

אחרי הסכנה

PTSD, טראומה והכללים שהשתנו בדרך חזרה

השאלה המארגנת

כיצד תגובה שנבנתה כדי להגן על החיים נעשית למשטר שהחיים כבר אינם מצליחים לצאת ממנו בקלות?

ד"ר תומר אברהם

מהדורה סמכותית ראשונה · הראיות מעודכנות עד 6.9.2026

הרצאה מדעית-חינוכית · אינה אבחנה, טיפול אישי או הנחיית חירום

חלק I - אחרי הסכנה: חידת ההתמדה

- 1 תקציר
- 2 הערת המחבר — לכתוב על מערכת שניסתה להגן
- 3 השאלה שמארגנת את ההרצאה
- 4 הגנה אינה פתולוגיה
- 5 כשהאירוע מסתיים אך משטר הפעולה נמשך
- 6 כשהסכנה עדיין לא הסתיימה
- 7 מבט ראשון על כללי החזרה שהשתנו

חלק II - מהי PTSD — ומה היא אינה

- 8 חשיפה לטראומה אינה אבחנה
- 9 המבנה האבחוני של PTSD
- 10 PTSD מאובחנת, PTSD בסבירות גבוהה ו-PTSS
- 11 תסמינים, תפקוד וצורת הפגיעה
- 12 דחק חריף, הופעה מושהית וזמן
- 13 אבל, דיכאון, חרדה, דיסוציאציה ופגיעה מוסרית
- 14 PTSD ו-PTSD מורכבת
- 15 מסלולים רבים, לא גורל אחד

חלק III - ללמוד סכנה, ללמוד בטיחות

- 16 רכישת פחד היא רק ההתחלה
- 17 הכחדה היא למידה חדשה, לא מחיקה
- 18 שליפת זיכרון ההכחדה תלויה בהקשר
- 19 הכללה: כשהקטגוריה "סכנה" מתרחבת
- 20 הבחנה בין איום לבטיחות ותפקידים של אותות בטיחות
- 21 הימנעות כמדיניות חכמה לטווח הקצר
- 22 הקלה כחיזוק
- 23 שגיאת ניבוי והאפשרות לעדכון

חלק IV - זיכרון, הקשר וניבוי

- 24 זיכרון טראומטי אינו הקלטה
- 25 פרמנטציה, זיכרון חושי ומה שהראיות מאפשרות לומר
- 26 ההיפוקמפוס ועיגון הזיכרון בהקשר: הפרדת דפוסים והשלמתם
- 27 זיכרונות חודרניים ושיבתו הבלתי רצונית של העבר
- 28 קונסולידציה מחדש: עדכון בלי מיתולוגיה
- 29 הנחות אפירוריות על איום בעיבוד מנבא
- 30 דיוק, עמימות ואי-ודאות
- 31 הסקה פעילה, הימנעות והראיות המתקנות שאינן מגיעות

חלק V - מעבר לאמידלה

- 32 מדוע הקריקטורה של שני אזורים נכשלת
- 33 האמידלה משתתפת; היא אינה פסק דין
- 34 היפוקמפוס, vmPFC ו-dACC: הקשר, ערך ופעולה
- 35 האינסולה ורשת הבולטות: מה דורש את הגוף כולו עכשיו
- 36 רשת ברירת המחדל והמערכות הקדמיות קודקודיות
- 37 התלמוס, PAG, הלוקוס קורולאוס והסטריאטום
- 38 תצורה מחדש של רשתות וקישוריות תפקודית דינמית
- 39 מדוע אין סמן מוחי המאבחן PTSD

חלק VI - הגוף בתוך הלולאה

- 40 אינטרוספציה: הגוף כראיה
- 41 אלוסטזיס וויסות אוטונומי
- 42 שונות קצב הלב בלי מספר קסם
- 43 דינמיקת ציר HPA ומיתוס הקורטיזול
- 44 דלקת ואילוף נירור-אימוני
- 45 FKBP5, אפיגנטיקה ואינטראקציה בין גנים לסביבה
- 46 שינה, REM ועיבוד מחוץ לערות
- 47 סיוטים ככניסה חוזרת למצב איום

בסל ואן דר קולק ו-*The Body Keeps the Score* — השפעה, ראיות וגבולות

חלק VII - השערת כללי המעבר שהשתנו

- 49 אסימטריית הכניסה והיציאה ממצב איום
- 50 מצב, תצפית ותהליך סמוי
- 51 סף הכניסה
- 52 הגבר חולף תלוי-רמז
- 53 רוחב ההכללה
- 54 זמן שהייה, זמן יציאה ומצבים "דביקים"
- 55 זמן מחצית ההתאוששות
- 56 נגישות למצבים חלופיים ובקורות
- 57 צימוד מהיר-איטי והיסטריזיס

חלק VIII - מצבים, הגברה ומודל שחייב להיות מסוגל להיכשל

- 58 מציוני תסמינים אל מודלים במרחב המצבים
- 59 מושכים ואגני משיכה: מתמטיקה שימושית, אונטולוגיה שלא הוכחה
- 60 רב-יציבות וגמישות מטא-יציבה
- 61 אנטרופיה, מורכבות וחזרתיות
- 62 קישוריות אפקטיבית ומודלים סיבתיים דינמיים
- 63 אופרטורים אי-נורמליים ואופנים לא-אורתוגונליים
- 64 הגבר חולף ורגישות פסאודו-ספקטרלית
- 65 בקורות רשת ואנרגיית בקרה
- 66 ניתנות לזיהוי, מודלים מתחרים והפרכה

חלק IX - יותר מפחד

- 67 עוררותיתר ודיסוציאציה כמשטרים אפשריים
- 68 גיוס, קיפאון וכיבוי — בלי מיתוס הסולם
- 69 PTSD מורכבת והפרעות בארגון העצמי
- 70 פגיעה מוסרית אינה מילה אחרת ל-PTSD
- 71 בגידה, בושה והארכיטקטורה של האמון
- 72 זהות, משמעות והעצמי החברתי
- 73 אקולוגיה חברתית וויסות משותף
- 74 התפתחות, תקופות רגישות והצימוד בין הורה לילד
- 75 חוסן וצמיחה פוסט טראומטית — בלי רומנטיזציה

חלק X - שבעה באוקטובר ומדע האיום המתמשך

- 76 מקרה בוחן מדעי, לא סמל
- 77 המשמעת של השפה האבחונית
- 78 מה נתוני בסיס מלפני 7 באוקטובר יכולים להראות — ומה לא
- 79 מדרג החשיפה והטרוגניות של מסלולים
- 80 עקירה, אי ודאות ודחק טראומטי מתמשך
- 81 ילדים, משפחות וקהילות יהודיות וערביות
- שורדים, משפחות שכולות, חיילים, אנשי כוחות ההצלה והחירום, אנשי בריאות
- 82 וחשיפה לתקשורת

חלק XI - טיפול: הטיפול המבוסס והחזית המחקרית

- 83 תוצאת טיפול אינה זהה למנגנון
- 84 על מה מסכימות ההנחיות
- 85 חשיפה ממושכת
- 86 טיפול בעיבוד קוגניטיבי
- 87 EMDR

- 88 גישות מבוססות כתיבה, נרטיביות ושלביות
- 89 סיוטים, נדודי שינה וטיפול ממוקד שינה
- 90 טיפול תרופתי: ממוצעים צנועים והחלטות אישיות
- 91 אי-תגובה, נשירה, תופעות לוואי וגישות
- 92 TMS, גירוי תטא-ברסט, tDCS ונירופידבק
- 93 קטמין, MDMA וחזית הטיפולים הפסיכדליים
- 94 חסימת הגנגליון הכוכבי, פרופרנולול ו-D-ציקלוסרין
- 95 מציאות מדומה, טיפול דיגיטלי, AI והתערבות אקולוגית
- 96 טיפול מדויק ורצף מסתגל
- 97 טיפול כבעיית בקרה דינמית

חלק XII - החלמה כאפשרות שנפתחת מחדש

- 98 החלמה אינה שכחה
- 99 מסלולי החלמה וגמישות
- 100 למידת בטיחות בעולם ממשי
- 101 שינה, גוף ואקולוגיה חברתית כתנאים לחזרה
- 102 מכשירים לבישים והתראה מוקדמת בלי פנטזיית מעקב
- 103 תגובה לטיפול כשינוי במבנה המעברים
- 104 פרוטוקול לבדיקה ישירה של TSRA
- 105 מה יפריך את מודל Flow Hijacked
- 106 תוכנית מחקר לעשור הבא
- 107 מפתח מושגים
- 108 מסקנה אקדמית
- 109 סיום אנושי — העולם אינו חייב להרגיש בטוח בבת אחת

חלק I

אחרי הסכנה: חידת ההתמדה

תגובת הגנה יכולה להאריך ימים מעבר לתנאים שחייבו אותה.

ההרצאה הזאת נפתחת בבעיה שרשימת קריטריונים יודעת לזהות, אך אינה מסוגלת לבדה להסביר. אדם שורד אירוע, או רצף אירועים, שחייבו דריכות, פעולה מהירה, הסתרה, עמידה ממושכת או צמצום רגשי. לאחר מכן, חלק מן התגובות האלה נשארות זמינות במהירות יוצאת דופן. צליל חוזר אל הגוף עוד לפני שנעשה למחשבה. פנים ניטרליות מקבלות עוצמה של אזהרה. השינה נעשית רדודה. הקשב מגויס אל מה שעלול להשתבש. הימנעות מביאה הקלה מיידית, ובשקט מרחיקה מן האדם את החוויות שדרךן ביטחון עשוי להפוך לאמין. לוח השנה אומר "אחרי". המערכת אינה תמיד מסוגלת לחזור לפי פקודה.

הפרעת דחק פוסט-טראומטית, PTSD, היא הפרעה ממשית, קשה ולעיתים פוגעת מאוד בתפקוד. היא גם הטרוגנית. חשיפה אינה אבחנה; מצוקה חריפה אינה בהכרח מחלה כרונית; חציית סף בשאלון אינה הערכה קלינית מובנית; ו-PTSD אינה מילה חלופית לאבל, דיכאון, חרדה, דיסוציאציה, פגיעה מוסרית, כאב, הפרעת שינה או הסבל האנושי שעשוי להופיע לאחר אירוע יוצא דופן. מחקרי אוכלוסייה מלמדים שחשיפה לאירועים בעלי פוטנציאל טראומטי נפוצה, אך הסיכון ל-PTSD משתנה מאוד לפי סוג האירוע, היסטוריה קודמת, תנאים חברתיים, שיטת המדידה ומועד ההערכה [Liu [Benjet et al., [2016]. גם המחקר האורכי אינו מציג מסלול יחיד. התאוששות, התמדה, הופעה מושהית, תנודות והישנות כולן אפשריות, והאומדנים תלויים בדגימה, נשירה, הגדרות ומשך המעקב [Brooks & [Steinert et al., [2015]. [Greenberg, [2024]

מכאן שההרצאה יוצאת מן הקריקטורה המוכרת של "אמיגדלה פעילה מדי" מול "קליפת מוח קדם מצחית פעילה פחות מדי". PTSD מערבת למידה וזיכרון, עיבוד הקשר, הבחנה באיום, ויסות גופני, שינה, קשב, פעולה, משמעות, יחסים ומערכות מוחיות המקיימות ביניהן אינטראקציה. אלה אינם פרקים נפרדים שהודבקו להפרעה. יחד הם יוצרים מערכת מצומדת של מוח, גוף, אדם וסביבה. אותו תסמין נראה לעין יכול להיווצר במסלולים שונים, ומאחורי ציון כולל דומה עשויים להסתתר מצבים שונים מאוד. גם לפגיעה בתפקוד יש מעמד עצמאי: היא עשויה להופיע בבית, ביחסים, בעבודה, בחיים האזרחיים ובתחומים נוספים, ואין להסיק אותה בשלמותה ממספר התסמינים [Jellestad et al., [2021].

Flow Hijacked מציעה מושג מרכזי אחד: **אסימטריית הכניסה והיציאה ממצב איום**, או TSRA. ההשערה היא שטראומה עשויה לשנות את כללי המעבר המותנים. הכניסה למצב הגנתי יכולה להיעשות מהירה יותר, סבירה יותר או תלויה פחות בראיות הקשורות שמבדילות בין סכנה לביטחון, בעוד החזרה למעורבות בטוחה נעשית איטית יותר, פחות אמינה או תלויה בתנאים מיטיבים חזקים מן הרגיל. אין כאן טענה למנגנון מבוסס, לא אבחנה סמויה ולא תכונה של כל אדם עם PTSD. ראיות רלוונטיות מגיעות ממחקרי אורך אינטנסיביים, מלמידה, מפיזיולוגיה ומדינמיקה של רשתות, אך הממצאים אינם אחידים והאסימטריה המשולבת טרם הודגמה כמנגנון אחיד של PTSD [Hertz-Palmor et al., [2026]. [Littleton et al., [2023]. [Wu et al., [2026]. [Danböck et al., [2024]. [Lewis et al., [2023]. לכן מחקר רב-אתרי גדול, שלא מצא הבדלים יציבים בין קבוצות בכמה מדדים של קישוריות דינמית במנוחה, הוא חלק מן התיאוריה ולא ממצא שצריך להסתיר [Tomas et al., [2025].

בהמשך נפרק את TSRA לסף כניסה, הגברה חולפת תלויה רמז, רוחב הכללה, זמן שהייה ויציאה, זמן מחצית ההתאוששות, ויסות תלוי הקשר ונגישות של מצבים חלופיים. גאומטריה של אטרקטורים, מטא-יציבות, היסטריזיס, יכולת שליטה רשתית והגברה חולפת באופרטורים לא נורמליים יוצגו כאפשרויות מתמטיות שמעמדן הראייתי מסומן במפורש. נכון למועד חתך הראיות, לא נמצא בסיס ישיר לכך ש-PTSD היא מערכת לא נורמלית, שהיא שוכנת באטרקטור עצבי עמוק יותר, או שטיפול משנה את גאומטריית האגן. מודל רציני חייב להיות מסוגל להיכשל.

ההרצאה גם תבחן באחריות שפה בעלת השפעה. בסל ואן דר קולק וספרו *The Body Keeps the Score* יקבלו מקום משמעותי, מפני שהספר סייע לקוראים רבים להבין שלטראומה יש השלכות גופניות. אך השפעה תרבותית אינה ראה למנגנון. אפשר לחקור שיבושים אוטונומיים, אינטרוספטיביים, חושיים וגופניים בלי לטעון שאירוע אוטוביוגרפי שמור כפשוטו בריר או בפאשיה. אותה משמעת תחול על טיפול: פסיכותרפיות ממוקדות טראומה בעלות בסיס ראייתי מבוסס יקבלו קדימות על פני חדשות, ואילו טיפולים גופניים, נירומודולציה, תרופות, התערבויות דיגיטליות וחומרים פסיכדליים ייבחנו בנפרד לפי תכנון המחקר, קבוצת ההשוואה, עמידות ההשפעה, תופעות לוואי, שכפול, נגישות ומעמד רגולטורי.

אירועי 7 באוקטובר והתקופה הממושכת שבאה אחריהם יופיעו כמקרה מבחן נטורליסטי מהותי, אך לא כציר שסביבו מוגדרת PTSD. המדע חזק במיוחד במקום שבו קיימים נתוני בסיס מלפני האירוע או מדידות חוזרות, ופגיע במיוחד כאשר איום מתמשך מתואר כאילו הסתיים. התיקון האנושי המלווה את ההרצאה פשוט: התמדה אינה הוכחה לחולשה, והסתגלות אינה הוכחה שאין סבל. החלמה אינה חייבת להיות שכחה. היא יכולה להיות הרגע שבו הביטחון נעשה שוב ניתן להבחנה, פעולות אחרות חוזרות להימצא בהישג יד, והעתידי כבר אינו נשלט כולו בידי הכללים שהגנו פעם על החיים.

משפט ליבה

PTSD מוצגת כאן לא כאדם פגום שזוכר באופן לקוי, אלא כמערכת מגוננת והטרוגנית שכללי הכניסה, ההתמדה והחזרה שלה עשויים להשתנות בעקבות החוויה.

הערת המחבר – לכתוב על מערכת שניסתה להגן

סינמזת FLOW HIJACKED

אני רוצה לפתוח דווקא באיפוק. כתיבה על טראומה נכנסת לשדה שבו הסבר יכול לסייע, אך גם להשתלט יותר מדי על חייו של אדם אחר. מושג אחד עשוי להאיר דפוס מסוים ולהחשיך דפוס אחר. תמונת מוח יכולה להעניק לסבל מראית עין של אובייקטיביות, ובאותו רגע להחליף את האדם שחי אותו. אבחנה יכולה לפתוח דלת לטיפול, להכרה ולשפה משותפת; היא יכולה גם להישמע כפסק דין על הזהות. אפילו המילה "החלמה" עלולה להיות אכזרית כשהיא משמשת לוח זמנים שמישהו אחר כופה מבחון.

Flow Hijacked ניגשת ל-PTSD משום שחידת ההתמדה נמצאת בלב הפרויקט: כיצד תגובה שהייתה הגיונית בתנאים מסוימים ממשיכה לארגן תפיסה, מוכנות גופנית, פעולה, יחסים ועתיד לאחר שהתנאים השתנו. זאת שאלה תובענית מבחינה אינטלקטואלית. היא תובענית גם מבחינה מוסרית. אם נכנה את התגובה "לא רציונלית" כבר בנקודת הפתיחה, נחמיץ את מה שלמדה. אם נקרא לכל תגובה מתמשכת "מסתגלת", נחמיץ את הסבל ואת צמצום החיים שהיא עלולה לייצר עכשיו. אם נתאר את המוח כפגוע, נהפוך היסטוריה לגורל. ואם נעטוף את החוסן ברומנטיקה, אנשים עלולים לשמוע שהכאב שלהם הוא כישלון אופי.

תפקידי בהרצאה הזאת אינו לדבר בשם כל מי שחוו טראומה. אין קול פנימי יחיד של PTSD, אין רצף אוניברסלי מן האירוע אל התסמין, ואין דרך ישירה להפוך סיפור אחד לאומדן שכיחות או למנגנון. לכן אשתמש בגוף ראשון רק כדי לנסח התחייבות של מחבר: אני רוצה שהמודל יישאר אחראי כלפי האדם, ושהאדם יישאר תמיד גדול מן המודל. לא אמציא סיפור קליני כדי להעניק למדע תחושת קרבה. הקרבה כבר נמצאת במה שמוטל על הכף: שינה, אמון, ריכוז, מגע, עבודה, הורות, בדידות, תנועה במרחב ציבורי והיכולת לדמיין שעה נוספת שאינה מאורגנת כולה סביב הגנה.

לעיתים השפה המדעית תהיה פורמלית. נדבר על מצבים סמויים, גרעיני מעבר, תהליכים סטוכסטיים, קישוריות אפקטיבית, יכולת שליטה והגברה בזמן סופי. מתמטיקה יכולה לשמור על בהירות כשהיא מאלצת אותנו לומר בדיוק מה צריך למדוד כדי לבחון טענה. היא נעשית מזיקה כשהיא משמשת תחפושת, למשל כאשר מציירים אגן ומאפשרים לציור להחליף ניסוי באדם. לכן כל אובייקט פורמלי בהרצאה חייב לחזור אל החיים. קצב כניסה הוא השאלה באיזו תדירות רמז יומיומי מגייס מצב הגנתי. זמן יציאה הוא הזמן הנדרש עד שדיבור, תנועה, שינה או קשר נעשים שוב אפשריים. נגישות מצבית פירושה שלאדם יש יותר מאפשרות ממשית אחת לצעד הבא.

אותו איפוק חל גם על סמכות. קלינאים ותאורטיקנים מכוונים חשבים משום ששינו את השאלות שהתחום ידע לשאול. תפוצה רחבה של שפתם אינה הופכת כל פרט בה לנכון. מדעי המוח החדשים חשבים משום שהם מציעים מדידה עדינה יותר. תמונה מרשימה אינה הופכת אותם למכריעים מבחינה קלינית. המחקר הגדול ביותר עלול להחמיץ תת קבוצה משמעותית; מחקר קטן יכול לגלות אות אמיתי ובאותה עת להפריז מאוד בגודלו. הרצאה ישירה צריכה להחזיק את כל אלה יחד.

יש חמלה בסירוב לוודאות כוזבת. הוא משאיר מקום לסכנה שעדיין נמשכת, להבדלים תרבותיים והתפתחותיים, לקיום המשותף של כוח ופגיעה בתפקוד, ולהחלמה שאינה נראית כמו סצנה קולנועית. הוא גם משאיר מקום לאחריות. הבנה מדוע מדיניות הגנתית ממשיכה לפעול אינה אומרת שכל פעולה המתרחשת בהשפעתה אינה מזיקה. משמעותה שאפשר לגשת לאחריות בעזרת מודל עשיר דיו כדי לתמוך בשינוי ולא בבושה.

משפט ליבה

אשתמש בתיאוריה כדי להפוך את החוויה למובנת יותר, ולעולם לא כדי להפוך את האדם לקטן מן התיאוריה.

השאלה שמארגנת את ההרצאה

סינזות FLOW HIJACKED

השאלה אינה רק מדוע זיכרון טראומטי חוזר. השאלה היא: **כיצד תגובה שנבנתה כדי להגן על החיים נעשית למשטר פעולה שהחיים כבר אינם מצליחים לצאת ממנו בקלות?** לכל מילה כאן יש תפקיד. "תגובה" מכירה בכך שהיה לה תפקיד. "משטר פעולה" מצביע על תיאום בין דפוסים, ולא על תסמין יחיד. "לצאת" מפנה את הקשב אל המעברים עצמם, ולא רק אל מה שנכח לאחר שהמצב כבר השתלט.

נניח את מצבו של אדם בזמן t באמצעות וקטור מצב רב-סולמי:

$$\mathbf{x}_t = (\mathbf{n}_t, \mathbf{a}_t, \mathbf{m}_t, \mathbf{b}_t, \mathbf{s}_t, \mathbf{e}_t),$$

כאשר $\mathbf{n}_t$ מתאר את התצורה העצבית, $\mathbf{a}_t$ את המצב האוטונומי והאינטרוספטיבי, $\mathbf{m}_t$ משתני זיכרון ואמונה, $\mathbf{b}_t$ את הפעולות הזמינות, $\mathbf{s}_t$ את התנאים החברתיים והיחסיים, ו- $\mathbf{e}_t$ את הסביבה החיצונית. אף אחד מן הרכיבים האלה אינו נצפה במלואו. בידינו מידות חלקיות: דיווח תסמינים, קצב לב, שינה, התנהגות במטלה, מילים בריאיון, אות מוחי או עדות של אדם קרוב שראה את השינוי.

מודל מעבר כללי יכול להיכתב כך:

$$\mathbf{x}_{t+\Delta t} \sim K_\theta(\cdot | \mathbf{x}_t, \mathbf{u}_t, \mathbf{c}_t, \mathcal{H}_t),$$

כאשר K_θ הוא גרעין מעבר מותנה, $\mathbf{u}_t$ מכיל קלטים עכשוויים, $\mathbf{c}_t$ מייצג הקשר, $\mathcal{H}_t$ את ההיסטוריה הרלוונטית, ו- θ את הפרמטרים שנלמדו או משתנים לאט. השאלה האמפירית אינה אם הנוטציה אלגנטית. השאלה היא אם בעקבות טראומה מופיעים אצל חלק מן האנשים שינויים הניתנים לשחזור ב- θ : שינויים שהופכים מעברים הגנתיים מסוימים לזמינים יותר ואת מעברי החזרה לזמינים פחות, גם כאשר הראיות בהווה היו עשויות לתמוך בתגובה אחרת.

כך משתנה המבנה של ההרצאה. מחשבות וזיכרונות חודרניים חשופים לא רק משום שהם זיכרונות, אלא משום שהם עלולים להפעיל כניסה למצב. הימנעות חשובה לא רק כתסמין, אלא משום שהקלה מיידית יכולה לשנות את הנתונים שהמערכת תפגוש בעתיד. שינה חשובה משום שספי המעבר של מחר עשויות להיות תלויות בוויסות שהתרחש הלילה. תמיכה חברתית חשובה מפני שאדם אחר יכול לשנות גם את הסביבה בפועל וגם את פירושה. בושע ופגיעה מוסרית חשובות מפני שאיום יכול להיות מופנה לזהות, לשייכות או למעמד המוסרי, ולא רק לשלמות הגוף. טיפול חשוב לא רק כאשר ציון תסמינים יורד, אלא כאשר מנעד רחב יותר של מצבים ופעולות חוזר להיות נגיש.

מחקרי אורך כבר מראים שממוצעים מסתירים מסלולים שונים מאוד, ושבתקופה שלאחר טראומה תסמינים מוקדמים, הערכות מצב, ויסות והקשר עשויים להתפתח יחד [Beaudoin et al., 2023] [Littleton et al., 2023]. מידול אינטנסיבי המותאם לאדם היחיד החל לאמוד יחסים בין טריגרים, תחושת איום בהווה, זיכרון טראומטי, פרשנויות ואסטרטגיות התמודדות; באותה עת הוא מראה שרשטות אישיות שונות חולקות רק חלק מן הארגון שלהן [Hertz-Palmor et al., 2026]. מחקרים כאלה מצדיקים שאלות על מעברים. הם אינם מוכיחים שקיים גרעין מעבר אחד המשותף לכל PTSD.

המודל חייב להבחין גם בין שלושה מקורות להתמדה. ייתכן שהסביבה עדיין מסוכנת. ייתכן שמדיניות נלמדת עדיין מכוילת לסכנה קודמת. וייתכן שהסכנה הנמשכת והלמידה הקודמת מצומדות זו לזו עד שלא ניתן להבין אחת בלי האחרת. השפה הקלינית נעשית שגויה אם היא מייחסת את המקור הראשון כולו לפתולוגיה. השפה הרומנטית נעשית שגויה אם היא מתארת את המקור השני כחוכמה שאינה גובה מחיר. המשימה המדעית היא לאמוד את היחסים בין סכנה עכשווית, סכנה זכורה, סכנה חזויה ומדיניות הפעולה שהן מגייסות יחד.

לכן ההרצאה תנוע בין רמות בלי לצמצם אחת לאחרת. סינפסה לבדה אינה יכולה להסביר בית. בית אינו מחליף פיזיולוגיה. מצב רשת אינו זהות. ובכל זאת, כל רמה יכולה להגביל את המעברים הזמינים ברמות אחרות. השאלה המארגנת אינה אפוא "היכן נמצאת PTSD?", אלא "באילו תנאים המערכת נעה, נשאת וחוזרת, וכיצד יוכלו הכללים המותנים האלה להפוך שוב לניתנים לשינוי?"

משפט ליבה

האובייקט המדעי של ההרצאה אינו מצב תסמיני קפוא, אלא הכלל המותנה שקובע מה המערכת כולה יכולה להיות ברגע הבא.

הגנה אינה פתולוגיה

היסק מדעי רחב

לפני שנדבר על התמדה, צריך לכבד את האינטליגנציה של ההגנה. בתוך סכנה, המערכת אינה אמורה להתלבט כאילו כל פירוש סביר באותה מידה. הקשב מצטמצם. קצב הלב והנשימה עשויים להשתנות. השרירים נערכים. כאב יכול לסגת זמנית מן המודעות. רמזים עמומים מקבלים פירוש נדיב פחות. הזיכרון נותן קדימות למה שעשוי לסייע בהישרדות. ההתנהגות החברתית יכולה לנוע לחיפוש הגנה, שמירה על אחרים, הסתתרות, ציות, עימות, קיפאון או בריחה. אין רצף אחד המתאר את כולם, וגם הסולם הפשוט של לחימה, בריחה או קיפאון אינו מכיל את מלוא הטווח. העיקרון הוא שבמצב שבו המחיר של החמצת איום גבוה מאוד, מהירות, הטיה ומוכנות גופנית עשויות להיות תגובות הולמות.

ההכרה בתפקיד הזה אינה מחייבת לומר שכל תגובה הייתה מיטבית, או שכל מה שנלמד בזמן הסכנה צריך להישמר. היא רק מחייבת להתחיל מן התנאים שבתוכם המערכת נדרשה לבחור, ולא מן הנוחות של מי שמתבונן בה לאחר מעשה.

משום כך גם חשיפה אינה פתולוגיה. סקרים חוצי מדינות מוצאים שאירועים בעלי פוטנציאל טראומטי שכיחים מאוד, בעוד שרק חלק מן החשיפות מובילות ל-PTSD, והסיכון משתנה במידה ניכרת לפי סוג האירוע, חשיפה קודמת, עמדה חברתית ותנאים נוספים [Benjet et al., 2016] [Liu et al., 2017] [Koenen et al., 2017]. ההבחנה הזאת שומרת על שתי אמיתות בעת ובעונה אחת. טראומה יכולה להיות בעלת משמעות עמוקה גם בלי שתתפתח הפרעה. ואדם יכול לעמוד בקריטריונים ל-PTSD בלי שהתגובה שלו תהיה עדות לפגם באופיו.

בשפה של תורת ההחלטות, אפשר להבין מדיניות הגנתית π_D ביחס לטעויות שאין שוות במחירן. נסמן ב- $H_t \in \{0, 1\}$ אם קיים איום משמעותי, וב- $a_t \in \{\text{defend}, \text{engage}\}$ את הפעולה. הפעולה המיטבית באופן מקומי ממזערת את התוחלת המותנית של ההפסד:

$$a_t^* = \arg \min_a \mathbb{E}[L(a, H_t) \mid \mathcal{J}_t],$$

כאשר $\mathcal{J}_t$ הוא המידע הזמין באותו רגע. אם $L(\text{engage}, 1)$, כלומר ההפסד הכרוך באי הפעלת הגנה בשעה שקיימת סכנה ממשית, גדול מאוד, סף נמוך יותר לפעולה הגנתית יכול להיות רציונלי. המשוואה אינה טוענת שמערכת העצבים פותרת במפורש בעיית אופטימיזציה, ואינה מצדיקה כל מעשה הגנתי. היא מבהירה מדוע "אזעקת שווא" ו"תגובת יתר" הן לעיתים קרובות מילים שנאמרות בדיעבד. מתוך אי הוודאות של רגע הסכנה, לאסימטריה בין המחירים יש משמעות.

לכן הפתולוגיה אינה טמונה בעצם קיומם של פחד, דריכות, בהלה, נסיגה או מצוקה. היא קשורה לדפוס, למשך, להקשר, לפגיעה בתפקוד ולאובדן גמישות. תגובה יכולה להיות מגוננת בזמן שבו נלמדה ולהיעשות יקרה כאשר היא מוכללת רחב מדי, מופעלת בקלות רבה מדי, אינה מתעדכנת או חוסמת יותר מדי פעולות אחרות. היא יכולה גם להישאר מגוננת בחלקה ובאותו זמן להזיק בחלקה. מי שחי תחת אלימות חוזרת עשוי להזדקק לדריכות ובכל זאת לסבול מן העובדה שאינו יכול לנוח. הימנעות ממקום אחד עשויה להפחית מיד מצוקה, אך בהדרגה להרחיק עבודה, קשר, תנועה או טיפול.

המסגרת הזאת מסרבת לשתי טעויות מוסריות. הראשונה היא להאשים אדם על מערכת שלמדה בתנאים קשים. השנייה היא להאדיר את הסבל כאילו המקור ההסתגלותי שלו מבטל את הצורך בטיפול או בשינוי חברתי. מקור מגוון אינו תוצאה שפירה. הוא תחילתו של הסבר השומר על כבוד האדם ובו בזמן שואל במדויק היכן נוצר המחיר בהווה.

משפט ליבה

יש להעריך תגובה ביחס לסכנה, למידע ולמחירים שבתוכם נלמדה, ולא לראות בה פגם רק מפני שהייתה עוצמתית.

כשהאירוע מסתיים אך משטר הפעולה נמשך

היסק מדעי רחב

אירוע יכול להסתיים בתוך דקות. משטר פעולה נלמד אינו מחויב לאותו לוח זמנים. הוא עשוי להמשיך דרך זיכרונות חודרניים, הימנעות, שינה שהשתנתה, סריקה מתמדת, אזעקה גופנית, צמצום התנועה ושינויים באמון או בפרשנות. לעיתים מתארים את ההתמדה הזאת כאילו האדם פשוט אינו מבין שהעבר נגמר. זה עלול להטעות. האדם יכול לדעת היטב את התאריך, המקום והעובדות. ייתכן שמה שלא התעדכן הוא המוכנות המותנית של המערכת: איזה רמז נחשב מספיק, באיזו מהירות מגויסת הגנה, כמה זמן היא נשארת פעילה וכמה ראיות נדרשות עד שמעורבות רגילה בחיים נעשית אפשרית.

מחקרים פרופספקטיביים מראים שמצוקה מוקדמת לאחר טראומה עשויה לרדת במידה ניכרת בממוצע, בעוד שחלק מן האנשים עוברים מסלול מתמשך, תנודתי או כזה שמחמיר מאוחר יותר [Shalev et al., 1998], [Santiago et al., 2013]. מחקרים נטורליסטיים ארוכי טווח מראים שונות רחבה בהפוגה ובהתמדה, שחלקה קשורה לתנאים חברתיים ולבעיות נפשיות וגופניות נלוות [Steinert et al., 2015]. גם הישנות לאחר שיפור מתרחשת, אך הספרות משתמשת בהגדרות שונות מכדי להצדיק אומדן משותף יציב [Brooks & Greenberg, 2024]. הממצאים תומכים בהתמדה ובהטרוגניות. הם אינם חושפים לבדם את המנגנון שמייצר אותן.

דרך מינימלית לבטא תלות בהיסטוריה היא להניח שהמצב המהיר $\mathbf{x}_t$ מתפתח תחת פרמטרים θ_t המשתנים בעצמם באיטיות:

$$\begin{aligned} d\mathbf{x}_t &= \mathbf{f}(\mathbf{x}_t, \mathbf{c}_t; \theta_t) dt + \mathbf{G}(\mathbf{x}_t) d\mathbf{W}_t, \\ d\theta_t &= \varepsilon \mathbf{g}(\mathbf{x}_t, \mathbf{c}_t, \mathcal{H}_t) dt, \quad 0 < \varepsilon \ll 1. \end{aligned}$$

כאן $\mathbf{W}_t$ מייצג תנודה שאינה מוסברת במודל, $\mathbf{c}_t$ הוא ההקשר העכשווי, ו- ε מתאר את הפרדת סולמות הזמן בין דינמיקה מהירה מרגע לרגע לבין למידה והסתגלות איטיות יותר. בזמן סכנה, מצבים הגנתיים חוזרים עשויים לשנות את θ_t . כשהסכנה חולפת, $\mathbf{x}_t$ יכול להשתנות מהר, למשל כאשר האדם יוצא מן המקום, בעוד θ_t משתנה לאט יותר. המשוואה אינה מוכיחה ש-PTSD מתנהלת בדיוק כך. היא מנסחת סיבה לכך שסיום האירוע והתמדת התגובה אינם סותרים זה את זה.

ההתמדה יכולה להישמר בין רמות שונות. הימנעות מונעת מפגש עם ראיות מתקנות. נדודי שינה מגבירים תגובתיות ביום הבא. תחושות הגוף נעשות ראייה לאיום. פרשנות הנשלטת בידי בוש משנה את משמעותה של עמימות חברתית. בידוד חוזר מסלק ויסות משותף ותמיכה מעשית. כאב, אלכוהול ואמצעי התמודדות אחרים יכולים להיכנס ללולאות הדדיות במקום להיות תוצאה חד-כיוונית. אף אחד מן המרכיבים אינו הכרחי אצל כל אדם; כמה מהם עשויים לפעול יחד באופן המסייע להחזיק את הדפוס.

גם במילה "משטר" צריך להשתמש בזהירות. אין פירושה מהות קבועה, והיא אינה דורשת אטרקטור עצבי ממשי. היא מציינת שמשתנים רבים יכולים להסתנכרן כך שהמצב הנוכחי מסייע לייצר מחדש את התנאים לחזרתו. לילה ללא שינה משנה קשב; הקשב משנה אילו רמזים נדגמים; הרמזים משנים עוררות; העוררות משנה את הלילה הבא. הלולאה יכולה להימשך גם בלי גורם יחיד שהוא הסיבה הבלעדית.

המסקנה האנושית אינה שהאדם צריך "פשוט להתעדכן". עדכון דורש ראיות שהמערכת מסוגלת לקבל, פעולות שהיא מסוגלת לבצע, שינה שבה הלמידה יכולה להתבסס, יחסים בטוחים דיים כדי להיות אמינים, ולעיתים טיפול שהופך מפגש עם חומר שנמנע לנסבל. הידיעה שהסכנה הסתיימה יכולה להיות מלאה ואמיתית, בעוד שהגישה לביטחון נשארת בלתי אמינה. החלמה אינה תיקון של בורות. היא שינוי בכללים שהופכים ראייה לפעולה.

משפט ליבה

העבר יכול להישאר פעיל בלי להתחלף בהווה, משום שכללי מעבר נלמדים עשויים להשתנות לאט יותר מן העולם שלימד אותם.

כשהסכנה עדיין לא הסתיימה

היסק מדעי רחב

“פוסט-טראומטי” הוא תיאור כרונולוגי. לא תמיד זהו תיאור של הסביבה. אפשר לחיות אחרי מתקפה כשהירי נמשך, אחרי פינוי כשהחזרה עדיין בלתי אפשרית, אחרי שחרור מן השבי כאשר אדם אהוב עדיין מוחזק, אחרי התעללות כשהקשר עם הפוגע או עם המוסד נמשך, או אחרי קרב כאשר גיוס נוסף צפוי. בתנאים כאלה הבעיה המדעית משתנה. אין להתייחס לסביבה כאל מעבדה שפונתה מסכנה ושבה כל אזעקה היא בהכרח אזעקת שווא.

נסמן ב- $h_t = P(H_t = 1 | \mathcal{J}_t)$ את ההסתברות המוערכת לסכנה עכשווית על בסיס המידע $\mathcal{J}_t$, וב- τ_t את סף המערכת לגיוס הגנה. כלל החלטה סכמטי יכול להיות:

$$a_t = \text{defend} \iff h_t C_{\text{miss}} > (1 - h_t) C_{\text{alarm}} + \tau_t,$$

כאשר C_{miss} הוא המחיר הצפוי של החמצת סכנה ממשית, ו- C_{alarm} המחיר של הפעלת הגנה שלא לצורך. כאשר הסכנה אכן גבוהה או קשה לתצפית, דריכות מוגברת יכולה להיות מכוילת בחלקה למציאות. כאשר למידה קודמת מנמיכה את τ_t , אותה סביבה יכולה גם לעורר הגנה רבה יותר מזו שהראיות העכשוויות לבדן היו מצדיקות. שתי האפשרויות יכולות להתקיים יחד. המשוואה היא פירוק מושגי, לא בדיקה קלינית.

מחקר שנערך בזמן מלחמה ממושכת והסלמות חוזרות מחייב את ההבחנה הזאת. מחקרים על דחק טראומטי מתמשך מצביעים על כך שפינוי, חשיפה, דיסוציאציה, תמיכה חברתית, אמון, אובדן הכנסה והסלמה מחודשת עשויים לנוע יחד עם שינוי במצוקה בזמן שההקשר המאיים עדיין פעיל [Harwood-Gross et al., 2026] [Amsalem et al., 2026]. מחקר אורך על 7 באוקטובר, שכלל קו בסיס מאוגוסט 2023, מצא בשלב מאוחר יותר שיעורים גבוהים יותר של PTSD בסבירות גבוהה לפי סיכון ושל דיכאון בקרב משתתפים שנחשפו ישירות, בזמן שהמלחמה עדיין נמשכה; אלה היו תוצאות של כלי סינון בדיווח עצמי, לא אבחנות שקבעו קלינאים [Levi-Belz et al., 2025]. המחקרים האלה מלמדים על אנשים החיים תחת לחץ. הם אינם מאפשרים להפחית מן המשוואה את הלחץ עצמו ולקרוא לכל מה שנותר “ההפרעה”.

להבחנה יש משמעות מעשית ואתית. למידת ביטחון אינה יכולה להסתכם בשכנוע אדם שהעולם בטוח כאשר אינו בטוח. הימנעות מנתיב מסוכן באמת אינה הוכחה להכללת יתר פתולוגית. הפרעת שינה במקום שבו יש אזעקות, דרישות טיפול באחרים או דיור לא יציב אינה רק מנגנון תחזוקה פנימי. טיפול עדיין יכול להפחית סבל שאינו נחוץ, לשקם יכולת הבחנה ולהרחיב בחירה, אך אסור לו להחליף ביטחון פיזי, קורט גג, תמיכה חברתית, אמון במוסדות או את סיום האלימות.

סכנה מתמשכת גם משבשת את השפה הפשוטה של תוצאות. אם תסמינים יורדים כשהאיום נמשך, ייתכן שמדובר בהסתגלות, בתשישות, בהתמודדות יעילה, בהגנה טובה יותר, בשינוי בדיווח או בכמה מן התהליכים יחד. אם הם עולים לאחר הסלמה חדשה, אין הכרח שזוהי פתולוגיה מושהית שהופיעה משום מקום. ואם אדם נשאר דרוך מאוד, השאלה אינה “מדוע לא החלמת?” אלא “אילו חלקים בתגובה עוקבים אחר התנאים בהווה, אילו חלקים התרחבו מעבר להם, ואיך יראה כאן טווח תגובה בטוח יותר?”

לכן Flow Hijacked משאירה את הסכנה החיצונית בתוך המודל. האדם אינו מערכת עצבים סגורה שמגיבה לזיכרונות בחלל ריק. חדשות, אזעקות, הליכים משפטיים, מתחים קהילתיים, אי ודאות משפחתית, אובדן כלכלי וזמינותם של אחרים שאפשר לסמוך עליהם משנים גם את הסכנה עצמה וגם את משמעות הביטחון. תיאוריה של חזרה המתעלמת מן העולם עלולה לקרוא למציאות חברתית “תסמין”. תיאוריה המייחסת הכול לעולם עלולה להחמיץ התמדה נלמדת שטיפול מסוגל לשנות. המשמעות המדעית היא לאמוד את שתיהן בלי להעלים אף אחת.

משפט ליבה

שום מודל של התמדה טראומטית אינו אנושי או תקף אם הוא מכריז שהסכנה חלפה לפני שעולמו של האדם נעשה בטוח יותר בפועל.

מבט ראשון על כללי החזרה שהשתנו

השערת FLOW HIJACKED

כעת אפשר לנסח במדויק את ההצעה המרכזית של Flow Hijacked. **אסימטריית הכניסה והיציאה ממצב איום (TSRA)** היא ההשערה שטראומה עשויה לשנות את כללי המעבר המותנים, כך שהכניסה למצבים הגנתיים נעשית קלה יותר, מהירה יותר או תלויה בפחות ראיות הקשריות, ואילו החזרה למעורבות בטוחה נעשית איטית יותר, פחות אמינה או תלויה יותר בתנאים מיטיבים. הטענה עוסקת באסימטריה שבין כניסה לחזרה. היא אינה שם חדש לחומרת תסמינים גבוהה, ואינה טוענת ש-PTSD היא מצב יחיד.

נסמן לרגע ב- $S_t \in \{E, D\}$ שני מצבים סמויים בתיאור גס: מעורבות E וארגון הגנתי D . עבור הקשר c והיסטוריה $\mathcal{H}_t$, נגדיר את קצבי המעבר הרגועים:

$$\lambda_{E \rightarrow D}(t | c, \mathcal{H}_t) = \lim_{\Delta t \downarrow 0} \frac{P(S_{t+\Delta t} = D | S_t = E, c, \mathcal{H}_t)}{\Delta t},$$

$$\lambda_{D \rightarrow E}(t | c, \mathcal{H}_t) = \lim_{\Delta t \downarrow 0} \frac{P(S_{t+\Delta t} = E | S_t = D, c, \mathcal{H}_t)}{\Delta t}.$$

ניגוד חסר ממדים של האסימטריה יכול להיכתב כך:

$$\mathcal{A}(c) = \log \frac{\lambda_{E \rightarrow D}^{\text{post}}(c)}{\lambda_{E \rightarrow D}^{\text{base}}(c)} - \log \frac{\lambda_{D \rightarrow E}^{\text{post}}(c)}{\lambda_{D \rightarrow E}^{\text{base}}(c)}.$$

ערך חיובי של $\mathcal{A}(c)$ פירושו שביחס לקו בסיס מתאים, הכניסה הואצה, החזרה הואטה או ששני הדברים התרחשו. קו הבסיס יכול להיות תקופה אישית מלפני הטראומה, תקופה יציבה של תסמינים נמוכים או השוואה נגדית שנבחרה בקפידה; אלה אינם בסיסים שקולים. לא ציון תסמינים יחיד ולא סריקת מוח אחת במנוחה יכולים לזהות את שני קצבי המעבר.

TSRA מציעה שישה מדדים: **סף כניסה**, הראיות הדרושות לגיוס הגנה; **הגברה חולפת תלויה רמז**, מידת ההגברה של קלט קטן; **רוחב הכללה**, התפשטות קטגוריית הסכנה הנלמדת; **זמן שהייה או יציאה**, ההתמדה לאחר הכניסה; **זמן מחצית התאוששות**, החזרה לעבר נקודת ייחוס אישית אחרי הפרעה מבוקרת; ו**נגישות למצבים חלופיים**, הפעולות הלא-הגנתיות שניתן להגיע אליהן ועלותן. המדדים יכולים להיפרד: כניסה מהירה עשויה להופיע לצד התאוששות מהירה, ואילו סף כניסה גבוה יותר עשוי להתקיים לצד התמדה של שעות. ציוני תסמינים שבועיים זהים יכולים להסתיר דינמיקות שונות.

ראיות סמוכות הופכות את ההשערה לסבירה בלי להוכיח אותה. נתונים מותאמי-אדם חושפים רשתות שונות בין טריגרים, איום בהווה, הערכות מצב, זיכרונות ואסטרטגיות [Hertz-Palmor et al., 2026], וניתוחים לא-ליניאריים מזהים דינמיקות הסתגלות הטרורניות לאחר אסון [Littleton et al., 2023]. מחקר דימות קטן דיווח על מצבים חריגים שהופיעו בתדירות נמוכה יותר אך היו יציבים יותר ב-PTSD; יציבות מוערכת אינה אטרקטור [Wu et al., 2026]. בקרב 71 משתתפים, דיסוציאציה נקשרה באופן לא-ליניארי לתגובה אוטונומית, אך הסמנים המשוערים של חוסר תנועה, מבט בוהה וקהות רגשית לא אוששו [Danböck et al., 2024]. מנגד, ניתוח מנוחה ב-30 אתרים ובקרב 1,035 משתתפים שנחשפו לטראומה לא מצא הבדלים יציבים בזמן שהייה, במעברים או בקישוריות סטטית ודינמית [Tomas et al., 2025]. ממצא האפס הזה מגביל כל גרסה אוניברסלית של TSRA.

ההשערה מציבה את עצמה בסיכון. מדידות חוזרות, מבוקרות-הקשר וממוקדות-אדם צריכות להפיק פרמטרים מהימנים ונפרדים בחלקם לכניסה ולחזרה; להוסיף מידע פרוספקטיבי מעבר לחשיפה ולציוני תסמינים; להשתנות עם ההקשר בכיוון שנקבע מראש; לעיתים לתווך תועלת מטיפול; ולהכליל מהפרעה אחת לאחרת או לחיי היומיום. אם הניבויים יכשלו במחקרים בעלי עוצמה מספקת, שנרשמו מראש ושוכפלו באופן בלתי תלוי, או אם מודל פשוט יותר של חומרה או מדידה ינבא באותה הצלחה, יהיה צורך להחליש את TSRA או לנטוש אותה.

המושג מועיל רק אם הוא משנה את המדידה. במקום לשאול רק עד כמה גדלה מצוקתו של האדם, נשאל: כיצד התחיל המצב, כמה מהר עלה, מה החזיק אותו פעיל, מה אפשר לו להשתחרר ואילו פעולות היו זמינות לאחר מכן. המעבר הזה אינו הופך כאב למתמטיקה. הוא הופך את המתמטיקה לאחראית כלפי המבנה הזמני של הכאב.

משפט ליבה

TSRA מציעה שטראומה עשויה לשנות לא רק את עוצמת ההגנה, אלא את הכללים הלא שווים שלפיהם נכנסים אליה וחוזרים ממנה למעורבות בטוחה.

חלק II

מהי PTSD – ומה היא אינה

לאבחנה יש חשיבות, מפני שסבל, תסמינים ומצבים סמוכים
אינם בניהחלפה.

חשיפה לטראומה אינה אבחנה

הסיק מדעי רחב

המילה "טראומה" נושאת כמה משמעויות בעת ובעונה אחת. בשפה היומיומית היא יכולה לציין אירוע, פציעה, תוצאה נפשית ממושכת או את העוצמה שבה נחוותה החוויה. במחקר אבחוני מוכרחים להפריד בין המשמעויות. אירוע בעל פוטנציאל טראומטי הוא חשיפה. הפרעת דחק פוסט-טראומטית היא דפוס תגובה אפשרי אחד, המוגדר לא מכוח החשיפה לבדה אלא באמצעות תצורה מסוימת של תסמינים, זמן, פגיעה בתפקוד ותנאי שלילה. חוויה יכולה לשנות חיים בלי לייצר PTSD; ו-PTSD יכולה להיות קשה בלי להכיל את כל השלכותיו של מה שקרה.

זאת אינה דקדקנות לשונית. סקרים חוצי מדינות מראים שחשיפה לאירועים בעלי פוטנציאל טראומטי נפוצה, אך PTSD מתפתחת אצל קבוצה קטנה בהרבה, והסיכון תלוי במשתנים רבים [Benjet et al., 2016] [Koenen et al., 2017]. הסיכון משתנה לפי סוג החשיפה והיסטוריית החשיפה: אלימות מכוונת, חשיפה חוזרת, מצוקה קודמת והסביבה החברתית אינן נושאות אותה הסתברות [Liu et al., 2017]. גם הממצאים הרחבים האלה הם אומדני אוכלוסייה, התלויים בריאיון, במערכת האבחון, במדינות שנדגמו ובזיכרון רטרואפקטיבי. אי אפשר להעתיק אותם בשלמותם אל אדם מסוים או אל אירוע מסוים.

באופן פורמלי, נסמן ב- E_i חשיפה העומדת בתנאי הסף עבור אדם i , ב- $D_i(t)$ אבחנת PTSD בזמן t , ב- $\mathbf{z}_i$ תנאים אישיים והיסטוריים, ב- $\mathbf{c}_i(t)$ את ההקשר הנוכחי, וב- $\mathcal{M}$ את הליך המדידה. האובייקט הרלוונטי אינו E_i לבדו, אלא

$$p_i(t) = P[D_i(t) = 1 \mid E_i, \mathbf{z}_i, \mathbf{c}_i(t), \mathcal{M}].$$

חשיפה העומדת בתנאי הסף היא תנאי הכרחי על פי ההגדרה האבחונית, אך היא רחוקה מאוד מלהספיק. ההסתברות המותנית משתנה כששיטת המדידה משתנה, כשחלון המעקב משתנה וכאשר המכנה עובר מן האוכלוסייה הכללית אל שורדים שנחשפו ישירות. לכן הביטוי "אוכלוסייה בטראומה" עלול להיות מסוכן מבחינה מדעית: ייתכן שהוא מתייחס לאנשים שנחשפו, לאנשים במצוקה, לאנשים שחצו סף תסמיני או לאנשים עם הפרעה שאובחנה.

ההבחנה מגינה גם על אנשים שנחשפו ואינם מפתחים PTSD. אין פירוש הדבר שלא הושפעו, או שהם "עיבדו" את האירוע בדרך נעלה יותר. הם יכולים להתאבל, לישון רע, לכעוס, לשנות את זהותם, לחוות תסמינים גופניים או להזדקק לתמיכה מעשית ונפשית. באותה מידה, מסלול יציב של תסמינים נמוכים אינו מוכיח שהאירוע היה קל. ההשלכות האנושיות רחבות מתוצאה אבחונית אחת.

כך אפשר להכיר בעוצמת האירוע בלי לייחס לכל אדם אותה תוצאה, ולהכיר בעוצמת התגובה בלי לצמצם את מלוא משמעותו של האירוע לאבחנה אחת.

במחקר, קבוצת השוואה שנחשפה לטראומה חשובה לעיתים יותר מקבוצה שלא נחשפה כלל. אם שתי הקבוצות שנחשפו מראות הבדל עצבי, גופני או קוגניטיבי לעומת מי שלא נחשפו, ייתכן שההבדל קשור לחשיפה ולא ל-PTSD. אם קבוצת PTSD שונה גם מקבוצת ביקורת שנחשפה לאירוע דומה, הממצא נעשה ספציפי יותר, אך עדיין אינו בהכרח סיבתי או אבחוני. בלי ההפרדה הזאת, הביולוגיה של הישרדות בסכנה עלולה לקבל בטעות את הכותרת "הביולוגיה של ההפרעה".

גם בשפה הציבורית הכלל ישיר. אין להפוך את חומרת האירוע לאבחנה משוערת. אין לדרוש אבחנה כתנאי להכרה בפגיעה. צריך לשאול למה האדם נחשף, מה השתנה, כמה זמן נמשך השינוי, איזה תפקוד אבד, אילו מצבים נוספים עשויים להתקיים וכיצד התקבלה המסקנה. האירוע חשוב. התגובה חשובה. את הקשר ביניהם צריך לחקור, לא להכריז מראש.

משפט ליבה

החשיפה מספרת לנו במה אדם נתקל; האבחנה שואלת איזה דפוס התפתח, כמה זמן נמשך, כיצד פגע בתפקוד ובאיזו דרך נקבע.

המבנה האבחוני של PTSD

ממצא אמפירי

אבחנת PTSD אינה מתקבלת בהצבעה בין תסמינים לא נעימים. יש לה מבנה. במשפחת ההגדרות של DSM-5, חשיפה העומדת בתנאי הסף מלווה בדרישות מתוך אשכולות של חדירה, הימנעות, שינויים שליליים בקוגניציה ובמצב הרוח, ושינויים בעוררות ובתגובתיות. לכך מצטרפים משך, מצוקה משמעותית או פגיעה בתפקוד ותנאי שלילה. המבנה של ICD-11 מצומצם יותר ומארגן אחרת. קיימת חפיפה ניכרת בין המערכות, אך הן אינן מחלקות את המרחב הקליני באותה צורה. אומדן שכיחות, מדגם בניסוי או השוואה ביולוגית יורשים את המבנה ששימש להגדרת הקבוצה.

לצורה הלוגית יש משמעות. נסמן ב- Q חשיפה העומדת בתנאי הסף; ב- B, C, M, A את התנאים הנדרשים באשכולות התסמינים; ב- T את דרישת הזמן; ב- F מצוקה קלינית משמעותית או פגיעה בתפקוד; וב- X עמידה בתנאי השלילה הרלוונטיים. כלל אבחוני סכמטי הדומה ל-DSM הוא

$$D = \mathbf{1}\{Q \wedge B \wedge C \wedge M \wedge A \wedge T \wedge F \wedge X\}.$$

פונקציית האינדיקטור $\mathbf{1}\{\cdot\}$ מקבלת ערך אחד רק כאשר כל התנאים בצירוף מתקיימים. זהו במכוון ייצוג סכמטי: הוא משמיט ספירת פריטים ושיקול דעת קליני. תפקידו להראות מדוע ציון גבוה בסולם מצוקה כללי, ואפילו כמה תסמינים פוסט-טראומטיים עזים, אינם בהכרח אותו אובייקט כמו אבחנה. הדפוס וגבולותיו משנים את המסקנה.

המדידה המובנית התקדמה היסטורית עם פיתוח CAPS, הסולם הקליני ל-PTSD, שעין תדירות ועוצמה של תסמינים בתיאורים התנהגותיים [Blake et al., 1995]. גרסת CAPS-5 הראתה במחקרי הפיתוח הראשונים מהימנות ותוקף טובים בקרב יוצאי צבא, לצד מגבלות ההעברה הרגילות לאוכלוסיות, שפות והקשרים אחרים [Weathers et al., 2018]. סקירה שיטתית עדכנית מצאה כמה כלים המבוססים על DSM-5 ועל ICD-11 שזכו לתמיכה פסיכומטרית שימושית, אך גם שונות ניכרת בספי החיתוך וייצוג חסר של אוכלוסיות מסוימות [Coeur et al., 2026]. אין מכשיר מדידה שעצם שמו מבטל את הצורך בהקשר ובשיקול דעת.

המבנה משנה את הפרשנות. זיכרון חודרני ללא הימנעות עשוי להיות מכאיב מאוד, אך לא בהכרח לעמוד בכלל האבחוני המלא. הפרעת שינה ועצבנות יכולות להופיע ב-PTSD, בדיכאון, בכאב, בגמילה מחומר, בעומס טיפולי או בתוך סכנה מתמשכת. קהות רגשית יכולה לנבוע מכמה תהליכים. אדם עשוי לחוות פגיעה קשה בתפקוד עם תצורה תת-ספית, ואדם אחר עשוי לחצות סף תסמיני ובכל זאת לשמור על תפקוד רב יותר בתחום מסוים. ההכרעה הקטגוראלית מועילה קלינית; היא אינה מעלימה את הממדים הרציפים שמתחתיה.

גם בתוך אותה אבחנה קיימות דרכים שונות לעמוד בתנאים, ולכן ציון כולל זהה אינו מבטיח אותה תצורת תסמינים, אותה חומרה בכל אשכול או אותו צורך טיפולי.

גם האבחנה אינה ממקמת את ההפרעה באתר אחד. הקריטריונים מתארים דפוס ברמת החוויה והתפקוד. הם אינם קובעים שלכל התסמינים מנגנון עצבי יחיד. שני אנשים יכולים לעמוד באותו מבנה אבחוני באמצעות צירופי פריטים, היסטוריות ותהליכי תחזוקה שונים. לכן האבחנה יכולה לשמש שפה קלינית משותפת, בעוד שניסוח מקרה אישי שואל שאלה אחרת: מה מייצר ומתחזק את הדפוס הנוכחי של האדם המסוים?

ההרצאה תכבד את שני התפקידים. היא לא תמיס PTSD אל תוך "מצוקה כללית", משום שספציפיות אבחונית משנה את הראיות ואת הטיפול. והיא לא תהפוך את הרשימה למהות טבעית, משום שמערכת סיווג היא כלל ממושמע לארגון תצפיות, לא תאוריה סיבתית מלאה של אדם.

משפט ליבה

אבחנת PTSD היא מסקנה קלינית מובנית על תסמונת בעלת דפוס, ולא מילה נרדפת לחשיפה, למצוקה או לציון גבוה יחיד.

PTSD מאובחנת, PTSD בסבירות גבוהה ו-PTSS

ממצא אמפירי

שלושה ביטויים חוזרים שוב ושוב בספרות: **PTSD מאובחנת, PTSD בסבירות גבוהה לפי כלי סינון, ותסמיני דחק פוסט-טראומטיים**, או PTSS. הם קשורים זה לזה, אך אינם ניתנים להחלפה. חלק גדול מן הבלבול בדיווח הציבורי מתחיל ברגע שבו שם המכשיר נעלם מן המשפט.

בהרצאה הזאת, הביטוי **PTSD מאובחנת** שמור להערכה קלינית או מובנית, או לקביעה מנהלית קלינית המתועדת בבירור ושמגבלותיה מצוינות. **PTSD בסבירות גבוהה** פירושה שאדם חצה סף בכלי סינון מאומת המבוסס על דיווח עצמי. **PTSS** מציין חומרת תסמינים, ציון של אשכול מסוים או מדד ממדי, בלי לטעון שנקבעה אבחנה. דחק חריף, מצוקה שאינה ספציפית, אבל, חרדה, דיכאון, דיסוציאציה ופגיעה מוסרית נשארים בשמותיהם.

לכלי סינון יש ערך רב. הם מאפשרים מחקרים גדולים, מדידות חוזרות ותכנון מהיר של שירותים. הם יכולים לזהות ברגישות אנשים שעשויים להזדקק להערכה מלאה יותר. אך סף חיתוך אינו גבול מיקרוסקופי בטבע. סקירה עדכנית של כלים המבוססים על DSM-5 ועל ICD-11 מצאה שספי החיתוך של PCL-5 הנפוץ השתנו בין מחקרים ואוכלוסיות, ושמדגמים של יוצאי צבא ושל שירותי רפואה זכו לייצוג יתר [Coeur et al., 2026]. גם מחקר על PTSD תת-ספית מראה שהגדרות חלופיות מסווגות קבוצות שונות, אף שתצורות תת-ספיות יכולות לשאת משמעות קלינית אמיתית [Klein et al., 2024].

המתמטיקה של סינון הופכת את כלל השפה לבלתי נמנע. אם הרגישות היא $Se = P(+ | D)$, הסגוליות היא $Sp = P(- | -D)$, ושכיחות אבחנת המטרה באוכלוסייה הנבדקת היא $\pi = P(D)$, אז הערך המנבא החיובי הוא

$$PPV = P(D | +) = \frac{Se \pi}{Se \pi + (1 - Sp)(1 - \pi)}.$$

גם אילו הרגישות והסגוליות היו קבועות, והן אינן קבועות לחלוטין, שיעור האנשים החיוביים בסינון שאכן עומדים בתקן אבחוני מלא היה משתנה עם π . לכן לאותו ציון יכולות להיות משמעויות שונות במדגם קליני בסיכון גבוה ובסקר קהילתי רחב. תרגום, אוריינות, צורת הביטוי התרבותית, הזמן שחלף מן החשיפה ומטרת ההערכה מוסיפים שונות נוספת.

גם ריאיון קליני מובנה אינו חסין משגיאות. הוא דורש הכשרה, שיקול דעת, העברה עקבית ותיקוף באוכלוסייה המתאימה. הגרסאות המקורית והעדכנית של CAPS שיפרו את הסטנדרטיזציה והראו תכונות פסיכומטריות חזקות בהקשרים שבהם נבחנו [Weathers et al., 2018] [Blake et al., 1995]. ובכל זאת, איכות הריאיון, זיכרון, קשר בין המראיין למראיין, שפה, דיסוציאציה, תחלואה נלווית והקשר מנהלי יכולים להשפיע על הקביעה. "מאובחנת" מציין תהליך חזק יותר; אין פירושו ודאות מטפזית.

ההבחנות נעשות חיוניות במיוחד אחרי אסון, מתקפה או מלחמה. סקר מהיר יכול לדווח באחריות על עלייה ב-PTSS או על שיעור האנשים שחצו סף סינון של PTSD בסבירות גבוהה. הוא אינו יכול להכריז בפשטות על שכיחותה של PTSD קלינית אם דרך המדידה אינה תומכת בשם הזה. דיוק לשוני אינו מקטין את הסבל. הוא מונע מסוג ראייה אחד ליטול לעצמו את הסמכות של סוג ראייה אחר.

הכלל שומר גם על פרשנות אורכית. מעבר מציון מעל הסף לציון מתחתיו אינו בהכרח הפוגה אבחונית; ירידה קטנה שנותרת מעל הסף יכולה לבוא יחד עם שיפור תפקודי גדול; וציון כולל יציב יכול להסתיר שינוי בזהות התסמינים הפעילים. כל מספר בעל משמעות צריך להגיע יחד עם שם הכלי, הסף, האוכלוסייה וחלון ההערכה.

משפט ליבה

שם התוצאה חייב להתאים למדידה: אבחנה, סיווג חיובי לפי כלי סינון וחומרת תסמינים הם אובייקטים מדעיים שונים גם כאשר הם נוגעים לאותו סבל.

תסמינים, תפקוד וצורת הפגיעה

היסק מדעי רחב

התסמינים מספרים כיצד ההפרעה מתבטאת. התפקוד מספר מה היא עושה לחיים. השניים קשורים, אך אף אחד מהם אינו תחליף מושלם לאחר. אדם יכול לדווח על פחות זיכרונות חודרניים ועדיין לא להיות מסוגל לעבוד בחדר עמוס. אדם אחר עשוי להמשיך לחוות סיוטים ובכל זאת לבנות מחדש אינטימיות, לימודים, הורות או תנועה במרחב הציבורי. ציון תסמינים יכול להשתפר לפני שהעולם נפתח; שיפור בתפקוד יכול גם להקדים שינוי מאוחר יותר בתסמינים, בלי להוכיח לבדו מה גרם למה.

סקירה שיטתית ומטא-אנליזה מצאו פגיעה ממוצעת ניכרת הקשורה ל-PTSD במטלות כלליות, בניידות, בטיפול עצמי, בחיי הבית, ביחסים, בתחומי חיים מרכזיים ובהשתתפות קהילתית ואזרחית [Jellestad et al., 2021]. ההבדלים לעומת אנשים עם הפרעות נפשיות אחרות היו קטנים מן ההבדלים לעומת קבוצות בריאות. זה בדיוק מה שאפשר לצפות אם הפגיעה קשה אך אינה ייחודית ל-PTSD. המחקרים היו תצפיתיים וחשופים להשפעת תחלואה נלווית וברירה במדגם. הם מבססים נטל ברמת הקבוצה, לא את עתידו התפקודי של אדם יחיד.

אפשר לנסח את בעיית המדידה כתוצאה משותפת ולא כציר אחד. עבור אדם i בזמן t , נגדיר

$$\mathbf{y}_{it} = \begin{bmatrix} \mathbf{s}_{it} \\ \mathbf{f}_{it} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{s}_{it} \in \mathbb{R}^p, \quad \mathbf{f}_{it} \in \mathbb{R}^q,$$

כאשר $\mathbf{s}_{it}$ מכיל ממדי תסמינים ו- $\mathbf{f}_{it}$ את התפקוד ב- q תחומים. מודל תוצאה מלא צריך לאמוד לא רק את השינוי ב- $\mathbf{s}$, אלא גם את המבנה המושהה הצולב:

$$\begin{aligned} \mathbf{s}_{i,t+1} &= A\mathbf{s}_{it} + B\mathbf{f}_{it} + \boldsymbol{\varepsilon}_{it}^{(s)}, \\ \mathbf{f}_{i,t+1} &= C\mathbf{s}_{it} + D\mathbf{f}_{it} + \boldsymbol{\varepsilon}_{it}^{(f)}. \end{aligned}$$

המטריצות B ו- C מאפשרות תלות מושהית בשני הכיוונים; ללא הנחות חזקות יותר הן אינן מוכיחות השפעה סיבתית. ניתוח מרמת המפגש בתוך ניסוי פסיכותרפיה מצא יחסים הדדיים מורכבים, שבהם הקשרים מתסמין לתפקוד ומתפקוד לתסמין השתנו לפי שלב הטיפול ואשכול התסמינים [Benfer et al., 2024]. אומדנים צולבים תלויים במפרט המודל ובניסוי שממנו נלקחו, ולכן המחקר אינו מוכיח רצף סיבתי אוניברסלי. הוא כן מראה מדוע התפקוד אינו יכול להישאר הערת שוליים.

צורת הפגיעה היא אישית ואקולוגית. הימנעות יכולה לחסום נסיעה בתחבורה ציבורית ולהשאיר עבודה עצמאית כמעט ללא פגע. דריכות יתר יכולה להיות בלתי נראית בסביבה מובנית ומתישה בבית. ריחוק רגשי עשוי לשמור על ביצוע בזמן משבר ולפגוע באינטימיות. עוני, אפליה, דיור לא בטוח, כאב, טיפול באחרים וטיפול שאינו נגיש יכולים להפוך תסמינים בינוניים למוגבלות קשה; משאבים יציבים עשויים למתן חלק מן ההשפעה בלי למחוק את ההפרעה. תפקוד נוצר במפגש בין יכולות האדם לדרישות ולתמיכות של סביבתו.

לכן אין "רמת תפקוד" אחת שמסכמת את החיים. פעולה יכולה להיות אפשרית במחיר של תשישות קשה, ואדם יכול להיראות מתפקד מפני שסביבתו נושאת בשקט חלק מן העומס. מדידה טובה צריכה לשאול גם מה נדרש כדי להחזיק את התפקוד.

לכך יש משמעות עבור יעדי הטיפול. ירידה בציון היא חשובה, אך אינה ההחלמה כולה. צריך לשאול גם אם השינה משקמת, אם אפשר להשתמש בריכוז, אם יחסים נעשו נסבלים יותר, אם התנועה פחות מצומצמת, אם עבודה או לימודים שוב נגישים ואם אי ודאות רגילה פחות נוטה לגייס הגנה מוחלטת. מן הצד האחר, תסמינים שנשארו אינם מבטלים את החיים שחזרו. המטרה אינה לחייב אדם להציג בריאות. המטרה היא להבין אילו אפשרויות נפתחו ואילו עדיין עולות מחיר גבוה.

משפט ליבה

המשמעות הקלינית של PTSD מתגלה לא רק במה שאדם מרגיש, אלא בחלקי החיים שנותרו נגישים בזמן שהרגשות האלה נוכחים.

דחק חריף, הופעה מושהית וזמן

היסק מדעי רחב

הזמן אינו רק קו שמתחת לאבחנה. הוא משנה את משמעות התצפית. בתקופה המיידית לאחר סכנה עלולות להופיע חדירה של זיכרונות, בלבול, הפרעת שינה, עוררות אוטונומית, הימנעות, קהות, אבל, כעס או דיסוציאציה. חלק מן האנשים עומדים בקריטריונים להפרעת דחק חריפה בחלון האבחוני המוקדם; רבים מן האנשים המצויים במצוקה אינם עומדים בהם. לא מצוקה חריפה ולא הפרעת דחק חריפה מכריזות מראש על עתיד כרוני.

לתסמינים מוקדמים יש מידע, אך כוח הניבוי שלהם אינו שלם. מחקר פרוספקטיבי שהשווה שאלונים להערכה קלינית מובנית מצא שמדדים מוקדמים ניבאו אבחנת PTSD בהמשך טוב יותר מניחוש מקרי, אך ההתאוששות הייתה קלה יותר לניבוי והראיון המובנה היה עדיף על השאלונים [Shalev et al., 1997]. מטא-אנליזה עדכנית של נתוני משתתפים יחידים מחמישה מחקרי חדר מיון וטיפול נמרץ מצאה שמדדים מוקדמים של PTSD ושל דיכאון תרמו מידע על התמדה מאוחרת יותר, אך הותירו שונות רבה ללא הסבר [Ratanatharathorn et al., 2026]. המסקנה אינה שיש להתעלם מסבל מוקדם. המסקנה היא שסיכון אינו גורל.

ההבחנות בזמן נעשות ברורות יותר בתהליך רב-מצבי. נגדיר $S_t \in \{A, L, P, R\}$, כאשר A הוא דחק חריף, L תסמינים נמוכים או תת-ספיים, P הוא PTSD ו- R הפוגה. עוצמות המעבר המותנות הן

$$q_{jk}(t | \mathcal{H}_t) = \lim_{\Delta t \downarrow 0} \frac{P(S_{t+\Delta t} = k | S_t = j, \mathcal{H}_t)}{\Delta t}, \quad j \neq k.$$

מעבר מוקדם $A \rightarrow P$, מעבר מאוחר יותר $L \rightarrow P$, שיפור $P \rightarrow R$ והישנות $R \rightarrow P$ הם מסלולים שונים. יכולים להיות להם מנבאים ומנגנונים שונים. מדידה אחת אינה יודעת להבחין ביניהם, ומחקר שמתחיל למדוד באיחור עלול לקרוא למקרה "מושהה" אף שהיו בו קודם תסמינים ניכרים שלא נמדדו.

באותה מידה, שתי מדידות רחוקות זו מזו עלולות להחמיץ תנודות, תקופות של הפוגה או חשיפות חדשות שהתרחשו ביניהן. סינתזה של מחקרי אורך מצביעה על ירידה ממוצעת ניכרת בנטל PTSD בשנה הראשונה לאחר סוגים רבים של טראומה, לצד מסלולים מתמשכים ומסלולים שהופיעו מאוחר יותר, ששכיחותם משתנה לפי כוונת הפגיעה, המדגם וההגדרה [Santiago et al., 2013]. סקירות ארוכות טווח מראות שונות רחבה עוד יותר בהתאוששות, כרוניות והישנות [Steinert et al., 2015]. סקירה ייעודית על הישנות לא יכלה להצדיק אומדן משותף יציב, משום שהמחקרים הגדירו ומדדו הישנות בדרכים שונות מדי [Brooks & Greenberg, 2024]. המחלוקת המתודולוגית היא אפוא חלק מן הממצא על הזמן.

הזמן משנה גם טענות על התערבות. דחק חריף עשוי לחלוף מעצמו, וטיפול בכל תגובה מוקדמת כאילו היא תחילתה של הפרעה עלול להפוך התאוששות טבעית לפתולוגיה. גם המתנה פסיבית לנוכח פגיעה קשה בתפקוד עלולה לגבות מחיר. הראיות למניעה תרופתית מוקדמת עדיין מוגבלות ותלויות בהתערבות המסוימת [Bertolini et al., 2024]. התגובה האתית צריכה להיות מדורגת: ביטחון ותמיכה מעשית, מעקב וגישה להערכה; הבחנה בין טיפול אנושי רחב לבין מניעה אוניברסלית שלא הוכחה; והגברת הטיפול לפי הצורך, לא לפי שעון דמיוני המשותף לכולם.

אין לפרש הופעה מושהית כהמצאה רק משום שהאדם תפקד קודם. ייתכן שהתסמינים היו תת-ספיים, מוסתרים, נקראו בשם אחר, הוחזקו על ידי מסגרת או הופעלו מחדש בעקבות דחק חדש. בה בעת, אין לייחס אוטומטית כל קושי מאוחר לאירוע הקודם. הערכה לאורך זמן צריכה להביא בחשבון חשיפות חדשות, דיכאון, כאב, שימוש בחומרים, שינה והקשר חברתי משתנה.

משפט ליבה

הזמן אינו רק מגלה אם PTSD קיימת; הוא מבחין בין התהוות, התמדה, הפוגה והישנות, כלומר בין מעברים שתצלום יחיד אינו מסוגל לראות.

אבל, דיכאון, חרדה, דיסוציאציה ופגיעה מוסרית

היסק מדעי רחב

טראומה כמעט לעולם אינה מצייתת לגבולותיה של אבחנה אחת. אחרי אובדן, אלימות, שבי, בגידה, אסון או מלחמה, אדם יכול לחוות PTSD לצד אבל, דיכאון, חרדה, דיסוציאציה, פגיעה מוסרית, כאב, הפרעת שינה או קושי הקשור לשימוש בחומרים. החפיפה שכיחה. המצבים אינם שקולים זה לזה.

PTSD מאורגנת סביב חשיפה העומדת בתנאי הסף ודפוס אופייני של חוויה מחדש, הימנעות, שינוי שלילי בקוגניציה או במצב הרוח ושינוי בעוררות ובתגובתיות. אבל מאורגן סביב אובדן והיחס לאדם או לעולם שאיננו; געגוע וצער אינם רק תסמיני פחד. דיכאון יכול לכלול מצב רוח ירוד ממושך, ירידה בעניין או בהנאה, חוסר תקווה ושינוי באנרגיה החורגים מרמזים הקשורים לטראומה. חרדה יכולה להיות ממוקדת באי ודאות עתידית, פאניקה, הערכה חברתית או דאגה מוכללת. דיסוציאציה נוגעת בשינויים בנכחות, ברציפות החוויה, בתחושת העצמי או בממשות העולם. פגיעה מוסרית, *moral injury*, מתייחסת להשלכות של מעשה, אי מניעת מעשה, עדות למעשה או בגידה סביב אירועים המפרים ציפיות מוסריות עמוקות. היא אינה מילה נרדפת ל-PTSD.

הנתונים תומכים גם בחפיפה וגם בהפרדה. מחקר פרוספקטיבי לאחר טראומה מצא הופעה משותפת מוקדמת של PTSD ודיכאון מז'ורי, כאשר תחלואה נלווית נקשרה לחומרה גבוהה יותר ולתפקוד נמוך יותר [Shalev et al., 1998]. מעקב בן ארבע שנים אחר ילדים לאחר רעידת אדמה זיהה מסלולי תסמינים משותפים אך גם נבדלים של דחק פוסט-טראומטי ושל דיכאון [Liang et al., 2021]. בקרב בני משפחה שקיבלו החלטות עבור קרוב שמת ביחידה לטיפול נמרץ, תסמינים של אבל ממושך, דחק פוסט-טראומטי ודיכאון יצרו מסלולים חופפים אך לא זהים [Wen et al., 2023]. סקירות על פגיעה מוסרית מדווחות על קשרים עם PTSD, דיכאון, חרדה, אובדנות ותוצאות התנהגותיות, אך גם חושפות חוסר אחידות במושגים ובבסיס הראיות, שרובו תצפיתי [Hall et al., 2022] [Williamson et al., 2018]. בוושה קשורה במידה בינונית לתסמינים פוסט-טראומטיים ברמת המטא-אנליזה, אך הקשר אינו קובע כיוון סיבתי יחיד [López-Castro et al., 2019].

מודל מדידה מועיל צריך לאפשר שונות משותפת לצד שונות ייחודית:

$$\mathbf{y}_t = \Lambda_g g_t + \Lambda_P p_t + \Lambda_A a_t + \Lambda_G \gamma_t + \Lambda_\Delta \delta_t + \Lambda_M \mu_t + \Lambda_\Xi \xi_t + \epsilon_t,$$

כאשר g_t הוא מצוקה כללית; p_t , a_t , γ_t , δ_t , μ_t ו- ξ_t מתארים בהתאמה תהליכים ספציפיים ל-PTSD, לחרדה, לאבל, לדיכאון, לפגיעה מוסרית ולדיסוציאציה; וכל Λ הוא וקטור או מטריצת טעינות מתאימים. זהו פירוק מושגי ולא מודל אוניברסלי מאומת. המשמעת שהוא מציע היא שתסמין משותף, כגון הפרעת שינה, קושי בריכוז, נסיגה או אשמה, אינו חושף לבדו איזה תהליך סמוי יצר אותו.

ההבחנה משנה את הטיפול ואת המשמעות. חשיפה המכוונת לזיכרונות טראומטיים אינה בהכרח טיפול באבל. הרגעה אינה פותרת בגידה מוסרית. טיפול בדיכאון עשוי לשפר שינה ואנרגיה בלי לגעת בחוויה מחדש המופעלת על ידי רמזים. עיון בהווה עשוי לסייע ברגע דיסוציאטיבי בלי ליישב אשמה או לתקן אמון. מן הצד האחר, התעקשות על קופסאות נפרדות לחלוטין יכולה לפרק את האדם ולכפות על אבחנה אחת לשאת את כל הסיפור.

עדשת Flow Hijacked שואלת כיצד התהליכים מצטמצמים. סיוטים יכולים להגביר את הדריכות ביום הבא; דיכאון יכול לצמצם מפגש עם חוויה מתקנת; בושה יכולה לעודד הסתרה; פגיעה מוסרית יכולה לשנות אמון במוסדות או בעצמי; אבל יכול להשאיר את הקשר שאבד נוכח ללא הפסקה; ואלכוהול או הקלה מהירה אחרת יכולים לצמצם את מנעד התגובות הזמין. מערכת מצומדת עדיין דורשת שמות מדויקים. אפשר למדל אינטראקציה בלי למחוק הבדל.

משפט ליבה

סבל הקשור לטראומה יכול להיות מצומד בין אבחנות ומשמעויות, אך החמלה נעשית מדויקת יותר כאשר אבל, דיכאון, חרדה, דיסוציאציה ופגיעה מוסרית שומרים על שמותיהם.

PTSD ו-PTSD מורכבת

היסק מדעי רחב

המושג PTSD מורכבת צמח מתוך הכרה קלינית בכך שטראומה ממושכת, חוזרת ובין אישית יכולה להותיר קשיים שאינם מתוארים במלואם באמצעות פחד, חדירה והימנעות. הניסוח של ג'ודית הרמן הרחיב את תשומת הלב בתחום אל ויסות רגשי, תפיסת העצמי, יחסים, דיסוציאציה והתפתחות [Herman, 1992]. חשיבות היסטורית, עם זאת, אינה מכריעה מהי החלוקה האבחונית הנכונה.

ICD-11 מתייחס ל-PTSD ול-PTSD מורכבת, או CPTSD, כאבחנות אחיות הקשורות זו לזו. CPTSD כוללת את דפוס הליבה של PTSD ולצדו הפרעות בארגון העצמי: קושי בוויסות רגשי, תפיסת עצמי שלילית מתמשכת ופגיעה ביחסים. אין זה פשוט שם ל-PTSD "חמורה מאוד", והיא אינה נקבעת אוטומטית מפני שהטראומה הייתה ממושכת. עבודה קלינית הנשענת על DSM-5 מארגנת חלק גדול מאותו שטח בדרך אחרת ואינה משתמשת באבחנת CPTSD זהה. משום כך מחקר חייב לציין את מערכת הסיווג ואת כלי המדידה, במקום לכתוב כאילו כל ההגדרות שקולות.

מחקר פרופילים סמויים תמך בתצורות הניתנות להבחנה של PTSD ושל CPTSD במדגם של פונים לטיפול [Cloitre et al., 2013]. השאלון International Trauma Questionnaire פותח כדי למדוד את המבנה של ICD-11 וצבר תמיכה פסיכומטרית, אך הוא עדיין כלי דיווח עצמי ואינו שקול לאבחנה שנקבעה בריאיון קליני [Cloitre et al., 2018]. מטא-אנליזה של ניתוחי גורמים מאששים משנת 2026, שכללה 57 מחקרים, מצאה תמיכה במבנה בעל משמעות קלינית. עם זאת, מודל של שבעה גורמים מתואמים התאים לנתונים טוב יותר מן המבנה ההיררכי המקובל, ולכמה תתי-סולמות הייתה עקיבות פנימית מוגבלת [Kindred et al., 2026]. הראיות תומכות בהבחנה שימושית, לא בקיומם של שני סוגים טבעיים ובלתי משתנים.

באופן פורמלי, נגדיר את וקטור התסמינים הסמוי:

$$\eta_i = \begin{bmatrix} \eta_i^{\text{PTSD}} \\ \eta_i^{\text{DSO}} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{y}_i = \Lambda \eta_i + \epsilon_i,$$

כאשר η^{PTSD} מייצג את ממדי הליבה של PTSD, ו- η^{DSO} את ההפרעות בארגון העצמי. העובדה שמטריצת טעינות מסוימת Λ מתאימה לשונות המשותפת בנתונים אינה מוכיחה שהקטגוריות הן אטרקטורים ביולוגיים, סיבות נפרדות או זהויות קבועות. מודלים ממדיים, מודלי גורמים, מודלי רשת וניסוחים קליניים מתחרים יכולים לשחזר חלקים מאותם נתונים.

גם הגבולות מול דיסוציאציה והפרעת אישיות גבולית דורשים זהירות. חוויות דיסוציאטיביות רלוונטיות במיוחד בחלק ממדגמי CPTSD, אך אינן מגדירות כל מקרה [Hyland et al., 2020]. סקירות ערערו על ודאות מוקדמת מדי סביב PTSD מורכבת והראו כיצד המסקנות משתנות עם הקריטריונים וקבוצות ההשוואה [Resick et al., 2012] [Brewin et al., 2017]. מחקר אורך על שבי מצביע על כך שסיווג דמוי CPTSD יכול להיות קשור לנטל מתמשך בתפקוד ובבריאות, אך הוא נשען על אלגוריתמים של דיווח עצמי ולא על אבחנות קליניות מלאות [Zerach et al., 2019].

המשמעות לאדם צריכה להישאר אנושית. "מורכבת" אין פירושה שהאדם בלתי מובן, אינו ניתן לטיפול או מצוי מעבר לכל אפשרות חזרה. המילה מציינת שההשלכות עשויות להגיע לוויסות, לזהות וליחסים, ושייתכן שבתכנון הטיפול יהיה צורך להתחשב בבטיחות, במיומנויות, בזיכרונות טראומטיים, בדיסוציאציה, בהקשר החברתי, בהעדפות ובסדר הפעולות. היא אינה מוכיחה שכל אדם זקוק לאותו טיפול בשלבים, ואינה מוכיחה שעבודה ישירה ממוקדת טראומה מסוכנת מעצם טבעה. גם משך הטראומה לבדו אינו קובע את האבחנה. סוג החשיפה, גיל ההתפתחות, הקשרים שהיו זמינים, המשמעות שניתנה לאירוע והדפוס הנוכחי כולם חשובים, אך אף אחד מהם אינו יכול להחליף הערכה של התסמינים ושל הפגיעה בתפקוד.

משפט ליבה

PTSD מורכבת מתארת תצורה קלינית רחבה, נתמכת בראיות אך עדיין שנויה במחלוקת; היא אינה מתארת אדם "שבור יותר" ואינה מחייבת מסלול טיפולי יחיד מעצם האבחנה.

מסלולים רבים, לא גורל אחד

היסק מדעי רחב

אם נחשב ממוצע של כל המסלולים לאחר טראומה ונצייר קו אחד, הקו ירד לעיתים קרובות. הממוצע יכול להיות נכון ובכל זאת לא לתאר כמעט אף אדם. מתחתיו עשויים להימצא אנשים עם תסמינים נמוכים ויציבים, שיפור מהיר, התאוששות הדרגתית, תסמינים גבוהים ומתמשכים, החמרה מאוחרת, תנודות, הפוגה או הישנות. שמות המסלולים משתנים בין מחקרים. כך גם שיעור האנשים המוקצה לכל אחד מהם. ההטרוגניות היא הממצא היציב; הטקסונומיה המדויקת אינה יציבה באותה מידה.

סקירות של מסלולים לאחר טראומה מוצאות שוב ושוב כמה דפוסים ולא התפתחות בלתי נמנעת אחת [Galatzer-Levy et al., 2018], גם מעקב בן עשר שנים אחר יוצאי צבא מצא תסמינים מתמשכים, מסלולי שיפור ושינויים מאוחרים [Moye et al., 2023]. מחקר מקביל על מסלולים לאחר אירועי חיים משמעותיים מראה שהשיעור לכאורה של "חוסן" רגיש להנחות המודל, למיקום קו הבסיס, לשיגאת המדידה, לנתונים חסרים ולמידת השינוי שמותר לכל מחלקה להכיל [Infurna & Luthar, 2016]. מסלול שנקרא בניתוח אחד "נמוך ויציב" אינו רשאי להפוך לזהותו של "האדם החסין".

הניסוח המקובל של תערובת סמויה מראה גם את הערך וגם את הסכנה. אם $\mathbf{y}_i = (y_{i1}, \dots, y_{iT})$ הוא מסלול התסמינים הנמדד של אדם i , אז

$$p(\mathbf{y}_i | \mathcal{M}_K) = \sum_{k=1}^K \pi_k p(\mathbf{y}_i | z_i = k, \theta_k), \quad \pi_k \geq 0, \quad \sum_{k=1}^K \pi_k = 1.$$

המודל $\mathcal{M}_K$ מניח K מחלקות סמויות, בעלות משקלים π_k ופרמטרים ייחודיים θ_k . השייך z_i אינו נצפה; הוא נאמד. אם נשנה את K , את צורת העקומה, את מבנה השונות המשותפת, את הנחות הנתונים החסרים או את לוח הזמנים של המדידות, גם הסיווג עשוי להשתנות. מחקרי תיקוף חיצוני הצליחו לשחזר משפחות רחבות של מסלולים, אך נכשלו בהבחנה מהימנה בין כמה מסלולים חשובים קלינית של הפוגה והתמדה [Tomas et al., 2022]. המתמטיקה מספקת דחיסה של הנתונים, לא דרכון שבו העתיד כבר חתום.

הופעה מושהית והישנות הופכות את האזהרה לחשובה עוד יותר. ציון מוקדם נמוך אינו מעניק חסינות. שיפור אינו מוחק פגיעות. סקירה של הישנות מצאה הגדרות ואומדנים לא אחידים עד כדי כך שלא ניתן היה להצדיק שכיחות משותפת [Brooks & Greenberg, 2024]. מן הצד האחר, תסמינים שנשארים לאורך חלון המחקר אינם מוכיחים כרוניות לכל החיים. חלון המעקב מסתיים; חייו של האדם ממשיכים.

המסלולים נבדלים גם לפי התוצאה שנבחרה. תסמיני PTSD ודיכאון יכולים לנוע יחד או להיפרד. התפקוד יכול להתאושש בשעון אחר. האבל עשוי להישאר עמוק בזמן שתסמיני פחד יורדים. צמיחה פוסט-טראומטית נתפסת יכולה להתקיים לצד מצוקה משמעותית, ובהיעדר מדידות שינוי פרוספקטיביות אינה מוכיחה שיפור אובייקטיבי [Frazier et al., 2009]. Benight et al., [2026]. תמונה אורכית רצינית זקוקה אפוא לכמה צירים: תסמינים, אבחנה, תפקוד, שינה, קשר חברתי, משמעות וחשיפה עכשווית. היא צריכה גם להראות את אי הוודאות סביב הקו ולא ללטש אותו עד שייראה מוחלט.

יש סיבה אתית לשמור על המורכבות הזאת. האמירה שחוסן הוא המסלול השכיח יכולה להיאבק בפסימיות, אך היא עלולה להפוך לדרישה חברתית: רוב האנשים מתאוששים, ולכן כבר היית אמור להתאושש. האמירה ש-PTSD כרונית יכולה להצדיק טיפול מתמשך, אך היא יכולה גם להישמע כגזר דין. אף מסר אינו מוצדק ברמת האדם היחיד. מסלולי אוכלוסייה מתארים דפוסים תלויים במדידות ובנסיבות מסוימות.

Flow Hijacked תשתמש במסלולים כראיה התואמת מערכת מעברים פלסטית, תלויה בהיסטוריה ורבת אפשרויות. יש מסלולים המצטמצמים, יש שנפתחים מחדש, ויש שמשתנים בעקבות סכנה או תמיכה חדשות. החלקים הבאים ישאלו כיצד למידה, זיכרון, מצב גופני והקשר עשויים ליצור את המסלולים האלה. נקודת הפתיחה כבר נקבעה כאן: לממוצע קבוצתי, למחלקה סמויה, לאבחנה או לחודש קשה אין סמכות להפוך לגורלו של אדם.

משפט ליבה

מסלול הוא דפוס שנאמד מתוך תצפיות, לא זהות, ולשום מחלקה סטטיסטית אין זכות לסגור את עתידו של אדם.

חלק III

ללמוד סכנה, ללמוד בטיחות

המערכת לומדת סכנה במהירות; בטיחות צריכה לא פעם להיעשות אמינה באמצעות ניסיון.

רכישת פחד היא רק ההתחלה

היסק מדעי רחב

התניית פחד מספקת לנו דקדוק ניסויי נקי לחלק אחד בלבד של למידה בעקבות טראומה. אות שהיה ניטרלי קודם לכן, שנהוג לסמנו CS^+ , מוצמד לתוצאה אברסיבית, US . אות השוואה, CS^- , אינו מוצמד אליה. ככל שהניסויים חוזרים, CS^+ עשוי לעורר ציפייה, שינוי אוטונומי, תגובת בהלה, הכנה לפעולה או פחד מודע עוד לפני שהתוצאה האברסיבית מגיעה. הדבר חשוב מפני שניסיון יכול ללמד את מערכת העצבים לצפות סכנה, ולא רק להגיב לאחר שכבר אירע נזק.

כלל למידה תמציתי אחד נראה כך:

$$\hat{r}_t = \mathbf{w}_t^T \mathbf{x}_t, \quad \delta_t = r_t - \hat{r}_t, \quad \mathbf{w}_{t+1} = \mathbf{w}_t + \alpha_t \delta_t \mathbf{x}_t.$$

כאן $\mathbf{x}_t$ הוא וקטור האותות המופיעים בניסוי t ; הווקטור $\mathbf{w}_t$ מכיל את המשקלים המנבאים שנלמדו עבורם; r_t הוא התוצאה שנצפתה; $\hat{r}_t$ היא התוצאה הצפויה; δ_t היא שגיאת הניבוי; ו- α_t הוא קצב הלמידה. זו הפשטה שימושית, לא תיאור מילולי של מעגל יחיד של PTSD. למידת איום אנושית מפעילה כמה מערכות תגובה, והמדדים שלהן אינם חייבים להסכים. אדם יכול לדעת במילים שאות מסוים בטוח, בזמן שתגובת הבהלה, מוליכות העור, הקשב או הדחף לצאת מספרים סיפור אחר.

כמה ניסויים באנשים עם PTSD מצאו שינוי בתגובה לאיום או לבטיחות, אך הכיוון והעוצמה משתנים לפי שלב הלמידה והמדד שנבחר [Wicking et al., 2016] [Lewis et al., 2023]. מחקר מתואם של התניה, שכלל 2,199 משתתפים, הראה גם הוא שמשתני המשימה הם מקור מרכזי לשונות בתגובה העצבית [Radua et al., 2025]. הממצאים מצדיקים התייחסות רצינית ללמידת איום. הם אינם מצדיקים את הטענה שכל אדם עם PTSD "לומד פחד מהר יותר", או שאות מעבדתי כמו CS^+ משחזר בגידה, לחימה, שבי, אלימות מינית, אסון או סכנה נמשכת.

לראיות הסותרות יש כאן תפקיד מרכזי. בניתוח ריבוי-אפשרויות אנליטיות (multiverse), המסקנות לגבי שימור הכחדה השתנו בין בחירות אנליטיות סבירות, וברוב ההשוואות בין PTSD לבין קבוצות ביקורת שנחשפו לטראומה לא נמצא הבדל מובהק [Lewis et al., 2023]. ניתוח גדול ורשום מראש משנת 2026 לא מצא הבדלים בין אנשים שנחשפו לטראומה עם ובלי אבחנת PTSD במדדי הפיזיולוגיה העיקריים של התניה והכחדה [Davidson et al., 2026]. ממצאי האפס אינם מוחקים כל תוצאה חיובית. הם מבהירים שאין פנוטיפ מעבדתי יחיד ויציב שאפשר לקרוא מתוך עקומה אחת.

גם בתוך אותו ניסוי, לרכישה יכולות להיות צורות שונות. אות הסכנה עשוי לעורר תגובה גבוהה יותר, התגובה לאות הבטיחות עשויה שלא להתייבב, ההבחנה יכולה להיווצר באיטיות, או שהציפייה יכולה להשתנות בלי שינוי מקביל בפיזיולוגיה. מיצוע המדדים לכדי "ציון פחד" אחד מסתיר הבדלים בין עוצמת תגובה, קצב למידה, אי-ודאות וסף החלטה. לכל אחד מהם ניבוי שונה לגבי התמדה.

חשוב מכול, רכישת פחד לבדה אינה מסבירה מדוע התגובה נמשכת. הלמידה המקורית יכולה להיות מהירה ומדויקת להפליא לנוכח התנאים. השאלות הקשות מתחילות אחר כך: האם המערכת מבחינה בין סכנה לבין דמיון לסכנה? האם היא מסוגלת ללמוד בטיחות? האם למידת הבטיחות תהיה נגישה מחר ובמקום אחר? האם ההתנהגות מאפשרת לראיות מפריכות להגיע? רכישת פחד היא מהלך הפתיחה, לא המשחק כולו.

משפט ליבה

אי אפשר לקרוא PTSD מתוך האופן שבו הפחד מתחיל; את ההתמדה קובעים גם ההבחנות שהמערכת עושה, מה שהיא שולפת וכיצד היא פועלת בהמשך.

הכחדה היא למידה חדשה, לא מחיקה

היסק מדעי רחב

כאשר אות סכנה מותנה מוצג שוב ושוב בלי התוצאה האברסיבית, התגובה ההגנתית נחלשת לעיתים קרובות. לתהליך קוראים הכחדה. השם מטעה אם הוא גורם לנו לדמיין שהלמידה הישנה כבתה כמו להבה. תיאור מדויק יותר הוא שהאורגניזם לומד דבר נוסף: "בתנאים האלה, האות הזה כבר אינו מנבא את אותה תוצאה". הקישור הישן לסכנה יכול להישאר זמין, בזמן שזיכרון חדש של בטיחות או של היעדר איום מתחרה בו.

אפשר לייצג את התחרות הזאת באופן סכמטי:

$$P(R_t = 1 | x_t, c_t) = \sigma[\beta_D(c_t)V_D(x_t) - \beta_S(c_t)V_S(x_t)], \quad \sigma(u) = \frac{1}{1 + e^{-u}}.$$

המשתנה R_t מייצג תגובה הגנתית, x_t את האות הנוכחי ו- c_t את ההקשר. הגדלים V_D ו- V_S הם ערכי סכנה ובטיחות שנלמדו; $\beta_D(c_t)$ ו- $\beta_S(c_t)$ הם משקלי שליפה התלויים בהקשר. הביטוי הוא מושגי. הוא אינו טוען שמערכת העצבים מאחסנת שני זיכרונות סקלריים, או שפונקציה לוגיסטית היא מנגנון קליני. הוא מחדד נקודה אחת: ירידה בחדד יכולה לבטא נגישות חזקה יותר ללמידת בטיחות מתחרה, בלי שהיסטוריית הסכנה נמחקת.

התופעות המכונות "חזרת פחד" חושפות את ההבחנה. התגובה יכולה לשוב לאחר שחלף זמן, לאחר שאירוע אברסיבי התרחש שוב, או כשהאות מופיע מחוץ להקשר שבו נלמדה ההכחדה. מקובל לכנות תופעות אלה התאוששות ספונטנית, השבה וחידוש תלוי הקשר. אין פירושן שההכחדה "נכשלה" בכל מובן. הן מראות שמה שנלמד ומה שנשלף הן שתי שאלות שונות. סקירות של מעגלי למידת פחד ושל קונסולידציה מחדש מתארות עדכון זיכרון כתהליך מותנה ומבוזר, מורכב בהרבה ממחיקת עקבה [Lee, 2009] [Marek & Sah, 2018].

בהקשר של PTSD, ההבחנה מגינה מפני שתי טעויות מנוגדות. הטעות הפסימית אומרת שאם זיכרון הסכנה נשאר, ההחלמה איננה אמיתית. הטעות הנלהבת מדי אומרת שאם המצוקה פחתה במפגש בטוח, הזיכרון הטראומטי נמחק. אף אחת מהמסקנות אינה מתחייבת. במחקר התניה שנמשך שלושה ימים נמצאו בקבוצת PTSD קטנה מדדים חזקים יותר של חזרת פחד כאשר זיכרון ההכחדה נבחן בהקשר חדש; המחקר לא הראה חוסר יכולת ללמוד דבר במהלך ההכחדה [Wicking et al., 2016]. לכן יש להבחין במפורש בין רכישה, הכחדה בתוך המפגש, שימור ושליפה ביום הבא [Lewis et al., 2023].

גם ירידה בתגובה במהלך מפגש יחיד היא רב-משמעית. היא יכולה לנבוע מלמידת בטיחות, מעייפות, מהתרגלות, מוויסות מכוון או משינוי בהשערת המשתתף לגבי מה שהחוקר עומד לעשות. ראייה להכחדה עמידה דורשת בדיקה מאוחרת יותר, רצוי על פני זמן והקשרים שונים, תוך שמירה על ציפייה, התנהגות ופיזיולוגיה כתוצאות נפרדות. עקומה חלקה היום עדיין אינה הוכחה שבטיחות תהיה נגישה מחר.

משום כך טיפול מוצלח אינו חייב להפוך את האירוע האוטוביוגרפי לבלתי נגיש. השינוי הרלוונטי יכול להיות שההזכרות כבר אינה מנבאת אסון בהווה, שעוררות גופנית נעשית נסבלת, שהפעולה אינה נשלטת עוד בידי בריחה, או שלמידת הבטיחות נשלפת במגוון רחב יותר של הקשרים. לזכור ולהיזרק בחזרה אינם אותו תהליך.

משפט ליבה

הכחדה אינה מוחקת סכנה; היא בונה עתיד מתחרה שצריך להפוך לאמין ונגיש בהקשר הנוכחי.

שליפת זיכרון ההכחדה תלויה בהקשר

ממצא אמפירי

למידת בטיחות במקום אחד אינה זהה לשליפת בטיחות במקום אחר. במעבדה מדגימים זאת באמצעות מערך A-B-C: סכנה נלמדת בהקשר A, הכחדה נלמדת בהקשר B, והשליפה נבחנת ב-B, A או בהקשר חדש C. האות הפיזי יכול להישאר זהה, ובכל זאת התגובה ההגנתית תשוב, מפני שהסביבה משנה איזה זיכרון נתפס כרלוונטי.

ניסוח של הקשר סמוי מבהיר את הבעיה:

$$P(z_t = k | x_{1:t}, c_t) \propto p(x_t | z_t = k, c_t) \sum_j P(z_t = k | z_{t-1} = j) P(z_{t-1} = j | x_{1:t-1}, c_{t-1}).$$

כאן z_t הוא מצב סביבתי שאינו נצפה ישירות, כלומר מצב סמוי; $x_{1:t}$ הוא רצף התצפיות; ו- c_t מייצג מידע הקשרי. איבר המעבר מתאר את ההסתברות שמצב מוסק אחד יבוא אחרי מצב אחר. זהו מודל של הסקה, לא "מצב PTSD" שנמדד במוח. ערכו בכך שהוא ממחיש כיצד אותה דלת, אותה נימת קול, אותה תחושה גופנית או אותה שעה ביום יכולות לקבל משמעות שונה לפי המקום שבו הן מופיעות ולפי ההיסטוריה הנלווית אליהן.

הראיות הישירות ב-PTSD מרמזות על השפעה, אך אינן אחידות. בניסוי fMRI קטן, מבוגרים עם PTSD הראו מוליכות עור דיפרנציאלית גבוהה יותר ותגובה חזקה יותר של האמיגדלה וההיפוקמפוס ביחס לשתי קבוצות ביקורת כאשר זיכרון ההכחדה נבדק בהקשר חדש; נמדדה גם עוררות גבוהה כלפי אות הבטיחות [Wicking et al., 2016]. במחקר דו-יומי גדול יותר שכלל כמה קבוצות אבחנתיות, אצל משתתפים בריאים נרשמה עלייה הדרגתית בקישוריות דינמית במהלך ההכחדה, שלא הופיעה בקבוצות PTSD וחדרה; רק בקבוצת הביקורת נמצא קשר בין השינוי לבין השליפה למחרת [Wen et al., 2022]. אף מחקר אינו מודד הקשר סמוי ישירות, ואף אחד מהם אינו מבסס חתימה עצבית אוניברסלית.

ממצאים פרוספקטיביים מחדדים את אי-הוודאות. למידת הכחדה חלשה יותר לפני פריסה צבאית ניבאה תסמינים פוסט-טראומטיים מאוחרים יותר בקבוצה אחת [Lommen et al., 2013]. שחזור מושגי במדגם של 529 כבאים לא חזר על הניבוי: התסמינים בתחילת המחקר וחומרת גורמי הדחק בהמשך ניבאו תסמינים במעקב, ואילו ההכחדה שנמדדה לפני הטראומה לא עשתה זאת [Lommen & Boddez, 2022]. המסקנה האחראית אינה שהקשר אינו חשוב לשליפת בטיחות, אלא שמשימת מעבדה אחת עדיין אינה יכולה לשמש מבחן פגיעות כללי.

גם ההקשר עצמו בנוי בשכבות. החדר נמצא בתוך מערכת יחסים; מערכת היחסים בתוך מוסד; והמוסד בתוך תקופה של שקט, אי-ודאות או איום נמשך. גם הקשר פנימי חשוב: מחסור בשינה, כאב, מצב תחת השפעת חומרים, דופק ודיסוציאציה יכולים לשנות מה נשלף. תיאור אמין של שליפה דורש יותר מתווית על תמונת רקע. הוא דורש מודל של מאפייני ההקשר שמווסתים איזה זיכרון יישלף.

בחיים עצמם, אדם יכול להרגיש יציב יותר בחדר הטיפול ובכל זאת להיות מוצף במכונית, בחדר השינה, בתוך קהל או בבניין רשמי. אין פירוש הדבר שהלמידה בחדר הייתה מזויפת. פירוש הדבר שהבטיחות עדיין אינה ניידת דיה. לכן השאלה המדעית אינה רק האם התגובה יורדת, אלא היכן, מתי, עם מי ובאילו תנאים גופניים ניתן לשלוף את הלמידה החדשה.

משפט ליבה

בטיחות שלא ניתן לשלוף במקום שבו החיים מתרחשים היא למידה אמיתית, אך עדיין אינה בטיחות שאפשר להשתמש בה.

הכללה: כשהקטגוריה "סכנה" מתרחבת

היסק מדעי רחב

למידה לא הייתה מועילה אילו חלה רק על חזרה מדויקת של אותו אירוע. מערכת העצבים חייבת להכליל: לאחר מפגש מסוכן אחד, עליה לזהות מצבים דומים דיים בלי להמתין לפגיעה נוספת. הבעיה אינה עצם ההכללה, אלא הרזולוציה שלה. כאשר הקטגוריה מתרחבת מדי, דמיון מתחיל להיחשב כחזרה של אותו הדבר.

עבור אות המיוצג בווקטור תכונות $\mathbf{x}$, אפשר לכתוב גרעין הכללה פשוט:

$$G(\mathbf{x}, \mathbf{x}_0) = \exp\left[-\frac{1}{2}(\mathbf{x} - \mathbf{x}_0)^\top \Sigma^{-1}(\mathbf{x} - \mathbf{x}_0)\right].$$

הווקטור $\mathbf{x}_0$ מייצג את אות הסכנה שנלמד, ומטריצת השונות המשותפת Σ קובעת כיצד נמדד דמיון ועד כמה רחב יהיה גרדיאנט ההכללה בכיווני תכונה שונים. גרדיאנט רחב יותר הוא דרך פורמלית אחת לייצג מצב שבו יותר גירויים יורשים ערך איום. ואולם, הכללה אנושית אינה גאוסיאנית במובן מילולי, ומשמעות אינה מצטמצמת למרחק חזותי. מדים, ריח, הבעת פנים, שתיקה ואובדן שליטה יכולים להתחבר ברמה מושגית גם כשיש ביניהם מעט מאוד תכונות חושיות משותפות.

מחקרים ב-PTSD דיווחו על תגובה רחבה יותר לאורך רצף של אותות תפיסתיים. במדגם של חיילים משוחררים, ההכללה לוותה בתגובות במערכת הראייה, באינסולה, באזור המתאים ל-locus coeruleus ובתלמוס, לצד קישוריות מוחלטת של ה-vmPFC הקשורה לעיבוד בטיחות [Morey et al., 2015]. אצל נשים עם PTSD בעקבות התעללות, הדפוס לא הסתכם ב"יותר תגובת בהלה": נמצאו גם הערכות סכנה איטיות יותר סביב אות הבטיחות ושונות שנקשרה להתפשטות מדווחת של טריגרים בחי היום-יום [Lis et al., 2020]. מחקר נוסף מצא הכללה עצבית שונה ברמה המושגית ולא רק ברמה התפיסיתית [Morey et al., 2020]. אלה מחקרי חתר קטנים או בינוניים, ולכן אינם מבססים מנגנון אוניברסלי.

לראיות פרוספקטיביות יש ערך מיוחד. הכללת פחד רחבה יותר בקרב כבאים הולנדים ניבאה את חומרת התסמינים הפוסט-טראומטיים כעבור שנתיים [Lommen et al., 2024]. סדר הזמנים מחזק את האפשרות שהכללה איננה רק תוצאה שנמדדה לאחר שהתסמינים כבר התקבעו, אך ניבוי תצפיתי עדיין אינו מוכיח סיבתיות, ואינו הופך קשר ברמת הקבוצה לכלי אבחון אישי.

יש להפריד גם בין גובה הגרדיאנט לרוחבו. אדם יכול להגיב בעוצמה אך בטווח צר סביב האות שנלמד, או בעוצמה מתונה על פני טווח רחב מאוד. הוא יכול להבחין היטב מבחינה תפיסתית ובכל זאת להכליל דרך משמעות, מערכת יחסים או מצב גופני. מחקרים עתידיים צריכים לאמוד ממדים אלה בנפרד ולא להתייחס לכל תגובה גבוהה לגירוי דומה כאותו תהליך. ההבחנה חיונית גם להשערת TSRA שתופיע בהמשך: כניסה קלה יותר למצב איום והכללה רחבה יותר הן אפשרויות קשורות, לא מילים נרדפות.

המשמעות האנושית עדינה. קטגוריית סכנה רחבה אינה טיפשות, חולשה או סירוב "להמשיך הלאה". בתנאי אי-ודאות, החמצה של איום אמיתי עלולה לעלות ביוקר רב. לכן המערכת יכולה להעדיף בצדק רגישות על פני סגוליות לאחר שלמדה שגם מצב שנראה בטוח עלול להפוך למסוכן. אבל התרחבות שהגנה בעבר יכולה בהמשך להפוך מקומות, אנשים, תחושות ועתידיים בטוחים לבלתי נגישים. החלמה תדרוש אז לא שכחה, אלא הבחנה מדויקת יותר: היכולת לזהות דמיון בלי להתייחס אליו כזהות.

משפט ליבה

הכללת יתר אינה פשוט "יותר פחד"; היא אובדן רזולוציה בהחלטה מה באמת שייך לסכנה.

הבחנה בין איום לבטיחות ותפקידם של אותות בטיחות

היסק מדעי רחב

אות בטיחות אינו רק היעדרה של אזהרה. זהו מידע המסייע לאורגניזם להבחין בין תנאים שבהם נזק אינו סביר לבין תנאים שבהם דריכות נחוצה. בהתניה דיפרנציאלית, הגודל המרכזי הוא לעיתים הפער בין התגובות ל- CS^+ ול- CS^- . אדם יכול להגיב בעוצמה לאיום ובכל זאת להבחין היטב; והוא יכול להגיב בעוצמה מתונה לשני האותות ובכל זאת להתקשות להבחין ביניהם.

תורת גילוי האותות מציעה תיאור שימושי:

$$d' = \Phi^{-1}(P(\text{alarm} | D)) - \Phi^{-1}(P(\text{alarm} | S)),$$

כאן D ו- S מציינים ניסויי סכנה ובטיחות, ו- Φ^{-1} היא הפונקציה ההופכית של ההתפלגות הנורמלית הסטנדרטית. ערך d' גבוה יותר משקף הפרדה טובה יותר תחת הנחות המודל. סף התגובה, כלומר כמות הראיות הנדרשת לפני הפעלת האזהרה, הוא פרמטר אחר. שיעור גבוה של אזהרות יכול לנבוע מיכולת הבחנה נמוכה, מסף זהיר במכוון, או משניהם. הנוסחה אינה שקולה למדדי מוליכות עור, תגובת בהלה, דירוג ציפיה או שיקול קליני; כל אחד מהם דוגם ערוץ אחר.

כמה ניסויי PTSD מצביעים במיוחד על עיבוד בטיחות. במחקר בשלושה הקשרים, קבוצת ה-PTSD דיווחה על עוררות גבוהה לא רק כלפי אות הסכנה אלא גם כלפי אות הבטיחות [Wicking et al., 2016]. במחקר על PTSD בעקבות התעללות נמצאה גם הערכת סכנה איטית יותר סביב אות בטיחות, לצד שונות הקשורה להכללה בחיי היום-יום [Lis et al., 2020]. תוצאות אלה מתיישבות עם האפשרות שהתמדה כוללת קושי להשתמש בראיות לבטיחות, ולא רק תגובה מוגברת לסכנה.

ניסויי התערבות מספקים רמזים מנגנוניים, אך מחייבים ניסוח מאופק. מחקר מבוקר פלצבו מצא שדקסמתזון שינה הכחדה והבחנה בבטיחות במדגם לא גדול של אנשים עם PTSD [Michopoulos et al., 2017]. בקרב משתתפים בריאים, פראזוסין שניתן בזמן למידת האיום הפחית בהמשך תגובה לאות הבטיחות במהלך הכחדה והכחדה חוזרת [Homan et al., 2017]. הממצא השני הוא ראיית גשר, לא הוכחה שפראזוסין משקם למידת בטיחות ב-PTSD. אף תוצאה אינה מצדיקה שימוש קליני שגרתי על בסיס תוצאה מעבדתית.

הבחנה תלויה גם במחיר הטעות. כאשר החמצת איום אמיתי עלולה להיות קטסטרופלית, מערכת זהירה תסכים לשאת יותר אזהרות שווא. אותה תגובה נצפית יכולה אפוא לנבוע מראיות רועשות או משינוי רציונלי בסף ההחלטה. ניסויים שאינם אומדים הן רגישות והן סף עלולים לכנות זהירות בשם ליקוי תפיסתי. פרשנות קלינית צריכה לשאול מהו, בעיני האדם, המחיר של אזהרה שלא הופעלה.

אותות בטיחות נוצרים גם בתוך יחסים וסביבות. דלת נעולה, סדר יום צפוי, אדם שאפשר לסמוך עליו, שליטה במרחק או היכולת לעצור מפגש יכולים לשנות את משמעות האות. ערכם תלוי באמינותם. הרגעה הסותרת את התנאים בהווה אינה למידת בטיחות; היא עלולה להפוך לעוד מקור של חוסר אמון. תחת איום נמשך, סף נמוך לאזהרה עשוי להישאר הסתגלותי. המשימה המדעית והקלינית אינה לדרוש רוגע, אלא לבדוק אם המידע על איום ובטיחות מובחן בדיוק המתאים לעולם שבו האדם חי בפועל.

משפט ליבה

החלמה אינה מסתכמת בהחלשת האזהרות; היא דורשת ראיות אמינות לגבי מה שבטוח עכשיו.

הימנעות כמדיניות חכמה לטווח הקצר

היסק מדעי רחב

לעיתים מתארים הימנעות כאילו הייתה פשוט אי-רציונלית. זהו מדע גרוע וגם הקשבה גרועה. אם רחוב, אדם, ריח, זיכרון, שיחה או תחושה פנימית מנבאים סכנה מציפה, התרחקות יכולה להיות הפעולה החכמה ביותר הזמינה באותו רגע. הימנעות מפחיתה חשיפה, קונה זמן, משמרת תפקוד ולעיתים מונעת נזק ממשי. כאשר הסכנה נמשכת, היא יכולה להישאר הכרחית. מודל החלטה מינימלי כותב את הפעולה הנבחרת כך. נסמן ב- $z_t \in \mathcal{Z}$ את המצב הסביבתי הסמוי הנוכחי, ובהתפלגות $z_t \sim b_t$ את האמונה לגביו:

$$a_t^* = \arg \min_{a \in \mathcal{A}} \mathbb{E}_{z_t \sim b_t} [C_{\text{harm}}(a, z_t) + C_{\text{arousal}}(a, z_t) + C_{\text{opportunity}}(a, z_t)].$$

הקבוצה $\mathcal{A}$ היא אוסף הפעולות הזמינות; b_t היא התפלגות האמונה הנוכחית על פני המצב הסמוי z_t ; ושלוש העלויות התלויות במצב מייצגות נזק אפשרי, עומס רגשי או פיזיולוגי מיידי, ואת מה שנאלצים לוותר עליו באמצעות הימנעות. כאשר הסכנה נתפסת כסבירה ומחיר העוררות המיידית גבוה, בריחה יכולה להיות בחירה מיטבית. הבעיה ארוכת הטווח מופיעה כאשר $C_{\text{opportunity}}$, העלות של אובדן ניידות, אינטימיות, עבודה, שינה, טיפול או למידה מתקנת, מצטברת מעבר לאופק ההחלטה.

המודל הקוגניטיבי המשפיע של Ehlers ו-Clark ממקם אסטרטגיות התנהגותיות וקוגניטיביות לא מועילות בתוך תחושה מתמשכת של איום בהווה (Ehlers & Clark, [2000]). זו ארכיטקטורה תיאורטית, לא בדיקה סיבתית ישירה. עם זאת, מטא-אנליזה מצאה קשרים חזקים בין תסמינים פוסט-טראומטיים לבין קשיים רחבים יותר בוויסות רגשי, ובהם הימנעות חווייתית ודיכוי מחשבות (Seligowski et al., [2015]). אין למזג את המושגים. הימנעות ממקום, דיכוי מחשבה, אלחוש של תחושה גופנית, סריקת יציאות וסירוב לקשר שאינו בטוח יכולים למלא תפקידים שונים.

הראיות הפרוספקטיביות מהמעבדה מפוכחות. בקרב 502 כבאים, למידת הימנעות במשימה לא נקשרה לתסמיני PTSD בתחילת המחקר או במעקב (de Haart et al., [2021]). ממצא האפס מערער על הטענה שמשימת הימנעות אחת חושפת נטייה כללית ל-PTSD. גם מחקרי אורך אינטנסיביים מראים שהקשרים משתנים: במדגם אחד מתקופת לחימה, עוררות ניבאה בהמשך זיכרונות חודרניים ודפוסי חשיבה או מצב רוח שליליים, ואילו להימנעות הייתה תרומה ניבוית מועטה (Gelkopf et al., [2019]). במחקר אחר, הימנעות ממחשבות השתתפה ברשת תסמינים דינמית לאורך זמן, אך הקשרים החקרניים לא זיהו משתנה-על סיבתי (Greene et al., [2018]).

אופק הזמן משנה את מידת ההיגיון של הפעולה. יציאה שמונעת קריסה הלילה עלולה להקשות על עבודה, טיפול או תיקון קשר בחודש הבא; אך אי אפשר לכפות מחיר עתידי על אדם שכוחותיו בהווה מותשים. החלופה החומלת אינה עימות כפוי. היא הרחבת קבוצת הפעולות באמצעות קצב מותאם, בחירה, ליווי, הכנה וזכות לעצור, כך שהתקרבות לא תהיה שקולה שוב לחשיפה חסרת אונים.

לכן השאלה המועילה אינה "למה האדם הזה נמנע?" כאשר ההאשמה כבר מקופלת בתוכה. השאלות הן: מאיזו סכנה הפעולה מגינה עכשיו? איזה מידע היא מונעת מלהגיע? על אילו חיים היא שומרת, ואילו חיים היא מצמצמת בהדרגה? לפני השיפוט צריך להבין את התפקיד.

משפט ליבה

הימנעות יכולה להיות חילוץ הגיוני בדקה הקרובה ומורה שמחירו כבד לאורך השנה הקרובה.

הקלה כחזוק

היסק מדעי רחב

הימנעות עושה יותר מאשר להרחיק אדם מרמז. היא מייצרת לעיתים קרובות הקלה. הירידה המיידית בציפייה לסכנה או בעוררות הגופנית יכולה לחזק את הפעולה, כך שתיבחר שוב בעתיד. בתורת הלמידה זהו חיזוק שלילי: "שלילי" פירושו שמצב אברסיבי הוסר, לא שהאדם עשה דבר רע.

נסמן באמצעות $A(s_t)$ את העומס האברסיבי במצב s_t . את ההקלה שמייצרת פעולה אפשר לכתוב כך:

$$\rho_t = A(s_t) - A(s_{t+1}), \quad \delta_t^Q = \rho_t - c(a_t) + \gamma V(s_{t+1}) - Q(s_t, a_t),$$

כאן $\rho_t > 0$ היא ההקלה המיידית, $c(a_t)$ היא העלות המיידית של הפעולה, γ הוא מקדם היוון של ערך עתידי, $V(s_{t+1})$ הוא הערך הצפוי לאחר המעבר, ו- $Q(s_t, a_t)$ הוא הערך שיוחס קודם לפעולה. אם יציאה מפחיתה במהירות את העומס, שגיאת ההפרש הזמני δ_t^Q יכולה לחזק את מדיניות הברירה גם כאשר בפועל לא נמנע אסון חיצוני. זו המחשה פורמלית, לא טענה. שאפשר לקרוא הקלה סובייקטיבית או PTSD מפרמטר יחיד של למידת חיזוק.

אסימטריית המידע מכרעת. לאחר היציאה, האדם חווה ישירות הקלה. הוא אינו צופה בתרחיש הנגדי, כלומר במה שהיה מתרחש אילו נשאר שם, עם תמיכה ושליטה אמיתית, זמן רב דיו כדי שמידע חדש יופיע. הפעולה מקבלת אות למידה מוחשי, בעוד שהבטיחות של הדרך שלא נבחרה נשארת לא ידועה. תיאוריית העיבוד הרגשי הגדירה חשיפה כהפעלה של מבנה פחד בנוכחות מידע שאינו מתיישב איתו [Foa & Kozak, 1986]. הימנעות יכולה לקטוע בדיוק את המפגש הזה עם מידע, אף שהתיאוריה המשפיעה אינה כשלעצמה הוכחה למנגנון טיפולי אוניברסלי.

ממצאים מתאמיים קליניים תומכים בתפקיד משמר של הימנעות, אך התמונה הזמנית אינה פשוטה. במחקר שנמשך עשרים שנה בקרב לוחמים ישראלים לשעבר, ההימנעות הייתה אשכול תסמינים יציב במיוחד, ועוררות מוקדמת יותר ניבאה בהמשך הימנעות וזיכרונות חודרניים [Solomon et al., 2009]. לעומת זאת, למידת הימנעות במעבדה לא ניבאה תסמינים עתידיים במדגם גדול של כבאים [de Haart et al., 2021]. שני הממצאים יכולים לדור יחד: לתפקידה של הימנעות בחיים עשויה להיות חשיבות גם אם משימה מופשטת אינה לוכדת אותה, ולעיתים ההימנעות נובעת מעוררות במקום להתחיל אותה.

גם פעולות הגנה קטנות יכולות להשתתף בלולאת הלמידה, אך השפעתן אינה קבועה מראש. ישיבה ליד היציאה, בדיקת מסלול או הגעה עם אדם שסומכים עליו יכולות למנוע הפרכה מלאה; הן יכולות גם לספק די שליטה כדי להישאר וללמוד. יש לבחון את תפקידן בפועל. הסרת כל תמיכה בשם "למידה טהורה" עלולה להפוך התנסות שאפשר לעמוד בה לעוד חוויה של חוסר אוניס.

הקלה אינה האויב. לעיתים היא נחוצה עד מאוד. השאלה היא אם היא הופכת לדרך האמינה היחידה לצאת מעוררות. אם כל בריחה מתוגמלת וכל מפגש נסבל נמנע, המדיניות יכולה להיעשות ודאית יותר בעוד שהעולם נעשה קטן יותר. זו לולאה סבירה ובעלת ערך קליני, אך יש לבדוק את עוצמתה ואת כיוונה בתוך אנשים והקשרים, ולא להניח אותן מתוך האבחנה.

משפט ליבה

הקלה יכולה לחזק שוב ושוב את נתיב המילוט, עד שהוא נעשה לכלא שאיש לא בחר בו.

שגיאת ניבוי והאפשרות לעדכון

ממצא אמפירי

למידה משתנה כאשר מה שמתרחש שונה ממה שהיה צפוי. הפער הזה הוא שגיאת ניבוי. שגיאה חתומה מבדילה בין תוצאה טובה מן הצפוי לבין תוצאה גרועה מן הצפוי; שגיאה בלתי חתומה, $|\delta_t|$, מסמנת הפתעה בלי קשר לכיוונה. אף אחת מהן אינה מתקנת באופן אוטומטי. הפתעה יכולה לחזק סכנה, להחליש אותה, לשנות את הקשב או להיות מיוחסת לסיבה סמויה אחרת.

אפשר לכתוב עדכון גמיש כך:

$$\delta_t = y_t - \hat{y}_t, \quad \theta_{t+1} = \theta_t + \alpha_t g_t \delta_t, \quad g_t = P(z_t = z_{\text{old}} | y_{1:t}, c_t).$$

המשתנה y_t הוא התוצאה שנצפתה, $\hat{y}_t$ הוא הניבוי, θ_t הוא פרמטר נלמד ו- α_t הוא קצב הלמידה. השער g_t מייצג את ההסתברות המוסקת שהתצפית הנוכחית שייכת למצב הישן ולא לסיבה סמויה חדשה z_t . אם תוצאה בטוחה מסווגת כחריגה, למשל "זה היה בטוח רק מפני שהמטפלת הייתה כאן", ערכו של g_t עשוי להיות קטן ומודל האיום הישן ישתנה מעט. זו הצעה חישובית, לא מתג עצבי שנצפה ישירות.

קיימות ראיות ישירות אך עדיין מוגבלות לשינוי בעדכון מבוסס-מודל ב-PTSD. בקרב 85 משתתפים, אומדנים חישוביים של ערך ושל עדכון מצב סמוי במהלך התניית פחד, יחד עם הפעילות העצבית הקשורה בהם, נמצאו במתאם עם חומרת תסמיני PTSD [Letkiewicz et al., 2022]. מחקר נוסף מצא ב-PTSD למידה מוגברת מהפסדים, שמידתה ווסתה לפי הנכונות לייחס לאות משמעות מנבאת (associability). הממצא מתיישב עם עדכון שונה בעקבות שגיאת ניבוי בלתי חתומה, ולא עם "עודף פחד" כללי [Brown et al., 2018]. במדגם של 56 מבוגרים שנחשפו לטראומה, חומרה גבוהה יותר של חוויה מחדש נקשרה להסתברות ממודלת נמוכה יותר להסיק שפועלות בסביבה כמה סיבות סמויות בזמן הכחדה [Norbury et al., 2022]. הפרמטרים מוסקים מהתנהגות תחת מודל נבחר; הם אינם מצבים נצפים ולא הפכו לסמנים אבחוניים.

שגיאה חתומה ושגיאה בלתי חתומה משיבות על שאלות שונות. הסימן אומר אם התוצאה הייתה בטוחה או מסוכנת מן הצפוי. הגודל אומר עד כמה הייתה מפתיעה, ועשוי לשנות קשב או את מידת הנכונות ללמוד מהאות. מערכת יכולה לזהות הפתעה במדויק ובכל זאת להתעדכן מעט אם הראיה מקבלת אמינות נמוכה, אם ההקשר מסווג כחריג, או אם מודל מתחרה מסביר טוב יותר את האירוע. לכן "נוצרה שגיאת ניבוי" הוא תחילת הניתוח, לא סופו.

שגיאת ניבוי גם מסבירה מדוע עצם המגע עם תזכורת אינו מספיק. אם המפגש מתפתח בדיוק כצפוי, אין צורך רב בעדכון. אם ההפתעה מציפה, היא עלולה להירשם כסכנה חדשה. אם הבטיחות מיוחסת לנסיבות צרות, היא עלולה שלא לעבור הכללה. עדכון סביר יותר כאשר המידע החדש מורגש, נסבל, אמין ומיוחס למודל שבאמת צריך להשתנות.

הניסוח מתיישב עם תיאוריות של חשיפה וקונסולידציה מחדש, אך אינו מוכיח שאות שגיאה יחיד מתווך כל טיפול יעיל. הוא מאפשר שאלות חדות יותר: מה האדם ציפה שיקרה? מה קרה בפועל? האם הפער נקלט? לאיזה הקשר או גורם הוא יוחס? האם ההתנהגות השתנתה מחוץ למפגש? אפשרות ההחלמה אינה תלויה בייצור הפתעה, אלא ביצירת תנאים שבהם הראיות יכולות להגיע למודל השולט.

משפט ליבה

שינוי נעשה אפשרי כשהפתעה אינה רק דבר ששורדים, אלא מידע שמיוחס לסיבה הנכונה ומתאפשר לו לעדכן את המודל.

חלק IV

זיכרון, הקשר וניבוי

העבר חוזר דרך הקשר, ניבוי ופעולה — לא באמצעות
מטאפורת אחסון יחידה.

זיכרון טראומטי אינו הקלטה

היסק מדעי רחב

הקלטה משמרת קלט ומשמיעה אותו מחדש. הזיכרון האנושי אינו עושה אף אחד מהדברים האלה. הזכרות היא פעולה של שחזור בהווה. היא מוגבלת על ידי מה שקודד בזמן האירוע, מה שנלמד מאז, האות שמניע את השליפה, ההקשר הנוכחי והמטרות של מערכת הזיכרון. אין פירוש הדבר שהזיכרון שרירותי או שעדות על טראומה אינה ראויה לאמון. פירוש הדבר שדיוק עובדתי, חיות, ביטחון בזיכרון, עוצמה חושית, סדר זמנים ושליטה רצונית הם מאפיינים שונים.

אפשר לתאר שליפה באופן הסתברותי:

$$p(m | q, c, \mathcal{K}) \propto p(q | m, c) p(m | \mathcal{K}),$$

כאן m הוא ייצוג אפשרי של האירוע הנזכר, q הוא אות השליפה, c הוא ההקשר בהווה, ו- $\mathcal{K}$ הוא הידע שהצטבר. איבר הנראות מתאר עד כמה זיכרון אפשרי מסביר את האות בתוך ההקשר; האיבר האפריורי (prior) מתאר עד כמה הוא נגיש לנוכח המודל שהאדם למד. המשוואה היא מטאפורה פורמלית לשליפה משחזרת. היא אינה טענה שאפשר לייחס לעדות הסתברות בייסויאנית פשוטה, או להסיק את הדיוק ההיסטורי שלה מעוצמת הביטחון.

מחקר PTSD מראה שקשיי זיכרון אינם מוגבלים לפרק הטראומטי עצמו. מטא-אנליזה רב-רמתית משנת 2026 השוותה מבוגרים שנחשפו לטראומה עם אבחנת PTSD למבוגרים שנחשפו לטראומה בלי האבחנה. על פני 90 מחקרים נמצאה בממוצע פגיעה בביצועים, באופן העקבי ביותר בזיכרון אפיזודי מילולי ובזיכרון עבודה; נותרו הטרוגניות ניכרת וסימנים אפשריים להטיית פרסום [Sulejmani & Pop-Jordanova, 2026]. זו ראייה להבדלים ברמת הקבוצה, לא בדיקת זיכרון לאבחון PTSD ולא הוכחה לנזק קבוע.

להבדלים הממוצעים יכולים להיות מקורות רבים. שיבושי שינה, דיכאון, תרופות, כאב, קשב שנשאב לאיום ודחק כרוני עלולים כולם להשפיע על ביצוע. ציון נוירופסיכולוגי לבדו אינו מגלה אם הטראומה קודדה מלכתחילה באופן שונה, אם השליפה חסומה כעת, או אם משאבים קוגניטיביים מוגבלים מופנים למקום אחר. זיהוי מנגנון מחייב מערכי מחקר המסוגלים להפריד בין האפשרויות.

כאשר מעוררים זיכרונות אוטוביוגרפיים הקשורים לטראומה, מטא-אנליזות של הדמיה מצביעות על מערכות מבוזרות הקשורות לעיבוד עצמי, שליפה אוטוביוגרפית, בולטות ועיבוד חושי, ולא על "מרכז זיכרון טראומטי" יחיד [Thome et al., 2020] [Sartory et al., 2013]. המחקרים מאגמים מדגמים קטנים ושיטות שונות. הם אינם יכולים לומר אם זיכרון מסוים מדויק, או אם הדפוס העצבי גרם לתסמינים.

ההבחנה בין תוכן הזיכרון לבין צורת החזרה שלו מכרעת. אדם יכול להחזיק תיאור עובדתי קוהרנטי ובכל זאת להיות מוצף שלא מרצונו בתמונות או במצבים גופניים. אדם אחר יזכור את העובדות אך יתקשה לסדר אותן בזמן. לאדם שלישי יהיו פערים אוטוביוגרפיים רגילים בלי PTSD. הזיכרון יכול להישאר נגיש בזמן שהניבוי שלו לגבי סכנה בהווה משתנה; ולהפך, זיכרון מפורט יכול להתקיים לצד פגיעה קשה בתפקוד.

לכן מטאפורת ההקלטה מזיקה כל כך. היא מפתה אותנו לדמיין אובייקט קפוא אחד שצריך להשמיע, לשחזר או למחוק. הבעיה המדעית דינמית יותר: כיצד מערכות זיכרון שונות, אותות, מצבי גוף, הקשרים, הערכות ופעולות הופכים חלקים מן העבר לזמינים עכשיו, ומהן ההשלכות. האירוע התרחש פעם אחת. השחזור שלו הוא תהליך חי.

משפט ליבה

זיכרון טראומטי אינו הקלטה שמופעלת מחדש; הוא פעולת שחזור בהווה, המוגבלת על ידי מה שנלמד.

פרגמנטציה, זיכרון חושי ומה שהראיות מאפשרות לומר

ממצא אמפירי

אנשים רבים מתארים זיכרון טראומטי כחושי, מקוטע, מבולבל בזמן או קשה לניסוח. ראוי להקשיב לחוויות האלה בלי לכפות עליהן תיאוריה אוניברסלית. המונח "פרגמנטציה" שימש לתיאור דברים שונים: תחושה אישית שהזיכרון אינו מאורגן; נרטיב שמעריך חיצוני שופט כחסר סדר כרונולוגי או לכידות; שימוש מועט במילות קישור סיבתיות; חורים בזיכרון; או דומיננטיות של תמונות, תחושות ופרטים תפיסתיים. המדדים האלה אינם שקולים זה לזה.

בהתאם, גם הראיות מעורבות. סקירה של 19 מחקרים אמפיריים מצאה קשרים עקביים יותר בין פתולוגיה הקשורה ל-PTSD לבין אזכורים חושיים או תפיסתיים ושיבושים בממד הזמן, מאשר בין PTSD לבין פרגמנטציה של הנרטיב. הראיות לפרגמנטציה עצמה לא היו מכריעות, ותוקף המדידה היה בעיה מרכזית [O'Kearney & Perrott, 2006]. סקירה מאוחרת יותר של 16 מחקרים מצאה שהקשרים בין דיסוציאציה לפרגמנטציה היו חזקים במיוחד כאשר האדם עצמו דיווח על שני המשתנים. הקשר כמעט שלא נמצא עבור דיסוציאציה כתכונה או עבור נרטיבים שקודדו באופן עצמאי או ממוחשב [Bedard-Gilligan et al., 2012]. הדפוס מעלה אפשרות של שונות משותפת הנובעת משיטת המדידה, בלי להפוך את תחושת אי-הסדר של האדם לפחות אמיתית.

נתוני טיפול מגבילים עוד יותר תיאוריה חזקה של פרגמנטציה. בקרב 77 מבוגרים עם PTSD כרוני שקיבלו חשיפה ממושכת או סרטלין, מדדים אובייקטיביים, הערכות שופטים ודיווח עצמי על סיפורי הטראומה לא הראו שינויים עקביים בפרגמנטציה בהתאם לסוג הטיפול או לתגובה אליו [Bedard-Gilligan et al., 2017]. במדגם קטן נוסף של אנשים שנחשפו לטראומה, מדדים של אינטגרציה שנשפטו חיצונית או הופקו מן השפה לא ניבאו את חומרת התסמינים לאחר בקרה על משתני רקע, אף שתחושה עצמית של זיכרון לא מאורגן נותרה קשורה לתסמינים [O'Kearney et al., 2011]. המחקרים אינם מוכיחים שלארגון אין חשיבות לעולם. הם מראים ששינוי בפרגמנטציה לא הוכח כמנגנון הכרחי להחלמה.

גם אין לבלבל עוצמה חושית עם זיכרון המתקיים מחוץ לשפה כולה. דיבור יכול להיעשות קשה תחת עוררות גבוהה; זיכרון יכול להגיע תחילה כתמונה, ריח, לחץ או אזעקה גופנית; ומילים יכולות להרגיש דלות ביחס למה שאירע. שום דבר מזה אינו מוכיח שכל הזיכרונות הטראומטיים אינם מילוליים, שהם נשמרים בשלמותם בגוף, או שאינם כפופים לתהליכי שחזור רגילים. מחקרי הדמיה בזמן עירור תסמינים מצביעים על מערכות אוטוביוגרפיות ועצמיות מבוזרות ואינם תומכים בהשתקה הכרחית של אזור שפה יחיד [Sartory et al., 2013].

מחקר טוב יותר יגדיר מראש למה הכוונה בפרגמנטציה, ישווה סיפורי טראומה לזיכרונות לא-טראומטיים בעלי עוצמה רגשית דומה, יפריד בין החוויה הסובייקטיבית לקידוד חיצוני, ויבדוק אם שינוי במאפיין המוצע מקדים שיפור בתפקוד. ללא הקפדה על סדר הזמנים ועל איכות המדידה, תיאור משכנע עלול להפוך בשקט למנגנון שלא נבחן.

העמדה הזהירה אינה ביטול ואינה מיתולוגיה. יש זיכרונות טראומטיים שנחווים כמקוטעים וחושיים במיוחד. השכיחות, המנגנון והמשמעות הקלינית תלויים באופן שבו המונחים נמדדים, בדיסוציאציה ובעוררות, בסוג הטראומה וברגע השליפה. אדם אינו צריך להפיק סיפור מסודר למופת כדי להיות ראוי לאמון או לטיפול. גם אין למדוד החלמה לפי מידת האלגנטיות הכרונולוגית של הסיפור.

משפט ליבה

זיכרון טראומטי יכול להיחוות כחושי, מקוטע או חסר מילים, בלי שהראיות המדעיות יצדיקו ארכיטקטורה אוניברסלית אחת של פרגמנטציה.

ההיפוקמפוס ועיגון הזיכרון בהקשר: הפרדת דפוסים והשלמתם

סינתזת FLOW HIJACKED

ההווה דומה לעיתים לעבר בלי להיות העבר. כדי לפעול היטב, מערכת העצבים צריכה לשמר גם את הדמיון וגם את ההבדל. שני רעיונות חישוביים משלימים מסייעים כאן. הפרדת דפוסים הופכת חוויות חופפות לנבדלות יותר; השלמת דפוסים מאפשרת לאות חלקי לשלוף ייצוג מלא יותר. שני התהליכים הסתגלוליים. הפרדה ללא השלמה תהפוך זיהוי לשברירי; השלמה ללא הפרדה מספקת תאפשר לרסס לזמן את המכלול הלא נכון.

אם $\mathbf{r}_i$ ו- $\mathbf{r}_j$ הם דפוסים עצביים או ייצוגיים של שני אירועים, אפשר לכתוב את הדמיון המנורמל ביניהם כך:

$$s_{ij} = \frac{\mathbf{r}_i^T \mathbf{r}_j}{\|\mathbf{r}_i\|_2 \|\mathbf{r}_j\|_2}.$$

אפשר לייצג הפרדת דפוסים כהתמרה המפחיתה את s_{ij} עבור קלטים שקל לבלבל ביניהם, ואת השלמת הדפוסים כשליפה:

$$m^* = \arg \max_{m \in \mathcal{M}} p(m | q, c),$$

כאן אות חלקי q והקשר c בוחרים את הזיכרון הסביר ביותר m^* מתוך הקבוצה $\mathcal{M}$. המשוואות מחדדות מתח חישובי. הן אינן מוכיחות ש-PTSD הוא כשל באחת הפעולות, ומדד דמיון אינו סמן ביולוגי אישי.

להיפוקמפוס תפקיד מרכזי בזיכרון הקשרי ויחסי, אך אי אפשר לצמצם זאת למיקום יחיד במוח. בניסוי קטן של PTSD בשלושה הקשרים, הדפוס השונה של חזרת הפחד עירב יחד מדדים של ההיפוקמפוס, האמיגדלה, קליפת המוח הקדם-מצחית והמערכת האוטונומית [Wicking et al., 2016]. איום יכול להשפיע גם על הפרדת דפוסים התנהגותית תוך גיוס בקרה קדם-מצחית; מחקר ניסויי אחד מצא אפקט ב-dlPFC הימני ולא את התוצאה ההיפוקמפאלית הצפויה [Balderston et al., 2017]. הכללה מושגית של פחד ב-PTSD מלמדת עוד שמה שנחשב "דומה" יכול להיות סמנטי ויחסי, לא רק תפיסתי [Morey et al., 2020].

ראיות הגשר מסקרנות. עבודה ניסויית על זיכרונות דלי-הקשר הראתה שקידוד הקשר מוגבל יצר פחד רחב ועמיד יותר, ואילו עדכון הקשרי מאוחר יותר היה יכול לשפר את התגובה או להסיט אותה למקום הלא נכון, בהתאם למקום שבו התרחש העדכון [Zinn et al., 2020]. המחקר מציע מנגנון חישובי הרלוונטי ל-PTSD; הוא אינו מבסס אותו בקרב אנשים עם אבחנת PTSD. בדומה לכך, נפח היפוקמפאלי קטן יותר נמצא שוב ושוב כהבדל ממוצע בין קבוצות, אך מחקר בתאומים מצביע על האפשרות שלפחות חלק מן ההבדל קדם לטראומה. לכן האנטומיה אינה מספרת סיפור סיבתי יחיד [Logue et al., 2018] [Gilbertson et al., 2002].

האיזון בין השלמה להפרדה עשוי להיות תלו-מצב ולא תכונה קבועה. עוררות גבוהה, שינה לקויה, תחושה גופנית מתאימה או אות הקשרי חזק יכולים להעדיף זמנית השלמה; ברגע אחר תתאפשר הבחנה עדינה. משימות חוזרות בתוך אותו אדם ובהקשרים שונים יבדקו את האפשרות באופן ישיר יותר מממוצע יחיד בסורק.

השימוש של Flow Hijacked במושגים הוא אפוא תפקודי. אות חלקי עלול לעורר השלמה מהירה מדי למצב איום שלם, בזמן שפרטי ההקשר המבדילים בין "אז" ל"עכשיו" אינם מגבילים מספיק את השליפה. זו סינתזה הניתנת לבדיקה, לא אונטולוגיה מבוססת. היא מנבאת בלבול מדיד בין הקשרים דומים מאוד, שליפה עודפת מאותות חלקיים ושיפור כאשר ההבחנה ההקשרית נעשית אמינה יותר. היא תיחלש אם הפעולות האלה לא יהיו שונות לאחר בקרה על תסמינים, חשיפה, שינה, תרופות ותחלואה נלווית.

משפט ליבה

ההקשר מאפשר למערכת העצבים לזהות דמיון בלי לטעות ולפרש אותו כחזרה של אותו אירוע.

זיכרונות חודרניים ושיבתו הבלתי רצונית של העבר

ממצא אמפירי

זיכרון חודרני אינו פשוט זיכרון חזק. זהו אירוע הקשור לזיכרון שנכנס למודעות בלי שנקרא אליה בכוונה, ושקשה להתנתק ממנו. הוא עשוי להגיע כתמונה, משפט, תחושה גופנית, צליל, רגש או סצנה דחוסה. זיכרונות חודרניים הם מרכיב מרכזי ב-PTSD, אך הם מופיעים גם לאחר טראומה בלי PTSD ובמצבים אחרים. נוכחותם לבדה אינה מבססת אבחנה.

מודל תצפית מושגי יכול להיכתב כך:

$$P(I_t = 1) = \sigma(\eta_0 + \eta_q Q_t + \eta_b B_t + \eta_a A_t - \eta_u U_t),$$

כאן I_t מצוין זיכרון חודרני בזמן t , Q_t הוא מידת ההתאמה בין האות לזיכרון, B_t הוא מידת ההתאמה בין מצב הגוף הנוכחי למצב הגוף המקושר לזיכרון, A_t הוא רמת העוררות הנוכחית ו- U_t הוא כוח הבקרה מלמעלה למטה הזמין באותו רגע. המקדמים η מייצגים תרומות אפשריות, לא אפקטים אוניברסליים ידועים. המשוואה נועדה למנוע סיפור של גורם יחיד: הסיכוי לחדירה יכול לעלות בכמה מסלולים, וההרכב הרלוונטי עשוי להשתנות בתוך אותו אדם.

סקירה שגישה בין מדע קוגניטיבי למחקר קליני התייחסה לזיכרונות טראומטיים חודרניים כמטרה מדידה נפרדת, ובו בזמן תיעדה שונות גדולה בין פרדיגמות ומנגנונים [Iyadurai et al., 2019]. מטא-אנליזה של הדמיה בזמן זיכרון אוטוביוגרפי טראומטי מצביעה על מערכות מבוצרות המעורבות בעיבוד המתייחס לעצמי, בבולטות ובזיכרון, ולא על מכשיר יחיד המשמיע מחדש את האירוע [Thome et al., 2020]. מטא-אנליזה נוספת של עירור תסמינים הדגישה את קליפת המוח הרטרוספליאלית ואת הפרקונאוס, לצד השפעות באמיגדלה ובקליפת החגורה הקדמית ותוך חוסר עקביות חשוב בין מחקרים קטנים [Sartory et al., 2013]. פעילות מבוצרת אינה הוכחה לכך שהאירוע משוחזר בדיוק כפי שהתרחש.

מחקר על בקרה מספק רמז ממוקד יותר. בפרדיגמה ניסויית של דיכוי זיכרון, PTSD נקשר לשינוי בבקרה מנבאת; כאשר הבקרה המקדימה כשלה, תגובות לשגיאת ניבוי שנקשרו לחדירות לא הווסתו ביעילות באמצעות בקרה תגובתית [Leone et al., 2022]. זו ראייה מנגנונית ישירה בתוך משימה אחת, לא הוכחה שכל זיכרון חודרני קליני נובע מכשל בדיכוי. למעשה, דיכוי מאומץ של מחשבות עלול אף לפעול בכיוון ההפוך, והיחסים בין בקרה, קבלה, קשב וחדירה תלויים בתזמון ובאסטרטגיה.

יש להבחין גם בין זיכרון חודרני, פלאשבק והיזכרות לא רצויה רגילה. הם יכולים להיות שונים בחיות החושית, באובדן ההתמצאות בהווה, במשך, במידת השכנוע ובגיוס הגוף. ספירת האירועים בלבד מחמיצה אם האדם מסוגל לזהות "זה זיכרון", להישאר מעוגן בחדר ולהתאושש לאחר מכן. תדירות, עוצמת הכניסה למצב וזמן החזרה הם תוצאות דינמיות נפרדות; שיפור באחת אינו מחייב שיפור בכלן.

השפה חשובה. זיכרון חודרני אינו ראייה לכך שהאדם בוחר בעבר, מסרב להווה או נכשל בהפעלת כוח רצון. גם אין הכרח שהוא שחזור שלם ומדויק. זהו אירוע בהווה שנוצר כאשר נגישות הזיכרון, דמיון האות, מצב הגוף, ההקשר והבקרה מסתדרים בתצורה מסוימת. טיפול יכול להפחית את תדירותו, את עוצמתו, את אמינותו כראיה לסכנה נוכחית או את הזמן הנדרש להתאושש לאחריו. אלה תוצאות שונות ויש למדוד אותן בנפרד.

משפט ליבה

זיכרון חודרני אינו העבר שחוזר ללא שינוי; הוא רגע שבו ההווה מאבד שליטה על האופן שבו העבר נעשה פעיל.

קונסולידציה מחדש: עדכון בלי מיתולוגיה

היסק מדעי רחב

לאחר הקונסולידציה הראשונית, זיכרון אינו בהכרח אטום לעד. בתנאים מסוימים, שליפה יכולה להפוך היבטים שלו לבלתי יציבים לפני שהם מתייצבים שוב. לתהליך הזה קוראים קונסולידציה מחדש, או התייצבות מחודשת של הזיכרון לאחר הפעלתו. המילים "בתנאים מסוימים" נושאות כאן את רוב משקלו של המדע. הפעלה מחדש אינה זהה לערעור; בדרך כלל אי אפשר לצפות בערעור ישירות בעבודה קלינית; וזיכרון שנשלף יכול להתחזק, להישאר ללא שינוי, להתחבר להקשר חדש או לעבור עדכון מחדש.

מודל הרגיש לתנאי הגבול נראה כך:

$$M_{t+1} = \begin{cases} \mathcal{R}(M_t, \varepsilon_t, c_t), & D_t = 1, \\ M_t, & D_t = 0, \end{cases} \quad D_t \in \{0, 1\}.$$

המשתנה M_t הוא ייצוג הזיכרון הנוכחי, ε_t הוא מידע חדש בצורת שגיאת ניבוי, c_t הוא ההקשר, ו- $\mathcal{R}$ הוא אופרטור ההתייצבות מחדש. המשתנה D_t מצוין אם התרחש בפועל ערעור של הזיכרון. ברוב המחקרים הקליניים בבני אדם D_t הוא סמוי ומוסק בדיעבד. לכן עדכון שנכשל נשאר דו-משמעי מבחינה מדעית: ייתכן שההתערבות אינה יעילה, וייתכן שהזיכרון כלל לא נכנס לחלון שהמודל מניח.

קונסולידציה מחדש היא מסגרת מפותחת בחקר הזיכרון [Lee, 2009], וסינתזה שיטתית מצאה ממצאים קליניים מבטיחים בהתערבויות המכוונות לקונסולידציה ולקונסולידציה מחדש [Astill Wright et al., 2021]. מטא-אנליזה של פרופרנולול מצאה הפחתות ממוצעות מתונות במדגמים בריאים וקליניים הטרוגניים, לצד הבדלים מתודולוגיים חשובים [Pigeon et al., 2022]. אך רצף הניסויים ב-PTSD אינו מספר סיפור ניצחון אחד. מחקר בהקצאה אקראית בקרב 60 מבוגרים מצא ירידה גדולה יותר בתסמינים כאשר פרופרנולול ניתן לפני הפעלת הזיכרון הטראומטי [Brunet et al., 2018]. ניסוי כפול-סמוי מאוחר יותר בקרב 66 מבוגרים מצא שיפור ניכר הן בקבוצת הפרופרנולול והן בקבוצת הפלצבו שעברה הפעלת זיכרון, בלי יתרון כללי לפרופרנולול לאחר הטיפול [Roulet et al., 2021]. גם שלושה מחקרים פסיכופיזיולוגיים קטנים לא מצאו הבדלים בין הקבוצות בתגובתיות או בתסמינים [Wood et al., 2015].

גם אילו נמצאה עדיפות קלינית, היא לא הייתה מזהה לבדה את המסלול המולקולרי. כדי לתמוך במנגנון של קונסולידציה מחדש, מחקר צריך מניפולציה אמינה של הפעלת הזיכרון, תנאי גבול שנקבעו מראש, קבוצת ביקורת מתאימה, תוצאות הקשורות לזיכרון שהופעל ובדיקות מאוחרות של השבה, חידוש תלוי הקשר או התאוששות ספונטנית. שיפור מיד לאחר שליפות חוזרות יכול להיות בעל ערך ועדיין לא להיות ספציפי למנגנון. הטענה על המנגנון והטענה על התועלת הקלינית צריכות לנוע במסלולי ראיות נפרדים.

התוצאות אינן מאפשרות לטעון שכל פעולת הזיכרון כותבת מחדש את הזיכרון, שפרופרנולול מוחק טראומה, או ששיפור בתסמינים מוכיח חסימה של קונסולידציה מחדש. חשיפה, ציפייה, מגע חוזר, תשומת לב טיפולית, שינוי ספונטני ואופן המדידה יכולים כולם לתרום. חזרת פחד ותוצאות תפקודיות עמידות חשובות יותר מתווית מנגנונית מושכת.

ההבטחה המועילה שקטה יותר. לעיתים אפשר לעדכן זיכרון ולא רק לדכא אותו, וטיפול עשוי ליצור תנאים שבהם ניבויים ישנים מאבדים שליטה על הפעולה בהווה. משימת המחקר היא לזהות את תנאי הגבול במחקרים פרוספקטיביים: עוצמת אי-ההתאמה, משך השליפה, גיל הזיכרון וחוזקו, עוררות, הקשר, תזמון ושונות בין אנשים. "קונסולידציה מחדש" צריכה להיות שמו של תהליך הניתן לבדיקה, לעולם לא מילת קסם.

משפט ליבה

שליפה יכולה לפתוח זיכרון לשינוי, אבל "פתוח" הוא תנאי אמפירי, לא לחש טיפולי.

הנחות אפריריות על איום בעיבוד מנבא

סינזות FLOW HIJACKED

תפיסה אינה קליטה פסיבית. מערכת מנבאת משתמשת בלמידה קודמת כדי להסיק את הסיבות הסמויות של קלט חושי חלקי ורועש. בכתוב בייסיאני:

$$p(z_t | y_t, c_t) = \frac{p(y_t | z_t, c_t) p(z_t | c_t)}{\sum_{z' \in \mathcal{Z}} p(y_t | z', c_t) p(z' | c_t)}.$$

המשתנה $z_t \in \mathcal{Z}$ הוא אחד מתוך קבוצה בדידה של מצבים סמויים אפשריים, למשל סכנה או בטיחות; y_t הוא המידע החושי הנוכחי; c_t הוא ההקשר. ההתפלגות האפרירית (prior), $p(z_t | c_t)$, מתארת מה היה סביר לפני שהגיעה הראיה החדשה; הנראות $p(y_t | z_t, c_t)$ מתארת עד כמה הראיה צפויה תחת כל מצב. ההתפלגות האפוסטרירית (posterior) היא האמונה המעודכנת לאחר שקלול המידע. הפורמליזם אינו מחייב אמונה מודעת, ואינו אומר שהמוח מחשב את הסכום הזה באופן מילולי.

טראומה יכולה לשנות הנחות אפריריות באופן רציונלי. לאחר אירוע קשה או חוזר, סכנה כבר אינה אפשרות תיאורטית רחוקה. צעדים לא ברורים, דלת סגורה, גל גופני או עיכוב בתקשורת יכולים לקבל הסתברות אחרת משום ששיעור הבסיס שנלמד השתנה. אם האיום הוסתר, היה בלתי צפוי או הגיע מאדם שניתן בו אמון, גם ראיות שנפסו בעבר כמרגיעות יכולות לאבד מן האמינות שלהן. לכן "הנחה אפרירית חזקה בדבר איום" אינה מילה נרדפת לאי-רציונליות.

תיאורים של דחק וטראומה באמצעות עיבוד מנבא מספקים שפה מאחדת לשינוי הזה, אך הם עדיין אינטגרציות תיאורטיות ולא מודל יחיד ומאומת של PTSD [Krupnik, 2020]. הראיות החישוביות הישירות צרות יותר. אומדני ערך ועדכון של מצב סמוי, שחולצו ממודל של התניה, נמצאו במתאם עם חומרת תסמיני PTSD [Letkiewicz et al., 2022]. חומרה גבוהה יותר של חוויה מחדש נקשרה להסתברות ממודלת נמוכה יותר להסיק כמה סיבות סמויות בזמן הכחדה [Norbury et al., 2022]. אנשים עם PTSD התקשו גם לנבא כיצד אירועים מתפתחים בשתי משימות ניסיוניות [Eisenberg et al., 2023]. כל תוצאה תלויה במדגם, במשימה ובמודל מסוימים; אף אחת אינה מודדת "הנחת טראומה" יחידה.

הנחות אפריריות הן רבות ובנויות בהיררכיה. ציפיות לגבי צליל, אדם, מקום, גופו של האדם ויציבות העולם יכולות להשתנות בנפרד. אדם יכול לצפות שחדר יהיה בטוח ובו בזמן לצפות שהבהלה שבתוכו תהיה בלתי נשלטת. נוח לקרוא לשני הדברים "הנחת האיום", אבל מודל רציונלי חייב לומר איזו רמה השתנתה ואיזו תצפית תוכל לעדכן אותה.

המסגרת נעשית מועילה כאשר היא מייצרת ניבויים המבחינים בין ההסברים. אם הנחות אפריריות שולטות במידע עמום, הבדלים בין קבוצות צריכים להיות הגדולים ביותר כאשר האותות אינם ודאיים ולהצטמצם כאשר ראיות הבטיחות נעשות אמינות. אם הבעיה היא בעיקר רעש חושי, מניפולציה של איכות האות צריכה להשפיע יותר. אם השינוי נובע ממדיניות פעולה, ההבדלים צריכים להיות תלויים באפשרות לברוח או לדגום מידע נוסף. יש להשוות בין החלופות במקום רק לתת להן שמות בייסיאניים.

בעדשת Flow Hijacked, הנחות אפריריות על איום הן רכיב אחד במערכת רחבה. מצבי גוף מספקים ראיות, הקשרים מווסתים את השליפה, פעולות קובעות מה יידגם בהמשך, וסביבות חברתיות קובעות אם מסר מרגיע אמין. המסגרת ראויה למקומה רק אם היא מנבאת מעבר לתיאורים מוכרים כמו דריכות יתר או הערכה שלילית.

משפט ליבה

הנחה אפרירית חזקה בדבר איום יכולה לגרום לעולם להיראות כאילו הוא ממשיך להוכיח שהיא נכונה.

דיוק, עמימות ואי-ודאות

סינזות FLOW HIJACKED

עדכון בייסיאני תלוי לא רק במה שאומרות ההנחה האפריורית והראיה החושית, אלא גם במידת האמינות המיוחסת לכל אחת. דיוק, במובן של precision, הוא ההופכי של אי-ודאות. במקרה גאוסיאני פשוט:

$$\mu_{\text{post}} = \frac{\pi_p \mu_p + \pi_y y}{\pi_p + \pi_y}, \quad \pi_p = \sigma_p^{-2}, \quad \pi_y = \sigma_y^{-2}.$$

הגודל μ_p הוא הממוצע האפריורי, y היא התצפית הנוכחית, ו- π_p ו- π_y הם הדיוקים המיוחסים להם. כאשר הדיוק של ההתפלגות האפריורית גבוה והדיוק החושי נמוך, מידע עמום מזיז מעט את ההתפלגות האפוסטריורית. כאשר ראיה חדשה אמינה ובעלת דיוק גבוה, היא יכולה ליצור עדכון משמעותי. זהו מקרה לימודי פשוט; הסקת איום בחיים היא היררכית, אינה בהכרח גאוסיאנית, תלויה בפעולה ומתפרשת על פני זמן.

דיוק אינו ביטחון במובן היום-יומי, ודיוק גבוה אינו תמיד פתולוגי. בסביבה מסוכנת ויציבה, ציפיית איום אמינה אמורה לשלוט בהתנהגות. בסביבה תנודתית, הבטיחות של אתמול יכולה באמת לומר מעט על היום. המקרה הקשה הוא כיול לקוי: מידע מקבל אמינות גבוהה או נמוכה מכפי שהתנאים מצדיקים, או שאי-הוודאות עצמה נעשית כה יקרה עד שהמערכת בוחרת שוב ושוב דריכות, בריחה או סגירה מוקדמת של האפשרויות.

הראיות ב-PTSD עקיפות והטרוניות. בקרב 116 יוצאי צבא שפנו לטיפול, אי-סבילות לאי-ודאות נקשרה לחומרת תסמיני PTSD מעבר למשתני רקע שנמדדו [Raines et al., 2019]. עבודה ניסויית מצאה קושי בניבוי התפתחותם של אירועים בקרב אנשים עם PTSD [Eisenberg et al., 2023], ומחקרי התניה חישוביים דיווחו על הבדלים הקשורים לתסמינים באומדן ערך או בעדכון מצב סמוי [Letskiewicz et al., 2022]. הממצאים הופכים השערות על שקלול דיוק לסבירות. הם אינם מראים שחוקרים מדדו ישירות "כשל כללי בשקלול הדיוק", ואי-סבילות לאי-ודאות אינה זהה לדיוק חישובי.

עמימות יכולה להופיע בכמה רמות. האות יכול להיות רועש: האם הצליל הזה הוא איום? ההקשר יכול להיות לא ודאי: האם המקום הזה נשלט בידי הכללים הישנים? התנודתיות יכולה להיות לא ידועה: באיזו מהירות הכללים משתנים? מידע חברתי יכול להיות בלתי אמין: האם אפשר לסמוך על ההרגעה של האדם הזה? מיזוג הרמות לציון אחד יאבד את המנגנון. מחקר קפדני צריך לתמרן או לאמוד אותן בנפרד ולבחון ניבויים מחוץ למדגם.

גם הקצאת הדיוק יכולה להשתנות מרגע לרגע. קשב יכול להגדיל את ההגבר של אותות איום חיצוניים; מיקוד אינטרוספטיבי יכול להגדיל את ההשפעה של דופק, נשימה או מתח; ועייפות יכולה להפחית את אמינותם של פרטי ההקשר. אין הכרח שאלה יהיו תכונות קבועות. אותו אדם עשוי לשקלל מידע אחרת בצהריים ובשלוש לפנות בוקר, לבדו ועם אדם שסומכים עליו, לאחר שינה טובה ולאחר לילה ללא שינה. השונות בתוך האדם היא יעד אמפירי מרכזי.

המשמעות החומלת היא שאי-ודאות אינה כישלון של אומץ. עבור אנשים רבים, בתוך אי-הוודאות שכנה הסכנה. בקשה מן המערכת לתת אמינות גבוהה להרגעה מילולית, עוד לפני שניסיון חוזר תומך בה, היא בקשה לאמונה ללא ראיות. החלמה יכולה לכלול הפיכת הראיות לבטיחות לברורות יותר, נשלטות יותר וניידות יותר, ולא הוראה פשוטה להחליש את ההנחה האפריורית.

משפט ליבה

הדיוק קובע לאילו ראיות תהיה הסמכות לשנות את המודל.

הסקה פעילה, הימנעות והראיות המתקנות שאין מגיעות

סינזות FLOW HIJACKED

עיבוד מנבא עוסק בדרך שבה תצפיות מעדכנות אמונות. הסקה פעילה מוסיפה צעד מכריע: פעולה משנה את התצפיות שיהיו זמינות. איננו רק מסיקים את העולם מתוך נתונים; אנחנו נעים, מביטים, נסוגים, מבקשים עזרה, סורקים, קופאים, מתקרבים או נמנעים, ובכך בוחרים חלק מזרם הנתונים הבא.

ניסוח פורמלי אחד מייחס לכל מדיניות π אנרגיה חופשית צפויה:

$$G(\pi) = \mathbb{E}_{q(o,s|\pi)} [\ln q(s|\pi) - \ln p(o,s)], \quad q(\pi) \propto \exp[-\gamma G(\pi)].$$

המשתנה s מציין מצבים סמויים, o תצפיות עתידיות, q את ההתפלגות המנבאת תחת המדיניות π , ו- $p(o,s)$ את המודל הגנרטיבי, ובתוכו העדפות לגבי תוצאות. המשתנה γ הוא הדיוק המיוחס למדיניות. בהתאם להנחות, אפשר לפרק את $G(\pi)$ לעלות צפויה או לסיכון צפוי ולרכיב אפיסטמי המבטא רווח מידע. המשוואות מתארות משפחה של מודלים. הן אינן מבססות שאנשים עם PTSD ממזערים בדיוק את הגודל הזה או מחזיקים ערך חריג יחיד של γ .

הימנעות חשובה במיוחד מפני שהיא יכולה גם להגן וגם לברור את המידע שיהיה זמין. יציאה ממקום מסוכן באמת מונעת פגיעה. יציאה ממצב עמום אך בטוח יכולה גם למנוע את התצפית שהאסון לא התרחש. הפעולה מייצרת הקלה מיידית, בזמן שהתרחיש שלא נבחר נשאר בלתי נראה. כך, לאורך זמן, מדיניות יכולה לשמר את המודל שממשיך לבחור בה. הדבר דומה לארכיטקטורה של תחושת איום נוכחי מתמשך בתיאוריה הקוגניטיבית של PTSD [Ehlers & Clark, 2000] ולתיאורים של פסיכופתולוגיה אינטרוספטיבית באמצעות הסקה פעילה [Paulus et al., 2019], אך דמיון אינו הוכחה סיבתית.

הראיות הישירות עדיין מצומצמות. מחקרי PTSD על הסקת סיבות סמויות ועדכון ערך מעידים שגדלים חישוביים יכולים להיקשר לתסמיני חוויה מחדש או לחומרת התסמינים [Norbury et al., 2022] [Letkiewicz et al., 2022]. לעומת זאת, מחקר פרוספקטיבי שהתבסס על משימה בקרב 502 כבאים מצא שלמידת הימנעות לא ניבאה תסמינים מאוחרים יותר [de Haart et al., 2021]. ממצא האפס חשוב: הטענה הקלינית ש"הימנעות משמרת PTSD" אינה אומרת שכל פרמטר פורמלי של הימנעות הוא סמן לפגיעות. מודל צריך לנבא איזו הימנעות, תחת איזו אי-ודאות, באיזו סביבה ובאיזה טווח זמן.

המבחן החזק ביותר ישנה את זמינות המידע בלי לפגוע באוטונומיה. אם היעדר ראיות מתקנות הוא סיבתי, התקרבות נתמכת המאפשרת תצפית צריכה לעדכן אמונות יותר מחשיפה באותו משך שבה האדם משוכנע שאין לו יכולת לפעול. אם הגורם המכריע הוא תחושת יכולת הפעולה (agency) ולא המידע, יתקבל דפוס אחר. שפת ההסקה הפעילה מועילה רק אם היא מחייבת ניבויים מתחרים כאלה.

המסגרת גם מגינה מפני האשמה. אם הפעולה עוצבה על ידי סכנה אמינה, הקלה, אובדן שליטה ואותות בטיחות לא מהימנים, המדיניות נלמדה ולא הופיעה מתוך ריק. אי אפשר לדרוש שינוי באמצעות שלילת בטיחות. דרושים תנאים שבהם חקירת הסביבה נעשית נסבלת, השליטה אמיתית, ומידע חדש יכול להגיע בלי להפר את גבולות האדם.

הסעיף הזה מכין את השערת Flow Hijacked המרכזית, אך אינו מוכיח אותה. אסימטריית הכניסה והיציאה ממצב איום תשאל אם טראומה משנה לא רק אמונות או תסמינים, אלא גם את הכללים המותנים של כניסה למצבים הגנתיים ויציאה מהם. הסקה פעילה מציעה לולאת שימור אפשרית אחת: פעולות הנבחרות תחת איום מונעות את התצפיות שהיו עשויות לפתוח מחדש אפשרויות פעולה אחרות. עדיין צריך למדוד את הלולאה, להשוות אותה לחלופות ולאפשר לה להיכשל.

משפט ליבה

כאשר פעולה חוסמת שוב ושוב חוויה מפריכה, מדיניות הגנתית יכולה לשמר את מודל העולם שממשיך לבחור בה.

חלק V

מעבר לאמיגדלה

PTSD פועלת דרך מערכות המקיימות ביניהן יחסי גומלין; היא אינה ממוקמת באזור מוחי מיוחד אחד.

מדוע הקריקטורה של שני אזורים נכשלת

היסק מדעי רחב

קל לזכור את התמונה המוכרת: אמיגדלה "פעילה מדי" מפעילה אזעקה, וקליפת מוח קדם מצחית "פעילה פחות מדי" אינה מצליחה לבלום אותה. לתמונה הזאת היה תפקיד חשוב. היא סייעה להעביר את הדין ב-PTSD מן התחום המוסרי אל הביולוגיה, ולהבהיר שהתגובה אינה חולשת אופי. אבל כהסבר מדעי היא נעשתה קטנה מדי. היא דוחסת למידה, זיכרון, חישה, פעולה, ויסות והקשר לתחרות בין שתי תוויות אנטומיות. היא גם מרמזת על כיוון קבוע של חריגה — יותר פעילות כאן, פחות שם — אף שכיוון הממצא משתנה לא פעם עם המטלה, הרמז, קבוצת ההשוואה ורגע המדידה.

כבר המחקרים המטא-אנליטיים חייבו תמונה רחבה יותר. סינתזה של מחקרי עיבוד רגשי מצאה פעילות מוגברת באמיגדלה ובאינסולה בכמה הפרעות הקשורות לחרדה, ולא באופן ייחודי ב-PTSD; ההבדלים שדווחו באזורים קדם-מצחיים וציגולריים השתנו בין מטלות ואזורים [Etkin & Wager, 2007]. מטא-אנליזה שהתמקדה ב-PTSD תמכה בהשתתפותן של מערכות העוסקות בבולטות, ברגש, בזיכרון ובויסות ומקיימות ביניהן יחסי גומלין, ולא בחוסר איזון מבודד בין האמיגדלה לקליפה הקדם-מצחית [Patel et al., 2012]. גם במחקרי השראת תסמינים הופיעו הקורטקס הרטרוספלינאלי, הפרקונאוס, החגורה הקדמית, אזורי אסוציאציה חושית ותהליכי זיכרון אוטוביוגרפי לצד האמיגדלה [Sartory et al., 2013]. הממצא נעשה מבוזר עוד לפני שהוא נעשה פשוט.

תיאור ממושעם יותר מתייחס לכל תגובה אזורית נמדדת כתלויה בתנאים:

$$\Delta y_r = f_r(q, \tau, \kappa, \chi, \mathbf{s}, \mathbf{m}, \theta) + \varepsilon_r.$$

כאן, Δy_r הוא השינוי הנצפה באזור r ; המשתנה q הוא הרמז; τ מציין את מיקומו בזמן בתוך למידה או היזכרות; κ את דרישת המטלה; χ את ההקשר; $\mathbf{s}$ את מצבו הפיזיולוגי והנפשי הנוכחי של האדם; $\mathbf{m}$ כולל תרופות, שינה ותחלואה נלווית; θ מתאר מאפיינים אישיים יציבים יחסית; ו- ε_r מכיל שגיאת מדידה ושונות שלא מודלה. התגובה, הפונקציה המותאמת והשגיאה נמדדות ביחידות של ניגוד הדימות במחקר; את יתר הקלטים יש לקודד ולכיל במפורש. זו אינה משוואה שנאמדה כחוק של PTSD. זוהי תזכורת פורמלית לכך של"פעילות באזור" אין משמעות נטולת הקשר.

מכאן שגם הסתירות האמפיריות אינן מבוכה שיש להסתיר, אלא מידע שדורש הסבר. מחקר התניה אחד מצא אצל משתתפים עם PTSD תגובתיות אמיגדלרית נמוכה יותר, לא גבוהה יותר, לגירויים הקשורים לטראומה [Diener et al., 2016]. במחקר דמיון מודרך נמצאה עלייה מובהקת באמיגדלה השמאלית רק בקרב גברים יוצאי קרב, אף שבמדגם הרחב יותר הופיעו יחסים הפוכים בין האמיגדלה לאזורים קדם מצחיים מדיאליים [Shin et al., 2004]. ניתוח גדול בהרבה, שנערך ב-32 אתרים, זיהה הבדלים קבוצתיים בקישוריות במנוחה בין האמיגדלה, ההיפוקמפוס ואזורים נוספים [Hinojosa et al., 2026]. גם כאן מדובר בקשרים בין אותות בזמן מנוחה — לא במעגל אבחוני ולא בהסבר סיבתי לתסמינים של אדם מסוים.

גם למדידה עצמה יש גבולות. אות BOLD ב-fMRI הוא מתאם עקיף, מטושטש בזמן, של פעילות מטבולית וכלי דם מקומית. "קישוריות תפקודית" פירושה בדרך כלל תלות סטטיסטית, לא חיווט אנטומי ולא שליטה מכוונת. הרשת הנראית תלויה בין השאר בעיבוד המקדים, בחלוקת המוח לאזורים, בתיקון תנועה, בסקאלת הזמן ובסף הסטטיסטי. הבדל ממוצע בין קבוצות אינו מגלה אם התבנית מאפיינת כל אדם בקבוצה, אם קדמה לטראומה, נוצרה בעקבותיה, השתנתה בטיפול או משקפת מצב נלווה.

הפרידה מן הקריקטורה אינה מוציאה מן התמונה את האמיגדלה או את הקליפה הקדם מצחית. היא מחליפה את השאלה. במקום לשאול מי גובר על מי, נשאל כיצד זיכרון, הערכת ערך, ויסות גופני, ניתוב חושי, קשב, בחירת פעולה והקשר חברתי מתואמים ברגע מסוים. PTSD אינה שוכנת בנקודה מפוחדת. היא מתבטאת ביחסים משתנים בין מערכות — ובאפשרויות שאותם יחסים פותחים או סוגרים בפני האדם כולו.

משפט ליבה

PTSD אינה אזור אזעקה שמתגבר על אזור שליטה, אלא הפרעה הטרוגנית בתיאום המותנה בין מערכות מבוזרות.

האמיגדלה משתתפת; היא אינה פסק דין

היסק מדעי רחב

האמיגדלה חשובה. הטעות אינה בהכללתה, אלא בעומס ההסברי שמניחים עליה. אין מדובר ביחידה אחת אלא באוסף גרעינים, בעלי הרכב תאי וקישוריות שונים, המשתתפים בלמידת משמעות, באי ודאות, בהכוונת קשב, בהכנה אוטונומית ובבחירת תגובה. שינוי בממד אמיגדלרי אינו פסק דין שלפיו קיימת סכנה, ואינו תעודה עצבית המאשרת כי לאדם יש PTSD.

אפילו הביטוי "הפעלת האמיגדלה" מרכז כמה החלטות ניסיוניות במספר יחיד. אם $a_k(q, \tau)$ היא התגובה הנמדדת בתת־אזור אמיגדלרי k לרמז q בזמן מטלה τ , הניגוד המדווח הוא בדרך כלל

$$\Delta a_k = a_k(q_{\text{target}}, \tau) - a_k(q_{\text{control}}, \tau).$$

שני האיברים וההפרש ביניהם נמדדים ביחידות אות הדימות של הניסוי. הסימן תלוי בתנאי הביקורת, בהתרגלות, בחידוש, בצפייה, בשלב הלמידה, בעמימות הרמז ובמודל הניתוח. ניגוד שלילי אינו אומר שהאמיגדלה "כבויה" באופן כללי; ניגוד חיובי אינו אומר שהיא פועלת ביתר ללא הפסקה. הניגוד מתאר יחס שהניסוי עצמו בנה.

גם בין המחקרים היחס הזה רחוק מלהיות אחיד. מטא אנליזה מצאה פעילות מוגברת של האמיגדלה בעיבוד רגשי אצל אנשים עם PTSD, אך גם בהפרעות חרדה אחרות, ולכן הסגוליות האבחונית מוגבלת [Etkin & Wager, 2007]. במחקרי דמיון הקשור לטראומה נמצאו תוצאות תלויות מין; במחקר אחד העלייה המובהקת באמיגדלה השמאלית הוגבלה לגברים יוצאי קרב [Shin et al., 2004]. מנגד, ניסוי התניה מצא תגובות מופחתות של האמיגדלה לגירויים הקשורים לטראומה בקבוצת ה-PTSD [Diener et al., 2016]. הממצאים אינם מבטלים זה את זה. הם מראים שמשמעות הרמז ושלב המטלה משנים את התגובה, וש"יותר אמיגדלה" אינו פנוטיפ יציב.

גם מבחינה אנטומית אין "אמיגדלה אחת". מחקרים חדשים בוחנים את פרופילי הקישוריות של תת־האזורים שלה במקום להתייחס למבנה כולו כמקשה אחת [Haris et al., 2025]. ניתוח רחב של קונסורציום מצא קשרים בין נפחם של גרעינים מסוימים, ממדי תסמינים ומצוקה בילדות; אבל הקשרים היו ספציפיים לגרעין ומתאמים, ולא חתימה נפחית יחידה של PTSD [Mufford et al., 2026]. מגה־אנליזה מ־32 אתרים זיהתה אף היא הבדלים בקישוריות מנוחה סביב זרעים באמיגדלה ובהיפוקמפוס, אך ההתפלגויות הקבוצתיות חפפו ולא הפכו להכרעה ברמת היחיד [Hinojosa et al., 2026].

גם מקור ההבדל עדיין אינו פתור. מחקר תאומים מונוזיגוטיים משנת 2026 ניסה להבחין בין תרומה משפחתית לבין תרומה סביבתית ייחודית לתגובתיות יתר באמיגדלה [Beucke et al., 2026]. זהו תכנון בעל כוח היסק רב יותר מהשוואת מקרה-ביקורת רגילה, מפני שתאומים זהים גנטית מאפשרים בידוד טוב יותר של מקורות שונות. אבל המדגם כלל 26 זוגות בלבד. ראוי להקשיב לתוצאה; אין להפוך אותה לסיפור סיבתי אוניברסלי.

בעדשת Flow Hijacked, נכון יותר לראות באמיגדלה משתתפת אחת במעבר מותנה. תגובתה עשויה להטות תפיסה, מוכנות גופנית ופעולה לכיוון הגנה. השאלה אם המערכת כולה תיכנס למצב הגנתי, תישאר בו או תצא ממנו תלויה גם בהקשר שמספק ההיפוקמפוס, בהערכת ערך קורטיקלית, בניתוב תלמי וחושי, בתהליכי גזע המוח והמערכת האוטונומית, בהימנעות שנלמדה, בסכנה בהווה ובתנאים חברתיים. אותה תגובה נמדדת של האמיגדלה עשויה לקבל משמעות אחרת בתצורה מערכתית אחרת.

להבחנה הזאת יש גם ערך אנושי. אדם אינו "נשלט בידי אמיגדלה פעילה מדי", והחלמה אינה ניצחון של קורטקס רציונלי על מוח חייתי ולא רציונלי. שתי המטפורות מוחקות את ההיסטוריה ההסתגלותית של ההגנה ואת העבודה המבוזרת הנדרשת כדי לחזור.

משפט ליבה

האמיגדלה יכולה להטות מעבר לכיוון הגנה, אך היא אינה מכילה את PTSD ואינה קובעת לבדה את מצבו של האדם.

היפוקמפוס, vmPFC ו-dACC: הקשר, ערך ופעולה

היסק מדעי רחב

גם אם האמיגדלה מסייעת לזהות משמעות שנלמדה, היא אינה יכולה לקבוע לבדה מה פירושו של רמז כאן, עכשיו, עבור האדם הזה. לשם כך דרושים הקשר, יחסים זכורים, ערך עכשווי ואפשרויות פעולה. ההיפוקמפוס, קליפת המוח הקדם מצחית הגחוונית מדיאלית (vmPFC) והחלק הגבי של קליפת החגורה הקדמית (dACC) משתתפים בתפקודים האלה, אך אף אחד מהם אינו מתלכד עם פועל פסיכולוגי אחד. "מרכז ההקשר", "מרכז הביטחון" ו"מרכז הפחד" הם קיצורי דרך לשוניים, לא אמיתות אנטומיות.

תיאור פורמלי שימושי מתחיל בהקשר סמוי z_t , שאינו נצפה ישירות. מן התצפיות בהווה ובעבר $\mathbf{y}_{1:t}$, המערכת יוצרת התפלגות אמונה

$$b_t(z) = P(z_t = z \mid \mathbf{y}_{1:t}, \mathbf{c}_{1:t}),$$

כאשר $\mathbf{c}_{1:t}$ מכיל הקשר מרחבי, זמני, גופני וחברתי. בחירת הפעולה יכולה להיות תלויה הן באמונה הזאת והן בערך הצפוי:

$$\pi(a_t \mid b_t) \propto \exp[\beta Q(a_t, b_t)].$$

כאן π ו- b_t הן התפלגויות הסתברות חסרות יחידות; Q הוא ערך צפוי ביחידות שהוגדרו למטלה; ופרמטר הטמפרטורה ההפוכה β , ביחידות הופכיות לערך, קובע עד כמה הבחירה מתרכזת בפעולה בעלת הערך הגבוה יותר. המשוואות מתארות בעיה חישובית. הן אינן מקצות את b_t להיפוקמפוס, את Q ל-vmPFC ואת הפעולה ל-dACC ביחס של אחד לאחד. המימוש העצבי מבוצע והדדי.

הממצאים המבניים ממחישים בעת ובעונה אחת את ממשות האות ואת גודלו הצנוע. במחקר ENIGMA-PGC שכלל 1,868 משתתפים, PTSD נקשרה להבדל ממוצע קטן בנפח ההיפוקמפוס, $d = -0.17$; ההתפלגויות חפפו במידה רבה, וההבדל בנפח האמיגדלה לא שרר תיקון לפי אזור [Logue et al., 2018]. מחקר בתאומים שאינם תואמים באבחנתם העלה שנפח היפוקמפלי קטן עשוי בחלקו להקדים את הפגיעות ל-PTSD לאחר טראומה [Gilbertson et al., 2002]. לעומת זאת, מחקר פרוספקטיבי בחיילים קשר ירידה בנפח ההיפוקמפוס לאחר השירות וקישוריות חלשה יותר בין ההיפוקמפוס ל-vmPFC עם תסמינים פוסט טראומטיים מאוחרים יותר [Admon et al., 2013]. שלושת הממצאים מאפשרים גם פגיעות מוקדמת וגם שינוי הקשור בחוויה. הם אינם מוכיחים רצף אחד לכולם.

לעיתים מתארים את ה-vmPFC כבלם של האמיגדלה. המטפורה מכנית מדי. בהתאם למטלה ולהקשר, אותות הקשורים אליו עשויים להשתתף בהערכת ערך, בהסקת ביטחון, בהיזכרות בהכחדה ובשילוב מידע עכשווי עם למידה קודמת. צימוד מופחת אינו מוכיח שהבלם הקורטיקלי נכשל; צימוד מוגבר אינו מוכיח החלמה. הכיוון, התזמון וזהות הצמתים המחוברים קובעים.

גם ה-dACC אינו ניתן לצמצום ל"ביטוי פחד". הוא משתתף בניטור קונפליקט, ברלוונטיות לפעולה, במאמץ ובתיאום אוטונומי במצבים רבים. מחקר fMRI במנוחה בקרב משתתפים עם PTSD שלא קיבלו טיפול תרופתי מצא אינטראקציות שונות בין האמיגדלה ל-dACC, וכן צימוד עם אזורים קדם מצחיים, קודקודיים, חזותיים ופוזיפורמיים [Li et al., 2021]. מאחר שהמחקר היה חתר ומדד האינטראקציה לא הוכיח השפעה סיבתית מכוונת, הוא תומך בקישוריות שונה במדגם אחד — לא במנגנון אוניברסלי מלמעלה למטה או מלמטה למעלה.

הסינתזה הזהירה עוסקת ביחסים בין מערכות, לא במודולים מבודדים. ההיפוקמפוס עשוי לסייע להבחין איזו סיטואציה חוזרת; חישובים הקשורים ל-vmPFC עשויים לתרום לערכה של הסיטואציה הנוכחית ולאמינות של ראיות לביטחון; וחישובים הקשורים ל-dACC עשויים לארגן קשב, דרישה גופנית ופעולה כאשר תגובות מתחרות חשובות. השיבוש אינו מחייב נזק אחיד לאף צומת. ייתכן שמה שמתמיד הוא מדיניות תיאום תלויה הקשר, שבחרת בהגנה לעיתים קרובות מדי ומשחררת אותה לאט מדי — נדבך אפשרי של אסימטריית הכניסה והיציאה ממצב איום.

משפט ליבה

הקשר, ערך ופעולה נוצרים ביחסים מתואמים בין ההיפוקמפוס, אזורים קדם מצחיים וצינגולריים ומערכות רחבות יותר — לא משלושה אזורים בעלי שלושה תפקידים קבועים.

האינסולה ורשת הבולטות: מה דורש את הגוף כולו

עכשיו

היסק מדעי רחב

צליל ברחוב, לחץ בחזה, הבעת פנים עמומה וזיכרון שצץ לפתע הם אירועים שונים מבחינה פיזיקלית. ובכל זאת, כל אחד מהם יכול להפוך בתוך שניות לעובדה החשובה ביותר בעולם. האינסולה ורשת הבולטות הרחבה מאפשרות לחקור את תהליך התעדוף הזה: כיצד אותות מן העולם ומפנים הגוף תובעים קשב, מארגנים מחדש עיבוד ומכנים פעולה. אין כאן "מרכז טראומה", ובולטות אינה שם נרדף לפחד.

ביטוי מושגי מחדד את ההבחנה:

$$\mathcal{S}_t = \Phi(\mathbf{e}_t, \mathbf{i}_t, \hat{\mathbf{e}}_t, \hat{\mathbf{i}}_t, \mathbf{g}_t, \mathbf{c}_t).$$

כאן $\mathcal{S}_t$ הוא ציון עדיפות ממודל, חסר יחידות; $\mathbf{e}_t$ ו- $\mathbf{i}_t$ הם אותות אקסטרנסטיביים ואינטרנסטיביים לאחר כיוול; הסימן העליון מציין אותות חזויים; $\mathbf{g}_t$ מייצג מטרות עכשוויות; ו- $\mathbf{c}_t$ את ההקשר. הפונקציה Φ נשארת בכוונה בלתי מוגדרת. אין טענה שהמוח מחשב סקלר אחד ששמו "בולטות", או שהאינסולה מממשת אותו לבדה. הטענה הצנועה יותר היא שדחיפות נוצרת מתוך היחסים בין תחושה, ציפייה, מצב גופני, מטרה וסביבה.

מחקר PTSD תומך במעורבותו של הממשק הזה, אך אינו מצביע על כיוון חריגה יחיד. סקירה אינטגרטיבית קישרה בין עיבוד אינטרנסטיבי, למידת פחד ו-PTSD, ובאותה נשימה הדגישה שהקישורים המוצעים כוללים כמה מנגנונים שנבדקו רק בחלקם [Joshi et al., 2023]. בקרב כבאים עם PTSD, הפרעה הנגרמת ממידע הקשור לטראומה נקשרה לפעילות חזקה יותר באינסולה השמאלית ולתבניות חלשות יותר של קישוריות אינסולרית [Lee et al., 2022]. אלה ממצאים קבוצתיים בעלי ערך בהקשר תעסוקתי וניסויי מסוים, לא עדות לכך שלכל אדם עם PTSD אותו מצב אינסולרי.

מגבלת הסגוליות עמוקה אף יותר. מטא-אנליזה מצאה פעילות שונה בחלק הגבי האמצעי של האינסולה בזמן אינטרנספציה במגוון הפרעות פסיכיאטריות [Nord et al., 2021]. הממצא הטרנס-אבחוני מרמז שחלק מן ההבדלים עשויים לבטא שינוי בקשב גופני, בעוררות או בוויסות המשותף לכמה מצבים, ולא תכונה ייחודית של PTSD. דיכאון, פאניקה, דיסוציאציה, טיפול תרופתי, חסך שינה, כאב והבדלים לבביים ונשימתיים יכולים כולם להשפיע על הנמדד.

מחקר פרוספקטיבי מוסיף את ממד הזמן — וגם מלמד מדוע נדרשת זהירות. בקרב חניכי משטרה שנבדקו לפני ואחרי חשיפה תעסוקתית חוזרת לטראומה, שינוי שנגרם בעקה חריפה בצימוד של רשת הבולטות ניבא עקה נתפסת בהמשך, אך לא את כלל התסמינים הפוסט טראומטיים. צימוד מוגבר בין רשת הבולטות למוחון נקשר לתסמיני PTSD בדירוג קליני, ובייחוד לחוזרנות [Zhang et al., 2022]. אותו מחקר מכיל אפוא גם אות רשת מבטיח וגם גבול ברור: מנבא של תוצאה אחת לא הוכלל אל האבחנה כולה.

נהוג לומר שרשת הבולטות "מחליפה" בין רשת ברירת המחדל למערכות ביצועיות. המטפורה מועילה רק כל עוד היא נשארת מטפורה. המעבר מבוזר, צמתים משתתפים בתצורות שונות, וקישוריות מוסקת אינה מגלה חדר בקרה. האפשרות המעניינת בחיים עצמם עדינה יותר: מערכת עשויה להעניק עדיפות דחופה לרמז חלש, עמום או גופני מפני שבעבר נשא מידע קריטי. אין בכך אי רציונליות; זו הגנה הפועלת תחת הסתברויות שהשתנו. השאלה אם העדיפות תתקבע למצב איום מתמשך מוכרעת במה שקורה אחר כך בזיכרון, בפעולה, בוויסות האוטונומי ובהקשר.

בחלק הבא הגוף ייכנס במפורש אל הלולאה. בשלב הזה חשוב להישאר עם עיקרון אחד: בולטות היא יחס. פעימת לב אינה איום בפני עצמה, ותגובה אינסולרית אינה פתולוגית בפני עצמה. משמעות נוצרת בתוך המודל שמקבל את האות.

משפט ליבה

האינסולה ורשת הבולטות מסייעות לקבוע מה דורש קשב עכשיו, אך הדחיפות נוצרת מתוך יחס מבוזר בין גוף, רמז, חיזוי, מטרה והקשר.

רשת ברירת המחדל והמערכות הקדמיות־קודקודיות

היסק מדעי רחב

PTSD אינה משנה רק את גילוי האיום. היא עשויה לשנות את האופן שבו חוויה נקשרת לעצמי, את חלוקת הקשב, את היכולת להחזיק מטרה, ואת ההבחנה בין הווה לבין עבר אוטוביוגרפי. כאן נכנסות לתמונה רשת ברירת המחדל והמערכות הקדמיות־קודקודיות. גם שמותיהן מטעים: רשת ברירת המחדל אינה פשוט רשת של "אי ביצוע משימה", והרשת הקדמית־קודקודית אינה מנהל יחיד. שתיהן ארגונים סטטיסטיים של פעילות מתואמת, שגבולותיהם משתנים עם השיטה וסקאלת הזמן.

אזורים המקושרים לרשת ברירת המחדל — ובהם קליפת המוח הקדם מצחית המדיאלית, החגורה האחורית, הפרקונאוס ואזורים טמפורליים — מגויסים לעיתים קרובות כשהחשיבה עוסקת בזיכרון אוטוביוגרפי, ברלוונטיות לעצמי, בהסקה חברתית או בבניית סצנות פנימיות. מטא אנליזה של מחקרי השראת טראומה מצאה ב-PTSD פעילות הקשורה לקורטקס הרטרוספלינאלי ולפרקונאוס, לצד הבדלים בחגורה הקדמית, באמיגדלה ובאזורי אסוציאציה חושית [Sartory et al., 2013]. התבנית המבוזרת מתיישבת יותר עם חוויה מחדש כבנייה המשלבת עצמי, זיכרון וקשב חושי, ופחות עם תמונה מאוחסנת שמשחררת מאזור אחד.

מערכות קדמיות־קודקודיות תורמות להחזקת מטרות, לבחירת מידע ולהתארגנות גמישה סביב דרישות משימה. אבל "יותר שליטה" אינה תמיד התשובה. מערכת יכולה להפעיל שליטה רבה דווקא כדי לסרוק, לדכא, להימנע או לשמור מרחק מן החוויה. השאלה אינה כמה שליטה יש במופשט, אלא איזו מטרה היא משרתת, איזה מידע היא מרשה להיכנס, ובאיזו קלות התצורה יכולה להשתנות.

את הארגון המשתנה הזה אפשר לייצג באמצעות שייכות לקהילה התלויה בזמן. נסמן ב- $w_{ik}(t) \in [0, 1]$ את המידה שבה צומת i משתתף ברשת k בזמן t , כך ש-

$$\sum_{k=1}^K w_{ik}(t) = 1.$$

צומת אינו חייב להיות חבר קבוע ברשת אחת. השייך התפקודי שלו יכול לנוע עם זיכרון, משימה, עוררות והקשר. זו מוסכמת מידול, לא טענה שהמוח נושא תוויות רשת ממשיות.

הספרות האמפירית דלה יותר מן הפופולריות של שמות הרשתות. סקירה שיטתית של דימות בזמן הערכה עצמית איתרה רק חמישה מחקרי PTSD מתאימים. היא קישרה בין שינוי בהערכה עצמית לבין אזורי ברירת מחדל ומערכות של שליטה, בולטות והערכת ערך, אך הבדלים בשיטות ובהיסטוריית הטראומה מנעו מטא־אנליזה כמותית [Agathos et al., 2024]. התוצאה מעניקה מקום לתהליכים הקשורים לעצמי, אך גם מראה עד כמה מועט הבסיס ל"רשת עצמי משובשת" אוניברסלית.

מחקר קהילתי בקרב 569 מבוגרים ניגש לסוגיה מכמה תחומים ביולוגיים, פסיכולוגיים וחברתיים. שינה ירודה, מזג ואימפולסיביות נקשרו בעקביות לחומרת התסמינים, וקישוריות בין רשת ברירת המחדל, הרשת הביצועית המרכזית ורשת הבולטות הסבירה שונות נוספת [Bainter et al., 2024]. "שונות נוספת" אינה גורל, אבחנה או מנגנון. התכנון לא הראה אם הבדלי הרשת חוללו את התסמינים, נוצרו בעקבותיהם או משקפים השפעה משותפת אחרת.

חשוב להפריד בין תוכן רשת לבין דינמיקת רשת. כאן אנו עוסקים בסוג העבודה שמערכות מבוזרות מסוגלות לתמוך בו: מיקום אוטוביוגרפי, הערכת עצמי, החזקת מטרה וגמישות קשבית. השאלה הזמנית הבאה היא אם היחסים האלה מורכבים אחרת מרגע לרגע. קשר קבוצתי סטטי אינו יכול לענות עליה, ושם של רשת אינו תחליף לפעולה המנטלית שנמדדה.

המסקנה הישרה אינה ש"רשתות מסבירות הכול" וגם לא שאין בהן ערך. הן מערכות צירים שימושיות לבחינת יחסי הגומלין בין עצמי, זיכרון ומטרה. הן נעשות מטעות כאשר מציירים אותן כקופסאות קבועות, כאשר "קישוריות" הופכת למילה נרדפת לתקשורת, או כאשר הבדל ממוצע נעשה לארכיטקטורה קבועה של האדם שעבר טראומה.

משפט ליבה

רשת ברירת המחדל והמערכות הקדמיות־קודקודיות חשובות משום שטראומה עשויה לשנות את תיאום העצמי, הזיכרון והמטרה — לא מפני שלרשת כלשהי יש מצב PTSD קבוע.

התלמוס, PAG, הלוקוס קורולאוס והסטריאטום

היסק מדעי רחב

הסבר המוגבל לקורטקס משאיר בחוץ מערכות המנתבות מידע חושי, מארגנות פעולה הגנתית, מווסתות עוררות ומעצבות אילו פעולות ראוי לחזור עליהן. התלמוס, החומר האפור סביב האקוודוקט (PAG), הלוקוס קורולאוס והסטריאטום צריכים להיכלל במודל מבוסס של PTSD. עם זאת, אסור לדחוס אותם ל"מוח הישרדות פרימיטיבי". כל אחד מן המבנים הטרוגני בתוכו, צפוף קשרים, ומשתתף בחיים מסתגלים רגילים ולא רק באיום.

התלמוס אינו תחנת ממסר פסיבית. גרעיניו משתתפים בדרכים שונות בבחירת מידע חושי, בתיאום קורטיקלי, בזיכרון ובהכנה מוטורית. ניתוח שונות משותפת מבנית משנת 2026 חילק 25 גרעינים בכל המיספרה אצל 2,784 משתתפים, מהם 1,306 עם PTSD. בממוצע נמצאה שונות משותפת חזקה יותר בתוך התלמוס ובין התלמוס לקורטקס, ודפוסים שונים נקשרו להימנעות, לעוררות יתר ולדיכאון נלווה [Steele et al., 2026]. אבל שונות משותפת מבנית היא מתאם של שונות אנטומית בין אנשים. אין היא מסילה אקסונלית, אינטראקציה מרגע לרגע או הוכחה לניתוב סיבתי.

מחקר קישוריות במנוחה ברזולוציה גבוהה בקרב 397 משתתפים מצא אף הוא דפוסים ספציפיים לגרעין, ולא תלמוס "גבוה" או "נמוך" באופן כולל. קישוריות הפולוויר עם אזורים סנסורימוטוריים ואזורי בולטות הייתה חלשה יותר; קישוריות הגרעין הברכי המדיאלי עם הקורטקס הסנסורימוטורי הייתה חזקה יותר; ורשתות קנוניות נצמדו בדרכים שונות לגרעינים תלמיים שונים [Steele et al., 2026]. התוצאה מחדדת את התיאור הרשתי, אך נשארת קשר קבוצתי חתכי.

ה-PAG משתתף בארגון פיזיולוגיה ופעולה הגנתית, אבל מדימות אנושי אי אפשר לקרוא ישירות "קיפאון", "לחימה" או "כיבוש". בניתוח קטן של fMRI במטלה באמצעות מידול סיבתי דינמי, PTSD נקשרה להשפעה מעוררת חזקה יותר שהוערכה מן ה-PAG אל הפרקונאוס ואל אזורים קדם מצחיים מדיאליים בזמן רמזים תת-ספיים הקשורים לטראומה [Terpou et al., 2020]. המודל העדיף אינטראקציה דו-כיוונית, נקודה חשובה בפני עצמה. ובכל זאת, קישוריות אפקטיבית היא אומדן המותנה במרחב מודלים מוגבל; היא אינה תצפית ישירה בסיביות עצבית, וההשוואה הייתה מול ביקורות בריאות ולא מול ביקורות שנחשפו לטראומה.

הלוקוס קורולאוס הוא גרעין נוראדרנרגי קטן בגזע המוח, הקשור לעוררות, לדריכות ולכוונון מסתגל של הגבר עצבי. מדידה אנושית ישירה שלו ב-PTSD עדיין נדירה וקשה מבחינה טכנית. במחקר על הכללת פחד, יוצאי צבא עם PTSD הכלילו פחד נלמד לגירויים בעוצמה גבוהה יותר, תוך מעורבות מערך שכלל אזורים חזותיים, אינסולריים, תלמיים ואת הלוקוס קורולאוס, לצד קישוריות חלשה יותר של ה-vmPFC למידע הקשור לביטחון [Morey et al., 2015]. הממצא תומך בתהליך הכללה מתואם. הוא אינו מוכיח ש"עודף נוראדרנלין" טוני מסביר PTSD, או שאות מן הלוקוס קורולאוס קובע תחושת סכנה.

הסטריאטום מרחיב את המודל מגילוי איום לבחירת פעולה, חיזוק, הרגל ותגמול. מחקר חתר רב-אופני דיווח על קישוריות יתר בין ההיפוקמפוס לסטריאטום ועל שונות זמנית נמוכה יותר בכמה קבוצות שנחשפו לטראומה; ירידה בשלמות המסילות הופיעה רק בקרב מי שסבלו גם מתסמינים לאחר חבלת ראש וגם מ-PTSD [Rangaprakash et al., 2017]. מאחר שחבלת מוח קלה ו-PTSD היו שזורות זו בזו, והמסווג לא עבר תיקוף עצמאי, המילים "סמן דימות" בכותרת אינן מעידות על בשלות קלינית.

יחד, המבנים האלה מראים מדוע התמדה אינה רק עוצמת פחד. ניתוב חושי יכול להעדיף קלטים מסוימים; עוררות יכולה לשנות רווח; תבניות הגנתיות יכולות להכין את הגוף; ומערכות פעולה יכולות להפוך הימנעות לכדאית בטווח המיידי. Flow Hijacked רואה בתיאום הזה מסלול אפשרי שבו רמז קטן מקבל השלכות גדולות. הספרות תומכת בקיומם של המרכיבים. היא עדיין אינה מוכיחה לולאה סגורה אחת, כיוון השפעה יחיד או תצורה משותפת לכל PTSD.

משפט ליבה

מערכות תת-קורטיקליות ומערכות גזע המוח מסייעות לנתב, להגביר ולתרגם משמעות לפעולה, אך תרומתן ל-PTSD מבוזרת, מותנית ואינה ניתנת לצמצום למעגל אזהקה פרימיטיבי.

תצורה מחדש של רשתות וקישוריות תפקודית דינמית

היסק מדעי רחב

מפת קישוריות רגילה ממצעת סריקה שלמה. היא יכולה לומר ששני אותות משתנים יחד, אך לא אם היחס ביניהם יציב, מקוטע או מוגבל לאפיזודות קצרות. בהפרעה שחלק מתכונותיה הן מעברים — אל חוזרנות, דריכות, הימנעות או דיסוציאציה — אובדן הזמן עלול להיות אובדן המידע החשוב ביותר. קישוריות דינמית שואלת לא רק אילו מערכות קשורות, אלא מתי, למשך כמה זמן ובאיזה סדר.

עבור האותות $x_i(s)$ ו- $x_j(s)$, אומדן בחלון נע יכול להיכתב כך:

$$C_{ij}^{(w)}(t) = \frac{\sum_{s \in w_t} [x_i(s) - \bar{x}_{i,w_t}] [x_j(s) - \bar{x}_{j,w_t}]}{\sqrt{\sum_{s \in w_t} [x_i(s) - \bar{x}_{i,w_t}]^2 \sum_{s \in w_t} [x_j(s) - \bar{x}_{j,w_t}]^2}},$$

כאשר x_i ו- x_j הם אותות ביחידות טבעיות או מתוקננות, $\bar{x}_{i,w_t}$ הוא הממוצע בתוך החלון w_t שמרכזו בזמן t , ו- $C_{ij}^{(w)}(t)$ חסר יחידות. מטריצות חוזרות $C^{(w)}(t)$ יכולות לאחר מכן להתקבץ למצבים נאמדים $\{1, \dots, K\}$. $z_t \in \{1, \dots, K\}$. את מבנה המעברים אפשר לסכם באמצעות

$$P_{ab} = P(z_{t+1} = b \mid z_t = a), \quad D_a = \mathbb{E}[L_a],$$

כאשר P_{ab} היא ההסתברות הנאמדת למעבר ממצב a למצב b , ו- D_a הוא זמן שהייה הצפוי, המבוסס על אורך רצף L_a . אפשר לחשב גם תפוסה, קצב החלפה וחזרה. אף גודל כזה אינו נצפה בלי הנחות: אורך החלון, מספר האשכולות, חלוקת האזורים, תיקון התנועה וקצב הדגימה משתתפים ביצירתם של המצבים הנראים.

ובכל זאת, כמה מחקרי PTSD מראים מדוע כדאי להתעקש על הזמן. מחקר MEG משנת 2016 קשר PTSD לאחר קרב לסנכרון יתר בתדר גבוה ולשונות מקומית נמוכה יותר של האות ברשת טמפורלית שמאלית שכללה הפוקמפוס ואמיגדלה [Mišić et al., 2016]. מחקר fMRI במנוחה משנת 2017 מצא שבמדגם יחיד מאתר אחד, מדדים דינמיים סיווגו PTSD טוב יותר מקישוריות סטטית [Jin et al., 2017]. במהלך למידת הכחדה, קבוצות מטופלים לא הראו את העלייה ההדרגתית בקישוריות שנראתה בביקורות בריאות בין מערכות ברירת מחדל, קדמיות-קודקודיות וסומטומוטוריות [Wen et al., 2022]. ניתוח רב שכבתי מאוחר יותר מצא שיעור החלפה נמוך יותר ברשתות מסוימות אצל מבוגרים עם PTSD שטרם קיבלו טיפול [Suo et al., 2023].

האותות האלה עדיין אינם פנוטיפ אוניברסלי. הבדיקה הישירה הגדולה ביותר בקורפוס — ניתוח מתואם של ENIGMA-PTGC — לא מצאה הבדלים יציבים בין קבוצת PTSD לקבוצת השוואה בקישוריות דינמית, בזמן שהייה או במספר המעברים [Tomas et al., 2025]. מחקר מנוחה משנת 2026 מצא שונות גבוהה יותר בחלק מן הקשרים, אך לא הבדל קבוצתי מתוקן במספר המעברים [Hu et al., 2026]. מנגד, מחקר קטן של נוף אנרגיה מאותה שנה דיווח על מצבים חריגים נדירים יותר אך יציבים יותר ב-PTSD [Wu et al., 2026]. ייתכן שהרכב המדגם ובחירות אנליטיות חושפים תופעות שונות; גם את ההסבר הזה יש לבדוק, ולא להשתמש בו כדי להציל כל ממצא חיובי.

הגבול הראייתי חד. בכמה מטלות, אזורים וקבוצות נמצאה התארגנות זמנית שונה. הראיות אינן מראות שלכל אדם עם PTSD יש גמישות נמוכה באופן גלובלי, או שמצב קישוריות מחושב הוא אטרקטור ביולוגי. זמן שהייה אינו עומק אגן. מעבר מצב שנגזר מ-fMRI עדיין אינו המעבר החי אל אימה או כיבוי.

שיטות דינמיות נעשות חזקות כאשר הן מסתכנות בניבוי: איזה רמז יקדים איזה מעבר; האם המעבר משתחזר בתוך אותו אדם; האם הוא מנבא תפקוד מעבר להיסטוריית התסמינים; והאם טיפול מוצלח משנה אותו לפני שהתסמינים משתפרים. עד אז, דינמיקת רשתות היא תכנית מדידה מבוטחה — לא אונטולוגיה גמורה.

משפט ליבה

ייתכן ש-PTSD משנה את המועד שבו רשתות מתארגנות ומשתחררות, אך מצבי קישוריות נאמדים תלויים בשיטה ועדיין אינם אטרקטורים מוכחים או חוקי מעבר אוניברסליים.

מדוע אין סמן מוחי המאבחן PTSD

היסק מדעי רחב

הבדל מוחי מובהק סטטיסטית אינו בדיקה אבחונית. מסווג שמפריד בין שתי קבוצות מחקר אינו נעשה מעצמו לסמן שימושי בקליניקה. כדי לאבחן אדם, אות צריך לשרוד סורקים חדשים, אתרים חדשים, היסטוריות טראומה שונות, טיפול תרופתי, תחלואה נלווית, שונות דמוגרפית ואת מלוא טווח האנשים שמגיעים למסגרות טיפול ממשיות. שום מדד עצבי בקורפוס הנוכחי לא עבר את הסף הנדרש לאבחון עצמאי של PTSD או לבחירת טיפול [Patel et al., 2012] [Zilcha-Mano et al., 2020].

די בבעיית שיעור הבסיס כדי להראות מדוע "דיוק" אינו תכונה נידת. אם D מצין PTSD, T^+ תוצאה חיובית, Se רגישות, Sp סגוליות, ו- $\pi = P(D)$ היא השכיחות באוכלוסייה הנבדקת, אז

$$P(D | T^+) = \frac{Se \pi}{Se \pi + (1 - Sp)(1 - \pi)}.$$

ההסתברות שתוצאה חיובית נכונה משתנה כאשר π משתנה, גם אם הרגישות והסגוליות נשארות זהות. מודל שפותח אצל יוצאי צבא הפונים לטיפול אינו שומר אפוא על אותו ערך ניבוי חיובי בחדר מיון, בסקר קהילתי או במרפאת מתבגרים. נדרש גם כיוול:

$$P(D = 1 | \hat{p} = p) \approx p,$$

כאשר $\hat{p}$ היא ההסתברות החזויה. יכולת הבחנה ללא כיוול עשויה לדרג אנשים היטב ובאותו זמן לייצג את הסיכון שלהם באופן שיטתי לא נכון.

הממצאים הקיימים ממחישים את המרחק בין גילוי לשימוש קליני. מחקר הקונסורציום המבני הגדול ביותר מצא קשר ממוצע קטן בלבד בין PTSD לנפח ההיפוקמפוס, $d = -0.17$, עם חפיפה ניכרת בין יחידים [Logue et al., 2018]. מחקר למידת מכונה על קישוריות מנוחה דיווח על דיוק של 70.6% בהבחנה בין PTSD לבין ביקורות שנחשפו לטראומה, ועל 76.7% בהבחנה בין PTSD בלבד לבין PTSD עם דיכאון מזויר [Zilcha-Mano et al., 2020]. אלה תוצאות מעניינות מדעית, אך מדגם מחקר בינוני והליך פנימי להערכה מחוץ למדגם אינם מוכיחים שהמודל יועבר בהצלחה למערכות בריאות עצמאיות.

ניבוי פרוספקטיבי אפשרי, אך עדיין מוגבל. בקרב 162 שורדי טראומה מן התקופה האחרונה, מידול המבוסס על הקונקטום ניבא חומרת תסמינים בדירוג קליני לאחר חודש ולאחר ארבעה עשר חודשים במתאמים $\rho = .18$ ו- $\rho = .24$, אך לא לאחר שישה חודשים, שם $\rho = .03$ [Ben-Zion et al., 2025]. אלה קשרים לתוצאה רציפה, לא מכשיר אבחוני מתוקף. במקביל, ניתוח רב אתרי גדול לא מצא הבדלים קבוצתיים יציבים בכמה מדדים של קישוריות מנוחה סטטית ודינמית [Tomas et al., 2025]. מגה אנליזה מ-32 אתרים כן זיהתה הבדלי קישוריות סביב האמיגדלה וההיפוקמפוס [Hinojosa et al., 2026]. כלומר, אות קבוצתי שניתן לשחזור וכישלון באבחנת היחיד יכולים להתקיים יחד.

חמישה מכשולים חוזרים שוב ושוב: בחירת מאפיינים עלולה להתאים את עצמה יתר על המידה למדגם; הבדלי סורק ועיבוד מקדים מזיזים את האות; PTSD הטרוגנית ומלווה לעיתים קרובות במצבים אחרים; גם תוויות האבחנה כוללות שגיאת מדידה; וסמן צריך להוסיף מידע מועיל מעבר לחשיפה, לתסמינים, לתפקוד ולהערכה הקלינית. יש גם מבחן אחרון – השפעה קלינית. אפילו מנבא יציב חשוב רק אם הפעולה המבוססת עליו משפרת תוצאה בלי ליצור אי שוויון או נזק.

אפשר להצדיק מחקר מוחי גם בלי סריקת אבחון. הוא יכול לבחון מנגנונים, לחשוף הטרוגניות, לזהות מדדים למעקב אורכי ולייצר השערות טיפוליות. האבחנה הקלינית עדיין נוגעת לחשיפה, תסמינים, משך, מצוקה, פגיעה בתפקוד, מצבים סמוכים והקשר החיים. סריקה אינה יכולה לאשר שהסבל אמיתי; היעדרה של חתימה מוצעת אינו יכול לשלול אותו.

המסקנה האנושית חשובה: איש אינו צריך הוכחת דימות כדי להיות ראוי לטיפול. גם אין לאפשר למפת מוח צבעונית להפוך קשר קבוצתי הסתברותי לזהות קבועה.

משפט ליבה

מדדי מוח יכולים להאיר את חקר PTSD, אך שום אות עצבי קיים אינו מתוקף לאבחון היחיד או לקביעה אם סבלו אמיתי, כיצד יפתח ואיזה טיפול נכון עבורו.

חלק VI

הגוף בתוך הלולאה

הגוף אינו רק נושא תסמינים; הוא משתתף בלולאה שמעריכה
סכנה ובטיחות.

אינטרוספציה: הגוף כראיה

היסק מדעי רחב

אינטרוספציה היא ההערכה המתמשכת שמערכת העצבים יוצרת לגבי המתרחש בתוך הגוף: פעימות לב, נשימה, טמפרטורה, מתח באיברים הפנימיים, כאב, עייפות, בחילה, לחץ והדחף לנוע או להישאר במקום. אין מדובר בדיווח פרטי שנשלח אל מוח שכבר החליט מה פירוש העולם. האותות האלה משתתפים בראיות שמהן המערכת מסיקה סכנה, ביטחון ומוכנות לפעולה.

ב-PTSD יש לכך חשיבות מיוחדת, מפני ששינוי גופני יכול להיות בעת ובעונה אחת תוצאה של הערכת איום ורמז המזין הערכת איום נוספת. דופק מואץ, נשימה מצומצמת או נפילה פתאומית בבטן עשויים להופיע בעקבות תזכורת חיצונית. לאחר למידה, גם התחושה עצמה יכולה לקבל משמעות מנבאת. סקירה על אינטרוספציה בלמידת פחד מציעה שתגובות פנימיות שהתעוררו בזמן טראומה עשויות לפעול בהמשך כרמזים מותנים [Joshi et al., 2023]. זהו מודל מנגנוני אפשרי, לא הוכחה לתהליך אחד המשותף לכל PTSD. הדיון הקודם באינסולה מיקם קבוצת משתתפים עצביים; אינטרוספציה היא התהליך הרחב יותר של חישה, אומדן ופעולה ביחס לסביבה הפנימית.

המושג עצמו כולל הבחנות שהשפה היומיומית נוטה למחוק. דיוק בזיהוי פעימות לב אינו זהה לכמות הקשב שאדם מפנה לגופו, לביטחונו בשיפוט, למצוקה שמעוררת התחושה או ליכולתו להישאר עמה. אדם יכול לזהות שינוי בדייקנות ולפרש את משמעותו כאסון; אדם אחר עשוי לדווח שאינו חש כמעט דבר בשעה שהפיזיולוגיה שלו משתנה בעוצמה. משום כך, "יותר מודעות" אינה טיפול באופן אוטומטי.

ניסוי אקראי ממחיש היטב את הגבול. מאה חיילים בשירות פעיל ויוצאי צבא עם PTSD בסבירות גבוהה קיבלו ארבע יחידות קצרות של אימון בקבלה אינטרוספטיבית, או ביקורת פעילה שעסקה בהרגלי בריאות. האימון שיפר קבלה של תחושות לא נוחות, והשינוי הזה תיווך סטטיסטית ירידה מאוחרת יותר בתסמינים; אולם להתערבות לא הייתה השפעה ישירה על תסמיני PTSD [Kearns et al., 2025]. התיווך מייצר השערה ואינו הופך את תוצאת היסוד. מחקר קצר הנשען על דיווח עצמי אינו מוכיח שהקבלה היא שגרמה לשינוי, ואסור להמיר ניגוד ראשי אפסי ביעילות טיפולית באמצעות מסלול עקיף.

אפשר לנסח את הלולאה ההדדית בשפה של חיזוי. נסמן ב- o_t^{int} את התצפיות האינטרוספטיביות בזמן t , ב- s_t מצב גופני סמוי, וב- c_t הקשר. קירוב להתפלגות האפוסטרירית מתקבל באמצעות מזעור אנרגיה חופשית וריאציונית:

$$q^*(s_t) = \arg \min_q F_t[q], \quad F_t[q] = \mathbb{E}_q[\log q(s_t) - \log p(o_t^{\text{int}}, s_t | c_t)].$$

כאן q היא צפיפות מקורבת מנורמלת, p הצפיפות המשותפת של המודל הגנרטיבי, ו- F_t פונקציונל חסר יחידות של הסתברויות לוגריתמיות, הנמדד כמקובל בנאטים. השפעת הפער אינה נקבעת רק לפי גודלו. בנוסחיה של עיבוד מנבא אפשר לכתוב שגיאה משוקללת דיוק כ- $\varepsilon_t = \Pi_t(o_t^{\text{int}} - \hat{o}_t^{\text{int}})$, כאשר התצפיות והתחזיות משתמשות באותן יחידות פיזיולוגיות מוצהרות או ביחידות מתוקננות, ולמטריצת הדיוק Π_t יחידות הופכיות בריבוע. אם אותות גופניים הקשורים לאיום מקבלים דיוק גבוה, ואילו ראיות הקשורות לביטחון מקבלות משקל נמוך, אפילו דפיקת לב קלה עשויה להשתלט על ההסקה. זהו גשר פורמלי ופרשנות של Flow Hijacked; פרמטרים אלה לא נאמדו כמנגנון כללי אצל אנשים המאובחנים ב-PTSD.

המודל גם אינו אומר שהתחושות "אינן אמיתיות". טכיקרדיה יכולה לנבוע ממחלה, מאמץ, תרופה, חסך שינה, כאב או סכנה נוכחית. קוצר נשימה יכול להיות ממשי מבחינה פיזיולוגית וגם להתפרש באופן שאינו מתאים להקשר. ניסוח חומל מחזיק אפוא שתי שאלות יחד: מה קורה בגוף, ומה למדה המערכת שהתחושה הזאת מנבאת? המטרה אינה לשכנע אדם להתווכח עם גופו. המטרה היא לברר אם חוויות חדשות, מדורגות ונסבלות יאפשרו לגוף להפוך לראיה ליותר מעתיד אפשרי אחד.

משפט ליבה

ב-PTSD הגוף יכול להפוך לחלק מן הראיות לסכנה — לא משום שהוא מאחסן אירוע כפשוטו, אלא משום שתחושה, חיזוי, הקשר ופעולה מלמדים זה את זה ללא הרף.

אלוסטזיס וויסות אוטונומי

סינזות FLOW HIJACKED

הוא אוסטזיס מדומיין לעיתים כתרמוסטט שמתקן סטייה מנקודת יעד קבועה. אלוסטזיס הוא מושג מנבא יותר: הגוף משנה את הוויסות עוד לפני הדרישה הצפויה. קצב הלב עולה לפני המאמץ. הקשב מצטמצם לפני הפגיעה. זרימת הדם, הנשימה, ההפרשה ההורמונלית ומוכנות השרירים מתואמות סביב מה שהמערכת מעריכה כי הרגע הבא ידרוש. בשעת סכנה ממשית אין כאן תקלה. זו הגנה שמגיעה מוקדם.

השאלה הקשה מתחילה כאשר החיזוי והוויסות ממשיכים להתכונן לתנאים שכבר אינם נוכחים באופן מהימן – או כאשר הסכנה אכן נמשכת, אך באה בגלים. מחקרי PTSD מדווחים על הבדלים ממוצעים בתגובות פסיכופיזיולוגיות, אך גודל ההבדל וכיוונו משתנים בין מנוחה, צלילים מבהילים, תזכורות לטראומה ואתגרים אחרים [Pole, 2007]. אין בראיות מפקס אוטונומי אחד שנתקע לצמיתות במצב "פועל". אצל חלק מן האנשים מופיע גיוס מוגבר, אצל אחרים תגובה מוחלשת, יש מי שנעים בין השניים, ויש מי שאינם שונים כמעט מביקורות שנחשפו לטראומה במדד שנבחר.

גם המוח והגוף אינם חייבים לנוע יחד בכל רגע. מחקר דימות חתכי קטן יחסית מצא אצל אנשים עם PTSD סנכרון חלש יותר בין תגובות אוטונומיות לבין קישוריות בתוך הרשת האוטונומית המרכזית [Thome et al., 2017]. בקוהורט הפרוספקטיבי AURORA, משתנים פיזיולוגיים ובהם קצב לב, לחץ דם ו-HRV בתדר גבוה קיימו קשרים שונים עם קישוריות היפותלמית בהתאם למעמד PTSD בהמשך; אבל אלה נותרו קשרים ראשוניים ברמת הקבוצה [Seligowski et al., 2024]. היחלשות הסנכרון בניתוח מסוים אינה חוק אוניברסלי, ומתאם בין אותות אינו אומר איזה רכיב הוביל את האחרים.

Flow Hijacked מציעה לייצג ויסות אלוסטטי באמצעות דינמיקה מצומדת מהירה ואיטית. נסמן ב- $x_t \in \mathbb{R}^n$ מצב עצבי-התנהגותי מהיר, ב- $a_t \in \mathbb{R}^m$ פעולה אוטונומית ואנדוקרינית, וב- θ_t פרמטרים רגולטוריים המשתנים לאט. מערכת סטוכסטית מושגית היא

$$\begin{aligned} dx_t &= f(x_t, a_t, c_t; \theta_t) dt + B u_t dt + \Sigma_x dW_t^{(x)}, \\ \tau_a da_t &= [\pi(x_t, c_t) - a_t] dt + \Sigma_a dW_t^{(a)}, \\ d\theta_t &= \epsilon h(a_t, \ell_t, r_t) dt, \quad 0 < \epsilon \ll 1. \end{aligned}$$

כאן c_t הוא ההקשר, u_t קלט חיצוני או טיפולי, ℓ_t העומס המצטבר, ו- r_t תנאים משקמים. המטריצה B ממפה קלטים למצב; Σ_x ו- Σ_a הן מטריצות משרעת של רעש; ו- $W_t^{(x)}$ ו- $W_t^{(a)}$ הם תהליכי וינר. הזמן t וקבוע הזמן האוטונומי τ_a משתמשים באותה יחידה נבחרת, ופונקציות הסחיפה נמדדות ביחידות מצב לזמן. ההפרדה $\epsilon \ll 1$ מבטאת אפשרות מרכזית: תגובה הגנתית מהירה יכולה להירגע הרבה לפני שציפיות נלמדות וכולי ויסות איטיים מתעדכנים. אלה משוואות סינזות של Flow Hijacked. מחקרי PTSD לא זיהו יחד את כל משתני המצב, ולא הראו שסחיפה בפרמטר יחיד מסבירה את ההפרעה.

לכן גם "עומס אלוסטטי" אינו צריך להפוך לציון מוסרי של בלאי, וויסות אוטונומי אינו מילה נרדפת לרוגע. גמישות בריאה כוללת גיוס עוצמתי כשנדרשת פעולה, וגם בלימה מספקת כשאינה נדרשת. השאלה הקלינית היא אם התגובה רגישה להקשר, מידתית ומסוגלת להתאושש. אדם שגופו מתכונן במהירות אינו נכשל בהרפיה. ייתכן שהמערכת שלו מבצעת תחזית יקרה בשירות ההגנה.

המסגרת הזאת משנה את מטרת השינוי. לא צריך לדכא כל אות עוררות, אלא להרחיב מחדש את טווח הוויסות. שינה, נשימה, תנועה, תרופות, פסיכותרפיה, ביטחון ביחסים וביטחון חומרי יכולים לשנות חוליות שונות בלולאה, אך אף אחד מהם אינו כפתור אתחול אוניברסלי. החלמה אינה דופק נמוך לצמיתות. היא השבת היכולת להתגייס, להירגע, להתחבר ולבחור בהתאם להווה. במונחי אסימטריית הכניסה והיציאה ממצב איום, לא רק עוצמת הכניסה חשובה; חשובה גם העלות והמהירות של הדרך חזרה.

משפט ליבה

הקושי האוטונומי ב-PTSD אינו בהכרח "יותר מדי עוררות"; ייתכן שהוא אובדן של טווח רגיש להקשר ועיכוב יקר בחזרה מהגנה למעורבות.

שונות קצב הלב בלי מספר קסם

היסק מדעי רחב

שונות קצב הלב, HRV, מתארת את השונות במרווחים שבין פעימות עוקבות. היא אינה קצב הלב עצמו, ואינה חלון ישיר לאומץ, לביטחון או לבריאות נפשית. מדדים בתחום הזמן, מדדים בתחום התדר ומדדים לא ליניאריים מחלצים תכונות שונות מסדרת המרווחים; אי אפשר להחליף ביניהם כבדרך אגב.

עבור מרווחי פעימה תקינים $RR_1, \dots, RR_N$, הנמדדים בדרך כלל במילישניות, מדד נפוץ לטווח קצר הוא

$$\text{RMSSD} = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^{N-1} (RR_{i+1} - RR_i)^2}.$$

ל-RMSSD אותה יחידת זמן כמו למרווחי RR_i . אריתמיה סינוסלית נשימתית (RSA) ו-HRV בתדר גבוה משמשות לעיתים כאומדנים המושפעים מן הוויסות הפאראסימפתטי של הלב. "מושפעים" היא המילה הדרושה. נשימה, תנוחה, כושר גופני, גיל, תרופות, שימוש בחומרים, שעה ביום, משך ההקלטה, תיקון ארטיפקטים ושינה יכולים כולם לשנות את התוצאה. גם יחס התדר הנמוך לתדר הגבוה, LF/HF, אינו מד פשוט ונקי של מאזן סימפתטי-פאראסימפתטי.

בין המחקרים קיים את ממוצע שחוזר על עצמו, אך הוא קטן ופחות סגולי מן האופן שבו הוא מוצג לעיתים בציבור. מטא אנליזה של 55 מחקרים ו-6,689 משתתפים מצאה קשר קטן בין PTSD לבין RSA נמוכה יותר במנוחה, $g = -0.26$, עם הטרוגניות בינונית וסימנים מסוימים להטיית פרסום [Campbell et al., 2019]. מטא אנליזות נוספות מצאו בממוצע RMSSD ו-HRV בתדר גבוה נמוכים יותר, וכן הבדלים מתונים בזמן עקה [Schneider & Schwerdtfeger, 2020]. סינתזה אחת דיווחה על אפקטים גדולים בהרבה, אך נשענה על פחות משתתפים, התאפיינה בהטרוגניות רבה, ולעיתים קרובות השוותה PTSD לביקורות בריאות שלא נחשפו לטראומה [Ge et al., 2020]. זהות קבוצת ההשוואה משנה: השוואה לאנשים בריאים שלא נחשפו מערבת בין השפעות החשיפה, מצב הבריאות, טיפול תרופתי והאבחנה.

גבול הסגוליות הטרנס־אבחוני חשוב באותה מידה. סקירת מטרייה שכללה 442 מחקרים ראשוניים על פני 19 הפרעות נפשיות העריכה שהראיות ל-HRV מופחתת ב-PTSD ובכמה מצבים נוספים מרמזות בלבד, ואינן ייחודיות מבחינה אבחונית [Wang et al., 2025]. ערך נמוך אינו יכול לזהות את ההפרעה, להסביר את מקור המצוקה או לקבוע את הטיפול הנכון.

מידה צפופה מתחילה לשאול שאלה טובה יותר מממוצע מנוחה יחיד. בארבעה ימים של ECG אמבולטורי בקרב 169 מאנשי כוחות ההצלה והסיוע באסון מרכז הסחר העולמי, תסמיני PTSD יומיים ניבאו HRV נמוכה מעט יותר כחמש שעות לאחר מכן; HRV לא ניבאה את התסמינים הבאים במודל שהותאם [Slavish et al., 2024]. המסלול מן התסמינים ל-HRV היה קטן, והתכנון לא הוכיח סיבתיות. ייתכן שבקבוצה אחרת, בסקאלת זמן אחרת או לאחר עיבוד אחר יימצא כיוון שונה. בכל זאת, המחקר מראה מדוע סדר זמנים ושינוי בתוך אדם מועילים יותר מן ההכרזה שלאדם יש "טונוס וגאלי נמוך".

בעדשת Flow Hijacked, HRV היא ערוץ תצפית רועש אחד בתוך מערכת רב־משתנית. מדד עתידי שימושי עשוי לבחון כיצד תגובתו והתאוששותו של אדם משתנות ביחס לקו בסיס אישי שתוקף ובהקשרים שונים — לא אם עבר "סף חוסן" אוניברסלי. לכך דרושים ECG באיכות ייחוס, בקרה על נשימה, עיבוד אות שנרשם מראש, תיקוף חיצוני והוכחה שהשימוש בממד משפר טיפול בלי להעצים מעקב חרד אחר הגוף. ציון של שעון צרכני לבדו אינו עומד בדרישות האלה.

משפט ליבה

HRV נושאת מידע על ויסות ברמת הקבוצה ואולי גם בתוך האדם, אך שום ערך יחיד אינו מאבחן PTSD, מודד ביטחון או מסכם מערכת עצבים אנושית.

דינמיקת ציר HPA ומיתוס הקורטיזול

היסק מדעי רחב

סיפורי קורטיזול מפתים מפני שהם מצמצמים הפרעה מורכבת לכיוון יחיד: גבוה מדי, נמוך מדי, מותש או משובש לצמיתות. ציר ההיפותלמוס-יותרת המוח-יותרת הכליה, HPA, אינו מתנהג כמד דלק. זו מערכת משוב מושהית, פעימתית וצירקדית, שתוצריה תלויים במועד, במקום ובסיבה למדידה.

אפילו מודל מושהה מינימלי חושף את הבעיה. נסמן ב- $H(t)$ את הדחף ההיפותלמי, ב- $A(t)$ את ACTH מיותרת המוח, וב- $C(t)$ קורטיזול במחזור הדם. מערכת ויסות מושגית יכולה להיכתב כך:

$$\begin{aligned}\dot{H}(t) &= I(t) - \alpha_H H(t) - \phi(C(t - \tau)), \\ \dot{A}(t) &= k_{HA} H(t) - \alpha_A A(t), \\ \dot{C}(t) &= k_{AC} A(t) - \alpha_C C(t) + \rho \cos(\omega t + \varphi) + \sigma \eta(t).\end{aligned}$$

כאן A , H ו- C נמדדים ביחידות בדיקה מוצהרות או בסקאלות ריכוז מנורמלות; $I(t)$ מאגד קלטים ליחידת זמן; α הם קבועי קצב פינוי; k_{HA} ו- k_{AC} הם קצבי צימוד; ϕ הוא משוב שלילי גלוקוקורטיקואידי לאחר השהיה τ ; האיבר $\rho \cos(\omega t + \varphi)$ מייצג אפנון צירקדי; ו- $\sigma \eta(t)$ מתאר תנודות בלתי מוסברות בריכוז ליחידת זמן. דגימת רוק בבוקר, איסוף שתן במשך 24 שעות, ריכוז בשיער, תגובת היקיצה או תגובה לעקה במעבדה הם אפוא תצפיות שונות על המערכת — לא קריאות חלופיות של אותו גודל סמוי.

מחקר מוקדם ובעל השפעה דיווח על קורטיזול נמוך יותר באיסוף שתן של 24 שעות אצל אנשים עם PTSD [Yehuda et al., 1990]. הממצא פתח שאלות חשובות, אך הסינתזה המאוחרת לא אפשרה כלל אוניברסלי. ב-37 מחקרים, שכללו 828 מבוגרים עם PTSD ו-800 ביקורות, לא נמצא הבדל כולל בקורטיזול בסיסי: $SMD = -0.12$, עם רווח סמך שחצה את האפס. ערכים נמוכים יותר הופיעו רק בסוגי דגימה מסוימים, מול קבוצות השוואה מסוימות, ובהתאם להיסטוריית הטרומה, להרכב המגדרי ולמועד הדגימה [Meewisse et al., 2007]. מטא אנליזה מאוחרת של 108 מחקרים ו-6,484 משתתפים מצאה ירידות קטנות בקורטיזול בבוקר ובאיסוף של 24 שעות, לצד עלייה בתגובת הקורטיזול ליקיצה, וללא דפוס עקבי של משתנים ממתנים בכלל המחקרים [Schumacher et al., 2019]. גם סינתזה של קורטיזול ברוק מצאה אות מתון של ירידה בבוקר, אך לא הפכה אותו לכלי אבחוני [Pan et al., 2018].

הסתירה כאן היא מידע. במחקר צבאי אחד, קורטיזול בשיער היה גבוה יותר הן בקבוצת PTSD והן בקבוצת חיילים שהוצבו לפעילות מבצעית, יחסית לאנשים שלא הוצבו; התוצאה מתיישבת עם הבדל הקשור לחשיפה יותר מאשר עם אות ייחודי ל-PTSD [Schumacher et al., 2022]. במטא-אנליזה של פסיכותרפיה, התסמינים השתפרו בשעה שהשינוי בקורטיזול בסיסי ובתגובת היקיצה היה למעשה אפסי [Schumacher et al., 2018]. ברמת האומדנים המאוחדים, שיפור בתסמינים לא דרש אפוא שינוי ממוצע הניתן לזיהוי במדדים ההורמונליים שנבחרו; ומנגד, הבדל הורמונלי לבדו אינו מסביר תסמינים.

גם אותה תוצאת מעבדה יכולה לשאת משמעויות שונות. ריכוז רגעי עשוי להשתנות מפני שגובה הפעימה ההורמונלית השתנה, מפני שהדגימה נפלה בפאזה אחרת, מפני שקצב הפינוי שונה או מפני שהמשוב הגיב אחרת לאתגר. מחקר חתר יחיד מתקשה להבחין בין האפשרויות. לשם כך נחוצות דגימות חוזרות בתזמון ידוע, מדידות סביב אתגר, מודלים היררכיים ותכנון אורכי שמפריד ככל האפשר בין גורם סיכון, תוצאת חשיפה והתאמה להווה.

המסקנה האנושית אינה שהביולוגיה חסרת חשיבות. היא שאסור לספר לאדם שהטרומה יצרה בו פגם אנדוקריני יחיד על בסיס סיסמה או בדיקה מבודדת. תרופות, שינה, דיכאון, כאב, המחזור החודשי והפוריות, בריאות מטבולית, סכנה בהווה והזמן שחלף מאז הטרומה נכנסים כולם לפירוש. במקום שבו האיום נמשך, פעילות מקדימה של HPA עשויה להיות בעלת משמעות הקשרית ולא עדות לכך שהמערכת "לא הבינה" שהאירוע הסתיים.

משפט ליבה

ל-PTSD אין כיוון קורטיזול אוניברסלי; ציר HPA הוא תהליך משוב מתוזמן, וכל טענה חייבת לציין את סוג הדגימה, הרגע, קבוצת ההשוואה וההקשר.

דלקת ואילוץ נוירו-אימוני

היסק מדעי רחב

איתות חיסוני הוא אחת הדרכים שבהן זיהום, פציעה, עקה, שינה, מטבוליזם והתנהגות משפיעים זה על זה. לכן סביר מדעית לשאול אם תהליכים דלקתיים תורמים להתמדת PTSD או לעומס הבריאותי הגופני שלה. לא סביר להחליף סיפור של "אמיגדלה פעילה מדי" בסיפור של "מוח מודלק".

מטא אנליזה משנת 2015 מצאה אצל אנשים עם PTSD ריכוזים ממוצעים גבוהים יותר של כמה סמני דלקת היקפיים, ובהם אינטרלוקין 6, אינטרלוקין 1 בטא ואינטרפרון גמא. אולם ברוב הניתוחים הייתה הטרוגניות גבוהה מאוד, ותרופות, דיכאון נלווה, סוג הבדיקה ומועד האיסוף הסבירו שונות ניכרת; לגבי אינטרלוקין 1 בטא עלה חשד להטיית פרסום [Passos et al., 2015]. סקירה שיטתית מאוחרת מצאה אף היא הבדלים חיסוניים, אך הראתה שכאשר מפרידים לפי טיפול תרופתי התבנית הנראית יכולה להשתנות [Yang & Jiang, 2020]. אלה קשרים ברמת אוכלוסייה בדם היקפי, לא מדידה ישירה של מוחו של אדם ולא מצב חיסוני הייחודי למחלה.

מחקר חדש יותר מחזק את האות ובו בזמן מחדד עד כמה הוא צנוע. מטא אנליזה משנת 2026 של 32 מחקרים כללה 2,667 אנשים עם PTSD ו-8,166 ביקורות. רמת החלבון C-תגובתי (CRP) הייתה גבוהה יותר במוצא, אבל האפקט המאוחד היה קטן, $g = 0.188$, השתנה בין סרום לפלזמה ובין המינים, והושפע ממדד מסת הגוף [Yang et al., 2026]. ניתוח רחב של כמה קוהורטים קשר PTSD לקולטן המסיס למפעיל הפלסמינוגן מסוג אורוקינאז (suPAR), סמן לדלקת מערכתית כרונית, בכמה מאגרי נתונים [Bourassa et al., 2026]. גם קשר משוכפל עשוי לבוע ממסלולים שונים: PTSD יכולה לשנות שינה, פעילות, עישון, שימוש בתרופות או בריאות מטבולית; דלקת קודמת עשויה להשפיע על פגיעות; חשיפה לטראומה עשויה להשפיע על שתיהן; ומצוקה מבנית מתמשכת יכולה להעמיס על המערכת כולה.

מן הראוי להתייחס לווקטור החיסוני הנמדד כתערובת, לא כמהות. אם $\mathbf{y}_{i,t} \in \mathbb{R}^p$ מכיל את הסמנים שנמדדו לאדם i בזמן t , מודל תצפית זהיר הוא

$$\mathbf{y}_{i,t} = \mathbf{A}\mathbf{z}_{i,t} + \mathbf{\Gamma}\mathbf{q}_{i,t} + \mathbf{b}_i + \varepsilon_{i,t}, \quad \mathbf{z}_{i,t+1} = \mathbf{A}\mathbf{z}_{i,t} + \mathbf{B}\mathbf{e}_{i,t} + \omega_{i,t},$$

כאן $\mathbf{B} \in \mathbb{R}^{k \times s}$, $\mathbf{A} \in \mathbb{R}^{k \times k}$, $\mathbf{\Gamma} \in \mathbb{R}^{p \times r}$, $\mathbf{A} \in \mathbb{R}^{p \times k}$, בהתאם, $\mathbf{e}_{i,t} \in \mathbb{R}^s$ ו- $\mathbf{q}_{i,t} \in \mathbb{R}^r$; $\mathbf{z}_{i,t}, \omega_{i,t} \in \mathbb{R}^k$; $\mathbf{y}_{i,t}, \mathbf{b}_i, \varepsilon_{i,t} \in \mathbb{R}^p$. ערכי הסמנים $\mathbf{y}_{i,t}$ חייבים להימדד ביחידות בדיקה מוצהרות או לעבור תקנון מפורש; $\mathbf{z}_{i,t}$ הוא תהליך דלקתי סמוי; $\mathbf{q}_{i,t}$ מכיל משתנים נמדדים ובהם רקמת שומן, זיהום, עישון, שינה ותרופות; $\mathbf{b}_i$ היא שונות יציבה ברמת האדם; ו- $\mathbf{e}_{i,t}$ מכיל חשיפה טראומטית או הקשרית. הווקטורים $\varepsilon_{i,t}$ ו- $\omega_{i,t}$ הם שגיאת תצפית ושגיאת תהליך. בלי מדידות חוזרות והנחות זיהוי אמינות, הטעינה $\mathbf{A}$ אינה מגלה אם PTSD גרמה למצב הסמוי, נבעה ממנו או פשוט נעה לצדו. זהו משטר מדידה, לא טענה שמודל ליניארי אחד לוכד את מערכת החיסון.

הפער המכריע הוא עדיין פרוספקטיבי. בקוהורט נשים שנבדקו לפני הופעת PTSD, סמנים דלקתיים ואנדותרליליים לא ניבאו בעוצמה מי תפתח את ההפרעה בהמשך [Sumner et al., 2018]. הממצא האפסי אינו מוכיח שדלקת אינה רלוונטית; הוא חוסם את הטענה הקלה יותר שסמן היקפי כבר משמש מבחן מבוסס לפגיעות.

Flow Hijacked משתמשת בביטוי "אילוץ נוירו-אימוני" בזירות. אצל חלק מן האנשים, דלקת עשויה להגדיל עייפות, כאב והפרעת שינה או את עלות החקירה, וכך לצמצם את הפעולות הנגישות. אולם שום ציטוקין אינו מאבחן PTSD, ושום הסבר חיסוני אינו הופך סכנה חברתית, בגידה או משמעות למשניות. הביולוגיה היא שכבה המקיימת יחסי גומלין עם החיים; היא אינה תחליף לחיים.

משפט ליבה

הבדלים דלקתיים ממוצעים עקביים דיים כדי להצדיק מחקר, אך קטנים, הטרוגניים ומעורבבים דיים כדי שלא יהפכו לסיבה יחידה, לאבחנה או לזהות.

FKBP5, אפיגנטיקה ואינטראקציה בין גנים לסביבה

היסק מדעי רחב

הגנום אינו פסק דין של טראומה, והאפיגנום אינו יומן חבוי. גנים משתתפים במערכות ויסות שפעילותן תלויה בסוג התא, ברקמה, בתקופת ההתפתחות ובסביבה. סימן אפיגנטי יכול להיות קשור לחשיפה או לתסמינים בלי לקודד את תוכן האירוע, ובלי להוכיח שהקשר הוא שגרם להפרעה.

FKBP5 נעשה יעד מחקרי מרכזי משום שהחלבון שהוא מקודד משתתף בוויסות הקולטן לגלוקוקורטיקואידים. מחקרים בגנים מועמדים שאלו אם וריאנטים גנטיים משנים את הקשר בין טראומה בילדות לבין תסמינים פוסט טראומטיים בהמשך. מחקר מכונן דיווח על אינטראקציות בין פולימורפיזמים ב-FKBP5 לבין התעללות בילדות [Binder et al., 2008]. מחקר מאוחר יותר הציע דה־מתילציה תלויה בטראומה וספציפית לאלל באלמנטים המגיבים לגלוקוקורטיקואידים, כמסלול מולקולרי אפשרי בין חשיפה התפתחותית לשינוי בוויסות העקה [Klengel et al., 2013]. מטא אנליזה תמכה בהמשך באותות של אינטראקציה בין וריאנטים אחדים של FKBP5 לבין טראומה, אך ירשה את מגבלות מבנה האוכלוסייה, מדידת החשיפה והטיית הפרסום של ספרות הגנים המועמדים [Hawn et al., 2019].

הטענה הסטטיסטית מותנית ואינה דטרמיניסטית. עבור תוצאה Y_i , קידוד גנוטיפ G_i , חשיפה E_i ומשתני בקרה X_i , המודל המקובל הוא

$$g(\mathbb{E}[Y_i]) = \beta_0 + \beta_G G_i + \beta_E E_i + \beta_{GE} G_i E_i + X_i^T \gamma.$$

כאן g היא פונקציית הקישור המוצהרת, γ מכיל את מקדמי משתני הבקרה, וכל המנבאים דורשים קידוד מפורש. מקדם האינטראקציה β_{GE} שואל אם הקשר בין חשיפה לתוצאה משתנה בין רמות קידוד הגנוטיפ באותה אוכלוסייה. הוא אינו אומר שאדם הנושא אלל מסוים נועד לפתח PTSD, או שכל מי שאינו נושא אותו מוגן. אופן הקידוד, מוצא גנטי, תאחיזה, מצוקה שלא נמדדה והגדרת "חשיפה" יכולים כולם לשנות את האומדן.

מחקרי אסוציאציה כלל אפיגנומיים מרחיבים את החיפוש מעבר למועמד יחיד. מטא אנליזה משנת 2020 על פני עשרה קוהורטים צבאיים ואזרחיים, ובהם 1,896 משתתפים, זיהתה מתילציה הקשורה ל-PTSD באתר AHRR, שמעורב גם בביולוגיה הקשורה לעישון [Smith et al., 2020]. מטא אנליזה משנת 2024, שכללה 23 קוהורטים ו-5,077 משתתפים, זיהתה אתרי מתילציה נוספים הקשורים ל-PTSD וקישורה חלק מן ההבדלים בדם לביטוי גנים [Katrinli et al., 2024]. היקף רב קוהורטי מחזק מהימנות, אבל דם נשאר דם. שיעור מתילציה $M_{l,k,t}$ מוגדר באתר l , בתערובת רקמה או תאים k , ובזמן t ; אסור לו להפוך בשקט למדידה ברקמת מוח, למנגנון יציב לכל החיים או לבדיקה קלינית ברמת האדם.

ממצאים בין דוריים דורשים שפה מחמירה אף יותר. מחקר קטן דיווח על הבדלים מנוגדים במתילציה של FKBP5 בקרב ניצולי שואה ובקרב ילדיהם הבוגרים, ביחס לקבוצות ההשוואה המתאימות [Yehuda et al., 2016]. זו תצפית מובהקת, לא ראיה לכך שזיכרון טראומטי אוטוביוגרפי עבר בקו הנבט. ביולוגיה טרום לידתית, גיל ההורים, הסביבה המשפחתית, ההיסטוריה החברתית הנמשכת, מוצא, הרכב תאים וברירה למדגם נשארים מסלולים אפשריים. "קשר בין דורי" מתאר את הנצפה; "טראומה תורשתית" טוען למנגנון שהתכונן לא היה מסוגל לזהות.

הטמעה ביולוגית היא מושג מועיל דווקא כאשר הוא נשאר דינמי ורב שכבתי. חוויה יכולה להיעשות משמעותית ביולוגית בלי להפוך לבלתי הפיכה. סביבה חברתית יכולה להשפיע על שינה ועל מצב אנדוקריני; אלה יכולים להשפיע על ויסות גנים; הוויסות יכול להשפיע על הרגישות הבאה להקשר. בעדשת Flow Hijacked, ממצאים אפיגנטיים הם עקבות אפשריים בתוך מערכת מצומדת, ולעולם לא הוכחה מולקולרית לכך שהאירוע הקשה ביותר בחיי אדם כתב אותו לצמיתות.

משפט ליבה

ממצאי גן-סביבה ומתילציה תומכים בהטמעה ביולוגית מותנית, לא בגורל גנטי, בזיכרון אוטוביוגרפי מורש או בבדיקה אפיגנטית ל-PTSD.

שינה, REM ועיבוד מחוץ לערות

היסק מדעי רחב

שינה אינה מרווח ריק בין פרקי ערות. היא משנה זיכרון, בולטות, ויסות אוטונומי ואת התנאים שבהם ניתן יהיה לשלוף למחרת למידת ביטחון. ב-PTSD השינה עשויה להיפגע מעוררות יתר, סיטוים, כאב, תרופות, שימוש בחומרים, דיכאון או הפרעות נשימה בשינה. שינה ירודה יכולה בתורה להפוך את הוויסות ביום הבא לקשה יותר. היחס כנראה הדדי, אך הדדיות צריכה להימדד; אין להסיק אותה מן המטפורה.

סקירה שיטתית מצאה רק שישה מחקרים אורכיים אינטנסיביים מתאימים, שכל אחד מהם עקב אחר מבוגרים בין שבעה לעשרים ושמונה ימים. שינה קצרה יותר או איכותית פחות נטתה להקדים החמרה בתסמיני PTSD ביום הבא, ותסמינים קשים יותר נטו להקדים סיטוים או שינה ירודה בלילה הבא [Slavish et al., 2022]. זו עדות זמנית מעוררת עניין, לא הוכחה ללולאה סיבתית המזינה את עצמה. מרבית המדדים היו בדיווח עצמי, המדגמים היו קטנים, ומשתנה שלא נמדד — עקה. כעשויות, אלכוהול, כאב או תרופות — יכול להשפיע על שני הצדדים.

גם הערוץ האובייקטיבי והערוץ הסובייקטיבי אינם חייבים להסכים. בשישה לילות של אקטיגרפיה, נשים עם PTSD הקשורה להתעללות ישנו באופן מקוטע יותר, אך לא פחות זמן, מביקורות שנחשפו לטראומה ומביקורות שלא נחשפו; קבוצת ה-PTSD נטתה להמעיט בהערכת משך השינה, בעוד קבוצות הביקורת הפריזו בו [Friedmann et al., 2022]. מתוך 4,078 פרקי שינה שנמדדו באקטיגרפיה של מזרן אצל 190 יוצאי צבא גברים בטיפול מגורים, זוהו תבניות יציבות, מתקצרות ומתארכות של משך שינה, ולא מסלול משותף יחיד [Miller et al., 2023]. אקטיגרפיה מעריכה תנועה ותזמון שינה-ערות; היא אינה מודדת שלבי שינה כפי שעושה פוליסומנוגרפיה.

האובייקט הפורמלי הוא אפוא תהליך סמוי ומצומד, לא "מספר שעות שינה". נסמן ב- z_t את שלב השינה, ב- h_t לחץ הומאוסטטי, ב- φ_t פאזה צירקדית, וב- x_t מצב הגנתי בזמן ערות. מודל מצבים סכמטי הוא

$$\Pr(z_{t+1} = j \mid z_t = i, h_t, \varphi_t, x_t) = \frac{\exp(\alpha_{ij} + b_{ij}^T [h_t, \sin \varphi_t, \cos \varphi_t, x_t]^T)}{\sum_k \exp(\alpha_{ik} + b_{ik}^T [h_t, \sin \varphi_t, \cos \varphi_t, x_t]^T)}.$$

הסתברויות המעבר חסרות יחידות; α_{ij} הוא איבר בסיס של לוג יחס הסיכויים, ו- b_{ij} מכיל מקדמים ביחידות ההופכיות של המנבאים המתאימים. הנוטציה מפרידה בין מעברים בין שלבים לבין מומצעים, ומאפשרת למצב הערות להשפיע על הלילה ולהיסטורית השינה להשפיע על מצב היום הבא. זהו מודל מושגי; מחקרי PTSD המצוטטים כאן אינם מזהים את גרעין המעבר המלא הזה.

שנת REM דורשת זהירות מיוחדת. REM נקשרה לאינטגרציה של זיכרון רגשי ולהכחדה, אך סקירה שיטתית פוליסומנוגרפית מצאה שקשרים עם זיכרון הכחדה השתנו לפי מין, תזמון ותוצאה. יותר REM לאחר הכחדה נקשרה לשליפה גרועה יותר במדגמי נשים ולשליפה טובה יותר במדגמי גברים [Schenker et al., 2021]. מחקר ראשוני ב-13 יוצאי צבא קשר מאפייני REM ללמידת ביטחון ביום הבא [Straus et al., 2018]. ניסוי משנת 2026 מצא ששינה מאוחרת חיזקה זכירת הכחדה בקבוצת PTSD [Schenker et al., 2026]. יחד, הממצאים מצדיקים שאלות מדויקות על תזמון ורצף. הם אינם מצדיקים את הסיסמה "יותר REM הוא טוב יותר". רציפות, סדר והקשר עשויים להיות חשובים לא פחות מן הכמות.

לשינה יש גם הפרעות משל עצמה. נדודי שינה ודום נשימה חסימתי בשינה יכולים להתקיים יחד, וטיפול ב-PTSD אינו מבטיח שאחד מהם יחלוף [El-Solh et al., 2018]. בניסוי אקראי, הוספת טיפול קוגניטיבי התנהגותי לנדודי שינה לחשיפה ממושכת שיפרה נדודי שינה ואיכות חיים יותר מהיגינת שינה בצירוף חשיפה, אך לא הביאה לירידה עדיפה בתסמיני PTSD [Colvonen et al., 2025]. ההפרדה הזאת חשובה קלינית: שיפור השינה הוא תוצאה בעלת ערך גם כאשר ציון PTSD כללי אינו משתנה אחרת.

משפט ליבה

שינה היא תהליך ויסות מצומד שעשוי לשנות את נגישותו של הביטחון מחר, אך אי אפשר לדחוס משך, קיטוע, שלב, תזמון וחוויה סובייקטיבית למספר משקם אחד.

סיוטים ככניסה חוזרת למצב איום

סינזת FLOW HIJACKED

סיוט יכול להיות סצנה זכורה, סצנה שעברה שינוי, תחושת איום ללא עלילה, או יקיצה היישר לתוך אזעקה גופנית. האמירה "הטראומה חוזרת על עצמה" עשויה להתאים לחוויות מסוימות ולעוות אחרות. המשותף לסיוטים מבחינה קלינית אינו תוכן סמלי אחד, אלא היכולת להכניס את המערכת שוב למצב איום בזמן שאמור לאפשר הורדת דריכות ושיקום.

Flow Hijacked מתייחסת אפוא לכניסה חוזרת למצב כהשערה על תזמון, לא כתאוריה על משמעות החלום. נסמן ב- $N_t \in \{0,1\}$ מעבר לסיוט במהלך לילה t , וב- $\mathcal{H}_t$ את ההיסטוריה הכוללת שלב שינה, עוררות קודמת, תרופות, הפרעת נשימה, תזכורות מן הימים האחרונים והיסטוריה אישית. עוצמת אירועים חוזרים יכולה להיכתב כך:

$$\lambda_N(t | \mathcal{H}_t) = \lambda_0(t) \exp(\beta^T X_t + b_i),$$

כאשר λ_N ו- λ_0 נמדדות במספר אירועים ליחידת זמן נבחרת, X_t הוא המצב המשתנה בזמן שנמדד, β מכיל מקדמי לוג סיכון ביחידות הופכיות למנבאים, ו- b_i הוא אפקט מקרי חסר יחידות ברמת האדם. השאלה האמפירית החשובה אינה אם אנשים הסובלים מיותר סיוטים חווים גם PTSD חמור יותר. היא אם סיוט משנה את מבנה המעברים של היום הבא לאחר שהמודל כבר מביא בחשבון את התמדתם של התסמינים עצמם.

ההבחנה הזאת כבר משנה את קריאת הראיות. בהערכות יומיות במשך שישה שבועות לאחר תקיפה מינית, 54 נשים דיווחו על סיוטים תכופים ועל רמות גבוהות של תסמינים פוסט טראומטיים מוקדמים. לפני הכנסת הרכיב האוטורגרסיבי למודל, הסיוטים ניבאו את דיווח התסמינים הבא והתסמינים ניבאו את הסיוט הבא. לאחר שנלקחה בחשבון היציבות הקודמת, שני המסלולים המושהים בתוך האדם חדלו להיות מובהקים [Boland et al., 2026]. הקשר בין אנשים נשאר חזק: הסיוטים סימנו מי נשאו עומס כולל גבוה יותר, אך לא הוכיחו מנוע סיבתי בסקאלת הזמן הקצרה.

גם הפיזיולוגיה אינה מספקת חתימת סיוט אחת. בקרב 122 מבוגרים שנחשפו לטראומה, PTSD וסיוטים פוסט טראומטיים נקשרו לתגובות דופק גדולות יותר לצלילים מבהילים; HRV במנוחה ואלקטרומיוגרפיה של רפלקס המצמוץ לא נקשרו לאבחנה או לסיוטים, ואילו סיוטים שאינם טראומטיים נקשרו דווקא למוליכות העור [Mäder et al., 2023]. מחקר נוסף מצא ש-RSA נמוכה יותר בלילה הקודם ורמה גבוהה של חוויה מחדש ניבאו דיווח בבוקר הבא על סיוט או חלום מטריד [Miller et al., 2018]. ממצאים תצפיתיים קטנים אלה דורשים שכפול; הם אינם מוכיחים שעוררות אוטונומית יוצרת סיוטים.

גם למסלול הארוך יש חשיבות. במעקב אחר מתבגרים שנחשפו לרעידת אדמה זוהו כמה מסלולי סיוטים — נמוך ויציב, התאוששות, הופעה מושהית, כרוני, ותנודות של הפוגה והישנות. המסלולים המתמידים או המושהים יותר נקשרו לדיכאון ול-PTSD בבגרות הצעירה [Wang et al., 2024]. חברות במסלול היא סיכום סטטיסטי, לא "סוג ילד" קבוע, והסיוט עשוי להיות נורת אזהרה ולא סיבה.

גם מחקר הטיפול מונע סיפור של מנגנון יחיד. בניסוי של 304 יוצאי צבא, הטיפול בפראזוסין לא היה עדיף על פלצבו בהפחתת חלומות מטרידים, בשיפור איכות השינה או בשיפור הקליני הכולל לאחר עשרה או עשרים ושישה שבועות [Raskind et al., 2018]. סינזת מאוחרות שאיגדו ניסויים קטנים יותר הציעו תועלת לנדודי שינה ולסיוטים, אך לא תועלת ברורה ל-PTSD הכוללת; ודאות הראיות הייתה נמוכה מאוד עד בינונית, עם מקום רב להבדלים בין פנוטיפים ומחקרים [Lappas et al., 2024]. המסקנה המדויקת אינה "פראזוסין עובדת" וגם לא "פראזוסין נכשלה". יש להפריד בין תוצאות, אוכלוסיות וסיכונים אישיים.

סיוט אינו חולשה מוסרית, אינו הוכחה לעיבוד שנכשל ואינו סימן שהחלמה נעצרה. זהו אירוע קליני משמעותי שיכול לקטוע שינה, להפוך את שעת ההירדמות למאיימת ולשנות את יכולתו של המחר. השערת הדינמיקה תרוויח את מעמדה רק אם מדידות צפופות בלילה וביום יראו שהפחתת הכניסות הליליות משנה את הסתברויות המעבר בהמשך, מעבר להתמדה הרגילה של התסמינים.

משפט ליבה

סיוט עשוי לפתוח מחדש מצב הגנתי בשינה, אך רק ראיות זמניות — לא מטפורה — יכולות להראות אם כניסה חוזרת תורמת להתמדת PTSD ביום הבא.

בסל ואן דר קולק ו-*The Body Keeps the Score* – השפעה, ראיות וגבולות

היסק מדעי רחב

בסל ואן דר קולק שינה את השפה הציבורית של הטראומה. עבודתו התעקשה שטראומה נחוות דרך תחושה, פעולה, יחסים וויסות – ולא רק נזכרת כסיפור מילולי. סקירתו משנת 1994, "The body keeps the score", סייעה להעמיד את הזיכרון והפסיכוביולוגיה במרכז הדיון המקצועי [van der Kolk, 1994]. הספר *The Body Keeps the Score*, שראה אור ב-2014, נשא את רעיונות הגוף, הדיסוציאציה והטראומה ההתפתחותית הרחק מעבר לקהל המומחים. ראוי להכיר בהשפעה הזאת. אבל השפעה אינה דרגת ראיות אחת, והספר הוא סינתזה קלינית רבת-השפעה לקהל הרחב – לא מקור ראיתי שעבר ביקורת עמיתים.

לגרסה הזהירה והחזקה ביותר של המטפורה המרכזית יש תמיכה: PTSD יכולה לכלול שינויים מתמידים ותלויי הקשר בוויסות אוטונומי, באינטרוספציה, בעיבוד חושי, בנגישות לזיכרון ובמוכנות לפעולה. סינתזות בפסיכופיזיולוגיה וב-HRV תומכות בהבדלים הטרוגניים בין מוח לגוף [Pole, 2007; Campbell et al., 2019]. מאמר פרספקטיבה עכשווי של ואן דר קולק מוסיף להדגיש תסמינים גופניים ושיבוש בוויסות החושי, אך הוא מציג פרשנות ואינו מספק נתונים סיבתיים חדשים [van der Kolk & McFarlane, 2026]. מכל אלה לא נובע שאירוע אוטוביוגרפי נשמר כפשוטו בשריר, בפאשיה או באיבר. הגוף משתתף בוויסות הנמשך; הוא אינו ארכיון אנטומי של זיכרון עלילתי.

גם טענות על זיכרון נפרדות כאשר בודקים אותן זו מזו. נרטיבים של טראומה יכולים לכלול פרטים חושיים עזים וארגון זמנים שנפגע, אך סקירה מצאה שהראיות לפירוק הזיכרון למקטעים אינן מכריעות [O'Kearney & Perrott, 2006]. מחלוקת מטא אנליטית חדשה יותר מצאה קשר כולל בין PTSD או תגובת דחק חריפה לבין חוסר ארגון; ואולם גודל האפקט היה תלוי מאוד בהגדרת הלכידות: כמה מדדי חוסר ארגון הראו הבדל, בעוד מדדים אחרים של ארגון היו קרובים לאפס [Brewin et al., 2024]. מחקרי קידוד עצמאיים לא מצאו הבדל בין קבוצות האבחנה במגוון מדדי לכידות [Rubin et al., 2016], וגם פירוק הנרטיב לא השתנה בעקביות עם תגובה לחשיפה ממושכת או לסרטלין [Bedard-Gilligan et al., 2017]. זכירת טראומה יכולה להיות חושית, בלתי רצונית וקשה לארגון. היא אינה מקוטעת תמיד, אינה בלתי מילולית תמיד ואינה נטולת מבנה סמנטי; מחקר fMRI חדש זיהה באופן ישיר קידוד סמנטי של נרטיבים אוטוביוגרפיים טראומטיים וניטרליים כאחד [Cisler et al., 2026].

גם הטענה הרווחת שלפיה "אזור ברוקה יורד מהאוויר" חזקה מן הראיות. מחקרי השראת תסמינים מוקדמים דיווחו על ירידה בפעילות בחלק התחתון השמאלי של האונה המצחית אצל שמונה משתתפים שנבחרו מראש לפי תגובה פיזיולוגית, ובמדגם נוסף של שמונה נשים עם PTSD [Rauch et al., 1996; Shin et al., 1999]. מחקר בקרב שלושים שוטרים מצא הבדלים מבוזרים הקשורים למטלה; הירידה באזור המצחי התחתון הופיעה בתוך קבוצת ה-PTSD, ולא ביססה מנגנון שפה אוניברסלי בהשוואה בין קבוצות [Lindauer et al., 2004]. הדיבור לא "כובה", ויכולת שפה כללית כלל לא נמדדה ישירות. יתר על כן, "אזור ברוקה" כולל רכיבים מובחנים מבחינה תפקודית, חלקם קשורים לשפה וחלקם למערכות דרישה כלליות [Fedorenko & Blank, 2020]. אי אפשר להפוך ניגוד אזורי בדימות לתאוריית מתג של השפה.

טיפולים המכוונים לגוף ראויים לאותה הגינות. מטא אנליזה של 29 מחקרים השוואתיים דיווחה על תועלת ממוצעת בינונית בתסמיני PTSD, אך ההטרוגניות הייתה קיצונית, כמעט בכל מחקר עלה חשש להטיה, והשינוי במודעות אינטרוספטיבית היה אפסי [van de Kamp et al., 2023]. מטא אנליזה של יוגה מצאה שיפור בתסמינים בדיוח עצמי, אך לא בדירוג קליני [Nejadghaderi et al., 2024]. בניסוי רב אתרי של יוצאות צבא עם PTSD הקשורה לטראומה מינית צבאית, יוגה רגישה לטראומה וטיפול בעיבוד קוגניטיבי הפחיתו תסמינים, והניגוד בשינוי בין הטיפולים נמצא בתוך גבולות השקילות שהוגדרו מראש; שיעור ההשלמה ביוגה היה גבוה יותר. התוצאה הספציפית לאוכלוסייה אינה מוכיחה מנגנון "גופני" ייחודי או עליונות אוניברסלית [Zaccari et al., 2023]. גם סקירות של נויורופידבק ב-PTSD מצביעות על אותות מבטיחים לצד ראיות באיכות נמוכה, רגולציה חלשה והטרוגניות רבה [Marcu et al., 2024].

התגובה המדעית הנכונה אינה הערצה ואינה ביטול. ואן דר קולק סייע לאנשים רבים להכיר בכך שלטראומה יש השלכות גופניות ויחסיות. החובה המדעית היא לפרק את התובנה לטענות הניתנות לבדיקה, לשמור את מה ששורד, לתקן את מה שאינו שורד, ולעולם לא להשתמש בדימוי מוחי כדי לגרום למטפורה להישמע מילולית. ביקורת משנת 2026 מספקת משקל נגד מועיל; גם היא צריכה לחדד שיפוט ברמת הטענה, לא להזמין פסילה כוללת [Scheeringa, 2026].

משפט ליבה

***The Body Keeps the Score* שינה את הדרך שבה רבים מבינים טראומה; ערכו המדעי המתמשך טמון בשאלות שפתח, בעוד כל טענה על מנגנון או טיפול חייבת לזכות בתמיכה עצמאית.**

חלק VII

השערת כללי המעבר שהשתנו

ההצעה המרכזית של Flow Hijacked נוגעת לכללי המעבר בין מצבים — לא לזהות קבועה.

אסימטריית הכניסה והיציאה ממצב איום

השערת FLOW HIJACKED

ההצעה המרכזית של הרצאה זו נקראת **אסימטריית הכניסה והיציאה ממצב איום (TSRA)**. זוהי השערה חדשה של Flow Hijacked, לא תכונה מבוססת של PTSD ולא שם חדש לעוררות יתר. השאלה שלה צרה ותובענית יותר: האם בעקבות טראומה משתנים הכללים המוליכים לכניסה למצב התגוננות באופן שונה מן הכללים המאפשרים לצאת ממנו? ייתכן שמערכת מסוימת תתחיל להיכנס להתגוננות על סמך פחות ראיות, להגיב בעוצמה רבה יותר לרמזים מסוימים, להכליל סכנה למרחק רב יותר, להישאר מופעלת זמן ממושך יותר, או להזדקק לתמיכה רבה יותר כדי לחזור. אף אחד מן השינויים האלה אינו הכרחי. הם עשויים להופיע בצירופים שונים אצל אנשים שונים, ואף בתקופות שונות בחייו של אותו אדם. החידוש המוצע הוא החיבור האופרטיבי בין המרכיבים האלה ותוכנית ההפרכה שלו, לא בעלות על רעיונות קודמים בדבר חיזוי, הימנעות, מושכים, מטא-יציבות או היסטריזיס.

הספרות האמפירית מצדיקה את השאלה, אך עדיין אינה משיבה עליה. מחקר אינטנסיבי בתוך-אדם מצא שאיום בהווה, רמזים, הערכות, זיכרון טראומטי ואסטרטגיות הגנה יכולים להתארגן ברשתות זמניות שונות מאדם לאדם [Hertz-Palmor et al., 2026]. שישה שבועות של מדידות יומיות לאחר הוריקן חשפו דינמיקות הסתגלות הטרונניות, ולא מסלול אוניברסלי אחד [Littleton et al., 2023]. הכללת פחד ניבאה במחקר אחד תסמינים פוסט-טראומטיים מאוחרים יותר אצל כבאים, אך ממצאי פחד והכחדה ניסויים עדיין רגישים לשיטת הניתוח [Lommen et al., 2024] [Lewis et al., 2023]. מנגד, המחקר הרב-אתרי הגדול ביותר בקורפוס על קישוריות דינמית לא מצא הבדלים אבחוניים יציבים בזמן השהייה במצבי מוח מוערכים או במספר המעברים ביניהם [Tomas et al., 2025]. ממצא האפס הזה שייך אל תוך ההשערה, לא מחוצה לה.

לכן ראוי לייצג את TSRA כפרופיל, ולא להסתיר אותה בתוך מספר יחיד ומרשים. הקואורדינטות שלה קיימות רק ביחס לפרוטוקול מדידה. עבור אדם i , הקשר c , ייחוס מוגדר מראש r ופרוטוקול שנרשם מראש, נגדיר

$$\mathcal{P} = (T, \Delta, p_*, \mathbf{v}, m, \mathbf{x}_*, \mathcal{U}, \mathbf{M}_x, \mathbf{M}_u, \mathbf{M}_y, \mathbf{M}_s),$$

ונכתוב

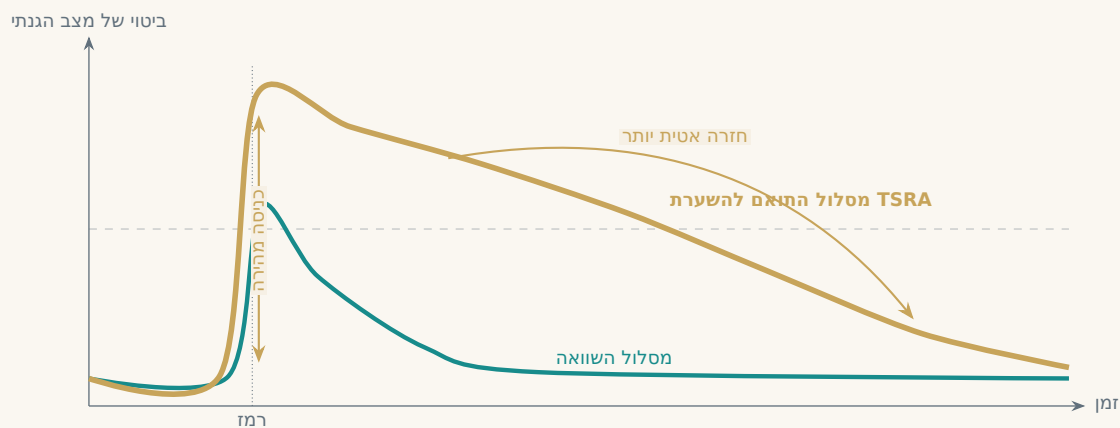
$$\Theta_i(c; \mathcal{P}) = \begin{bmatrix} \log(\vartheta_r^\dagger(c)/\vartheta_i^\dagger(c)) \\ \log(G_i(c, T)/G_r(c, T)) \\ \log(\ell_i(c)/\ell_r(c)) \\ \log(m_{\text{esc}}^{(i)}(c)/m_{\text{esc}}^{(r)}(c)) \\ \log(T_{1/2}^{(i)}(c)/T_{1/2}^{(r)}(c)) \\ \log(E_{\text{alt}}^{(i)}(c)/E_{\text{alt}}^{(r)}(c)) \end{bmatrix}.$$

רכיבי יחס-הלוגריתם דורשים גדלים חיוביים ממש שנמדדו בסולמות בניה-השוואה. ערך אפס, יעד שאינו נגיש או חזרה שלא נצפתה בתוך חלון המדידה מחייבים ניגוד לא-לוגריתמי או כלל צנזור שנרשמו מראש; אין להציבם בלוגריתם שאינו מוגדר.

הפרוטוקול קובע את אופן ההגבר והבקרה T ; את חלון הכניסה Δ ואת אמת המידה p_* ; את כיוון הרמז $\mathbf{v}$; את ערוץ ההתאוששות m ; את היעד החלופי $\mathbf{x}_*$; את קבוצת הקלטים הקבילים $\mathcal{U}$; את מטריצות המטריקה החיוביות-מוגדרות של המצב, הקלט והפלט $\mathbf{M}_x, \mathbf{M}_u, \mathbf{M}_y$; ואת מטריקות המאפיינים המשותפת $\mathbf{M}_s \succeq 0$. כאן $\vartheta^\dagger$ הוא סף הרמז לכניסה להתגוננות; G הוא הגבר תלוי-רמז; הסימון $\ell > 0$ מציין את רוחב ההכללה תחת $\mathbf{M}_s$; m_{esc} הוא חציון זמן המעבר הראשון ממצב התגוננות D אל אזור בטוח ומעורב דיו $T_{1/2}$; $\mathcal{S}$ הוא זמן מחצית ההתאוששות בערוץ m ; E_{alt} היא עלות מודלית של הגעה אל $\mathbf{x}_*$ תחת האופק, האילוצים והמטריקות שהוגדרו. הארגומנטים העוברים בירושה מ- $\mathcal{P}$ מושמטים באגף ימין לשם קריאות בלבד. כאשר אי אפשר לכייל את עוצמת הרמז, ניתן להחליף את רכיב הסף ביחס בין סיכויי כניסה מותנים. הייחוס r עשוי להיות אותו אדם בתקופה בטוחה יותר שאומתה, אדם שנחשף לטראומה והחלים, או קבוצת השוואה מותאמת בקפידה. כל בחירה משיבה על שאלה אחרת. ערכים חיוביים של הרכיבים מרמזים, בהתאמה, על כניסה קלה יותר, הגבר חולף גדול יותר, הכללה רחבה יותר, התמדה ממושכת יותר, התאוששות איטית יותר או נגישות נמוכה יותר. אין לסכום אותם בלי מודל מדידה שנרשם מראש ומצדיק את המשקלים.

הפורמליזם הזה משנה את הדקדוק המוסרי. תגובה גדולה באופן לא פרופורציונלי אינה חייבת להעיד שאדם בוחר בסכנה, נכשל ב"להמשיך הלאה" או ניזוק לצמיתות. ייתכן שהמערכת פועלת לפי כללי מעבר שנלמדו בתקופה שבה להחמצת איום היה מחיר כבד. אותה חמלה עצמה מחייבת דיוק: אצל מי שחי תחת איום מתמשך, כניסה תכופה להתגוננות עשויה עדיין לעקוב היטב אחר המציאות. TSRA עוסקת בתגובה המותנית לאחר שמובאים בחשבון קלטים עכשוויים, היסטוריה, שינה, תרופות, כאב, ביטחון חברתי ושגיאת מדידה. היא אינה הכרזה שהסכנה דמינית.

ההשערה ראויה למקומה רק אם אפשר למדוד כניסה וחזרה בנפרד, אם הן מציגות דפוס אמין בתוך אותו אדם, אם הן מוסיפות חיזוי מעבר לחומרת התסמינים ולמידת החשיפה, ואם הן משתנות יחד עם החלמה יציבה ותפקוד. אם לא, יהיה צורך לצמצם את TSRA או לוותר עליה.

**סף כניסה**

נמוך יותר או תלוי פחות בהקשר

רווח חולף

תגובה גדולה יותר לרמז מסוים

הכללה

רוחב גדול יותר

שהייה • יציאה

שהייה הגנתית ארוכה יותר

זמן מחצית לחזרה

חזרה מותנית אטית יותר

גישה לחלופות

עלות בקרה גבוהה יותר

המחשה מושגית בלבד: האסימטריה המשותפת של כניסה וחזרה היא השערת Flow Hijacked, לא מנגנון מוכח של PTSD.

משפט ליבה

אסימטריית הכניסה והיציאה ממצב איום (TSRA) מציעה שטראומה עשויה לשנות בדרכים שונות ומדידות את כללי הכניסה להתגוננות ואת כללי החזרה ממנה.

מצב, תצפית ותהליך סמוי

סינחת FLOW HIJACKED

PTSD נצפית באמצעות דיווחים, פעולות, פיזיולוגיה, שינה, קשב, זיכרון ותפקוד חברתי. אף אחת מן המדידות האלה אינה המערכת כולה. דופק מהיר עשוי לשקף איום, מאמץ, תרופה, כאב או ציפייה. שתיקה עשויה לבטא רוגע, תשישות, איפוק מכוון או דיסוציאציה. ציון בשאלון הוא כלי קליני חשוב, אך הוא אינו חושף את התהליך הרגעי שיצר אותו. לכן המשימה המתמטית היא להבחין בין מצב סמוי לבין התצפיות החלקיות והרועשות שלו.

נסמן את מצבו הסמוי המתפתח של אדם i באמצעות $\mathbf{x}_i(t) \in \mathbb{R}^d$. הקואורדינטות שלו עשויות לייצג במודל ציפיית איום, גיוס אוטונומי, ודאות הקשרית, לכידת קשב, מוכנות לפעולה ונגישות למעורבות חברתית. אלו משתנים תאורטיים, לא עצמים זעירים שמסתתרים במוח. נסמן באמצעות $z_i(t) \in \mathcal{Z}$ משטר סמוי אפשרי, כאשר את הקבוצה $\mathcal{Z}$ יש ללמוד ולאמת ולא לכפות מראש בתוויות כמו "בטוח", "לחימה", "ברחה" או "קיפאון". מודל מרחב-מצבים סטוכסטי המחליף בין משטרים ניתן לכתיבה כך:

$$d\mathbf{x}_i(t) = \mathbf{f}_{z_i(t)}(\mathbf{x}_i(t), \mathbf{u}_i(t), \mathbf{c}_i(t); \theta_i) dt + \mathbf{G}_{z_i(t)}(\mathbf{x}_i(t)) d\mathbf{W}_i(t),$$

$$\Pr[z_i(t+dt) = s \mid z_i(t) = r, \mathcal{H}_t] = q_{rs}^{(i)}(\mathbf{x}_i(t), \mathbf{u}_i(t), \mathbf{c}_i(t)) dt + o(dt),$$

$$q_{rs}^{(i)}(\cdot) \geq 0 \quad (r \neq s), \quad q_{rr}^{(i)}(\cdot) = -\sum_{s \neq r} q_{rs}^{(i)}(\cdot),$$

$$\mathbf{y}_{ik} = \mathbf{h}(\mathbf{x}_i(t_k), z_i(t_k), \mathbf{m}_{ik}; \phi_i) + \varepsilon_{ik}.$$

כאן $\mathbf{f}_z$ היא הסחיפה הלא-ליניארית הייחודית למשטר; $\mathbf{u}(t)$ מכיל קלטים משתנים כגון רמזים, אותות ביטחון, מאמץ או אירועים בין-אישיים; $\mathbf{c}(t)$ מכיל הקשר, כגון מקום, נוכחות אנשים אחרים, איום מתמשך ושעת היממה; θ_i כולל פרמטרים ייחודיים לאדם; $\mathbf{W}(t)$ הוא תהליך וינר; $\mathbf{G}_z$ ממפה תנודות סטוכסטיות אל הקואורדינטות הסמויות. העוצמה שמחוץ לאלכסון q_{rs} מכתובה מעבר ממשטר r למשטר s ; הגדרת איברי האלכסון מבטיחה שסכום כל שורה במחולל יהיה אפס; ו- $o(dt)/dt \rightarrow 0$ כאשר $dt \rightarrow 0$. הסימון $\mathcal{H}_t$ מצוין את ההיסטוריה המדודה הזמינה בזמן t . בזמן הדגימה t_k , הווקטור $\mathbf{y}_{ik}$ מכיל את התצפיות, למשל דגימת חוויה, מרווחי פעימות לב, פעילות אלקטרודרמלית, אקטיגרפיה או ביצוע במשימה. מפת התצפית $\mathbf{h}$ עשויה להיות לא-ליניארית; $\mathbf{m}_{ik}$ מתעד את תנאי המדידה; ו- ε_{ik} הוא רעש מדידה.

זוהי משפחה של מודלים בנייבדיקה, לא טענה שמשוואה אחת מכילה אדם. מודל מרקוב חבוי הופך את z_t לבדיד ולחסר זיכרון, בתנאי שידוע המשטר הנוכחי. מודל מרקוב חבוי למחצה מאפשר התפלגות זמני שהייה שאינה גאומטרית. ייתכן שמודל רציף יתאים טוב יותר אם החוויה משתנה בלי מעברים בדידים. מחקר של רשתות דינמיות אישיות מראה שדגימה צפופה יכולה לחשוף ארגונים זמניים חוזרים אך הטרוגניים [Hertz-Palmor et al., 2026]. מחקר HMM מוקדם יותר ב-PTSD העריך מצב שפורש כמצב שקשה להתנתק ממנו, אך המדגם היה קטן והתווית הפסיכולוגית הוסקה ולא נצפתה ישירות [Ou et al., 2015].

החשיבות האנושית של ההפרדה פשוטה. מה שאנחנו רואים הוא פלט בתנאים מסוימים, לא זהות. מודל טוב צריך להיות מסוגל לומר כי אותו סימן חיצוני יכול להיווצר מתהליכים סמויים שונים, ואז להעמיד את הטענה הזאת למבחן. עליו גם לאפשר לסביבה לשנות את התהליך. אחרת, משוואה מתוחכמת רק מעבירה את האשמה מן האופי אל מוח שלכאורה התקלקל.

משפט ליבה

תסמין נמדד הוא תצפית באדם משתנה בתוך הקשר, לא התהליך הסמוי עצמו ולעולם לא זהותו של האדם.

סף הכניסה

השערת FLOW HIJACKED

לעיתים קרובות משתמשים במילה "טריגר" כאילו היא מתארת אירוע יחיד: רמז מופיע ותגובה באה בעקבותיו. TSRA דורשת תיאור מדויק יותר. איזו עוצמה, איזה צירוף או איזו מידת אמינות של ראיות נחוצים לפני שהמערכת עוברת להתגוננות? האם הכניסה נשלטת בעיקר בידי הרמז, ההקשר שבו הוא מופיע, מצבו הגופני של האדם או ההיסטוריה הקרובה? סף אינו קו קשיח בתוך המוח. בנוכחות רעש ואיודאות הוא משטח הסתברותי.

נסמן ב- $a \in \mathcal{A}_c \subseteq \mathbb{R}_+$ את עוצמתו המכוילת של רמז נסבל מבחינה אתית בהקשר c , וב- $\xi(t)$ את מאפייניו בצירוף ראיות הקשריות לסכנה ולביטחון. זמן הכניסה הראשון מוגדר כך:

$$\tau_i^\uparrow(a, c) = \inf\{t > t_0 : z_i(t) = D \mid z_i(t_0) = S, a, c\}.$$

עבור אופק שנקבע מראש $\Delta > 0$ וקריטריון הסתברות $p_\star \in (0, 1)$ סף הכניסה ההסתברותי הוא

$$\vartheta_i^\uparrow(c; \Delta, p_\star) = \inf\{a \in \mathcal{A}_c : \Pr(\tau_i^\uparrow(a, c) \leq t_0 + \Delta \mid \mathcal{H}_{t_0}) \geq p_\star\}.$$

לאינפימום הזה יש משמעות של סף רק אם ההסתברות לחציית הקריטריון אינה יורדת עם a על פני $\mathcal{A}_c$. יש להצדיק את המונטוניות הזאת באמצעות תכנון המחקר ולבדוק אותה, ולא להחדיר אותה דרך המינוח; בלעדיה, $\vartheta_i^\uparrow$ הוא רק עוצמת הרמז המזערית שנצפתה וחצתה את הקריטריון. כיוון החץ חשוב: זהו גודל המתאר כניסה. ניסוח משלים באמצעות אנליזת הישרדות מגדיר את הסיכון הרגעי למעבר:

$$\lambda_{S \rightarrow D}^{(i)}(t) = \lambda_{0i}(t) \exp[\beta_i^\top \xi(t) + \gamma_i^\top \mathbf{c}(t) + \eta_i^\top \mathbf{x}_i(t)].$$

כאן $\lambda_{0i}(t)$ הוא סיכון הבסיס האישי; הווקטורים $\beta_i, \gamma_i, \eta_i$ משקללים את מאפייני הרמז, ההקשר והמצב הסמוי הנוכחי. סף $\vartheta_i^\uparrow$ נמוך יותר, או סיכון מותנה גבוה יותר לאחר התאמה למצב ההתחלתי, הוא רכיב הכניסה ש-TSRA מנבאת. חשוב שהמודל מאפשר לגלוי עשן להיות רגיש מאוד בחדר אחד ושקט במידה מוצדקת בחדר אחר. היחלשות הסיכון ההקשרי, ולא הרגישות כשלעצמה, היא לעיתים התחזית המשמעותית יותר.

הראיות הישירות עדיין חלקיות. מחקרים מעבדתיים ופרוספקטיביים תומכים בשינויי הבחנה בין איום לביטחון בחלק מן המדגמים, ואילו ניתוח רבי-יוקמים מצא שתוצאות רבות בהשוואת שימור הכחדה בין PTSD לקבוצות ביקורת השתנו עם החלטות אנליטיות וברובן לא היו מובהקות [Lewis et al., 2023]. במחקר פרוספקטיבי אחד, ארגון מחדש של צימוד רשת הבולטות תחת דחק חריף ניבא דחק נתפס מאוחר יותר אך לא תסמיני PTSD כוללים. זוהי המחשה לכך שסמן דינמי סביר אינו רשאי להפוך אוטומטית למנגנון של ההפרעה [Zhang et al., 2022]. רשתות אישיות מראות גם שצימוד בין רמז לתחושת איום מרכזי אצל אנשים מסוימים, אך אינו היחס המארגן אצל אחרים [Hertz-Palmor et al., 2026].

ניסוי תקף יצטרך להעלות את עוצמת הרמז בבטחה, להקצות הקשרים באופן אקראי, למדוד הערכה מפורשת לצד פיזיולוגיה והתנהגות, ולהפריד עוררות מקדימה מן המעבר עצמו. עליו להשוות בין PTSD מאובחנת לבין אנשים שנחשפו לטראומה ואינם עומדים באבחנה, ורצוי גם לעקוב אחר אותם אנשים לאורך החלמה. אם אומדני הסף נעלמים לאחר שמביאים בחשבון שינה, איום עכשווי, תרופות, כאב, ציפייה או משמעות הרמז, אין להסתיר זאת כמטרד. זו ראייה לכך שהסביבה או נקודת הפתיחה הגופנית, ולא כלל כניסה יציב שהשתנה, מסבירות את הממצא.

בחיים עצמם, סף הכניסה שואל כיצד צליל רגיל יכול לפעמים לקבל סמכות בלתי רגילה. הוא אינו מניח שהצליל זניח אובייקטיבית או שהתגובה לא רציונלית. הוא שואל אילו ראיות נדרשו למערכת באותו רגע, לאור מה שלמדה.

משפט ליבה

השערת הכניסה של TSRA מנבאת סף הסתברותי נמוך יותר או תלות חלשה יותר בהקשר בכניסה להתגוננות, לא תגובה מוגזמת באופן אוניברסלי.

הגבר חולף תלוי-רמז

השערת FLOW HIJACKED

סף ומשרעת אינם אותו דבר. מערכת יכולה להיכנס להתגוננות בקלות אך להגיב במתינות, או לדרוש רמז חזק ואז להגיב בעוצמה רבה. לכן TSRA מפרידה בין **הסתברות הכניסה** לבין **הגבר חולף**: המידה שבה הפרעה מסוימת מוגברת לאורך חלון זמן סופי, לאחר שמביאים בחשבון את מצב הבסיס ואת עוצמת הקלט.

בסביבת מצב ייחוס $\mathbf{x}_S$, ניתן לקרב מודל לא-ליניארי באופן מקומי:

$$d\delta\mathbf{x}(t) = \mathbf{A}_S \delta\mathbf{x}(t)dt + \mathbf{B}_S \delta\mathbf{u}(t)dt + \Sigma_S d\mathbf{W}(t), \quad \delta\mathbf{y}(t) = \mathbf{C}_S \delta\mathbf{x}(t) + \epsilon(t),$$

כאשר $\delta\mathbf{x} = \mathbf{x} - \mathbf{x}_S$, האופרטור $\mathbf{A}_S$ מתאר את ההתפתחות המקומית, $\mathbf{B}_S$ ממפה הפרעות אל המצב, ו- $\mathbf{C}_S$ ממפה שינוי סמוי אל הפלט הנמדד. לפני שמשווים הגברים, יש להציב את קואורדינטות הקלט והפלט על סולמות בני-השוואה שגרשמו מראש. עבור מטריצות מטריקה חיוביות-מוגדרות $\mathbf{M}_u$ ו- $\mathbf{M}_y$, נגדיר

$$\|\mathbf{a}\|_{\mathbf{M}} := (\mathbf{a}^\top \mathbf{M} \mathbf{a})^{1/2}, \quad \mathbf{M}_u \succ 0, \quad \mathbf{M}_y \succ 0.$$

עבור רמז אימפולסיבי שכיוון המאפיינים שלו הוא $\mathbf{v}$, ההגבר הסופי המוגדר ביחס לפלט הוא

$$G_{\mathbf{v}}(T) = \frac{\|\mathbf{C}_S e^{\mathbf{A}_S T} \mathbf{B}_S \mathbf{v}\|_{\mathbf{M}_y}}{\|\mathbf{v}\|_{\mathbf{M}_u}}, \quad G_{\max}(T) = \sigma_{\max}(\mathbf{M}_y^{1/2} \mathbf{C}_S e^{\mathbf{A}_S T} \mathbf{B}_S \mathbf{M}_u^{-1/2}).$$

הנורמה המשוקללת קובעת מה משמעותה של יחידה אחת בכל ערוץ, $e^{\mathbf{A}_S T}$ מקדם את הדינמיקה המקומית לאורך זמן T , ו- $\sigma_{\max}$ הוא הערך הסינגולרי המרבי לאחר הלבנה באמצעות המטריקות שהוגדרו. בלי המטריקות האלה, שינוי יחידות המדידה בלבד יכול לשנות את ערכו המספרי של ההגבר. $G_{\mathbf{v}}(T)$ תלוי הן בכיוון הקלט והן בפלט שנבחר. הוא עשוי להיות גבוה בהתקרבות פתאומית מאחור אך לא בקול נייטרלי חזק, או גבוה בהאצת קצב הלב אך לא בפחד המדווח. ההגבר המרבי מתאר את הקלט המוגבר ביותר בתוך המודל, לא בהכרח רמז כלשהו שמופיע בחיים.

ההבחנה הזאת מגינה מפני טעות נפוצה. שיא גבוה לאחר אירוע חיצוני "קטן" אינו מוכיח הגבר עצבי. ייתכן שהאירוע כלל אינו קטן עבור האדם; ייתכן שקלט רלוונטי הושמט; קשב וציפייה עשויים להגדיל את הקלט האפקטיבי; נקודת הבסיס עשויה להיות גבוהה מלכתחילה; המדידה עלולה להגיע לרוויה; או שנחצה סף לא-ליניארי. מחקרי PTSD דינמיים דיווחו על שינוי בארגון מחדש או בשונות בחלק מן המדגמים, אך ניתוח ENIGMA-PGC הגדול לא מצא הבדל אבחוני יציב בקישוריות מנוחה סטטית או דינמית, בזמן שהייה או במספר המעברים [Tomas et al., 2025]. תופעה של תגובה גדולה אינה יכולה לבדה לבחור מנגנון דינמי.

דינמיקה חוזרת אי-נורמלית, שתפותח בהמשך, מציעה מסלול מתמטי מדויק אחד להגבר סופי. מודלים של רשתות עצביות מאוזנות מראים שדפוסים נבחרים יכולים לגדול זמנית גם כאשר הרשת יציבה אסימפטוטית [Hen-Murphy & Miller, 2009]. מחקר תחושתי בפרימטים מספק גשר ביולוגי להגבר חולף מאוזן [Pattadkal et al., 2024]. אף אחד ממחקרים אלה אינו אומד את האופרטור $\mathbf{A}_S$ ב-PTSD. **חיפוש הספרות השיטתי לא איתר מחקרי PTSD ישירים ברמת האופרטור שאומדים אי-נורמליות, הגבר באמצעות וקטורים סינגולריים או רגישות פסאודו-ספקטרלית.**

מבחן מכריע יעריך את $(\mathbf{A}_S, \mathbf{B}_S, \mathbf{C}_S)$ מנתוני אימון, יזהה מראש כיווני רמז בעלי הגבר גבוה ונמוך בלי להשתמש בתוצאות הניסוי, וינבא תגובות להפרעות בנתונים שלא שימשו להתאמה. יהיה עליו להשוות הגבר אי-נורמלי להסברים פשוטים יותר באמצעות הערכת הרמז, עוררות בסיסית, ערכים עצמיים לא יציבים, רוויה לא-ליניארית ושונות סטוכסטית. המשמעות האנושית איננה שאדם "רגיש מדי". רגישות היא בעלת כיוון, תזמון והקשר, ואפשר למדוד אותם בלי להפוך אותם לאשמה.

משפט ליבה

הגבר תלוי-רמז שואל אילו קלטים מוגברים, באילו פלטים ולכמה זמן; תגובה גדולה לבדה אינה מוכיחה אף אחד מן המנגנונים המוצעים.

רוחב הכללה

היסק מדעי רחב

טראומה אינה מלמדת רק שגירוי מדויק אחד מסוכן. למידה מכלילה, מפני שמערכת שהייתה ממתנה לזהות מושלמת הייתה מגיבה לעיתים מאוחר מדי. השאלה המדעית איננה אם קיימת הכללה, אלא עד כמה היא מתרחבת, אילו ממדים מארגנים אותה, והאם ביטחון עדיין מסוגל לצמצם אותה. ב־PTSD, חלק מן המחקרים תומכים בהכללה רחבה יותר ברמה התפיסית, המושגית או ההקשרית, אך הדפוס הטרוגני ואין להניח שהוא קיים אצל כל אדם [Morey et al., [Lis et al., [2020].

נייצג רמז באמצעות וקטור מאפיינים $\mathbf{s} \in \mathcal{M}$, כאשר $\mathcal{M}$ עשוי לכלול תכונות תפיסיות, קטגוריה סמנטית, מקום, תחושה גופנית ומשמעות בתוך יחסים. נסמן ב־ μ_D אבטיפוס נלמד של סכנה. גרעין הכללה פשוט הוא

$$K_\ell(\mathbf{s}, \mu_D) = \exp\left[-\frac{d_{\mathbf{M}}^2(\mathbf{s}, \mu_D)}{2\ell^2}\right], \quad d_{\mathbf{M}}^2(\mathbf{a}, \mathbf{b}) = (\mathbf{a} - \mathbf{b})^\top \mathbf{M}(\mathbf{a} - \mathbf{b}),$$

כאשר $\mathbf{M} \succeq 0$ מגדירה פסאודו־מטריקה נלמדת ו־ $\ell > 0$ הוא רוחב הגרעין; זוהי מטריקה ממש כאשר $\mathbf{M} \succ 0$. ככל ש־ ℓ גדול יותר, הדמיון לסכנה דועך לאט יותר עם המרחק. אולם יש משמעות ל־ ℓ רק ביחס למרחב המאפיינים ולמטריקה. אם המודל השמיט את הממד שהיה חשוב באמת, למשל מדים, קול, ריח, כיוון גופני או בגידה, ייתכן ש־"הכללת היתר" המשוערת רק חושפת ניסוי דל מדי.

הגרעין יכול להיכנס לסיכון המעבר להתגוננות, בעוד ההקשר ממשיך לווסת אותו:

$$\log \lambda_{S \rightarrow D}(t) = \alpha_i + \beta_i K_{\ell_i}(\mathbf{s}_t, \mu_{D,i}) - \rho_i \mathcal{S}(\mathbf{c}_t) + \chi_i K_{\ell_i}(\mathbf{s}_t, \mu_{D,i}) \mathcal{S}(\mathbf{c}_t),$$

כאשר α_i הוא לוג־סיכון הבסיס, β_i משקלל דמיון לסכנה שנלמדה, ρ_i משקלל את מידע הביטחון האמין $\mathcal{S}(\mathbf{c}_t)$, ומקדם האינטראקציה χ_i בודק אם ההקשר משנה את האופן שבו נעשה שימוש בדמיון לרמז. TSRA אינה מנבאת רק גרעין רחב יותר, אלא גרעין שמידע ביטחון תקף מצמצם אותו ביעילות פחותה אצל חלק מן האנשים.

הניסוח הזה מחבר למידה במעבדה לחיי היומיום בלי להעמיד פנים שהן שקולות. מחקר פרוספקטיבי משנת 2024 מצא שהכללת פחד ניבאה תסמינים פוסט־טראומטיים כעבור שנתיים בקרב כבאים הולנדים. הדבר מחזק את הסדר הזמני, אך אינו מוכיח סיבתיות [Lommen et al., [2024]. מחקר הדמיה מוקדם יותר דיווח על הטיה להכללת קשרי פחד בין רמזים ועל מעורבות החורגת מ"מרכז פחד" יחיד, לרבות מערכות חזותיות, אינסולריות, תלמיות ומערכות הקשורות ל־locus [Morey et al., [2015]. ניסויים אחרים וניתוחי רבי־קומים מציבים גבול לטענה אוניברסלית בדבר ליקוי ברכישת פחד או בהכחדתו [Pöhlchen et al., [2020 [Lewis et al., [2023].

הכללה יכולה להיות גם סמנטית וחברתית. "אדם אחד לא היה בטוח" עלול להפוך ל"אי אפשר לבטוח בסמכות"; "הגוף שלי סער" עלול להפוך ל"אי אפשר לבטוח בגוף שלי". אלה אינם תהליכים זהים, וגרעין גאוסי יחיד הוא רק מודל פתיחה ממושע. ייתכן שיהיה צורך בתערובות גרעינים, במטריקות אנאיזוטרופיות ובמודלים בייסיאניים היררכיים כדי ללמוד אילו ממדים מתרחבים ואילו נותרים מדויקים. המטרה האנושית איננה לשכנע אדם שכל מצב בטוח. היא לברר אם המערכת יכולה לשוב ולהשתמש בהבדלים אמיתיים בין מצבים.

משפט ליבה

רוחב הכללה מודד עד כמה למידת הסכנה מתפשטת במרחב מאפיינים בעל משמעות, ועד כמה הקשר בטוח ואמין מסוגל לצמצם אותה.

זמן שהייה, זמן יציאה ומצבים "דביקים"

סינזות FLOW HIJACKED

שיא התגובה לוכד את הרגע הרועש ביותר. הוא עלול להחמיץ עובדה מתישה יותר: כמה זמן ממשיכה המערכת להתארגן סביב התגוננות לאחר שהרמז כבר חלף. TSRA מכנה את ההתמדה הזאת בשם בלי להניח מראש מה גרם לה. מצב עשוי להיראות "דביק" מפני שהדינמיקה הפנימית שלו חוזרת לאט, מפני שהמערכת נכנסת אליו שוב ושוב, מפני שהסביבה ממשיכה לספק סכנה, או מפני שהמדידה אינה מצליחה להבחין במעברים מהירים. כל אחד מן ההסברים האלה מחייב תגובה אחרת.

נניח שמצב התגוננות D מתחיל בזמן t_0 . נגדיר את זמן המעבר הראשון לאזור של ביטחון ומעורבות שנקבע מראש, $\mathcal{S} \subset \mathbb{R}^d$, כך:

$$\tau_{D \rightarrow \mathcal{S}} = \inf\{s > 0 : \mathbf{x}(t_0 + s) \in \mathcal{S} \mid z(t_0) = D\}.$$

פונקציית ההישרדות וקצב היציאה הרגעי הם

$$S_D(t \mid \mathcal{H}_{t_0}) = \Pr(\tau_{D \rightarrow \mathcal{S}} > t \mid \mathcal{H}_{t_0}), \quad h_{D \rightarrow \mathcal{S}}(t) = -\frac{d}{dt} \log S_D(t).$$

חציון זמן היציאה m_{esc} מקיים $S_D(m_{\text{esc}}) = 1/2$, כאשר זמן כזה קיים. מודל מרקוב חבוי כופה התפלגות גאומטרית או מעריכית של זמני שהייה; מודל מרקוב חבוי למחצה מאפשר להעריך חוק משך גמיש יותר. ההבדל חשוב. אם לנתונים זנב ימני כבד, הנחה של מעברים חסרי זיכרון עלולה לייצר ארכיטקטורת מצבים מטעה.

יש להפריד גם בין התמדה לבין הישנות. נסמן ב- $N_D(t_0, t_1)$ את מספר הכניסות ל- D בפרק זמן נתון. שני אנשים יכולים לבלות אותו זמן כולל בהתמודדות הגנתית, כאשר אצל אחד יש חזרה איטית אחת ואצל האחר חזרה מהירה יותר שנקטעת בכל פעם בכניסה מחודשת בעקבות רמז נוסף. המקרה הראשון מצביע לכאורה על דעיכה איטית; השני עשוי לשקף תדירות קלט או כניסה מחודשת מהירה. מחקר ארוך-טווח ב-PTSD מתעד הפוגה, מהלך כרוני והישנות, אך ההגדרות ולוחות המדידה היו שונים במידה שלא אפשרה לאחד אותם באופן נקי בסקירה שיטתית אחת [Brooks & Greenberg, 2024]. סקירה רחבה יותר של מהלכים ארוכים מצאה אף היא שונות ניכרת, ולא נתיב כרוני יחיד [Steinert et al., 2015].

הראיות הדינמיות הישירות ב-PTSD מעוררות עניין אך עדיין אינן שלמות. רשתות תסמינים יומיות בזמן עימות מצאו יחסים מושהים בין בהלה, רגש, האשמה והימנעות, אך קשרים מותנים אינם מזהים יציאה ממצב [Greene et al., 2018]. מחקר אישי חדש יותר מצא כמה ניסוחים זמניים שונים, ולא רשת יחידה [Hertz-Palmor et al., 2026]. מודל מתמטי מינימלי משנת 2026 מסוגל לשחזר זמני החלמה ארוכים, מסלולים דמויי דו-יציבות והאטה דמוית "רוח רפאים" באמצעות תהליך אוטוקטליטי של עומס תסמינים, אך הפרמטר שלו טרם אומת כמנגנון אישי [Grosskopf et al., 2026].

הניסוי ש-TSRA זקוקה לו מתחיל דווקא כשההפרעה מסתיימת. עליו לדגום בצפיפות המספיקה להערכת התפלגות החזרה כולה, לתעד רמזים חדשים, אירועים חברתיים וקלטים גופניים, ולהגדיר מעורבות בטוחה גם באמצעות תפקוד ולא רק באמצעות ירידה בתסמינים. כאשר התצפית מסתיימת לפני החזרה, יש לייצג במפורש צנזור סטטיסטי. אזור הייחוס $\mathcal{S}$ חייב להיות רגיש לאדם ולהקשר: חוסר תנועה שקט אינו בהכרח ביטחון, ומעורבות פעילה אינה בהכרח היעדר מצוקה.

בחיים עצמם, "הסכנה חלפה" ו"המערכת שלי חזרה" יכולים להיות שני זמנים שונים. המתמטיקה יכולה לכבד את המרווח ביניהם בלי להכריז שהוא קבוע.

משפט ליבה

מצב "דביק" הוא טענה אמפירית על התפלגות זמני החזרה לאחר שהקלטים הובאו בחשבון, לא מילה נרדפת לתסמינים חמורים.

זמן מחצית ההתאוששות

השערת FLOW HIJACKED

בדרך כלל מעריכים החלמה לאורך שבועות או חודשים באמצעות שינוי בציון תסמינים כולל. TSRA מוסיפה גודל הפועל בקנה מידה קצר יותר: לאחר הפרעה תחומה, באיזו מהירות חוזרים ממדים מסוימים אל נקודת הבסיס הבטוחה של האדם עצמו? ההצעה אינה להפוך החלמה לתחרות נגד שעון. מטרתה להפוך את קינטיקת החזרה לגלויה, מפני שעוצמת השיא ומשך התגובה עשויים לשאת מידע שונה.

נסמן ב- $y_m(t)$ את ערוץ התוצאה m , למשל איום נוכחי כפי שהוא נחוה, מרווח פעימות הלב, פעילות אלקטרודרמלית, היצרות קשב או היכולת לשוב למשימה שנבחרה. נסמן ב- $\mu_{im}^S(c)$ את רמת הייחוס תלויה הקשר של אדם i , שאותה יש לאמוד על פני תקופות בטוחות ואמינות ולא מתוך דקת שקט יחידה. אם הרמז מסתיים בזמן t_0 , נגדיר את עודף התגובה:

$$r_{im}(t) = \left| \mathbb{E}[y_{im}(t) | \mathcal{H}_{t_0}] - \mu_{im}^S(c_t) \right|.$$

זמן מחצית ההתאוששות הוא

$$T_{1/2,i}^{(m)} = \inf \{ \tau > 0 : r_{im}(t_0 + \tau) \leq \frac{1}{2} r_{im}(t_0) \}.$$

אם $r_{im}(t_0 + \tau) = r_{im}(t_0) e^{-\kappa_{im}\tau}$ אז $T_{1/2,i}^{(m)} = \log 2 / \kappa_{im}$. כאן $\kappa_{im} > 0$ הוא קצב הדעיכה הייחודי לאדם ולערוץ. החלמה ממשית עשויה להיות דו-שלבית, תנודתית, קטועה, או לא להגיע למחצית במהלך חלון התצפית. כפיית מעריך יחיד תמחק בדיוק את הדינמיקה שמבקשים להבין. מודל גמיש יותר יכול להשתמש בתערובת $r(t) = \sum_j a_j e^{-\kappa_j t}$, שבה a_j ו- κ_j הם המשרעת והקצב של כל רכיב, בתהליך גאוסי או בהתפלגות זמן מעבר ראשון. הסימון העילי m חיוני: הפיזיולוגיה, תחושת הביטחון והתפקוד עשויים לחזור לפי שעונים שונים.

קיימות ראיות לתהליכים קצרי-טווח מצומדים, אך הן עדיין אינן מאששות את תוקפו של המדד הזה. סקירה שיטתית של מחקרים יומיים מצאה תמיכה ראשונית בקשר דו-כיווני בין שינה ירודה לבין תסמיני PTSD ביום הבא, על סמך שישה מדגמים אינטנסיביים וקצרים בלבד [Slavish et al., 2022]. במחקר EMA משנת 2026 לאחר תקיפה מינית, הקשרים המושהים בין סיוטים לתסמינים נעלמו לאחר שהמודל כלל את היציבות האוטורגרסיבית. זו תזכורת לכך שמשלב לכאורה יכול להתברר כהתמדה רגילה [Boland et al., 2026]. לאורך מפגשי טיפול, תסמינים ותפקוד הראו יחסים הדדיים המשתנים בזמן, ולא כיוון פשוט אחד [Benfer et al., 2024]. הדמיה אורכית דיווחה גם על שינויים עוקבים בקישורים שונים של האמיגדלה במהלך החלמה, אך תצפיות אלה אינן מודדות את קינטיקת החזרה הרגעית [Yoon et al., 2017].

מחקר TSRA צריך לאמוד זמני מחצית לאחר הפרעות חוזרות, מתוקננות וטבעיות, עם רווחי אי-ודאות ועם ייצוג של ניסויים שנקטעו לפני חזרה. עליו לבדוק מהימנות בין ימים, להבחין בין הסרת הרמז המקורי לבין הגעת קלטים חדשים, ולשאול אם זמן מחצית קצר יותר מנבא בהמשך תפקוד מעבר לחומרת התסמינים הראשונית ולשיא התגובה. רגישות לטיפול תחזק את המבנה רק אם השינוי נשמר ונקשר לחיים שמחוץ למעבדה.

התרגום לחיים עדין אך חשוב. אדם עשוי לדעת מבחינה קוגניטיבית שהרגע חלף, בעוד הנשימה, הקשב, טונוס השרירים, הדימויים והזמינות החברתית חוזרים בקצבים שונים. הפער הזה אינו כישלון של תובנה. ומהיר יותר אינו תמיד טוב יותר: תחת סכנה ממשית ייתכן צורך בגיוס ממושך. לגודל הזה יש משמעות קלינית רק כאשר ההקשר והתפקוד שהאדם בחר הם חלק מן ההגדרה.

משפט ליבה

זמן מחצית ההתאוששות מודד כיצד חלקים שונים של המערכת חוזרים לאחר הפרעה, בלי לזהות מהירות עם מעלה מוסרית או שינוי בתסמינים עם החלמה שלמה.

נגישות למצבים חלופיים ובקרות

סינחת FLOW HIJACKED

החלמה היא יותר משהייה בנקודה שבה המצוקה נמוכה מעט יותר. היא עשויה לכלול השבה של הגישה למצבים שהטראומה הקשתה להגיע אליהם: שינה, סקרנות, נוכחות חברתית, ריכוז, משחק, אבל שאינו הופך מיד לאזעקה, או היכולת לדמיין עתיד. TSRA מכנה זאת **נגישות למצבים חלופיים**. תורת הבקרה מספקת שאלות מדויקות על יכולת הגעה, אך יש לטפל בשפתה בזהירות. אדם אינו מכונה שיש להסיע אל ציאת.

עבור מערכת סטוכסטית לא-ליניארית מבוקרת,

$$d\mathbf{x}(t) = [\mathbf{f}(\mathbf{x}(t), \mathbf{c}(t)) + \mathbf{B}(\mathbf{x}(t), \mathbf{c}(t))\mathbf{u}(t)]dt + \Sigma(\mathbf{x}(t))d\mathbf{W}(t),$$

קבוצת המצבים שניתן להגיע אליהם במערכת הדטרמיניסטית המקבילה, החל מ- $\mathbf{x}_0$ לאורך אופק T , היא

$$\mathcal{R}_T(\mathbf{x}_0) = \{\mathbf{x}_T : \exists \mathbf{u} \in \mathcal{U} \text{ such that } \mathbf{x}(0) = \mathbf{x}_0, \mathbf{x}(T) = \mathbf{x}_T\},$$

כאשר $\mathcal{U}$ היא קבוצת הקלטות האפשריים, הבטוחים והמקובלים. במערכת הסטוכסטית, יכולת הגעה עוסקת במקום זאת בהסתברות להיכנס לסביבה של מצב מטרה. בקירוב ליניארי מקומי $\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}\mathbf{x} + \mathbf{B}\mathbf{u}$, נסמן ב- $\mathbf{M}_u \succ 0$ את מטריקת עלות הקלט שנרשמה מראש. גרמאן הבקרות המתאים באופק סופי הוא

$$\mathbf{W}_{c, \mathbf{M}_u}(T) = \int_0^T e^{\mathbf{A}(T-\tau)} \mathbf{B} \mathbf{M}_u^{-1} \mathbf{B}^\top e^{\mathbf{A}^\top(T-\tau)} d\tau.$$

עבור יעד נגיש $\mathbf{x}_T$, המינימום ללא אילוצים של $\int_0^T \mathbf{u}(t)^\top \mathbf{M}_u \mathbf{u}(t) dt$ הוא

$$E_{\min}^{(\mathbf{M}_u)} = (\mathbf{x}_T - e^{\mathbf{A}T} \mathbf{x}_0)^\top \mathbf{W}_{c, \mathbf{M}_u}(T)^\dagger (\mathbf{x}_T - e^{\mathbf{A}T} \mathbf{x}_0),$$

כאשר הסימון † מציין את הפסאודו-הופכי של מור-פנרוז. ערכים עצמיים קטנים של $\mathbf{W}_{c, \mathbf{M}_u}$ מזהים כיוונים שהמודל רואה כקשים להשגה תחת יחידות ועלויות הקלט שהוגדרו. בשפת החיים, אותו מאמץ יכול לפתוח מצב אחד וכמעט לא להזיז מצב אחר.

אלה משוואות גשר. מחקרי קונקטום מבני מיפו תפקידי בקרה משוערים, אך התוצאות תלויות מאוד בנרמול, בטופולוגיה ובבחירת המודל [Gu et al., 2015] [Karrer et al., 2020]. ניתוחים ביקורתיים מזהירים שמדדי בקרות נפוצים יכולים לעקוב אחר דרגת צומת פשוטה ולהופיע גם ברשתות אפס שאינן סבירות ביולוגית [Tu et al., 2018]. קיימים גשרים חזקים יותר מבוססי הפרעה: תחזיות הנשענות על דיפוזיה חלקו שונות עם תגובות לגירוי תוך-גולגולתי באפילפסיה, ועבודת TMS-EEG. אמדה כיוונים בני-בקרה התלויים במצב אצל אנשים בריאים במצבים מוטוריים [Stiso et al., 2019] [Shikauchi et al., 2026]. אף אחת מן העבודות האלה אינה מאששת את תוקפו של סמן אנרגיית בקרה ב-PTSD.

בתוך TSRA, $\mathbf{u}(t)$ איננו רק גירוי מוחי. הוא עשוי לייצג פעולות טיפוליות, שיקום שינה, תרופה, תנועה, נשימה, אדם שניתן לבטוח בו, ביטחון סביבתי או פעולה שהאדם בחר. לקלטים האלה מסלולים ביולוגיים, משמעות, זמן והשלכות שונות; הכנסתם כעמודות באותה מטריצה אינה הופכת אותם לשקולים. גם את היעד יש לבחור עם האדם, ולא להגדירו כדממה או כנורמליות סטטיסטית. אילוצים, תופעות לוואי ומאמץ חייבים להיכלל בפונקציית העלות.

ההשערה היא שהחלמה יציבה עשויה להרחיב את $\mathcal{R}_T$, להפחית את העלות של הגעה למצבים בעלי ערך, או ליצור מסלולים חדשים הרגישים להקשר. היא תיחלש אם אומדן הנגישות אינו מהימן, אם הוא מצטמצם לחומרת התסמינים או לדרגת הרשת, אם הוא אינו מנבא תגובה ממשית להפרעות שלא שימשו להתאמה, או אם הוא משתנה בלי שיפור בתפקוד.

משפט ליבה

בקרות מועילה כאן רק כבדיקה אם מצבים חלופיים ובעלי ערך נעשים נגישים, לעולם לא כמטפורה לשליטה בבני אדם.

צימוד מהיר-איטי והיסטרזיס

השערת FLOW HIJACKED

צליל פתאומי מתפתח בתוך אלפיות שנייה; לילה של שינה מקוטעת משנה את היום הבא; חודשים של הימנעות מעצבים מחדש את מה שפגשים; וביטחון חברתי עשוי להשתנות לאורך שנים. אי אפשר להבין PTSD באמצעות שעון יחיד. מערכות מהירות-איטיות מספקות שפה לאופן שבו תגובות הגנתיות מהירות יכולות להיות נשלטות בידי משתנים איטיים יותר הנושאים היסטוריה.

נסמן ב- $\mathbf{x}(t)$ משתנים מהירים של איום, פיזיולוגיה אוטונומית ומוכנות לפעולה, וב- $\mathbf{s}(t)$ גדלים איטיים יותר כגון חוב שינה, דיוק חיזוי נלמד, הקשר הורמונלי או חיסוני, מרחב הזדמנויות שעוצב בידי הימנעות וביטחון חברתי אמין. מודל סטוכסטי כללי בעל קני מידה מהיר ואיטי הוא

$$d\mathbf{x} = \mathbf{f}(\mathbf{x}, \mathbf{s}, \mathbf{u}, \mathbf{c})dt + \Sigma_x d\mathbf{W}_x(t), \quad d\mathbf{s} = \varepsilon \mathbf{g}(\mathbf{x}, \mathbf{s}, \mathbf{u}, \mathbf{c})dt + \sqrt{\varepsilon} \Sigma_s d\mathbf{W}_s(t), \quad 0 < \varepsilon \ll 1.$$

פונקציות הסחיפה $\mathbf{f}$ ו- $\mathbf{g}$ קובעות את ההתפתחות המהירה והאיטית; המטריצות Σ_x ו- Σ_s ממפות את התנודות הסטוכסטיות שלהן. הפרמטר הקטן ε קובע ש- $\mathbf{s}$ משתנה בדרך כלל לאט יותר מ- $\mathbf{x}$. הוא אינו משייך מצע ביולוגי יחיד לאחד הווקטורים. כאשר $\mathbf{s}$ קבוע זמנית, לתת-המערכת המהירה עשויה להיות תגובה יציבה אחת, כמה ענפים יציבים, או מעבר-ביניים ממושך דמוי "רוח רפאים" סמוך לשיווי משקל שנעלם. לכן תנועה איטית של $\mathbf{s}$ יכולה לשנות את התגובה לאותו רמז בלי שום סתירה בתוך האדם.

היסטרזיס הוא טענה חזקה יותר מהתמדה. נניח ש- $q(t)$ הוא פרמטר ניסויי נשלט של ראיות איום. בסריקה איטית כלפי מעלה, הכניסה להתגוננות מתרחשת ב- $q_\uparrow$; בסריקה כלפי מטה, החזרה מתרחשת ב- $q_\downarrow$. קיימת לולאה כאשר

$$\mathcal{H} = q_\uparrow - q_\downarrow > 0,$$

כך שלאחר הכניסה, ראיות האיום צריכות לרדת אל מתחת לערך הכניסה המקורי לפני שהמצב הקודם חוזר. במערכת סטוכסטית, נסמן את עוצמות החצייה האקראיות ב- $Q_\uparrow$ וב- $Q_\downarrow$. שני אומדנים התפלגותיים שאפשר לרשום מראש הם

$$\mathcal{H}_{0.5} = \text{med}(Q_\uparrow) - \text{med}(Q_\downarrow), \quad p_{\mathcal{H}} = \Pr(Q_\uparrow > Q_\downarrow).$$

על הניסוי לקבוע מראש אם ראייה ללולאה פירושה $\mathcal{H}_{0.5} > 0$, אם $p_{\mathcal{H}} > 1/2$, או פונקציונל מזהה אחר, ולדווח מרווחי אי-ודאות. יש למדל סדר, התרגלות, ציפיה ועייפות. TSRA תנבא התפלגויות כניסה ויציאה שונות, אך שום ניסוי PTSD ישיר בקורפוס לא הדגים לולאה כזאת.

מודל מינימלי ייחודי ל-PTSD משנת 2026 מראה כיצד דינמיקת תסמינים אוטוקטליטית יכולה ליצור דו-יציבות, זמני החלמה רחבים והאטה דמוית רוח רפאים, אך דמיון למסלולים מצרפיים אינו מזהה את המנגנון המוחלט האמיתי [Grosskopf et al., 2026]. ספרות גשר מראה שדחק חריף אצל מבוגרים בריאים יכול להגביר אינטגרציה רשתית ולהפחית שונות במעברים [Wang et al., 2022]. שינוי כזה עשוי להיות מסתגל בטווח של דקות; לכן גמישות נמוכה לבדה אינה מאבחנת פתולוגיה. מאמר דעה משנת 2026 מחבר קידוד חיזוי לשיקום מטא-יציבות, ובה בעת מכיר במפורש במחסור בבדיקות PTSD ישירות של מטא-יציבות [Kotler et al., 2026].

הניסוי המכריע יציג ראיות עולות ויורדות בגבולות בטוחים ובסדר מאוזן, רצוי בתנאי שינה שונים ולאורך החלמה, תוך דגימת חוויה, פעולה ופיזיולוגיה אוטונומית. יהיה עליו להשוות מודל מהיר-איטי עם היסטרזיס למודל נטול היסטרזיס הכולל הסתגלות, התרגלות וציפיה. אם נתיבי הכניסה והיציאה חופפים לאחר התאמת החלופות האלה, אין תמיכה בהיסטרזיס. אם האיום המתמשך מסביר במלואו את המשתנה האיטי, יש להעביר את הטענה מהתמדה אוטונומית למעקב מדויק אחר הסביבה.

המשמעות בחיים מוכרת, אך אינה ראייה: התנאים שמפעילים אזעקה אינם חייבים להיות התנאים שמסיימים אותה. המתמטיקה נעשית אנושית כאשר היא הופכת את האסימטריה הזאת לבת-בדיקה במקום לגורל.

משפט ליבה

צימוד מהיר-איטי מסביר כיצד היסטוריה יכולה לעצב תגובה בהווה; היסטרזיס הוא התחזית המחמירה יותר, שעדיין לא הוכחה, ולפיה הכניסה והחזרה עוברות במסלולים שונים.

מצבים, הגברה ומודל שחייב להיות מסוגל להיכשל

מודל רציני חייב להסביר הגברה והתמדה, וגם לקבוע כיצד
אפשר להפריכו.

מציוני תסמינים אל מודלים במרחב המצבים

היסק מדעי רחב

ציון תסמינים משיב על שאלה חשובה: כמה מתוך דפוס קליני מוגדר נוכח בפרק זמן מסוים? הוא לא נועד להשיב איזה תהליך השתנה ראשון, מה חולל מעבר, או מדוע שני אנשים בעלי אותו ציון כולל נעים בכיוונים מנוגדים. אם $\mathbf{y}(t) = (y_1(t), \dots, y_p(t))^T$ הוא וקטור התסמינים הנמדדים, הציון הכולל הוא בקירוב הטלה:

$$S(t) = \mathbf{w}^T \mathbf{y}(t),$$

כאשר $\mathbf{w}$ הוא וקטור משקלי הניקוד. ההעתקה מ- $\mathbf{y}$ אל S היא רבים-לאחד. ריבוי חודרניות עם מעט קהות ומעט חודרניות עם קהות רבה יכולים להפיק אותו סך. ציון בעלייה וציון בירידה יכולים לחלוף דרך אותו ערך. אין זה פגם בסולמות קליניים; זו מגבלה על סוג השאלות שסקלר מסוגל להשיב עליהן.

מודל מרחב-מצבים שומר את הסדר הזמני ומפריד התפתחות סמויה ממדידה:

$$\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{F}_{z_k} \mathbf{x}_k + \mathbf{B}_{z_k} \mathbf{u}_k + \boldsymbol{\eta}_k, \quad \mathbf{y}_k = \mathbf{H}_{z_k} \mathbf{x}_k + \boldsymbol{\varepsilon}_k,$$

$$\Pr(z_{k+1} = s \mid z_k = r, \mathbf{x}_k, \mathbf{u}_k) = P_{rs}(\mathbf{x}_k, \mathbf{u}_k).$$

כאן $\mathbf{x}_k$ הוא וקטור סמוי רציף, z_k הוא משטר בדיד אפשרי, $\mathbf{F}_z$ מתארת את הדינמיקה הייחודית למשטר, $\mathbf{B}_z$ ממפה קלט, $\mathbf{H}_z$ ממפה מצב אל תצפית, ו- $(\boldsymbol{\eta}_k, \boldsymbol{\varepsilon}_k)$ הם רעש התהליך ורעש המדידה. HMM מסיר את השכבה הרציפה; מערכת דינמית ליניארית מחליפת משטרים משמרת את שתי השכבות; ומידול משוואות מבניות דינמי אומד קשרים מושהים בין משתנים הנמדדים שוב ושוב. כל אחת מן האפשרויות היא השערה על הזמן, לא רק ניתוח טכני יותר.

מחקרים ישירים ב-PTSD מראים גם הבטחה וגם צורך בריסון. רשתות שנדגמו בטלפון חכם במשך שלושים יום בזמן עימות מצאו קשרי תסמינים מושהים שהיו שונים מן הקשרים בזמניים ומן ההבדלים בין אנשים [Greene et al., 2018]. רשת EMA משנת 2024 מצאה בולטות של דריכות יתר ברמת הקבוצה לצד הטרוגניות אישית ניכרת [Stefanovic et al., 2024]. מודלים אישיים משנת 2026 שחזרו כמה נוסחאות חוזרות, ולא רשת PTSD יחידה [Hertz-Palmor et al., 2026]. מחקר HMM מוקדם העריך קושי להתנתק ממצב מוסק של מצב-רוח שלילי, אך סבל ממדגם קטן ומחוסר אימות חיצוני [Ou et al., 2015]. וחשוב מכול, ניתוח ב-30 אתרים של 1,035 אנשים שנחשפו לטראומה לא מצא הבדלים יציבים בין קבוצת PTSD לקבוצת ההשוואה בקישוריות מנוחה דינמית, בזמן שהיה או במספר המעברים [Tomas et al., 2025].

המעבר למרחב מצבים אינו מבטיח תגלית. האנליסט יכול לכפות את מספר המצבים; סחיפת סורק יכולה להתחפש למעבר; דגימה בלתי סדירה עלולה לעוות השהיות; וממוצע קבוצתי עשוי להמציא רשת שאינה מתאימה לאיש. מודל טוב חייב לנבא תצפיות שלא שימשו להתאמה, להישאר יציב תחת החלטות עיבוד סבירות, להבחין בין מבנה אישי למשותף ולהשיג ביצועים טובים יותר ממודל אוטורגרסיבי פשוט. מותר לתת שם למשטר סמוי רק לאחר אימות עצמאי התנהגותי או חווייתי.

היתרון האנושי אינו שהמתמטיקה רואה "אני אמיתי" נסתר. היתרון הוא שמודלים זמניים יכולים לשמר שינוי. הם יכולים להבחין בין שעה קשה לבין תכונה קבועה, ולשאול אם נגישות, רצף או התאוששות מתחילים להשתנות עוד לפני שציון חודשי זז.

משפט ליבה

מודלים במרחב המצבים יכולים לשחזר תזמון ומבנה סמוי שציון כולל מוחק, אך כל מצב מוסק נשאר מודל הממתין לאימות.

מושכים ואגני משיכה: מתמטיקה שימושית, אונטולוגיה של הוכחה

סינזמת FLOW HIJACKED

המילה "מושך" מושכת מפני שהיא מעניקה צורה להתמדה. אולם במתמטיקה יש לה משמעות מחמירה יותר מאשר "מצב שקשה לצאת ממנו". עבור זרימה דטרמיניסטית Φ_t שנוצרת באמצעות $\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{f}(\mathbf{x})$, לקבוצה מושכת ואינווריאנטית $\mathcal{A}$ יש אגן משיכה

$$\mathcal{B}(\mathcal{A}) = \left\{ \mathbf{x}_0 : \lim_{t \rightarrow \infty} \text{dist}(\Phi_t(\mathbf{x}_0), \mathcal{A}) = 0 \right\}.$$

הקבוצה $\mathcal{A}$ יכולה להיות נקודת שבת, מחזור או קבוצה מורכבת יותר. אגן המשיכה שלה הוא אוסף תנאי ההתחלה המתכנסים אליה. לא ממוצע תסמינים גבוה ולא שהייה חוזרת בדפוס fMRI שעבר אשכול מוכחים אינווריאנטיות, משיכה או גבול של אגן.

גם המילה "עומק" דורשת הנחות נוספות. אם למערכת סטוכסטית יש סחיפה גרדיאנטית,

$$d\mathbf{x} = -\nabla V(\mathbf{x})dt + \sigma d\mathbf{W}(t),$$

כאשר V הוא פוטנציאל סקלרי, σ היא משרעת רעש איזוטרופית ותנאי השפה מתאימים, אז צפיפות המצב העמיד פרופורציונלית ל-

$$p_\infty(\mathbf{x}) \propto \exp\left[-\frac{2V(\mathbf{x})}{\sigma^2}\right].$$

בגבול של רעש קטן, זמן היציאה יכול לגדול בקירוב מעריכי עם גובה המחסום ΔV . אבל דינמיקת מוח-גוף-סביבה היא בדרך כלל מונעת, תלויה-היסטוריה ורחוקה משיווי משקל. ייתכן שפוטנציאל סקלרי יחיד כלל אינו קיים; קווריאציות רעש וקווארדינטות שונות משנות את הנוף הנראה. לכן המשפט "אגן ה-PTSD עמוק יותר" אינו תחליף פיוטי לאמידת תגובה להפרעה ויציאה.

יש סיבות ממשיות לבדוק מודלים של אטרקטורים. מחקר MEG קטן דיווח על שונות מקומית נמוכה יותר ועל פרטואר עצבי מצומצם ב-PTSD הקשורה ללחימה, אך לא מדד גאומטריה של אגן [Mišić et al., 2016]. מחקר fMRI קטן משנת 2026 שהשתמש בשפת נופי אנרגיה מצא מצבים חריגים משוערים שהיו נדירים יותר אך יציבים יותר אצל אנשים עם PTSD; אשכולות שהופקו ממחקר חתר אינם מבססים אטרקטורים סיבתיים [Wu et al., 2026]. מודל PTSD מינימלי שנבנה בכוונה תחילה הפיק דו־יציבות, החלמה איטית ומעברי רוח רפאים שהתאימו למסלולים מצרפיים [Grosskopf et al., 2026]. הוא מוכיח שדינמיקה כזאת אפשרית, לא שהמשוואות שלו נכונות באופן ייחודי. ממצא האפס הגדול של ENIGMA בקישוריות דינמית חוסם גם הוא כל טענה אוניברסלית של לכידה במצב [Tomas et al., 2025].

מודל אטרקטור נעשה מדעי כאשר הוא מנבא התכנסות מתנאי התחלה רבים, חזרה התלויה בהפרעה, אגנים נפרדים, קצבי מעבר תחת רעש ידוע ושיווי פרמטרים עם החלמה. עליו להתחרות בהסברים חלופיים: איום מתמשך, קלט חוזר של רמזים, אוטורגרסיה רגילה, תתי־קבוצות סמויות, התמדה המתווכת בידי שינה, למידת הימנעות וארטיפקט מדידה. עליו גם לאפשר את האפשרות שאין אטרקטור כלל.

כמטפורה לחוויה, אגן יכול לבטא את המאמץ הנדרש לנוע כאשר מסלולים מוכרים מתקפלים שוב ושוב אל האזעקה. כטענה אמפירית, הוא עדיין לא הוכח. Flow Hijacked משמרת את הדימוי רק כאשר הגבול הזה גלוי.

משפט ליבה

שפת האטרקטור ואגן המשיכה שימושית מתמטית רק כאשר נבדקים התכנסות, גבולות ויציאה; ב-PTSD היא עדיין מודל, לא אונטולוגיה מבוססת.

רביציבות וגמישות מטא־יציבה

סינחת FLOW HIJACKED

רביציבות פירושה שאותה מערכת של חוקים יכולה לתמוך ביותר מדפוס ארוך־טווח יציב אחד. מטא־יציבות מתארת תצורות המתמידות זמן מספיק כדי להיות משמעותיות, אך עדיין מסוגלות לעבור למצב אחר. הרעיונות האלה מפתים בהקשר של PTSD מפני שחוויה אנושית יכולה לנוע בין דריכות, מעורבות, שינה, קהות, אבל ודיסוציאציה. אולם שונות בחוויה אינה מוכיחה כשלעצמה אטרקטורים מרובים, ומספר קטן יותר של מעברים נמדדים אינו מעיד אוטומטית על פתולוגיה.

עבור משטרים מוערכים $z_t \in \{1, \dots, K\}$, קירוב מרקובי רציף משתמש במחולל $\mathbf{Q}$, שבו האיברים מחוץ לאלכסון $q_{rs} \geq 0$ הם עוצמות מעבר וסכום כל שורה אפס. מטריצת המעבר לאורך השהיה Δ היא

$$\mathbf{P}(\Delta) = e^{\mathbf{Q}\Delta}, \quad \boldsymbol{\pi}^\top \mathbf{Q} = \mathbf{0}^\top, \quad \pi_r \geq 0 \quad (r = 1, \dots, K), \quad \sum_{r=1}^K \pi_r = 1,$$

כאשר $\boldsymbol{\pi}$ היא התפלגות תפוסה סטציונרית, אם היא קיימת. במקרה המרקובי, זמן השהיה הצפוי במצב שאינו סופג r עם $q_{rr} < 0$ הוא $-1/q_{rr}$; למצב סופג יש $q_{rr} = 0$ וזמן שהיה אינסופי לפי המודל. אופנים עצמיים איטיים שאינם אפס של $\mathbf{Q}$ מצביעים על זמני ערבוב ארוכים. מטריצה $\mathbf{P}$ שכמעט ניתנת לפירוק מכילה קבוצות בעלות הסתברות מעבר פנימית גבוהה והסתברות יציאה נמוכה. זו משמעות אופרטיבית אחת של מטא־יציבות. כאשר להתפלגות זמני השהיה יש זיכרון, עדיף להשתמש במודל מרקוב חבוי למחצה.

יש לפרק את המילה "גמישות" לגודל הרפרטואר, איזון התפוסה, גיוון המעברים, התאמה להקשר והיכולת לחזור. יותר מעברים אינם תמיד טובים יותר: מעבר מהיר וכאוטי יכול לפגוע, בעוד ריכוז ממושך או שינה משקמת הם יציבות בעלת ערך. אצל מבוגרים בריאים, נמצא שדחק חריף מגביר אינטגרציה רשתית ומפחית שונות במעברים [Wang et al., 2022]. הממצא הזה מלמד נקודה מהותית: אותו כיוון של שינוי עשוי להיות הסתגלותי לאורך דקות ולהכביד אם הוא נמשך ללא הבחנה במשך חודשים.

ממצאי PTSD מעורבים. מחקר MEG חתכי דיווח על רפרטואר מצומצם [Mišić et al., 2016], ומחקר fMRI קטן משנת 2026 דיווח על מצבים חריגים יציבים יותר [Wu et al., 2026]. מחקר טיפולי קשר בין טיפול קוגניטיבי יעיל לבין שינויים במשך הזמן שבו אנשים שהו בתתי־רשתות מסוימות של רשת ברירת המחדל [Charquero-Ballester et al., 2022]. מנגד, מחקר-ENIGMA הרב־אתרי הגדול לא מצא הבדל אבחוני יציב בזמני שהיה או במספר המעברים [Tomas et al., 2025]. מאמר דעה משנת 2026 מציע מטא־יציבות משוקמת כמסגרת לטראומה, תוך הכרה מפורשת בכך שהבדיקות הישירות ב־PTSD דלות [Kotler et al., 2026].

לכן TSRA מנבאת **גמישות מטא־יציבה מותאמת להקשר**, לא אנטרופיה מרבית ולא תנועה תמידית. תחת ביטחון אמין, המערכת אמורה להיות מסוגלת להיכנס למעורבות, לשהות בה, ולצאת מהתגוננות ללא עיכוב מופרז. תחת איום אמיתי, התגוננות יציבה עשויה להיות מתאימה. מחקר תקף יגדיר משטרים מראש, יאמת אותם בין שיטות מדידה, יכמת איזודאות בשיוך מצב ויבדוק אם מבנה המעברים מנבא תפקוד מעבר לממוצע התסמינים. אם מודל חומרה חד־ממדי רציף מנבא נתונים שלא שימשו להתאמה באותה מידה או טוב יותר, ההסבר הרביציבי צריך לסגת.

משפט ליבה

גמישות בריאה אינה מעבר מתמיד; היא גישה אמינה אל היציבות הנכונה ואל המעבר הנכון עבור ההקשר הנוכחי.

אנטרופיה, מורכבות וחזרתיות

היסק מדעי רחב

לעיתים משתמשים באנטרופיה ובמורכבות כמילים מדעיות לכאורה לחופש, לבריאות או להפרעה. הן אינן אף אחד מאלה כשלעצמן. הן מכמותות תכונות של ייצוג בקנה מידה שנבחר. אות אקראי מאוד יכול להיות בעל אנטרופיה גבוהה ומעט ארגון משמעותי; מצב משקם ויציב יכול להיות בעל אנטרופיה נמוכה וערך רב. אי אפשר להסיק PTSD מכיוון השינוי במדד מורכבות יחיד.

עבור שכיחויות משטר π_r , אנטרופיית המצבים היא

$$H(Z) = - \sum_{r=1}^K \pi_r \log \pi_r.$$

עבור שרשרת מרקוב בדידה בעלת מעברים P_{rs} , קצב האנטרופיה הוא

$$h_Z = - \frac{1}{\Delta} \sum_{r=1}^K \pi_r \sum_{s=1}^K P_{rs} \log P_{rs},$$

כאשר $0 \log 0 = 0$ ו- Δ הוא מרווח הדגימה. H מודדת את גיוון התפוסה, ואילו h_Z מודד את אי־הוודאות במעבר הבא. שתי מערכות יכולות לחלוק אותו H , בעוד האחת נעה ברצף קשיח והאחרת עוברת באופן בלתי צפוי.

ניתוח חזרתיות שואל שאלה אחרת. עבור מצבים משוחזרים $\mathbf{x}_i$, נגדיר

$$R_{ij}(\epsilon) = \mathbf{1}\{\|\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j\|_{\mathbf{M}} \leq \epsilon\}, \quad \text{RR}(\epsilon) = \frac{1}{N^2} \sum_{i,j=1}^N R_{ij}(\epsilon),$$

כאשר ϵ הוא רדיוס החזרה, $\mathbf{M}$ היא מטריקה, $\mathbf{1}$ היא פונקציית האינדיקטור, ו- N הוא מספר הדגימות המשוחזרות. שיעור החזרה RR מודד באיזו תדירות המסלול שב לאזורים סמוכים. סטטיסטיקות של קווים אלכסוניים יכולות לכמת רצפים חוזרים, אך התוצאה תלויה בממד השיכון, בהשגה, באיסטוציונריות, בניקוי ארטיפקטים ובקנה המידה השרירותי ϵ . בדומה לכך, אנטרופיית מדגם אומדת את הלוגריתם השלילי של ההסתברות המותנית לכך שרצפים תואמים באורך m יישארו תואמים באורך $m+1$; היא רגישה לאומד ולאורך הנתונים.

מחקרים ישירים קטנים מדגימים הן אפשרות והן מגבלה. מחקר EEG מוקדם מצא אומדני ממד קורלציה נמוכים יותר ב-PTSD בכמה ערוצים, אך התבסס על הקלטות קצרות ועל בדיקות מרובות [Chae et al., 2004]. מחקר fMRI במנוחה משנת 2023 דיווח על אנטרופיה נמוכה יותר בכמה אזורים רק בקבוצה שבה PTSD הופיעה יחד עם דיכאון מזויר, ולכן אי אפשר לייחס את הממצא ל-PTSD עצמה [Fu et al., 2023]. מחקר MEG משנת 2026 מצא קשרים ממדיים בין חומרת תסמינים פוסט־טראומטיים, מעריכי חוק־חזקה וצימוד בין ההמיספרות, אך לא ביסס קריטיות או סמן אבחוני [Popescu et al., 2026].

שאלת TSRA הנכונה איננה "האם PTSD מפחיתה מורכבות?" אלא אם אנטרופיה בכמה קני מידה או חזרתיות מוסיפות מידע אמין על כניסה, שהייה והתאוששות, בתנאי שמביאים בחשבון הקשר ורמת תסמינים. ניתוח שנרשם מראש צריך לבדוק כמה קני מידה מוצדקים, לתקן ריבוי בדיקות, להשתמש בנתוני אפס משמרי אוטוקורלציה ובנתונים חלופיים שפאזתם עורבבה באקראי, ולאמת תחזיות מחוץ למדגם. מדד שמבחין בין קבוצות אך אינו מנבא מעברים אצל אדם יכול להישאר מעניין מדעית ובה בעת להיות חסר שימוש קליני.

משפט ליבה

אנטרופיה, מורכבות וחזרתיות מתארות אות בקנה מידה שנבחר; משמעותן הקלינית נוצרת רק מתוך הקשר, חיזוי ואימות.

קישוריות אפקטיבית ומודלים סיבתיים דינמיים

היסק מדעי רחב

קישוריות תפקודית שואלת אילו אותות משתנים יחד. קישוריות אפקטיבית שואלת אילו השפעות מכוונות, בתוך מודל מחולל מוגדר, מסבירות את התצפיות בצורה הטובה ביותר. ההבחנה מועילה מפני ש- $TSRA$ עוסקת בכללי מעבר ולא רק בקורלציה. היא גם מסוכנת כאשר המילה "אפקטיבית" נשמעת כהוכחה לסיבתיות ביולוגית.

במודל סיבתי דינמי ביליניארי, ניתן לכתוב את הפעילות העצבית הסמויה $\mathbf{x}(t)$ כך:

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \left(\mathbf{A} + \sum_{j=1}^m u_j(t) \mathbf{B}^{(j)} \right) \mathbf{x}(t) + \mathbf{C} \mathbf{u}(t) + \boldsymbol{\omega}(t),$$

$$\mathbf{y}(t) = \mathbf{h}_{\text{obs}}(\mathbf{x}(t), \boldsymbol{\vartheta}_h) + \boldsymbol{\varepsilon}(t).$$

המטריצה $\mathbf{A}$ מכילה צימוד מכוון בסיסי; $\mathbf{B}^{(j)}$ מתארת כיצד הקלט הניסוי u_j משנה את הצימוד; $\mathbf{C}$ ממפה קלטים המניעים ישירות את המערכת; $\boldsymbol{\omega}$ הן תנודות אנדוגניות; m הוא מספר הקלטים במודל. פונקציית התצפית $\mathbf{h}_{\text{obs}}$, בעלת הפרמטרים $\boldsymbol{\vartheta}_h$, ממפה מצבים עצביים אל אות BOLD או את אלקטרופיזיולוגי, ואילו $\boldsymbol{\varepsilon}$ הוא רעש תצפית. היפוך בייסיאני אומד התפלגות אפוסטריורית על הפרמטרים ואת ראיות המודל. לכן המסקנות תלויות באזורים שנכללו, במשפחת המודלים, בהתפלגויות האפריוריות, בתזמון הקלט ובמודל התצפית.

מחקרי PTSD השתמשו במסגרת הזאת כדי לערער על הסיפור החד-כיווני של "כשל מלמעלה למטה". מחקר DCM סטוכסטי במנוחה דיווח על צימוד שמקורו בעיקר מלמטה למעלה, מן האמיגדלה וה-PAG אל ה-vmpFC, ב-PTSD ללא דיסוציאציה, ועל דפוס שונה ומכוון יותר מלמעלה למטה בתת-סוג דיסוציאטיבי [Nicholson et al., 2017]. ניתוח מחודש של משימה עם רמזי טראומה תת-ספיים העדיף מודלים דו-כיווניים בין ה-PAG לרשת ברירת המחדל ודיווח על קישוריות אפקטיבית חזקה יותר מן ה-PAG לקורטקס ועל ויסות חזק יותר בידי רמזי טראומה ב-PTSD [Terpou et al., 2020]. מחקר לפיתוח שיטה זיהה מוקדי הפרעה פרונטליים, אינסולריים והיפוקמפאליים אצל חיילים שנחשפו לטראומה, אך גזר באותו מדגם הן את המנגנון הביולוגי והן את המסווג [Rangaprakash et al., 2018]. אלה תוצאות קבוצתיות תלויות-מודל, לא הקלטה ישירה של מסרים סיבתיים הנעים בין אזורי מוח.

עבור TSRA, תכנון חזק יותר יתאים מודלים נפרדים לתקופה שלפני הכניסה, למצב ההתגוננות ולשלב ההתאוששות; יאפשר להקשר לווסת את $\mathbf{A}$; וינבא תגובות להפרעות מבוקרות שלא שימשו להתאמה. מרחב המודלים המתחרים צריך לכלול השפעות מלמטה למעלה, מלמעלה למטה, הדדיות, קלט משותף וארטיפקטים של תצפית. בדיקות ניבוי אפוסטריוריות צריכות לשאול אם הצימודים המוסקים משחזרים את תזמון התגובה, לא רק אם מועמד אחד קיבל את ראיות המודל היחסיות הגבוהות ביותר בתוך קבוצה צרה.

גם DCM מוצלח אינו הופך PTSD לתרשים מעגלים. המצב המוערך תלוי בקנה המידה, וקלטים אוטונומיים, תחושתיים וחברתיים עשויים להישאר מחוץ לרשת המצולמת. קישוריות אפקטיבית מועילה ביותר כאשר היא מצמצמת השערה סיבתית לקראת הפרעה ניסויית; היא מועילה פחות כאשר חצים על תמונת מוח מוצגים כפסק דין על אדם. תפקידה החזק ביותר כאן הוא להפוך סיפור רשת רחב למסלולים יריבים ומפורשים כמותית, שהתערבות עתידית תוכל להבחין ביניהם.

משפט ליבה

קישוריות אפקטיבית היא השפעה מכוונת בתוך מודל מחולל מפורש; היא הופכת לראיה סיבתית רק באמצעות חלופות מספקות וחיזוי מוצלח של הפרעה.

אופרטורים אי־נורמליים ואופנים לא־אורתוגונליים

השערת FLOW HIJACKED

אי־נורמליות היא המנגנון המדויק ביותר מבחינה מתמטית בהרצאה הזאת, ובה בעת המוגבל ביותר מבחינת הראיות הישירות. אופרטור ליניארי $\mathbf{A} \in \mathbb{C}^{n \times n}$ הוא נורמלי כאשר הוא מתחלף עם הצמוד ההרמיטי שלו:

$$\mathbf{A}\mathbf{A}^* = \mathbf{A}^*\mathbf{A}.$$

אם השוויון אינו מתקיים, $\mathbf{A}$ הוא אי־נורמלי. הווקטורים העצמיים שלו אינם חייבים להיות אורתוגונליים. לכן הערכים העצמיים יכולים לנבא נכון דעיכה בסופו של דבר, ובכל זאת להחמיץ באופן ניכר את מה שקורה תחילה. נבחן את

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} -\alpha & K \\ 0 & -\alpha \end{bmatrix}, \quad \alpha > 0, \quad K \neq 0,$$

ששני ערכיו העצמיים הם $-\alpha$. המערכת יציבה אסימפטוטית, אך

$$e^{\mathbf{A}t} = e^{-\alpha t} \begin{bmatrix} 1 & Kt \\ 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

הפרעה התחלתית בקואורדינטה השנייה יוצרת בקואורדינטה הראשונה תגובה $Kte^{-\alpha t}$, שיכולה לגדול מאוד לפני שהיא דועכת. לבלוק ז'ורדן הדפקטיבי הזה יש וקטור עצמי רגיל אחד בלבד; האיבר שמחוץ לאלכסון K הוא צימוד הזנה קדימה מכון שהופך את האופרטור לאי־נורמלי. יציבות ארוכת־טווח והגבר קצר־טווח הן אפוא שאלות שונות.

בהינתן מטריקה אוקלידית מסוימת למרחב המצבים, אינדיקטור לאפשרות של גדילה רגעית הוא האבסציסה הנומריית:

$$\omega(\mathbf{A}) = \lambda_{\max} \left(\frac{\mathbf{A} + \mathbf{A}^*}{2} \right).$$

כאן $\lambda_j(\mathbf{A})$ הם הערכים העצמיים ו־ Re מחלץ את החלק הממשי שלהם. גם כאשר $\max_j \text{Re} \lambda_j(\mathbf{A}) < 0$, ערך חיובי של $\omega(\mathbf{A})$ מאפשר להפרעות מסוימות לגדול בתחילה. תאוריה של רשתות עצביות ביססה הגבר אי־נורמלי יציב במערכות חוזרות מאוזנות והראתה שקלטים מובנים יכולים לעבור הגברה בדרגת $\omega(\mathbf{A})$ [Murphy & Miller, 2009] [Hennequin et al., 2012]. תאוריה מאוחרת יותר מדגימה הגבר חולף לא־ליניארי בנוכחות פלסטיות קצרת־טווח [Wu & Zenke, 2021], ומחקר בפרמיטים מספק גשר להגבר תחושתי חולף [Pattadkal et al., 2024].

כעת הגבול שאסור להחמיץ: נכון ל־6 בספטמבר 2026, חיפוש הספרות השיטתי לא איתר אפילו מחקר PTSD אחד ברמת האופרטור שאמד אי־נורמליות מנתוני מטופלים, בדק אופנים לא־אורתוגונליים, חישוב הגבר לזמן סופי התלוי בקלט או ניתח פסאודוספקטרום ב־PTSD. אין כיום ראיה ש־PTSD "היא מערכת אי־נורמלית". אי־נורמליות היא תת־השערה מכניסטית אפשרית בלבד עבור רכיב הכניסה המהירה או ההגבר הגבוה בתוך אסימטריית הכניסה והיציאה ממצב איום (TSRA).

גם מציאת אופרטור מותאם אי־נורמלי לא תכריע את העניין. אומדן $\mathbf{A}$ משתנה עם קנה המידה ועם הקואורדינטות של המצב; רעש, קלט חסר, ספים לא־ליניאריים ושונות בזמן יכולים לחקות מעברים חולפים; וקטורים עצמיים שאינם מותנים היטב הופכים את ההסקה לשברירית. מאחר שנורמליות אינה נשמרת תחת שינוי קואורדינטות כלליים שאינם אוניטריים, יש להצדיק את המטריקה הסמויה באמצעות מודל התצפית או אילוצים ביופיזיקליים. ממצא אמין ידרוש מודלים בני־זיהוי במרחב המצבים, איזודאות מלאה על האופרטור, מודלי אפס נורמליים מותאמי ערכים עצמיים, תחזיות להפרעות שלא שימשו להתאמה ושחזור עצמאי.

המשמעות האנושית מותנית אך חשובה. מערכת יציבה יכולה לייצר לזמן קצר תגובה גדולה בלי להיות בלתי יציבה באופן גלובלי. אם המנגנון הזה יקבל תמיכה, הוא יציע חלופה מדויקת לפירוש תגובותיו לא פרופורציונלית כחולשה. עד אז, המשוואה היא שאלה ולא תשובה.

משפט ליבה

אי־נורמליות יכולה לגרום לדינמיקה יציבה להגביר זמנית קלטים נבחרים, אך אין כיום ראיה ישירה ברמת האופרטור שכן פועלת PTSD.

הגבר חולף ורגישות פסאודו־ספקטרלית

השערת FLOW HIJACKED

ערכים עצמיים מתארים אופנים אסימפטוטיים של אופרטור ליניארי קבוע. הם אינם מתארים במלואם תגובה בזמן סופי, כיוון קלט או רגישות להפרעות קטנות באופרטור. הגדלים החסרים האלה הם בדיוק הסיבה שאי־נורמליות רלוונטית ל־TSRA, ובדיוק הסיבה שאין לבדוק אותה באמצעות עקומת תגובה דרמטית בלבד.

כל טענה על הגבר או רגישות מחייבת גאומטריה קבועה של הקואורדינטות. באמצעות המטריקות החיוביות־מוגדרות שנרשמו ב־ $\mathcal{P}$, נגדיר אופרטורים מולבנים:

$$\tilde{\mathbf{A}} = \mathbf{M}_x^{1/2} \mathbf{A} \mathbf{M}_x^{-1/2}, \quad \tilde{\mathbf{B}} = \mathbf{M}_x^{1/2} \mathbf{B} \mathbf{M}_u^{-1/2}, \quad \tilde{\mathbf{C}} = \mathbf{M}_y^{1/2} \mathbf{C} \mathbf{M}_x^{-1/2}.$$

עבור $\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}\mathbf{x}$, ההגבר המרבי של המצב באופק t הוא אפוא

$$G_{\mathbf{M}_x}(t) = \sup_{\mathbf{x}_0 \neq \mathbf{0}} \frac{\|e^{\mathbf{A}t} \mathbf{x}_0\|_{\mathbf{M}_x}}{\|\mathbf{x}_0\|_{\mathbf{M}_x}} = \sigma_{\max}(e^{\tilde{\mathbf{A}}t}).$$

כאשר $\mathbf{B}$ היא מפת הקלט ו־ $\mathbf{C}$ היא מפת הקריאה, ההגבר תלוי־הקלט והפלט נעשה

$$G_{\text{io}}(t) = \sigma_{\max}(\tilde{\mathbf{C}} e^{\tilde{\mathbf{A}}t} \tilde{\mathbf{B}}).$$

הווקטור הסינגולרי הימני המתאים מגדיר את הכיוון המוגבר ביותר בקואורדינטות קלט מולבנות; הווקטור הסינגולרי השמאלי מגדיר את דפוס הפלט המולבן בזמן t . התמרה לאחור מחזירה אותם ליחידות הקלט והפלט שהוגדרו. טענה על בררנות לרמז צריכה לנבא את שניהם מראש, לא להתאים אותם לאחר שהתגובה כבר נצפתה.

פסאודו־ספקטרום מכמת את רגישות האופרטור. עבור $\epsilon > 0$,

$$\Lambda_\epsilon(\tilde{\mathbf{A}}) = \{z \in \mathbb{C} : \|(z\mathbf{I} - \tilde{\mathbf{A}})^{-1}\|_2 > \epsilon^{-1}\} \cup \Lambda(\tilde{\mathbf{A}}).$$

כאן $\mathbf{I}$ היא מטריצת הזהות, z הוא פרמטר ספקטרי מרוכב, ו־ $\Lambda(\tilde{\mathbf{A}})$ הוא הספקטרום הרגיל. באופן שקול, $z \in \Lambda_\epsilon(\tilde{\mathbf{A}})$ אם z הוא ערך עצמי של $\tilde{\mathbf{A}} + \mathbf{E}$ עבור הפרעה לא־מובנית כלשהי המקיימת $\|\mathbf{E}\|_2 < \epsilon$ בקואורדינטות המולבנות. ספקטרום יציב שקווי הפסאודו־ספקטרום שלו משתרעים הרחק לעבר אזור אי־היציבות מצביע על כך ששינוי קטנות באופרטור או שינויים פיזיולוגיים קטנים עלולים לשנות מאוד את ההתנהגות החולפת תחת מחלקת ההפרעות שהוגדרה. הרזולבנט

$$\tilde{\mathbf{H}}(z) = \tilde{\mathbf{C}}(z\mathbf{I} - \tilde{\mathbf{A}})^{-1}\tilde{\mathbf{B}}$$

מוסיף את מבנה הקלט והפלט ומראה אילו תדרים וערוצים מוגברים. מחקר קלאסי הראה מדוע ערכים עצמיים יציבים יכולים להיכשל בחיזוי גדילה חולפת במערכות פיזיקליות אי־נורמליות [Trefethen et al., 1993]; תאוריה עצבית מאוחרת יותר ניסחה קידוד והגבר חולף בררני לקלט [Hennequin et al., 2012] [Bondanelli & Ostojic, 2020]. אלה ממצאי גשר, לא ממצאי PTSD.

בדיקה ב־PTSD תצטרך לאמוד את $(\mathbf{A}, \mathbf{B}, \mathbf{C})$ מתוך מפגשי אימון הכוללים EEG או MEG צפופים יחד עם נתונים אוטונומיים, לרשום מראש את המטריקות ואת מחלקת ההפרעות, להעביר את מלוא אי־הוודאות בפרמטרים, ולרשום מראש אילו כיווני רמז צפויים להיות בעלי הגבר גבוה או נמוך. עליה להשוות את השיאים, זמני השיא והדעיכה בנתונים שלא שימשו להתאמה מול מודלים נורמליים מותאמי ערכים עצמיים, מודלי סף לא־ליניאריים ומודלים המסתמכים על הקלט בלבד. אם הרגישות הפסאודו־ספקטרלית משקפת בעיקר רעש אמידה או שינוי שרירותי של הסולם, או אם רמזים שנחזו כבעלי הגבר גבוה אינם עולים על רמזי ביקורת מותאמים, תת־השערת האי־נורמליות נכשלת.

המשפט "רמז קטן גרם לתגובה עצומה" אינו מספיק, משום שגודל חיצוני אינו נורמת הקלט הפנימית. משמעות, הקשר, ציפייה ואינטרוספציה משתתפים בבניית $\mathbf{B}$. פסאודו־ספקטרום יעשה מועיל רק לאחר שהקלט נמדד ביושר. הבטחתו היא דיוק: לא מערכת שברירת לכל כיוון, אלא אפשרות שקלטים מסוימים מוגברים בחלונות מסוימים. הסכנה היא להפוך מתמטיקה אלגנטית למיתולוגיה בדיעבד.

משפט ליבה

פסאודו־ספקטרום ווקטורים סינגולריים הופכים הגבר חולף לבר־בדיקה באמצעות ניבוי אילו הפרעות יגדלו, היכן יופיעו ומתי ידעכו.

בקורות רשת ואנרגיית בקרה

סינזות FLOW HIJACKED

נגישות שואלת אם אפשר להגיע למצב חלופי. בקורות רשת שואלת אם מודל מסוים, בעל קלטים מסוימים, מסוגל לעבור בין מצבים. במערכת ליניארית בדידה שאינה משתנה בזמן,

$$\mathbf{x}_{k+1} = \mathbf{A}\mathbf{x}_k + \mathbf{B}\mathbf{u}_k,$$

בקורות מלאה של המצב דורשת

$$\text{rank} [\mathbf{B} \quad \mathbf{AB} \quad \mathbf{A}^2\mathbf{B} \quad \dots \quad \mathbf{A}^{n-1}\mathbf{B}] = n.$$

זהו משפט בינארי תחת הנחות מדויקות, לא ראייה לכך שמוח או חיים ניתנים לניווט מעשי. מערכת בת-בקרה אך קרובה לסינגולריות עלולה לדרוש אנרגיה בלתי אפשרית. בדינמיקה רציפה, הגרמיאן $\mathbf{W}_c(T)$ קובע את פתרון האנרגיה המזערית ללא אילוצים, אך ערכים עצמיים קטנים שלו עלולים להפוך כיווני יעד ליקרים מדי. פונקציית מטרה מציאותית יותר היא

$$J[\mathbf{u}] = \int_0^T [(\mathbf{x}(t) - \mathbf{x}_*(t))^T \mathbf{Q}(\mathbf{x}(t) - \mathbf{x}_*(t)) + \mathbf{u}(t)^T \mathbf{R}\mathbf{u}(t)] dt + \Phi(\mathbf{x}(T)),$$

כאשר $\mathbf{x}_*$ הוא מסלול יעד, $\mathbf{Q} \succeq 0$ מענישה סטייה ממנו, $\mathbf{R} \succ 0$ מענישה את עומס הקלט, ו- Φ היא עלות סופית. בתרגום קליני, העומס צריך לכלול תופעות לוואי, מצוקה, מאמץ, נגישות, הסכמה ופגיעה בחיים בעלי ערך, לא רק מתח חשמלי או נורמה מתמטית.

מדע הרשתות העצביות מספק גשרים מועילים ואזהרות חדות. מודלים של קונקטום מבני הציגו בקורות ממוצעת, מודאלית ובקרת-גבול, אך המדדים רגישים מאוד לאופן בניית הרשת ולנרמול [Gu et al., 2015] [Karrer et al., 2020]. ניתוח ביקורתי לא מצא בקורות משמעותית ברמת אזור יחיד בניסוחים נפוצים והראה שיחסים דמויי דרגת-צומת נשמרים גם בגרפי אפס לא מציאותיים [Tu et al., 2018]. פרוטוקול בר-שחזור מספק כעת עבודה מוקפדת יותר עם רשתות אפס, [Parkes et al., 2024]. מחקרים בבני אדם קשרו מעברים בעלי עלות מודלית נמוכה יותר למעברים מוחיים שכיחים יותר, אך אנרגיית מודל אינה זהה לעלות מטבולית [Ceballos et al., 2025]. מחקרי הפרעה באמצעות גירוי תוך-גולגולתי ו-TMS-EEG הם גשרים מעודדים, לא אימות ב-PTSD [Stiso et al., 2019] [Shikauchi et al., 2026].

בהקשר טיפולי, השאלה איננה "איזה צומת שולט ב-PTSD?" אלא אם מודל אישי מנבא שקלט בטוח, מקובל ובתזמון מסוים יגדיל את הגישה למצב בעל ערך, ואם המעבר שנצפה תואם את התחזית. פסיכותרפיה, תרופות, שינה, תמיכה חברתית ונירומודולציה פועלות במסלולים ובקני זמן שונים; אי אפשר להתייחס אליהן כעמודות שקולות של $\mathbf{B}$. ייתכן שגם היעד צריך להיות התפלגות על פני מצבים גמישים, ולא נקודת קצה קשיחה אחת.

אסימטריית הכניסה והיציאה ממצב איום (TSRA) תקבל חיזוק אם החלמה תפחית עלות בקרה מאומתת דווקא בדרך למעורבות בטוחה, ואם שינוי זה ינבא תפקוד מעבר לממוצע התסמינים. היא תיחלש אם הבקורות מצטמצמת לדרגת צומת, נכשלת בחיזוי תגובה להפרעה, או משתנה בלי תועלת בחיים עצמם.

משפט ליבה

בקורות מתמטית אינה שליטה קלינית; ערכה הוא בחיזוי מסלולים בטוחים ובהסכמה אל מצבים שלאדם יש סיבה לראות בהם בעלי ערך.

ניתנות לזיהוי, מודלים מתחרים והפרכה

השערת FLOW HIJACKED

מודל רציני חייב להסתכן בהפסד. TSRA אינה מוגנת משום שהתמדה נחוות כאסימטרית, וגם לא בזכות תרשים של מרחב מצבים שאפשר לצייר מחדש לאחר כל תוצאה. הפרמטרים שלה חייבים להיות בני־זיהוי, התחזיות שלה חייבות לשרוד נתונים שלא שימשו להתאמה, ולמודלים פשוטים יותר חייבת להינתן אפשרות לנצח.

גם רשומת קלט-פלט ליניארית ומדויקת אינה חושפת באופן ייחודי את הקואורדינטות הסמויות. לכל מטריצה הפיכה T , הטרנספורמציה

$$\tilde{x} = Tx, \quad \tilde{A} = TAT^{-1}, \quad \tilde{B} = TB, \quad \tilde{C} = CT^{-1}$$

יוצרת אותה התנהגות קלט-פלט, משום ש-

$$C e^{A^t} B = \tilde{C} e^{\tilde{A}^t} \tilde{B}.$$

לכן צירים סמויים אינם נעשים אוטומטית לישויות ביולוגיות ייחודיות. ניתנות מבנית לזיהוי שואלת אם פרמטרים שונים יכולים לייצר אותן תצפיות אידאליות; ניתנות מעשית לזיהוי שואלת אם נתונים סופיים ורועשים מסוגלים להבחין ביניהם. דגימה דלילה, קלט לא ידוע, רעש תהליך, טעות תצפית והטרוגניות אישית יכולים להפוך סף כניסה, התאוששות איטית וכניסה מחודשת בעקבות רמזים לתהליכים שקולים מבחינת התצפית.

המבחן הנדרש הוא תחרות מודלים. בסיס אוטורגרסיבי של תסמינים M_0 צריך להתחרות במודל ליניארי מונע־קלט M_1 , במודל סף לא־ליניארי M_2 , במודל מחליף־משטרים או חצי־מרקובי M_3 , במודל TSRA שמפריד בין כניסה לחזרה M_4 , ובהרחבה אי־נורמלית M_5 . ההשוואה צריכה להשתמש בצפיפות ניבוי לוגריתמית בנתונים שהופרדו מראש לבדיקה, בכיול, בבדיקות ניבוי אפוסטריויות ובאימות חיצוני ברמת אתר שנרשמו מראש, לא רק בטיב ההתאמה. עונשי מורכבות או התפלגויות אפריוריות היררכיות צריכים למנוע ממודל TSRA גמיש "לנצח" רק מפני שיש לו דרכים רבות יותר לחקות את הנתונים.

הראיות מזהירות מפני ניצחון קל. מסקנות ממחקרי למידת פחד משתנות בין יקומים אנליטיים סבירים [Lewis et al., 2023]. קונסורציום גדול של קישוריות דינמית מצא תוצאות אפס בהשוואה אבחונת, ומחקרים קטנים אינם יכולים לבטל אותן בכוח הנרטיב [Tomas et al., 2025]. חיזוי PTSD מרשומות רפואיות אלקטרוניות נראה חזק בהרבה כאשר יעד החיזוי היה תווית מעגלית ברשומה, לעומת ראיון חצי־מובנה [Crow et al., 2025]. מודלים זמניים אישיים מבטיחים, אך האשכולות שלהם עדיין מחייבים אימות עצמאי [Hertz-Palmor et al., 2026].

יש להחליש או לדחות את TSRA אם פרמטרי הכניסה והחזרה אינם מהימנים; אם האסימטריה נעלמת לאחר הכללת איום עכשווי, תדירות רמזים, שינה, תרופות, עוררות בסיסית ושגיאת מדידה; אם M_4 אינו מוסיף חיזוי מחוץ למדגם מעבר ל־ M_0 ; אם שינוי הפרמטרים אינו מתווך שיפור תפקודי יציב; או אם התוצאות אינן משתחררות בין סוגי טראומה ותרבויות. יש לדחות את ההרחבה האי־נורמלית אם מודלים נורמליים מותאמי ערכים עצמיים או מודלים לא־ליניאריים מנבאים הפרעות באותה מידה, אם אי־הוודאות באמידה שולטת בפסאודו־ספקטרום, או אם כיווני רמז בעלי הגבר גבוה נכשלים באופן פרוספקטיבי. מודל של אטרקטור אוטונומי צריך לסגת אם ההתמדה נעלמת לאחר שממדלים קלט מתמשך.

גם כישלון ילמד אותנו דבר מה. ייתכן שיתברר כי איום מתמשך, למידה רגילה, הפרעת שינה, תנאים חברתיים, הטרוגניות סמויה או קנה המידה של המדידה מסבירים טוב יותר את ההתמדה ב־PTSD. Flow Hijacked אינה מחויבת למנגנון יחיד. היא מחויבת לשאול מדוע קשה לחזור, בניסוח מדויק מספיק כדי שהמציאות תוכל להשיב.

משפט ליבה

אסימטריית הכניסה והיציאה ממצב איום (TSRA) ראויה לעמוד במרכז ההרצאה רק אם היא מנבאת מעבר למודלים פשוטים יותר וניתנת לצמצום, לתיקון או לדחייה מכרעת בידי הנתונים.

חלק IX

יותר מפחד

טראומה יכולה לשנות עצמי, אמון, התפתחות ואפשרות
חברתית בלי לצמצם אותם למעגלי פחד.

עוררותיתר ודיסוציאציה כמטרים אפשריים

השערת FLOW HIJACKED

הדימוי המוכר של PTSD הוא של מערכת שעוצמתה הוגברה יתר על המידה: סורקת, נבהלת בקלות, מתקשה לישון ומוכנה לפעולה. אצל אנשים מסוימים, בזמנים מסוימים, זהו תיאור נאמן. אבל הוא אינו מקיף את מלוא החוויה. אחרים מתארים דה־ריאליזציה, דה־פרסונליזציה, שינוי בתחושת הזמן, ריחוק רגשי או אובדן הגישה לתחושה המשולבת "אני כאן, עכשיו". אותו אדם עשוי גם לנוע בין הדפוסים האלה. אם נניח את כולם על קו יחיד ששמו *חומרה*, אנו עלולים לבלבל בין אופנים שונים שבהם החוויה מתארגנת לבין כמויות שונות של אותו הדבר.

יש בסיס אמפירי לכך שכדאי לשמור על ההבחנה. ניתוחי מחלקות סמויות זיהו קבוצות בעלות רמה גבוהה של PTSD שנבדלו זו מזו בנוכחותם של תסמינים דיסוציאטיביים נוספים; ממצאים אלה תרמו להגדרת תת־הסוג הדיסוציאטיבי, אך המחלקות עצמן תלויות במדגם, בפריטים ובמודל הסטטיסטי [Wolf et al., 2012] [Lanius et al., 2012]. מחקר גדול מאוד בקרב מתבגרים מצא חפיפה ניכרת בין פרופילים דיסוציאטיביים בדיווח עצמי של PTSD בסבירות גבוהה ושל PTSD מורכבת בסבירות גבוהה. החפיפה חשובה, אך אלגוריתם או פרופיל סמוי אינם אבחנה קלינית [Bi et al., 2026]. במחקר חלוץ של מוח וגוף נמצאו כיוונים מנוגדים בקשר שבין שונות בקצב הלב לבין קישוריות גזע־המוח-המערכת הלימבית אצל אנשים עם PTSD לעומת אנשים עם תת־הסוג הדיסוציאטיבי. הדבר מתיישב עם אפשרות של אופני ארגון שונים; הוא אינו מוכיח שקיימים שני "סוגים עצביים" [Thome et al., 2022]. גם דה־ריאליזציה שנמשכה שבועיים לאחר טראומה חריפה ניבאה תסמינים קשים יותר כעבור שלושה חודשים בעוקבת AURORA, מעבר לנטל התסמינים הראשוני, אף שתת־מדגם הדימויות היה קטן בהרבה מן המדגם התצפיתי המלא [Lebois et al., 2022].

לכן Flow Hijacked מציעה ייצוג מינימלי דו־ממדי במקום ציר חומרה יחיד:

$$\mathbf{z}_t = \begin{bmatrix} a_t \\ \iota_t \end{bmatrix} \in \mathcal{Z}, \quad a_t := \text{mobilisation/arousal}, \quad \iota_t := \text{experiential integration and present anchoring}.$$

ערך גבוה של a_t כאשר ι_t נשמר אינו אותו מצב כמו ערך גבוה של a_t כאשר האינטגרציה קורסת; תנועה חיצונית מועטה לצד ι_t נמוך אינה פשוט "פחות עוררות". וקטור התסמינים הנצפה $\mathbf{y}_t$ הוא רק הטלה רועשת, $\mathbf{y}_t = h(\mathbf{z}_t, \mathbf{c}_t) + \varepsilon_t$, כאשר $\mathbf{c}_t$ מייצג את ההקשר. לכן מצבים סמויים שונים עשויים להניב ציונים כוללים דומים, ואותו מצב סמוי עשוי להיראות אחרת בסביבות שונות.

זוהי השערה על משטרים אפשריים, לא ממצא שלפיו PTSD כוללת שני אטרקטורים. רוב המחקרים הקיימים על תת־סוגים משווים בין אנשים ונערכים בנקודת זמן אחת; הם אינם יכולים להראות מעבר בתוך אותו אדם, זמן שהייה, היסטריזיס או מטא־יציבות. מחקר דמיון מונחה בתסריטי טראומה, שנרשם מראש וכלל 71 אנשים עם PTSD, מלמד במיוחד: דיסוציאציה לא נקשרה לקיפאון הגופני, לחוסר תנועה בפנים או למבט המקובע שנחזו, ואילו היחסים האוטונומיים היו לא ליניאריים וכמה תחזיות חווייתיות נכשלו [Danböck et al., 2024]. התוצאה אינה מבטלת את האפשרות לחשוב במונחי משטרים. היא מבהירה מה מודל משטרים בעל יושרה מדעית חייב לעשות: לנבא מעברים וממצאי אפס שאינם אינטואיטיביים טוב יותר ממודל רציף של חומרה, באמצעות מדידות צפופות בתוך אותו אדם.

משפט ליבה

ציון תסמינים יחיד יכול להסתיר דרכים שונות בתכלית שבהן אדם אינו מצליח לשוב.

גיוס, קיפאון וכיבוי – בלי מיתוס הסולם

היסק מדעי רחב

לא פעם מספרים את תגובת האיום כאילו הייתה גרם מדרגות: תחילה מעורבות חברתית, אחר כך לחימה או בריחה, לאחר מכן קיפאון ולבסוף כיבוי. קל לזכור את הסיפור הזה. הראיות, לעומת זאת, אינן מסודרות כל כך. התנהגות הגנתית ממשית מורכבת מתהליכים הניתנים להפרדה חלקית: התמצאות, גיוס אוטונומי, עיכוב מוטורי, קשב, שיכור כאב, בחירת פעולה, זיכרון ונוכחות סובייקטיבית. התהליכים יכולים להופיע יחד, להיפרד זה מזה, להתהפך במהירות או להיות קשים לפענוח מבחוץ. חוסר תנועה יכול להתקיים לצד גיוס סימפטי עז; דיסוציאציה יכולה להופיע בלי קיפאון נראה לעין; ותנועה יכולה להתקיים לצד ניתוק עמוק.

סולם כופה סדר מלא,

$$s_1 \prec s_2 \prec \dots \prec s_K,$$

כאילו כל אורגניזם חייב לעבור באותם מצבים ובאותו כיוון. ייצוג שניתן להגן עליו טוב יותר הוא מרחב מכפלה,

$$\mathcal{S} = \mathcal{M}_{\text{motor}} \times \mathcal{A}_{\text{autonomic}} \times \mathcal{J}_{\text{integration}} \times \mathcal{C}_{\text{context}},$$

שבו תגובה היא קואורדינטה $\mathbf{s}_t = (m_t, a_t, l_t, c_t)$, לא שלב בסולם. הכתיב הזה אינו קובע מהי הפיזיולוגיה הנכונה. הוא הופך את הדרישה האמפירית למפורשת: תיאוריה צריכה לנבא אילו צירופים יופיעו, לנוכח אילו רמזים, באילו הסתברויות מעבר ובאיזה נתיב חזרה.

לכן שני אנשים יכולים להיראות מבחוץ באותה תנוחה ובכל זאת להיות מאורגנים מבפנים באופן שונה מאוד. גם אותו אדם יכול להגיע לחוסר תנועה דומה בדרכים שונות באירועים שונים. מן ההתנהגות לבדה אי אפשר לזהות את המצב הסמוי.

ראיות ה-PTSD הקיימות מחזקות את הזהירות הזאת. במחקר תסריטי הטראומה שנזכר לעיל, דיסוציאציה חריפה קיימה קשר בצורת U הפוכה עם קצב הלב ונקשרה לתנודות לא-ספציפיות רבות יותר במוליכות העור ול-HRV בתדירות גבוהה, אך לא למדדי הקיפאון המוטורי והפנים שנחזו. המחקר גם לא אישש משוואה פשוטה בין דיסוציאציה לקהות רגשית [Danböck et al., 2024]. מחקר חלוץ נפרד מצא כיוונים הפוכים של הקשר בין HRV לקישוריות ב-PTSD וב-PTSD דיסוציאטיבית [Thome et al., 2022]. לדה-ריאליזציה מתמשכת יש משמעות פרוספקטיבית בעוקבה גדולה לאחר טראומה, אך גם היא אינה מזהה רצף אוטונומי מחייב [Lebois et al., 2022].

השפה הפופולרית של התיאוריה הפוליווגאלית יכולה להציע אוצר מילים זכיר לתנודות מורגשות בחיבור, בגיוס ובקריסה. ההרצאה הזאת לא תהפוך את אוצר המילים הזה לסולם פילוגנטי שאומת. מטא-אנליזה תומכת בכך שבממוצע מדדי HRV פאראסימפטטיים במנוחה נמוכים יותר ב-PTSD, אך HRV מושפע מנשימה, תנוחה, תרופות, כושר, שינה ופרוטוקול המדידה. הוא אינו מזהה במישרין מסלול וגאלי בעל שם או את מצבו הסמוי של אדם [Schneider & Schwerdtfeger, 2020].

להבחנה הזאת יש משמעות קלינית ומוסרית. אין לקרוא "כיבוי" ככניעה, חולשה או תחנה פרימיטיבית אחרונה. אין לקרוא "גיוס" כיותר אומץ או כיותר פתולוגיה. תגובה שנראית כחוסר זמינות עשויה הייתה להיות הפעולה הפחות מסוכנת בסביבה שלימדה אותה. מנגד, סיפור אבולוציוני משכנע אינו ראייה לכך שכל תגובה עכשווית עודנה מיטבית. התפקוד תלוי בהקשר הנוכחי: האם היה אפשר להימלט, האם אדם אחר היה בטוח, האם ניתן היה לשלוט באיום והאם התצורה ההגנתית מסוגלת להשתחרר כאשר הנסיבות משתנות.

החלופה המדעית למיתוס הסולם אינה עמימות. היא תיאור קשה יותר, הניתן לבדיקה: למדוד כמה ערוצים בעת ובעונה אחת; להפריד בין מצב לתכונה; לדגום מעברים בצפיפות; ולהשוות מודלים מתחרים מחוץ למדגם. עד שיהיו בידינו מחקרים כאלה, "גיוס", "קיפאון" ו"כיבוי" הם משפחות תיאוריות שימושיות – לא כרונולוגיה אוניברסלית ולא גורל אנטומי.

משפט ליבה

מערכת העצבים אינה חייבת לתיאוריה שלנו גרם מדרגות מסודר.

PTSD מורכבת והפרעות בארגון העצמי

היסק מדעי רחב

ההבחנה האבחונית כבר הוגדרה. השאלה העמוקה כאן היא מה מוסיפות לדינמיקה ההפרעות בארגון העצמי. יוסות רגשי, תפיסה עצמית שלילית וקושי ביחסים עשויים לפעול יחד עם ליבת ה-PTSD, אך הם אינם מוכרחים לעלות ולרדת בתיאום. הפעלה רגשית מוגברת ומופחתת יכולות להתחלף. זיכרון מאיים יכול להתרכז בעוד הבושה נשארת. אדם עשוי לשוב לתפקוד בעבודה זמן רב לפני שאמון נעשה אפשרי. לכן המילה "מורכבת" אינה צריכה לכווץ את כל המסלולים האלה. לנקודה גבוהה יותר על ציר יחיד של חומרה.

ספרות המדידה מצדיקה התייחסות רצינית לתחום, אך גם התנגדות לאונטולוגיה מוקדמת מדי. לשאלון הטראומה הבינלאומי יש תמיכה פסיכומטרית נרחבת, אולם הסיווגים שהוא מפיק נשארים אלגוריתמים של דיווח עצמי ולא אבחנות שקבעו אנשי מקצוע [Cloitre et al., 2018]. מטא-אנליזה של ניתוחי גורמים מאששים משנת 2026, שכללה 57 מחקרים ו-43,066 משתתפים, מצאה התאמה מספקת למבנה ההיררכי המיועד, אך התאמה טובה יותר למודל מתואם בעל שבעה גורמים. היא גם הדגישה את ההבדל בין הפעלה רגשית מוגברת להפעלה מופחתת ומצאה מהימנות מוגבלת בכמה מתת-הסולמות [Kindred et al., 2026]. עבודת פרופילים סמויים מוקדמת יותר זיהתה דפוסים נפרדים דמויי PTSD ודמויי PTSD מורכבת, אך השינוך לפרופיל היה תלוי במדגם ובמדדים שנכללו [Cloitre et al., 2013].

כדי לעבור ממבנה לתהליך, נגדיר

$$\eta_t = [p_t \quad r_t^+ \quad r_t^- \quad n_t \quad \ell_t]^\top, \quad \eta_{t+1} = \mathbf{F}(\eta_t, \mathbf{c}_t) + \xi_t,$$

כאשר p_t מייצג את נטל הליבה של PTSD; המשתנים r_t^+ ו- r_t^- מייצגים הפעלה רגשית מוגברת ומופחתת; n_t הוא תפיסה עצמית שלילית; ℓ_t הוא נגישות לקשר; ו- $\mathbf{c}_t$ הוא ההקשר. פתרון גורמים רוחבי אומד שונות משותפת בין הרכיבים. הוא אינו מזהה את פונקציית המעבר $\mathbf{F}$, את כיוון הצימוד או את היעקוביאן המקומי שלה, $\mathbf{J}_t = \partial \mathbf{F} / \partial \eta$. לכן קריאה לרכיבים האלה "משטר דינמי" חורגת מן הראיות.

תוצאות אורך מבהירות מדוע הדינמיקה החסרה חשובה. בשני מדגמי נוחות, הפרעות בארגון העצמי בקו הבסיס ניבאו תסמיני ליבה מאוחרים יותר של PTSD, ואילו הקשרים שכללו דיסוציאציה ותסמינים פסיכויים לא היו עקביים [Fung et al., 2025]. מחקר בן חמש שנים בקרב מתבגרים תיעד 21 נתיבים בין סיווגי PTSD בסבירות גבוהה, PTSD מורכבת בסבירות גבוהה והיעדר הפרעה; ממצא כזה אינו מאפשר להפוך תווית מגל יחיד לזהות יציבה [Kairyte et al., 2026]. חוויות ילדות קשות קשורות לשתי האבחנות, ובממוצע בקשר חזק יותר ל-PTSD מורכבת, אך הן אינן הופכות אף אחת מן התוצאות להכרחית [Li et al., 2026]. הפרעת טראומה התפתחותית נותרת מבנה מוצע ונפרד, שיש לו ממצאים מבטיחים אך עדיין אין לו די אימות בלתי תלוי [Morelli & Villodas, 2022].

גם האבחנה אינה מכתובה רצף טיפול אוניברסלי אחד. סקירה משנת 2026 מצאה מעט הבדלים עקביים בין גישות מבוססות-שלבים לבין גישות שאינן מבוססות-שלבים [Lee et al., 2026]. בניסוי בקרב נשים עם מצגים מורכבים הקשורים להתעללות בילדות נמצאה תועלת גם מ-DBT-PTSD וגם מטיפול בעיבוד קוגניטיבי, ול-DBT-PTSD היה יתרון באותה אוכלוסייה מסוימת [Bohus et al., 2020]. עבור אדם אחד ייצוב עשוי להיות חיוני; עבור אחר הוא עלול להיות דחייה מיותרת. התצורה מכוונת את הבירור — היא אינה נותנת פקודה אחידה. תכליתה היא דיוק שאינו מצמצם חיים שלמים לקטגוריה.

משפט ליבה

PTSD מורכבת נותנת שם לדפוס רחב יותר של סבל; היא אינה הופכת מורכבות לגורל.

פגיעה מוסרית אינה מילה אחרת ל-PTSD

היסק מדעי רחב

פחד אינו הדרך היחידה שבה אירוע יכול להישאר חי. אדם יכול לשרוד את מה שאירע, ובכל זאת לא להצליח ליישב את מה שעשה, את מה שלא הצליח לעשות, את מה שראה, או את מה שחווה כבגידה מצד אדם או מוסד שהיה תלוי בו. הביטוי אירוע בעל פוטנציאל לפגיעה מוסרית מציין חשיפה; פגיעה מוסרית מציינת דפוס מוצע של השלכות מוסריות־רגשיות, בין־אישיות ורוחניות. אף אחד מן המונחים אינו בן־החלפה עם PTSD, דיכאון, אבל, אשמה, בושה או אובדנות.

סקירות שיטתיות מראות שמבנים הקשורים לפגיעה מוסרית קשורים למגוון תוצאות נפשיות והתנהגויות, ובהן תסמיני PTSD, אך ההגדרות, כלי המדידה והאוכלוסיות שונים מאוד זה מזה [Hall et al., 2022] [Williamson et al., 2018]. במדגם גדול של יוצאי צבא, אירועים בעלי פוטנציאל לפגיעה מוסרית היו שכיחים בקרב אנשים שחצו סף סיכון ל-PTSD או לדיכאון, אך החפיפה לא הפכה את המבנים לזהים [Norman et al., 2022]. בעוקבה פרוספקטיבית של לוחמים בישראל שהחלה לפני הגיוס, מאפיינים מלפני ההצבה, חשיפה ללחימה, חוויות הקשורות בבגידה, אשמה ובושה נקשרו לתסמיני דחק פוסט טראומטיים מאוחרים יותר. מאחר שרוב הקשרים נותרו תצפיתיים והסתמכו על דיווח עצמי, המחקר תומך במבנה הזמני יותר משהוא מוכיח שרשרת סיבתית יחידה [Zerach et al., 2023]. באותה תוכנית מחקר, הכנה אתית נקשרה לרמות נמוכות יותר של תסמיני PTSD ותסמינים פסיכיאטריים מאוחרים אחרים, אך היא לא הייתה התערבות אקראית [Zerach et al., 2023].

ההבחנה חשובה מפני שהשאלות המובלעות שונות. בניסוח הנשלט בעיקר בידי איום, המערכת שואלת: האם הרמז הזה מסוכן עכשיו? בפגיעה מוסרית, השאלה הלא פתורה עשויה להיות: מה אומר האירוע הזה עליי, עלינו או על הסמכות שנתתי בה אמון? הכחדת פחד לבדה עלולה אפוא להשאיר את הסתירה המוסרית ללא מענה. מנגד, אשמה או זעם לאחר אירוע טעון מבחינה מוסרית אינם הפרעה באופן אוטומטי. הם יכולים להיות מובנים, נאמנים למציאות ובעלי מידע חברתי. הדאגה הקלינית נובעת מן הדפוס, ההתמדה, הפגיעה בתפקוד, הנוקשות והסיכון שמסביב — לא מעצם נוכחותו של כאב מוסרי.

Flow Hijacked מתייחסת לפגיעה מוסרית כשינוי אפשרי בכללי ההערכה של המערכת. משתני המצב הרלוונטיים עשויים לכלול איום, אחריות, יכולת פעולה, שייכות, לגיטימיות והאפשרות הצפויה לתיקון. זוהי סינתזה, לא מנגנון חישובי שהודגם. המבחן שלה הוא האם משתנים מוסריים מוסיפים כוח הסברי פרוספקטיבי לאחר שמביאים בחשבון את חומרת החשיפה, תסמיני קו הבסיס, דיכאון והקשר חברתי — והאם התערבויות שמתייחסות באופן אמין לאחריות, חמלה, השבה ותיקון, תגובת המוסד או משמעות משנות תוצאות דרך המשתנים האלה.

יש גם סכנה ברומנטיזציה של הקטגוריה. "פגיעה מוסרית" עלולה להפוך לתווית אלגנטית המכסה אבל, מחלוקת פוליטית, לחץ תעסוקתי או חרטה רגילה. היא יכולה גם להסיט את הקשב מתיקון ממשי אל דרכי ההתמודדות של היחיד. המשימה המדעית היא להגדיר את האירוע, ההערכה, הגורם הפועל, הקשר והתוצאה. המשימה האנושית היא להקשיב לכאב מוסרי. בלי לכפות עליו הפרעת פחד רק מפני ש-PTSD היא השפה המוכרת יותר.

משפט ליבה

פחד שואל אם העולם מסוכן; פגיעה מוסרית עשויה לשאול אם העצמי, הקבוצה או העולם שנתנו בו אמון עדיין ראויים לחיים בתוכם.

בגידה, בושה והארכיטקטורה של האמון

סינחת FLOW HIJACKED

אמון אינו תוספת רגשית שמניחים לצד הניורוביולוגיה ה"אמיתית". הוא אומדן מעשי של השאלה אם אדם אחר, מוסד או סביבה יגיבו כמצופה ברגע שבו לפגיעות יש מחיר. משום כך בגידה יכולה לעשות שני דברים בעת ובעונה אחת: להכאיב בהווה ולשנות את אמינותם של אותות ביטחון בעתיד. הרגעה שמגיעה מאותו מקור שאכזב עשויה לשאת משקל ראייתי קטן יותר, גם אם המילים עצמן נכונות.

צריך להבדיל גם בין בושה לאשמה. אשמה יכולה להתמקד בפעולה — עשיתי דבר לא נכון — ואילו בושה נוטה לעיתים להתפשט אל העצמי — משהו בי לא בסדר. בחיים ובכלי המדידה ההפרדה אינה תמיד נקייה כל כך. מטא־אנליזה מצאה קשר בעוצמה בינונית בין בושה לבין תסמיני דחק פוסט טראומטיים; לא מסלול אוניברסלי ולא הוכחה שבושה גורמת ל-PTSD [López-Castro et al., 2019]. מטא־אנליזה תלת־רמתית רחבה יותר מצאה אף היא קשרים משמעותיים של בושה ושל אשמה, והראתה עד כמה הבחירה במבנה ובמדד משנה את התוצאה [Shi et al., 2021]. מחקר פרוספקטיבי על בגידה מספק אחיזה טובה יותר בסדר הזמנים, אך עדיין אינו ניסוי סיבתי. בפאנל שהחל לפני 7 באוקטובר, הערכות הקשורות בבגידה ניבאו בהמשך PTSD בסבירות גבוהה ודיכאון לאחר תקנון למצב הסיון בקו הבסיס ולחשיפה; דיווחים מאוחרים יותר מאותו פאנל קשרו בגידה מוקדמת לנטל תסמינים כעבור שנה [Levi-Belz et al., 2024] [Levi-Belz et al., 2026]. אלה ניתוחים קשורים, לא שחזורים בלתי תלויים.

תיאור פורמלי מינימלי מתייחס לאמון בגורם j , בהקשר c , בזמן t , כתוחלת אפוסטרירורית:

$$\tau_{j,c}(t) := \mathbb{E}[\theta_{j,c} | \mathcal{H}_t], \quad \tau_{j,c}(t+1) = \Pi_{[0,1]}(\tau_{j,c}(t) + \alpha_{j,c}^+[\delta_t]_+ + \alpha_{j,c}^-[\delta_t]_-),$$

כאשר $\theta_{j,c}$ היא מהימנותו הסמויה של הגורם, $\mathcal{H}_t$ היא היסטוריית המפגשים, δ_t היא שגיאת חזיון של מהימנות, $[u]_+ = \max(u, 0)$, $[u]_- = \min(u, 0)$, ו- $\Pi_{[0,1]}$ היא הטלה אל סולם הסתברות. השערת Flow Hijacked אינה שהפרמטרים האלה כבר נאמדו ב-PTSD. ההצעה היא שבגידה חמורה עשויה ליצור עדכון לא סימטרי: למידה שלילית גדולה או עמידה במיוחד, הכללה צרה של ראיות חיוביות, או תלות חזקה בהקשר. במצב כזה אמון חוזר באמצעות ניסיון אמין החוזר על עצמו, לא באמצעות הוראה לתת אמון.

בושה יכולה להעמיק את הארכיטקטורה הזאת בכך שהיא משנה את זהותו של הגורם הנתפס כלא מהימן. אם המודל מייחס את הכשל באופן כולל לעצמי, נסיגה חברתית עלולה לצמצם מפגש עם קשרים שסותרים את המסקנה. אם הכשל מיוחס באופן כולל לאחרים, דריכות עלולה להפוך עמימות לעוד ראיה נגד אמון. שתי הלולאות סבירות; אין להניח שאחת מהן מתקיימת אצל אדם מסוים בלי לבדוק.

לכן תיקון אינו יכול להיות דרישה לתת אמון. פירושו להפוך מהימנות לדבר שניתן לראות: עקביות, הסכמה, נשיאה באחריות, גבולות הנאמרים ביושר, ודי זמן כדי שראיות חיוביות יוכלו להיעשות אמינות. זהו עיקרון מוסרי וגם ניבוי מדעי. עליו לעמוד למבחן, לא רק לעורר הזדהות.

משפט ליבה

אמון אינו חוזר מפני שביקשו אותו; הוא חוזר כשביטחון נעשה אמין דיו כדי לעדכן את המודל.

זהות, משמעות והעצמי החברתי

סינחת FLOW HIJACKED

טראומה יכולה לשנות יותר ממה שאדם זוכר. היא יכולה לשנות את השאלות שבאמצעותן החוויה מתארגנת: מי אני עכשיו? אילו תפקידים עוד אפשריים עבורי? איזה מין עולם הוא זה? איזה עתיד עוד אפשר לחיות בתוכו? אלה אינן קישוטים סביב מעגל פחד. הן מעצבות קשב, פעולה, השתייכות, אחריות ואת פירושן של תחושות הגוף. ועם זאת, אסור לשפת הזהות בלוע את האבחנה. לא כל שינוי בזהות הוא PTSD, ושום מדד מעבדתי בקורפוס הזה אינו קורא את המשמעות של אדם ישירות מן המוח.

מחקר על PTSD מורכבת מספק נקודת אחיזה אמפירית. תפיסה עצמית שלילית והפרעה ביחסים הן חלק מתחום ההפרעות בארגון העצמי ב-ICD-11, ויש לכך תמיכה משמעותית אך תלוית-מדדה [Cloitre et al., 2018] [Kindred et al., 2026]. בשני מדגמי נוחות שנבדקו לאורך זמן, הפרעות בארגון העצמי בקו הבסיס ניבאו בהמשך את תסמיני הליבה של PTSD, בעוד שקשרים צולבים אחרים בין דיסוציאציה לתסמינים פסיכויטיים לא היו עקביים [Fung et al., 2025]. סקירות של פגיעה מוסרית מוסיפות ראיות לכך שהערכות של הפרה ושל בגידה משתנות יחד עם מצוקה במסגרות צבאיות ואזרחיות [Hall et al., 2022]. מחקר איכותני יכול להאיר את המבנה של החיים עצמם בלי לאמוד שכיחות: מדגם נבחר של שורדי פסטיבל נובה, שכל משתתפיו נחשפו לחומרים פסיכואקטיביים וקיבלו תמיכה נפשית, תיאר החלמה אישית והחלמה קולקטיבית כתהליכים המשפיעים זה על זה; מתנדבים שעסקו באיסוף ובזיהוי חללים תיארו משמעות והנצחה גם כנטל וגם כמשאב [Simon et al., 2025] [Cohen-Zada, 2026].

ביחד, הספרויות האלה מצדיקות התייחסות רצינית לעצמי ולמשמעות. הן אינן מצדיקות קריאת זהות ישירות מציוני תסמינים, הנחה שכל אדם חווה שבר בזהות, או הפיכת תמה איכותנית למנגנון של אוכלוסייה שלמה.

Flow Hijacked מייצגת זהות ומשמעות כמשתנים איטיים המסוגלים לעצב מעברים מהירים בין מצבים:

$$\mathbf{x}_{t+1} = F(\mathbf{x}_t, \mathbf{u}_t, \mathbf{c}_t; \phi_t) + \omega_t, \quad \phi_{t+1} = \phi_t + \varepsilon G(\mathbf{x}_t, \mathbf{u}_t, \mathbf{r}_t), \quad 0 < \varepsilon \ll 1.$$

כאן $\mathbf{x}_t$ הוא המצב המהיר של מוח-גוף-פעולה; $\mathbf{u}_t$ הוא הקלט העכשווי; $\mathbf{c}_t$ הוא ההקשר; ו- ϕ_t מייצג הנחות המשתנות לאט יותר בדבר העצמי, האחרים, יכולת הפעולה והעתיד. הווקטור $\mathbf{r}_t \in \mathbb{R}^h$ מכיל ראיות מדודות של יחסים ותיקון שעשויות להיכנס ללמידה האיטית, למשל מענה אמין, הכרה, השבה או ויסות משותף. הפרמטר הקטן ε מסמן סולם זמן איטי יותר, לא קיבעון. ניסוח מהיר-איטי זה הוא סינחתה של Flow Hijacked. המחקרים שנזכרו אינם מאמתים את המשוואות או את הפרמטרים שלו.

הניסוח מבהיר פרדוקס אנושי. זהות המתארגנת סביב דריכות, הסתמכות עצמית או ריחוק רגשי יכולה לשמר לכידות לאחר שהעולם נעשה בלתי מהימן. בהמשך אותו ארגון עלול לצמצם קשרים ועתידיים אפשריים. הכינוי "לא־מסתגל", אם ניתן מהר מדי, שוכח איזו בעיה הארגון פתר. הכינוי "קבוע" שוכח שגם משתנים איטיים משתנים — באמצעות פעולה, קשר, שפה, תיקון מוסרי וניסיון חדש.

משום כך יצירת משמעות אינה תרופה ואינה "צד חיובי" שחובה למצוא. אדם יכול להחלים בלי לבנות לקח גדול. אדם אחר עשוי להזדקק לסיפור המסוגל להחזיק את השבר בלי לאפשר לו להפוך לעצמי כולו. התוצאה החשובה אינה שפה מעוררת השראה, אלא השאלה אם מודלים הנאמנים יותר לחוויה ושאפשר לחיות בתוכם מאפשרים עוד בחירות, קשרים ועתידיים.

משפט ליבה

טראומה אינה מוכרחה למחוק את העצמי; היא עשויה לגייס אותו כדי שהסכנה תמשיך להיות מובנת.

אקולוגיה חברתית וויסות משותף

היסק מדעי רחב

מערכת עצבים אינה לומדת ביטחון לבדה. היא לומדת בתוך בית, שכונה, מוסד, מקום עבודה, חדר טיפול ותרבות. אנשים אחרים מספקים מידע: האם סכנה קרובה, האם אפשר לשאת מצוקה יחד, האם פעולה תקבל גיבוי והאם עזרה תהיה זמינה גם מחר. לכן "תמיכה חברתית" אינה רק שכבת ריכוך נעימה לצד הפרעה של היחיד. היא יכולה להיות קלט למודל האיום – וגם תוצאה שההפרעה עצמה פוגעת בה.

הראיות החזקות ביותר הן הדדיות ולא חד-כיווניות. מטא-אנליזה של מחקרי אורך, שכללה 32,402 משתתפים, מצאה שתמיכה חברתית ניבאה תסמיני PTSD מאוחרים יותר, ושגם תסמיני PTSD ניבאו תמיכה מאוחרת יותר; לאחר בקרה על הרמות הקודמות, הקשרים הצולבים הממוצעים היו קטנים [Wang et al., 2021]. ניתוח בן חמישה גלים בעוקבת AURORA, שכלל 2,943 אנשים שנחשפו לאחרונה לטראומה, מצא אף הוא שתמיכה רגשית ותסמיני PCL-5 ניבאו זה את זה לאורך חלק ניכר מן השנה שלאחר מכן. תמיכה רגשית נקשרה בעוצמה הרבה ביותר לתסמינים מאוחרים יותר של מצב רוח וקוגניציות שליליים, ואילו הימנעות הייתה אשכול התסמינים שנקשר בעוצמה הרבה ביותר לתמיכה נתפסת נמוכה יותר בהמשך [Santos et al., 2026]. במהלך טיפול בחשיפה ממושכת נקשרה תמיכה גבוהה יותר לירידה גדולה יותר בתסמינים, אך קשר זה לבדו אינו מלמד אם התמיכה חוללה את השיפור, אם השיפור הפך את התמיכה לנגישה מחדש, או אם שני התהליכים פעלו יחד [Price et al., 2018]. גם משאבי השכונה נקשרו באופן פרוספקטיבי למסלולים לאחר טראומה ולתגובתיות לתגמול; כך מתרחב ההקשר מעבר לדיאדה הקרובה, אך תיווך עצבי עדיין לא הוכח [Webb et al., 2024].

מודל מצומד מתאר את הבעיה ביושר רב יותר מחץ חד-כיווני של "גורם מגן":

$$\begin{bmatrix} p_{t+1} \\ s_{t+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f_p(p_t, \mathbf{e}_t) - \beta s_t \\ f_s(s_t, \mathbf{q}_t) - \gamma p_t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_t^{(p)} \\ \epsilon_t^{(s)} \end{bmatrix},$$

כאשר p_t הוא נטל התסמינים, s_t הוא תמיכה נגישה ואמינה, $\mathbf{e}_t$ מייצג חשיפה ותנאים חומריים, ו- $\mathbf{q}_t$ מייצג את איכות הקשר ואת ההזדמנות לממשו. המקדמים β ו- γ אינם קבועים אוניברסליים שנקבעו אמפירית. המשוואה מנסחת טענה הניתנת לבדיקה: תמיכה ותסמינים עשויים ליצור מערכת משוב, ולכן מתאם רוחבי אינו יכול לזהות איזה מנוף נע ראשון.

המודל גם מאפשר לתמיכה להיכשל, להגיע מאוחר מדי או להיות בלתי שמישה כאשר היא מותנית, אינה בטוחה או מגיעה ממקור שהאדם אינו יכול לתת בו אמון.

גם במונח ויסות משותף יש להשתמש בזהירות. אדם אמין עשוי לשנות נשימה, קשב, בחירת פעולה ואת משמעותו של רמז עמום. שגרות משותפות יכולות להפחית אי ודאות. מוסדות יכולים להפוך ביטחון לדבר ממשי – או להיכשל בכך. אך הספרות הקיימת כמעט שאינה מודדת בצפיפות מספקת את הפיזיולוגיה, ההתנהגות וההקשר של שני אנשים כדי לבסס מנגנון מסוים של ויסות משותף. המשפט "קשר מרפא" הוא אנושי; מבחינה מדעית הוא עדיין אינו מפורט דיו.

אקולוגיה חברתית גם מונעת הטלת אשמה על היחיד. אדם אינו יכול לווסת את דרכו החוצה מדיוור לא בטוח, מבגידיה מוסדית, מבידוד, מאפליה או מחשיפה חוזרת. גם קבלת תמיכה אינה מבטיחה החלמה. השאלה המדויקת יותר היא אם הסביבה מספקת תנאים אמינים ושמישים שבהם מצבים חלופיים נעשים נגישים – ואם האדם יכול לקבלם ללא כפייה.

משפט ליבה

ביטחון הוא גם חברתי: המערכת לומדת לא רק מן הרמז, אלא גם מן השאלה אם מישהו אמין נשאר כשהרמז מגיע.

התפתחות, תקופות רגישות והצימוד בין הורה לילד

היסק מדעי רחב

ילד אינו מבוגר קטן שיש לו פחות מילים. ההתפתחות משנה את מה שאפשר לחזות, לזכור, לקרוא לו בשם ולווסת — וגם עד כמה אפשר להישען על אדם אחר לשם ויסות. היא משנה את משמעות הפרידה, את מגוון הפעולות הזמין ואת המידה שבה מצבו של ההורה או של הדמות המטפלת נעשה חלק מן הראיות של הילד על העולם. בכך נוצרת רגישות, לא גזירת גורל. פלסטיות יכולה להעצים את השפעת החשיפה; היא גם משאירה אפשרות ללמידה מאוחרת יותר.

מטא-אנליזה של 64 מחקרים בקרב ילדים ובני נוער מצאה שגורמים בזמן הטראומה ולאחריה — ובהם הערכת המצב, תפקוד המשפחה ותמיכה חברתית — סיפקו בדרך כלל מידע רב יותר ממשתנים מרוחקים רבים שקדמו לטראומה, אף שהאומדנים השתנו לפי העיצוב וסוג הטראומה [Trickey et al., 2012]. במחקר אורך של 170 צעירים שנחשפו לאלימות, שינוי מוקדם ביכולת להבחין באיום תיווך סטטיסטית עלייה מאוחרת יותר בתסמיני PTSD לאורך שנתיים. הממצא תומך בלמידה התפתחותית כמסלול אפשרי, לא כהסבר סיבתי מלא [Machlin et al., 2024]. ברמת מבנה המוח, מגה-אנליזה של ENIGMA משנת 2026 שכללה 3,711 משתתפים מצאה קשרים קטנים וספציפיים לגיל ולמין בין התעללות לבין מדדים מבניים, ולא מצאה השפעות מובהקות בילדים לאחר תיקון לריבוי בדיקות. זהו גבול חשוב מול הרטוריקה הדטרמיניסטית שלפיה "טראומה משנה את מוחו של הילד" [Wang et al., 2026].

גם מסלולי ההורה והילד יכולים להיות מצומדים לאורך שנים. לאחר רעידת האדמה בוונצ'ואן, מסלולי תסמיני ה-PTSD של אימהות ניבאו את בריאותם הנפשית של ילדיהן עשר שנים מאוחר יותר [Chen et al., 2020]. סקירה שיטתית של טראומה הקשורה למלחמה ושל יחסים בשלוש השנים הראשונות לחיים מצאה רק 11 מחקרים הטרוגניים — די כדי לבסס את חשיבות הנושא, לא כדי לקבוע כיוון או מנגנון יחיד [Chasson et al., 2026]. היחסים יכולים להעביר ביטחון, חוסר ויסות, שפה, שגרה וגישה למשאבים; הורה וילד יכולים גם לחלוק את אותה סכנה ואת אותם אובדנים.

אותה חשיפה עשויה לקבל משמעות שונה בגיל ארבע, ארבע-עשרה או ארבעים. ההתפתחות משנה את המושגים הזמינים, את התלות ואת השליטה — לא רק את עוצמתה המספרית של תגובת מבוגר אחידה.

מערכת מצומדת מינימלית היא

$$\begin{aligned}\mathbf{x}_{t+1}^{(c)} &= F_c(\mathbf{x}_t^{(c)}, \mathbf{x}_t^{(p)}, \mathbf{e}_t; \theta_c(a_t)) + \omega_t^{(c)}, \\ \mathbf{x}_{t+1}^{(p)} &= F_p(\mathbf{x}_t^{(p)}, \mathbf{x}_t^{(c)}, \mathbf{e}_t; \theta_p) + \omega_t^{(p)},\end{aligned}$$

כאשר $\mathbf{x}_t^{(c)}$ ו- $\mathbf{x}_t^{(p)}$ הם מצבי הילד וההורה, $\mathbf{e}_t$ הוא הסביבה המשותפת, ו- $\theta_c(a_t)$ משתנה עם הגיל ההתפתחותי a_t . המשוואה מאפשרת במפורש השפעה דו-כיוונית וסיבות משותפות. היא אוסרת את הקפיצה העצלה מן המתאם בין תסמיני הורה וילד אל אשמת ההורה.

טענות על תקופה רגישה מחייבות ראיות פרוספקטיביות לכך שעיתוי החשיפה משנה את הרגישות מעבר להשפעתה המצטברת, והן חייבות להשאיר מקום לפלסטיות מאוחרת. גם ההערכה צריכה להתאים לגיל: דיווח הורה, דיווח ילד, התנהגות ופיזיולוגיה אינם בני-החלפה. ההתפתחות שייכת למודל הסיבתי מפני שהמערכת משתנה בזמן שהיא לומדת — לא מפני שהילדות כותבת גזר דין שאין ממנו חזרה.

משפט ליבה

מערכות הילד וההורה יכולות להיות מצומדות בלי להפוך את ההורה לסיבה ובלי לקבע את עתידו של הילד.

חוסן וצמיחה פוסט טראומטית – בלי רומנטיזציה

היסק מדעי רחב

לעיתים מדברים על חוסן כאילו היה רכוש: משהו שיש לאנשים חזקים וחסר לאחרים. מדע אורך מציע הגדרה טובה ואנושית יותר. חוסן הוא מסלול שנצפה בתחום מסוים, לאורך פרק זמן מסוים ובתנאים מסוימים. אדם עשוי לעבוד, לגדל ילדים או לשמור על קשרים בעוד הסיכונים נמשכים. אדם אחר עשוי לדווח על מעט תסמינים ועדיין לחיות בלי גישה למשמעות או לביטחון. שום ציר יחיד אינו מוסמך להכריע מי "החלים היטב".

סקירות של מסלולים לאחר טראומה מוצאות שוב ושוב הטרוגניות – רמה נמוכה ויציבה, החלמה, קושי מושהה וקושי מתמשך – אך מספר המחלקות ושכיחותן לכאורה משתנים עם הדגימה, הנשירה, מועדי המדידה והנחותיו של מודל התערובת [Galatzer-Levy et al., 2018]. ניתוחים חוזרים הראו שאומדן של מסלול חוסן דומיננטי יכול להצטמצם כאשר משתמשים במודלים מגבילים פחות [Infurna & Luthar, 2016]. מחלקה לטנטית היא אפוא תקציר של נתונים תחת מודל, לא סוג של אדם "חסין". אסור להפוך אותה למדד מוסרי שלפיו שופטים אדם שתסמיניו נמשכים.

גם בשם העצם "צמיחה פוסט טראומטית" צריך לנהוג בדיוק. אנשים עשויים לדווח על סדר עדיפויות שהשתנה, קשרים עמוקים יותר, שינוי רוחני או תחושת אפשרות רחבה יותר לאחר טראומה. הדיווחים האלה יכולים להיות בעלי משמעות עמוקה. הם אינם הוכחה שהאירוע היטיב עם האדם, ואינם בהכרח זהים לשינוי חיובי שנמדד פרוספקטיבית. במחקר שכלל מדידות לפני האירוע ואחריו, צמיחה נתפסת כמעט שלא נקשרה לשינוי חיובי ממש, אך נקשרה למצוקה ולפרשנות חיובית מחדש [Frazier et al., 2009]. מטא-אנליזה קשרה תמיכה חברתית לצמיחה מדווחת, אולם חלק גדול מן הספרות היה רוחבי והסתמך על דיווח עצמי [Ning et al., 2023]. סקירה שיטתית מצאה דפוסים חוזרים שבהם דחק פוסט טראומטי וצמיחה מופיעים יחד, ובכך הדגישה שהם יכולים לדור בכפיפה אחת ולא להימצא בשני קצוות של אותו סולם [Fletcher et al., 2023].

לכן Flow Hijacked מפרידה לפחות בין ארבע תוצאות: מסלול התסמינים, תפקוד, נגישות לקשרים ואפשרות לעתיד. שיפור באחת עשוי להקדים שיפור באחרת, לאפשר אותו או לא לחולל אותו כלל. צמיחה מדווחת יכולה להיות תיאור כן של יצירת משמעות גם כאשר התסמינים נותרים. היא יכולה גם להיות מאמץ לשמר לכידות. רק מדידה אמיתית מלפני האירוע יכולה להראות שינוי ביחס לרמה הקודמת, וגם אז אין בכך זיהוי אוטומטי של הטראומה כסיבה.

חוסן מותנה גם במשאבים. אי אפשר להשוות מבחינה מוסרית בין מסלול יציב הנשען על דיור, הכנסה, טיפול, קהילה וביטחון פיזי לבין מסלול המתהווה בתוך סכנה ואובדן חוזרים. ההקשר הוא חלק מן המסלול, לא רעש שסביבו.

הוויתור על הרומנטיזציה אינו ויתור על תקווה. פירושו שהתקווה אינה נקנית באמצעות שבח לאירוע או מתן ציון לשורד. החלמה יכולה להכיל אבל. הסתגלות יכולה להכיל פגיעות מתמשכות. צמיחה, כאשר אדם עצמו נותן לה את השם הזה, שייכת לו – לא לתיאוריה הזקוקה לכך שבטראומה תהיה מתנה.

משפט ליבה

אדם אינו חייב לטראומה שינוי נשגב; צמיחה אינה הופכת את הפצע לכדאי, וכאב מתמשך אינו כישלון בחוסן.

חלק X

שבעה באוקטובר ומדע האיום המתמשך

שבעה באוקטובר מספק ראיות נטורליסטיות דחופות בתנאי איום מתמשך; הוא אינו מגדיר את PTSD כולה.

מקרה בוחן מדעי, לא סמל

היסק מדעי רחב

7 באוקטובר 2023 והתקופה הממושכת שבאה בעקבותיו שייכים להרצאה הזאת מסיבה מדעית מוגדרת. הם יצרו זירה נטורליסטית כבדת-משקל שבה אפשר לחקור לאורך זמן חשיפה ישירה וקשה, שכול, שבי, עקירה, שירות צבאי, טיפול באחרים, חשיפה חוזרת לתקשורת ואי ודאות נמשכת. כמה תוכניות מחקר מדדו את אותם אנשים עוד לפני המתקפה. לאחרות כבר היו נתוני אוכלוסייה או נתוני לבישים שנאספו במשך שנים. עיצובים כאלה יכולים לזהות שינוי שסקר חד-פעמי אינו מסוגל לראות.

ועדיין, ההיסטוריה לא הפכה לניסוי. החשיפה לא הוקצתה באקראי. בעקבות האירוע באו מלחמה, פינוי, גיוס מילואים, פגיעה כלכלית, אי ודאות סביב החטופים, הסלמות נוספות ואובדנים אישיים חוזרים. את הנגד-עובדתי — המסלול שכל אדם היה עובר אילולא האירועים האלה — אי אפשר לצפות במישרין. נשירה מן המחקר, הכיסוי החלקי של פאנלים מקוונים, בחירה עצמית ושיטות מדידה משותפות ממשיכים להשפיע על המסקנות. פרטיות והסכמה מדעת רגישות במיוחד בקהילות קטנות של שורדים, שבים מן השבי ומשפחות שכולות.

הראיות החזקות ביותר מן הפאנלים ממחישות מדוע המקרה הזה חשוב. עוקבה לאומית אחת מדדה PTSD בסבירות גבוהה, דיכאון וחרדה כמה שבועות לפני המתקפה ושוב למדוד אותם פעמים אחדות לאחריה; בהמשך התרחב המעקב לשישה גלים לאורך 27 חודשים [Levi-Belz et al., 2024] [Levi-Belz et al., 2026]. מדגם נפרד כלל תצפיות מ-2018 ומ-2022, לפני שני גלים שנאספו אחרי המתקפה, וכך אפשר למדל מסלולים לאורך אופק ארוך יותר [Levin et al., 2025]. תוכנית שעונים חכמים בת שלוש שנים תיעדה שינויים חדים בדחק מדוות, במצב הרוח, בשינה ובפעילות סביב האירוע, אף שלא המכשירים ולא סינון ה-PCL-5 שנעשה בהמשך מהווים אבחנת PTSD [Yamin et al., 2025]. עוקבת אוכלוסייה אחרת עקבה בעת טראומה מתמשכת אחר דפוסים של PTSD בסבירות גבוהה, PTSD מורכבת בסבירות גבוהה ואבל ממושך, ומצאה שהתוצאות האלה לא נעו יחד [Levin et al., 2026].

המחקרים האלה הופכים את 7 באוקטובר למבחן רב-עוצמה של השאלה המרכזית בהרצאה: כיצד מצב קודם, טופולוגיית החשיפה, אובדן, שינה, ויסות גופני, אמון והקשר חברתי מעצבים את הכניסה למצבים הגנתיים ואת החזרה מהם? בה בעת הם חושפים מגבלה של השאלה. עבור אנשים רבים, הסביבה עדיין לא שבה לביטחון יציב. המונח "פוסט טראומטי" יכול לסמן כרונולוגיה אבחנית בלי לטעון שהאיום, אי הוודאות או האבל הסתיימו.

לכן החלק הזה מסרב לשלושה קיצורי דרך. הוא לא ישתמש באירוע כרטוריקה פוליטית. הוא לא יהפוך את ישראל לאורגניזם טראומטי אחד ולא ייתן אבחנה למדינה. והוא לא יציג את הספרות הזאת כתבנית אוניברסלית ל-PTSD. אלה ראיות ממקרה בוחן משמעותי אחד בתוך מדע רחב בהרבה של אלימות בין-אישית, תאונות, אסונות, לחימה, שבי, עקירה וטראומות אחרות. ערכן טמון במה שעיצובי המחקר מאפשרים לנו לשאול — ובמשמעת שבה אנו אומרים על מה הם אינם יכולים להשיב.

גם למיקומו של החלק בהרצאה יש משמעות. המדע הכללי כבר הניח את השאלות ואת גבולות ההיסק; מקרה הבוחן בודק כעת עד כמה הם מועילים. האירוע אינו משמש ליצירת תיאוריה החסינה מהשוואה לטראומות אחרות.

משפט ליבה

7 באוקטובר מאיר מדעית כאשר מתייחסים אליו כאל ראיה בתוך הקשר, לא כאל סמל שנדרש לשאת לבדו תיאוריה שלמה על PTSD.

המשמעת של השפה האבחונית

ממצא אמפירי

מילים כמו טראומה, דחק ו-PTSD משמשות לעיתים כאילו די בעלייה בעוצמה כדי לעבור מאחת לאחרת. השפה המדעית מחייבת כלל אחר: שם העצם צריך להתאים למדידה. חשיפה לטראומה היא תנאי הנוגע לאירוע, לא הפרעה. דחק חריף מתאר תגובה מוקדמת, או אבחנה נפרדת כאשר כל אמות המידה שלה נבדקו. תסמיני דחק פוסט טראומטיים, PTSD, הם ממדיים. חציית סף בשאלון מתוקף יכולה להצביע על PTSD בסבירות גבוהה או על סינון חיובי. PTSD שאובחנה קלינית מחייבת הערכה אבחונית מתאימה; קוד מנהלי הוא דרך בירור נוספת ושונה.

בתיק המחקר של 182 פרסומים על 7 באוקטובר שנאסף לצורך ההרצאה, 100 רשומות עוסקות בתגובות סמוכות לטראומה, באל, במצוקה, בהסתגלות או בתפקוד בלי לבסס PTSD; חמישים ושתיים מדווחות על חומרת PTSD; עשרים ותשע משתמשות ב-PTSD בסבירות גבוהה שהוגדרה באמצעות שאלון; ורשומה אחת משתמשת בזיהוי מנהלי לפי ICD. באף מחקר אוכלוסייה שאותר לא נקבעה שכיחות PTSD באמצעות ריאיון אבחוני שנוהל בידי איש מקצוע. ההתפלגות הזאת אינה מפחיתה מערכם של 181 המחקרים האחרים. היא מגדירה כיצד מותר לכנות את התוצאה של כל אחד מהם.

דוגמאות הופכות את ההבחנה למוחשית. הפאנל הלאומי בעל קו הבסיס מלפני האירוע דיווח על PTSD בסבירות גבוהה לפי ספי דיווח עצמי, לא על 710 אבחנות קליניות [Levi-Belz et al., 2024]. מחקרי המסלולים בקרב שורדי נובה השתמשו ב-PCL-5 כדי למדל מהלך תסמינים או סינון חיובי, וגם הם לא הציגו אבחנה קלינית [Simon et al., 2026] [Magal et al., 2026]. מחקר בקרב מבוגרים שפוננו מבתיים תקף סולם לתסמיני דחק חריף; הוא לא אמד PTSD [Gilbar, 2025]. מחקר על משפחות חטופים מדד בריאות, שינה ושינוי שנזכר בדיעבד, בלי להשתמש בכלי למדידת PTSD [Livne et al., 2024]. מחקרים על ילדים ששוחררו מן השבי ועל מבוגרים ששבו ממנו השתמשו בעדויות פומביות איכותניות כדי להבין חוויה והתמודדות, לא שכיחות אבחונית [Katz et al., 2024] [Levkovich et al., 2025]. אבל ממושך, דיכאון וחרדה יכולים להתקיים לצד PTSD, אך אי אפשר לספור את נוכחותם כ-PTSD באמצעות תחליף [Levin et al., 2026] [Groveiss et al., 2026].

הרשומה המנהלית היחידה מאלפת מן הכיוון ההפוך. עוקבה של כללית זיהתה PTSD באמצעות קידוד ICD-10 במחקר על רישום בנזודיאזפינים לאחר האירוע. אבחנה מנהלית קרובה יותר לטיפול קליני מסך תסמינים, אך היא יכולה להחמיץ אנשים שלא קיבלו טיפול, לקודד דפוסי נגישות לשירות ולהיות שונה מריאיון מובנה [Rahamim et al., 2026]. סולם CAPS, המנהל בידי איש מקצוע, נותר עוגן להערכה אבחונית של PTSD; גם כלי חזק אינו מבטל שאלות של דגימה ועיתוי [Blake et al., 1995].

הדיוק הזה אינו קטנוניות. שפה אבחונית מנופחת עלולה להפוך תגובות נורמליות לסכנה יוצאת דופן או נמשכת לפתולוגיה, לעוות תכנון שירותים ולמחוק אבל או פגיעה מוסרית באמצעות החלפת שמם. שפה מצמצמת מדי יכולה מצדה להסתיר פגיעה קשה בתפקוד. הפתרון אינו להקטין את הסבל, אלא לדווח על הכלי, הסף, חלון הזמן, האוכלוסייה והתפקוד — ולשמור את שם העצם החזק ביותר לדרך הבירור החזקה ביותר.

אותו כלל חל גם על שינוי. ירידה מתחת לסף סינון אינה בהכרח החלמה, הישארות מעליו אינה בהכרח PTSD כרונית שאובחנה, וממוצע קבוצתי גבוה אינו מאבחן אדם כלשהו. יש לדווח על תפקוד ועל הצורך כפי שהוא נחוה לצד הקטגוריות.

משפט ליבה

מצוקה אינה אבחנה, סף אינו ריאיון, ואבל אינו PTSD בשם אחר.

מה נתוני בסיס מלפני 7 באוקטובר יכולים להראות – ומה לא

ממצא אמפירי

נתוני בסיס מלפני אירוע הם דבר נדיר במחקר טראומה, מפני שאסונות אינם מתאמים את בואם עם חוקרים. כאשר אותם אנשים נמדדו לפני האירוע, אפשר להבחין בין שינוי שנצפה לראשונה לאחריו לבין נטל שכבר היה שם. זהו יתרון גדול על פני בקשה מאנשים לזכור בדיעבד כיצד הרגישו בעבר. אבל אין זה נגד־עובדתי סיבתי מלא.

יהי $Y_i(t_0)$ ערך התוצאה שנמדדה אצל משתתף i לפני האירוע, ו- $Y_i(t_1)$ הערך שנצפה לאחריו. השינוי בתוך האדם הוא

$$\Delta_i = Y_i(t_1) - Y_i(t_0).$$

לעומת זאת, ההשפעה הסיבתית הייחודית לאירוע הייתה משווה בין העתיד שנצפה לבין עתיד לא נצפה ללא האירוע,

$$\tau_i(t_1) = Y_i^{(1)}(t_1) - Y_i^{(0)}(t_1).$$

מכיוון ש- $Y_i^{(0)}(t_1)$ חסר, אין להסיק ש- $\Delta_i = \tau_i(t_1)$, אלא אם אפשר להגן על הנחות בדבר מגמות זמן, שקילות המדידה בין התנאים, חשיפות מקבילות ונשירה. קו בסיס מעגן את נקודת המוצא; הוא אינו מייצר את העתיד החסר.

הפאנל המוכר ביותר סביב 7 באוקטובר מדד את אותם מבוגרים באוגוסט 2023 ושוב חמישה עד שישה שבועות לאחר המתקפה. שיעור ה-PTSD בסבירות גבוהה עלה מ-16.2% ל-29.8%, ובמקביל עלו גם דיכאון וחרדה בסבירות גבוהה (Levi-Belz et al., [2024]. ניתוחים מאוחרים יותר בחנו משתתפים יהודים וערבים, בגידה, שכול, קבוצות חשיפה ומסלולים לאורך 27 חודשים [Groveiss et al., [2024 [Levi-Belz et al., [2025 [Levi-Belz et al., [2026 [Levi-Belz et al., [2026]. המאמרים שואלים שאלות שונות ומשתמשים בחלונות זמן שונים, אך נשענים במידה רבה על אותה עוקבת Panel4All. אין לחבר את גדלי המדגם שלהם, ומספר הפרסומים אינו מספר השחזורים.

מדגם נפרד, מענייניציגי, של יהודים בישראל כלל תצפיות מ-2018 ומ-2022, לפני הגלים שלאחר המתקפה. קו הבסיס הארוך מסייע להבחין בין מסלולים מתמידים, פגיעים ומתאוששים, בעוד שהפערים הארוכים בין המדידות, טראומות קודמות שונות והבחירות במודל התערובת מקשים לייחס סיבתיות [Levin et al., [2025]. נתוני בסיס אחרים משיבים על שאלות צרות יותר. במחקר פרוספקטיבי אחד נמדדו תמיכה ומשתנים רגשיים לפני 7 באוקטובר, אך מדד הדחק הפוסט טראומטי הייחודי לאירוע נוסף רק אחריו; לכן אין לכנותו קו בסיס של PTSD מלפני האירוע [Barel et al., [2025]. מחקר על שינה שילב נתוני אוכלוסייה אמיתיים מלפני האירוע עם דיווח רטרופספקטיבי על השינה בתתי־מדגם אחרים; אין למזג בין רמות הראיה האלה [Zak et al., [2025]. נתונים ממושכים משעונים חכמים מספקים רצף אובייקטיבי לאורך זמן, אך תוצאות סינון מאוחרות יותר ובירות המשתתפים שהיו בעלי מכשירים יוצרים מגבלות אחרות [Yamin et al., [2025].

גם קו בסיס שתוזמן באופן מושלם יכול לשנות את משמעותו אם משמעות המדד אינה נשמרת בין התנאים. פריט על דריכות עשוי לייצג תגובתיות לא מידתית לפני אירוע, וניטור מציאותי בזמן איום פעיל. נשירה יכולה לסלק באופן בררני את המשתתפים העמוסים ביותר או אלה שקשה להגיע אליהם, ונסיגה אל הממוצע יכולה להיראות כהחלמה לאחר שיא חריף.

לכן מדרג הראיות ברור: החזקים ביותר הם נתוני אדם שנמדדו פרוספקטיבית ושהם אותו מבנה נמדד לפני האירוע ואחריו; תוצאות סמוכות שנמדדו לפני האירוע ועקבות אובייקטיביים הם חשובים אך צרים יותר; מדידות חוזרות לאחר האירוע מבססות מהלך; מצבי "לפני" שנזכרו בדיעבד חשופים לשחזור; ותמונה רוחבית מבססת נטל, לא שינוי. אף אחד מהם לבדו אינו מזהה מנגנון.

משפט ליבה

קו בסיס אומר לנו היכן אדם היה; הוא אינו מגלה את העתיד הנגד־עובדתי שהיה חי אלמלא האירוע.

מדרג החשיפה והטרוגניות של מסלולים

ממצא אמפירי

המסקנה המוצקה ביותר מספרות המסלולים לאחר 7 באוקטובר אינה שכולם החלימו, וגם לא שאומה שלמה נשארה בטרומה לצמיתות. המסקנה היא שהמסלולים היו שונים ושלטופולוגיה של החשיפה הייתה חשיבות. מתקפה ישירה, אובדן של אדם קרוב, אי ודאות הקשורה לשבי, עקירה, שירות מילואים, אובדן הכנסה וחשיפה עקיפה חוזרת אינם מינונים בניהחלפה של חומר אחד. כל אחד מהם משנה מערך אחר של דרישות ומשאבים.

בפאנל בן שישה גלים שהחל לפני האירוע, שיעור ה-PTSD בסבירות גבוהה עלה בחדות לאחר חודש, ובממוצע נחלש במידה ניכרת עד 27 חודשים; חשיפה ישירה והשתייכות לקבוצת המשתתפים הערבים ניבאו מסלולים גבוהים יותר. לדיכאון ולחרדה היו מנבאים שונים בחלקם, וצמיחה פוסט טראומטית מדווחת עלתה בעוד שתסמינים לא מבוטלים נותרו [Levi-Belz et al., 2026]. ניתוח קשור חילק את המשתתפים לחשיפה ישירה, שכול, שירות מילואים וחשיפה עקיפה. הנתל הממוצע ירד, אך בקרב אנשי המילואים נמצאו בשתי מדידות המעקב השיעורים הגבוהים ביותר של הפרעות בסבירות גבוהה ורמות התסמינים הגבוהות ביותר, עם שיפור מזערי; בקרב מי שנחשפו בעקיפין נמצאה ירידה מובהקת בתסמינים [Levi-Belz et al., 2025]. ניתוחי שכול מצאו כעבור תשעה חודשים שיעורים גבוהים יותר של PTSD בסבירות גבוהה, דיכאון וחרדה, וכן ירידה קטנה יותר מאז הגל החרף, בהשוואה למשתתפים שלא חוו שכול [Levi-Belz et al., 2025]. הממצאים אינפורמטיביים, אך נובעים מחברים חופפים באותו פאנל; הם אינם שלושה אישושים בלתי תלויים.

מדגם יהודי אחר, בעל קו בסיס ארוך, זיהה ארבעה מסלולי תסמינים — נמוך-יציב, החלמה, פגיעות וגבוה-כרוני — לאורך תצפיות שהחלו ב-2018. רוב המשתתפים השתייכו למחלקה הנמוכה-יציבה במודל המסוים הזה, בעוד שטראומת ילדות וחשיפה למלחמה הבחינו מסלולים אחרים [Levin et al., 2025]. בקרב שורדי נובה, עוקבה נבחרת שנמדדה בשני גלים הניבה שיעור גדול בהרבה של מסלולי PCL-5 גבוהים או מחמירים [Simon et al., 2026]. ההבדל אינו סתירה שיש למחוק באמצעות ממוצע. מדגם נובה ייצג חשיפה ישירה וקיצונית, לא כלל קו בסיס תסמיני מלפני האירוע, השתמש בחלונות הערכה משתנים והיה חשוף לברירה ולנשירה. אי אפשר לאמוד באמצעותו מסלול לאומי.

מודלים של מסלולים נכתבים לעיתים קרובות כתערובות סופיות:

$$p(\mathbf{y}_{i,1:T}) = \sum_{k=1}^K \pi_k p(\mathbf{y}_{i,1:T} \mid z_i = k, \theta_k), \quad \sum_{k=1}^K \pi_k = 1.$$

כאן z_i היא מחלקה שאינה נצפית, π_k הוא משקלה הנאמד, ו- θ_k הם פרמטרי המסלול שלה. המספר K , ההשתייכות והפרופורציות תלויים במועדי התצפית, בחסרות, בהנחות ההתפלגות ובמודלים המועמדים. מחלקה אינה אטרקטור, מהות ביולוגית או פרוגנוזה קבועה.

מדרג החשיפה משנה אפוא הסתברויות מותנות, לא גורלות. עליו להנחות תמיכה ממוקדת ועיצוב מחקר טוב יותר, לא ליצור היררכיה של סבל לגיטימי. המודלים המועילים הבאים יאפשרו לחשיפות ולמצבים להשתנות בזמן, ישמרו את המסלולים האישיים מתחת לממוצעי הקבוצות, ויבדקו אם ההקשר והמשאבים משנים כניסה וחזרה — לא רק אם הציון הממוצע בקבוצה אחת גבוה יותר.

עליהם גם לאפשר לקטגוריית החשיפה להשתנות: משתתף שנפגע בעקיפין עשוי להפוך בהמשך לשכול, לעקור מביתו או להתגייס. תווית שהוקצתה בקו הבסיס עלולה אחרת להסתיר את הרצף עצמו שמעצב את המסלול.

משפט ליבה

חשיפה משנה את הסיכויים ואת פני השטח; היא אינה כותבת מסלול אחד לכל אדם שהיה שם.

עקירה, אי ודאות ודחק טראומטי מתמשך

היסק מדעי רחב

במודלים מחקריים עקירה נכנסת לעיתים כמשתנה בינארי: מפונה או לא מפונה. בחיים, עקירה היא צרור שלם. היא יכולה לכלול קרבה קודמת למתקפה, אובדן בית ושגרה, מגורים זמניים או צפופים, הפרדה בין בני משפחה, קטיעה של עבודה ושל לימודים, היחלשות קשרי הקהילה, פגיעה כלכלית ואי ודאות לגבי החזרה. בה בעת היא יכולה להרחיק אדם מסכנה פיזית מיידית. ציון תסמינים גבוה יותר בקרב מפונים אינו מגלה איזה מן המסלולים פעל — או אם מסלולים שונים פעלו בכיוונים מנוגדים.

בעוקבה בת ארבעה גלים של צעירים שחיו באזורי העימות בצפון ובדרום, אובדן טראומטי, עקירה ואובדן הכנסה נקשרו לאורך שנה לרמות גבוהות ומתמשכות יותר של חרדה, דיכאון, סיכון ל-PTSD וציוני בגידה. התצפית הראשונה נערכה חודשים לאחר 7 באוקטובר, ולכן המחקר מבסס קשר אורכי בעת חשיפה מתמשכת, לא שינוי מקו בסיס שלפני האירוע [Amsalem et al., 2026]. מחקר בקרב 480 תושבים מפונים מעיר אחת בדרום קשר תסמיני דחק חריף לחשיפה ישירה ומשפחתית ולתמיכה מועטה יותר; הוא תקף סולם תסמינים ולא אבחן הפרעת דחק חריפה או PTSD [Gilbar, 2025]. השוואה רוחבית מצאה בקרב מפונים יהודים PTSD בסבירות גבוהה בשיעור רב יותר, לצד תפקוד ואמון נמוכים יותר, אך לא היה אפשר להפריד בין ההבדלים בחשיפה לבין עצם הפינוי [Bitton et al., 2026]. בקרב מתבגרים נקשרה עקירה ליותר דיכאון ודחק, ואילו ההבדל בחרדה היה ממצא אפס; PTSD כלל לא נמדדה [Segal et al., 2026]. גם ממצאי אפס חשובים, מפני שלעקירה אין חתימה נפשית אחת ובלתי נמנעת.

איום מתמשך משנה את ההיגיון של "התמדה". יהי D_t הסיכון הממשי בהווה, C_t ההקשר העומד לרשות האדם, ו- S_t מצבו ההגנתי. חוק המעבר הרלוונטי הוא מותנה:

$$\Pr(S_{t+1} = s' \mid S_t = s, D_t, C_t, H_t),$$

כאשר H_t היא ההיסטוריה של האדם. הסתברות גבוהה להישאר דרוך בזמן ש- D_t נותר גבוה אינה, כשלעצמה, ראייה לכלל חזרה פתולוגי. אסימטריית הכניסה והיציאה ממצב איום (TSRA) נעשית אינפורמטיבית מבחינה קלינית רק אם המודל כולל סכנה עכשווית, שליטה ממשית וביטחון זמין — ואם המדיניות ההגנתית נשארת מוכללת מדי, נוקשה או פוגעת בתפקוד ביחס לתנאים האלה.

מחקר שנערך לאחר הסלמה נוספת בזמן מלחמה ממחיש את הנקודה: משתתפים שפנו דיווחו על תגובת דחק טראומטי מתמשך, דיכאון וחרדה רבים יותר, ודיסוציאציה פריטראומטית הייתה מנבא חזק לכל התוצאות. ואולם המדגם היה מקוון, רובו נשים, וכבר היה נתון בתוך איום מתמשך [Harwood-Gross et al., 2026]. המבנה דחק טראומטי מתמשך מתאר הסתגלות כאשר איום חוזר או צפוי להישנות. הוא אינו מילה נרדפת ל-PTSD מורכבת לפי ICD-11, ואין להסיק אותו רק מפני שהזמן בלוח השנה עבר.

הוא גם אינו מוחק שונות אישית: אנשים החיים תחת אותה הגדרה כללית של איום עשויים להיבדל עמוקות בקרבה, בשליטה, במיגון, באובדן ובנטל הפיזיולוגי.

המילה פוסט יכולה לסמן את הזמן שחלף מאז אירוע פותח. אסור לה להגניב אל הניתוח תנאי של ביטחון שאנשים אינם חיים בתוכו. חמלה מדעית מתחילה בשאלה אם האזעקה מגיבה לזיכרון, להווה או לשניהם.

משפט ליבה

כשהסכנה עדיין מגיעה, אי אפשר לשפוט חזרה כאילו הביטחון כבר זמין.

ילדים, משפחות וקהילות יהודיות וערביות

היסק מדעי רחב

ילדים וקהילות מתוארים לעיתים באמצעות הקטגוריות עצמן — אף שהקטגוריות הן בדיוק הדבר שיש להסביר. “נוער”, “משפחה”, “יהודים” ו“ערבים” אינם מנגנונים. בתוך כל אחת מן הקבוצות יש גילאים, שפות, מקומות מגורים, אובדנים, מצוקות קודמות, תנאים כלכליים, נגישות שונה לשירותים, דפוסי חשיפה ויחסים שונים עם מוסדות. מחקר המתייחס לתוויות כאילו היא הסיבה עלול להפוך סביבה בלתי שוויונית לתכונה פנימית של הקבוצה.

הראיות על יהודים וערבים לאחר 7 באוקטובר הן אזהרה ברורה. בפאנל לאומי פרוספקטיבי שכלל מדידות מלפני האירוע, לאחר תקנון היו למשתתפים ערבים יחסי סיכויים גבוהים יותר ל-PTSD בסבירות גבוהה, לדיכאון ולחרדה לעומת המשתתפים היהודים בגל המעקב המוקדם [Groveiss et al., 2024]. גם הניתוח הארוך בן שישה גלים מאותה עוקבה קשר השתייכות לקבוצת המשתתפים הערבים למסלול גבוה יותר של PTSD בסבירות גבוהה [Levi-Belz et al., 2026]. לעומת זאת, סקר רוחבי ייצוגי נפרד מצא שיעורים דומים למדי של PTSD בסבירות גבוהה בקרב המשיבים הערבים והיהודים [Mayer et al., 2024]. הבדלים בעיתוי, בבקרה על קו הבסיס, בחשיפה, בדגימה, בשפה, באמון, במשאבים ובחסמי שירות יכולים להסביר חלק מן הפער. הראיות אינן תומכות בהצהרת סיכון אתנית אחידה שאינה תלויה בזמן. מחקר בקרב מתבגרים בדואים מדד חשיפה, מצוקה, התמודדות, תחושת קוהרנטיות וחוסן קהילתי — לא PTSD — ומצא דפוסים ניכרים בתוך הקבוצה לפי מין ודרכי התמודדות [Al-Said & Braun-Lewensohn, 2024]. עליו להישאר ראיה לגבי המבנים שאכן נמדדו.

גם מחקרי נוער דורשים אותו איפוק. בסקר דיגיטלי בקרב 744 מתבגרים נמצא שיעור גבוה שחצה סף שאלון ל-PTSD בסבירות גבוהה, וכן נמצאו קשרים לפגיעה ישירה, להידרדרות כלכלית, לחשיפה לחדשות, לחוסן ולתמיכה משפחתית. המחקר היה רוחבי והמדגם לא הסתברותי, ולכן האחוז אינו שיעור אבחנה באוכלוסייה [Refaeli et al., 2025]. בקרב 198 מתבגרים שנחקרו באמצעות שאלונים, הערכה אקולוגית רגעית ויומנים ליליים, עייפות והתמודדות נמנעת נקשרו לסיכון ואילו מפגש פנים אל פנים נקשר להגנה; PTSD לא נמדדה [Haham et al., 2026]. במחקר רוחבי נוסף נמצאו אצל מתבגרים שפוננו יותר דיכאון ודחק, אך לא הבדל בחרדה [Segal et al., 2026].

מחקרי משפחה מראים צימוד בלי להטיל אשמה. במדגם פונה לטיפול של 220 צמדי ילד-הורה, תסמינים פוסט טראומטיים אצל האם ואצל הילד נקשרו בדרכים שונות לפי גיל הילד והחשיפה. אי אפשר להכליל את שיעורי הסיכון הגבוהים מעבר למדגם שהופנה לטיפול, ותיווך רוחבי אינו קובע כיוון סיבתי [Rachamim et al., 2025]. בקרב אימהות לילדים בני חמש עד שמונה-עשרה, שירות מילואים של בן הזוג נקשר לקושי אצל הילד רק כאשר השחיקה ההורית הייתה גבוהה — רמז להשפעה מותנית ולא אחידה [Keleynikov et al., 2026]. בסקר סב־לידתי עם קבוצת ביקורת מותאמת, שירות בן הזוג נקשר לדיכאון אימהי בסבירות גבוהה ולקושי בהתקשרות, ותמיכה נמוכה יותר תיווכה את הקשר סטטיסטית; תוצאות אצל התינוקות ותיווך סיבתי לא הוכחו [Allouche-Kam et al., 2025].

יחידת הניתוח המדעית הנכונה אינה מוצא אתני או מעמד משפחתי לבדם. היא אדם מתפתח בתוך משפחה, שפה, היסטוריית חשיפה, תנאים חומריים וסביבת איום משתנה. העמדה האתנית ברורה באותה מידה: צימוד משפחתי אינו אשמה משפחתית, והבדל בין קהילות אינו מהות של קהילה.

משפט ליבה

תווית דמוגרפית אינה מנגנון; המנגנון נמצא בחשיפה, בהתפתחות, במשאבים, ביחסים ובביטחון הממשי.

שורדים, משפחות שכולות, חיילים, אנשי כוחות ההצלה והחירום, אנשי בריאות וחשיפה לתקשורת

היסק מדעי רחב

אין אוכלוסייה יחידה שאפשר לכנות "מי שנפגעו מ-7 באוקטובר". המחקר נעשה מדויק יותר כאשר כל קבוצה מתוארת באמצעות החשיפה שלה, התוצאה שנמדדה, עיצוב המחקר והראיות החסרות — ולא מסודרת בתחרות על השאלה סבלו של מי נחשב יותר.

בקרב שורדי פסטיבל נובה, מחקר מוקדם של 123 אנשים שפנו לעזרה בדק תסמיני דחק חריף, חרדה, דיכאון ודיסוציאציה פריטראומטית. הוא לא אבחן PTSD, הוציא מן המדגם כמה קבוצות שנפגעו קשה במיוחד ולא היה יכול לבסס השפעה סיבתית של שימוש בחומרים לפני האירוע [Nacasch et al., 2024]. מחקרים מאוחרים יותר מצאו מסלולי PCL-5 הטרוגניים במדגם נבחר שנמדד פעמיים ואי יציבות צירקדית בעוקבה פרוספקטיבית של נתוני מכשירים לבישים; שני המחקרים השתמשו בתוצאות סינון, ולאף אחד מהם לא הייתה הערכת PTSD מלפני האירוע [Simon et al., 2026] [Magal et al., 2026]. אלה מחקרים יקרי ערך על חשיפה ישירה לטראומה המונית, ובכל זאת נותרות שאלות גדולות על ייצוגיות ועל המהלך הקליני לטווח ארוך.

שבי ואובדן עמום מחייבים ראיות אחרות. בקרב 26 מבוגרים מקיבוצי עוטף עזה, שבים מן השבי דיווחו על אבל רב יותר לעומת שורדים שפנו ולא נשבו, ואילו ההבדלים הקבוצתיים ב-PTSD, בהפרעות בארגון העצמי, בדיכאון ובחרדה היו ממצאי אפס. המדגם היה קטן מכדי להסיק מכך הרגעה או שכיחות [Hoffman et al., 2026]. ראיונות עם קרובי חטופים מיפו טראומה פרטית, מאבק ציבורי, סולידריות, פגיעה בתפקוד וקשרים נמשכים בלי להפיק שיעורי תסמינים [Yehene et al., 2025]. ראיונות תקשורתיים שכללו מידע על 18 ילדים ששוחררו מן השבי תיעדו חוויות של חטיפה, שבי ושחרור, אך החומר היה חוזר, ערוך ולא כלל הערכה אבחונית [Katz et al., 2024]. עדויות פומביות של מבוגרים ששבו מן השבי חשפו התמודדות באמצעות יחסים, שגרה, דמיון ושימור יכולת הפעולה; העובדה שאלה עדויות של מי ששרדו, לצד הברירה התקשורתית, אינה מאפשרת להסיק יעילות [Levkovich et al., 2025]. מחקרי שכול בעלי נתונים מלפני האירוע מראים לאורך זמן שיעורים גבוהים יותר של PTSD בסבירות גבוהה, דיכאון וחרדה, אך אסור לצמצם אבל לתוצאות האלה [Levi-Belz et al., 2025].

גם הראיות מן הצבא מובחנות. בקרב 806 אנשי מילואים שפנו לעזרה, לחימה מטווח קרוב, חשיפה לשרידי גוף ואחריות נתפסת למותם של לא־לוחמים קיימו קשרים שונים עם דפוסי תסמינים של PTSD בסבירות גבוהה; המדגם הקליני, שרובו גברים, נבדק בנקודת זמן אחת [Shelef et al., 2025]. חמישה־עשר אנשי מילואים עם PTSD שהייתה קיימת עוד קודם תיארו דריכות־יתר כמועילה בשטח ואת החזרה הביתה כקשה. הממצא האיכותני ממחיש תלות בהקשר; הוא אינו מעיד על תועלת כללית של גיוס מחדש [Harwood-Gross et al., 2025].

אנשי כוחות ההצלה והחירום ועובדי טיפול פועלים בתוך אקולוגיה של טראומה משותפת: הם עשויים להיחשף אישית בזמן שהם מגיבים באופן מקצועי. מחקר מן החודש הראשון קשר דחק טראומטי וחוסן בדרכים שונות להשתייכות לכוחות ההצלה והחירום ולמעורבות פעילה, בלי לאבחן PTSD [Saar-Ashkenazy et al., 2024]. ראיונות עם מתנדבים באיסוף ובזיהוי חללים תיארו הצפה חושית, קונפליקט מוסרי, תמיכה והנצחה [Cohen-Zada, 2026]. אנשי בריאות הנפש דיווחו על חרדה, דחק חריף, טראומה משנית הקשורה למדיה, חוסן וצמיחה; מטפלים במשפחות שכולות ובמשפחות חטופים דיווחו על יותר דחק טראומטי משני וחרדה. אף אחד מן המחקרים לא ביסס שכיחות PTSD [Dahan et al., 2024] [Shklarski & Latzer, 2025]. מחקרים בקרב צוותי בתי חולים ואנשי רפואה מדדו בעיקר רווחה נפשית, חוסן ושחיקה, לא PTSD [Cohen & Sudarsky, 2024].

לבסוף, החשיפה לתקשורת חוצה את כל הקבוצות האלה. חשיפה רבה יותר לחדשות או לרשתות חברתיות נקשרה שוב ושוב לחרדה או ל-PTSS [Kaim & Bodas, 2024] [Enav et al., 2025] [Yamin et al., 2025]. כיוון הסיבתיות עדיין אינו פתור: חשיפה עשויה להגביר מצוקה, מצוקה עשויה להניע בדיקה חוזרת, ושני התהליכים עשויים ליצור לולאה. אסור להסיק שקיימת שקילות בין צפייה במדיה לבין הישרדות במתקפה ישירה.

ביחד, הספרות תומכת במטריצה של אדם-חשיפה-זמן, לא בציון לאומי יחיד. היא גם מגלה אילו מחקרים חסרים: עוקבות פרוספקטיביות גדולות עם הערכה קלינית בקרב שורדים שנחשפו ישירות, שבים מן השבי, משפחות שכולות, אנשי כוחות ההצלה והחירום וקהילות מיעוט — מחקרים שפרטיות, הסכמה ועצמאות בין עוקבות נמצאות בלב עיצובם.

משפט ליבה

אין תוצאה אחת של מה שאירע; היחידה הישרה היא אדם בתוך חשיפה, קשר וזמן מסוימים — לא מדינה שהומרה לציון יחיד.

טיפול: המבוסס והחזית המחקרית

טיפול מבוסס קודם לחידוש; את החזית המחקרית עדיין ראוי
לבחון בקפדנות.

תוצאת טיפול אינה זהה למנגנון

ממצא אמפירי · היסק מדעי רחב

טיפול יכול לעזור עוד לפני שאנחנו יודעים במדויק כיצד הוא עוזר. זו אינה נסיגה מן המדע, אלא אחד ממנגנוני ההגנה שלו. במחקר PTSD, יעילות נקבעת באמצעות השוואת תוצאות: האם אנשים שהוקצו לטיפול מסוים השתפרו, בממוצע, יותר מאנשים שהוקצו לתנאי השוואה אמין. טענה על מנגנון דורשת הרבה יותר. צריך להראות שתהליך מוגדר השתנה בעקבות הטיפול, שהשינוי הקדים את השיפור הקליני, שהתערבות בתהליך הזה שינתה את התוצאה, ושנשללו הסברים חלופיים סבירים. ירידה בתסמינים לאחר חשיפה אינה מוכיחה כשלעצמה שהפחד נמחק. שיפור לאחר טיפול בעיבוד קוגניטיבי אינו מוכיח ששינוי אמונות היה המרכיב הפעיל היחיד. תועלת מפרוטוקול EMDR מלא אינה קובעת שהגירוי הדו-צדדי הוא שגרם לה באופן ייחודי.

גם התוצאה עצמה איננה מספר יחיד. נגדיר את וקטור התוצאות החשובות למטופל כך:

$$\mathbf{Y}_i(t) = [S_{\text{tot},i}(t) \quad D_{\text{dx},i}(t) \quad F_i(t) \quad Q_i(t) \quad B_{\text{tx},i}(t)]^\top,$$

כאשר S_{tot} הוא חומרת התסמינים, D_{dx} הוא המצב האבחוני, F הוא התפקוד, Q היא איכות החיים, ו- B_{tx} הוא נטל הטיפול או הנזק עבור אדם i בזמן t . ניסוי עשוי להראות השפעת טיפול ממוצעת חיובית על S_{tot} , ובה בעת להותיר סימני שאלה לגבי עמידות ההשפעה, התפקוד בחיי היום-יום או נזקים נדירים. מטא-אנליזות רשת תומכות בכמה פסיכותרפיות, אך הדירוג היחסי ביניהן נעשה פחות בטוח כאשר ההשוואה היא לטיפול פעיל ולא לרשימת המתנה, וכאשר נתוני המעקב דלים [Yunitri et al., 2023 et al., 2020]. [Mavranzezouli et al., 2020 et al., 2023]. מחקרים ברמת המפגש גם מראים שתסמינים ותפקוד עשויים להשפיע זה על זה בכיוונים שונים לאורך הזמן; לכן ירידה בתסמינים אינה תיאור מלא של החלמה [Benfer et al., 2024].

טענה סיבתית על מנגנון דורשת עוד שכבה. בביטוי הבא, Y מציין סקלרי אחד של $\mathbf{Y}$ שנקבע מראש, או תועלת סקלרית מוצדקת קלינית $Y = \mathbf{a}^\top \mathbf{Y}$, כאשר $\mathbf{a}$ נקבע לפני הניתוח — ולא את הווקטור כולו. עדיין יש לדווח על ההשפעות בכל רכיב, ולא להבליע אותן בתוך ממוצע חיובי יחיד. אם A מציין טיפול ו- M מתווך מוצע, אפשר לכתוב את ההשפעה הכוללת עבור האומד הסקלרי בשפת התוצאות הפוטנציאליות כך:

$$\text{TE} = \mathbb{E}[Y(1, M(1)) - Y(0, M(0))].$$

פירוק הביטוי למסלול מתווך ולמסלול ישיר נשען על הנחות בדבר ערבוב סיבתי, תזמון, שגיאת מדידה והמשמעות של מצבים נגד-עובדתיים. בשפה פשוטה: לא די לראות ש- M ו- Y נעים יחד. שניהם יכולים להשתנות בגלל ציפייה, הברית הטיפולית, התקרבות חוזרת, שינוי ספונטני או גורם שלישי. מדגמים מכניסטיים קטנים מחריפים את הבעיה. מחקר fMRI אורכי מצא שינוי בזמן השהייה במצבי רשת מוחית רחבי-היקף לאחר טיפול קוגניטיבי מוצלח. זהו גשר ישיר וחשוב לדינמיקה, אך קבוצת המחלימים הייתה קטנה והממצא אינו מוכיח שהשינוי במצבי הרשת גרם להחלמה [Charquero-Ballester et al., 2022]. בדומה לכך, הגעה ליעד ביולוגי ללא יתרון קליני מלמדת שההתערבות נגעה במשהו, לא שהיא עזרה במידה מספקת.

ההבחנה הזו מגינה מפני שתי טעויות הפוכות. אין הצדקה למנוע טיפול יעיל מפני שמנגנונו עדיין אינו שלם. ובאותה מידה, אין לשווק מנגנון אלגנטי כאילו היה טיפול מוכח. לכן נשפוט כל התערבות בצירים נפרדים: תכנון המחקר, סוג הביקורת, גודל המדגם, השפעה על תסמינים ועל תפקוד, השלמת טיפול, עמידות, תופעות לוואי, שחזור בלתי תלוי ומעמד רגולטורי. נדבר על מנגנונים, אך לא ניתן להם לשאול ודאות מן התוצאה.

משפט ליבה

אפקט טיפולי אומר שהתערבות שינתה תוצאה; לבדו הוא עדיין אינו אומר איזה מרכיב שינה את המערכת, או מדוע.

על מה מסכימות ההנחיות

ממצא אמפירי · פרשנות החוקרים

בין ההנחיות הרציניות יש מרכז כובד ברור, גם כאשר הניסוח משתנה: יש להציע פסיכותרפיה פרטנית, מובנית על פי מדריך טיפולי וממוקדת טראומה כאשר היא מתאימה קלינית, זמינה ומקובלת על האדם. הנחיות VA/DoD משנת 2023 מעניקות את ההמלצה הפסיכותרפית החזקה ביותר לחשיפה ממושכת, טיפול בעיבוד קוגניטיבי ו-EMDR. הנחיות איגוד הפסיכולוגים האמריקאי משנת 2025 ממליצות בחוזקה על CPT, על PE ועל CBT ממוקד טראומה, ומסווגות EMDR כהמלצה מותנית. גם הנחיות NICE משנת 2018 מציבות טיפול פסיכולוגי ממוקד טראומה במרכז, כאשר גיל, עיתוי, העדפה והקשר מעצבים את הבחירה. ההבדלים בדירוג אינם תחרות שבה מסמך אחד גילה את המנצח היחיד. מערכות דירוג שוקלות ודאות, סוגי השוואה, ישימות וערכים בדרכים שונות, ולכל מסמך יש תאריך סיום לחיפוש הראיות. סקירה שיטתית של ארבע-עשרה הנחיות בין-לאומיות מצאה התכנסות רחבה סביב CBT, לצד שונות רבה בעדכניות ובהמלצות הנוגעות לסיטוים [Martin et al., 2021].

בסיס הראיות שמאחורי ההסכמה רחב, אך אינו מושלם. מטא-אנליזת רשת משנת 2023, שכללה 98 ניסויים אקראיים ו-5,567 משתתפים, מצאה תועלת עבור EMDR, CPT, טיפול קוגניטיבי, CBT, PE, NET, וטיפול ממוקד-הווה, אך הדירוג היחסי נותר לא ודאי [Yunitri et al., 2023]. מטא-אנליזה עדכנית יותר של נתוני משתתפים בודדים מצאה כי CBT ממוקד טראומה עדיף על תנאי השוואה לא פעילים, אך אינו שונה באופן מובהק מטיפולים פסיכולוגיים פעילים; רק חלק מנתוני הניסויים הזכאים היה זמין, וממצאי הממתנים היו מוגבלים [Wright et al., 2025]. המסקנה האחרת איננה ש"כל הטיפולים זהים", וגם לא שטיפול ממותג אחד טוב לכולם. כמה טיפולים מוגדרים היטב עובדים; ההבדלים הממוצעים בין טיפולים ממשיים לעיתים קטנים או לא ודאיים; והתאמה חשובה.

ההנחיות מסכימות במידה רבה גם לגבי מה שבא אחר כך. הבחירה נעשית יחד, לא בכפייה. אבחנה, בטיחות נוכחית, תחלואה רפואית ופסיכיאטרית נלווית, דיסוציאציה, שימוש בחומרים, טיפולים קודמים, שלב התפתחותי, שפה, משמעות תרבותית, מיומנות המטפל, נטל המפגשים והעדפתו המיוחדת של האדם — כולם חלק מן ההחלטה. טיפול ממוקד-הווה וטיפול בחשיפה בכתביה יכולים להיות חלופות אמינות כאשר טיפול ממוקד טראומה מן השורה הראשונה אינו נבחר, אינו זמין או אינו מתאים. תרופה היא אפשרות סבירה כאשר האדם מעדיף אותה או כאשר יש לכך הצדקה קלינית, אך כאשר שתי האפשרויות ישימות, פסיכותרפיה מקבלת בדרך כלל קדימות. אצל ילדים ובני נוער, CBT ממוקד טראומה ומותאם להתפתחות מחזיק במעמד הכללי החזק ביותר; אי אפשר פשוט להקטין טיפול למבוגרים [Lofthouse et al., 2026].

להסכמה יש גבולות זמן. סקירת הראיות של VA/DoD הסתיימה במאי 2022, ולכן קביעות של "אין די ראיות" אינן יכולות לפסוק לגבי ניסויים שפורסמו בשנים 2024-2026. כך גם לגבי תאריך 2018 של NICE. מן הצד האחר, ניסוי חדש יחיד אינו מבטל הנחיה בן לילה: עדיין נדרשים סינתזה, שחזור, נתוני נזק, ישימות והטמעה. הנחיה היא נקודת מוצא ברמת האוכלוסייה, לא הוראה להתמיד ללא סוף בטיפול שאינו עוזר.

הכלל המעשי פשוט אך לא מכני. מתחילים באפשרויות הנתמכות ביותר, מסבירים בלי ללחוץ, מודדים תסמינים, תפקוד, שינה, סיכון ונטל, ובוחנים מחדש כאשר השיפור נעצר. שומרים מראש נתיב לטיפול מבוסס נוסף, במקום להפוך אי-תגובה לפסק דין על האדם. טיפול מבוסס קודם לחדשנות; והוא כולל גם את הענווה לשנות כיוון.

משפט ליבה

ההנחיות מספקות מפת פתיחה חזקה — פסיכותרפיה ממוקדת טראומה תחילה כאשר הדבר אפשרי — אך טיפול טוב עדיין דורש העדפה, הקשר, מדידה ונתיב לשינוי כיוון.

חשיפה ממושכת

ממצא אמפירי • פרשנות החוקרים • היסק מדעי רחב

טיפול בחשיפה ממושכת (Prolonged Exposure; PE) בנוי על הצעה אנושית ותובענית: התקרבות זהירה לתזכורות שהן בטוחות מספיק יכולה לאפשר למידה שההימנעות חסמה. חשיפה במציאות עוסקת במקומות, בפעילויות, בחפצים או במצבים שהאדם נמנע מהם אף שהם בטוחים דיים בהווה. חשיפה בדמיון חוזרת אל זיכרון הטראומה בתוך מבנה ועם תמיכה. המטרה אינה לכפות חשיפה, להציף את האדם או לבחון את אומץ לבו. היא גם אינה למחוק את מה שקרה. תפיסות למידה עכשוויות רואות הכחדה כלמידה חדשה ותלוית-הקשר, שיכולה להתחרות בניבויי איום ישנים.

הראיות הקליניות הן מן החזקות בתחום. מטא-אנליזה של 65 מאמרים ו-4,929 משתתפים מצאה תועלת ממוצעת גדולה מול רשימת המתנה או טיפול כרגיל, תועלת קטנה יותר מול ביקורת פעילה שאינה ממוקדת טראומה, וכמעט שאין הבדל ממוצע מול טיפולים אחרים ממוקדי טראומה או תרופה; ההשפעות במעקבים הזמינים היו יציבות בדרך כלל [McLean et al., 2022]. בניסוי ראש-בראש של 916 יוצאי צבא אמריקאים, הן PE והן CPT הביאו לשיפור ניכר. היתרון הממוצע של PE בממד שנקבע בידי קלינאי היה מובהק סטטיסטית אך לא משמעותי קלינית, ושיעור הנשירה היה גבוה יותר – תזכורת בהירה לכך שיעילות וקבילות הן ממדים שונים [Schnurr et al., 2022]. ניסוי שכלל אנשים עם הפרעות פסיכוטיות מצא כי PE ו-EMDR היו עדיפים על רשימת המתנה, עם שימור תועלת עד שישה חודשים וללא ראיה לצורך בשלב ייצוב אוניברסלי [van den Berg et al., 2015]. הנתונים מערערים על פסילה גורפת; הם אינם מבטלים אמצעי זהירות מותאמים.

לעיתים מתארים PE במונחי התרגלות: המצוקה עולה ואז יורדת. הדבר יכול לקרות, אך ירידת הפחד בתוך מפגש אינה המנוע האפשרי היחיד ואינה אמורה להפוך למבחן ביצוע. אדם יכול ללמוד "אני יכול לזכור ולהישאר כאן", "הרמז הזה אינו האירוע" או "חרדה יכולה להשתנות בלי בריחה", גם כאשר המצוקה אינה יורדת בקו חלק. ההסבר הזהיר יותר כולל משפחה של עדכונים: הפרת ציפייה, הבחנה הקשרית, מסוגלות עצמית, עיבוד הזיכרון והחלשת החיזוק השלילי של הימנעות. עדיין איננו יודעים במלואו אילו רכיבים נושאים את ההשפעה, ועבור מי.

אפשר להתאים את אופן המסירה בלי להניח שיותר אינטנסיביות תמיד טובה יותר. לוחות זמנים דחוסים וסטנדרטיים של PE נותרו יעילים קלינית לאחר שנים-עשר חודשים במחקר אי-נחיתות [Dell et al., 2023]. ניסוי אקראי נוסף של פורמטים דחוסים מצא שיפור משמעותי בשתי הזרועות, לצד הבדלים מסוימים בשימורו [Peterson et al., 2023]. מטא-אנליזה משנת 2026 דיווחה על השלמה ממוצעת של 71.8% בטיפולים פרטניים ממוקדי טראומה המומלצים בהנחיות, והציעה שמספר המפגשים שהושלמו ותזמון מותאם עשויים להיות חשובים; עם זאת, חלק גדול מן הראיות על מינון לא הגיע מהקצאה אקראית [Leithner et al., 2026].

הגבול הקליני הוא העיקר. חשיפה צריכה להיות שיתופית, מדורגת ומכוונת למצבים שהפכו לנמנעים אך בטוחים דיים להתקרבות – לא לסכנה שעדיין ממשית. סיכון, גמילה מחומרים, אי-יציבות רפואית, דיסוציאציה, מחסור חמור בשינה והסכמת האדם יכולים לשנות את העיתוי והפורמט. מצוקה זמנית אינה זהה לפגיעה, אך היא ראוייה להכנה ולמעקב. נשירה אינה מוכיחה ש-PE מזיק, והשלמה אינה מוכיחה שהוא התאים לאדם הזה. PE הוא נתיב רב-עוצמה ללמידה חדשה, לא מבחן מוסרי ולא הדרך היחידה חזרה.

משפט ליבה

חשיפה ממושכת מאפשרת התקרבות בטוחה ולמידה חדשה; היא אינה החייאה כפויה של הטראומה או מחיקה שלה, ועוצמת הראיות אינה הופכת אותה לפורמט המתאים לכולם.

טיפול בעיבוד קוגניטיבי

ממצא אמפירי • פרשנות החוקרים • היסק מדעי רחב

טראומה יכולה לשנות יותר מניבויים של סכנה גופנית. היא עלולה להותיר מסקנות שנחווות פחות כמחשבות ויותר כחוקים: "הייתי אמור לדעת", "אני גרמתי למה שקרה", "אי אפשר לסמוך על איש", "כוח תמיד מסוכן", "העתיד נסגר". טיפול בעיבוד קוגניטיבי (Cognitive Processing Therapy; CPT) מכנה אותן נקודות תקיעות — לא מפני שהאדם עקשן, אלא מפני שהסבר שנוצר בתוך הלם, כפייה, חוכמה שלאחר מעשה או בגידה יכול להמשיך לארגן קשב, רגש ופעולה. CPT בוחן את המסקנות הללו באמצעות כתיבה מובנית, שאלות ותרגול קוגניטיבי בתחומים כגון בטיחות, אמון, כוח ושליטה, ערך עצמי ואינטימיות.

לטיפול בסיס ראיות בשל. מטא-אנליזה של אחד-עשר מחקרים ובהם 1,130 מבוגרים דיווחה על יתרון גדול מול ביקורות לא פעילות — Hedges' $g = 1.24$ לאחר הטיפול ו- $g = 0.90$ במעקב — בעוד שהיתרון מול טיפולים פעילים היה קטן יותר ולא נשמר בבירור במעקב [Asmundson et al., 2019]. הניסוי הגדול שכלל 916 יוצאי צבא והשווה CPT ל-PE מצא שיפור ניכר בשתי הקבוצות. ל-PE היה יתרון ממוצע קטן שלא הגיע לחשיבות קלינית; התוצאה תומכת בשתי בחירות יעילות, לא בניצחון בטבלת ליגה [Schnurr et al., 2022]. גם ראיות הרשת הרחבות ממקמות CPT בין כמה פסיכותרפיות יעילות, תוך אי-ודאות בדירוג המדויק [Yunitri et al., 2023].

המשיכה ההסברית של CPT ברורה: אם הערכה מכלילה של סכנה, בושה או אשמה ממשיכה לייצר את המצב מחדש, שינוי ההערכה עשוי לשחרר את הלולאה. אבל יעילות אינה מוכיחה שהבניה קוגניטיבית מחודשת היא המתווך היחיד. אמונות עשויות להשתנות מפני שהאדם מתקרב שוב ושוב לזיכרונות ולמשמעויות; תסמינים עשויים לרדת לפני שמדד אמונות מזהה שינוי; והברית הטיפולית, תרגול, ציפייה וחזרה להתנהגות יכולים להשתתף בתוצאה. ניתוח משני ברמת המפגש, שהתבסס על אותו ניסוי-אם בקרב 916 יוצאי הצבא שתואר לעיל, מצא דפוסים שונים של שינוי תסמינים ב-CPT וב-PE. הוא מציע הטרוגניות בתהליך, לא שחזור יעילות בלתי תלוי או שעון יחיד [Moshier et al., 2024]. בניתוח קטן משנת 2026 של אנשים עם PTSD ודיכאון מז'ורי, ירידה תוך-אישית בתסמיני הליבה של PTSD ניבאה ירידה מאוחרת יותר באשכולות הדיכאון, בעוד שהמסלולים ההפוכים לא היו מובהקים; זהו ממצא קליני מעניין, אך קטן מכדי להפוך לסדר אוניברסלי [Kline et al., 2026].

במונחי Flow Hijacked, ייתכן ש-CPT מפחית את הדיוק המיוחס להנחות מוקדמות של איום, אשמה או גינוי עצמי, שממשיכות לפרש ראיות עמומות בכיוון אחד. זוהי סינתזה מדעית, לא מנגנון מוחי שהודגם. אם b_t היא התפלגות אמונה במפגש t , אפשר לייצג את האפשרות ש-CPT משפר את כיול העדכון כך:

$$b_{t+1}(z) \propto p(e_t | z)^{\lambda_t} b_t(z),$$

כאשר z היא השערה על העצמי או העולם, e_t היא ראיה חדשה ו- λ_t הוא המשקל האפקטיבי שניתן לה. המשמעות הקלינית אינה "לחשוב חיובי". היא ללמוד לתת לראיות של ההווה להיחשב, בלי לשכתב אחריות באופן שמנקה פוגעים או מאשים נפגעים.

אפשר להעביר CPT ביחיד או בקבוצה, בלוח רגיל או אינטנסיבי. עדיין נדרשת תשומת לב לשפה, אוריינות, תרבות, פגיעה מוסרית, דיסוציאציה וסכנה נמשכת. יש אנשים שמעדיפים את העבודה המפורשת שלו עם משמעות; אחרים ימצאו חשיפה חווייתית או EMDR מתאימים יותר. ניסוח קליני אמור לעזור לבחור, לא לדרג אופי. המטרה אינה לנצח בוויכוח עם תודעה שעברה טראומה, אלא להשיב מרחב שבו יכול להיווצר תיאור מדויק יותר ופחות כולא של מה שקרה ושל מה שעוד אפשרי.

משפט ליבה

CPT אינו מבקש מן האדם להכחיש את הטראומה; הוא מסייע להפריד בין מה שקרה לבין החוקים הגורפים על העצמי, האמון, האשמה והעתיד שהטראומה לימדה היטב מדי.

EMDR

87

ממצא אמפירי • פרשנות החוקרים • היסק מדעי רחב

הקהיה ועיבוד מחדש באמצעות תנועות עיניים (Eye Movement Desensitization and Reprocessing; EMDR) הוא טיפול מובנה ורב-שלבי, שבו חומר הקשור לטראומה מופעל בזמן שהקשב מופנה לסירוגין, לרוב באמצעות תנועות עיניים מונחות. הפרוטוקול כולל נטילת היסטוריה, הכנה, הערכה, עיבוד, הטמעה, סריקת גוף, סגירה והערכה מחדש. זהו המכלול שנבדק בדרך כלל בניסויים קליניים — לא זוג אצבעות שנעות בפני עצמו. ההבחנה מאפשרת לשתי אמיתות לעמוד יחד: EMDR הוא טיפול מבוסס ראיות ל-PTSD; והתפקיד הסיבתי הייחודי והסיפור הניירוביולוגי של הגירוי הדו-צדדי פחות ודאיים. מן היעילות הקלינית של החבילה המלאה.

מטא-אנליזה של נתוני משתתפים בודדים איתרה חמישה-עשר ניסויים אקראיים זכאים, אך השיגה שמונה מערכי נתונים ובהם 346 אנשים. לא נמצאו הבדלים מובהקים בין EMDR לבין טיפולים פסיכולוגיים אחרים בהפחתת תסמינים, תגובה, הפוגה או נשירה [Wright et al., 2024]. הדבר תומך ביעילות השוואתית; הוא אינו מוכיח עליונות. בניסוי של 155 אנשים עם הפרעות פסיכוטיות, EMDR ו-PE היו עדיפים על רשימת המתנה, והטיפול נשמר עד שישה חודשים [van den Berg et al., 2015]. מחקר אקראי משנת 2025 כלל 159 מטופלים עם הפרעת אישיות, חלקם עם PTSD בתחילת המחקר וחלקם בלי האבחנה. הוא הרחיב את הראיות לאוכלוסייה שמודרת לא פעם מניסויים: התסמינים ירדו יותר מאשר ברשימת המתנה, ואובדן אבחנה דווח בתוך תת-הקבוצה שאובחנה בתחילה [Hafkemeyer et al., 2025]. בספרות הרשת הרחבה EMDR מופיע בין הטיפולים היעילים, אך הוודאות לגבי דירוג והשוואות ארוכות-טווח נותרת מוגבלת [Yunitri et al., 2023].

מדוע קשב כפול עשוי להשפיע? הסברי זיכרון עבודה מציעים שהחזקת דימוי בזמן ביצוע משימה תובענית נוספת עשויה לשנות את חיותו ואת עוצמתו הרגשית. הוצעו גם תגובת התמצאות, תקשורת בין-המיספרית, דמיון ל-REM ורה-קונסולידציה. ספרות הרכיבים אינה מצדיקה הסבר מוסכם אחד לפרוטוקול כולו, והטענה "זה מחקה REM" אינה מנגנון קליני מוכח. כל תרומה של רכיב מסוים עשויה להיות תלויה בקושי המשימה, בתכונות הזיכרון, בצפייה, בהנחיית המטפל ובעיתוי. אי אפשר להשתמש ביעילות הפרוטוקול כהוכחה בדיעבד לכל מנגנון שנקשר אליו.

גם את העבודה האנושית קל לעוות. EMDR אינו מחייב להניח שהזיכרון הוא עצם מפורק, לא-מילולי, שממתין לגירוי דו-צדדי כדי להשתחרר. זיכרונות טראומטיים הטרורניים. אין לתאר תחושות גוף שעולות בעיבוד כטראומה המאוחסנת מילולית ברקמה. הן רכיבים אמיתיים של מערכת מגולמת בגוף של זיכרון וחיזוי, אבל המטאפורה אינה רשאית לרוץ לפני הראיות. הכנה חשובה; היא אינה אמורה להפוך לשער המתנה אינסופי שאינו מוצדק בסיכון האישי.

הנחיות מדרגות EMDR באופן שונה. VA/DoD מציבות אותו לצד PE ו-CPT בהמלצה החזקה ביותר; APA ב-2025 ממליצה עליו באופן מותנה; NICE ממליצה עליו למבוגרים מתאימים. זהו הבדל בשקלול הראיות, לא שינוי במעמדו האונטולוגי של הטיפול בגבול בין מדינות. הבחירה המעשית תלויה בהעדפה, בגישה למטפל מיומן, בתחלואה נלווית, בסבילות ובתגובה. דיווח על נזקים בניסויי פסיכותרפיה עדיין פחות שיטתי מן הרצוי, ולכן "לא נמצא אות חריג" אינו שקול לידיעה בטיחותית מלאה.

EMDR אינו זקוק למיסטיפיקציה וגם לא לביטול. הטענה החזקה ביותר שלו כבר משמעותית: כפרוטוקול מלא ומיומן הוא יכול להפחית תסמיני PTSD ולעזור לרבים. כבוד מדעי פירושו לאפשר לטענה הזו להישאר חזקה, בלי להפוך את המנגנון לוודאי, אקזוטי או בלעדי יותר מכפי שהראיות מאפשרות.

משפט ליבה

EMDR הוא טיפול מבוסס ראיות אמין כפרוטוקול מלא; ערכו הקליני ברור יותר מכל סיפור יחיד על הדרך שבה גירוי דו-צדדי פועל.

גישות מבוססות כתיבה, נרטיביות ושלביות

ממצא אמפירי · פרשנות החוקרים

הבחירה אינה מסתכמת בשלושה פרוטוקולים ארוכים. טיפול בחשיפה בכתיבה, טיפול בחשיפה נרטיבית וגישות שלביות מציבים שאלות מעשיות שונות: האם טיפול יעיל יכול לדרוש פחות מפגשים? האם אפשר למקם חוויות טראומטיות חוזרות בתוך רצף אוטוביוגרפי? האם חיזוק מיומנויות רגשיות ובין-אישיות לפני עיבוד הטראומה מוסיף תועלת לאנשים עם היסטוריה מורכבת? התשובות מבטיחות, אך אינן ניתנות להחלפה זו בזו.

טיפול בחשיפה בכתיבה (Written Exposure Therapy; WET) בנוי במכוון בפשטות: לרוב חמישה מפגשים מובנים, כתיבה רציפה על הטראומה ועל משמעותה, מעט הבניה קוגניטיבית בהובלת המטפל, וללא מערך נרחב של מטלות חשיפה בין המפגשים. שלושה ניסויי ראש-בראש הופכים את WET ליותר מרעיון נוח. בקרב 126 מבוגרים הוא עמד בסף אי-נחיתות שנקבע מראש מול CPT בן שנים-עשר מפגשים, ושיעור הנשירה היה נמוך יותר [Sloan et al., 2018]. בקרב 169 אנשי שירות הוא שוב נמצא לא נחות מ-CPT; שיעור ההשלמה היה 76.5% לעומת 54.8% [Sloan et al., 2022]. בקרב 178 יוצאי צבא, WET היה לא נחות מ-PE בנקודת ההערכה הראשית, עם נשירה של 12.5% לעומת 35.6%, והמעקב נמשך שלושים שבועות [Sloan et al., 2023]. אלה ממצאים חשובים לגבי גישות ונטל. הם אינם מוכיחים שחמישה מפגשים מספיקים תמיד.

לאי-נחיתות יש לגיקה מדויקת. אם ציון תסמינים נמוך יותר הוא טוב יותר, ו- $\Delta_{NI} > 0$ הוא ההפסד הקליני הגדול ביותר שאפשר לקבל, המבחן הוא

$$H_0 : \mu_{WET} - \mu_{control} \geq \Delta_{NI}, \quad H_1 : \mu_{WET} - \mu_{control} < \Delta_{NI}.$$

הצלחה תלויה במרווח מוצדק, בשימור משתתפים, ברגישות המחקר ובהנחות לגבי נתונים חסרים — לא רק בכך שההבדל לא היה מובהק. נטל המפגשים הנמוך של WET עשוי להיות יתרון קליני ממשי כאשר זמן, נסיעות, עבודה, טיפול בבני משפחה או מחסור במטפלים חוסמים טיפול.

טיפול בחשיפה נרטיבית (Narrative Exposure Therapy; NET) בונה קו חיים כרונולוגי, שבתוכו ממוקמות ומסופרות חוויות טראומטיות ולא-טראומטיות רבות. הוא רלוונטי במיוחד לפליטים, לאוכלוסיות שנפגעו ממלחמה ולאנשים שחוו טראומות מרובות. סינתזה משנת 2019 של שישה-עשר ניסויים אקראיים ובהם 947 משתתפים מצאה שינוי תוך-קבוצתי גדול ויתרון מול ביקורות לא פעילות, אך לא מול כלל הביקורות הפעילות [Lely et al., 2019]. מטא-אנליזה מאוחרת יותר של שמונה-עשר ניסויים העריכה אפקט בין-קבוצתי בינוני, $g \approx -0.57$, וסיכוי גבוה יותר לאובדן האבחנה; אולם היתרונות נחלשו או נעלמו לאחר תיקון להטיית פרסום [Wei & Chen, 2021]. חשיבות הומניטרית צריכה לחדד את רף הראיות, לא לרכך אותו. התאמה תרבותית, עבודה באמצעות מתורגמן, איום נמשך ובטיחות מעשית ראויים למחקר ישיר.

STAIR — אימון בוויסות רגשי ובין-איש — מיועד לחזק יכולות רגשיות ויחסיות לפני עיבוד טראומה או לצדו. ניסוי משפיע בקרב 104 אנשים עם PTSD בעקבות התעללות בילדות מצא יתרונות לרצף STAIR וחשיפה בכמה תוצאות [Cloitre et al., 2010]. מנגד, ניסוי של 121 משתתפים מצא כי STAIR ולאחריו EMDR לא עלה על EMDR מיידי, עם נשירה מעט גבוהה יותר [van Vliet et al., 2021]. ב-2026 ניתוח ברמת המפגש לא מצא שיפור מוקדם עדיף בוויסות רגשי מ-STAIR לעומת PE מיידי, ולא מצא שהשינוי בוויסות תיווך את הירידה המאוחרת בתסמיני PTSD [Oprel et al., 2026]. מטא-אנליזה עכשווית מצאה מעט הבדלים יציבים בין טיפול שלבי ללא-שלבי, על בסיס מספר מוגבל של ניסויים הטרוגניים [Lee et al., 2026].

המסקנה האנושית אינה שייצוב חסר ערך. מיומנויות יכולות להיות חשובות, ויש אנשים שרוצים או צריכים אותן. הראיות אינן תומכות בהפיכתן למחסום חובה שכל אדם עם טראומה מורכבת חייב לעבור לפני טיפול ממוקד טראומה. קיצור, נרטיב ורצף צריכים להיבחר עבור האדם וההקשר ולהישפט לפי התוצאות — לא להפוך לדוקטרינות.

משפט ליבה

מסלולים קצרים, נרטיביים ומבוססי מיומנויות יכולים להרחיב גישות והתאמה, אך אף אחד מהם אינו קיצור דרך אוניברסלי או שער חובה לפני טיפול ממוקד טראומה.

סיוטים, נדודי שינה וטיפול ממוקד שינה

ממצא אמפירי • היסק מדעי רחב

הלילה אינו רק המקום שבו PTSD של היום נעשה גלוי. עבור אנשים מסוימים, השינה היא אחת הזירות שבהן משטר ההגנה נבנה מחדש שוב ושוב: קושי להירדם, יקיצות חדות, חלומות חוזרים, פחד מן השינה ודריכות מותשת ביום שאחריה. לכן טיפול בשינה כמטרה משלימה אינו קוסמטי. הוא עשוי להפחית סבל ולשפר תפקוד גם כאשר השפעתו על התסמונת המלאה של PTSD קטנה יותר.

המשמעת הראשונה היא להפריד בין תוצאות. תדירות סיוטים, עוצמתם, חומרת נדודי שינה, שינה אובייקטיבית, פגיעה ביום ותסמיני PTSD שנמדדו בידי קלינאי קשורים זה לזה, אך אינם זהים. מטא-אנליזת רשת משנת 2024, שכללה עשרים וארבעה ניסויים אקראיים ו-1,647 משתתפים, מצאה אומדנים חיוביים ל-CBT לנדודי שינה באיכות השינה ולטיפול בחזרה בדמיון בחומרת הסיוטים; ההפרש הממוצע המתוקן שדווח עבור IRT בסיוטים היה בערך -0.65 , אך הרשתות ומשך המעקב היו הטרוגניים [Huang et al., 2024]. בניסוי אקראי משנת 2025 בקרב תשעים וארבעה יוצאי צבא עם PTSD מאובחן ונדודי שינה, הוספת CBT לפני PE ובמקביל אליו שיפרה נדודי שינה ואיכות חיים יותר מהדרכת היגיינת שינה עם PE, אך לא הביאה לירידה עדיפה בתסמיני PTSD [Colvonen et al., 2025]. זו אינה תוצאה כושלת; זו ראייה לכך ששינה ו-PTSD יכולים להשתנות בנפרד.

טיפול בחזרה בדמיון (Imagery Rehearsal Therapy; IRT) מזמין את האדם לשנות, בזמן ערות, את התסריט של סיוט חוזר ולתרגל את הדימוי החדש. הוא אינו מחייב לפרש את החלום כמסר נסתר, ואינו מוכיח שזיכרון הטראומה עצמו עבר רה-קונסולידציה. בניסוי קטן של שלושים ואחד יוצאי צבא, הוספת IRT ל-CBT קבוצתי לא הייתה עדיפה על CBT לבדו; שתי הקבוצות השתפרו בכמה דיווחים עצמיים, מדדי אקטיגרפיה לא נבדלו, וקשיי שינה נותרו בממוצע [Prguda et al., 2023]. ההתערבות נותרת סבירה ותואמת הנחיות, אך תוספת התועלת אינה מובטחת.

פרזוסין מדגים מדוע אסור למזג ממוצעים ותתי-קבוצות. ניסוי רב-מרכזי גדול הקצה באקראי 304 יוצאי צבא ולא מצא יתרון על פלצבו בחלומות מטרידים, באיכות השינה או בשינוי הכללי לאחר עשרה או עשרים שבועות [Raskind et al., 2018]. עם זאת, מטא-אנליזה משנת 2025 של עשרה ניסויים ו-648 משתתפים מצאה תועלת מצטברת לסיוטים ולנדודי שינה, בערך $SMD = -0.64$ ו- -0.65 , בעוד שההשפעה על PTSD כללי לא הייתה מובהקת [Mendes et al., 2025]. לפיכך, הנחיות VA/DoD מציעות פרזוסין לסיוטים הקשורים ל-PTSD, לא לטיפול ב-PTSD כולו. לחץ דם, תת-לחץ דם בעמידה, סחרחורת, סכנת עילפון ושילוב עם תרופות אחרות הם חלק מן ההחלטה.

ניסוי משנת 2026 של דרונאבינול ב-171 מבוגרים דיווח על שיפור בינוני בחומרת הסיוטים. תופעות לוואי הופיעו אצל 89.7% ממקבלי דרונאבינול ואצל 77.1% ממקבלי פלצבו; אירועים חריגים חמורים התרחשו אצל שבעה משתתפים בזרוע הפעילה ואצל אף משתתף בפלצבו. היעילות והבטיחות ארוכות-הטווח עדיין אינן ברורות [Roepke et al., 2026]. אי אפשר להפוך תוצאה יחידה וספציפית לתרכובת לראיה עבור קנאביס כמשפחה. סקירת מיפוי משנת 2026 מצאה שרק אחד משבעה ניסויים אקראיים בקנבינואידים הראה עליונות קלינית ברורה, בעוד שמחקרים תצפיתיים חיוביים היו חשופים מאוד להטיה [Aviram et al., 2026].

טיפול בשינה דורש גם רפואה רגילה: לבדוק דום נשימה חסימתית, שיבוש צירקדי, חומרים, תרופות, כאב והפרעה סביבתית. טיפול בסיוטים אינו תחליף לטיפול מלא כאשר חדירות, הימנעות, שינוי במצב הרוח ובקוגניציה, עוררות-יתר או פגיעה בתפקוד נמשכים. ובכל זאת, שינה טובה יותר היא מטרה לגיטימית בפני עצמה. לילה שיש בו פחות פחד אינו רק מדד חלופי; הוא חלק מחיים שחוזרים.

משפט ליבה

טיפול בשינה אינו חייב לרפא את כל ה-PTSD כדי להיות חשוב; יש למדוד ולטפל ביושר בסיוטים, בנדודי שינה, בתפקוד ביום ובתסמונת הכוללת כתוצאות נפרדות.

טיפול תרופתי: ממוצעים צנועים והחלטות אישיות

ממצא אמפירי · פרשנות החוקרים

תרופות יכולות לעזור ב-PTSD, אך ההשפעה הממוצעת שלהן צנועה ואין להעצים את מעמדן רק מפני שהן מוכרות. נכון ל-6 בספטמבר 2026, סרטלין ופרוקסטין נותרו התרופות היחידות עם התוויה יעודית של ה-FDA האמריקאי ל-PTSD במבוגרים, כפי שמסכם מדריך התרופות לקלינאים של VA. ונלפקסין נתמך בהנחיות כאשר נבחר טיפול תרופתי, אך השימוש בו ל-PTSD בארצות הברית נותר מחוץ להתוויה. סקירת Cochrane העדכנית, שעדכנה את פרסום 2022, כללה שישים ושישה ניסויים אקראיים ו-7,442 משתתפים. היא מצאה שמעכבי ספיגה חוזרת בברניים של סרוטונין (Selec-tive Serotonin Reuptake Inhibitors; SSRIs) העלו תגובה לטיפול לעומת פלצבו — כ-58% לעומת 35% בנתונים המצטברים — ברמת ודאות בינונית [Williams et al., 2026]. סינתזה אחרת של 115 מחקרים תרופתיים העריכה אפקט תסמינים קטן ל-SSRIs, $SMD = -0.28$, עם רווח בר-סמך של 95% בין -0.39 ל-0.17 [Hoskins et al., 2021]. הגדרת תגובה, משך הניסוי וטיפול בנתונים חסרים שונים בין מחקרים, ולכן שום מספר אינו תחזית אישית.

SSRIs ונלפקסין עשויים להפחית תסמיני PTSD וגם לטפל בדיכאון או בחרדה נלווים. הם אינם מוחקים זיכרון טראומטי, והתועלת מתפתחת לרוב לאורך שבועות. תופעות לוואי יכולות לכלול הפרעות במערכת העיכול, עוררות או ישנוניות, שינוי בשינה, פגיעה בתפקוד המיני ותסמיני הפסקה. גיל, היריון, סיכון לספקטרום דו-קוטבי, אובדנות, אינטראקציות ומחלות גופניות משנים את ההחלטה. בחירת תרופה, מינון, המשך, הפחתה ושילוב עם פסיכותרפיה דורשים טיפול רפואי מותאם.

ראיות שליליות צריכות להיות במרכז, לא באותיות קטנות. בניסוי רב-מרכזי שנמשך שישה חודשים והקצה באקראי 296 אנשים עם PTSD כרוני הקשור לשירות צבאי, 247 נכללו בניחוח הראשי. תוספת ריספרידון לא שיפרה באופן מובהק PTSD שנמדד בידי קלינאי, והביאה ליותר עלייה במשקל, עייפות, ישנוניות והפרשת רוק [Krystal et al., 2011]. סקירה שיטתית לא מצאה יעילות משכנעת לבנזודיאזפינים והעלתה חששות לגבי תלות, קוגניציה, תאונות, פרוגנוזה והפרעה לפסיכותרפיה VA/DoD ממליצות נגד בנזודיאזפינים ונגד קנאביס או נגזרותיו לטיפול ב-PTSD. הרגעה או הקלה מיידית אינן שקולות להחלמה עמידה, והפסקה פתאומית יכולה להיות מסוכנת בפני עצמה.

תוכניות פיתוח חדשות מראות מדוע חייבים לראות את מכלול הראיות. שני ניסויים של ברקספירזול עם סרטלין דיווחו על יתרון של כחמש עד שש נקודות ב-CAPS-5 במדגמים של 416 ושל 321 משתתפים [Davis et al., 2025]. בשנת 2025 ניסוי שלב 3 גדול יותר, במינון קבוע וב-553 משתתפים, היה שלילי [Davis et al., 2025]. FDA הצביעה 10 מול 1 שהיעילות לא הוכחה, ולאחר מכן דיווחו נותני החסות על מכתב תגובה מלאה (Complete Response Letter; CRL), שמשמעותו שההתוויה לא אושרה. השילוב לא אושר ל-PTSD עד מועד החיתוך. בחירה רק בניסויים החיוביים שפורסמו הייתה מספרת סיפור שגוי.

תרכובות נוספות נותרו ניסיוניות. ניסוי שלב 2b משנת 2025 במוססת הניקוטין BNC210 $\alpha 7$ הקצה 182 אנשים ודיווח על הפרש CAPS-5 של -4.03, עם $d = 0.40$ ו- $p = .048$; יותר משתתפים פרשו בגלל תופעות לוואי בזרוע הפעילה, ועדיין נדרש שחזור מאשש [Papapetropoulos et al., 2025]. תוצאה חיובית גבולית היא הזמנה לבדיקה, לא סטנדרט טיפול חדש.

הניגוד הנכון אינו "טבעי" מול "רפואי", או פסיכותרפיה מול תרופה כזוהיות. ההשוואה היא בין תועלת צפויה, נטל, אי-ודאות, העדפה, תחלואה נלווית, נגישות ומה שנמדוד אחר כך. יש מי שמרוויחים מאוד מתרופה, יש מי שלא, יש שמעדיפים אותה ויש שאינם סובלים אותה. אפקט ממוצע צנוע יכול להיות עמוק עבור אדם מסוים, כל עוד אינו נמכר כוודאות ואי-תגובה מזוהה בזמן.

משפט ליבה

תרופה היא נתיב לגיטימי ותלוי-העדפה עם תועלת ממוצעת צנועה; רישום אחראי מכבד רווח אישי, ובה בעת משאיר מול העיניים ניסויים שליליים, תופעות לוואי וחלופות.

אי-תגובה, נשירה, תופעות לוואי ונגישות

ממצא אמפירי · היסק מדעי רחב

"מבוסס ראיות" אינו פירושו יעיל לכולם, מושלם בידי כולם או זמין לכולם. מטא-אנליזה משנת 2024 של שמונים ושישה ניסויים אקראיים ובהם 7,894 משתתפים העריכה כי 39.2% נותרו ללא תגובה לאחר טיפול פסיכולוגי מן השורה הראשונה. ההטרוגניות הייתה גבוהה, מחצית מן המחקרים הוערכו כבעלי סיכון גבוה להטיה, וההגדרות השתנו [Semmlinger et al., 2024]. לכן אי אפשר להניח את המספר מעל אדם כגורל. הוא כן מטיל חובה מדעית ומוסרית: לתכנן מראש מה עושים כאשר הטיפול הראשון אינו עובד.

"אי-תגובה" יכולה להסתיר אירועים שונים מאוד. ייתכן שהטיפול לא היה נגיש, לא הותאם תרבותית או מעשית, הועבר בנאמנות נמוכה, הופסק מפני שהחיים נעשו בלתי אפשריים, או הושלם בלי תועלת מספקת. ייתכן שסף התוצאה גס מדי. תסמינים יכולים להשתפר בזמן ששינה או תפקוד נותרים פגועים; דיכאון יכול לסגת בזמן שחדירות נמשכות; אדם יכול לאבד את האבחנה בלי להרגיש שחזר לחייו. סקירה משנת 2026 מצאה שונות גדולה בין חמישים וחמישה מחקרים בהגדרת PTSD עמיד לטיפול, והציעה הערכה חוזרת של מסירת הטיפול, היענות, תחלואה נלווית והתוצאות, במקום שיוך מוקדם לטיפול קבוע של עמידות [Al-Shamali et al., 2026].

גם נשירה עמומה. היא יכולה לשקף נטל, הימנעות, הפעלת תסמינים, עבודה וטיפול במשפחה, נסיעות, מחיר, קשר טיפולי חלש, חוסר התאמה, שיפור או נזק. אין לבטל אותה ככישלון של המטופל, אך גם לא לספור אותה אוטומטית כרעילות של הטיפול. השפעת כוונה-לטפל והשפעה בקרב משלימים עונות על שאלות שונות. אם $Y_i(a)$ היא התוצאה של אדם i תחת הקצאה a , ו- $C_i(a)$ מציון השלמה, אז

$$\theta_{IT} = \mathbb{E}[Y(1) - Y(0)], \quad \theta_{comp} = \mathbb{E}[Y(1) - Y(0) \mid C(1) = C(0) = 1].$$

הכמות השנייה מתייחסת לשכבה עקרונית שאינה נצפית, ואי אפשר לאמוד אותה פשוט באמצעות מחיקת מי שפרשו. הצלחה בקרב משלימי טיפול עלולה להיראות גדולה מפני שהיכולת להישאר בטיפול נבחרת בעצמה על פי נסיבות ותגובה.

קשה יותר לאמוד נזק מתועלת, מפני שניסויי פסיכותרפיה מדדו אותו לעיתים באופן לא עקבי. סקירת ילדים משנת 2026 איתרה שבעים ושניים ניסויים אקראיים ובהם 5,677 משתתפים, אך רק שישה דיווחו על החמרת PTSD ורק תשעה-עשר על תופעות לוואי. האומדנים הזמנים לא הצביעו על עודף נזק והרגיעו לגבי CBT ממוקד טראומה, אך הדיווח הדל לא שלל אירועים נדירים [Hoppen et al., 2026]. במבוגרים צפויה לעיתים מצוקה זמנית בעת עיבוד טראומה; החמרה מתמשכת, אובדנות, דיסוציאציה, עלייה בשימוש בחומרים, קריסת שינה או אובדן תפקוד דורשים מעקב פעיל, ולא נרמול כהוכחה שהטיפול "עובד".

נגישות היא חלק מן היעילות. סקירת הטמעה של CPT ושל PE מצאה שהכשרה עם ביקורת ומשוב שיפרה עמדות וזמינות, אך לא יצרה שימוש שגרתי עקבי. תהליכי הפניה מורכבים, קשיחות נתפסת של הפרוטוקול, צרכים מתחרים ומורכבות המטופלים נותרו חסמים [Ackland et al., 2023]. סקירה משנת 2026 של טיפול מבוסס מדידה ב-PTSD מצאה רק חמישה-עשר מחקרים, כולם בארצות הברית ואחד-עשר מהם בקרב יוצאי צבא; בין החסמים היו מילוי לא סדיר, בעיות טכנולוגיות והסבר לקוי של מטרת המעקב [Al-Shamali et al., 2026]. לבקש ציון בלי לשתף במשמעותו הוא איסוף נתונים, לא טיפול שיתופי.

התגובה האנושית לאי-תגובה היא סקרנות בעלת מבנה. מוודאים אבחנה וסכנה נוכחית; שואלים מה השתנה, מה לא ומה היה מחיר הטיפול; בודקים נאמנות בלי להאשים איש; ומתייחסים לשינה, חומרים, כאב, פגיעה מוסרית, דיסוציאציה, דיכאון, בטיחות ותנאים חברתיים. אז מתאימים, מחליפים, משלבים או עוצרים לפי הראיות והעדפת האדם. טיפול יכול להיכשל עבור אדם; אין פירוש הדבר שהאדם נכשל בטיפול.

משפט ליבה

אי-תגובה היא אות לבדוק מחדש את הניתב, ההתאמה, המסירה והתוצאה — לא פסק דין שהאדם אינו בר-השגה.

TMS, גירוי תטא-ברסט, tDCS וניורופידבק

ממצא אמפירי • פרשנות החוקרים • היסק מדעי רחב

ניורומודולציה מושכת מפני שהיא נראית כנוגעת ישירות במערכת. אבל "PTSD ל-TMS" אינו טיפול אחד. יעד, סליל, צד, תדר, עוצמה, מספר המפגשים וריווחם, המשימה המקבילה, תרופות, מדד התוצאה וסוג הביקורת — כולם משנים את הניסוי. אין למזג TMS עמוק, גירוי תטא-ברסט לסירוגין, לוחות מואצים, גירוי מוחי בזרם ישר (Transcranial Direct Current Stimulation; tDCS), ניורופידבק EEG ומשוב fMRI בזמן אמת לאפקט אחד של "טכנולוגיה".

בסיכומים המחמירים ביותר של גירוי מגנטי חוזר (Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation; rTMS), המסקנה זהירה. סקירת Cochrane משנת 2024 כללה שלושה-עשר ניסויים אקראיים ובהם 577 משתתפים; האומדן הראשי של PTSD שנמדד בידי קלינאי התבסס רק על שלושה מחקרים ו-99 משתתפים והיה קטן ולא מובהק, $SMD = -0.14$, עם רווח בר-סמך של 95% בין -0.54 ל-0.27 [Brown et al., 2024]. מטא-אנליזה משנת 2026 של שישה-עשר ניסויים ו-786 משתתפים מצאה שינויים גדולים בדיווח עצמי, אך לא השפעות מובהקות בראיון קליני; מרווחי החיזוי היו רחבים, נתוני העמידות דלים ורמת הוודאות נמוכה [Rodríguez-Drincourt-de-Elizaga et al., 2026]. סינתזה נוספת מ-2026 של PTSD קרבי המחשה את הפער המוכר בין שינוי תוך-קבוצתי גדול לבין הפרש מבוקר-דמה ולא מדויק במדד קליני [Virtó-Farfan et al., 2026]. ועדיין, אותות פרוטוקול-ספציפיים חשובים: ניסוי iTBS של שבעים וחמישה אנשים העדיף פרוטוקולים פעילים על דמה [Yuan et al., 2023], וניסוי של 119 אנשים שהוסיף TMS מנווט ל-PE במסגרת טיפולית למגורים דיווח על יתרון קליני צנוע, שדורש כעת שחזור בלתי תלוי מחוץ למסגרת הזאת [Fox et al., 2026].

שתי החלטות FDA על מכשירים משנת 2026 חייבות להיאמר במדויק. ב-8 במאי העניק ה-FDA למערכת Modius Spero סיווג De Novo, במסמך DEN250013: מכשיר מרשם מסיווג II לשימוש ביתי בתסמינים הקשורים ל-PTSD אצל מבוגרים בני 22 ומעלה, כחלק מתוכנית טיפול כוללת ולא כטיפול יחיד. ניסוי בן שנים-עשר שבועות, כפול-סמיות ומבוקר-דמה, הקצה באקראי 383 מבוגרים שתוארו כבעלי PTSD מאובחן בדרגת חומרה בינונית לפחות. ציוני PCL-5 ירדו ב-23.5 נקודות בגירוי המערכת הווסטיבולרית וב-12.1 נקודות בדמה; שיעור ההפסקה היה זהה, ו-9% דיווחו על סחרחורת קלה ללא הבדל בין הקבוצות [Colvonen et al., 2026]. נקודת הסיום הראשית הייתה בדיווח עצמי; היצרנית מימנה את המחקר שיזמו החוקרים, שימשה נותנת חסות וסייעה בתכנונו; ואין עדיין עדות לעמידות מעבר לשנים-עשר שבועות.

ב-3 ביוני 2026 התיר ה-FDA את שיווק מערכת MeRT (במסלול k510), במסמך K260402, כמכשיר משלים למבוגרים עם PTSD. בסיכום הניסוי המרכזי תוארו 158 משתתפים אקראיים ואפקטים מתוקננים של כ-0.32 ב-PCL-5 וכ-0.51 ב-CAPS-5. אוכלוסיית הכוונה-לטפל כללה 77 משתתפים בזרוע הפעילה ו-81 בזרוע הדמה; 84% השלימו את הטיפול, ולא דווח על אירועים חריגים חמורים. הרשאת שיווק למכשיר אינה אישור תרופה, אינה הוכחה לעלינות על פסיכותרפיה מן השורה הראשונה ואינה מוכיחה שהתאמת תדר האלפא באמצעות EEG היא המרכיב הפעיל. הניסוי בדק את המערכת השלמה ולא השווה את ההתאמה האישית ל-TMS בתדר קבוע. ניתוחי המעקב היו בדיעבד, ונתונים בלתי תלויים על עמידות נותרו מוגבלים במועד החיתוך.

הראיות ל-tDCS דקות יותר. בניסוי משנת 2024 בקרב חמישים וארבעה משתתפים, רובם גברים, tDCS ששולב בחשיפה במציאות מדומה נתן יתרון בדיווח עצמי לאחר חודש, בערך $d = -0.82$, אך ללא יתרון באיכות החיים; סמיות, השילוב בין רכיבים והיכולת להכליל מגבילים את הטענה [Wout-Frank et al., 2024]. תוצאה חיובית להתערבות משולבת אינה מגלה מה תרם הגירוי לבדו.

ניורופידבק מעביר את השפה מגירוי ללמידת ויסות עצמי, אך בעיית הראיות דומה. ניסוי EEG-ניורופידבק של שלושים ושמונה אנשים דיווח על אפקטים סביב $d = 0.77$ לאחר טיפול ו-0.75 לאחר שלושה חודשים [Nicholson et al., 2023]. מטא-אנליזה משנת 2025 קבעה שאומדנים בינוניים עד גדולים הגיעו בעיקר ממחקרים עם ביקורת פסיבית, ודירגה את הוודאות כנמוכה מאוד עד נמוכה [Berman et al., 2025]. משוב fMRI בזמן אמת יכול להדגים הגעה ליעד: בניסוי כפול-סמיות של עשרים וחמישה אנשים נלמדו היבטים של ויסות האמיגדלה, אך התסמינים לא היו עדיפים בבירור על משוב ביקורת [Zhao et al., 2023]. הגעה ליעד נדרשת לטענות מנגנון מסוימות; היא אינה מספיקה לתועלת קלינית.

בכל הטכנולוגיות הללו, תופעות שכיחות הן בדרך כלל כאב ראש זמני, אי-נוחות בקרקפת, עקצוץ או עייפות; הסיכון לפרקוס ב-TMS נדיר תחת פרוטוקול וסינון מתאימים. מחקרים קטנים אינם יכולים לאמוד היטב נזק נדיר. עלות, ביקורים חוזרים, איכות המכשיר, הכשרת המפעיל, תקינות הסמיות ונגישות שייכים גם הם למשוואת התועלת והסיכון. ייתכן שניורומודולציה תשנה בעתיד מתי וכיצד למידה מתקנת נעשית אפשרית. כרגע הטענה החזקה היא פרוטוקול-ספציפית: יש אותות מבטיחים לשני מכשירים יש הרשאת שיווק אמריקאית הקשורה ל-PTSD בהתוויות ובבסיסי ראיות שונים, ואף מכשיר חדשני לא החליף טיפול ממוקד טראומה מבוסס.

משפט ליבה

יש לשפוט ניורומודולציה פרוטוקול אחר פרוטוקול — לפי תוצאות קליניות מול דמה, עמידות, נזק ושחזור — ולא לפי ההילה המשכנעת של פעולה ישירה על המוח.

קטמין, MDMA וחזית הטיפול הפסיכדליים

ממצא אמפירי • פרשנות החוקרים • היסק מדעי רחב

תרכובות מהירות-פעולה ומשנות-חווייה פתחו מחדש שאלה רצינית: האם שינוי זמני בפלסטיות, בפחד, ברגש או בפתיחות בין-אישית יכול להפוך עדכון טיפולי לאפשרי יותר? השאלה ראויה למחקר קפדני. היא אינה מצדיקה קטגוריה אחת של "טיפול פסיכדלי", מפני שקטמין, MDMA, פסילוסובין ומתילון שונים בפרמקולוגיה, בחווייה, בהליך ובבסיס הראיות. הטיפול הפסיכולוגי, ההכנה, המסגרת, הציפייה, הסמיות והתמיכה לאחר המפגש עשויים להיות חלק מן ההתערבות ולא תפאורה.

הראיות לקטמין מעורבות. בניסוי חוזר עם ביקורת פעילה בקרב שלושים אנשים, קטמין יצר יתרון של 11.88 נקודות CAPS על מידולם, עם תגובה אצל 67% לעומת 20% ואפקט של $d = 1.13$; בקרב המגיבים, הזמן החציוני עד אובדן התגובה היה 27.5 ימים בלבד [Feder et al., 2021]. ניסוי מינונים רב-מרכזי גדול בהרבה בקרב 158 יוצאי צבא ואנשי שירות פעיל לא מצא תועלת ייחודית ל-PTSD, אף שהמינון הסטנדרטי שיפר דיכאון [Abdallah et al., 2022]. דיסוציאציה, עליית לחץ דם, בחילה, השפעות תפיסתיות חריפות ופוטנציאל שימוש לרעה מחייבים מסירה מפוקחת. קטמין אינו מאושר בידי ה-FDA ל-PTSD. אישורו של אסקטמין תוך-אפי למצבי דיכאון מסוימים אינו עובר אוטומטית ל-PTSD.

"פסיכותרפיה בסיוע קטמין" מוסיפה אי-ודאות: איזה רכיב, רצף או יחסי גומלין חשובים? מחקר פתוח מ-2025 ששילב קטמין עם WET גייס ארבעה-עשר אנשים וניתח שלושה-עשר. שינוי תוך-איש גדול ותגובה אצל 69% היו מעודדים, אך ללא תנאי ביקורת אי אפשר היה להפריד בין התרופה, הטיפול בכתיבה, ציפייה, תשומת לב ושינוי ספונטני [Feder et al., 2025]. "חלון פלסטיות" הוא השערת גשר סבירה עד שעיתוי ואינטראקציה ייבדקו ישירות.

לטיפול בסיוע MDMA יש תוכנית הניסויים החזקה ביותר בין הגישות הפסיכדליות או הסמוכות להן ב-PTSD, ולצדה האזהרה הרגולטורית החשובה ביותר. MAPP1 הקצה באקראי תשעים אנשים עם PTSD חמור ודיווח על יתרון גדול ל-MDMA עם טיפול מובנה לפי מדריך [Mitchell et al., 2021]. MAPP2 הקצה 104 אנשים; שינוי CAPS-5 הממוצע היה -23.7 – לעומת -14.8 , בקירוב $d = 0.7$, והאפקט על מוגבלות היה $d = 0.4$. שבעה משתתפים חוו אירוע חריג במהלך הטיפול בדרגת חומרה גבוהה – חמישה בזרוע הטיפול בסיוע MDMA ושניים בזרוע פלצבו עם טיפול – אך המאמר לא דיווח על אירועים חריגים חמורים במובן הרגולטורי או על מקרי מוות [Mitchell et al., 2023]. קשה לשמור על סמיות תפקודית כאשר השפעת התרופה מורגשת; ציפייה, התנהלות המטפלים, רכיב הפסיכותרפיה, תלות ברשת החסות, נזקים נדירים ועמידות מבוקרת ארוכת-טווח נותרו מוקדי דאגה. ב-8 באוגוסט 2024 ה-FDA הוציא מכתב תגובה מלאה (Complete Response Letter); CRL ולא אישר את הבקשה. גוף בעל עניין דיווח על הגשה מחודשת באוגוסט 2026, אך עד 6 בספטמבר 2026 לא ניתן אישור FDA. הגשה מחודשת היא אירוע מנהלי, לא ראיית יעילות חדשה.

בפסילוסובין, הראיות הישירות ל-PTSD נותרו מוקדמות מאוד. מחקר פתוח שלב 2 משנת 2026 בקרב עשרים ושניים משתתפים דיווח על ירידה של כשלושים נקודות CAPS-5 בשבוע הרביעי ובשבוע השנים-עשר. ללא הקצאה אקראית וביקורת אי אפשר להפריד נסיגה לממוצע, ציפייה, בחירה ומגע קליני. נרשמו 117 תופעות לוואי במהלך הטיפול, רובן ביום המינון, ללא אירועים חמורים או פרישה מדווחים [McGowan et al., 2026]. אי אפשר לייבא יעילות מדיכאון ל-PTSD. אנטקטוגן ניסוי נפרד, TSND-201 או מתילון, הראה אות חיובי עד שישה שבועות בניסוי שלב 2 אקראי בקרב שישים וחמישה אנשים: הפרש הממוצעים המתוקנים היה -9.64 נקודות CAPS-5 (רווח בר-סמך של 90%, -16.48 עד -2.80 ; $p = .01$), לטובת TSND-201. התרופות ניתנה ללא פסיכותרפיה, אף שאנשי בריאות הנפש עקבו אחר המפגשים באופן לא מכוון; דווחו כאב ראש, ירידה בתיאבון, בחילה, סחרחורת, עליית לחץ דם, יובש בפה ונדודי שינה [Jones et al., 2026]. נדרשים שחזור ומעקב בטיחות ארוך יותר.

ייתכן שגישות אלה יעזרו בעתיד לאנשים שהטיפול הקיים לא הגיע אליהם. המחקר חייב לכלול ביקורת פעילה, מדידת ציפייה, בדיקת סמיות, שחזור בלתי תלוי, תפקוד, מעקב ארוך ותכנונים פקטוריאליים שיכולים להפריד תרופה, פסיכותרפיה ואינטראקציה. מותר לקוות. אסור לקצר את דרך הראיות.

משפט ליבה

טיפול משני-מצב ומהירי-פלסטיות עשויים לפתוח אפשרויות, אך הבטחה במאמר, סיפור מנגנון ואישור רגולטורי הם שלושה דברים שונים.

חסימת הגנגליון הכוכבי, פרופרנולול ו-D-ציקלוסרין

ממצא אמפירי • פרשנות החוקרים • היסק מדעי רחב

שלוש התערבויות מדגמות שלושה ניסיונות שונים לפעול בנקודת מינוף: להפחית מוצא סימפטטי, לשבש רה-קונסולידציה אדרנרגית של זיכרון, או להגביר למידה במהלך חשיפה. כל אחת מתחילה ממנגנון קוהרנטי. אף אחת לא זכתה במעמד של טיפול מן השורה הראשונה.

חסימת הגנגליון הכוכבי (Stellate Ganglion Block; SGB) מזריקה מאלחש מקומי סמוך לשרשרת הסימפטטית הצווארית, במטרה להפחית עוררות-יתר מתמשכת. ניסוי רב-מרכזי מבוקר-דמה בקרב 113 אנשי צבא בשירות פעיל — 80% מהם עמדו בקריטריונים האבחוניים של CAPS-5, והיתר עמדו בסף תסמינים — דיווח על שינוי CAPS של 12.6 — לאחר SGB לעומת 6.1 — לאחר דמה בתום שמונה שבועות (Olmsted et al., [2020]. מנגד, ניסוי אקראי כפול-סמיות משנת 2016 היה שלילי (Hanling et al., [2016], ופיילוט משנת 2026 שהוסיף SGB ל-CPT לא מצא אינטראקציה טיפולית מובהקת בקרב שלושים ותשעה משתתפים (Held et al., [2026]. הסיכונים כוללים פגיעה בכלי דם או בעצב, הזרקה תוך-כלית ופרכוס, חזה אוויר, זיהום ותסמונת הורנר זמנית. הפחתת עוררות-יתר תהיה חשובה, אך היא אינה בהכרח החלמה מן ההפרעה כולה. נדרשים דמה אמינה, קפדנות אבחונית, מעקב ארוך יותר ושחזור בלתי תלוי.

פרופרנולול יחד עם הפעלה מחדש של זיכרון טראומטי מנסה להחליש רה-קונסולידציה אדרנרגית לאחר שזיכרון שנשלף נעשה לא יציב. ניסוי אקראי של שישים אנשים דיווח על יתרון תסמינים של כ-11.5 נקודות כאשר פרופרנולול ניתן לפני ההפעלה (Brunet et al., [2018]. ניסוי מאוחר יותר של שישים ושישה אנשים מצא ששתי קבוצות ההפעלה השתפרו, אך לא מצא יתרון ייחודי לתרופה עד שלושה חודשים (Rouillet et al., [2021]. מטא-אנליזה משנת 2025 של שבעה מחקרים, שערכבה בין פרדיגמות מניעה וטיפול, דיווחה על שיפור מאגום מובהק סטטיסטית ($I^2 = 0\%$, $p = .02$, $Z = 2.32$) ותיארה את הראיות כמקדמיות (Li et al., [2025]. האומדן הזה והסתירה בין ניסויי ההפעלה הישירים אינם מבססים אפקט טיפולי כללי ויציב. ייתכן שההפעלה עצמה, הסיפור החוזר, הציפייה או ההקשר אחראים לשינוי. רוב המחקרים הקליניים מסיקים שהזיכרון עבר ערעור; הם אינם מודדים זאת. סיכון לברדיקרדיה, לחץ דם נמוך וברונכוספזם הופך סינון רפואי לחלק מהותי.

D-ציקלוסרין הוא אגוניסט חלקי לקולטן NMDA, שנועד להגביר למידה בסמוך למפגש חשיפה. הביטוי המושך הוא "מגביר הכחדה", אך הביולוגיה אינה ממושמעת כל כך. אם נייצג את עדכון הלמידה בקירוב כך:

$$\Delta w_t = \eta_t \delta_t, \quad \delta_t = r_t - \hat{r}_t,$$

אז w_t הוא משקל אסוציאטיבי, δ_t היא שגיאת ניבוי ו- η_t הוא קצב הלמידה. הגדלת η_t אינה קובעת מה יילמד. מפגש מתוכנן היטב שמפר ציפיית סכנה עשוי להתחזק; מפגש מציף או כזה שמסתיים מוקדם עלול לחזק איום או בריחה. ההגברה התרופתית תלויה בחוויה שאותה היא מגבירה.

התוצאות הקליניות מתאימות לאזהרה. בניסוי חשיפה במציאות מדומה בקרב 156 אנשים, D-ציקלוסרין לא שיפר את תוצאת ה-PTSD הראשית; הישגי החשיפה נשמרו, אך אותות משניים נראו תלויי-למידה במפגש (Rothbaum et al., [2014]. מחקר אקראי של 192 אנשים גם לא מצא יתרון ראשי לתוספת (Difede et al., [2022]. מטא-אנליזה טרנס-דיאגנוסטית שכללה הפרעות חרדה, הפרעה טורדנית-כפייתית ו-PTSD העריכה אפקט כולל קטן ולא מובהק, כ- $g = 0.15$ (McGuire et al., [2017]. אותו מחקר של 156 אנשים מצא שאלפרזולם בזמן חשיפה נקשר לשיעור גבוה יותר של אבחנת PTSD לאחר שלושה חודשים לעומת פלצבו — אות מפכח לכך שהרגעה מיידית ולמידה מתקנת עמידה יכולות להתפצל (Rothbaum et al., [2014].

אלגנטיות מכניסטית חשובה מפני שהיא מייצרת מבחנים. היא נעשית מסוכנת כאשר היא מחליפה אותם. יש להעריך את ההתערבויות לפי התועלת הנוספת מעבר לטיפול אמין, לא לפי מידת הדיוק שנשמע בסיפור הביולוגי. אם ההשפעה תלויה במצב עוררות, בשגיאת ניבוי, בעיתוי או בתת-קבוצת מגיבים, התנאים הללו צריכים להימדד מראש ולהיות מאומתים.

משפט ליבה

נקודת מינוף סבירה עדיין אינה טיפול אמין; חסימה סימפטטית, הפרעה לרה-קונסולידציה והגברת למידה חייבות לעבור מבחנים מבוקרים של מה שבאמת משתנה.

מציאות מדומה, טיפול דיגיטלי, AI והתערבות אקולוגית

ממצא אמפירי · היסק מדעי רחב · השערת FLOW HIJACKED

טכנולוגיה יכולה לשנות את המקום שבו טיפול מתקיים, את מה שאפשר למדוד ואת הרגע שבו תמיכה מגיעה. היא אינה מבטלת את הצורך באבחנה, במנגנון אמין, בתנאי השווה, בפרטיות, באחריות אנושית או בראיה לתועלת. "דיגיטלי" הוא מאפיין של דרך המסירה, לא מנגנון טיפולי.

חשיפה במציאות מדומה (Virtual Reality Exposure; VRE) יכולה להציג רמזים רב-חושיים נשלטים כאשר קשה לגשת לדמיון. הרעיון המדעי הפעיל נשאר חשיפה ולמידה חדשה, לא עצם ההיטמעות. השוואות אקראיות לא ביססו עליונות כללית על חשיפה סטנדרטית [McLay et al., 2017], ומטא-אנליזה משנת 2022 תמכה בשיפור תסמינים אך מצאה הטרוגניות בקבוצות ההשוואה, בציד, בתוכן ובגודל המחקרים [Heo & Park, 2022]. מחלת סימולטור, עוררות-יתר, דיסוציאציה, עלות והאפשרות שעולם וירטואלי אחיד מתאים למפתח יותר מאשר למטופל — כולם חשויים. השאלה היא אם VRE משפרת נגישות, מעורבות או למידה עבור אדם מוגדר, לא אם היא נראית מתקדמת יותר.

לתוכניות דיגיטליות מונחות מסוימות יש בסיס ראיות ישיר חזק יותר מאפליקציות PTSD אוטונומיות, אך מכאן לא נובע שההנחה עצמה היא המרכיב הפעיל. סקירת-על של אחת-עשרה מטא-אנליזות מצאה תועלת להתערבויות CBT דיגיטליות, אף שעמידות ההשפעה והערך המוסף של הנחה נותרו לא ודאיים [Tng et al., 2024]. ניסוי אקראי משנת 2025 בקרב 95 מבוגרים בסין שעמדו בקריטריונים ל-PTSD מלא או תת-ספי מצא ש-WET מקוון בהנחיית קלינאי היה עדיף על קשר מינימלי לאחר חודש, עם אפקטים של $d = -0.74$ במדד קליני וכ- -0.79 בדיווח עצמי. השיפור נשמר בתוך קבוצת ההתערבות עד שישה חודשים, אך ההשוואה המבוקרת הסתיימה לאחר חודש [Li et al., 2025]. לעומת זאת, שני ניסויים פרגמטיים משנת 2026 בהתערבות עצמית עבור פליטים סורים — שנבחרו בשל מצוקה ופגיעה בתפקוד ולא בשל אבחנת PTSD, כאשר תסמיני PTSD היו תוצאה משנית במדד מקוצר — היו שליליים בניתוח כוונה-לטפל, עם נשירה של כ-86.3% ושל 82.1% [Burchert et al., 2026]. יכולת להתרחב בלי שימוש איננה יעילות. שפה, תרבות, עלות נתונים, דיוור, בטיחות ואמון הם רכיבים סיבתיים של ההטמעה.

עד מועד החיתוך לא הייתה ראיה ישירה לטיפול AI אוטונומי וממוקד טראומה באוכלוסייה שאובחנה עם PTSD. ניסוי תלת-זרועי משנת 2026 הקצה באקראי 995 סטודנטים ישראלים שדיווחו על מצוקה נפשית לפלטפורמת AI שיחתית, לטיפול קבוצתי פנים אל פנים או לרשימת המתנה. אבחנת PTSD לא הייתה תנאי כניסה, ותסמיני PCL-5 בדיווח עצמי לא נבדלו בין הקבוצות לאחר שנים-עשר שבועות או לאחר שלושה חודשים [Shoshani et al., 2026]. מאמרים מוקדמים יותר תיארו שימושים אפשריים בבינה מלאכותית יוצרת או השוו החלטות בתרחישים קליניים; הם לא היו ניסוי תוצאה במטופלים [Held et al., 2025]. AI עשוי לסייע בפסיכו-חינוך, תרגום, תיעוד, הדרכה, מיון או תמיכה בהחלטת קלינאי. עיבוד טראומה אוטונומי הוא טענה חזקה בהרבה. הזיות, אובדן פרטיות, הטיה, היקשרות מניפולטיבית, הרגעה כוזבת וכשל במשבר מחייבים ממשל מפורש, הסכמה, עקבות ביקורת, פיקוח אנושי ונתיב הסלמה.

הערכה רגעית אקולוגית (Ecological Momentary Assessment; EMA) ומכשירים לבישים מציעים אפשרות אחרת: להתבונן במצב קרוב לחיים במקום לשחזר שבוע מן הזיכרון. מחקר בזיהוי אירועי עוררות-יתר הגיע ל- $AUC = 0.70$ בהפרדה לפי משתתפים, אך נשען על תוויות אירוע עצמי במהלך אירועי רכיבה רב-יומיים חריגים [Sadeghi et al., 2022]. בעוקבה של 1,618 אנשים שהגיעו לחדר מיון, יכולת ההבחנה של שעון לבדו בסיווג PTSD בסבירות גבוהה הייתה קרובה למקריות, $AUC = 0.56$, ולא שיפרה את מודל השאלון [Cakmak et al., 2021]. חיזוי אינו מניעה. אפשר לנסח התערבות בדיוק-בזמן כמדיניות:

$$A_t \sim \pi_\theta(\cdot | \mathcal{H}_t), \quad \mathcal{H}_t = \{\mathbf{y}_{0:t}, \mathbf{c}_{0:t}, A_{0:t-1}\},$$

כאשר $\mathbf{y}_{0:t}$ מכיל את מדידות התסמינים והפיזיולוגיה שנצפו, $\mathcal{H}_t$ היא ההיסטוריה הנצפית של מדידות אלה, ההקשר והתמיכה הקודמת, ו- A_t הוא המסר או הסיוע שמוצע עכשיו. השאלה הטיפולית אינה רק דיוק המסווג. היא ההשפעה הסיבתית הקרובה של הצעת A_t בהינתן ההיסטוריה $\mathcal{H}_t$, מול אזעקות שווא, החמצות, הפרעה, נטל סוללה ומעקב.

זוהי השערת Flow Hijacked: ייתכן שהתערבות קלה הניתנת לפני שמעבר הגנתי מתפתח במלואו תדרוש פחות אנרגיית בקרה מהתערבות בשיאו. נדרשים ניסויים זעיר-אקראיים, תוצאות חשובות לאדם ואפשרות לכבות את החישה. ניטור רציף יכול בעצמו להגביר דריכות. מערכת שנועדה להשיב חופש אינה יכולה לגרום לאדם להרגיש שהטיפול שלו משגח עליו.

משפט ליבה

טכנולוגיה מרוויחה מקום בטיפול ב-PTSD כאשר היא משפרת למידה, נגישות, עיתוי או בחירה — לא כאשר חדשנות מסתירה נשירה, ראיות חלשות או מעקב.

טיפול מדויק ורצף מסתגל

ממצא אמפירי • היסק מדעי רחב

לעיתים מדמיינים טיפול מדויק כסריקת בסיס שבחרת את הטיפול המושלם. הגרסה הקרובה והאמינה יותר צנועה ושימושית: לבחור התחלה טובה, למדוד מה קורה ולהסתגל לפני שטיפול לא יעיל הופך לאינרציה. ממתנים בתחילת הדרך עשויים לסייע, אך נתוני תגובה חוזרים מכילים לא פעם יותר מידע מתחזית יחידה שניתנה לפני תחילת הטיפול.

באופן פורמלי, משטר טיפול דינמי הוא רצף $d = (d_1, \dots, d_T)$ שבו

$$A_t = d_t(\mathcal{H}_t), \quad V(d) = \mathbb{E} \left[\sum_{t=0}^T \gamma^t r_t \mid d \right],$$

כאשר $\mathcal{H}_t$ כוללת את ההיסטוריה הנצפית של האדם עד רגע ההחלטה t , A_t היא פעולת הטיפול הבאה, r_t משלב תועלת, תפקוד, נטל ונזק, ו- $0 < \gamma \leq 1$ קובע את המשקל שניתן לתוצאות עמידות. ניסוי הקצאה אקראית רציף ורב-שלבי (Sequential Multiple Assignment Randomized Trial; SMART) יכול להשוות כללי החלטה באמצעות הקצאה מחודשת בנקודות תגובה מוגדרות. הוא בוחר רצף, לא רק מוצר.

ניסוי פרמטי משנת 2025 נותן ראיה ישירה נדירה. שבע מאות מטופלים ברפואה ראשונית הוקצו לרצפים שהחלו ב-SSRI או ב-WET. לא נמצא הבדל מובהק בין אסטרטגיות הפתיחה. מבין 295 האנשים שהוקצו ל-SSRI, עמדו בהגדרת אי-התגובה של הניסוי; אצלם, מעבר לוונלפקסין הביא לירידה של 9.2 נקודות PCL-5, לעומת 2.3 נקודות לאחר הוספת WET. ההפרש המתוקן היה 10.19 נקודות, עם רווח בר-סמך של 95% בין 4.97 ל-15.41 [Fortney et al., 2025]. זה אינו חוק אוניברסלי שלפיו החלפת תרופה עדיפה על פסיכותרפיה. זו תוצאה תלוית-רצף באוכלוסייה פרמטית, והמעורבות והנאמנות לטיפול לא היו מושלמות. היא מראה מדוע ההחלטה השנייה ראויה להקצאה אקראית ולא רק לאינטואיציה.

SMART נוסף מ-2026 כלל 477 אנשים שעברו השתלת תאי גזע המטופואטיים והיו להם תסמיני דחק פוסט-טראומטי מסתברים או תת-ספיים הקשורים לסרטן. אפליקציה עצמית לא הייתה עדיפה בתחילה על טיפול רגיל; בקרב מי שלא הגיבו, רצפים שעלו ל-CBT בידי מטפל יצרו שיפור חזק ועמיד יותר מאימון סביב האפליקציה [Smith et al., 2026]. הלך חן אינו "אפליקציות נכשלות". נקודת כניסה קלה עשויה להיות שימושית רק אם המערכת מזהה אי-תגובה באופן אמין ופותחת את הדרך לטיפול בעצימות גבוהה יותר.

אלגוריתמי חיזוי מוקדמים יותר. ניתוח יתרון אישי בקרב תשעים ושניים אנשים עם PTSD מורכב העריך בדיעבד יתרון קליני גדול, כ- $d = 0.83$, להתאמת PE או STAIR לפי המודל; אולם הוא השתמש במועמדים רבים במדגם קטן ולא עבר אימות חיזוני פרוספקטיבי [Frost et al., 2025]. בתוכניות CPT אינטנסיביות, מודלים מתעדכנים הגיעו לכ- $R^2 = 0.62$ באמצע הטיפול במדגם פיתוח של 362 ובמדגם אימות של 108, אך שיטות למידת מכונה מורכבות לא עלו על מודלים ליניאריים מעורבים ב-webSTAIR. ב-Smith & Held, [2023], למידת מכונה ומודל שהשתמש רק בחומרת הבסיס הסבירו שיעור דומה מן השונות בקרב 189 יוצאי צבא [Hallenbeck et al., 2024]. מורכבות אינה דיוק.

חיזוי אינו מרשם. מודל פרוגנוסטי מעריך סיכון לתוצאה תחת הטיפול שנצפה; מודל בחירת טיפול חייב לאמוד אינטראקציה בין טיפול לאדם. תועלת קלינית דורשת אז ניסוי פרוספקטיבי המראה ששימוש במודל משפר תוצאות מעבר לקבלת החלטה משותפת וטובה, בלי להעמיק אי-שוויון. יש לבדוק כיול בין סוגי טראומה, שפות, מין ומגדר, קבוצות חברתיות, תחלואה נלווית, איום נמשך ומערכות טיפול. מערכת מדויקת צריכה להראות את אי-הוודאות, לאפשר סירוב ולהקל על החלפת מסלול. מטרתה אינה להכריז איזה סוג מטופל האדם, אלא לקצר את הזמן בנתיב שאינו נפתח.

משפט ליבה

הטיפול המדויק האמין ביותר הוא מסתגל וניתן לתיקון: לבחור בזירות, למדוד יחד ולשנות את הרצף לפני שאי-תגובה מתקשה לכדי נטישה.

טיפול כבעיית בקרה דינמית

סינמזת FLOW HIJACKED · השערת FLOW HIJACKED

כעת אפשר לחזור לשאלת Flow Hijacked המרכזית. אם PTSD כרוך בשינוי הכללים לכניסה למצבים הגנתיים, להתמדתם וליציאה מהם, אפשר להבין טיפול — בלי לצמצם אותו לכך מילולית — כניסיון לשנות את הכללים האלה. "בקרה" כאן לעולם אינה שליטה באדם. היא סיוע לאדם להשיב השפעה על מערכת שנעשית מגויסת בקלות רבה מדי בידי איום. ומשחררת אותו לאט מדי.

נסמן ב- $\mathbf{x}_t \in \mathbb{R}^n$ מצב סמוי של מוח-גוף-אדם, ב- $\mathbf{c}_t$ את ההקשר, ב- $\mathbf{u}_t = \mathbf{u}(t) \in \mathbb{R}^m$ קלט טיפולי, וב- $\mathbf{W}_t \in \mathbb{R}^r$ תהליך וינר סטנדרטי. מודל בזמן רציף הוא

$$d\mathbf{x}_t = \mathbf{f}_\theta(\mathbf{x}_t, \mathbf{c}_t) dt + \mathbf{B}_\theta(\mathbf{x}_t, \mathbf{c}_t) \mathbf{u}_t dt + \Sigma_\theta(\mathbf{x}_t, \mathbf{c}_t) d\mathbf{W}_t.$$

השדה הווקטורי $\mathbf{f}_\theta$ מתאר את נטיות המערכת ללא טיפול; $\mathbf{B}_\theta(\mathbf{x}_t, \mathbf{c}_t) \in \mathbb{R}^{n \times m}$ מתאר היכן יש להתערבות מנוף; ו- $\Sigma_\theta(\mathbf{x}_t, \mathbf{c}_t) \in \mathbb{R}^{n \times r}$ ממפה שונות סטוכסטיות אל הקואורדינטות הסמויות. השערת אסימטריית הכניסה והיציאה ממצב איום (Threat-State Return Asymmetry; TSRA) מנבאת שאצל חלק מן האנשים ובהקשרים מסוימים, תגובה לטיפול תיראה לא רק בציון תסמינים ממוצע נמוך יותר, אלא גם בסף כניסה גבוה יותר, בהגברה חולפת חלשה יותר בתגובה לרמז מסוים, בהכללה צרה יותר, בזמן שהייה הגנתי קצר יותר, בהתאוששות מהירה יותר ובנגישות רחבה יותר למעורבות בטוחה. אפשר להגדיר מדיניות טיפול כך:

$$\mathbf{u}^*(\cdot) = \arg \min_{\mathbf{u}(\cdot) \in \mathcal{U}_{[0,T]}} \mathbb{E} \left[\Phi(\mathbf{x}_T) + \int_0^T (q(\mathbf{x}_t, \mathbf{c}_t) + \frac{1}{2} \mathbf{u}(t)^\top \mathbf{R} \mathbf{u}(t) + \lambda h(\mathbf{u}(t))) dt \right].$$

כאן $\mathcal{U}_{[0,T]}$ היא קבוצת הקלטים הניתנים למדידה באופן פרוגרסיבי ביחס לפילטרצית הנתונים הנצפים, והמקיימים אילוץ מינון, עיתוי, הסכמה, עצירה ובטיחות שנקבעו מראש. הפונקציה q מענישה סבל ואובדן תפקוד; $\mathbf{R} \succ 0$ עם $\mathbf{R} \in \mathbb{R}^{m \times m}$; $h \geq 0$ מייצגת נטל של תופעות לוואי או הפרה רכה של אילוצים; $\lambda \geq 0$ משקלל נטל זה; ו- Φ מייצגת את נטל הטיפול. המסלול המיטבי אינו ההתערבות הגדולה ביותר האפשרית, אלא הרצף הבטוח מעניקה ערך נגישות עתידית עמידה. הפחות מכביד שמייצר שינוי עמיד ורלוונטי לחיים.

טיפולים שונים מציעים השערות בקרה שונות. PE עשוי להעלות את סף המעבר ולהרחיב גישה להקשרים בטוחים באמצעות התקרבות ולמידה מעכבת. CPT עשוי להפחית את הדיוק של הנחות איום, אשמה או בושה שמזינות את המצב בחזרה לתוך עצמו. טיפול בשינה עשוי להפחית כניסה חוזרת לבילה ולשפר התאוששות למחרת. תרופה עשויה להנמיך הגברה בסיסית או עומס נלווה. נירומודולציה עשויה לשנות זמנית נגישות למצבים; ייתכן שתזמון ביחס ללמידה מתקנת חשוב יותר מן הגירוי לבדו. עבודה בסיוע קטמין או אנטקטוגן עשויה לפתוח חלון למידה מוגבל בזמן. טיפול מסתגל עשוי לצפות בתגובה ולשנות את הקלט במקום לחזור על מה שאינו עובד. כל אלה השערות, לא מיפויים מבוססים.

יש עוגנים ישירים, אך הם עדיין גשירים. טיפול קוגניטיבי מוצלח נקשר לשינוי בזמן השהייה במצבי רשת מוחית רחבי-היקף במדגם אורכי קטן [Charquero-Ballester et al., 2022]. מחקרי EEG-ניורופידבק מדווחים על שינוי עצבי ותסמיני, אך הראיות מול ביקורת פעילה מחמירה עדיין דקות [Nicholson et al., 2023]. TMS מונחה fMRI שינה תגובתיות של האמיגדלה לאיום בלי יתרון תסמינים מיידי [van Rooij et al., 2026] — בדיוק הפיצול בין הגעה ליעד לבין תוצאה קלינית שמודל בקרה חייב להסביר. מחקר מושתל וסגור-לולאה בשני אנשים הראה שהפעלת גירוי בתגובה לתטא באמיגדלה אפשרית טכנית, לא שהיא יעילה [Gill et al., 2023]. לרצף טיפול מסתגל יש ראיה קלינית בלי מדידה של יכולת הבקרה העצבית [Fortney et al., 2025].

שום ניסוי עדיין לא הראה ש-PTSD הוא אטרקטור יחיד, לא אמד ישירות עומק אגן משיכה ולא הוכיח ששיקום יכולת הבקרה גורם להחלמה. המודל ראוי למקומו רק אם הוא מנבא מעבר למטאפורה: מדידות מצב צפופות לפני ואחרי טיפול צריכות לגלות שינוי במטריצות מעבר מעבר לממוצע תסמינים; השינוי צריך לעבור בין הקשרים בחיים; הדינמיקה צריכה לתווך תפקוד; ויש לבדוק מודלים מתחרים. אם התחזיות ייכשלו, יש לתקן את השפה או לנטוש אותה.

ההבטחה אינה שמתמטיקה תהפוך טיפול לבלתי אישי. היא יכולה להבהיר את החובות שלנו. עלינו למדוד לאן המערכת נעה, כמה מהר היא חוזרת, מה עולה ההתערבות והאם חלקים נוספים של החיים נעשו נגישים. האדם אינו "המערכת המבוקרת" בתרשים בקרה. האדם הוא מי שהמודל חייב לשרת את עתידיו האפשריים.

משפט ליבה

לפי השערת Flow Hijacked, טיפול מצליח כאשר הוא עושה יותר מדיכוי תסמינים — הוא משנה את כללי המעבר כך שמצבים בטוחים ומלאים יותר נעשים קלים יותר לכניסה ולשהייה.

החלמה כאפשרות שנפתחת מחדש

החלמה עשויה להתחיל כשמצבים אחרים ועתידים אחרים
נעשים שוב נגישים.

החלמה אינה שכחה

הסיק מדעי רחב

לעיתים מדברים על החלמה כאילו המשימה היא למחוק את האירוע, להשתיק כל אזעקה ולהחזיר את האדם לגרסה קודמת של עצמו. זה אינו תיאור מדעי סביר של זיכרון, וגם אינו אמת מידה אנושית לחיים. אפשר לזכור בבהירות ולסבול פחות. הגוף יכול עדיין להתעורר — ואז לחזור מהר יותר. יום שנה קשה יכול להישאר קשה בלי לשלוט בשנה כולה. לכן החלמה אינה היעדר מוחלט של תגובה, אלא שינוי ביחסים שבין הזיכרון, ההקשר הנוכחי, הפעולה והזמן.

במחקרים קליניים החלמה מוגדרת בדרך כלל באמצעות ירידה בתסמינים, אובדן הסטטוס האבחוני, הפוגה או שיפור בתפקוד. אלה תוצאות חופפות, אך לא זהות. ציון בשאלון יכול לרדת מתחת לסף בזמן שהשינה, האינטימיות, העבודה או האמון עדיין פגועים; ומנגד, אדם עשוי להמשיך לדווח על תסמינים ובכל זאת לבנות מחדש חיים שיש בהם משמעות והשתתפות. ניתוחים ברמת מפגש טיפולי אף מראים שתסמינים ותפקוד משפיעים זה על זה בדרכים מורכבות המשתנות בזמן, ולא נעים ככמות אחת [Benfer et al., 2024]. משום כך, הרצאה אחראית אינה הופכת ציון יחיד לפסק דין על האדם כולו.

גם שיפור אינו מבטיח מסלול עולה וחלק. סקירה שיטתית של הישגות PTSD מצאה הגדרות, מרווחי מדידה ומכנים כה לא אחידים, עד שלא היה מוצדק להפיק אומדן משוקלל של שיעור ההישגות [Brooks & Greenberg, 2024]. לא־הוודאות הזאת יש משמעות: אין מקום להבטיח שמצוקה לעולם לא תחזור, אך גם אין לראות בהתעוררות מאוחרת מחיקה של כל מה שכבר השתנה. אובדן חדש, איום, מחלה, הליך משפטי או תזכורת ציבורית יכולים לפגוש מערכת שעדיין משתנה. זהו מידע שצריך להבין, לא הוכחה לכישלון אישי.

כאשר הסכנה עצמה נמשכת, גם המילה "החלמה" מחייבת זהירות נוספת. היא אינה יכולה להיות למידה שסביבה לא־בטוחה היא בעצם בטוחה. לעיתים פירושה הוא הבחנה מדויקת יותר בין סוגים ורגעים של סכנה, הגנה על שינה ככל האפשר, השבת אפשרות הבחירה בתוך מגבלה, צמצום של היסחפות מיותרת אל מעבר לאירוע, ושימור קשר בלי להכחיש את המציאות. היעד אינו רוגע ללא הבחנה, אלא ויסות מדויק וגמיש יותר.

בעדשת Flow Hijacked, נכון יותר לראות החלמה כחידוש הנגישות. האירוע הטראומטי אינו צריך לאבד מחשיבותו. במקום זאת, מצבי ההגנה חדלים להחזיק בזכות בלעדית על הקשב, הניבוי, הפיזיולוגיה והפעולה. הזיכרון נעשה מקור ראיות אחד לצד אחרים; ההווה מקבל שוב משקל; ועתידים שהיו מחוץ לטווח החישוב נעשים שוב בני־חיבה ובני־חיים. זו הגדרה תובענית יותר משכחה — אך גם אפשרית יותר.

משפט ליבה

החלמה אינה מחייבת את העבר להיעלם; היא מאפשרת להווה ולעתיד לשוב ולהשפיע.

מסלולי החלמה וגמישות

ממצא אמפירי • היסק מדעי רחב

אין מסלול פוסט-טראומטי יחיד. מחקרי אורך מזהים שוב ושוב מהלכים שונים: רמת תסמינים נמוכה ויציבה, עלייה מוקדמת ולאחריה ירידה, החלמה איטית יותר, החמרה מאוחרת ועומס גבוה ומתמשך. במחקר הירושלמי למניעה והתערבות לאחר טראומה, פתרון מודלי אחד זיהה שלושה מסלולי תסמינים לאורך חמישה-עשר חודשים – דעיכה מהירה, דעיכה איטית ואי-דעיכה [Galatzer-Levy et al., 2013]. גם מעקב בן שש שנים לאחר פגיעה גופנית זיהה כמה דפוסים ארוכי-טווח, ולא התקדמות בלתי-נמנעת אחת [Bryant et al., 2015]. חשיבותם של ממצאים אלה היא בהחלפת הגורל הקבוע בשונות. הם אינם מצדיקים מיתולוגיה חדשה שלפיה כל אדם שייך ל"טיפוס" חבוי וקבוע.

מחלקות מסלול הן תקצירים סטטיסטיים, לא מינים טבעיים. מספרן ושכיחותן לכאורה עשויים להשתנות לפי הסולם, מועדי המדידה, הנחות על נתונים חסרים, הרכב המדגם והמפרט המתמטי. סקירה והערכה סטטיסטית הראו עד כמה פתרונות של חוסן ותפקוד לקוי רגישים לבחירות אנליטיות [Galatzer-Levy et al., 2018]. מחקר למידת מכונה הצליח לשחזר מבנה רחב של מסלולים בשני מדגמי פגיעה, אך לא הצליח להעביר באופן אמין את ההבחנה הקלינית החשובה בין מסלול דועך למסלול שאינו דועך [Tomas et al., 2022]. המדע תומך בהטרוגניות הרבה יותר משהוא תומך בשיוך מוקדם ומדויק.

גמישות מציעה שאלה אחרת. במקום לשאול רק "לאיזו עקומה האדם הזה שייך?", אפשר לשאול עד כמה המערכת משנה מדיניות כאשר הראיות משתנות. האם הקשב יכול להתרחב לאחר שהרמז הוערך? האם עוררות יכולה לעלות לצורך הגנה ואז לרדת? האם אדם יכול לבחור אסטרטגיות ויסות שונות במצבים שונים, במקום להפעיל אותה תגובה בכל מקום? מחקר שבחן ביצוע בפועל מצא גמישות מופחתת בבחירת אסטרטגיות ויסות בקבוצות עם רמות גבוהות של דחק פוסט-טראומטי, אך זהו רכיב אחד בלבד של מושג רחב יותר [Fine et al., 2023]. גם חוסן תלוי בתוצאה, בתחום ובזמן: תפקוד בעבודה יכול להתקיים לצד פגיעה קשה בשינה, ויציבות חיצונית לצד מחיר גופני או יחסי [Bonanno, 2021].

ההבחנה הזאת משנה את האופן שבו מקשיבים להחלמה. ירידה בממוצע התסמינים היא בעלת ערך, אך עלולה להסתיר יציבות שבירה. אדם המתפקד רק באמצעות ביטול כל אי-ודאות, הימנעות מכל תזכורת או דריכות מתמדת עשוי להיראות יציב עד שהנסיבות משתנות. מנגד, מסלול לא-אחיד עשוי להכיל הסתגלות אמיתית אם האירועים מתקצרים, החזרה מואצת, טווח הבחירה מתרחב ופעילויות חשובות שבות. שונות אינה בהכרח חוסר ויסות; יציבות אינה בהכרח בריאות. משמעותן תלויה בהקשר, בקנה המידה ובמחיר.

המסקנה הזוהירה ביותר היא גם המלאה ביותר בתקווה: מצוקה חריפה או ציון סיכון מוקדם אינם גורל. העומס המוקדם חשוב, ויש מסלולים עיקשים וכואבים, אבל מהלך החיים מעוצב לאורך זמן באמצעות חשיפה, גוף, טיפול, שינה, משאבים, יחסים ולמידה חדשה. החלמה מובנת טוב יותר כיכולת מתפתחת להשתנות בהתאם להקשר, ולא כחברות בקטגוריה ששמה "עמיד".

משפט ליבה

הממצא החזק ביותר על מסלולים אינו שאנשים נחלקים לטיפוסים קבועים, אלא שהמהלכים הפוסט-טראומטיים שונים ונותרים פתוחים לשינוי.

למידת בטיחות בעולם ממשי

היסק מדעי רחב

הכחדה במעבדה היא הליך מצומצם במכוון: רמז שניבא בעבר תוצאה מאיימת מוצג שוב ושוב בלי אותה תוצאה. ההליך חושף עיקרון חשוב – למידת בטיחות חדשה יכולה להתקיים לצד למידת האיום הישנה – אבל החיים אינם תא ניסוי שקט. רחובות, גופים, קולות, התראות חדשות, ריחות, תאריכים, דמויות סמכות ומערכות יחסים מגיעים בצירופים. השאלה הרלוונטית אינה רק אם פחד דועך בחדר אחד, אלא אם הלמידה יכולה לעבור בין הקשרים בלי להפוך לחסרת הבחנה באופן מסוכן.

סקירות של מחקר ההכחדה מספקות היגיון מנגנוני רציני, אך התמונה האמפירית אינה אחידה [Lokshina et al., 2023]. בניתוח "מולטיוורס", שבו נבדקו במקביל בחירות אנליטיות סבירות רבות, ההבדלים בשימור הכחדה בין PTSD לבין קבוצת ביקורת שנחשפה לטראומה השתנו לפי ההחלטה האנליטית וברוב הניתוחים לא היו מובהקים [Lewis et al., 2023]. יתר על כן, ניתוח גדול ומתוכנן מראש משנת 2026 לא מצא במדדים שנבחרו הבדלים בהתניית פחד או בהכחדה בין נחשפים לטראומה עם אבחנת PTSD ובלעדיה [Davidson et al., 2026]. מודל רציני חייב להכיל את כל הממצאים האלה. שינוי בלמידה המעבדתית עשוי לאפיין חלק מהאנשים, המטלות, השלבים או ערוצי המדידה; הוא אינו מהות אוניברסלית של PTSD.

בטיחות בעולם נלמדת באמצעות הבחנה. המערכת צריכה לגלות לא רק ש"הפעם לא קרה דבר רע", אלא איזה רמז, באיזה מקום, עם מי ובאילו תנאים נושא כעת הסתברות אחרת. חדר טיפול יכול לספק ראיות חדשות וחזקות, אך הזיכרון החדש תלוי בהקשר ולכן פחד עלול להתחדש מחוץ לחדר. זו אחת הסיבות לכך שתרגול בין מקומות, זמנים, מצבים פנימיים ודרכי פעולה עשוי להיות חשוב. המטרה אינה חשיפה מרבית לכל דבר. היא מפגש מדויק דיו עם מה שנמנע, במינון ובקצב המאפשרים התבוננות, עדכון ויכולת פעולה.

גם פעולה מספקת ראיות. התקרבות למקום חשוב, הישארות נוכחת במהלך עלייה נסבלת בעוררות, בדיקה של ניבוי מאיים או קבלת עזרה עשויות ליצור תוצאות שאינן זמינות תחת הימנעות מוחלטת. אך ההקשר חייב להישאר ריבון. אם רמז אכן מנבא סכנה, פעולה מגוננת אינה שגיאה קוגניטיבית. אם מבנה חברתי אינו בטוח, אי-אפשר לצוות על אמון כתרגיל פנימי. בטיחות נעשית אמינה כאשר גם הסביבה משתפת – באמצעות צפיית, הסכמה, הגנה חומרית, מוסדות אחראיים ואנשים אמינים.

לכן Flow Hijacked מתייחס להכללה כבעיה דו-צדדית. האיום עלול להתפשט רחוק מדי; אבל גם "בטיחות" יכולה להיות מוכללת בפזיזות בידי מי שאינו נושא בסיכון. החלמה דורשת גבולות מכוילים: פחות אזעקות שווא בלי לטשטש הגנה מוצדקת; גישה רחבה יותר לחיים רגילים בלי לדרוש תמימות. התוצאה הנמדדת אינה היעדר פחד, אלא התאמה טובה יותר בין התגובה לראיות הנוכחיות, ואחריה חזרה אמינה יותר כאשר אין עוד צורך בגיוס הגנתי.

משפט ליבה

למידת בטיחות בעולם ממשי אינה הוראה להרגיש בטוח; היא התאוששות הדרגתית של הבחנה מדויקת, יכולת פעולה ויכולת חזרה.

שינה, גוף ואקולוגיה חברתית כתנאים לחזרה

היסק מדעי רחב

טיפול פסיכולוגי אינו מתרחש בתוך מערכת עצבים ריקה. הוא מתרחש בגוף שישן או לא ישן, אכל או לא אכל, נע או נשאר דרוך; באדם שזוכה לליווי או נותר לבדו; ובעולם שעשוי להיות יציב או להמשיך להפריע. התנאים האלה אינם מצמצמים PTSD ל"אורח חיים". הם משנים את הרקע שבתוכו פועלות למידה, קשב, זיכרון וויסות.

לשינה חשיבות מיוחדת מפני שהיא גם תוצאה וגם גורם אפשרי. סיוטים וקטיעה של השינה יכולים להחזיר את המערכת שוב ושוב למצב הגנתי; שינה מעטה או בלתי-יציבה עלולה לפגוע בקשב ובוויסות הרגשי ביום הבא. לאחר טראומה המונית, אי-יציבות צירקדית שנגזרה ממכשירים לבישים — ובייחוד אי-יציבות בזמני השינה — ניבאה במחקר אחד עומס תסמיני PTSD מאוחר יותר מעבר לתסמינים הראשוניים; אך זה היה מחקר תצפיתי ללא בסיס חיישנים מלפני האירוע, [Magal et al., 2026]. זהו אות סיכון מבטיח, לא הוכחה שייצוב מדד בשעון ימנע PTSD.

גם מדדים אוטונומיים מחייבים אותה משמעת פרשנית. מטא-אנליזה משנת 2026 מצאה בממוצע שונות נמוכה יותר בקצב הלב המתווכת וגאלית בקרב אנשים עם PTSD, אך גודל ההבדל היה תלוי מאוד במשך המדידה — חמש דקות לעומת עשרים וארבע שעות [Tucker et al., 2026]. במחקר אמבולטורי נטורליסטי קצר, הקבוצות לא נבדלו בפיזיולוגיה הממוצעת; בתוך קבוצת ה-PTSD תזכורות התרחשו לצד קצב לב מהיר יותר, ואילו ערוצים אוטונומיים אחרים לא התנהגו לפי הציפייה [Wisco et al., 2025]. אין "מספר של גוף טראומטי". ויסות גופני הוא דינמי, תלוי-מטלה ומושפע מתרופות, בריאות, נשימה, תנועה, גיל ופרוטוקול מדידה.

מערכות יחסים אינן תוספת מנחמת למנגנון אינדיבידואלי. מטא-אנליזה של מחקרי אורך מצאה ניבוי הדדי: פחות תמיכה קדמה ליותר תסמיני PTSD, ויותר תסמינים קדמו גם לשחיקה או לאובדן של תמיכה נתפסת [Wang et al., 2021]. מחקר טראומה מאוחר יותר, בעל כמה גלי מדידה, דיווח אף הוא על קשר דו-כיווני בין תמיכה רגשית לתסמינים, [Santos et al., 2026]. דפוס זה מתיישב עם לולאת משוב הדדית, אך קשרים תצפיתיים מוצלבים בזמן אינם מוכיחים אותה כשלעצמם. הסתגרות, רגזנות, בושה או הימנעות עלולות להקשות על קבלת תמיכה דווקא כשהיא נחוצה ביותר; סביבה לא-אמינה או מאשימה יכולה אז לאשר מחדש שקשר אינו בטוח.

המסקנה המעשית אינה מרשם אחיד להיגינת שינה, נשימה, פעילות גופנית או קשר חברתי. כל אחד מהם יכול לעזור, לא לעזור, או להפוך לעוד דרישה. המסקנה היא מבנית: טיפול פועל בתוך אקולוגיה. צמצום כניסה לילית למצבי הגנה, הפחתת העמימות של אותות גוף, השבת מקצבים יומיים ובניית קשרים שמכבדים הסכמה יכולים להפחית את המאמץ הדרוש לשינוי. אין בכך תחליף לטיפול ממוקד-טראומה כאשר הוא מתאים; אלה תנאים שיכולים להפוך למידה חדשה לזמינה ויציבה יותר מחוץ לקליניקה.

משפט ליבה

אדם הוא שלומד להחלים, אבל התנאים המאפשרים חזרה מפוזרים בין שינה, גוף, קשר ועולם.

מכשירים לבישים והתראה מוקדמת בלי פנטזיית מעקב

פרשנות החוקרים

שעון יכול לתעד תנועה, קצב לב, מקטעי שינה ולעיתים פעילות אלקטרודרמלית. טלפון יכול לדגום מיקום, קול, שימוש במסך ודיווח רגעי. הטכנולוגיות האלה מזמינות רעיון מושך: לזהות את התקרבותו של אירוע הגנתי לפני שהוא נעשה מציף, ולהציע תמיכה ברגע הנכון. הרעיון סביר מבחינה מדעית. קל מאוד להגזים בבשלות הקלינית שלו.

סקירה שיטתית ומטא-אנליזה משנת 2025 של נתונים שנאספו באופן פסיבי מצאה שרק ערות לאחר תחילת השינה והמשרעת היחסית של פעילות גופנית הראו קשרים משוקללים מובהקים עם תסמיני PTSD, וגם הקשרים האלה היו קטנים (Zhu et al., [2025]. המחקרים השתמשו במכשירים, מאפיינים, חלונות זמן, אוכלוסיות ותוצאות שונים, וכמעט שלא ביצעו תיקוף חיצוני. גם מחקר אמבולטורי בן שלושה ימים הראה שפיזיולוגיה ממוצעת לא הפרידה באופן נקי בין קבוצת PTSD לקבוצת ביקורת (Wisco et al., [2025]. אפילו קשר קבוצתי חזק לא היה מוכיח כשלעצמו סף אזעקה אישי.

דיווח עצמי אינטנסיבי יכול להוסיף הקשר שחיישן אינו רואה. גרסה רגעית בת עשרה פריטים של PCL-5 הראתה מהימנות מעודדת בתוך אדם ובין אנשים לאורך שישה שבועות במדגם של נשים שפנו לטיפול חירום לאחר תקיפה מינית (Patrick et al., [2026]. עקרונית, מודל משותף של דיווחים וחיישנים יכול להבדיל בין "קצב הלב עלה כי עליתי במדרגות" לבין "קצב הלב עלה כאשר תזכורת צמצמה את אפשרויות הפעולה שלי". אבל הכלי מדד תסמינים רגעיים; הוא לא הפך מידע פסיבי לאבחנה ולא הוכיח שהתערבות אוטומטית משפרת תוצאה.

בספרות על שבעה באוקטובר יש דוגמה נטורליסטית רלוונטית במיוחד. מחקר ששילב סקרים ונתוני שעונים חכמים דיווח על שינויים מוקדמים בדחק, מצב רוח, פעילות ושינה בקרב אנשים בסיכון לאחר המתקפה, לצד קשר לצריכה כבדה של מדיה (Yamin et al., [2025]. ערכו של המחקר נובע בין השאר מהרזולוציה בזמן. גם מגבלותיו — בחירה עצמית, נשירה, אלגוריתמים מסחריים, סינון ולא ראיון אבחוני, והקשר יחיד של איום מתמשך — חייבות לנוע יחד עם הממצא.

הסכנה הגדולה ביותר היא פנטזיית המעקב: האמונה שיותר נתונים מייצרים בהכרח יותר אמת וטיפול טוב יותר. מודלים מתיק רפואי אלקטרוני יכולים להיראות מדויקים כאשר הם מנבאים תווית קלינית שנוצרה בחלקה מדפוסי השימוש בשירותי בריאות, ואז להיחלש באופן ניכר מול אבחנת ראיון (Crow et al., [2025]. גם מכשיר לביש עלול לקודד מקצוע, עוני, טיפול בבני משפחה, מוגבלות, הרגלי טעינה וגישה למרחב בטוח. אזעקות שווא יכולות להגביר דריכות; החמצות יכולות להעניק ביטחון כוזב. מעסיקים, חברות ביטוח, צבאות, בתי ספר או מדינות עלולים לעשות שימוש לרעה בנתונים שנאספו בשפת הדאגה.

מערכת ראווה תהיה מבוססת הסכמה פעילה, מינימלית, שקופה, ניתנת לביטול ומנוהלת בידי האדם ולא בידי המוסד; ככל האפשר העיבוד יהיה מקומי. היא תדווח איודאות, תתוקף בין קבוצות ומכשירים ותוכיח תועלת במחקרים פרספקטיביים לפני שתטען טענה קלינית. בטווח הקרוב, תפקידה הטוב ביותר עשוי להיות גילוי דפוסים בשותפות — כלי המסייע לאדם ולמטפל להבחין במקצבים — ולא שיפוט אוטומטי ובלתי-נראה.

משפט ליבה

חיישן עשוי לעזור לגלות דפוס; אסור לאפשר לו להפוך איודאות למעקב או אדם לציון סיכון.

תגובה לטיפול כשינוי במבנה המעברים

סינתזת FLOW HIJACKED

ירידה בתסמינים מלמדת שמהו השתנה; היא אינה מגלה לבדה מה השתנה. ההצעה של Flow Hijacked שואלת אם אפשר לעיתים לתאר טיפול מוצלח באופן מדויק יותר כשינוי במבנה המעברים: פחות כניסות לא־נחוצות למצבי הגנה, פחות הגברה לאחר הכניסה, זמן שהייה קצר יותר, גישה קלה יותר לפעולות חלופיות ותלות חזקה יותר בהקשר הנוכחי. זוהי סינתזה, לא מנגנון משותף ומוכח של פסיכותרפיה.

נסמן את המצב הסמוי של מערכת מוח-גוף-אדם ב- $\mathbf{x}_t \in \mathbb{R}^n$, את ההקשר הנוכחי ב- $\mathbf{c}_t$, ואת קלט הטיפול ב- $\mathbf{u}_t$. מודל סטוכסטי מבוקר יכול להיכתב כך:

$$d\mathbf{x}_t = \mathbf{f}_{\theta(t)}(\mathbf{x}_t, \mathbf{c}_t) dt + \mathbf{B}_{\theta(t)}(\mathbf{x}_t) \mathbf{u}_t dt + \Sigma_{\theta(t)}(\mathbf{x}_t) d\mathbf{W}_t,$$

כאשר $\theta(t)$ מכיל פרמטרים השולטים בספי מעבר, בצימוד, ברעש וברגישות להקשר. טיפול אינו חייב לדחוף את המצב ישירות מ"חולה" ל"בריא". הוא עשוי לשנות את θ — כלומר לשנות את מה שיעשו קלטים בעתיד. חשיפה עשויה ליצור ראיות סותרות־ניבוי תחת עוררות נסבלת; עיבוד קוגניטיבי עשוי לעדכן משמעויות ומדיניות פעולה; טיפול בשינה עשוי לשנות את תנאי הרקע לקונסולידציה; תרופה עשויה לשנות עוררות או תנאי למידה; ותיקון חברתי עשוי להפוך פעולה שלא היתה זמינה לבטוחה מספיק לניסיון.

עבור קבוצת מצבים הגנתיים $\mathcal{D}$ וקבוצת מצבי מעורבות $\mathcal{E}$, נגדיר זמני מעבר ראשונים:

$$\tau_{\mathcal{D} \rightarrow \mathcal{E}} = \inf\{s > 0 : \mathbf{x}_{t+s} \in \mathcal{E} \mid \mathbf{x}_t \in \mathcal{D}\}, \quad \tau_{\mathcal{E} \rightarrow \mathcal{D}} = \inf\{s > 0 : \mathbf{x}_{t+s} \in \mathcal{D} \mid \mathbf{x}_t \in \mathcal{E}\}.$$

תגובה התואמת TSRA תנבא שטיפול משנה את ההתפלגויות המותנות שלהם, ולא רק ממוצע תסמינים עולמי: אחרי רמזים שאינם מסוכנים, $\tau_{\mathcal{D} \rightarrow \mathcal{E}}$ מתקצר או נעשה פחות משתנה, וההסתברות למעבר לא־מוצדק אל $\mathcal{D}$ פוחתת. עם זאת, המעבר ההגנתי המוצדק חייב להישאר זמין.

יש רמזים אמפיריים ראשונים לכך שאפשר לחקור תהליכים בתוך טיפול בסדר זמנים. בניתוח פסיכותרפיה אחד, שינויים ב־PTSD ובתפקוד השפיעו זה על זה בצורה שונה לאורך הפגישות [Benfer et al., 2024]. במחקר קטן של PTSD ודיכאון נלווים, ירידה תוך־אישית בתסמיני הליבה של PTSD קדמה לירידה באשכולות דיכאון, ואילו המסלולים ההפוכים לא היו מובהקים [Kline et al., 2026]. ניתוח EMA משני השתמש במשוואות דיפרנציאליות ובפירוק לערכים עצמיים ולווקטורים עצמיים כדי להציע ששתי התערבויות למניעת אובדנות, שניתנו בתוך CPT מרוכז, יצרו דפוסי צימוד רגשיים שונים [Bryan et al., 2026]. אף אחד מהמחקרים אינו מאמת TSRA או אומד את מעברי המצב המוצעים. יחד הם מראים שאפשר לחקור את תהליך הטיפול באמצעות זמן וצימוד — גשר מתודולוגי לקראת מבחני מעבר — ולא רק כהפרש בין "לפני" ל"אחרי".

משפט ליבה

טיפול עשוי להצליח לא רק כשהמצוקה פוחתת, אלא כשהוא משנה את מה שהמערכת עושה ברגע הבא.

פרוטוקול לבדיקה ישירה של TSRA

השערת FLOW HIJACKED

את אסימטריית הכניסה והיציאה ממצב איום צריך לבחון ברמה שבה היא טוענת את טענתה: מעברים בתוך אותו אדם תחת הקשר משתנה. השוואה חתכית של פעילות אמיגדלה ממוצעת אינה יכולה להוכיח אותה. גם ציון תסמינים יחיד לא. מחקר הולם מינימלי יסלב הפרעות מבוקרות, דגימה צפופה בעולם היומיומי, מעקב פרוספקטיבי ומודל גנרטיבי השוואתי מפורש; תוצאה מכריעה עדיין תחייב שכפול עצמאי.

יש לגייס לפחות שלוש קבוצות שהוגדרו מראש: אנשים עם PTSD שאובחנה בראיון קליני; נחשפים לטראומה ללא PTSD; ואנשים מותאמים דמוגרפית ללא חשיפה ברמת הקריטריון. ככל שהדבר אפשרי מבחינה אתית ומדעית, יש לרבד — ולא למחוק — סוג טראומה, זמן מאז החשיפה, מאפיינים דיסוציאטיביים, טיפול תרופתי, הפרעת שינה ואיום מתמשך. המדידה תחזור לפני טיפול מבוסס־ראיות, במהלכו ואחריו, עם השוואה פעילה או מצב ללא טיפול כאשר הדבר אתי. הניסוי יכלול רמזי איום ובטיחות, רמזים עמומים, החלפת הקשר, הכחדה ובדיקות של חזרת פחד, לצד תקופות התאוששות בעלות עומס נמוך. EMA ידגום רמז, הערכה, פעולה, מצב תסמיני, שליטה נתפסת, הקשר חברתי וזמן עד חזרה; חיישנים יכולים להשלים. דיווחים אלה, אך לעולם לא להחליפם.

נסמן ב- $z_t \in \{1, \dots, K\}$ משטר סמוי, ב- $\mathbf{x}_t \in \mathbb{R}^d$ את המצב הסמוי הרציף בתוך המשטר, וב- $\mathbf{y}_t$ את התצפיות הרב־אופניות. מפרט היררכי אפשרי של מרחב־מצבים מתחלף הוא:

$$\begin{aligned} z_{t+1} &\sim \text{Categorical}(\pi_{z_t}(\mathbf{q}_t; \theta_i)), \\ \mathbf{x}_{t+1} &= \mathbf{A}_i^{(z_t)} \mathbf{x}_t + \mathbf{G}_i^{(z_t)} \mathbf{q}_t + \boldsymbol{\eta}_t, \\ \mathbf{y}_t &= \mathbf{C}_i^{(z_t)} \mathbf{x}_t + \boldsymbol{\epsilon}_t, \end{aligned}$$

כאשר $\mathbf{q}_t$ מכיל רמזים חיצוניים והקשר נמדד, θ_i מכיל פרמטרי מעבר ייחודיים לאדם, ולאיברי הרעש התפלגויות שנקבעו מראש. TSRA מנבאת הבדל מובנה ולא "חוסר ויסות" כללי: בהשוואה לקבוצות מתאימות, רמזים בטוחים או עמומים ייצרו צירוף כלשהו של סף כניסה נמוך יותר, הגברה חולפת חזקה יותר, רוחב הכללה גדול יותר, שהייה ארוכה יותר בהגנה ועלות בקרה גבוהה יותר לחזרה. הפרמטרים האלה צריכים לנבא פגיעה תפקודית עתידית והחלמה תוך־אישית מעבר למה שמנבאת חומרת התסמינים בתחילת הדרך.

הניתוח המאשר חייב להשוות את TSRA לחלופות פשוטות יותר: מודל עוררות כללי, מודל חומרה סטטי, מודל ממוקד־זיכרון ומנבאים גמישים שאינם מנגנוניים. בחירת המודל תשתמש במשתתפים ובהקשרים שלא נכללו באמידה, בכיוול לצד יכולת הבחנה, בבדיקות ניבוי פוסטריוריות ובשכפול חיצוני. אין לקרוא לכל אשכול עוררות גבוהה "איום". יש לבדוק שקילות מדידה בין שפות, מין, גיל, תרבות ומכשירים. יש למדל נתונים חסרים, מפני שגם אי־מענה עשוי להיות תלוי במצב.

מבחן ההתערבות החזק ביותר ישאל אם שינוי בפרמטרי TSRA מתווך שיפור קליני ותפקודי מתמשך — ואם מניפולציה של פרמטר מוצע משנה את המעבר שנחזה. התאמה יפה לנתונים אינה מספיקה. המודל מקבל כוח הסברי רק אם הכמויות החבויות ניתנות לזיהוי, מכלילות ומגיבות באופן בררני להפרעה.

משפט ליבה

TSRA נעשית מדע רק כאשר פרמטרי המעבר שלה גוברים על הסברים פשוטים יותר ושורדים מבחנים פרוספקטיביים מחוץ למדגם.

מה יפריך את מודל Flow Hijacked

השערת FLOW HIJACKED

השערה המוגנת מפני כישלון היא מטאפורה הלוכשת שפת מעבדה. לכן Flow Hijacked חייב לקבוע מראש אילו ראיות יחלישו או יפריכו את ההצעה המרכזית. TSRA תעמוד בפני קושי אם מחקרים גדולים, מתוכננים מראש ובעלי עוצמה מספקת לא ימצאו שוב ושוב אסימטריה אמינה בין כניסה לחזרה, לאחר התחשבות בשגיאת מדידה, איום מתמשך, סוג טראומה, תרופות, שינה ותחלואה נלווית. היא תיחלש אם לא יהיה אפשר לזהות את הפרמטרים מתוך נתונים מציאותיים, אם הם ישתנו באופן קיצוני לפי בחירות מידול שרירותיות, או אם לא ישוכפלו בין מטלות לחיי היומיום.

גם מודל פשוט יותר יכול לגבור עליה. נניח שחומרת הפתיחה, רגש שלילי כללי או פרמטר התמדה יחיד ולא-ספציפי מנבאים תסמינים עתידיים ותגובה לטיפול באותה מידה כמו מודל מעבר מלא. במקרה כזה, הגאומטריה הנוספת לא הצדיקה את מורכבותה. עבור מודל TSRA המסומן $\mathcal{M}_T$ ומודל חלופי פשוט $\mathcal{M}_0$, אמת המידה היא יתרון ניבוי פרוספקטיבי בנתונים שלא שימשו להתאמה, כאשר גמישות המודל מוגבלת בזמן האימון באמצעות התפלגויות אפרוריות היררכיות או רגולריזציה שנקבעו מראש:

$$\Delta_{T0} = \mathbb{E}_{(\mathbf{y}, \mathbf{c}) \sim p_{\text{new}}} [\log p(\mathbf{y} | \mathbf{c}, \mathcal{M}_T) - \log p(\mathbf{y} | \mathbf{c}, \mathcal{M}_0)].$$

הביטוי מציג הפרש צפוי בצפיפות ניבוי לוגריתמית עבור תצפיות חדשות באמת; כשלעצמו הוא אינו קנס אלגברי על מספר הפרמטרים. יש להגביל את גמישות המודל בלי גישה לתצפיות המבחן ולבחון אותה באמצעות כיוול, בדיקות ניבוי פוסטריות ואימות חיצוני חוזר.

אם $\Delta_{T0} \leq 0$ בקבוצות עצמאיות ובתוצאות רלוונטיות, יש לפשט את TSRA או לנטוש אותה — לא להציל אותה באמצעות פרשנויות פרטיות יותר ויותר.

ממצאי אפס עכשוויים כבר מגבילים את הסיפור. ניתוח רב-אתרי גדול של ENIGMA-PGC לא מצא הבדלים איתנים בין קבוצת PTSD לקבוצות השוואה בקישוריות סטטית, בקישוריות דינמית, בזמן שהייה או במספר מעברי מצב לפי שיטת המנוחה שנבדקה [Tomas et al., 2025]. ניתוח גדול נוסף איתר השפעות דינמיות בעיקר בקרב אנשים עם PTSD ופגיעת ראש קלה, ובאינטראקציות עם גיל וחרדה — אזהרה מפני הכללת חתימה דינמית אוניברסלית ל-PTSD [Dwulit et al., 2026]. מחקר למידת פחד מתוכנן מראש לא מצא הבדלים בין קבוצות האבחנה במדדי ההתניה וההכחדה שבחר [Davidson et al., 2026]. תוצאות אלה אינן מפריכות כל דינמיקה מותנית, תלוית-מטלה, אוטונומית, חברתית או אישית. הן כן מפריכות את הטענה המרושלת ששינוי דינמי או כשל הכחדה הם כבר עובדות אוניברסליות.

על השערת ההגברה הלא-נורמלית מוטל נטל חד אף יותר. כדי לתמוך בה ישירות, נתוני PTSD יצטרכו לזהות אופרטור אפקטיבי מקומי, להראות אופנים לא-אורתוגונליים או רגישות פסאודו-ספקטרלית, לנבא צמיחה חולפת התלויה בקלט ולשכפל את התוצאה. תגובה גדולה לרמז קטן אינה מספיקה: ספים לא-ליניאריים, משמעות רמז שלא נמדדה, רוח בסיסי גבוה או משוב רקורסיבי רגיל יכולים ליצור אותה תצפית. אם ההסברים האלה מתאימים טוב יותר ובפחות הנחות, גשר האי-נורמליות חייב להישאר מחוץ לטענת המנגנון.

לבסוף, גם טיפול צריך להיות מסוגל להפריך מנגנון. אם התסמינים משתפרים בעוד פרמטרי המעבר אינם משתנים, או אם הפרמטרים משתנים בלי תועלת תפקודית, המסלול הנטען שגוי או חלקי. מטרתה של הפרכה אינה להפחית חמלה. היא מונעת מתיאוריה שאינה מוכנה להקשיב להשתלט על סבלו של אדם.

משפט ליבה

למודל Flow Hijacked מגיע מקום במדע רק אם הוא מסוגל להפסיד לנתונים.

תוכנית מחקר לעשור הבא

סינזמה FLOW HIJACKED

מחקר ה־PTSD בעשור הבא צריך לעבור מתמונות רגע מבודדות למדידה מתואמת של שינוי. אין פירוש הדבר להצמיד חישן לכל אדם או לדחוס כל מנגנון למחקר בלתי־אפשרי אחד. נדרשת סדרה של מחקרים שבהם קני מידה ושיטות מגבילים זה את זה.

ראשית, יש לבנות קבוצות מעקב פרוספקטיביות בעלות מידע אמיתי מלפני הטראומה בכל מקום שבו אפשר לחקור חשיפה באופן אתי בלי לצפות נזק: עובדי חירום ובריאות, אנשי הצלה וכוחות ביטחון, מקצועות בסיכון ופאנלים באוכלוסייה שכבר אוספים נתוני בריאות נפש, שינה וחברה. כאשר מתרחשת טראומה קולקטיבית בלתי־צפויה, יש לשמור על ההבדל בין מדידה טרום־אירוע שנאספה למטרה אחרת לבין קו בסיס שנבנה במיוחד ל־PTSD. ראיונות קליניים חוזרים, תפקוד, שינה, תרופות, בריאות גופנית, אובדן, חשיפה מתמשכת ותנאים חברתיים צריכים להילוו למסכי תסמינים. מטא־אנליזה משנת 2026 של נתוני משתתף יחיד מקבוצות טיפול חריף מדגימה את ערך ההרמוניזציה, אך גם מזכירה שמנבאים מוקדמים הם קשרים סטטיסטיים ולא מנגנוני תחזוקה [Ratanatharathorn et al., 2026].

שנית, יש לחבר הפרעות מעבדה לחיי היומיום. אותו משתתף יכול לבצע מטלות של למידת בטיחות עם החלפת הקשר, להשיב לדגימות אמבולטוריות לאחר תזכורות טבעיות ולהיבדק בהמשך לגבי עבודה, אינטימיות, הורות והשתתפות. הדגימה צריכה להיות צפופה סביב מעברים אך דלילה מספיק כדי שאפשר יהיה לחיות איתה. הניתוח חייב להבדיל בין דינמיקה בתוך אדם לבין הבדלים בין אנשים, ובין שגיאת תצפית לרעש בתהליך.

שלישית, יש להתייחס להתערבות כזיהוי מערכת. טיפול אקראי מספק קלט מבוקר. במקום להוסיף סמנים ביולוגיים אקספלורטיביים בדיעבד, יש לקבוע מראש איזה פרמטר מעבר צפוי להשתנות, מתי, ואיזו תוצאה תפקודית אמורה להופיע בעקבותיו. מחקרי מטרה־ביולוגית בעלי תוצאה שלילית חשובים במיוחד: העלאה תרופתית של אות מועמד, ללא יתרון עצבי או קליני, יכולה לשלול ניבוי מוגדר לגבי תוספת לטיפול ולהחליש קיצור דרך סיבתי מפתה [Tansey et al., 2026]. טיפול מבוסס־מדידה יכול לתמוך בהחלטות מסתגלות, אך סקירה משנת 2026 מצאה ספרות יישום קטנה, אמריקאית ברובה וממוקדת־ותיקים, לצד חסמים מעשיים רבים [Al-Shamali et al., 2026].

רביעית, יש לפתח מודלים בכמה רמות. מודל מינימלי מכון משנת 2026 הצליח לשחזר מהלכים רחבים של כרוניות והחלמה וניבוי טיפול דמוי־סף; התאמה מצרפית כזאת אינה מזהה מנגנון אישי יחיד [Grosskopf et al., 2026]. מודלים מינימליים צריכים לפגוש קבוצות שנמדדו בעומק; מודלים של קישוריות עצבית אפקטיבית צריכים לפגוש נתונים אוטונומיים והתנהגותיים; משתנים חברתיים ומוסדיים צריכים להיכנס כסיבות, לא כמשתני־נוי. יש להשוות על אותן תוצאות מחוץ למדגם בין מודלים מתחלפים, רציפים־לא־ליניאריים, של למידת חיזוק, עיבוד מנבא, רשתות ומודלים אורכיים קונבנציונליים.

לבסוף, הממשל האתי חייב להיות חלק מן השיטה. למשתתפים דרושה שליטה ממשית בנתונים אינטנסיביים. מדידה בין־תרבותית ודו־לשונית צריכה להיבנות לפני הגיוס. מדגמים צריכים לכלול ילדים, מבוגרים, עקורים, אזרחים, לוחמים, ניצולי אלימות בין־אישית וקהילות החיות באיום מתמשך — בלי להתייחס לקבוצות כאילו הן בנות־החלפה. תוצאות, קוד, החלטות עיבוד וממצאי אפס צריכים להיות פתוחים כאשר הפרטיות מאפשרת. המטרה אינה משוואה אוניברסלית של טראומה, אלא מדע מצטבר ומדויק דיו כדי לגלות היכן דרושות משוואות שונות.

משפט ליבה

סביר יותר שפריצת הדרך הבאה תבוא ממחקרים מקושרים ובני־הפרכה של שינוי בין אדם, הקשר, טיפול וזמן, מאשר מעוד סמן ביולוגי דרמטי.

מפתח מושגים

היסק מדעי רחב

שפה היא חלק מן הבקרה המדעית. בהרצאה הזאת, **אירוע בעל פוטנציאל טראומטי** מציין חשיפה מן הסוג הרלוונטי לקריטריונים האבחוניים; הוא אינו מניח הפרעה. **תסמיני דחק פוסט-טראומטי**, או PTSD, הם ממדים של חוויה והתנהגות שאפשר למדוד בלי לקבוע אבחנה. **PTSD בסבירות גבוהה** פירושה שאלגוריתם סינון או דיווח עצמי עבר סף מוגדר. **PTSD מאובחנת** מחייבת הליך אבחוני ועמידה בקריטריונים. אין להחליף בין המונחים כדי להעניק לטענה כוח רטורי.

מצב הוא תצורה של משתנים על פני חלון זמן שנבחר; הוא אינו אופי או זהות. **מצב חבוי** מוסק מתצפיות ואינו נמדד ישירות. **מעבר** הוא שינוי במצב או בהסתברות לאכלס מצב אחר. **זמן שהייה** הוא משך הזמן במצב מוגדר; **זמן מעבר ראשון** או **זמן יציאה** הוא הזמן עד הגעה ליעד שנקבע. מערכת יכולה להראות שהייה ארוכה בלי שיהיה בה "אגן" אנטומי ממשי.

מושך הוא קבוצה שאליה מתכנסים מסלולים קרובים במערכת דינמית מתמטית. **אגן משיכה** הוא אוסף תנאי ההתחלה המתכנסים לאותו מושך. בהרצאה זו, שפת המושכים היא הצעת מודל אלא אם מחקר אמד ישירות את הדינמיקה הנדרשת. **מטא-יציבות** מתארת התמדה זמנית שלאחריה מעבר; אין פירושה הפשוט "גמישות". **היסטריזיס** פירושו שהמצב הנוכחי תלוי בדרך שבה הגיעו אליו, ולכן כניסה ויציאה עשויות להתרחש בערכי פרמטר שונים. **ביפורקציה** היא שינוי איכותי בהתנהגות הדינמית כאשר פרמטר משתנה.

רווח חולף הוא שיעור ההגברה של הפרעה בפרק זמן סופי. **אופרטור לא-נורמלי** אינו מתחלף עם הצמוד שלו; הווקטורים העצמיים שלו אינם חייבים להיות אורתוגונליים, ולכן צמיחה חולפת יכולה להתרחש גם כאשר כל האופנים יציבים אסימפטוטית. **פסאודו-ספקטרום** מתאר כיצד ערכים עצמיים עשויים לנוע תחת הפרעה ויכול לחשוף רגישות שהספקטרום הרגיל מסתיר. אלה מושגים מתמטיים מדויקים. יישומם ל-PTSD הוא השערת גשר, לא אבחנה.

יכולת בקרה שואלת אם קלטים מותרים יכולים להעביר מערכת בין מצבים; **אנרגיית בקרה** מכמתת את עלות הקלט בתוך מודל מסוים. אף אחד מהמונחים אינו מרמז שיש לשלוט באדם. **שגיאת ניבוי** היא הפער בין תוצאה צפויה לתוצאה שנצפתה. **דיוק** במודל מנבא הוא האמינות המיוחסת לאות או לניבוי, ולא ביטחון בעלמא. **היסק פעיל** מתאר פעולה, בין השאר, כדגימה או שינוי של תצפיות תחת מודל גנרטיבי; זוהי מסגרת תיאורטית אחת בין מתחרות.

גם הכתיב הדינמי החוזר קבוע: $\mathbf{x}_t$ הוא מצב סמוי, $\mathbf{y}_t$ היא תצפית, $\mathbf{c}_t$ הוא הקשר נמדד, ו- $\mathcal{H}_t$ היא היסטוריה נצפית. הסימנים D ו- S מציינים משטרי התגוננות וביטחון מספק כאשר משתמשים במודל משטרים; $\mathcal{D}$ ו- $\mathcal{E}$ מציינים אזור הגנתי ואזור מעורב במרחב מצבים רציף. מדדי אבחנה, רכיבי תוצאה ותוויות של תנאי ניסוי המופיעים בסעיפים אחרים הם גדלים מקומיים, ואין להחליף ביניהם לבין האובייקטים הדינמיים האלה.

לבסוף, **אסימטריית הכניסה והיציאה ממצב איום (TSRA)** היא השערת Flow Hijacked שלפיה, לפחות בחלק ממופעי ה-PTSD, טראומה משנה את כללי המעבר המותנים כך שמצבי הגנה נעשים קלים, רחבים או חזקים יותר לכניסה מכפי שקל לצאת מהם כאשר הראיות הנוכחיות כבר אינן מצדיקות אותם. האופרציונליזציה כוללת סף כניסה, רווח תלוי-רמז, רוחב הכללה, זמן שהייה או יציאה, זמן מחצית לחזרה וגישה למצבים חלופיים. TSRA אינה שם נרדף ל-PTSD, ועליה רחוב הכללה, זמן שהייה או יציאה, זמן מחצית לחזרה וגישה למצבים חלופיים. TSRA אינה שם נרדף ל-PTSD, ועליה להיות מסוגלת להיכשל.

משפט ליבה

שפה מדויקת מונעת ממודל מועיל להפוך בשקט לעובדה, לאבחנה או להגדרה של אדם.

מסקנה אקדמית

סינתזת FLOW HIJACKED

הספרות האמפירית לא ביססה נגע יחיד, מולקולה אחת, מנגנון זיכרון אחד, מצב רשת אחד, חתימה אוטונומית אחת או ליקוי למידה אחד המגדירים כל PTSD. במקום זאת היא תומכת בהפרעה הטרוגנית שבה נצפו שינויים בלמידת איום ובטיחות, זיכרון הקשרי, קשב, הערכה, שינה, תפקוד אוטונומי ואנדוקריני, אינטראקציה בין רשתות מוח, פעולה, זהות ואקולוגיה חברתית. ההשפעות משתנות לפי מטלה, אוכלוסייה, טראומה, שלב התפתחותי, תחלואה נלווית, זמן ושיטה. ממצאי אפס חזקים ואסטרטגיות שמשיגות מעורבות במטרה הביולוגית בלי תועלת קלינית אינם הפרעה שולית; הם קובעים את גבולות הטענה האחרית.

לטיפולים פסיכולוגיים ממוקדי-טראומה יש בסיס הראיות הכולל החזק ביותר והם נשארים נקודת הייחוס הקלינית, אף שיעילות ממוצעת אינה מבטלת איתגובה, נשירה, השפעות שליליות, חסמי נגישות או העדפה אישית. מטא-אנליזה של נתוני משתתף יחיד מצאה שטיפולים קוגניטיביים-התנהגותיים ממוקדי-טראומה עלו על השוואות לא-פעילות, בלי להדגים עליונות רחבה על טיפולים פעילים [Wright et al., 2025]. התערבויות חזית עשויות להרחיב אפשרויות, אבל חדשנות, נראות ביולוגית ותשומת לב רגולטורית אינן תחליף לשכפול עצמאי, עמידות, בטיחות ויעילות בעולם האמיתי.

תרומת Flow Hijacked היא הצעה לרמת אינטגרציה. אפשר לחקור PTSD כמערכת מוח-גוף-אדם-סביבה שכללי הניבוי, ההגברה, המעבר וההחלמה שלה השתנו בעקבות הניסיון. אסימטריית הכניסה והיציאה ממצב איום הופכת את ההצעה למדויקת יותר: אצל חלק מן האנשים ובהקשרים מסוימים, מצבי הגנה עשויים להיות קלים יותר לכניסה מאשר ליציאה. האסימטריה יכולה להיווצר באמצעות כמה מנגנונים שאינם סותרים זה את זה – הכללת איום רחבה, משקל הקשרי שונה, הימנעות מחוזקת, פגיעה בשינה, משוב אוטונומי, אובדן חברתי או שינוי בצימוד רשתות. היא אינה מחייבת מצע ביולוגי משותף יחיד.

מבחינה מתמטית, זו טענה על דינמיקה מותנית ולא על תכונה קבועה. עבור אזור הגנתי $\mathcal{D}$, אזור מעורב $\mathcal{E}$, אופק זמן מותאם Δ וקטור הקשר $\mathbf{c}$, נגדיר

$$p_i^{\mathcal{E} \rightarrow \mathcal{D}}(\mathbf{c}, \Delta) = \mathbb{P}(\mathbf{x}_{i,t+\Delta} \in \mathcal{D} \mid \mathbf{x}_{i,t} \in \mathcal{E}, \mathbf{c}_{i,t} = \mathbf{c}),$$

$$p_i^{\mathcal{D} \rightarrow \mathcal{E}}(\mathbf{c}, \Delta) = \mathbb{P}(\mathbf{x}_{i,t+\Delta} \in \mathcal{E} \mid \mathbf{x}_{i,t} \in \mathcal{D}, \mathbf{c}_{i,t} = \mathbf{c}).$$

עבור הסתברויות שבין אפס לאחד ממש, ניגוד בעל סימן באותו אופק הוא

$$\mathcal{A}_i^{\text{ER}}(\mathbf{c}, \Delta) = \text{logit } p_i^{\mathcal{E} \rightarrow \mathcal{D}}(\mathbf{c}, \Delta) - \text{logit } p_i^{\mathcal{D} \rightarrow \mathcal{E}}(\mathbf{c}, \Delta), \quad \text{logit}(p) = \log \frac{p}{1-p}.$$

ערך חיובי פירושו שלפי ההגדרה האופרטיבית הזאת, הכניסה סבירה יותר מן החזרה לאורך אותו אופק ובאותו הקשר. הסתברויות גבול מחייבות אומד שנרשם מראש, או שיש לדווח עליהן בלי להפעיל logit שאינו מוגדר. הניגוד הזה אינו פרופיל TSRA כולו, אלא סיכום אחד שאפשר לאמוד ישירות. המשימה המדעית היא לאמוד כמויות כאלה, לקשור אותן לתפקוד נחוה, להשוות אותן למודלים פשוטים יותר ולבדוק אם טיפול יעיל משנה אותן. המשימה האתית היא לזכור ששום מצב חבוי אינו מכיל את האדם כולו ושום ממוצע אוכלוסייה אינו מנבא חיים יחידים בוודאות.

המסגרת הזאת משנה את השאלה המארגנת. במקום לשאול רק היכן טראומה "מאוחסנת", אנו שואלים מה גורם לתגובה מגוננת לחזור, להתגבר, להתמיד, להתרחב או להשתחרר. במקום להשוות החלמה לשקט, אנו שואלים אם המערכת יכולה להבחין, לעבור בין מצבים ולהחזיר אפשרויות. במקום להגן על המודל, אנו מגדירים את מתחריו ואת תנאי הכישלון שלו. התוצאה אינה תיאוריה גמורה של PTSD. זוהי תוכנית מחקר ממושמת המחברת מנגנון לזמן, להקשר, לטיפול ולמציאות אנושית.

משפט ליבה

אפשר להבין PTSD באופן פורה לא כרכיב שבור אחד, אלא כדינמיקה מותנית שהשתנתה – הטרוגנית, בטיפול ופתוחה להפרכה.

סיום אנושי – העולם אינו חייב להרגיש בטוח בבת אחת

סינזות FLOW HIJACKED

יש אכזריות מסוימת בבקשה מאדם שמערך ההגנה שלו נעשה מתיש "פשוט להירגע". ההוראה מתעלמת ממה שהמערכת למדה, ממה שאולי עדיין ניצב מולה, ומההיגיון ההסתגלותי שעשוי עדיין להיות בדריכות. היא גם מטילה את נטל ההוכחה על האדם: תסמוך תחילה, תישן תחילה, תפסיק להימנע, תאמין שהסכנה הסתיימה. אבל החלמה כמעט לעולם אינה מתחילה בפסק דין המגיע מבחוץ.

היא יכולה להתחיל במקום קטן יותר. חדר אחד נעשה מעט פחות קשה. בלילה אחד מופיע רצף שינה ארוך יותר. צליל עדיין מקפיץ, אבל הגוף חוזר לפני שהיום כולו אובד. זיכרון מגיע ונשאר זיכרון במקום להיעשות להווה כולו. גבול מוצב בלי בוש. שיחה שורדת אי־נוחות. עזרה נעשית מעט נגישה יותר. אף אחד מן הרגעים האלה אינו קטן למערכת שלמדה בלי בוש. להתארגן סביב סכנה.

עדשת Flow Hijacked אינה אומרת שאדם הוא מכונה, או שמשוואה יכולה להכיל אבל, בגידה, כאב, אומץ או משמעות. היא אומרת דבר צר יותר – ואולי נדיב יותר: לדפוסים שמרגישים מוחלטים עשוי להיות מבנה. אפשר להתבונן במה שיש לו מבנה. לעיתים אפשר להשפיע על מה שאפשר להתבונן בו. ומה שנלמד בתנאים בלתי־נסבלים אינו חייב להפוך לזהות קבועה.

טיפול אינו מבחן מוסרי. אדם אינו "נכשל" בחשיפה, בעיבוד קוגניטיבי, ב־EMDR, בתרופה, בטיפול בשינה או בכל התערבות אחרת. ההתערבות יכולה להיות מתוזמנת שלא כהלכה, בלתי־נגישה, לא־מתאימה תרבותית, קשה מדי לנשיאה, חלקית או פשוט לא מספקת לאדם הזה ברגע הזה. אפשר להתאים את הטיפול; אפשר לנסח מחדש את היעדים. אפשר לבנות בטיחות גם במציאות החומרית ולא רק בתוך האדם. החלמה יכולה לכלול אבל וכעס; היא אינה חייבת להציג הכרת תודה או צמיחה.

גם העולם כולו אינו חייב להרגיש בטוח. שום מערכת עצבים אינה חייבת לתת אמון ללא הבחנה. השינוי המשמעותי עשוי להיות מעבר מ"הסכנה נמצאת בכל מקום והחזרה אינה זמינה" אל "אפשר למקם סכנה, תגובות יכולות להשתנות, וחלק מהמקומות, האנשים, הפעולות והעיתידים יכולים להיעשות אפשריים". ההתרחבות עשויה להיות איטית ולא־ליניארית. ייתכנו נסיגות. עתיד שנפתח אינו מבטל את מה שקרה; הוא מסרב להעניק למה שקרה זכות כתיבה בלעדית על מה שיקרה מעתה.

ההרצאה התחילה במערכת הגנה שלא הצליחה לצאת בקלות מן המצב שלמדה. היא מסתיימת לא בציווי לצאת, אלא באפשרות מדעית ואנושית: כללי החזרה אינם בהכרח קבועים. לפעמים הסימן הראשון להחלמה אינו רוגע. הוא בחירה.

משפט ליבה

העולם אינו חייב להרגיש בטוח בבת אחת כדי שעוד עתיד אחד יעשה נגיש.

עוגני הראיות

מקורות שעברו ביקורת עמיתים ומצוטטים בהרצאה. מערכת הראיות הנלווית כוללת את הקורפוס הרחב: 1,111 פרסומי PTSD וספריית גשר בת 225 מאמרים.

- .1 Chadi G Abdallah, John D Roache, Ralitza Gueorguieva, Lynnette A Averill, Stacey Young-McCaughan, Paulo R Shiroma, et al. (2022) Dose-related effects of ketamine for antidepressant-resistant symptoms of posttraumatic stress disorder in veterans and active duty military: a double-blind, randomized, placebo-controlled multi-center clinical trial. *Neuropsychopharmacology* : official publication of the American College of Neuropsychopharmacology. DOI · PMID 35046508
- .2 Princess E Ackland, Erin A Koffel, Elizabeth S Goldsmith, Kristen Ullman, Wendy A Miller, Adrienne Landsteiner, et al. (2023) Implementation of Evidence-Based Psychotherapies for Posttraumatic Stress Disorder: A Systematic Review. *Administration and policy in mental health*. DOI · PMID 37326899
- .3 Roee Admon, Dmitry Leykin, Gad Lubin, Veronika Engert, Julie Andrews, Jens Pruessner, et al. (2013) Stress-induced reduction in hippocampal volume and connectivity with the ventromedial prefrontal cortex are related to maladaptive responses to stressful military service. *Human brain mapping*. DOI · PMID 22807242
- .4 J Agathos, A Putica, T Steward, K L Felmingham, M L O'Donnell, C Davey, et al. (2024) Neuroimaging evidence of disturbed self-appraisal in posttraumatic stress disorder: A systematic review. *Psychiatry research. Neuroimaging*. DOI · PMID 39236486
- .5 Haled Al-Said, Orna Braun-Lewensohn. (2024) Bedouin Adolescents during the Iron Swords War: What Strategies Help Them to Cope Successfully with the Stressful Situation? *Behavioral sciences (Basel, Switzerland)*. DOI · PMID 39457772
- .6 Huda F Al-Shamali, Josh Martin, Argyrios Perivolaris, Atefe Kami, Mohammed A Al-Hassan, Deniz Fikretoglu, et al. (2026) Barriers to and facilitators of measurement-based care in posttraumatic stress disorder treatment: A systematic review. *Journal of military, veteran and family health*. DOI · PMID 42534052
- .7 Huda F Al-Shamali, Shakila Meshkat, Reinhard Janssen-Aguilar, Harani Uthayakumar, Lisa Burbach, Olga Winkler, et al. (2026) Toward a definition of treatment-resistant posttraumatic stress disorder: A systematic review. *Journal of military, veteran and family health*. DOI · PMID 42534095
- .8 Hadas Allouche-Kam, Sabrina J Chan, Isha H Arora, Christina T Pham, Inbal Reuveni, Eyal Sheiner, et al. (2025) Partner military deployment during wartime is associated with maternal depression and impaired maternal-infant attachment: a matched-control study from the Israel-Hamas war *Arch Womens Ment Health*. DOI · PMID 41139741
- .9 Doron Amsalem, Chana T Fisch, John C Markowitz, Amit Lazarov, Yossi Levi-Belz, Ido Lurie, et al. (2026) A year into the war: Longitudinal effects of trauma, displacement, and income loss on mental health in conflict zones. *Psychiatry research*. DOI · PMID 41576491
- .10 Gordon J G Asmundson, Audur S Thorisdottir, Jacob W Roden-Foreman, Scarlett O Baird, Sara M Witcraft, Aliza T Stein, et al. (2019) A meta-analytic review of cognitive processing therapy for adults with posttraumatic stress disorder. *Cognitive behaviour therapy*. DOI · PMID 30332919
- .11 Astill Wright L, Horstmann L, Holmes EA, Bisson JI. (2021) Consolidation/reconsolidation therapies for the prevention and treatment of PTSD and re-experiencing: a systematic review and meta-analysis. *Translational psychiatry*. DOI · PMID 34480016
- .12 Joshua Aviram, Rostislav Belobrov, Shulamit Grinapol, Eyal Fruchter. (2026) Efficacy, effectiveness and safety of medical cannabis in PTSD: a scoping review. *Journal of cannabis research*. DOI · PMID 42210342
- .13 Sierra A Bainter, Zachary T Goodman, Lauren B Kupis, Kiara R Timpano, Lucina Q Uddin. (2024) Neural and psychological correlates of post-traumatic stress symptoms in a community adult sample. *Cerebral cortex (New York, N.Y. : 1991)* DOI · PMID 38813966
- .14 Balderston NL, Hsiung A, Ernst M, Grillon C. (2017) Effect of Threat on Right dlPFC Activity during Behavioral Pattern Separation. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*. DOI · PMID 28842415
- .15 Efrat Barel, Lubna Tannous-Haddad, Orna Tzischinsky. (2025) Self-compassion, self-coldness, and social support and their relationship with depression, anxiety, and PTSD symptoms following a massive terror attack: a prospective study. *European journal of psychotraumatology*. DOI · PMID 39957681
- .16 Francesca L Beaudoin, Xinming An, Archana Basu, Yinyao Ji, Mochuan Liu, Ronald C Kessler, et al. (2023) Use of serial smartphone-based assessments to characterize diverse neuropsychiatric symptom trajectories in a large trauma survivor cohort. *Translational psychiatry*. DOI · PMID 36609484
- .17 Michele Bedard-Gilligan, Lori A Zoellner. (2012) Dissociation and memory fragmentation in post-traumatic stress disorder: an evaluation of the dissociative encoding hypothesis. *Memory (Hove, England)*. DOI · PMID 22348400
- .18 Michele Bedard-Gilligan, Lori A Zoellner, Norah C Feeny. (2017) Is Trauma Memory Special? Trauma Narrative Fragmentation in PTSD: Effects of Treatment and Response. *Clinical psychological science : a journal of the Association for Psychological Science*. DOI · PMID 28503366
- .19 Ziv Ben-Zion, Alexander J Simon, Matthew Rosenblatt, Nachshon Korem, Or Duek, Israel Liberzon, et al. (2025) Connectome-Based Predictive Modeling of PTSD Development Among Recent Trauma Survivors. *JAMA network open*. DOI · PMID 40063028
- .20 Natasha Benfer, Benjamin C Darnell, Luke Rusowicz-Orazem, Brett T Litz. (2024) Reciprocal changes in functioning and PTSD symptoms over the course of psychotherapy. *Journal of anxiety disorders*. DOI · PMID 39213829

- .21 Charles C Benight, Pascal Deboeck, Bernard Ricca .(2026) Posttraumatic growth and posttraumatic distress relationship across time: a change dynamics approach. Anxiety, stress, and coping. DOI · PMID 40784677
- .22 C Benjet, E Bromet, E G Karam, R C Kessler, K A McLaughlin, A M Ruscio, et al. .(2016) The epidemiology of traumatic event exposure worldwide: results from the World Mental Health Survey Consortium. Psychological medicine. DOI · PMID 26511595
- .23 Daniel E Berman, Kiriana P Cowansage, Dawn M Bellanti, Reshmi Nair, Courtney C Boyd, Erin H Beech, et al. .(2025) Systematic review and meta-analysis of neurofeedback training efficacy and neural mechanisms in the treatment of posttraumatic stress disorder. Frontiers in neuroscience. DOI · PMID 41415692
- .24 Federico Bertolini, Lindsay Robertson, Jonathan I Bisson, Nicholas Meader, Rachel Churchill, Giovanni Ostuzzi, et al. .(2024) Early pharmacological interventions for prevention of post-traumatic stress disorder (PTSD) in individuals experiencing acute traumatic stress symptoms. The Cochrane database of systematic reviews. DOI · PMID 38767196
- .25 Beucke Jan C, Kaufmann Christian, Siemoneit Hanna, Genth Ruth, Holfter Jessica, May Lennart, et al. .(2026) Unique environmental and familial influence on amygdalar hyperresponsivity in post-traumatic stress disorder - a discordant monozygotic twin study. Biological psychiatry. DOI · PMID 42471043
- .26 Bi Yajie, Cao Chengqi, Chen Wei, Liu Yu, Liu Ping, Luo Shu, et al. .(2026) A comparison between dissociative subtypes of PTSD and CPTSD among trauma-exposed adolescents. European journal of psychotraumatology. DOI · PMID 42266094
- .27 Binder Elisabeth B, Bradley Rebekah G, Liu Wei, Epstein Michael P, Deveau Todd C, Mercer Kristina B, et al. .(2008) Association of FKBP5 polymorphisms and childhood abuse with risk of posttraumatic stress disorder symptoms in adults. JAMA. DOI · PMID 18349090
- .28 Mally Shechory Bitton, Liza Zvi, Avital Laufer .(2026) Psychological outcomes and resilience among evacuees and non-evacuees following the October 7 Hamas attack in Israel. Scientific reports. DOI · PMID 41535404
- .29 D D Blake, F W Weathers, L M Nagy, D G Kaloupek, F D Gusman, D S Charney, et al. .(1995) The development of a Clinician-Administered PTSD Scale. Journal of traumatic stress. DOI · PMID 7712061
- .30 Martin Bohus, Nikolaus Kleindienst, Christopher Hahn, Meike Müller-Engelmann, Petra Ludäscher, Regina Steil, et al. .(2020) Dialectical Behavior Therapy for Posttraumatic Stress Disorder (DBT-PTSD) Compared With Cognitive Processing Therapy (CPT) in Complex Presentations of PTSD in Women Survivors of Childhood Abuse: A Randomized Clinical Trial. JAMA psychiatry. DOI · PMID 32697288
- .31 Ashby Boland, Lauren D Reyes, Jenny Black, Karen Serrano, Samuel A McLean, Nicole A Short .(2026) Temporal associations between nightmares and PTSD symptoms in the acute post-sexual assault period: An ecological momentary assessment study. Journal of mood and anxiety disorders. DOI · PMID 42491457
- .32 Bonanno George A .(2021) The resilience paradox. European journal of psychotraumatology. DOI · PMID 34262670
- .33 Giulio Bondanelli, Srdjan Ostojic .(2020) Coding with transient trajectories in recurrent neural networks. PLoS computational biology. DOI · PMID 32053594
- .34 Bourassa KJ, Moffitt TE, Arseneault L, Barrett-Young A, Danese A, Garrett ME, et al. .(2026) PTSD and suPAR: A multicohort investigation of chronic inflammation. Brain, behavior, and immunity. DOI · PMID 41167286
- .35 Chris R Brewin, Marylène Cloitre, Philip Hyland, Mark Shevlin, Andreas Maercker, Richard A Bryant, et al. .(2017) A review of current evidence regarding the ICD-11 proposals for diagnosing PTSD and complex PTSD. Clinical psychology review. DOI · PMID 29029837
- .36 Chris R. Brewin, Andy P. Field .(2024) Meta-Analysis Shows Trauma Memories in Posttraumatic Stress Disorder Lack Coherence: A Response to Taylor et al. (2022) Clinical Psychological Science. DOI
- .37 Samantha K Brooks, Neil Greenberg .(2024) Recurrence of post-traumatic stress disorder: systematic review of definitions, prevalence and predictors. BMC psychiatry. DOI · PMID 38195482
- .38 Brown Vanessa M, Zhu Lusha, Wang John M, Frueh B Christopher, King-Casas Brooks, Chiu Pearl H .(2018) Associability-modulated loss learning is increased in posttraumatic stress disorder. eLife. DOI · PMID 29313489
- .39 Randi Brown, Kirsten Cherian, Katherine Jones, Robert Wickham, Rowena Gomez, Gregory Sahlem .(2024) Repetitive transcranial magnetic stimulation for post-traumatic stress disorder in adults. The Cochrane database of systematic reviews. DOI · PMID 39092744
- .40 Alain Brunet, Daniel Saumier, Aihua Liu, David L Streiner, Jacques Tremblay, Roger K Pitman .(2018) Reduction of PTSD Symptoms With Pre-Reactivation Propranolol Therapy: A Randomized Controlled Trial. The American journal of psychiatry. DOI · PMID 29325446
- .41 Craig J Bryan, Jeffrey V Tabares, Ennio Ammendola, AnnaBelle O Bryan .(2026) Evidence for affective reorganization following two suicide-focused interventions delivered during massed cognitive processing therapy for PTSD. Journal of affective disorders. DOI · PMID 42070635
- .42 Richard A Bryant, Angela Nickerson, Mark Creamer, Meaghan O'Donnell, David Forbes, Isaac Galatzer-Levy, et al. .(2015) Trajectory of post-traumatic stress following traumatic injury: 6-year follow-up. The British journal of psychiatry : the journal of mental science. DOI · PMID 25657356
- .43 Sebastian Burchert, Mhd Salem Alkneime, Ammar Alsaod, Kenneth Carswell, Pim Cuijpers, Anne M de Graaff, et al. .(2026) A self-guided digital mental health intervention for Syrian refugees in Germany and Sweden: effects from two pragmatic randomized controlled trials. BMC psychiatry. DOI · PMID 42216127
- .44 Ayse S Cakmak, Erick A Perez Alday, Giulia Da Poian, Ali Bahrami Rad, Thomas J Metzler, Thomas C Neylan, et al. .(2021) Classification and Prediction of Post-Trauma Outcomes Related to PTSD Using Circadian Rhythm Changes Measured via Wrist-Worn Research Watch in a Large Longitudinal Cohort. IEEE journal of biomedical and health informatics. DOI · PMID 33481725
- .45 Allison A Campbell, Blair E Wisco, Paul J Silvia, Natalie G Gay .(2019) Resting respiratory sinus arrhythmia and posttraumatic stress disorder: A meta-analysis. Biological psychology. DOI · PMID 30779926

- .46** Eric G Ceballos, Andrea I Luppi, Gabriel Castrillon, Manish Saggar, Bratislav Mistic, Valentin Riedl .(2025) The control costs of human brain dynamics. *Network neuroscience* (Cambridge, Mass.). DOI · PMID 40161985
- .47** Jeong-Ho Chae, Jaeseung Jeong, Bradley S Peterson, Dai-Jin Kim, Won-Myong Bahk, Tae-Youn Jun, et al. .(2004) Dimensional complexity of the EEG in patients with posttraumatic stress disorder. *Psychiatry research*. DOI · PMID 15246457
- .48** Marina Charquero-Ballester, Birgit Kleim, Diego Vidaurre, Christian Ruff, Eloise Stark, Jetro J Tuulari, et al. .(2022) Effective psychological therapy for PTSD changes the dynamics of specific large-scale brain networks. *Human brain mapping*. DOI · PMID 35393717
- .49** Miriam Chasson, Shirley Ben-Shlomo, Karlen Lyons-Ruth .(2026) Early Parent-Child Relationship in the Shadow of War-Related Trauma: A Systematic Review. *Trauma, violence & abuse*. DOI · PMID 40099528
- .50** Chen Xiao-Yan, Chen Jiuling, Shi Xuliang, Jiang Min, Li Yuanyuan, Zhou Ya, et al. .(2020) Trajectories of maternal symptoms of posttraumatic stress disorder predict long-term mental health of children following the Wenchuan earthquake in China: A 10-year follow-up study. *Journal of affective disorders*. DOI · PMID 32056877
- .51** Josh M Cisler, Luna T Malloy, Michael Jaeb, Joseph E Dunsmoor, Zachary N Stowe .(2026) Semantic encoding of trauma memories in the hippocampus among individuals with PTSD. *Neuropsychopharmacology : official publication of the American College of Neuropsychopharmacology*. DOI · PMID 41981270
- .52** Marylene Cloitre, Karestan C Stovall-McClough, Kevin Nooner, Patricia Zorbas, Sarah Cherry, Christopher L Jackson, et al. .(2010) Treatment for PTSD related to childhood abuse: a randomized controlled trial. *American Journal of Psychiatry*. DOI · PMID 20595411
- .53** Cloitre Marylène, Garvert Donn W, Brewin Chris R, Bryant Richard A, Maercker Andreas .(2013) Evidence for proposed ICD-11 PTSD and complex PTSD: a latent profile analysis. *European journal of psychotraumatology*. DOI · PMID 23687563
- .54** M Cloitre, M Shevlin, C R Brewin, J I Bisson, N P Roberts, A Maercker, et al. .(2018) The International Trauma Questionnaire: development of a self-report measure of ICD-11 PTSD and complex PTSD. *Acta psychiatrica Scandinavica*. DOI · PMID 30178492
- .55** Estelle Coeur, Camille Giauffer, Philippe Robert, Xavier Corveleyn .(2026) A systematic review of PTSD instruments: Psychometric properties and validity in DSM-5 and ICD-11 based tools. *Journal of affective disorders*. DOI · PMID 41110670
- .56** Dikla Agur Cohen, Merav Sudarsky .(2024) The 2023 Terror Attack on Southern Israel: Well-Being and Burnout Among Health Care Personnel Treating Traumatized Evacuees. *Annals of family medicine*. DOI · PMID 39586706
- .57** Oren Cohen Cohen Zada .(2026) Between memory and oblivion: the complex experiences of ZAKA volunteers during the Israel-Hamas war ('Swords of Iron') *Front Psychol*. DOI · PMID 41756492
- .58** Peter J Colvonen, Christopher Hunt, Jane Park, Abigail C Angkaw, Philip Gehrman, Kira Clare, et al. .(2025) Cognitive Behavioral Therapy for Insomnia With Prolonged Exposure Compared to Sleep Hygiene and Prolonged Exposure: A Randomized Controlled Trial. *The Journal of clinical psychiatry*. DOI · PMID 40488726
- .59** Peter J. Colvonen, Christopher Hunt, Jane Park, Kira Clare, Erik Viirre, Shengjia Tu, et al. .(2026) Electrical vestibular system stimulation versus sham for treatment of post-traumatic stress disorder: a double-blind, randomized clinical trial. *Nature Mental Health*. DOI
- .60** Thomas M Crow, Eric Lin, Kelly L Harper, Michael L Crowe, Terence M Keane, Brian P Marx .(2025) Misleading Results in Posttraumatic Stress Disorder Predictive Models Using Electronic Health Record Data: Algorithm Validation Study. *Journal of medical Internet research*. DOI · PMID 40864898
- .61** Sagit Dahan, Esther Bloemhof-Bris, Ronen Segev, Marina Abramovich, Galit Levy, Assaf Shelef .(2024) Anxiety, post-traumatic symptoms, media-induced secondary trauma, post-traumatic growth, and resilience among mental health workers during the Israel-Hamas war. *Stress and health : journal of the International Society for the Investigation of Stress*. DOI · PMID 39106087
- .62** Sarah K Danböck, Michael Liedlgruber, Laila K Franke, Stephan F Miedl, Sabrina E Hettegger, Rainer-Christian Weber, et al. .(2024) Acute dissociation as part of the defense cascade: Associations with behavioral, autonomic, and experiential threat responses in posttraumatic stress disorder. *Journal of psychopathology and clinical science*. DOI · PMID 38059936
- .63** Davidson P, Daffre C, Oliver KI, Seo J, Moore KN, Gazecki S, et al. .(2026) Fear conditioning and extinction do not differ between trauma-exposed individuals with and without clinical diagnoses of PTSD: A pre-registered analysis of a large sample. *Behaviour research and therapy*. DOI · PMID 42664685
- .64** Lori L Davis, Saloni Behl, Daniel Lee, Hui Zeng, Taisa Skubiak, Shelley Weaver, et al. .(2025) Brexpiprazole and Sertraline Combination Treatment in Posttraumatic Stress Disorder: A Phase 3 Randomized Clinical Trial. *JAMA psychiatry*. DOI · PMID 39693081
- .65** Lori L Davis, Saloni Behl, Daniel Lee, Hui Zeng, Taisa Skubiak, Shelley Weaver, et al. .(2025) Fixed-Dose Brexpiprazole and Sertraline Combination Therapy for the Treatment of Posttraumatic Stress Disorder: A Phase ,3 Randomized Trial. *Journal of clinical psychopharmacology*. DOI · PMID 40982703
- .66** de Haart R, Mouthaan J, Vervliet B, Lommen MJJ .(2021) Avoidance learning as predictor of posttraumatic stress in firefighters. *Behavioural brain research*. DOI · PMID 33358921
- .67** Lisa Dell, Alyssa M Sbisà, Andrew Forbes, Meaghan O'Donnell, Richard Bryant, Stephanie Hodson, et al. .(2023) Massed v. standard prolonged exposure therapy for PTSD in military personnel and veterans: 12-month follow-up of a non-inferiority randomised controlled trial. *Psychological medicine*. DOI · PMID 36911997
- .68** Diener Slawomira J, Nees Frauke, Wessa Michèle, Wirtz Gustav, Frommberger Ulrich, Penga Tina, et al. .(2016) Reduced amygdala responsivity during conditioning to trauma-related stimuli in posttraumatic stress disorder. *Psychophysiology*. DOI · PMID 27412783
- .69** JoAnn Difede, Barbara O Rothbaum, Albert A Rizzo, Katarzyna Wyka, Lisa Spielman, Christopher Reist, et al. .(2022) Enhancing exposure therapy for posttraumatic stress disorder (PTSD): a randomized clinical trial of virtual reality and imaginal exposure with a cognitive enhancer. *Translational psychiatry*. DOI · PMID 35896533

- .70** Alexandra K Dwulit, Delin Sun, Courtney C Haswell, Ahmed Hussain, Emily L Dennis, Elisabeth A Wilde, et al. .(2026) Dynamic and Static Resting-State Functional Connectivity of Canonical Networks in Military and Civilian Populations With Posttraumatic Stress Disorder and/or Mild Traumatic Brain Injury. *Biological psychiatry. Cognitive neuroscience and neuroimaging*. DOI · PMID 40840859
- .71** A Ehlers, D M Clark .(2000) A cognitive model of posttraumatic stress disorder. *Behaviour research and therapy*. DOI · PMID 10761279
- .72** Michelle L Eisenberg, Thomas L Rodebaugh, Shaney Flores, Jeffrey M Zacks .(2023) Impaired prediction of ongoing events in posttraumatic stress disorder. *Neuropsychologia*. DOI · PMID 37437653
- .73** El-Solh AA, Adamo D, Kufel T .(2018) Comorbid insomnia and sleep apnea in Veterans with post-traumatic stress disorder. *Sleep & breathing = Schlaf & Atmung*. DOI · PMID 29330769
- .74** Yael Enav, Noga Shiffman, Ido Lurie, Yael Mayer .(2025) War, media, and emotion: Associations between posttraumatic stress symptoms, anxiety, and emotion regulation. *Psychological trauma : theory, research, practice and policy*. DOI · PMID 39680011
- .75** Etkin Amit, Wager Tor D .(2007) Functional neuroimaging of anxiety: a meta-analysis of emotional processing in PTSD, social anxiety disorder, and specific phobia. *The American journal of psychiatry*. DOI · PMID 17898336
- .76** Adriana Feder, Sara Costi, Sarah B Rutter, Abigail B Collins, Usha Govindarajulu, Manish K Jha, et al. .(2021) A Randomized Controlled Trial of Repeated Ketamine Administration for Chronic Posttraumatic Stress Disorder. *The American journal of psychiatry*. DOI · PMID 33397139
- .77** Adriana Feder, Oneysha Brown, Sarah B Rutter, Leah Cahn, Jessica R Overbey, Saren H Seeley, et al. .(2025) Combining Ketamine Infusions and Written Exposure Therapy for Chronic PTSD: An Open-Label Trial. *The Journal of clinical psychiatry*. DOI · PMID 40215385
- .78** Evelina Fedorenko, Idan A Blank .(2020) Broca's Area Is Not a Natural Kind. *Trends in cognitive sciences*. DOI · PMID 32160565
- .79** Naomi B Fine, Noa Ben-Aharon, Daphna Bardin Armon, Zivya Seligman, Liat Helpman, Miki Bloch, et al. .(2023) Reduced emotion regulatory selection flexibility in post-traumatic stress disorder: converging performance-based evidence from two PTSD populations. *Psychological medicine*. DOI · PMID 37449489
- .80** Fletcher S, Mitchell S, Curran D, Armour C, Hanna D .(2023) Empirically Derived Patterns of Posttraumatic Stress and Growth: A Systematic Review. *Trauma, violence & abuse*. DOI · PMID 36367208
- .81** Foa E B, Kozak M J .(1986) Emotional processing of fear: exposure to corrective information. *Psychological bulletin*. PMID 2871574
- .82** John C Fortney, Debra L Kaysen, Charles C Engel, Joseph M Cerimele, John P Nolan, Erin Chase, et al. .(2025) Pragmatic Comparative Effectiveness of Primary Care Treatments for Posttraumatic Stress Disorder: A Randomized Clinical Trial. *JAMA psychiatry*. DOI · PMID 41091477
- .83** Peter T Fox, Felipe S Salinas, John D Roache, Marlon Quinones, Phillip W Vaughan, Crystal Franklin, et al. .(2026) Residential Therapy With Navigated Transcranial Magnetic Stimulation for Combat-Related PTSD: A Randomized Clinical Trial. *JAMA network open*. DOI · PMID 41945348
- .84** Frazier Patricia, Tennen Howard, Gavian Margaret, Park Crystal, Tomich Patricia, Tashiro Ty .(2009) Does self-reported posttraumatic growth reflect genuine positive change? *Psychological science*. DOI · PMID 19515115
- .85** Franziska Friedmann, Holger Hill, Philip Santangelo, Ulrich Ebner-Priemer, Andreas B Neubauer, Sophie Rausch, et al. .(2022) Women with abuse-related posttraumatic stress disorder sleep more fitfully but just as long as healthy controls: an actigraphic study. *Sleep*. DOI · PMID 34932818
- .86** Karine Frost, Chris M Hoeboer, Asle Hoffart, Peter Sele .(2025) Predicting treatment outcome for complex posttraumatic stress disorder using the personalized advantage index. *European journal of psychotraumatology*. DOI · PMID 40302538
- .87** Shishun Fu, Sipei Liang, Chulan Lin, Yunfan Wu, Shuangcong Xie, Meng Li, et al. .(2023) Aberrant brain entropy in posttraumatic stress disorder comorbid with major depressive disorder during the coronavirus disease 2019 pandemic. *Frontiers in psychiatry*. DOI · PMID 37333934
- .88** Hong Wang Fung, Anson Kai Chun Chau, Stanley Kam Ki Lam, Grace Wing Ka Ho, Colin A Ross, Ming Yu Claudia Wong, et al. .(2025) Bidirectional relationships among complex PTSD, dissociation, and psychotic symptoms in two samples. *European journal of psychotraumatology*. DOI · PMID 39957721
- .89** Isaac R Galatzer-Levy, Yael Ankri, Sara Freedman, Yossi Israeli-Shalev, Pablo Roitman, Moran Gilad, et al. .(2013) Early PTSD symptom trajectories: persistence, recovery, and response to treatment: results from the Jerusalem Trauma Outreach and Prevention Study (J-TOPS). *PloS one*. DOI · PMID 23990895
- .90** Isaac R Galatzer-Levy, Sandy H Huang, George A Bonanno .(2018) Trajectories of resilience and dysfunction following potential trauma: A review and statistical evaluation. *Clinical psychology review*. DOI · PMID 29902711
- .91** Ge Fenfen, Yuan Minlan, Li Ying, Zhang Wei .(2020) Posttraumatic Stress Disorder and Alterations in Resting Heart Rate Variability: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Psychiatry investigation*. DOI · PMID 31995968
- .92** Marc Gelkopf, Liron Lapid Pickman, Eve B Carlson, Talya Greene .(2019) The Dynamic Relations Among Peritraumatic Posttraumatic Stress Symptoms: An Experience Sampling Study During Wartime. *Journal of traumatic stress*. DOI · PMID 30720893
- .93** Ohad Gilbar .(2025) Acute Stress Symptoms-Adult Scale/National Stressful Events Survey Short Scale (NSESSS): Assessing the immediate aftermath of the october 7 attacks on an internally displaced population. *Psychological trauma : theory, research, practice and policy*. DOI · PMID 39786859
- .94** Gilbertson Mark W, Shenton Martha E, Ciszewski Aleksandra, Kasai Kiyoto, Lasko Natasha B, Orr Scott P, et al. .(2002) Smaller hippocampal volume predicts pathologic vulnerability to psychological trauma. *Nature neuroscience*. DOI · PMID 12379862

- .95** Jay L Gill, Julia A Schneiders, Matthias Stangl, Zahra M Aghajan, Mauricio Vallejo, Sonja Hiller, et al. (2023) A pilot study of closed-loop neuromodulation for treatment-resistant post-traumatic stress disorder. *Nature communications*. DOI · PMID 37225710
- .96** Talya Greene, Marc Gelkopf, Sacha Epskamp, Eiko Fried (2018) Dynamic networks of PTSD symptoms during conflict. *Psychological medicine*. DOI · PMID 29486811
- .97** Yaniv Grosskopf, Dor Danan, Avi Mayo, Keren Doenyas-Barak, Uri Alon (2026) A minimal model of PTSD susceptibility and timescales. *iScience*. DOI · PMID 42491467
- .98** Yoav Goweiss, Carmel Blank, Sami Hamdan, Yuval Neria, Yossi Levi-Belz (2024) The mental health impact of the October 7th terror attack on Jews and Arabs in Israel: A nationwide prospective study. *Psychiatry research*. DOI · PMID 38776726
- .99** Yoav Goweiss, Carmel Blank, Hili Kohavi, Doron Amsalem, Yuval Neria, Yossi Levi-Belz (2026) Prolonged grief and psychological distress among the public amidst the ongoing hostage crisis following the October 7 attack. *Psychiatry research*. DOI · PMID 41637770
- .100** Shi Gu, Fabio Pasqualetti, Matthew Cieslak, Qawi K Telesford, Alfred B Yu, Ari E Kahn, et al. (2015) Controllability of structural brain networks. *Nature communications*. DOI · PMID 26423222
- .101** Jeffrey Guina, Sarah R Rossetter, Bethany J DeRHODES, Ramzi W Nahhas, Randon S Welton (2015) Benzodiazepines for PTSD: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of psychiatric practice*. DOI · PMID 26164054
- .102** Laurian Hafkemeijer, Simon Hofman, Ad de Jongh, Dorien de Roos, Maaïke van Velzen, Annemieke Starrenburg, et al. (2025) The Effectiveness of Eye Movement Desensitization and Reprocessing Therapy on Post-Traumatic Stress Disorder Symptoms and Diagnostic Status in Patients with a Personality Disorder: A Randomized Controlled Trial. *Psychotherapy and psychosomatics*. DOI · PMID 40716437
- .103** Liann Haham, Idan M Aderka, Daniel S Pine, Rany Abend, Tomer Shechner (2026) Adolescence under fire: a multi-method study of psychological vulnerability and resilience among adolescents impacted by war *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines*. DOI · PMID 40999924
- .104** Hall NA, Everson AT, Billingsley MR, Miller MB (2022) Moral injury, mental health and behavioural health outcomes: A systematic review of the literature. *Clinical psychology & psychotherapy*. DOI · PMID 33931926
- .105** Haijing Wu, Hallenbeck, Joseph Wielgosz, Zachary D Cohen, Eric Kuhn, Marylene Cloitre (2024) A prognostic index to predict symptom and functional outcomes of a coached, web-based intervention for trauma-exposed veterans. *Psychological services*. DOI · PMID 38127501
- .106** Steven R Hanling, Anita Hickey, Ivan Lesnik, Robert Jeremy Hackworth, Eric Stedje-Larsen, Carol Anne Drastal, et al. (2016) Stellate Ganglion Block for the Treatment of Posttraumatic Stress Disorder: A Randomized, Double-Blind, Controlled Trial. *Regional anesthesia and pain medicine*. DOI · PMID 27187898
- .107** Elizabeth M Haris, Richard A Bryant, Kim L Felmingham, Leanne M Williams, Mayuresh S Korgaonkar (2025) Functional connectivity profiles of amygdala subregions in posttraumatic stress disorder. *Translational psychiatry*. DOI · PMID 40804236
- .108** Anna Harwood-Gross, Shir Elias, Dalia Amit Zivan, Rona Davis (2025) It's better to run towards the fire: The experience of reserve duty for reservists with PTSD prior to re-enlistment. *International journal of clinical and health psychology : IJCHP*. DOI · PMID 41030502
- .109** Anna Harwood-Gross, Roy Aloni, Bar Lambez (2026) Escalation during continuous traumatic stress: the psychological impact of wartime flare-up. *European journal of psychotraumatology*. DOI · PMID 42411704
- .110** Hawn SE, Sheerin CM, Lind MJ, Hicks TA, Marraccini ME, Bountress K, et al. (2019) GxE effects of FKBP5 and traumatic life events on PTSD: A meta-analysis. *Journal of affective disorders*. DOI · PMID 30273884
- .111** Philip Held, Elizabeth C Stadel, Katherine Dondanville, Shannon Wiltsey Stirman (2025) Generative artificial intelligence in post-traumatic stress disorder treatment: Exploring five different use cases. *Journal of traumatic stress*. DOI · PMID 40736259
- .112** Philip Held, Sarah A Pridgen, Dale L Smith, Daniel R Szoke, Asokumar Buvanendran, Robert J McCarthy (2026) Enhancing cognitive processing therapy via stellate ganglion blocks: A pilot randomized trial. *Journal of traumatic stress*. DOI · PMID 42600065
- .113** Guillaume Hennequin, Tim P Vogels, Wulfram Gerstner (2012) Non-normal amplification in random balanced neuronal networks. *Physical review. E, Statistical, nonlinear, and soft matter physics*. DOI · PMID 23005454
- .114** Seoyoon Heo, Jin-Hyuck Park (2022) Effects of Virtual Reality-Based Graded Exposure Therapy on PTSD Symptoms: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International journal of environmental research and public health*. DOI · PMID 36497989
- .115** Herman Judith L (1992) Complex PTSD: A syndrome in survivors of prolonged and repeated trauma *Journal of Traumatic Stress*. DOI
- .116** Nimrod Hertz-Palmor, Alicja Podgorski, Gary Brown, Amit Lazarov, Jana Porat, Shany Edelman Yaron, et al. (2026) Quantifying Clinical Case Formulation: Person-Specific Dynamic Network Modelling of Posttraumatic Stress Disorder. *Psychotherapy and psychosomatics*. DOI · PMID 42607016
- .117** Cecilia A Hinojosa, Delin Sun, Courtney Russell, C Lexi Baird, Ahmed Hussain, Mohammad Sendi, et al. (2026) Resting-State Functional Connectivity of the Amygdala and Hippocampus in PTSD: Results From the PGC-ENIGMA PTSD Working Group. *The American journal of psychiatry*. DOI · PMID 41922983
- .118** Mary Hobart, Denise Chang, Nanco Hefting, Lori L Davis (2025) Brexpiprazole in Combination With Sertraline and as Monotherapy in Posttraumatic Stress Disorder: A Full-Factorial Randomized Clinical Trial. *The Journal of clinical psychiatry*. DOI · PMID 40009045
- .119** Yaakov Hoffman, Amit Shrira, Moshe Bensimon, Yuval Palgi (2026) Effects of late-life captivity: preliminary findings following the 7 October attack. *European journal of psychotraumatology*. DOI · PMID 42334866
- .120** Philipp Homan, Qi Lin, James W Murrough, Laili Soleimani, Dominik R Bach, Roger L Clem, et al. (2017) Prazosin during threat discrimination boosts memory of the safe stimulus. *Learning & memory (Cold Spring Harbor, N.Y.)*. DOI · PMID 29038221

- .121** Thole H Hoppen, Sophie Schlüter, Marielle Placzek, Anna S Lindemann, Ahlke Kip, Pascal Schlechter, et al. .(2026) Incidence and relative risk of negative outcomes of psychological interventions for pediatric posttraumatic stress disorder: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of child psychology and psychiatry, and allied disciplines*. DOI · PMID 42572827
- .122** Mathew D Hoskins, Jack Bridges, Robert Sinnerton, Anna Nakamura, Jack F G Underwood, Alan Slater, et al. .(2021) Pharmacological therapy for post-traumatic stress disorder: a systematic review and meta-analysis of monotherapy, augmentation and head-to-head approaches. *European journal of psychotraumatology*. DOI · PMID 34992738
- .123** Yuanyuan Hu, Yan Shi, Min Hu, Liang Jiang, Wenlong Xing, Yumei Zhang, et al. .(2026) Functional connectivity alterations in post-traumatic stress disorder: A resting-state fMRI study of brain network dysfunction. *Journal of affective disorders*. DOI · PMID 42167692
- .124** Cheng-Yang Huang, Yi-Fan Zhao, Zhi-Xin Zhang, Run-Ben Liu, Jia-Ling Liu, Xiao-Zheng Li, et al. .(2024) Psychotherapeutic and pharmacological agents for post-traumatic stress disorder with sleep disorder: network meta-analysis. *Annals of medicine*. DOI · PMID 39061119
- .125** Philip Hyland, Mark Shevlin, Claire Fyvie, Marylène Cloitre, Thanos Karatzias .(2020) The relationship between ICD-11 PTSD, complex PTSD and dissociative experiences. *Journal of trauma & dissociation : the official journal of the International Society for the Study of Dissociation (ISSD)*. DOI · PMID 31583967
- .126** Infurna Frank J, Luthar Suniya S .(2016) Resilience to Major Life Stressors Is Not as Common as Thought. *Perspectives on psychological science : a journal of the Association for Psychological Science*. DOI · PMID 26993272
- .127** Iyadurai L, Visser RM, Lau-Zhu A, Porcheret K, Horsch A, Holmes EA, et al. .(2019) Intrusive memories of trauma: A target for research bridging cognitive science and its clinical application. *Clinical psychology review*. DOI · PMID 30293686
- .128** Lena Jellestad, Nicolà A Vital, Jolanda Malamud, Jan Taeymans, Christoph Mueller-Pfeiffer .(2021) Functional impairment in Post-traumatic Stress Disorder: A systematic review and meta-analysis. *Journal of psychiatric research*. DOI · PMID 33548826
- .129** Changfeng Jin, Hao Jia, Pradyumna Lanka, D Rangaprakash, Lingjiang Li, Tianming Liu, et al. .(2017) Dynamic brain connectivity is a better predictor of PTSD than static connectivity. *Human brain mapping*. DOI · PMID 28603919
- .130** Amanda Jones, Jennifer Warner-Schmidt, Hannah Kwak, Martin Stogniew, Blake Mandell, Terence H W Ching, et al. .(2026) Efficacy and Safety of the Neuroplastogen TSND-201 for the Treatment of PTSD: A Randomized Clinical Trial. *JAMA psychiatry*. DOI · PMID 41706459
- .131** Joshi SA, Aupperle RL, Khalsa SS .(2023) Interoception in Fear Learning and Posttraumatic Stress Disorder. *Focus (American Psychiatric Publishing)*. DOI · PMID 37404967
- .132** Arielle Kaim, Moran Bodas .(2024) The impact of 24/7 news coverage on the mental health of Israelis in the 'Iron Swords' War: A cross-sectional analysis among television audience. *Stress and health : journal of the International Society for the Investigation of Stress*. DOI · PMID 38544300
- .133** Agniete Kairyte, Evaldas Kazlauskas, Paulina Zelviene .(2026) Complex PTSD symptom trajectories in trauma-exposed adolescents: a five-year longitudinal study. *European journal of psychotraumatology*. DOI · PMID 42573118
- .134** Teresa M Karrer, Jason Z Kim, Jennifer Stiso, Ari E Kahn, Fabio Pasqualetti, Ute Habel, et al. .(2020) A practical guide to methodological considerations in the controllability of structural brain networks. *Journal of neural engineering*. DOI · PMID 31968320
- .135** Katrinli S, Wani AH, Maihofer AX, Ratanatharathorn A, Daskalakis NP, Montalvo-Ortiz J, et al. .(2024) Epigenome-wide association studies identify novel DNA methylation sites associated with PTSD: a meta-analysis of 23 military and civilian cohorts. *Genome medicine*. DOI · PMID 39696436
- .136** Carmit Katz, Ma'ayan Jacobson, Gal Friedman-Hauser, Michal Aviad, Ilil Levin, Noga Tsur .(2024) "No one wants you back, you will stay here forever": Exploring the story of the Israeli children who were held in captivity by Hamas. *Child abuse & neglect*. DOI · PMID 39455196
- .137** Nathan T Kearns, Benjamin Trachik, April R Smith .(2025) Impact of an interoception intervention on posttraumatic stress disorder in military service members: The role of the acceptance of internal sensations. *Journal of traumatic stress*. DOI · PMID 40880042
- .138** Mor Keleynikov, Dana Lassri, Joy Benatov, Noga Cohen, Reuma Gadassi-Polack .(2026) Associations over time between wartime deployment, parental burnout and child adjustment. *Psychiatry research*. DOI · PMID 41576490
- .139** Reuben Kindred, Suzanne Jak, Ruby Hamer, Maja Nedeljkovic, Glen W Bates .(2026) Evaluating the ICD-11 PTSD and Complex PTSD Constructs: A Meta-Analytic Confirmatory Factor Analysis of the International Trauma Questionnaire. *Assessment*. DOI · PMID 40448311
- .140** Alexandra B Klein, Paula P Schnurr, Michelle J Bovin, Matthew J Friedman, Terence M Keane, Brian P Marx .(2024) An empirical investigation of definitions of subthreshold posttraumatic stress disorder. *Journal of traumatic stress*. DOI · PMID 37937636
- .141** Torsten Klengel, Divya Mehta, Christoph Anacker, Monika Rex-Haffner, Jens C Pruessner, Carmine M Pariante, et al. .(2013) Allele-specific FKBP5 DNA demethylation mediates gene-childhood trauma interactions. *Nature neuroscience*. DOI · PMID 23201972
- .142** Alexander C Kline, Juan Diego Vera, Laura D Crocker, Allison L Baier, Nicholas P Otis, Hayley C Myers, et al. .(2026) Disentangling PTSD and MDD: Examining temporal changes in symptoms during trauma-focused treatment. *Journal of affective disorders*. DOI · PMID 41653997
- .143** K C Koenen, A Ratanatharathorn, L Ng, K A McLaughlin, E J Bromet, D J Stein, et al. .(2017) Posttraumatic stress disorder in the World Mental Health Surveys. *Psychological medicine*. DOI · PMID 28385165
- .144** Steven Kotler, Michael Mannino, Glenn Fox, Karl Friston .(2026) The body does not keep the score: trauma, predictive coding, and the restoration of metastability. *Frontiers in systems neuroscience*. DOI · PMID 42146939

- .145** Krupnik V .(2020) Trauma or Drama: A Predictive Processing Perspective on the Continuum of Stress. *Frontiers in psychology*. DOI · PMID 32714230
- .146** John H Krystal, Robert A Rosenheck, William C Cramer, Daniel S Vessicchio, Paul B Jones, Daniel E Vertrees, et al. .(2011) Adjunctive risperidone treatment for antidepressant-resistant symptoms of chronic military service-related PTSD: a randomized trial. *JAMA*. DOI · PMID 21813427
- .147** Lanius Ruth A, Brand Bethany, Vermetten Eric, Frewen Paul A, Spiegel David .(2012) The dissociative subtype of posttraumatic stress disorder: rationale, clinical and neurobiological evidence, and implications. *Depression and anxiety*. DOI · PMID 22431063
- .148** Andreas S Lappas, Eleni Glarou, Zoi A Polyzopoulou, Grace Goss, Maximillian Huhn, Myrto T Samara, et al. .(2024) Pharmacotherapy for sleep disturbances in post-traumatic stress disorder (PTSD): A network meta-analysis. *Sleep medicine*. DOI · PMID 38795401
- .149** Lauren A M Lebois, Nathaniel G Harnett, Sanne J H van Rooij, Timothy D Ely, Tanja Jovanovic, Steven E Bruce, et al. .(2022) Persistent Dissociation and Its Neural Correlates in Predicting Outcomes After Trauma Exposure. *The American journal of psychiatry*. DOI · PMID 35730162
- .150** Lee JL .(2009) Reconsolidation: maintaining memory relevance. *Trends in neurosciences*. DOI · PMID 19640595
- .151** Lee D, Lee JE, Lee J, Kim C, Jung YC .(2022) Insular activation and functional connectivity in firefighters with post-traumatic stress disorder. *BJPsych open*. DOI · PMID 35287782
- .152** Lee Yongjun, Park Subin, Cho Young-Eun .(2026) Phase-based versus non-phase-based psychological interventions for complex PTSD: a systematic review and meta-analysis. *European journal of psychotraumatology*. DOI · PMID 41949043
- .153** Cosima Leithner, Bianca Schreyer, Sara Däumling, Verena Semmlinger, Thomas Ehring .(2026) The role of dosage and intensity in trauma-focused treatments for posttraumatic stress disorder: A meta-analysis. *Clinical psychology review*. DOI · PMID 41785778
- .154** Jeannette C G Lely, Geert E Smid, Ruud A Jongedijk, Jeroen W Knipscheer, Rolf J Kleber .(2019) The effectiveness of narrative exposure therapy: a review, meta-analysis and meta-regression analysis. *European journal of psychotraumatology*. DOI · PMID 31007868
- .155** Leone G, Postel C, Mary A, Fraisse F, Vallée T, Viader F, et al. .(2022) Altered predictive control during memory suppression in PTSD. *Nature communications*. DOI · PMID 35676268
- .156** Allison M Letkiewicz, Amy L Cochran, Anthony A Privratsky, G Andrew James, Josh M Cisler .(2022) Value estimation and latent-state update-related neural activity during fear conditioning predict posttraumatic stress disorder symptom severity. *Cognitive, affective & behavioral neuroscience*. DOI · PMID 34448127
- .157** Yossi Levi-Belz, Yoav Goweiss, Carmel Blank, Yuval Neria .(2024) PTSD, depression, and anxiety after the October ,7 2023 attack in Israel: a nationwide prospective study. *EClinicalMedicine*. DOI · PMID 38586476
- .158** Yossi Levi-Belz, Carmel Blank, Yoav Goweiss, Yuval Neria .(2024) The impact of potentially morally injurious experience of betrayal on PTSD and depression following the October 7th terror attack. *Scientific reports*. DOI · PMID 39098963
- .159** Yossi Levi-Belz, Doron Amsalem, Yoav Goweiss, Carmel Blank, Iris Shachar-Lavie, Yuval Neria .(2025) A Year in the Shadow of Terror: Longitudinal Effects of the October ,7 ,2023 Terrorist Attack on PTSD, Depression, Anxiety, and Suicidal Ideation Across Distinct Exposure Groups. *The Journal of clinical psychiatry*. DOI · PMID 40900111
- .160** Yossi Levi-Belz, Doron Amsalem, Yoav Goweiss, Carmel Blank, Yuval Neria .(2025) The attack is not over yet: The impact of direct exposure to the October ,7 ,2023 attack on trajectories of PTSD and depression among the Israeli population. *Psychological trauma : theory, research, practice and policy*. DOI · PMID 40338540
- .161** Yossi Levi-Belz, Doron Amsalem, Yoav Goweiss, Carmel Blank, Yuval Neria .(2025) The longitudinal toll of loss: The impact of bereavement on PTSD, depression and anxiety following the October 7th attack and the war. *Journal of psychiatric research*. DOI · PMID 40451114
- .162** Yossi Levi-Belz, Doron Amsalem, Yoav Goweiss, Carmel Blank, Iris Shachar-Lavie, Yuval Neria .(2026) The lingering wounds of betrayal: The long-term impact of betrayal-based moral injury on mental health outcomes following the October 7th ,2023 terror attack. *Journal of psychiatric research*. DOI · PMID 41183429
- .163** Yossi Levi-Belz, Doron Amsalem, Yoav Goweiss, Carmel Blank, Hili Kohavi, Yuval Neria .(2026) Two years into an ongoing war: a six-wave prospective study of PTSD, depression, anxiety, and posttraumatic growth following the October ,7 ,2023 attack in Israel. *EClinicalMedicine*. DOI · PMID 42358802
- .164** Yafit Levin, Dvora Shmulewitz, Vera Skvirsky, Merav Vider, Ariel Kor, Shauli Lev-Ran, et al. .(2025) Longitudinal PTSD trajectories before and after the October ,7 ,2023 terror attacks: A nationwide study of Israeli adults. *European psychiatry : the journal of the Association of European Psychiatrists*. DOI · PMID 41178327
- .165** Yafit Levin, Menachem Ben-Ezra, Elazar Leshem, Yaira Hamama-Raz .(2026) Change Patterns of Posttraumatic and Grief Disorders and Their Somatic Variables in Ongoing Trauma. *JAMA psychiatry*. DOI · PMID 41191346
- .166** Inbar Levkovich, Zohar Elyoseph, Shiri Shinan-Altman .(2025) Coping strategies during captivity: a qualitative study on released civilian abductees in Gaza. *BMC psychology*. DOI · PMID 40781694
- .167** Michael W Lewis, Daniel E Bradford, Edward F Pace-Schott, Scott L Rauch, Isabelle M Rosso .(2023) Multiverse analyses of fear acquisition and extinction retention in posttraumatic stress disorder. *Psychophysiology*. DOI · PMID 36786400
- .168** Lei Li, Zhan Xu, Lizhou Chen, Xueling Suo, Shiqin Fu, Song Wang, et al. .(2021) Dysconnectivity of the amygdala and dorsal anterior cingulate cortex in drug-naïve post-traumatic stress disorder. *European neuropsychopharmacology : the journal of the European College of Neuropsychopharmacology*. DOI · PMID 34311210
- .169** Muyang Li, Ye Zhao, David Rosenfield, Zeyu Guo, Mingcen Wei, Shijia Fan, et al. .(2025) An Online Guided Written Exposure Therapy for Symptoms of Posttraumatic Stress Disorder: A Randomized Controlled Trial. *Psychotherapy and psychosomatics*. DOI · PMID 41259283

- .170** Haipeng Li, Zhengrong Zhang, Shaojie Yang, Guoqi Zhu .(2025) Systematic review and meta-analysis of propranolol in the prevention and treatment of post-traumatic stress disorder. *Frontiers in pharmacology*. DOI · PMID 39944616
- .171** Yifan Li, Zijian He, Zhengyi Liu, Nanshu Peng, Yunyi Xiao, Yingying Ye, et al. .(2026) Adverse Childhood Experiences and the Diagnosis of ICD-11 Post-traumatic Stress Disorder or Complex Post-traumatic Stress Disorder: A Systematic Review and Three-level Meta-analysis. *Trauma, violence & abuse*. DOI · PMID 40317203
- .172** Liang Yiming, Zhou Yueyue, Liu Zhengkui .(2021) Consistencies and differences in posttraumatic stress disorder and depression trajectories from the Wenchuan earthquake among children over a 4-year period. *Journal of affective disorders*. DOI · PMID 33035749
- .173** Ramón J L Lindauer, Jan Booij, Jan B A Habraken, Harry B M Uylings, Miranda Olff, Ingrid V E Carlier, et al. .(2004) Cerebral blood flow changes during script-driven imagery in police officers with posttraumatic stress disorder. *Biological psychiatry*. DOI · PMID 15576062
- .174** S Lis, J Thome, N Kleindienst, M Mueller-Engelmann, R Steil, K Priebe, et al. .(2020) Generalization of fear in post-traumatic stress disorder. *Psychophysiology*. DOI · PMID 31206738
- .175** Heather Littleton, Bernard Ricca, Ashley Batts Allen, Charles Benight .(2023) Recovery and adjustment trajectories among Hurricane Florence survivors: Analysis utilizing nonlinear dynamic system modeling. *Journal of traumatic stress*. DOI · PMID 36994696
- .176** Howard Liu, Maria V Petukhova, Nancy A Sampson, Sergio Aguilar-Gaxiola, Jordi Alonso, Laura Helena Andrade, et al. .(2017) Association of DSM-IV Posttraumatic Stress Disorder With Traumatic Experience Type and History in the World Health Organization World Mental Health Surveys. *JAMA psychiatry*. DOI · PMID 28055082
- .177** Shahar Livne, Ilana Feldblum, Sara Kivity, Naama Shamir-Stein, Einat Brand, Shir Cohen, et al. .(2024) Kidnapping-Induced Trauma and secondary stress in armed conflicts: a comparative study among women in hostage families, volunteers, and the General Population. *Israel journal of health policy research*. DOI · PMID 39497146
- .178** Katie Lofthouse, Alana Davies, Joanne Hodgekins, Richard Meiser-Stedman .(2026) Systematic Review and Meta-Analysis: Imputing Response Rates for First-Line Psychological Treatments for Posttraumatic Stress Disorder in Youth. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*. DOI · PMID 40024280
- .179** Logue Mark W, van Rooij Sanne J H, Dennis Emily L, Davis Sarah L, Hayes Jasmeet P, Stevens Jennifer S, et al. .(2018) Smaller Hippocampal Volume in Posttraumatic Stress Disorder: A Multisite ENIGMA-PGC Study: Subcortical Volumetry Results From Posttraumatic Stress Disorder Consortia. *Biological psychiatry*. DOI · PMID 29217296
- .180** Yana Lokshina, Jony Sheynin, Gregory S Vogt, Israel Liberzon .(2023) Fear Extinction Learning in Posttraumatic Stress Disorder. *Current topics in behavioral neurosciences*. DOI · PMID 37535308
- .181** Miriam J J Lommen, Iris M Engelhard, Marit Sijbrandij, Marcel A van den Hout, Dirk Hermans .(2013) Pre-trauma individual differences in extinction learning predict posttraumatic stress. *Behaviour research and therapy*. DOI · PMID 23261706
- .182** Miriam J J Lommen, Yannick Boddez .(2022) Extinction learning as pretrauma vulnerability factor of posttraumatic stress: a replication study. *European journal of psychotraumatology*. DOI · PMID 35422965
- .183** Lommen Miriam J J, Hoekstra Steven, van den Brink Rob H S, Lenaert Bert .(2024) Fear generalization predicts post-traumatic stress symptoms: A two-year follow-up study in Dutch fire fighters. *Journal of anxiety disorders*. DOI · PMID 38484507
- .184** López-Castro T, Saraiya T, Zumberg-Smith K, Dambreville N .(2019) Association Between Shame and Posttraumatic Stress Disorder: A Meta-Analysis. *Journal of traumatic stress*. DOI · PMID 31291483
- .185** Machlin Laura, Sheridan Margaret A, Lurie Lucy A, Kasperek Steven W, Kim Stephanie Gyuri, Peverill Matthew, et al. .(2024) Alterations in fear learning as a mechanism linking childhood exposure to violence with PTSD symptoms: a longitudinal study. *Psychological medicine*. DOI · PMID 39245946
- .186** Noa Magal, Ophir Netzer, Eden Eldar, Noga Mandelblit, Nitsan Sagi, Michal Oren, et al. .(2026) Circadian instability following mass trauma predicts PTSD risk. *Translational psychiatry*. DOI · PMID 42129153
- .187** Gabriela Mariana Marcu, Andrei Dumbravă, Ionuț-Ciprian Băcilă, Raluca Diana Szekely-Copindean, Ana-Maria Zăgrean .(2024) Increasing Value and Reducing Waste of Research on Neurofeedback Effects in Post-traumatic Stress Disorder: A State-of-the-Art-Review. *Applied psychophysiology and biofeedback*. DOI · PMID 38151684
- .188** Marek R, Sah P .(2018) Neural Circuits Mediating Fear Learning and Extinction. *Advances in neurobiology*. DOI · PMID 30334218
- .189** Alicia Martin, Mark Naunton, Sam Kosari, Gregory Peterson, Jackson Thomas, Julia K Christenson .(2021) Treatment Guidelines for PTSD: A Systematic Review. *Journal of clinical medicine*. DOI · PMID 34575284
- .190** Ifigeneia Mavranouzouli, Odette Megnin-Viggars, Caitlin Daly, Sofia Dias, Nicky J Welton, Sarah Stockton, et al. .(2020) Psychological treatments for post-traumatic stress disorder in adults: a network meta-analysis. *Psychological medicine*. DOI · PMID 32063234
- .191** Yael Mayer, Noga Shiffman, Eyal Bergmann, Maha Nattoor, Sammar Khazen, Ido Lurie, et al. .(2024) Mental Health Outcomes of Arab and Jewish Populations in Israel a Month after the Mass Trauma Events of October ,7 :2023 A Cross-Sectional Survey of a Representative Sample. *Psychiatry research*. DOI · PMID 38945101
- .192** Niall M McGowan, James J Rucker, Rachel Yehuda, Manish Agrawal, Nadav Liam Modlin, Hollie Simmons, et al. .(2026) Investigating the safety and tolerability of single-dose psilocybin for post-traumatic stress disorder: A nonrandomized open-label clinical trial. *Journal of psychopharmacology (Oxford, England)*. DOI · PMID 40883964
- .193** Joseph F McGuire, Monica S Wu, John Piacentini, James T McCracken, Eric A Storch .(2017) A Meta-Analysis of D-Cycloserine in Exposure-Based Treatment: Moderators of Treatment Efficacy, Response, and Diagnostic Remission. *The Journal of clinical psychiatry*. DOI · PMID 27314661

- .194** Robert N McLay, Alicia Baird, Jennifer Webb-Murphy, William Deal, Lily Tran, Heather Anson, et al. .(2017) A Randomized, Head-to-Head Study of Virtual Reality Exposure Therapy for Posttraumatic Stress Disorder. *Cyberpsychology, behavior and social networking*. DOI · PMID 28394217
- .195** Carmen P McLean, Hannah C Levy, Madeleine L Miller, David F Tolin .(2022) Exposure therapy for PTSD: A meta-analysis. *Clinical psychology review*. DOI · PMID 34954460
- .196** Marie-Louise Meewisse, Johannes B Reitsma, Giel-Jan de Vries, Berthold P R Gersons, Miranda Olff .(2007) Cortisol and post-traumatic stress disorder in adults: systematic review and meta-analysis. *The British journal of psychiatry : the journal of mental science*. DOI · PMID 17978317
- .197** Thaís Pereira Mendes, Brunno Guimarães Pereira, Evandro Silva Freire Coutinho, Marina S Melani, Thomas C Neylan, William Berger .(2025) Factors impacting prazosin efficacy for nightmares and insomnia in PTSD patients - a systematic review and meta-regression analysis. *Progress in neuro-psychopharmacology & biological psychiatry*. DOI · PMID 39828080
- .198** Vasiliki Michopoulos, Seth D Norrholm, Jennifer S Stevens, Ebony M Glover, Barbara O Rothbaum, Charles F Gillespie, et al. .(2017) Dexamethasone facilitates fear extinction and safety discrimination in PTSD: A placebo-controlled, double-blind study. *Psychoneuroendocrinology*. DOI · PMID 28595089
- .199** Katherine E Miller, Andrea L Jamison, Sasha Gala, Steven H Woodward .(2018) Two Independent Predictors of Nightmares in Posttraumatic Stress Disorder. *Journal of clinical sleep medicine : JCSM : official publication of the American Academy of Sleep Medicine*. DOI · PMID 30373691
- .200** Katherine E Miller, Gisselle Tamayo, Ned Arsenault, Andrea L Jamison, Steven H Woodward .(2023) Longitudinal profiles of sleep during residential PTSD treatment. *Sleep medicine*. DOI · PMID 37044001
- .201** Jennifer M Mitchell, Michael Bogenschutz, Alia Lilienstein, Charlotte Harrison, Sarah Kleiman, Kelly Parker-Guilbert, et al. .(2021) MDMA-assisted therapy for severe PTSD: a randomized, double-blind, placebo-controlled phase 3 study. *Nature medicine*. DOI · PMID 33972795
- .202** Jennifer M Mitchell, Marcela Ot'alora G, Bessel van der Kolk, Scott Shannon, Michael Bogenschutz, Yevgeniy Gelfand, et al. .(2023) MDMA-assisted therapy for moderate to severe PTSD: a randomized, placebo-controlled phase 3 trial. *Nature medicine*. DOI · PMID 37709999
- .203** Bratislav Mišić, Benjamin T Dunkley, Paul A Sedge, Leodante Da Costa, Zainab Fatima, Marc G Berman, et al. .(2016) Post-Traumatic Stress Constrains the Dynamic Repertoire of Neural Activity. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*. DOI · PMID 26758834
- .204** Nicholas M Morelli, Miguel T Villodas .(2022) A Systematic Review of the Validity, Reliability, and Clinical Utility of Developmental Trauma Disorder (DTD) Symptom Criteria. *Clinical child and family psychology review*. DOI · PMID 34843012
- .205** R A Morey, J E Dunsmoor, C C Haswell, V M Brown, A Vora, J Weiner, et al. .(2015) Fear learning circuitry is biased toward generalization of fear associations in posttraumatic stress disorder. *Translational psychiatry*. DOI · PMID 26670285
- .206** Rajendra A Morey, Courtney C Haswell, Daniel Stjepanović, Mid-Atlantic MIRECC Workgroup,, Joseph E Dunsmoor, Kevin S LaBar .(2020) Neural correlates of conceptual-level fear generalization in posttraumatic stress disorder. *Neuropsychopharmacology : official publication of the American College of Neuropsychopharmacology*. DOI · PMID 32222725
- .207** Samantha J Moshier, Colin T Mahoney, Michelle J Bovin, Brian P Marx, Paula P Schnurr .(2024) Session-level effects of cognitive processing therapy and prolonged exposure on individual symptoms of posttraumatic stress disorder among U.S. veterans. *Journal of consulting and clinical psychology*. DOI · PMID 38546622
- .208** Jennifer Moye, Anica Pless Kaiser, Joan M Cook, Ian C Fischer, Becca R Levy, Robert H Pietrzak .(2023) Characteristics and Correlates of Ten-Year Trajectories of Posttraumatic Stress Symptoms in Older U.S. Military Veterans. *The American journal of geriatric psychiatry : official journal of the American Association for Geriatric Psychiatry*. DOI · PMID 37355455
- .209** Mary S Mufford, Dennis van der Meer, C Lexi Baird, Delin Sun, Kevin S LaBar, Raj Ramesar, et al. .(2026) Shared and specific associations of amygdala nuclei volumes with PTSD symptom domains and childhood trauma: An ENIGMA-PGC PTSD mega-analysis. *Molecular psychiatry*. DOI · PMID 42393252
- .210** Brendan K Murphy, Kenneth D Miller .(2009) Balanced amplification: a new mechanism of selective amplification of neural activity patterns. *Neuron*. DOI · PMID 19249282
- .211** Thomas Mäder, Katelyn I Oliver, Carolina Daffre, Sophie Kim, Scott P Orr, Natasha B Lasko, et al. .(2023) Autonomic activity, posttraumatic and nontraumatic nightmares, and PTSD after trauma exposure. *Psychological medicine*. DOI · PMID 34127168
- .212** Nitsa Nacasch, Tal Malka, Joseph Zohar, Yarden V Dejorno, Gal Levi, Raz Gross, et al. .(2024) Impact of pre-trauma recreational drug use on mental health outcomes among survivors of the Israeli Nova Festival terrorist attack *World psychiatry : official journal of the World Psychiatric Association (WPA)*. DOI · PMID 39279369
- .213** Seyed Aria Nejadghaderi, Seyed Ehsan Mousavi, Asra Fazlollahi, Kimia Motlagh Asghari, Dana Rose Garfin .(2024) Efficacy of yoga for posttraumatic stress disorder: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Psychiatry research*. DOI · PMID 39191128
- .214** Andrew A Nicholson, Karl J Friston, Peter Zeidman, Sherain Harricharan, Margaret C McKinnon, Maria Densmore, et al. .(2017) Dynamic causal modeling in PTSD and its dissociative subtype: Bottom-up versus top-down processing within fear and emotion regulation circuitry. *Human brain mapping*. DOI · PMID 28836726
- .215** Andrew A Nicholson, Maria Densmore, Paul A Frewen, Richard W J Neufeld, Jean Théberge, Rakesh Jetly, et al. .(2023) Homeostatic normalization of alpha brain rhythms within the default-mode network and reduced symptoms in post-traumatic stress disorder following a randomized controlled trial of electroencephalogram neurofeedback. *Brain communications*. DOI · PMID 37065092

- .216** Ning Jing, Tang Xinfeng, Shi Hanlu, Yao Dongpeng, Zhao Ziqing, Li Jie .(2023) Social support and posttraumatic growth: A meta-analysis. *Journal of affective disorders*. DOI · PMID 36181914
- .217** Agnes Norbury, Hannah Brinkman, Mary Kowalchuk, Elisa Monti, Robert H Pietrzak, Daniela Schiller, et al. .(2022) Latent cause inference during extinction learning in trauma-exposed individuals with and without PTSD. *Psychological medicine*. DOI · PMID 33682653
- .218** Nord CL, Lawson RP, Dalgleish T .(2021) Disrupted Dorsal Mid-Insula Activation During Interoception Across Psychiatric Disorders. *The American journal of psychiatry*. DOI · PMID 34154372
- .219** Norman SB, Nichter B, Maguen S, Na PJ, Schnurr PP, Pietrzak RH .(2022) Moral injury among U.S. combat veterans with and without PTSD and depression. *Journal of psychiatric research*. DOI · PMID 35947898
- .220** Richard O'Kearney, Kelly Perrott .(2006) Trauma narratives in posttraumatic stress disorder: a review. *Journal of traumatic stress*. DOI · PMID 16568467
- .221** Richard O'Kearney, Aliza Hunt, Nancy Wallace .(2011) Integration and organization of trauma memories and posttraumatic symptoms. *Journal of traumatic stress*. DOI · PMID 22113926
- .222** Kristine L Rae Olmsted, Michael Bartoszek, Sean Mulvaney, Brian McLean, Ali Turabi, Ryan Young, et al. .(2020) Effect of Stellate Ganglion Block Treatment on Posttraumatic Stress Disorder Symptoms: A Randomized Clinical Trial. *JAMA psychiatry*. DOI · PMID 31693083
- .223** Danielle A C Oprel, Chris M Hoeboer, Rianne A de Kleine, Maartje Schoorl, Willem van der Does, Agnes van Minnen .(2026) Phase-based treatment versus immediate prolonged exposure for childhood abuse-related PTSD: The role of emotion regulation improvement in predicting PTSD symptom reduction. *Journal of anxiety disorders*. DOI · PMID 42140099
- .224** Jinli Ou, Li Xie, Changfeng Jin, Xiang Li, Dajiang Zhu, Rongxin Jiang, et al. .(2015) Characterizing and Differentiating Brain State Dynamics via Hidden Markov Models. *Brain topography*. DOI · PMID 25331991
- .225** Xiongfeng Pan, Zhipeng Wang, Xiaoli Wu, Shi Wu Wen, Aizhong Liu .(2018) Salivary cortisol in post-traumatic stress disorder: a systematic review and meta-analysis. *BMC psychiatry*. DOI · PMID 30290789
- .226** Spyridon Papapetropoulos, Elizabeth Doolin, Susan O'Connor, Dharam Paul, Michael Odontiadis, Mark Jaros, et al. .(2025) BNC210, an $\alpha 7$ Nicotinic Receptor Modulator, in Post-Traumatic Stress Disorder. *NEJM evidence*. DOI · PMID 39647171
- .227** Linden Parkes, Jason Z Kim, Jennifer Stiso, Julia K Brynildsen, Matthew Cieslak, Sydney Covitz, et al. .(2024) A network control theory pipeline for studying the dynamics of the structural connectome. *Nature protocols*. DOI · PMID 39075309
- .228** Ives Cavalcante Passos, Mirela Paiva Vasconcelos-Moreno, Leonardo Gazzi Costa, Maurício Kunz, Elisa Brietzke, João Quevedo, et al. .(2015) Inflammatory markers in post-traumatic stress disorder: a systematic review, meta-analysis, and meta-regression. *The lancet. Psychiatry*. DOI · PMID 26544749
- .229** Patel Ronak, Spreng R Nathan, Shin Lisa M, Girard Todd A .(2012) Neurocircuitry models of posttraumatic stress disorder and beyond: a meta-analysis of functional neuroimaging studies. *Neuroscience and biobehavioral reviews*. DOI · PMID 22766141
- .230** Grace J Patrick, Lauren D Reyes, Mary O Shapiro, Karen Serrano, Samuel A McLean, Nicole A Short .(2026) Psychometric evaluation of a momentary posttraumatic stress disorder checklist: An ecological momentary assessment study of sexual assault survivors. *Journal of traumatic stress*. DOI · PMID 42619044
- .231** Jagruti J Pattadkal, Boris V Zemelman, Ila Fiete, Nicholas J Priebe .(2024) Primate neocortex performs balanced sensory amplification. *Neuron*. DOI · PMID 38091984
- .232** Martin P Paulus, Justin S Feinstein, Sahib S Khalsa .(2019) An Active Inference Approach to Interoceptive Psychopathology. *Annual review of clinical psychology*. DOI · PMID 31067416
- .233** Alan L Peterson, Tabatha H Blount, Edna B Foa, Lily A Brown, Carmen P McLean, Jim Mintz, et al. .(2023) Massed vs Intensive Outpatient Prolonged Exposure for Combat-Related Posttraumatic Stress Disorder: A Randomized Clinical Trial. *JAMA network open*. DOI · PMID 36602803
- .234** Sereena Pigeon, Michelle Lonergan, Olivia Rotondo, Roger K Pitman, Alain Brunet .(2022) Impairing memory reconsolidation with propranolol in healthy and clinical samples: a meta-analysis. *Journal of psychiatry & neuroscience : JPN*. DOI · PMID 35361699
- .235** Pole Nnamdi .(2007) The psychophysiology of posttraumatic stress disorder: a meta-analysis. *Psychological bulletin*. DOI · PMID 17723027
- .236** Mihai Popescu, Elena Anda Popescu, Thomas J DeGraba, John D Hughes .(2026) Altered Scale-Free Dynamics of Spontaneous Brain Activity in Post-Traumatic Stress Disorder: Relationship to Impaired Functional Connectivity. *Brain sciences*. DOI · PMID 42651137
- .237** Emina Prguda, Justine Evans, Sarah McLeay, Madeline Romaniuk, Andrea J Phelps, Kerri Lewis, et al. .(2023) Posttraumatic sleep disturbances in veterans: A pilot randomized controlled trial of cognitive behavioral therapy for insomnia and imagery rehearsal therapy. *Journal of clinical psychology*. DOI · PMID 37392411
- .238** Price M, Lancaster CL, Gros DF, Legrand AC, van Stolk-Cooke K, Acierno R .(2018) An Examination of Social Support and PTSD Treatment Response During Prolonged Exposure. *Psychiatry*. DOI · PMID 30020026
- .239** Dorothee Pöhlchen, Laura Leuchs, Florian P Binder, Borbala Blaskovich, Taechawidd Nantawisarakul, Pavlos Topalidis, et al. .(2020) No robust differences in fear conditioning between patients with fear-related disorders and healthy controls. *Behaviour research and therapy*. DOI · PMID 32302820
- .240** Lilach Rachamim, Roy Aloni, Hila Mualem-Taylor, Oriana Glickman, Asaf Goodman, Nathaniel Laor .(2025) 'Children of War': Examining the Associations between War Exposure, Maternal PTSD, and Continuous Traumatic Stress on Israeli Children's PTSD Res Child Adolesc Psychopathol. DOI · PMID 40272634

- .241** Joaquim Radua, Hannah S Savage, Enric Vilajosana, Alec Jamieson, Birgit Abler, Fredrik Åhs, et al. .(2025) Neural correlates of human fear conditioning and sources of variability in 2199 individuals. *Nature communications*. DOI · PMID 40849409
- .242** Ofer Rahamim, Aviv Segev, Dana Sinai .(2026) Posttrauma Benzodiazepine Use and Subsequent PTSD: A Population-Wide Analysis Following Extreme Traumatic Exposure. *The Journal of clinical psychiatry*. DOI · PMID 42348267
- .243** Amanda M Raines, Mary E Oglesby, Jessica L Walton, Gala True, C Laurel Franklin .(2019) Intolerance of uncertainty and DSM-5 PTSD symptoms: Associations among a treatment seeking veteran sample. *Journal of anxiety disorders*. DOI · PMID 30572246
- .244** D Rangaprakash, Gopikrishna Deshpande, Thomas A Daniel, Adam M Goodman, Jennifer L Robinson, Nouha Salibi, et al. .(2017) Compromised hippocampus-striatum pathway as a potential imaging biomarker of mild-traumatic brain injury and posttraumatic stress disorder. *Human brain mapping*. DOI · PMID 28295837
- .245** D Rangaprakash, Michael N Dretsch, Archana Venkataraman, Jeffrey S Katz, Thomas S Denney, Gopikrishna Deshpande .(2018) Identifying disease foci from static and dynamic effective connectivity networks: Illustration in soldiers with trauma. *Human brain mapping*. DOI · PMID 29058357
- .246** Murray A Raskind, Elaine R Peskind, Bruce Chow, Crystal Harris, Anne Davis-Karim, Hollie A Holmes, et al. .(2018) Trial of Prazosin for Post-Traumatic Stress Disorder in Military Veterans. *The New England journal of medicine*. DOI · PMID 29414272
- .247** Andrew Ratanatharathorn, Richard A Bryant, Ronald C Kessler, Katherine M Keyes, Yutaka Matsuoka, Miranda Olf, et al. .(2026) Individual Participant Data Meta-Analysis Identifies Risk Factors for Acute and Persistent Posttraumatic Stress Disorder and Depression Symptoms Following Trauma. *Depression and anxiety*. DOI · PMID 42088032
- .248** S L Rauch, B A van der Kolk, R E Fisler, N M Alpert, S P Orr, C R Savage, et al. .(1996) A symptom provocation study of posttraumatic stress disorder using positron emission tomography and script-driven imagery. *Archives of general psychiatry*. DOI · PMID 8624181
- .249** Tehila Refaeli, Agat Sold, Limor Aharonson-Daniel .(2025) Post-traumatic stress among adolescents following the October 7th attack in Israel: implications for mental health policy and planning *Isr J Health Policy Res*. DOI · PMID 41382229
- .250** Patricia A Resick, Michelle J Bovin, Amber L Calloway, Alexandra M Dick, Matthew W King, Karen S Mitchell, et al. .(2012) A critical evaluation of the complex PTSD literature: implications for DSM-5. *Journal of traumatic stress*. DOI · PMID 22729974
- .251** Jaime Rodríguez-Drincourt-de-Elizaga, Andrea Duarte-Díaz, Amado Rivero-Santana, Vanesa Ramos-García, Estefanía Herrera-Ramos, Wenceslao Peñate-Castro, et al. .(2026) Efficacy, safety and moderating factors of repetitive transcranial magnetic stimulation in post-traumatic stress disorder: A systematic review and meta-analysis. *Progress in neuro-psychopharmacology & biological psychiatry*. DOI · PMID 42680058
- .252** Stefan Roepke, Nikola Schoofs, Kathlen Priebe, Felix Wuelfing, Kristina Meyer, Astrid Giesermann, et al. .(2026) Dronabinol for nightmares in post-traumatic stress disorder: a randomized controlled trial. *Nature medicine*. DOI · PMID 42557458
- .253** Barbara Olasov Rothbaum, Matthew Price, Tanja Jovanovic, Seth D Norrholm, Maryrose Gerardi, Boadie Dunlop, et al. .(2014) A randomized, double-blind evaluation of D-cycloserine or alprazolam combined with virtual reality exposure therapy for posttraumatic stress disorder in Iraq and Afghanistan War veterans. *American Journal of Psychiatry*. DOI · PMID 24743802
- .254** Pascal Roulet, Guillaume Vaiva, Etienne Véry, Axel Bourcier, Antoine Yrondi, Laetitia Dupuch, et al. .(2021) Traumatic memory reactivation with or without propranolol for PTSD and comorbid MD symptoms: a randomised clinical trial. *Neuropsychopharmacology* : official publication of the American College of Neuropsychopharmacology. DOI · PMID 33612830
- .255** David C Rubin, Samantha A Deffler, Christin M Ogle, Nia M Dowell, Arthur C Graesser, Jean C Beckham .(2016) Participant, rater, and computer measures of coherence in posttraumatic stress disorder. *Journal of abnormal psychology*. DOI · PMID 26523945
- .256** Rotem Saar-Ashkenazy, Yoav S Bergman, Omer Ashkenazy, Jonathan Guez .(2024) Traumatic stress, active engagement and resilience in first responders and civilians in the outbreak of war. *European journal of psychotraumatology*. DOI · PMID 38516952
- .257** Mahnoosh Sadeghi, Anthony D McDonald, Farzan Sasangohar .(2022) Posttraumatic stress disorder hyperarousal event detection using smartwatch physiological and activity data. *PloS one*. DOI · PMID 35584096
- .258** Patcho N Santiago, Robert J Ursano, Christine L Gray, Robert S Pynoos, David Spiegel, Roberto Lewis-Fernandez, et al. .(2013) A systematic review of PTSD prevalence and trajectories in DSM-5 defined trauma exposed populations: intentional and non-intentional traumatic events. *PloS one*. DOI · PMID 23593134
- .259** Justin Lc Santos, Sanne Jh van Rooij, Stacey L House, Francesca L Beaudoin, Xinming An, Thomas C Neylan, et al. .(2026) Social support and post-traumatic stress symptoms: Longitudinal bidirectional relationships in the AURORA study. *Journal of mood and anxiety disorders*. DOI · PMID 42200045
- .260** Gudrun Sartory, Jan Cwik, Helge Knuppertz, Benjamin Schürholt, Morena Lebens, Rüdiger J Seitz, et al. .(2013) In search of the trauma memory: a meta-analysis of functional neuroimaging studies of symptom provocation in posttraumatic stress disorder (PTSD). *PloS one*. DOI · PMID 23536785
- .261** Michael S Scheeringa .(2026) Evaluating evidence behind popular trauma narratives: neurobiological and treatment claims in *The Body Keeps the Score*. *BJPsych bulletin*. DOI · PMID 41178089
- .262** Schenker MT, Ney LJ, Miller LN, Felmingham KL, Nicholas CL, Jordan AS .(2021) Sleep and fear conditioning, extinction learning and extinction recall: A systematic review and meta-analysis of polysomnographic findings. *Sleep medicine reviews*. DOI · PMID 34090064
- .263** Schenker MT, Lynskey J, Cotter G, Bussell S, O'Heare-Young S, Reynolds T, et al. .(2026) Late sleep enhances fear extinction recall in posttraumatic stress disorder. *Psychiatry research*. DOI · PMID 42659753
- .264** Martha Schneider, Andreas Schwerdtfeger .(2020) Autonomic dysfunction in posttraumatic stress disorder indexed by heart rate variability: a meta-analysis. *Psychological medicine*. DOI · PMID 32854795

- .265** Paula P Schnurr, Kathleen M Chard, Josef I Ruzek, Bruce K Chow, Patricia A Resick, Edna B Foa, et al. .(2022) Comparison of Prolonged Exposure vs Cognitive Processing Therapy for Treatment of Posttraumatic Stress Disorder Among US Veterans: A Randomized Clinical Trial. JAMA network open. DOI · PMID 35044471
- .266** Sarah Schumacher, Helen Niemeyer, Sinha Engel, Jan Christopher Cwik, Christine Knaevelsrud .(2018) Psychotherapeutic treatment and HPA axis regulation in posttraumatic stress disorder: A systematic review and meta-analysis. Psychoneuroendocrinology. DOI · PMID 30193225
- .267** Sarah Schumacher, Helen Niemeyer, Sinha Engel, Jan Christopher Cwik, Sebastian Laufer, Hannah Klusmann, et al. .(2019) HPA axis regulation in posttraumatic stress disorder: A meta-analysis focusing on potential moderators. Neuroscience and biobehavioral reviews. DOI · PMID 30790632
- .268** Sarah Schumacher, Sinha Engel, Hannah Klusmann, Helen Niemeyer, Annika Küster, Sebastian Burchert, et al. .(2022) Trauma-related but not PTSD-related increases in hair cortisol concentrations in military personnel. Journal of psychiatric research. DOI · PMID 35344923
- .269** Or Segal, Hadas Hevron, Noam Weinbach .(2026) Same war, different homes: mental health outcomes of displaced versus non-displaced adolescents during war. European journal of psychotraumatology. DOI · PMID 42334981
- .270** Seligowski AV, Lee DJ, Bardeen JR, Orcutt HK .(2015) Emotion regulation and posttraumatic stress symptoms: a meta-analysis. Cognitive behaviour therapy. DOI · PMID 25421727
- .271** Antonia V Seligowski, Nathaniel G Harnett, Robyn A Ellis, Lana R Grasser, Mubeena Hanif, Charis Wiltshire, et al. .(2024) Probing the neurocardiac circuit in trauma and posttraumatic stress. Journal of psychiatric research. DOI · PMID 38875773
- .272** Verena Semmlinger, Cosima Leithner, Lea Maria Klöck, Lena Ranftl, Thomas Ehring, Monika Schreckenbach .(2024) Prevalence and Predictors of Nonresponse to Psychological Treatment for PTSD: A Meta-Analysis. Depression and anxiety. DOI · PMID 40226730
- .273** A Y Shalev, S Freedman, T Peri, D Brandes, T Sahar .(1997) Predicting PTSD in trauma survivors: prospective evaluation of self-report and clinician-administered instruments. The British journal of psychiatry : the journal of mental science. DOI · PMID 9330024
- .274** A Y Shalev, S Freedman, T Peri, D Brandes, T Sahar, S P Orr, et al. .(1998) Prospective study of posttraumatic stress disorder and depression following trauma. The American journal of psychiatry. DOI · PMID 9585714
- .275** Leah Shelef, Ofir Ohayon, Elad Micheli, Jacob Rotschild, Uzi Bechor .(2025) Mental health outcomes following exposure to combat events during the October 7th war in Israeli reserve soldiers Journal of psychiatric research. DOI · PMID 40359804
- .276** Shi C, Ren Z, Zhao C, Zhang T, Chan SH .(2021) Shame, guilt, and posttraumatic stress symptoms: A three-level meta-analysis. Journal of anxiety disorders. DOI · PMID 34265540
- .277** Yumi Shikauchi, Mitsuaki Takemi, Leo Tomasevic, Jun Kitazono, Hartwig R Siebner, Masafumi Oizumi .(2026) Quantifying State-Dependent Control Properties of Brain Dynamics from Perturbation Responses. The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience. DOI · PMID 41419330
- .278** L M Shin, R J McNally, S M Kosslyn, W L Thompson, S L Rauch, N M Alpert, et al. .(1999) Regional cerebral blood flow during script-driven imagery in childhood sexual abuse-related PTSD: A PET investigation. The American journal of psychiatry. DOI · PMID 10200737
- .279** Shin Lisa M, Orr Scott P, Carson Margaret A, Rauch Scott L, Macklin Michael L, Lasko Natasha B, et al. .(2004) Regional cerebral blood flow in the amygdala and medial prefrontal cortex during traumatic imagery in male and female Vietnam veterans with PTSD. Archives of general psychiatry. DOI · PMID 14757593
- .280** Liat Shklarski, Yael Latzer .(2025) Compassion fatigue among Israeli therapists after the October 7 attack: Challenges in treating bereaved and hostage families. Psychological trauma : theory, research, practice and policy. DOI · PMID 40965951
- .281** Anat Shoshani, Bar Gurfinkel, Ariel Kor, Yael Ben-Haim, Or Kanarek, Romi Segev, et al. .(2026) Efficacy of a Conversational AI Agent for Psychiatric Symptoms and Digital Therapeutic Alliance: A Randomized Clinical Trial. JAMA Network Open. DOI · PMID 41979879
- .282** Guy Simon, Maya Gal-Birman, Nir Tadmor, Demian Halperin, Ziv Ben-Zion .(2025) Psychedelics and collective trauma: multisystemic resilience and recovery pathways among Nova festival survivors - a qualitative study. European journal of psychotraumatology. DOI · PMID 41222082
- .283** Lisa Simon, Ophir Netzer, Roy Salomon, Roe Admon .(2026) Elevated rates of adverse PTSD symptom trajectories in a civilian mass-trauma cohort. European journal of psychotraumatology. DOI · PMID 42296230
- .284** Danica C Slavish, Madasen Briggs, Andrea Fentem, Brett A Messman, Ateka A Contractor .(2022) Bidirectional associations between daily PTSD symptoms and sleep disturbances: A systematic review. Sleep medicine reviews. DOI · PMID 35367721
- .285** Danica C Slavish, Camilo J Ruggero, Keke Schuler, Joseph E Schwartz, Benjamin Luft, Roman Kotov .(2024) Effects of Daily Posttraumatic Stress Disorder Symptoms on Heart Rate Variability. Psychosomatic medicine. DOI · PMID 37982540
- .286** Denise M Sloan, Brian P Marx, Daniel J Lee, Patricia A Resick .(2018) A Brief Exposure-Based Treatment vs Cognitive Processing Therapy for Posttraumatic Stress Disorder: A Randomized Noninferiority Clinical Trial. JAMA Psychiatry. DOI · PMID 29344631
- .287** Denise M Sloan, Brian P Marx, Patricia A Resick, Stacey Young-McCaughan, Katherine A Dondanville, Casey L Straud, et al. .(2022) Effect of Written Exposure Therapy vs Cognitive Processing Therapy on Increasing Treatment Efficiency Among Military Service Members With Posttraumatic Stress Disorder: A Randomized Noninferiority Trial. JAMA network open. DOI · PMID 35015065
- .288** Denise M Sloan, Brian P Marx, Ron Acierno, Michael Messina, Wendy Muzzy, Matthew W Gallagher, et al. .(2023) Written Exposure Therapy vs Prolonged Exposure Therapy in the Treatment of Posttraumatic Stress Disorder: A Randomized Clinical Trial. JAMA psychiatry. DOI · PMID 37610727

- .289** Smith AK, Ratanatharathorn A, Maihofer AX, Naviaux RK, Aiello AE, Amstadter AB, et al. (2020) Epigenome-wide meta-analysis of PTSD across 10 military and civilian cohorts identifies methylation changes in AHRH. *Nature communications*. DOI · PMID 33235198
- .290** Dale L Smith, Philip Held (2023) Moving toward precision PTSD treatment: predicting veterans' intensive PTSD treatment response using continuously updating machine learning models. *Psychological medicine*. DOI · PMID 36259132
- .291** Sophia K Smith, Eric Kuhn, Tamara J Somers, Eric Laber, Cole Manschot, Anthony D Sung, et al. (2026) Adaptive, Stepped-Care for Cancer-Related PTSD Symptoms in HCT Survivors: Results From a SMART Trial. *Psycho-oncology*. DOI · PMID 42565481
- .292** Zahava Solomon, Danny Horesh, Tsachi Ein-Dor (2009) The longitudinal course of posttraumatic stress disorder symptom clusters among war veterans. *The Journal of clinical psychiatry*. DOI · PMID 19573481
- .293** Nick Steele, Ahmed Hussain, Delin Sun, C Lexi Baird, Courtney Russell, Neda Jahanshad, et al. (2026) Disrupted intrathalamic and thalamocortical structural covariance networks in posttraumatic stress disorder. *Network neuroscience (Cambridge, Mass.)*. DOI · PMID 41878614
- .294** Nick Steele, Ahmed Hussain, Delin Sun, Courtney Russell, Ashley A Huggins, Nicholas D Davenport, et al. (2026) Disrupted thalamocortical functional connectivity and canonical resting-state network integration in posttraumatic stress disorder. *NeuroImage. Clinical*. DOI · PMID 41421150
- .295** Mina Stefanovic, Keisuke Takano, Charlotte E Wittekind, Thomas Ehring (2024) Dynamic symptom associations in posttraumatic stress disorder: a network approach. *European journal of psychotraumatology*. DOI · PMID 38506735
- .296** Christiane Steinert, Mareike Hofmann, Falk Leichsenring, Johannes Kruse (2015) The course of PTSD in naturalistic long-term studies: high variability of outcomes. A systematic review. *Nordic journal of psychiatry*. DOI · PMID 25733025
- .297** Jennifer Stiso, Ankit N Khambhati, Tommaso Menara, Ari E Kahn, Joel M Stein, Sandihitsu R Das, et al. (2019) White Matter Network Architecture Guides Direct Electrical Stimulation through Optimal State Transitions. *Cell reports*. DOI · PMID 31484068
- .298** Straus Laura D, Norman Sonya B, Risbrough Victoria B, Acheson Dean T, Drummond Sean P A (2018) REM sleep and safety signal learning in posttraumatic stress disorder: A preliminary study in military veterans. *Neurobiology of stress*. DOI · PMID 30116769
- .299** Haris Sulejmani, Nada Pop-Jordanova (2026) Objective Memory Impairment in Post-Traumatic Stress Disorder: a Systematic Review and Multilevel Meta-Analysis of Trauma-Exposed Adult Populations. *Prilozi (Makedonska akademija na naukite i umetnostite. Oddelenie za medicinski nauki)*. DOI · PMID 41863109
- .300** Sumner JA, Chen Q, Roberts AL, Winning A, Rimm EB, Gilsanz P, et al. (2018) Posttraumatic stress disorder onset and inflammatory and endothelial function biomarkers in women. *Brain, behavior, and immunity*. DOI · PMID 29157934
- .301** Xueling Suo, Chao Zuo, Huan Lan, Wenbin Li, Lingjiang Li, Graham J Kemp, et al. (2023) Multilayer Network Analysis of Dynamic Network Reconfiguration in Adults With Posttraumatic Stress Disorder. *Biological psychiatry. Cognitive neuroscience and neuroimaging*. DOI · PMID 36152949
- .302** Ryann Tansey, Irene Perini, Gavin N Petrie, Connor J Haggarty, Raegan Mazurka, Adam Yngve, et al. (2026) Functional neuroimaging of fatty acid amide hydrolase inhibition in posttraumatic stress disorder: a randomized clinical trial. *Translational psychiatry*. DOI · PMID 41651806
- .303** Braeden A Terpou, Maria Densmore, Jean Théberge, Paul Frewen, Margaret C McKinnon, Andrew A Nicholson, et al. (2020) The hijacked self: Disrupted functional connectivity between the periaqueductal gray and the default mode network in posttraumatic stress disorder using dynamic causal modeling. *NeuroImage. Clinical*. DOI · PMID 32738751
- .304** Janine Thome, Maria Densmore, Paul A Frewen, Margaret C McKinnon, Jean Théberge, Andrew A Nicholson, et al. (2017) Desynchronization of autonomic response and central autonomic network connectivity in posttraumatic stress disorder. *Human brain mapping*. DOI · PMID 27647521
- .305** Thome J, Terpou BA, McKinnon MC, Lanius RA (2020) The neural correlates of trauma-related autobiographical memory in posttraumatic stress disorder: A meta-analysis. *Depression and anxiety*. DOI · PMID 31815346
- .306** Thome Janine, Densmore Maria, Terpou Braeden A, Théberge Jean, McKinnon Margaret C, Lanius Ruth A (2022) Contrasting Associations Between Heart Rate Variability and Brainstem-Limbic Connectivity in Posttraumatic Stress Disorder and Its Dissociative Subtype: A Pilot Study. *Frontiers in behavioral neuroscience*. DOI · PMID 35706833
- .307** Germaine Y Q Tng, Jerica Koh, Xun Ci Soh, Nadyanna M Majeed, Andree Hartanto (2024) Efficacy of digital mental health interventions for PTSD symptoms: A systematic review of meta-analyses. *Journal of affective disorders*. DOI · PMID 38679205
- .308** Carissa W Tomas, Jacklynn M Fitzgerald, Carisa Bergner, Cecilia J Hillard, Christine L Larson, Terri A deRoos-Cassini (2022) Machine learning prediction of posttraumatic stress disorder trajectories following traumatic injury: Identification and validation in two independent samples. *Journal of traumatic stress*. DOI · PMID 36006041
- .309** Carissa W Tomas, Jacklynn M Fitzgerald, C Lexi Baird, Courtney C Haswell, Chadi G Abdallah, Michael Angststadt, et al. (2025) Data-Driven Approach to Dynamic Resting State Functional Connectivity in Post-Traumatic Stress Disorder: An ENIGMA-PGC PTSD Study. *Human brain mapping*. DOI · PMID 40736265
- .310** L N Trefethen, A E Trefethen, S C Reddy, T A Driscoll (1993) Hydrodynamic stability without eigenvalues. *Science (New York, N.Y.)*. DOI · PMID 17758167
- .311** Trickey David, Siddaway Andy P, Meiser-Stedman Richard, Serpell Lucy, Field Andy P (2012) A meta-analysis of risk factors for post-traumatic stress disorder in children and adolescents. *Clinical psychology review*. DOI · PMID 22245560
- .312** Chengyi Tu, Rodrigo P Rocha, Maurizio Corbetta, Sandro Zampieri, Marco Zorzi, S Suweis (2018) Warnings and caveats in brain controllability. *NeuroImage*. DOI · PMID 29654874

- .313** Rebeka C Tucker, Paul J Taylor, Sarita Jane Robinson .(2026) A multi-level meta-analysis of vagally-mediated heart rate variability and post-traumatic stress disorder. *Neuroscience and biobehavioral reviews*. DOI · PMID 41616929
- .314** Minke M van de Kamp, Mia Scheffers, Claudia Emck, Ties J Fokker, Janneke Hatzmann, Pim Cuijpers, et al. .(2023) Body-and movement-oriented interventions for posttraumatic stress disorder: An updated systematic review and meta-analysis. *Journal of traumatic stress*. DOI · PMID 37702005
- .315** David P G van den Berg, Paul A J M de Bont, Berber M van der Vleugel, Carlijn de Roos, Ad de Jongh, Mark van Minnen, et al. .(2015) Prolonged exposure vs eye movement desensitization and reprocessing vs waiting list for posttraumatic stress disorder in patients with a psychotic disorder: a randomized clinical trial. *JAMA Psychiatry*. DOI · PMID 25607833
- .316** van der Kolk B A .(1994) The body keeps the score: memory and the evolving psychobiology of posttraumatic stress. *Harvard review of psychiatry*. DOI · PMID 9384857
- .317** Bessel A van der Kolk, Alexander C McFarlane .(2026) Somatic symptoms and sensory dysregulation are central to the clinical presentation of PTSD. *World psychiatry : official journal of the World Psychiatric Association (WPA)*. DOI · PMID 42136424
- .318** Sanne J H van Rooij, Ryan Langhinrichsen-Rohling, Sean T Minton, Cecilia A Hinojosa, Joshua Lukemire, Rebecca Lipschutz, et al. .(2026) Personalized fMRI-Guided TMS Targeting the Threat Neurocircuitry in PTSD: A Randomized Clinical Trial. *The American journal of psychiatry*. DOI · PMID 41922982
- .319** N. I. van Vliet, R. J. C. Huntjens, M. K. van Dijk, N. Bachrach, M. L. Meewisse, A. de Jongh .(2021) Phase-based treatment versus immediate trauma-focused treatment for post-traumatic stress disorder due to childhood abuse: randomised clinical trial. *BJPsych Open*. DOI
- .320** Hesed Virto-Farfan, Fritz Fidel Váscónes-Román, Valeria Rivera, Olga Karpenko, Elena Bochkina, Ekaterina Parshakova, et al. .(2026) Efficacy of transcranial magnetic stimulation in the treatment of combat-related PTSD: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in psychiatry*. DOI · PMID 41868833
- .321** Wang Y, Chung MC, Wang N, Yu X, Kenardy J .(2021) Social support and posttraumatic stress disorder: A meta-analysis of longitudinal studies. *Clinical psychology review*. DOI · PMID 33714168
- .322** Rong Wang, Shanshan Zhen, Changsong Zhou, Rongjun Yu .(2022) Acute stress promotes brain network integration and reduces state transition variability. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. DOI · PMID 35666866
- .323** Dongfang Wang, Xiao-Yan Chen, Meng Sun, Fang Fan .(2024) Trajectory of adolescents' nightmares in relation to depression and post-traumatic stress disorder in young adulthood: a 10-year cohort of Chinese Wenchuan earthquake survivors. *Social psychiatry and psychiatric epidemiology*. DOI · PMID 38082176
- .324** Zuxing Wang, Yazhu Zou, Jingwen Liu, Wei Peng, Mingmei Li, Zhili Zou .(2025) Heart rate variability in mental disorders: an umbrella review of meta-analyses. *Translational psychiatry*. DOI · PMID 40155386
- .325** Wang Haley R, Liu Zhen-Qi, Pozzi Elena, Hussain Ahmed, Sagar Priyanka, Abdallah Chadi, et al. .(2026) Childhood Maltreatment and Deviations From Normative Brain Structure: A Mega-Analysis of 3711 Individuals From the ENIGMA Major Depressive Disorder and ENIGMA Posttraumatic Stress Disorder Working Groups. *Biological psychiatry*. DOI · PMID 41791639
- .326** Weathers Frank W, Bovin Michelle J, Lee Daniel J, Sloan Denise M, Schnurr Paula P, Kaloupek Danny G, et al. .(2018) The Clinician-Administered PTSD Scale for DSM-5 (CAPS-5): Development and initial psychometric evaluation in military veterans. *Psychological assessment*. DOI · PMID 28493729
- .327** E Kate Webb, Jennifer S Stevens, Timothy D Ely, Lauren A M Lebois, Sanne J H van Rooij, Steven E Bruce, et al. .(2024) Neighborhood Resources Associated With Psychological Trajectories and Neural Reactivity to Reward After Trauma. *JAMA psychiatry*. DOI · PMID 39083325
- .328** Yanping Wei, Shulin Chen .(2021) Narrative exposure therapy for posttraumatic stress disorder: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Psychological trauma : theory, research, practice and policy*. DOI · PMID 33617284
- .329** Zhenfu Wen, Jeehye Seo, Edward F Pace-Schott, Mohammed R Milad .(2022) Abnormal dynamic functional connectivity during fear extinction learning in PTSD and anxiety disorders. *Molecular psychiatry*. DOI · PMID 35145227
- .330** Fur-Hsing Wen, Holly G Prigerson, Wen-Chi Chou, Chung-Chi Huang, Tsung-Hui Hu, Ming Chu Chiang, et al. .(2023) Comorbid Prolonged Grief, PTSD, and Depression Trajectories for Bereaved Family Surrogates. *JAMA network open*. DOI · PMID 37948078
- .331** Manon Wicking, Frauke Steiger, Frauke Nees, Slawomira J Diener, Oliver Grimm, Michaela Ruttorf, et al. .(2016) Deficient fear extinction memory in posttraumatic stress disorder. *Neurobiology of learning and memory*. DOI · PMID 27686278
- .332** Taryn Williams, Nicole J Phillips, Dan J Stein, Jonathan C Ipser .(2026) Pharmacotherapy for post traumatic stress disorder (PTSD). *The Cochrane database of systematic reviews*. DOI · PMID 42206608
- .333** Victoria Williamson, Sharon A M Stevelink, Neil Greenberg .(2018) Occupational moral injury and mental health: systematic review and meta-analysis. *The British journal of psychiatry : the journal of mental science*. DOI · PMID 29786495
- .334** Blair E Wisco, Cameron P Pugach, Casey L May, Paul J Silvia .(2025) Ambulatory physiological assessment of posttraumatic stress disorder: Integrating passive sensing with ecological momentary assessment to measure trauma reactivity. *Journal of psychopathology and clinical science*. DOI · PMID 40788710
- .335** Katherine E Wislocki, Sabahat Sami, Gahl Liberzon, Alyson K Zalta .(2025) Comparing Generative Artificial Intelligence and Mental Health Professionals for Clinical Decision-Making With Trauma-Exposed Populations: Vignette-Based Experimental Study. *JMIR mental health*. DOI · PMID 41086458
- .336** Wolf Erika J, Miller Mark W, Reardon Annemarie F, Ryabchenko Karen A, Castillo Diane, Freund Rachel .(2012) A latent class analysis of dissociation and posttraumatic stress disorder: evidence for a dissociative subtype. *Archives of general psychiatry*. DOI · PMID 22752235

- .337** Nellie E Wood, Maria L Rosasco, Alina M Suris, Justin D Spring, Marie-France Marin, Natasha B Lasko, et al. (2015) Pharmacological blockade of memory reconsolidation in posttraumatic stress disorder: three negative psychophysiological studies. *Psychiatry research*. DOI · PMID 25441015
- .338** Mascha van 't Wout-Frank, Amanda R Arulpragasam, Christiana Faucher, Emily Aiken, M Tracie Shea, Richard N Jones, et al. (2024) Virtual Reality and Transcranial Direct Current Stimulation for Posttraumatic Stress Disorder: A Randomized Clinical Trial. *JAMA psychiatry*. DOI · PMID 38446471
- .339** Simonne Lesley Wright, Eirini Karyotaki, Pim Cuijpers, Jonathan Bisson, Davide Papola, Anke Witteveen, et al. (2024) EMDR v. other psychological therapies for PTSD: a systematic review and individual participant data meta-analysis. *Psychological medicine*. DOI · PMID 38173121
- .340** Simonne L Wright, Eirini Karyotaki, Marit Sijbrandij, Pim Cuijpers, Jonathan I Bisson, Davide Papola, et al. (2025) Efficacy of cognitive behavioral therapies with a trauma focus for posttraumatic stress disorder: An individual participant data meta-analysis. *Journal of consulting and clinical psychology*. DOI · PMID 40388148
- .341** Yue Kris Wu, Friedemann Zenke (2021) Nonlinear transient amplification in recurrent neural networks with short-term plasticity. *eLife*. DOI · PMID 34895468
- .342** Jianze Wu, Zhen Cai, Leah J Hudson, Wenkun Lei, Feng Chen, Guangming Lu, et al. (2026) Characteristic spatiotemporal features of large-scale functional network architecture in posttraumatic stress disorder. *Translational psychiatry*. DOI · PMID 42431897
- .343** Dan Yamin, Shahar Lev-Ari, Merav Mofaz, Ron Elias, Sharon Toker, David Spiegel, et al. (2025) Social media impact and smartwatch monitoring: Prevalence and early markers of PTSD and anxiety following mass traumatic events. *PLOS mental health*. DOI · PMID 41661960
- .344** Juan-Juan Yang, Wei Jiang (2020) Immune biomarkers alterations in post-traumatic stress disorder: A systematic review and meta-analysis. *Journal of affective disorders*. DOI · PMID 32158005
- .345** Ling Yang, Jiao Zou, Linghu Cai, Cheng Qian, Hui Jiang, Chaojun Li, et al. (2026) Peripheral blood levels of C-reactive protein in posttraumatic stress disorder: a systematic review and meta-analysis. *Frontiers in psychiatry*. DOI · PMID 42598482
- .346** Einat Yehene, Shir Israeli, Hagai Levine (2025) The trauma of mass kidnapping and ambiguous loss: A socioecological framework from the lived experience of Israeli hostage families. *Psychological trauma : theory, research, practice and policy*. DOI · PMID 41143811
- .347** R Yehuda, S M Southwick, G Nussbaum, V Wahby, E L Giller, J W Mason (1990) Low urinary cortisol excretion in patients with posttraumatic stress disorder. *The Journal of nervous and mental disease*. DOI · PMID 2348190
- .348** Rachel Yehuda, Nikolaos P Daskalakis, Linda M Bierer, Heather N Bader, Torsten Klengel, Florian Holsboer, et al. (2016) Holocaust Exposure Induced Intergenerational Effects on FKBP5 Methylation. *Biological psychiatry*. DOI · PMID 26410355
- .349** Sujung Yoon, Jieun E Kim, Jaeuk Hwang, Ilhyang Kang, Saerom Jeon, Jooyeon J Im, et al. (2017) Recovery from Posttraumatic Stress Requires Dynamic and Sequential Shifts in Amygdalar Connectivities. *Neuropsychopharmacology : official publication of the American College of Neuropsychopharmacology*. DOI · PMID 27461083
- .350** Huiling Yuan, Bin Liu, Fengzhan Li, Yinchuan Jin, Shi Zheng, Zhujing Ma, et al. (2023) Effects of intermittent theta-burst transcranial magnetic stimulation on post-traumatic stress disorder symptoms: A randomized controlled trial. *Psychiatry research*. DOI · PMID 37826976
- .351** Ninik Yunitri, Hsin Chu, Xiao Linda Kang, Bayu Satria Wiratama, Tso-Ying Lee, Li-Fang Chang, et al. (2023) Comparative effectiveness of psychotherapies in adults with posttraumatic stress disorder: a network meta-analysis of randomised controlled trials. *Psychological medicine*. DOI · PMID 36628572
- .352** Belle Zaccari, Melinda Higgins, Terri N Haywood, Meghna Patel, David Emerson, Kimberly Hubbard, et al. (2023) Yoga vs Cognitive Processing Therapy for Military Sexual Trauma-Related Posttraumatic Stress Disorder: A Randomized Clinical Trial. *JAMA network open*. DOI · PMID 38064219
- .353** Uri Zak, Shoham Choshen-Hillel, Hagit Hochner, Alex Gileles-Hillel (2025) Tired of war: Changes in the sleep of the Israeli civilian population in the wake of the Israel-Hamas war. *International journal of clinical and health psychology : IJCHP*. DOI · PMID 40607208
- .354** Gadi Zerach, Mark Shevlin, Marylene Cloitre, Zahava Solomon (2019) Complex posttraumatic stress disorder (CPTSD) following captivity: a 24-year longitudinal study. *European journal of psychotraumatology*. DOI · PMID 31191830
- .355** Gadi Zerach, Ariel Ben-Yehuda, Yossi Levi-Belz (2023) Pre-deployment aggressiveness, combat exposure and moral injury as contributors to posttraumatic stress symptoms among combatants: A two-year prospective study. *Journal of psychiatric research*. DOI · PMID 36931133
- .356** Gadi Zerach, Ariel Ben-Yehuda, Yossi Levi-Belz (2023) Prospective associations between psychological factors, potentially morally injurious events, and psychiatric symptoms among Israeli combatants: The roles of ethical leadership and ethical preparation. *Psychological trauma : theory, research, practice and policy*. DOI · PMID 37011152
- .357** Wei Zhang, Reinoud Kaldewaij, Mahur M Hashemi, Saskia B J Koch, Annika Smit, Vanessa A van Ast, et al. (2022) Acute-stress-induced change in salience network coupling prospectively predicts post-trauma symptom development. *Translational psychiatry*. DOI · PMID 35173142
- .358** Zhiying Zhao, Or Duek, Rebecca Seidemann, Charles Gordon, Christopher Walsh, Emma Romaker, et al. (2023) Amygdala downregulation training using fMRI neurofeedback in post-traumatic stress disorder: a randomized, double-blind trial. *Translational psychiatry*. DOI · PMID 37230984
- .359** Ningzhe Zhu, Anjali Sarawgi, Markus Böhner, Harald Baumeister, Patricia Garatva, Thomas Ehring, et al. (2025) The relation between passively collected data and PTSD: a systematic review and meta-analysis. *NPJ digital medicine*. DOI · PMID 40617877

.360 Sigal Zilcha-Mano, Xi Zhu, Benjamin Suarez-Jimenez, Alison Pickover, Shachaf Tal, Sara Such, et al. (2020) Diagnostic and Predictive Neuroimaging Biomarkers for Posttraumatic Stress Disorder. *Biological psychiatry. Cognitive neuroscience and neuroimaging*. DOI · PMID 32507508

.361 Raphael Zinn, Jessica Leake, Franklin B Krasne, Laura H Corbit, Michael S Fanselow, Bryce Vissel (2020) Maladaptive Properties of Context-Impoverished Memories. *Current biology* : CB. DOI · PMID 32442458

מסמכי הנחיות ורגולציה • אינם ראיות שעברו ביקורת עמיתים

R1. U.S. Department of Veterans Affairs and Department of Defense (2023-06) VA/DoD Clinical Practice Guideline for Management of Posttraumatic Stress Disorder and Acute Stress Disorder. Current official guideline located for this programme; systematic evidence review searched through 2022-05-04 [official record](#)

R2. National Institute for Health and Care Excellence (2018-12-05) Post-traumatic stress disorder (NG116). Published guideline retained as an established-treatment reference; its age must remain visible. [official record](#)

R3. U.S. Food and Drug Administration (2026-06-03) K260402 — Magnetic e-Resonance Therapy (MeRT) System 510(k) clearance. FDA-cleared Class II device as an adjunctive treatment for adults with PTSD. [official record](#)

R4. U.S. Food and Drug Administration (2024-08-08) Complete Response Letter for NDA 215455 (midomafetamine/MDMA-assisted therapy). Not FDA approved for PTSD. The 2024 application received a Complete Response Letter. [official record](#)

R5. Multidisciplinary Association for Psychedelic Studies (2026-08-10) Statement concerning reported 2026 resubmission of MDMA-assisted therapy application. Sponsor/advocacy-adjacent report of resubmission; no FDA approval found by 2026-09-06 [official record](#)

R6. U.S. Food and Drug Administration (2025-07-18) Psychopharmacologic Drugs Advisory Committee meeting materials — brexpiprazole plus sertraline for PTSD. The advisory committee voted 1–10 that the submitted evidence did not establish efficacy; the PTSD indication was not approved. [official record](#)

R7. Otsuka and Lundbeck (2025-09-20) Complete Response Letter announcement for brexpiprazole plus sertraline supplemental application. Company-confirmed Complete Response Letter; brexpiprazole was not approved for PTSD. [official record](#)

R8. American Psychological Association (2025) Clinical Practice Guideline for the Treatment of Posttraumatic Stress Disorder in Adults. Current APA adult PTSD guideline page located at the cutoff. [official record](#)

R9. U.S. Department of Veterans Affairs, National Center for PTSD (current at 2026-09-06) Overview of Psychotherapy for PTSD. PE, CPT and EMDR are described as the treatments with the strongest recommendation; WET, Ehlers' CT and PCT as suggested alternatives. [official record](#)

R10. U.S. Department of Veterans Affairs, National Center for PTSD (current at 2026-09-06) Clinician's Guide to Medications for PTSD. Sertraline and paroxetine are the only medications with an FDA-approved PTSD indication; venlafaxine is guideline-supported off-label. [official record](#)

R11. US Food and Drug Administration (2020-11) De Novo classification request for NightWare Kit (DEN200033). Class II prescription adjunctive device under 21 CFR ;882.5705 product code QMZ. [official record](#)

R12. U.S. Food and Drug Administration (2026-05-08) DEN250013 — Modius Spero De Novo classification order. FDA granted De Novo Class II classification for a prescription, home-use transcranial nerve stimulation device for PTSD-associated symptoms in adults aged 22 and older, used with a comprehensive treatment plan under a healthcare professional; it is not intended as stand-alone therapy or to alter usual care. [official record](#)

עבודה הקשרית רבת־השפעה — אינה נספרת כראיה שעברה ביקורת עמיתים

ספרו של Bessel van der Kolk (2014) *The Body Keeps the Score*, השפעתו התרבותית והקלינית נדונה בפרק 48; טענות מנגנוניות וטיפוליות נבנו מחדש מן הספרות שעברה ביקורת עמיתים.

העולם אינו חייב להרגיש בטוח בבת אחת

לפעמים העדות הראשונה להחלמה אינה רוגע. היא בחירה.