

סיכום פסיכולוגיה קוגניטיבית 10264 – פרק 5 זיכרון קצר

מתוך הקלטות ומצגות המנחה גיא שעשוע

מהו זיכרון

זיכרון

הזיכרון הוא כלל התהליכים המעורבים בקידוד, שליפה ושימוש במידע על גירויים, דימויים, אירועים, רעיונות ומיומנויות שמקורו בעברנו.

סוגי/מנגנוני זיכרון

1. זיכרון לטווח קצר/זיכרון עבודה
2. זיכרון חושי
3. זיכרון אפיזודי לטווח ארוך
4. זיכרון סמנטי לטווח ארוך
5. זיכרון פרוצדורלי לטווח ארוך

המודל המודאלי של הזיכרון

Atkinson & Shiffrin, 1968

1 - הזיכרון החושי

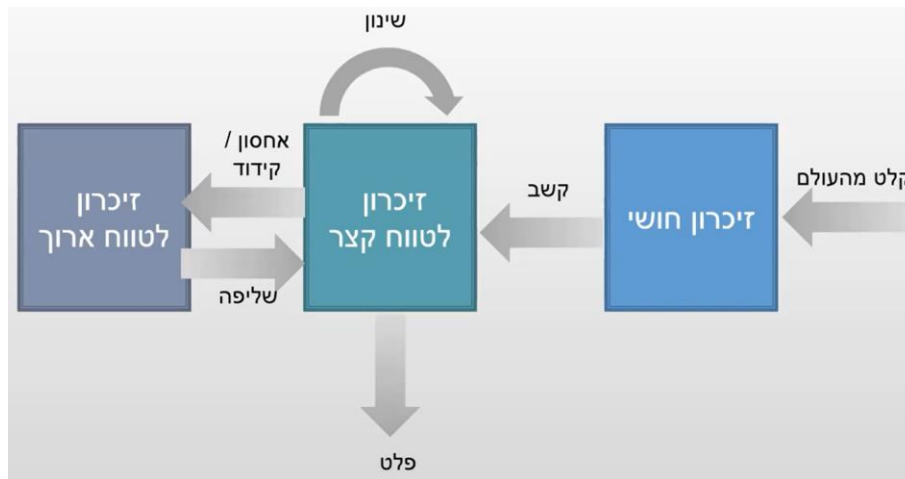
- שימור למשך פרקי זמן קצרים מאוד (חלקיקי שניות) של השפעותיה של גרייה חושית.
- החוויה החושית מגירויים לא נגמרת ברגע שנעלם הגירוי, אלא יש לה התמשכות מעבר לזמן הופעת הגירוי.
- **מקור:** קלט מהעולם

2 – זיכרון לטווח קצר

- מה שהאדם מחזיק בתודעה ברגע נתון, הגירויים מהזיכרון החושי שהופכים לתוכן המודע.
- **יתרון:** נגיש מאוד
- **חסרון:** בעל קיבולת וזמן מוגבלים, אחרי 15-20 שניות המידע יתפוגג.
- **פתרון:** כל עוד משננים את המידע, ניתן לשמור אותו מודע בטווח הקצר.
- **מקור:** קשב לגירויים מהזיכרון החושי

3 – זיכרון לטווח ארוך

- כל תוכן מודע מזיכרון לטווח קצר יכול גם להיזכר בזיכרון לטווח ארוך.
- על מנת להשתמש במידע מהזיכרון לטווח ארוך, יש צורך לבצע **שליפה** שלו לזיכרון לטווח קצר על מנת לייצר **פלט/שימוש בו**.
- **יתרון:** לא נראה שיש מגבלת קיבולת
- **חסרון:** בעל
- **מקור:** אחסון/קידוד מידע מהזיכרון לטווח קצר



תופעת ההתמשכות

- המשך תפיסתו של גירוי חושי לזמן קצרצר לאחר שהוא נעלם.
- פחות קורה במציאות, יותר קל לשחזר בתנאי מעבדה.
- **למשל** בצפייה בסרט שבה אנחנו חווים תפיסה רציפה של תמונות המתחלפות במהירות

הניסוי של ספרלינג

Sperling, 1960

חלק א: שיטת הדיווח המלא

אופן

- לנבדקים הובזקה מטריצת אותיות בגודל 3x4 למשך 50 אלפיות שניה.
- משך התצוגה הקצרצר נועד למנוע מהמידה לעבור עיבוד/שינון ולהמשיך מעבר לזיכרון האיכותי.
- מיד אחרי שהובזקו האותיות הנבדקים התבקשו לדווח אותו.

**ק
ח
ש
ד
ל
ט
פ
צ
א
מ
ב**

ממצאים

נבדקים דיווחו על 4-5 אותיות בממוצע מתוך מטריצה של 12 אותיות.

מסקנה והסבר

- **הזיכרון החושי לא מכיל את כל המידע החושי** – קיבולת הזיכרון האיכותי מוגבלת ולכן רק חלק ממה שמובזק מול עינינו נקלט בזיכרון האיכותי.
- **דעיכת הזיכרון האיכותי הגבילה את הדיווח המלא** – חלק מהנבדקים דיווחו שקלטו יותר אותיות ממה שהצליחו לדווח. כלומר הכניסו לזיכרון האיכותי את כל האותיות, אך המידע התפוגג במהירות ולכן לא הצליחו לדווח על כולו.

חלק ב: שיטת הדיווח החלקי

אופן

- לנבדקים הובזקה מטריצת אותיות בגודל 3x4 למשך 50 אלפיות שניה.
- מיד לאחר היעלמות המטריצה, לנבדקים הושמע צליל שסימן על איזה מהשורות עליהם לדווח.
- הנבדקים היו צריכים לומר מה האותיות בשורה זו בלבד.

ק ח י ש	צליל גבוה
ד ל ט פ	צליל בינוני
צ א מ ב	צליל נמוך

ממצאים

נבדקים דיווחו על כ-3.3 אותיות בממוצע מתוך שורה של 4 אותיות, ללא הבדל בין השורות.

מסקנה והסבר

- הנבדקים מכניסים לזיכרון האיקוני את רוב המטריצה, אין מגבלת קיבולת – הנבדקים לא ידעו מראש איזו שורה תסומן, כל המטריצה נכנסה לזיכרון האיקוני לכן כשידעו באיזו שורה מדובר הצליחו לדווח.
- מידע זה דועך מהזיכרון בזמן דיווח האותיות

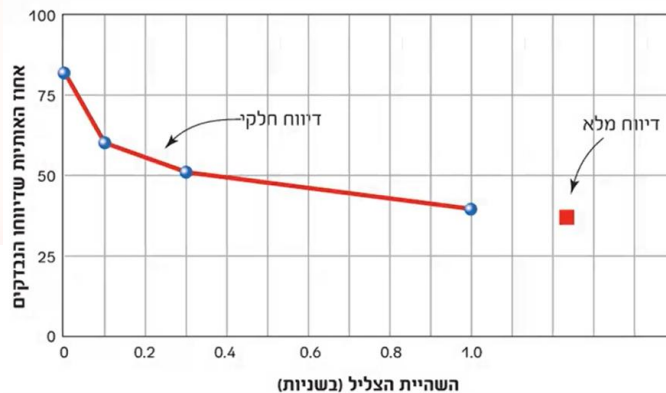
חלק ג: שיטת דיווח חלקי מושהה

אופן

- לנבדקים הובזקה מטריצת אותיות בגודל 3x4 למשך 50 אלפיות שניה.
- מעט אחרי היעלמות המטריצה (לא מיד כמו בחלק ב'), לנבדקים הושמע צליל שסימן על איזה מהשורות עליהם לדווח.
- הנבדקים היו צריכים לומר מה האותיות בשורה זו בלבד.

ממצאים

- כמות האותיות שדווחו ירדה ככל שמשך השהייה התארך
- כשהצליל הופיע שניה לאחר העלמות המטריצה, הנבדקים דיווחו בממוצע על 1.5 אותיות מתוך 4.



מסקנה והסבר

מיד לאחר הצגת גירוי קצרצר, הגירוי כולו או רובו נגיש בזיכרון האיקוני, במהלך השנייה שחולפת מהיעלמותו זיכרון זה דועך.

למה גם לאחר שניה בכל מקרה מצליחים לדווח?

ייתכן שבזמן ההמתנה לצליל, הנבדק הספיק להפנות קשב ולהצליח לזכור באופן אקראי מידע מהזיכרון החושי.

מסקנות והערכה

- הזיכרון החושי (איקוני, אקואי) קולט מידע רב מהקולטנים החושיים, את כל או מרבית המידע המגיע אליהם.
- מידע זה דועך מהזיכרון החושי תוך זמן קצרצר.

חשיבות הניסוי

הניסוי מדגים שבאמצעות שיטות ניסוי מתוחכמות ניתן לחשוך תהליכים קוגניטיביים מהירים מאוד. כך הצליח למדוד את קיבולת הזיכרון החושי למרות מגבלות הדיווח שנובעות מדעיכתו המהירה.

זיכרון לטווח קצר

זיכרון לטווח קצר

- מנגנון זיכרון שמחזיק באופן פעיל כמות מוגבלת של מידע לפרקי זמן קצרים (מס' שניות)
- המידע בו מודע ונגיש
- ללא שינון, משך הזיכרון לטווח קצר הוא 15-20 שניות ואף פחות

ניסוי משך הזיכרון לטווח קצר

Brown, 1958; Peterson, & Peterson, 1959

הרעיון מאחורי המטלה

- להכניס זיכרון לטווח קצר, לחכות פרקי זמן שונים ולראות מה הנבדק ידווח
- **צפי** - ככל שנחכה יותר נצפה לאחוזי דיווח פחותים בגלל דעיכה בזיכרון לטווח קצר
- **בחירת הגירויים** - מידע שנחשפים תמיד יכול להיכנס לטווח ארוך ולא רק לטווח קצר, לכן במטלה זו נרצה להציג גירויים שסביר להניח שלא יכנסו לטווח ארוך, אין להם משמעות וניתנים כמידע פונולוגי. כך שהצלחה בשליפת המידע יהיה מהטווח הקצר ולא מסוג זיכרון אחר.
- **מידע פונולוגי** - ההנחה היא שהגירויים בזיכרון לטווח קצר נשמרים בעיקר על בסיס פונולוגי (צלילי), כשאנחנו נתקלים במידע שאפשר להמיר לאות פונולוגי, נעדיף לבצע את זה.
- **מידע חזותי** - אם מציגים לנבדקים גירויים חזותיים, צריך לתת להם זמן לתרגם את המידע לקוד פונולוגי, לכן במטלה בחרו מידע פונולוגי שלא יהיה צורך לתרגם.

המטלה - היזכרות לפי סדר לאחר הסחה

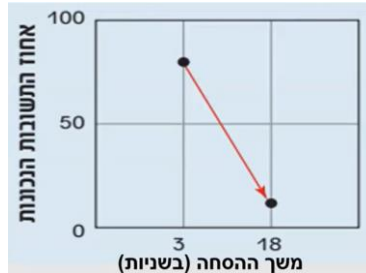
- **הגירוי** - בכל צעד ניסוי משמיעים לנבדקים שלשה של עיצורים. למשל VMH, LBK, MSQ
- **הסחה** - לאחר שמיעת כל שלשה, הנבדקים בצעו הסחה - ספירה בשלשות מהמספר שהוצג על המסך. על מנת שלא יוכלו לשנן את שלשת העיצורים.
- **משך ההסחה** - הנבדקים ביצעו את הספירה לאחור עד לסימן שער אותם אחרי פרק זמן שאורכו השתנה באופן מקרי, בין 0-18 שניות, מצעד ניסוי אחד למשנהו.
- **דיווח** - בסוף כל צעד ניסוי (שלשה+ספירה לאחור) הנבדים תבקשו להיזכר בשלשה על פי סדר העיצורים כפי שהופיעו בה ("היזכרות לפי סדר")

משתנה בלתי תלוי: משך ההסחה אחרי כל שלשה - משך הספירה לאחור

משתנה תלוי: אחוז הצלחה כפונקציה של משך ההסחה - אחוז השלשות שנשלפו נכון מתוך כלל השלשות עם אותו משך הסחה.

ממצאים

- ירידה בזכירה ככל שחולפות השניות עם ההסחה, אחוז ההצלחה בשליפת שלשות אחריהן 3 שניות הסחה הוא גדול מאחוז ההצלחה לאחר 6 שניות הסחה וכך הלאה.
- **הסבר הדעיכה בזיכרון לטווח קצר** – מאושש, מידע שנכנס לזיכרון לטווח קצר דועך (מתפוגג) בו בהדרגה תוך מספר שניות, כשלא משתמשים בשינון כדי למנוע את הדעיכה.



הפרעה למאחר - ביקורת לניסוי השלשות
Keppel & Underwood, 1962

- זוג חוקרים שהיו שייכים למחנה ביקורתי למנגנון הזיכרון לטווח קצר, טענו שרעיון מנגנון הזיכרון הנוסף לזמן קצר מאוד 15-20 שניות הוא מיותר.
- הזיכרון שלנו פועל על טווחי זמן שונים החל משעות ועד עשרות שנים, להניח שיש מנגנון בשביל זמן כה קצר הוא מיותר.
- לדבריהם אפשר להסביר את כל תופעות הזיכרון על ידי מנגנון זיכרון יחיד, הדומה לזיכרון לטווח ארוך.
- על בסיס הסבר הפרעה בשליפה, טוענים שאחוז ההצלחה בשליפה ירד לא עקב דעיכה אלא עקב דמיון הרב בין השלשות, השלשה הראשונה מקשה לזכור את השלשות האחרונות.

שיכחה בזיכרון לטווח ארוך

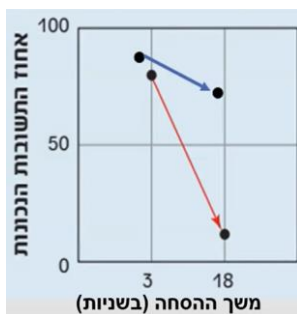
מכונה **הפרעה בשליפה**, מניחים שהדברים שקשה לנו לשלוף הם אלו שיש להם הרבה זיכרונות דומים, יש להם יותר מידי מאפיינים דומים שמקשים להבחין אותם אחד מהשני.

למשל קשה להיזכר מה אכלנו בבוקר לפני שבוע, כי כל בוקר בערך באותו הזמן, אותו הקשר, אוכל דומה וכו'.

ניתוח מחדש של ממצאי הניסוי

החוקרים ניתחו את ממצאי הניסוי עבור כל שלשה, כלומר שלשת העיצורים זהה ורק משך ההסחה שונה. שמרו על סדר הופעת השלשות.

- בשלשה הראשונה – כמעט ואין השפעה של משך ההסחה על הסיכוי לזכור
- בשלשה השנייה – האפקט מתחזק
- בשלשה השלישית – האפקט מתחזק יותר
- וכך הלאה.



ממצא מניתוח זכירת שלשה ראשונה

בניגוד לניבוי הסבר הדעיכה, בשלשה הראשונה לא חלה כמעט ירידה בהזכרות גם לאחר 18 שניות הסחה.

הסבר הפרעה למאחר

מידע שנלמד קודם מפריע לזכירת מידע חדש מאותו הסוג, והפרעה גדלה לאורך זמן ההסחה.

- **בשלשה הראשונה** – אין הפרעה למאחר כי לא היו שלשות לפנייה
- **שאר השלשות** – השלשות שקדמו לשלשה מפריעות לשליפתה, ויותר מפריעות ככל שמטלת ההסחה מתארכת, כי מובחנותה יורדת.

ביקורת

- לא יודעים להגיד באופן ודאי שאין בכלל שינוי במטלה
- במטלת הסחה יותר קלה, הגרף מתיישר

זכירות ספרות

Miller, 1956

שאלת המחקר: כמה פריטים (במטלה זו: ספרות) ניתן להחזיק בזיכרון לטווח קצר?

שיטה: היזכרות (מידית) בספרות

המשתנה הבלתי תלוי: מספר הספרות ברשימה

המשתנה התלוי: מספר הספרות מהרשימה שדווחו

ממצאים: הממוצע היה כ-7 ספרות, טווח הממוצעים היה 5-9 ספרות שנבדק יכול לזכור לפי הסדר. בזכירות מילים (בניסויים אחרים) הממוצע הוא כ-5 מילים.

האם היזכרות בספרות משקפת רק את הזיכרון לטווח קצר?

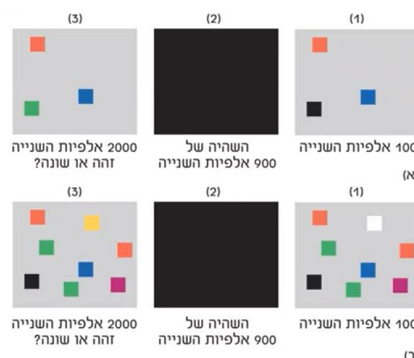
אנו יכולים לזכור ספרות גם מהזיכרון לטווח ארוך, כי הן בעלות משמעות, לא אוסף חסר פשר של גירויים, ואך יכול להיות ביניהם קשר שסייע לזכור, לקבץ ולשלוף מהזיכרון לטווח ארוך.

גילוי שינויים חזותיים

Luck & Vogel, 1997

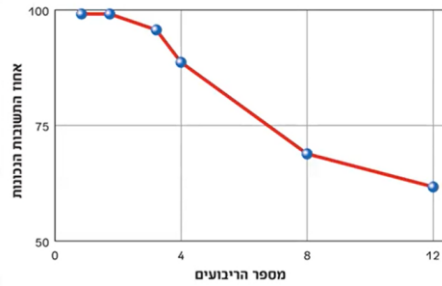
המטלה

- לנבדק מוצגים ריבועים צבעוניים באופן שרירותי, מיקום רנדומלי במרחב, כך הגירוי אינו מילולי, חסר משמעות ולא ניתן לקיבוץ.
- לאחר מכן מוצג מסך שחור
- בסוף מוצגת שוב תמונה עם ריבועים, על הנבדק לדווח אם היה שינוי חזותי בריבועים או לא.



ממצאים

כאשר מספר הריבועים גדול מ-4, אחוז התשובות הנכונות יורד משמעותית.



הסבר

- עד 4 ריבועים אנחנו מצליחים להחזיק בזיכרון לטווח קצר ולכן כמעט תמיד שמים לב לשינוי ויכולים לדווח עליו.
- יותר מ-4 ריבועים, לא נוכל להחזיק את כולם בזיכרון לטווח קצר, לכן חלקם לא נזכור ולא נשים לב לשינוי, אם הריבוע כן מאלו שמוחזקים בזיכרון, נזהה שינוי.

מסקנה

קיבולת הזיכרון לטווח קצר (החזותי) היא כ-4 פריטים

יצירת גושים

Miller, 1956

מאפשרת להגדיל את קיבולת ההיזכרות המידית.

למשל יצירת מספרים (מספרות), ראשי תיבות או מילים (מאותיות), משפטים (ממילים) וכדומה.

כמות מידע – גילוי שינויים חזותיים

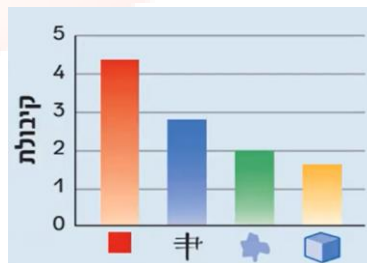
Alvarez & Cavanagh, 2004

מטלת גילוי שינויים חזותיים

שחזור מטלת גילוי שינויים חזותיים, אך עם אופי פריטים שונה – ריבועים צבעוניים (קל לזכור), ומורכבים יותר - סימני דפוס סיניים, מצולעים מקריים, קוביות מוצללות.

תוצאות

ככל שהפריט מורכב יותר, מכיל יותר מידע, מספר הפריטים שנבדקים מצליחים לזהות בהם שינוי יורד.



מסקנה

- מגבלת הקיבולת של הזיכרון לטווח קצר היא לא של כמות פריטים אלא של כמות מידע.
- ככל שהפריטים מכילים יותר מידע, כך נכנסים פחות מהם בתוך מגבלת הקיבולת.
- כמות המידע שניתן לאחסן קבועה, כמות הפריטים משתנה.

- הקיבולת המקסימלית של הזיכרון לטווח קצר היא 4 פריטים כאשר הם פשוטים, ופחות ככל שהם כוללים יותר מאפיינים.

זיכרון עבודה

הצורך בחקר זיכרון עבודה

- בניגוד לתפיסת הזיכרון לטווח קצר במודל המודאלי, החוקר **אלן באדלי** סבר שיש לזיכרון לטווח קצר שימוש רב יותר מאשר רק להחזיק באופן פעיל מספר פריטים (ספרות, מילים, משפט וכדומה)
- לטענתו, הזיכרון לטווח קצר הוא זיכרון עבודה, מיועד בעיקר לביצוע פעולות על פריטי המידע שמוחזקים בו:
 - לקשר ביניהם
 - לקשר לידע קודם
 - לערוך פעולות חשבון קצרות
 - להשוות
 - לבדוק
 - להסיק מסקנות

זיכרון עבודה

Baddeley & Hitch, 1974

מערכת בעלת קיבולת מוגבלת לאחסון זמני ולמניפולציה של מידע לצורך מטלות מורכבות כמו הבנה, למידה והסקה.

מודל זיכרון עבודה

Baddeley & Hitch, 1974; Baddeley, 2000a, 2000b

לולאה פונולוגית

- מחזיקה מילים בקוד פונולוגי (הגייה פנימית) באמצעות שני רכיבים: המאגר הפונולוגי ותהליך השינון ההגייתי.
- בעלת קיבולת גדולה ויעילה יותר מהלוח החזותי-מרחבי

1 - המאגר הפונולוגי

- מכונה אוזן פנימית
- מאגר בעל קיבולת מוגבלת
- משמר מידע שמיעתי/פונולוגי (צלילי מילים) למשך שניות מועטות בלבד.
- מילים ששומעים נכנסות ישירות למאגר זה ודועכות ממנו תוך כמה שניות.

2 - תהליך שינון הגייתי

- מכונה דיבור פנימי
- תהליך רצוני
- מרענן ומונע דעיכת פריטים במאגר הפונולוגי
- ממיר מילים שאנו רואים לקוד פונולוגי (צלילי דיבור) כדי להכניס למאגר הפונולוגי

עדויות תומכות

1. אפקט הדמיון הפונולוגי (והסברו על ידי דעיכה מהמאגר הפונולוגי)
2. אפקט אורך המילה (והסברו על ידי הבדלים בכמות השינון ההגייתי)
3. ההשפעות של דיכוי הגייתי (והסברו על פי פגיעה בשינון הגייתי)

אפקט הדמיון הפונולוגי

Conrad, 1964

שיטה: היזכרות מידית על פי סדר

גירויי הלמידה:

- לנבדקים הובזקו סדרות אותיות שכל אחת מהן כללה 6 אותיות שונות שהוצגו זו אחר זו

– הסדרות השונות של 6 אותיות נבחרו מקרית מתוך 10 האותיות הבאות: B, C, P, T, V, F, M, N, S, X

משימת ההיזכרות

מיד לאחר כל סדרה הנבדקים התבקשו לדווח את האותיות שראות על פי הסדר בו הן הוצגו

תוצאות – ניתוח דפוס טעויות ההחלפה

- נבדקו השישיות שבהן הנבדקים הצליחו לדווח את כל 6 האותיות על פי הסדר, פרט לטעות אחת של דיווח אות שגויה (החלפה), כך ניתן לדעת איזו אות מהשש שהוצגו להם הם החליפו באות שגויה.
- נמצא שהטעות בדיווח האות הייתה כמעט תמיד שהנבדקים החליפו אותה באות אחרת ששמה נשמע דומה. למרות שהוגו חזותית ולא כצילילים. למשל P במקום B, F במקום S.

Table 2. Recall confusions

		Stimulus letter (האותיות שהוצגו מהסדרות)									
		B	C	P	T	V	F	M	N	S	X
Response letter (האותיות שדווחו)	B	.	18	62	5	83	12	9	3	2	0
	C	13	.	27	18	55	15	3	12	35	7
	P	102	18	.	24	40	15	8	8	7	7
	T	30	46	79	.	38	18	14	14	8	10
	V	56	32	30	14	.	21	15	11	11	5
	F	6	8	14	5	31	.	12	13	131	16
	M	12	6	8	5	20	16	.	146	15	5
	N	11	7	5	1	19	28	167	.	24	5
	S	7	21	11	2	9	37	4	12	.	16
	X	3	7	2	2	11	30	10	11	59	.

מסקנה – אפקט הדמיון הפונולוגי

- עיקר הטעויות בהיזכרות (מידית) במילים, גם כשהן מוצגות חזותית, הוא החלפה של המילה שהוצגה במילה הדומה לה בצליל.
- דפוס פונולוגי של טעויות זכירה
- תומך בכך שהחזקת מילים לטווח קצר נעשית באמצעות קוד פונולוגי (מיליום הגויות) גם אם הן מוצגות חזותית, מה שתומך בקיום הלולאה הפונולוגית.

הסבר - דעיכה הדרגתית של הקוד הפונולוגי

- כשאנו מחזיקים מילים בזיכרון לטווח קצר (למשל שמות של אותיות) אנו מקודדים אותן למאגר הפונולוגי בלולאה הפונולוגית
- גם אם הוצגו לנו חזותית, אנו ממירים אותן לקוד פונולוגי על ידי שינון הגייתן.
- כשהייצוג/הקוד הפונולוגי של המילים מתחיל לדעוך הוא נהיה פחות מובחן, בדיוק כמו בשמיעת מילה על רקע רעש.
- כתוצאה אנחנו מתבלבלים עם מילים בעלות צליל דומה ונוצר אפקט הדמיון הפונולוגי.

מה אם האותיות היו מקודדות בקוד חזותי?

היינו מצפים שאותיות שנראות דומה יהיו אלו שמתחלפות. למשל R ב-P

מה אם האותיות היו נעלמות לגמרי מהמאגר?

היינו מצפים לטעויות אקראיות, אפשר להחליף כל אות בכל אחת אחרת ללא קשר לדמיון פונולוגי או חזותי.

אפקט אורך מילה

שיטה

הזכרות מיידיית על פי סדר

שלב הלמידה

לנבדקים הוצגה סדרת מילים ללמידה, באופן חזותי.

שלב המבחן

הנבדקים התבקשו לרשום את המילים שהופיעו ברשימה על פי סדרן

המשתנה הבלתי תלוי

אורך המילים – רשימת מילים קצרות, רשימת מילים ארוכות.

המשתנה התלוי

אחוז המילים מהרשימה שזכרו

ממצאים

- הנבדקים זכרו 77% מהמילים הקצרות, אך רק 60% מהמילים הארוכות.
- באופן כללי, נזכרים בפחות מילים מרשימה של מילים ארוכות מאשר מרשימה של מילים קצרות (בהזכרות מידית)

הסבר

על פי תהליך השינון ההגייתי, קשה יותר לשנן מילים ארוכות מאשר קצרות, כי מספיקים לשנן את המילים הארוכות פחות פעמים, ולכן זוכרים מהם פחות.

דיכוי הגייתי

Baddeley et al., 1984

מה בודקים

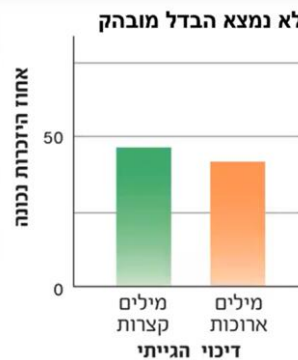
מה קורה לזכירה כאשר אנחנו מונעים לנבדק את היכולת להגות את הגירויים

המטלה

- הזכרות מידית על פי סדר
- מציגים לנבדקים רשימה קצרה של מילי
- עליהם להזכר בה מיד אחר כך על פי סדר הופעת המילים ברשימה
- דיכוי – תוך כדי למידת רשימת המילים, הנבדקים מתבקשים לחזור בקול רק על צלילים לא רלוונטיים, על מנת לדכא את השינון ההגייתי של הגירויים לזכירה. **למשל** "זה, זה זה...", או לספור לאחור בקול

ממצאים

- **פגיעה בהזכרות מידית** – מפחית כמות המילים שזוכרים
- **ביטול אפקט אורך המילה** – בהצגה חזותית ושמיעתית כאחד, כי מדוכא השינון ההגייתי שגורם לאפקט זה. כלומר כאשר לומדים ושולפים מילים תוך חזרה בקול על צליל לא רלוונטי, אין הבדל בכמות המילים שזוכרים מרשימה של מילים קצרות לעומת מילים ארוכות.



לוח חזותי-מרחבי

- מחזיק במצב פעיל מידע שמיוצג כתמונות, ולא כמילים הגויות, על מסך פנימי.
- מאפשר ביצוע פעולות חזותיות, לא מילוליות, על התמונות.
- בעלת קיבולת קטנה ופחות יעילה יותר מהלולאה הפונולוגית

עדויות תומכות

1. **השוואה בין עצמים (מסובבים): רוטציה מנטלית** – זמן התגובה גדל עם גודל הפער בזווית בין שתי הצורות, כלומר קיים סיבוב מנטלית של התמונה בזיכרון, המעיד על קיום לוח חזותי-מרחבי.
2. **היזכרות בתבנית חזותית** – ניתן להחזיק בזיכרון לכמה שניות תבניות חזותיות מקריות, המעיד על קיום לוח חזותי-מרחבי.
3. **החזקת גירוי מרחבי בדמיון** – משימת דמיון שדורשת לפשוט פינות של אות "מתנגשת" עם משימה של בצעה על מיקום בטבלה שרואים, כלומר קיים מנגנון משותף לשתי המשימות, הלוח החזותי מרחבי, ולא ניתן להשתמש בו זמנית לשתי המשימות.

השוואה בין עצמים: רוטציה מנטלית

Shepard & Metzler, 1971

שאלת המחקר

האם ניתן לסובב תמונה של עצם בדמיון?

המטרה

אם ניתן יהיה להראות ביצועים של נבדקים שתומכים בכך שיש לנו יכולת לסובב תמונות מנטליות, כלומר לבצע רוטציה מנטלית, הממצא יתמוך בכך שקיים "מסך" בזיכרון, לוח חזותי מרחבי, שמאפשר זאת

הניסוי

- הוצגו לנבדק שני גירויים
- עליו לקבוע מהר ככל האפשר האם הם זהים או שונים

המשתנה הבלתי תלוי

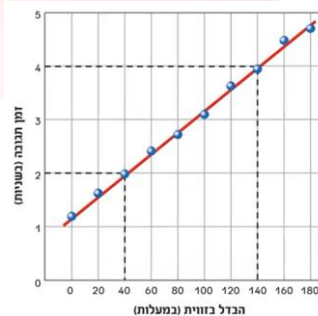
ההבדל בזווית (במעלות) בין שני העצמים המשווים

המשתנה בתלוי

זמני התגובה (לתשובה נכונה) לעצמים זהים

ממצאים

זמן התגובה עלה עם ההבדל בזווית



הסבר

רוטציה מנטלית – כדי לשפוט אם הצורות זהות הנבדקים מבצעים סיבוב מנטלי של תמונה אחת הצורות על הלוח החזותי-מרחבי שלהם עד שתגיע לזווית הצורה השנייה, לכן לוקח יותר זמן ככל שהסיבוב הנדרש גדל.

היזכרות בתבניות חזותיות

Della Sala et al., 1999

שאלת המחקר

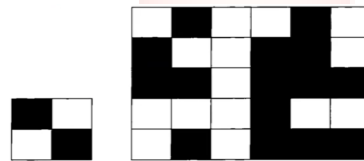
האם ניתן להחזיק בזיכרוננו באופן פעיל ולטווח קצר תבניות חזותיות, לא מילוליות ומקורות? כלומר, תבניות שלא ניתן לשמור באמצעות שמות כמילים בלולאה הפונולוגית

המטרה

אישוש שאלת המחקר, מצביע על כך שאנו מחזיקים את התבניות החזותיות הללו בזיכרון כתמונות. ולכן יתמוך בקיום "מסך" בזיכרון, לוח חזותי מרחבי, שמאפשר זאת.

הניסוי

- הוצגו לנבדקים תבניות של תבניות מושחרות
- אחרי פרק זמן קצר שנחשפו אליהן, היו צריכים לשחזר אותן על דף משבצות ריקות



המשתנה הבלתי תלוי

גודל המטריצה השתנה, מ-2x2 עד 6x5, כאשר תמיד חצי מהריבועים היו מושחרים

המשתנה בתלוי

כמות הריבועים שהצליחו הנבדקים לזכור נכון

ממצאים

נבדקים הצליחו להיזכר בתבניות שהכילו עד 9 ריבועים מושחרים.

מסקנה

תמיכה בקיום הלוח החזותי-מרחבי, שכן הנבדקים הצליחו להחזיק תבניות חזותיות מקורות שלא ניתן לשמור כמילים/כשמות. כלומר אישוש על דרך האלמינציה (שלילה)

מדוע הצליחו הנבדקים להחזיק יותר פריטים (9) מאשר בגילוי שינויים חזותיים (4)?

אין צורך לזכור כל ריבוע בנפרד, יוצרים גושים וזה מקל על יכולת הזכירה שלהם.

החזקת גירוי מרחבי בדמיון

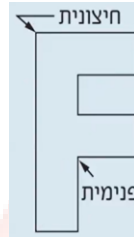
Brooks, 1968

מטרה

- ניסוי הרוטציה המנטלית והחזקת תבניות חזותיות הראו רוטציה והחזקה של התמונות מה שתומך בקיום לוח חזותי-מרחבי.
- דרך אחרת לתמוך בו, היא להראות מקרים בהם החזקה פעילה של מידע בזיכרון "מתנגשת" עם משימות תפיסה חזותיות. כיוון שהתנגשות כזו תעיד שבמקרים אלה החזקה המידע נעשית באמצעות אותו מנגנון חזותי שמשמש גם את התפיסה החזותית – הלוח החזותי-מרחבי

הניסוי

- מציגים לנבדק צורות ואותיות בעיקר.
- לאחר מכן התמונה נעלמת ועליו לקבוע האם כל פינה היא חיצונית (בולטת החוצה) או פנימית (בולטת פנימה)
- תחילה עליו להצביע עם האצבע על מיקום התשובה הנכונה בטבלה "חוץ"/"פנים"
- ובהמשך מילולית לומר "חוץ"/"פנים"



ממצאים

היה קשה יותר לנבדקים להצביע על מיקום התשובה הנכונה בטבלה מאשר לומר אותה בקול

מסקנה

- משימת ההצבעה על מיקום התשובה נחשבת כמשימה שמשתמשת בלוח החזותי-מרחבי, שעליו גם מיוצגת התמונה של טבלת התשובות, לצורך הכוונת האצבע.
- הקושי להצביע על מיקום התשובה ביחס לאמירת התשובה בקול, תומך בכך שמשימת ההצבעה מתנגשת עם משימת הדמיות, בגלל שהן משתמשות במנגנון משותף.

המנהל המרכזי

- משתמש כמרכז הבקרה של זיכרון העבודה
- אחראי על:
- **מתאם ומקשר** בין הלוח המרחבי-חזותי ללולאה הפונולוגית
- **שולף ידע** קודם שנדרש מהזיכרון לטווח ארוך
- **שליטה בקשב** – סינון הגירויים שיוכנסו לזיכרון העבודה

עדויות תומכות

1. מטופלים עם פגיעה באונת המצח פגועים במשימות המנהל המרכזי
2. ניסוי שמאה שהמנהל המרכזי אחראי גם לקיבולת זיכרון העבודה וגם לסינון מידע לא-רלוונטי, לפיו לבעלי קיבולת נמוכה יש יכולת סינון נמוכה

מה מודל זה לא מסביר?

- קיבולת זיכרון העבודה יכולה לעיתים לעבור בהרבה את הקיבולת של הלוח החזותי והלולאה הפונולוגית
 - למשל ניתן לחזור על משפטים שכוללים 15-20 מילים
 - ובאופן כללי, תופעות של יצירת גושים והעזרות בזיכרון לטווח ארוך
- כדי להסביר ממצאים אלה ונוספים, המשיכו באדלי ועמיתיו לשר ולהרחיב ת המודל, למשל הוסיפו לו את המאגר האפיזודי, והמודל עדין נחקר ומתפתח.