ברירת המחדל שפעילותו קשורה לתחושת קרבה, המדרג שמצאנו מבטא גם את תחושת הקרבה לתנאים השונים. מצאנו את אותו המדרג בשני אזורים שונים הקשורים לרשת ברירת המחדל, גם באונה הפרונטלית- הגירוס הפרונטלי- מידיאלי, אזור ברודמן 10 (9A) וגם במערכת הלימבית- פיתול החגורה האחורי (PCC), אזור ברודמן 30 (9B).

אנו משערות כי **הנבדקים חשו קרבה במדרג של בן זוג, רעיון, בקרה מהתחושה החזקה ביותר לתחושה החלשה ביותר בהתאמה**.

בהסתמך על מחקרים שמראים כי יש קשר בין רשת ברירת המחדל לתחושת קרבה, שע"פ מחקרים קשורה לתחושת דמיון, שנמצא קשר בינה לבין תחושת משיכה חברתית ומינית, רצינו לבדוק את הפעילות באזורי רשת ברירת המחדל בזמן כל אחד מהתנאים (רעיון, בן זוג,ובקרה) ולהשוות בניהם. ובכך למדוד הבדלים בין משיכה לרעיון ומשיכה לבן אדם בהתייחס לעוצמת המשיכה.

ע"פ תיאורית אי הוודאות, ככל שיודעים יותר פרטים אישיים על אדם מסוים ופרטים על האמונות, העקרונות והדעות שלו, כך אי הוודאות לגביו פוחתת ותחושת הקרבה אליו עולה. הנבדקים בניסוי שלנו יודעים על בן הזוג שלהם הרבה פרטים אישיים, ופרטים לגביי האמונות והדעות שלו מידע קודם ואילו על האדם שבסרטון רעיון הם יודעים על הדעה שלו (כביכול) לגבי הרעיון שדיבר עליו. יתר על כן,על האדם שבתנאי הבקרה הם לא יודעים דבר.

הראנו כי ע"פ **תמונה 8,** בתנאי בן זוג הייתה פעילות יותר גבוהה באזור הFFA, האחראי על זיהוי פרצופים, מאשר בתנאי הבקרה. לכן, אנו מסיקות כי בתנאי בן זוג הנבדקים זיהו את הפרצוף של בן זוגם.

**בתמונה 12** הראנו כי ישנם המון אזורים שאינם חופפים בין תנאי בן זוג לתנאי רעיון. אנו משערות כי המשיכה לבן זוג והמשיכה לרעיון היא אינה אותו סוג של משיכה.

כפי שניתן לראות **בתמונה 13,** ישנם מספר אזורים החופפים בין תנאי בן זוג לתנאי רעיון. ב13A ניתן לראות כי אזור הFFA, אזור הקשור בזיהוי פרצופים, ישנה פעילות מוחית דומה אך מעט יותר גבוהה בתנאי בן זוג לעומת תנאי רעיון. אנו משערות כי הפעילות המוחית הזו נובעת מכך שהנבדקים זיהו את פרצופם של בני הזוג שלהם יותר מאשר תנאי הרעיון (השערה לפעילות הדומה בתנאי רעיון מצוינת למעלה).

ב13B ניתן לראות כי הפעילות באזור הראייתי הראשוני בתנאי רעיון הייתה דומה לפעילות באזור הראייתי הראשוני בזמן תנאי בן זוג ושניהם היו יותר מתנאי הבקרה. אנו מסיקות מכך הנבדקים הקדישו תשומת דומה לעיבוד מידע ראייתי ראשוני על אדם שדיבר על הרעיון שעניין אותם כמו שהקדישו לבן זוגם ויותר מתנאי הבקרה.

**בתמונה 10,** הייתה עליה בפעילות באזור הFFA שאחראי על זיהוי פרצופים בתנאי הרעיון יותר מבתנאי הבקרה. בשניהם היה בסרטון אותו אדם והייתה רנדומיזציה בניסוי (סדר החזרות באקסל היה לפי סדר הרנדומיזציה) ולכן לא ייתכן שהנבדקים זיהו את הפרצוף של האדם בסרטון בתנאי הרעיון ובתנאי הבקרה לא. על סמך כך, אנו מסיקות כי בתנאי הרעיון הנבדקים הפנו קשב לפנים של האדם שדיבר על הרעיון.

מהמסקנה כי הנבדקים הקדישו תשומת לב דומה לעיבוד מידע ראייתי ראשוני על אדם שדיבר על הרעיון שעניין אותם כמו שהקדישו לבן זוגם, ומהמסקנה כי בתנאי הרעיון הנבדקים הפנו קשב לפנים של האדם שדיבר על הרעיון, אנו מסיקות כי כאשר אדם מדבר על רעיון שמושך אותנו אנו שמים לב יותר לנראות שלו ולפניו מאשר אם הוא היה מדבר על משהו שלא מעניין אותנו. זאת לעומת מה שהיינו מצפות, שתהיה עלייה בפעילות של אזורים שמיעתיים, מאחר שהנבדקים יהיו בתשומת לב רבה יותר לדברים שנאמרים בתנאי רעיון לעומת תנאי בקרה אך לא מצאנו עדות לכך בתוצאות.

**בתמונה 11,** ניתן לראות כי ישנה ירידה קטנה יותר בפעילות בתנאי הרעיון לעומת תנאי הבקרה. אנו משערות כי היה שוני בחוזק של יצירת הזיכרון. בדרך כלל כשההיפוקמפוס פועל יותר זה אומר שהזיכרון שיווצר יהיה חזק יותר, לכן בתנאי הרעיון החוזק של יצירת הרעיון היה גדול יותר מאשר תנאי הבקרה. ניתן לראות כך גם בתמונה 13C, בו אזור ההיפוקמפוס בקונטרסט בין תנאי בן זוג לתנאי רעיון מראה פעילות דומה.

לסיכום, אנו משערות כי **הנבדקים חשו קרבה במדרג של בן זוג, רעיון, בקרה מהתחושה החזקה ביותר לחלשה ביותר בהתאמה**. בנוסף אנו מסיקות כי **המשיכה לבן זוג חזקה יותר מהמשיכה לרעיון.**

***חשיבות התוצאות:***

במחקר שלנו רצינו לבדוק את ההבדלים בין משיכה לבן אדם לבין משיכה לרעיון ומצאנו כי אין יחסית הרבה אזורים מוחיים חופפים בניהם. על כן, אנו משערות כי המשיכה לבן אדם היא שונה ממשיכה לבן זוג וישנם הבדלים משמעותיים ביניהן.

בנוסף, הנבדקים בניסוי שלנו יודעים על בן הזוג שלהם הרבה פרטים אישיים, ופרטים לגביי האמונות והדעות שלו מידע קודם ואילו על האדם שבסרטון רעיון הם יודעים על הדעה שלו (כביכול) לגבי הרעיון שדיבר עליו. יתר על כן, האדם שבתנאי הבקרה הם לא יודעים דבר. ע"פ תוצאות המחקר שלנו, אנו משערות כי הנבדקים חשו קרבה במדרג של בן זוג, רעיון , בקרה מהתחושה החזקה ביותר לחלשה ביותר בהתאמה.

**לכן תוצאות המחקר שלנו מתאימות ומחזקות את תיאוריית אי הוודאות.**

***פגמים אפשריים בניסוי:***

1. מספר נבדקים קטן- בניסוי שלנו השתתפו 5 נבדקים. מכיוון שהמדגם מצומצם ואין ריבוי פריטים קיימת האפשרות שתוצאות המחקר שלנו מקריות ולא ניתן להסיק מסקנה מהימנה מהניסוי.
2. המשיכה שנבדקה בתנאי רעיון יכולה להיות גם משיכה לאדם שדיבר. כלומר, הנבדקים יכלו לחוש משיכה כלפי האדם שדיבר על רעיון בסרטון ולכן יכול להיות שהמשיכה לא הייתה רק משיכה לרעיון.
3. שאלת הדירוג- קיימת האפשרות כי הנבדקים לא הבינו כראוי את שאלת הדירוג כמו שרצינו (דירוג רמת משיכה לרעיון עצמו) . כלומר, יכול להיות שחלקם חשבו על רמת משיכה לאדם שדיבר בזמן תנאי הרעיון ולא דירגו את רמת המשיכה לרעיון עצמו. בחרנו לשאול לגבי רמת המשיכה בכלליות ולא לפצל את השאלה ל- מה רמת המשיכה לאדם/ לרעיון על מנת לא לכוון את הנבדקים למשהו ספציפי וכך לא להשפיע על תוצאות הניסוי ההתנהגותיות.
4. משפטי הרעיונות- קיימת האפשרות שמשפטי הרעיון לא היו מדויקים ותואמים לרעיון שהנבדקים בחרו.
5. משפטי הבקרה והבן זוג- קיימת האפשרות כי משפטים אלו לא היו ניטרליים מבחינת הנבדקים, מהסיבה שהם יכולים להעלות לנבדקים אסוציאציות, זיכרונות קודמים וחוויות שמשפיעות על תוצאות הניסוי.

***הצעות לניסוי המשך:***

1. אנו ממליצות לחוקרים לחזור על הניסוי שלנו ולבצע את מערך הניסוי עם מדגם רחב יותר של נבדקים על מנת שתוצאות המחקר שלנו יהיו יותר מהמינות ולוודא כי התוצאות אינן מקריות.
2. ניסוי המשך עם תנאים נוספים- תנאי של סרטון רק עם שמע שמדבר על רעיון שהנבדק נמשך אליו, תנאי של סרטון של אדם זר שמדבר על אותו רעיון ואותו אדם זר שמדבר על משפטים רנדומליים. על מנת לבודד את ההבדל במשיכה רק לרעיון לבין האדם שמדבר על הרעיון והרעיון ביחד.
3. במחקר שלנו לא חיפשנו את הקשר בין פעילות מערכת התגמול לבין משיכה לרעיון, לכן נמליץ במחקרי המשך לבדוק את הקשר, הנ"ל על מנת לראות אם יש באמת מנגנון זהה למשיכה לרעיון כמו למשיכה לבן אדם (שהיא חלק מהאהבה הרומנטית). ידוע ממחקרים קודמים שהמנגנון המוחי של אהבה רומנטית הוא הפעלה של מערכת הגמול (VTA ואזור הגרעין הזנבי) . על מנת לבדוק את ההבדל בין משיכה לרעיון לבין משיכה לאדם (אחד מההיבטים של אהבה רומנטית) נרצה לראות האם האזורים שפועלים בזמן משיכה לרעיון הם אותם אזורים שפועלים כמו במשיכה לבן אדם, במערכת הגמול וכך נדע אם יש לזה אותו מנגנון מוחי, מה שישמש כעדות לקיום השוני בין משיכה לרעיון למשיכה לבן זוג.

**רשימת מקורות**

1. H. Fisher et al (2005), ***Romantic love: An fMRI study of a neural mechanism for mate choice,*** Journal of Comparative.
2. CR Gerfen et al (1980), **The neosteiatal mosaic: II. Patch-and mateix-directed mesostrial dopaminegic and non-dopaminic system**, Journal of Neuroscience**.**
3. *DM schultz et al(2000),* ***The intricacies of instabilities****, Monthly weather*
4. H. Mochizuki et al (2015), ***Scratching Induces Overactivity in Motor-Related Regions and Reward System in Chronic Itch Patients***, Journal of Investigative Dermatology.
5. A. Bartels et al (2004), ***The neural correlates of maternal and romantic love***, NeuroImage.
6. R. Lin et al (2017), ***Self-disclosure on SNS: Do disclosure intimacy and narrativity influence interpersonal closeness and social attraction?*** , Computers in Human Behavior.
7. R. Lin et al (2016), ***Ambient intimacy on Twitter***, Journal of Psychosocial Research on Cyberspace.
8. NL. Collins et al (1994), ***Self-disclosure and liking: A meta-analytic review***, Psychological bulletin.
9. A. Aron et al (1997), ***The Experimental Generation of Interpersonal Closeness: A Procedure and Some Preliminary Findings***, Personality and Social Psychology Bulletin.
10. LK. Knobloch (2015), ***Uncertainty Reduction Theory***, The International Encyclopedia of Interpersonal Communication.
11. S. Sprecher et al (2013), ***Effects of self-disclosure role on liking, closeness, and other impressions in get-acquainted interactions***, Journal of Social and Personal Relationships.
12. W. Stroebe et al (1971), ***Effects of physical attractiveness, attitude similarity, and sex on various aspects of interpersonal attraction***, Journal of Personality and Social Psychology.
13. CR. Berger et al (1974), ***Some Explorations in Initial Interaction and Beyond: Toward a Developmental Theory of Interpersonal Communication***, Human Communication Research.
14. DS. Fareri et al (2020), ***The influence of relationship closeness on default-mode network connectivity during social interactions***, Social Cognitive and Affective Neuroscience.

# 15) Xu lei et al (2016), *Activation and Connectivity within the Default Mode Network Contribute Independently to Future-Oriented Thought,* nature.

16) עופר בן חורין (2019), ***כיצד עובד FMRI ?,*** הידען.