

שימו לב במה אתם מזינים את המוח: קנביס ובריאות נפשית

Srivaishnavi Loganathan^{1,2*†}, Dorothee Pöhlchen^{1,3*†}, Elena Brivio^{1,2†}, Ashley L. Comes^{1,4}, Shalaila S. Haas^{1,5}, Janos L. Kalman^{1,4,6}, Anthi C. Krontira^{1,3}, Fabian Stamp^{1,2,3}, Eva Hoch^{6,7}, Carsten T. Wotjak^{2,8‡}

¹מרס בינלאומי מקס פלנק לפסיכיאטריית העברה, מכון מקס פלנק לפסיכיאטריה, מינכן, גרמניה
²המחלקה לנוירוביולוגיה ונוירוגנטיקה של סטרס, מכון מקס פלנק לפסיכיאטריה, מינכן, גרמניה
³המחלקה למחקר בפסיכיאטריית העברה, מכון מקס פלנק לפסיכיאטריה, מינכן, גרמניה
⁴המכון לפסיכיאטריה של פנומיקה וגנומיקה, בית חולים אוניברסיטאי, LMU מינכן, מינכן, גרמניה
⁵המחלקה לפסיכיאטריה, בית ספר איצאהן לרפואה בהר סיני, ניו-יורק, ניו-יורק, ארצות הברית
⁶המחלקה לפסיכיאטריה ופסיכותרפיה, בית חולים אוניברסיטאי, LMU מינכן, מינכן, גרמניה
⁷החטיבה לטיפול פסיכולוגי ופסיכיאטרי, המחלקה לפסיכולוגיה, LMU מינכן, מינכן, גרמניה
⁸קבוצת מחקר "נוירו-פלסטיות", מכון מקס פלנק לפסיכיאטריה, מינכן, גרמניה

סוקרים צעירים

ANA CLARA

גיל: 14



ANA LUISA

גיל: 15



HENRIQUE

גיל: 15



גיל ההתבגרות הוא תקופה חשובה שבה המוח עובר שינויים רבים. בגלל שהמוח משתנה כל כך בזמן הזה, החוויות שלנו יכולות להיות בעלות השפעה גדולה על בריאותו של המוח. חוויות חיוביות שומרות על מוח בריא, בעוד שחוויות שליליות עלולות להוביל למחלות נפש. כדי לעבד את המידע שמגיע למוח, תאי מוח צריכים "לדבר" זה עם זה. הם מתקשרים דרך מערכות שליחים. אחת המערכות האלה נקראת המערכת האנדוקנבינואידית (eCB). מערכת ה-eCB ממלאת תפקיד חשוב בשינויים שמתרחשים במוחות של מתבגרים. במאמר הזה נראה כיצד מערכת eCB מושפעת על ידי קנביס, וכיצד זה עשוי להוביל למחלת נפש.

INSTITUT-
ESCOLA LES
VINYES



גיל: 15

VITÓRIA

גיל: 14



היותנו בקשב לגוף ולנפש: האם הנפש יכולה לחלות?

דמיינו אדם בריא. אתם ככל הנראה חושבים על אדם אנרגטי שמסוגל לרוץ, לשחק, לאכול ולישון טוב. כעת דמיינו אדם לא בריא. אתם ככל הנראה מדמיינים מישהו עם אף נזול או יד שבורה. אולם מה לגבי אנשים שלא יכולים ללכת למכולת מאחר שהם חרדים באופן קיצוני? או אנשים שלא יכולים לגייס את האנרגיה שדרושה כדי לצאת מהמיטה? אף על פי שהמחלות שלהם לא נראות לעין, הם גם סובלים.

מחלות שמפריעות לרגשות, למחשבות ולהתנהגות נקראות מחלות נפש. הן משפיעות על האופן שבו אנו מתקשרים עם האנשים שסביבנו, או כיצד אנו מגיבים לסטרס. לכן, ממש כפי שאנו דואגים לגוף שלנו, אנו צריכים לשים לב גם לבריאות הנפשית שלנו.

בריאות נפשית מתייחסת לרווחה הרגשית והחברתית של אדם. במונחים פשוטים, המשמעות היא להיות בעלי מוח בריא. בריאות נפשית תלויה בהרבה גורמים שאנו קוראים להם גורמי סיכון. חלק מגורמי הסיכון, כמו למשל הדנ"א שלנו, עוברים בתורשה מהורינו, בעוד שאחרים מגיעים מהסביבה שלנו. גורמים סביבתיים כוללים מצבים מסכני-חיים כמו למשל תאונת מכונית או חוויה של אסון טבעי. הסביבה שלנו מוגדרת גם על ידי האנשים שנמצאים בה. למשל, חברים לכיתה עשויים לאיים עלינו או לעודד אותנו לשתות אלכוהול, לעשן סיגריות, או לצרוך קנביס.

כולנו מתמודדים עם קשיים בחיינו, אולם לא כולנו מפתחים מחלות נפש. מחלות נפש מתפתחות רק כאשר מצטברים גורמי סיכון רבים מדי, והם עוברים סף מסוים.

לדוגמה, סטרס רב מדי, במיוחד בגיל צעיר מאוד, יכול לגרום להשפעות שליליות על הבריאות הנפשית (איור 1).

על פי ארגון הבריאות העולמי מחצית מהמטופלים שמאובחנים עם מחלת נפש הראו את התסמינים הראשונים למחלה בגיל ההתבגרות. זה מראה לנו שגיל ההתבגרות מהווה תקופה חשובה לבריאות הנפשית.

מדוע שנות ההתבגרות מהוות תקופת מפתח לבריאות הנפשית?

האם ידעתם שהמוח ממשיך להתבגר לפחות עד שאנו בני 25?

לאחרונה, מדענים מצאו שהמוח משנה את המבנה שלו במהלך גיל ההתבגרות [1]. השינויים במבנה המוח כוללים יצירה של קשרים בין תאי מוח שנקראים נוירונים, והסרתם. הקשרים האלה מאפשרים לנוירונים לתקשר זה עם זה ולהעביר מידע. המוח מסיר קשרים חלשים או שאינם בשימוש.

התהליך הזה נקרא **גיזום**, והוא חשוב במיוחד בשנות ההתבגרות. גיזום מסייע לחזק את הקשרים הנותרים בין נוירונים ולהגדיל את יעילותם. באופן הזה, המוח בוחר ומשמר מידע שיהיה שמיש עבור המוח הבוגר. שינויים כאלה בקשרים מגבירים את היכולת לחשוב בהיגיון, לקבל החלטות ולפתור בעיות מורכבות (איור 2).

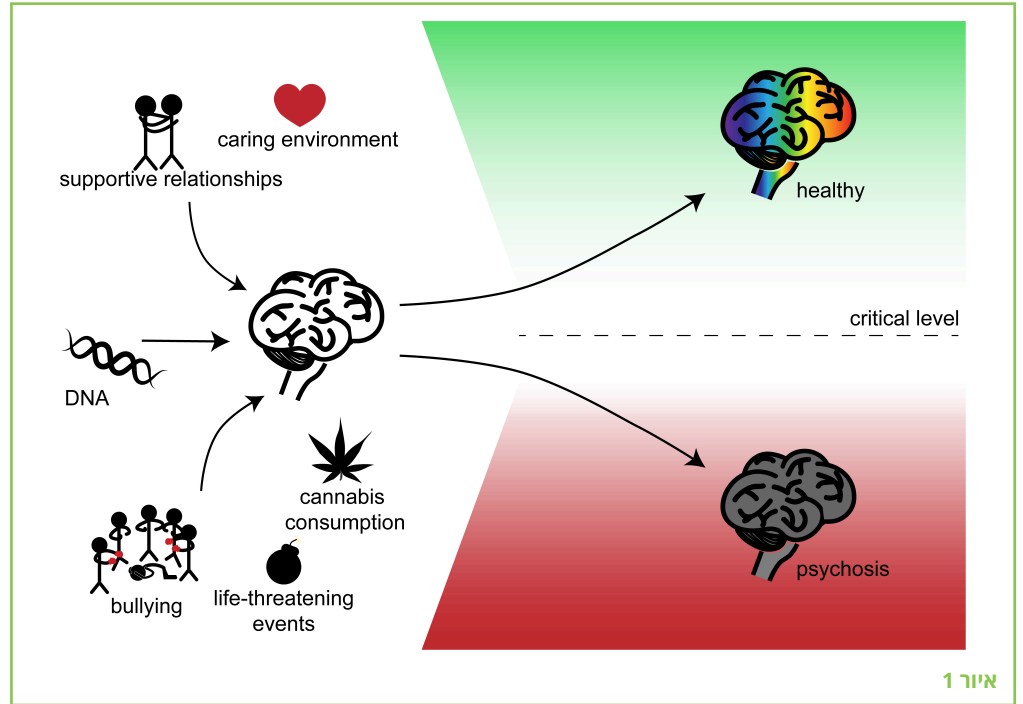
גיזום

(Pruning)

הסרת קשרים בין נוירונים שהם חלשים או לא נמצאים בשימוש.

איור 1

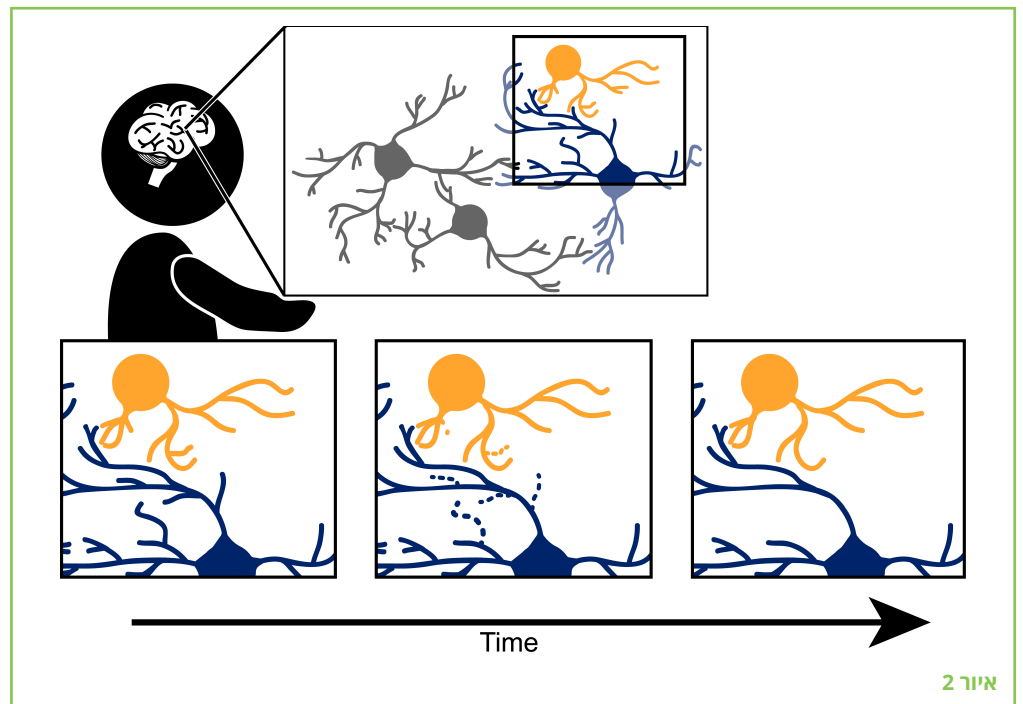
דנ"א וההשפעה הסביבתית על הבריאות הנפשית שלך. השילוב של דנ"א, שעובר בתורשה מהורים שלך, והחוויות שלך, משפיע על הבריאות הנפשית שלך. חוויות טובות, כמו למשל הימצאות בסביבה תומכת וקיום קשרים תומכים, יכולות לסייע למוח שלך להישאר בריא. חוויות שליליות, כמו למשל חשיפה לבריונות או צרכת קנביס, מהוות גורמי סיכון אשר בשילוב עם דנ"א יכולות להשפיע על המוח. אם קיימים גורמי סיכון רבים מדי, אתם עשויים להידחק מעבר לרמה קריטית ולפתח מחלת נפש, כמו למשל פסיכוזה.



איור 1

איור 2

תהליך הגיוזם במוח. במהלך ההתפתחות, הגוף שלכם משתנה וכך גם המוח שלכם. גיוזם הוא חלק חשוב בהתפתחות של המוח, והוא מתרחש מהזמן שאתם נולדים ועד הבגרות, אולם הוא פעיל במיוחד בגיל ההתבגרות. שלושת הפאנלים באיור מראים כיצד גיוזם מתרחש עבור זוג ניורונים אחד במוח. במהלך הגיוזם, קשרים בין ניורונים שהם חלשים או שאינם בשימוש (קווים מקווקווים) מוקרעים. גיוזם הכרחי לתפקודי המוח כמו למשל היגיון, קבלת החלטות ופתרון בעיות מורכבות.



איור 2

תקופה רגישה (Sensitive Period)

פרק זמן שבו המוח משתנה ומתבגר. במהלך הזמן הזה, המוח רגיש יותר לחוויות, והוא משתנה בעקבותיהן.

השינויים המתמשכים במוחם של מתבגרים הם הסיבה לכך שגיל ההתבגרות נחשב עלי ידי מדענים ל**תקופה רגישה**. תקופות רגישות הן חלונות זמן מסוימים במהלך ההתפתחות שבהם למוח שלנו יש יכולת מוגברת להשתנות בתגובה לחוויות החיים. המוח מסתגל יותר במהלך שנות גיל ההתבגרות, אולם שינויים שמתרחשים במוחם של מתבגרים הם דו-כיווניים. מצד אחד אם אנו חווים חוויות חיוביות ומקיימים אורח חיים בריא, אנו תורמים לרווחה הנפשית שלנו. מצד אחר אם אנו חווים אירועים לא נעימים, הם יכולים להשפיע באופן שלילי על בריאות הנפש שלנו.

פסיכוזה (Psychosis)

הפרעה נפשית שבה האנשים המושפעים לא יכולים לזהות מה אמיתי ומה לא.

חומר פסיכואקטיבי (Psychoactive Substance)

חומר שהוא פעיל במוח, משנה את תפקוד המוח ומשפיע על ההתנהגות, התפיסה ומצב הרוח.

אחת ממחלות הנפש שעשויות להופיע במהלך גיל ההתבגרות נקראת **פסיכוזה**. כשלושה מתוך 100 אנשים מאובחנים עם פסיכוזה במהלך החיים [2]. גורמי סיכון שונים כמו הדנ"א שלכם, אירועים מזיקים, או צריכה של סמים, כמו למשל קנביס, מגדילים את הסיכון לפתח פסיכוזה. אולם מהי פסיכוזה? ומדוע חוקרים מסוימים חושבים שצריכת קנביס במהלך גיל ההתבגרות עשויה להגדיל את הסיכון להתפתחות פסיכוזה?

קנביס ופסיכוזה: מה הקשר?

פסיכוזה היא מצב שבו האנשים המושפעים מאבדים את אחיזתם במציאות. הם רואים או שומעים דברים שאינם אמיתיים, ומרגישים מנותקים מהאנשים שסביבם. יש להם מחשבות מבולגנות או אמונות שווא, כמו למשל שחייזרים עוקבים אחריהם. פסיכוזה יכולה להיות מופעלת מסטרס, פגיעה מוחית, זיהום, או סמים.

אנו נתמקד בגורם סיכון אחד: סמים, ובמיוחד קנביס. קנביס הוא **חומר פסיכואקטיבי** שממוצה מצמח אשר נקרא קנביס סאטיבה. חומרים פסיכואקטיביים הם תרופות שמשפיעות על המוח, משנות את התפקוד שלו ומשפיעות על ההתנהגות, התפיסה ומצב הרוח. אם אתם מדברים עם מישהו שיש לו פסיכוזה, הסיכויים שהוא צרך קנביס במהלך ההתבגרות שלו גדולים יותר מאשר באוכלוסייה הכללית [3].

ישנן שתי תיאוריות עיקריות שנוגעות לאופן שבו שימוש בקנביס ופסיכוזה קשורים זה לזה. התיאוריה הראשונה היא שפסיכוזה מתרחשת לפני שימוש בקנביס, ואנשים שסובלים מפסיכוזה נוטים להשתמש בקנביס כצורה של טיפול תרופתי עצמי, כדי להפחית את התסמינים שלהם. תיאוריה שנייה היא שצריכת קנביס מתרחשת קודם כל, ומובילה לתסמינים פסיכואקטיביים. החוקרים בחנו אם קנביס יכול להוביל לתסמינים דמויי-פסיכוזה. במחקר אחד, הם בחנו אנשים שצרכו קנביס בעבר אולם היו בריאים נפשית. מחצית מהקבוצה קיבלה את התרכובות הכימיות של קנביס, בעוד שהמחצית השנייה קיבלה תרופה "מזויפת" ללא השפעות. משתתפים בקבוצת הקנביס שינו באופן זמני את התפיסה שלהם, והרגישו נפרדים מסביבת המבחן. זה הראה השפעה ישירה של קנביס על החמרת תסמיני פסיכוזה [4]. מחקרים כמו אלה כיוונו מדענים לתיאוריה השנייה, לפיה שימוש בקנביס מוביל לפסיכוזה.

אולם שימוש בקנביס לבד לא יכול להסביר את ההתחלה של פסיכוזה מאחר שלא כל האנשים שצורכים קנביס סובלים מפסיכוזה. נוסף על כך לא כל מי שיש לו פסיכוזה צריך קנביס. שימוש בקנביס עלול רק להוסיף לגורמי הסיכון הקיימים, כמו למשל שינויים בדנ"א שאנו מקבלים בתורשה מההורים שלנו (איור 1).

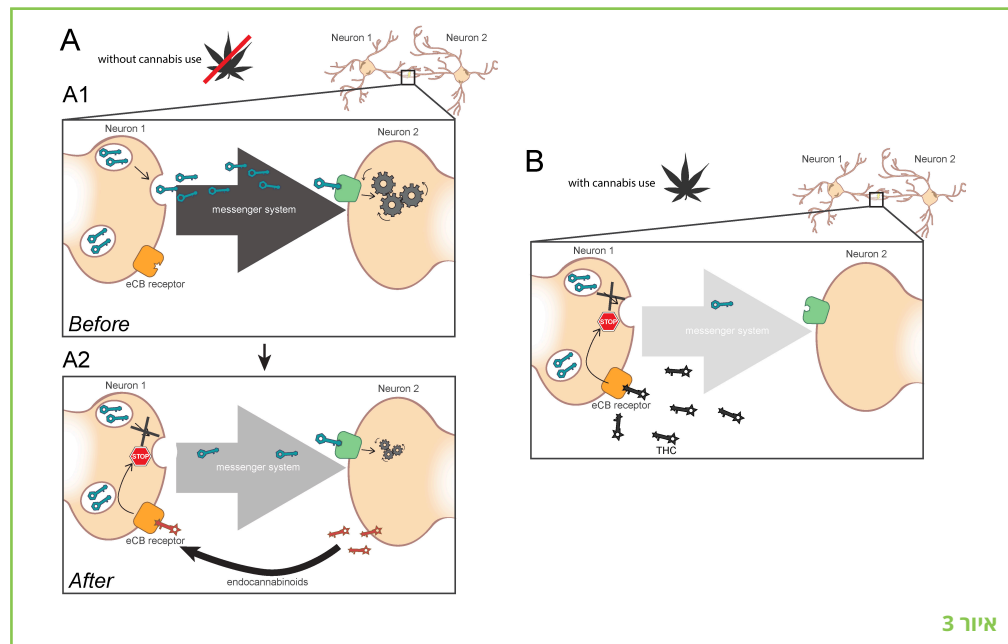
אם כן, כיצד קנביס משפיע על המוח? כדי לגלות, בואו ניקח צעד אחורה ונתבונן בחלק מהמנגנונים הביולוגיים של תקשורת בין נוירונים במוח.

כיצד קנביס משפיע על מוחם של מתבגרים?

תפקודים מוחיים כמו למשל תפיסה, מחשבות ורגשות, הם תוצאה של תקשורת בין תאי עָצָב. כדי לתקשר ולעבד מידע ביעילות, נוירונים יוצרים קשרים זה עם זה. דרך הקשרים האלה, הם מחליפים מידע באמצעות מולקולות שליחים.

איור 3

(A) מערכות השליחים וקנביס. נירוונים מתקשרים זה עם זה באמצעות מערכות שליחים מסוימות. אלה בנויות מליגנדות (מפתחות כחולים ואדומים) ומקולטנים (מנעולים ירוקים וצהובים). לכל מערכת יש מפתחות ומנעולים מסוימים, ומרביתן עוברות מנירון 1 לנירון 2. **(A1)** נירוון אחד מופעל על ידי מערכת שליחים, והוא משחרר אנדוקנבינואידים אשר מסייעים בכיוון הנגדי, חזרה לנירון 1, ומסייעים לאזן כלפי מטה את המערכות האחרות בשעת הצורך, תוך שימוש בקולטן ה-eCB. **(A2)** מסייע לאזן כלפי מטה תגובה שאינה נדרשת יותר. **(B)** כאשר קנביס נצרך, מולקולות THC (מפתחות שחורים) מוכנסות למוח. THC מפעילה את קולטני ה-eCB כאשר האנדוקנבינואידים אינם בסביבה. זה מכבה את מערכת השליחים באופן בלתי נשלט, מה שמוביל לשינויים בתפקוד המוח.



איור 3

ליגנדות וקולטנים (Ligands and Receptors)

ניירוונים "מדברים" זה עם זה באמצעות חומרים כימיים קטנים. חלק מהם פועלים כמו מפתחות זעירים (מדענים קוראים להם "ליגנדות"), אשר מתאימים למנעולים ייעודיים (מדענים קוראים להם "קולטנים"). אם ליגנדה נקשרת לקולטן, היא עשויה לפתוח (להפעיל) את אותו הנירון או לנעול (לדכא) אותו.

מערכת eCB (eCB System)

מערכת שליחים מסוימת במוח ששומרת על כל שאר מערכות השליחים באיזון.

ישנן הרבות מערכות שליחים במוח. הן מכילות שני שחקנים עיקריים: קבוצת מולקולות שמתפקדת כמפתחות (שנקראות **ליגנדות**), וקבוצת מולקולות אחרת שמתפקדת כמנעולים (שנקראים **קולטנים**). לכל קולטן יש ליגנדה מסוימת כמו שלכל מנעול יש מפתח מסוים. כל מערכות השליחים גם מכילות מולקולות שנקראות אנזימים במטרה לפרק ליגנדות עודפות ולשמור על השליחים תמיד בכמות הנכונה. מרבית מערכות השליחים מתקשרות בכיוון אחד, כאשר הליגנדה משוחררת מנירון 1 ונקשרת לקולטנים של נירון 2. ישנן גם מערכות שמתקשרות בכיוון השני, מנירון 2 חזרה לנירון 1. אחת ממערכות השליחים שעובדת בכיוון הנגדי היא המערכת האנדוקנבינואידית (eCB). הליגנדות שלה נקראות אנדוקנבינואידים, וכמו מערכות השליחים, גם היא מכילה אנזימים כדי לפרק אנדוקנבינואידים עודפים. התפקוד העיקרי של **מערכת ה-eCB** הוא לתחזק ולאזן את הגוף על ידי ויסות שחרורן של ליגנדות מנירון 1. כאשר ישנה רמה גבוהה של ליגנדות, מערכת ה-eCB מפחיתה את שחרור הליגנדות שלה, ומחזירה את המערכות למצב הרגיל (איור 3A).

דמיינו שאתם נוסעים ברכבת הרים. מערכות שליחים שונות מופעלות במהלך הנסיעה וגורמות לכם להרגיש התלהבות ופחד. ההפעלות האלה גם מכניסות לפעולה את מערכת ה-eCB ומחזירות את כל המערכות לרמות נורמליות, ולכן מרגיעות אתכם אחרי הנסיעה.

מערכת ה-eCB גם ממלאת תפקיד קריטי בהתפתחות של המוח [5]. כבר למדנו שגיל ההתבגרות הוא תקופה שבה המוח מתבגר. מערכת ה-eCB ממלאת תפקיד בהתבגרות הזו על ידי סיוע לתהליך הגיוזום. שימוש בקנביס בגיל ההתבגרות מתקשר עם מערכת ה-eCB, ולכן יכול לשנות את ההתבגרות של המוח ואת תפקודו.

כיצד בדיוק קנביס מתערב בהתבגרות של המוח? קנביס מכיל לפחות 140 מולקולות שונות. אחת מהן נקראת delta-9-tetrahydrocannabinol, או **THC**, דומה לקנבינואידים של מערכת ה-eCB שנמצאים במוח, והיא נקשרת לקולטני ה-eCB. חשבו על כך כמו על שני מפתחות שמתאימים לאותו מנעול. כאשר אתם צורכים קנביס, רמות ה-THC במוח גבוהות.

רמות גבוהות של THC שומרות על קולטני ה-eCB פעילים אפילו כשהם לא צריכים להיות פעילים. בעוד שהאנדוקנבינואידים של הגוף עצמו מוקרים במהרה כשהם לא נדרשים, מולקולות THC מוקרות לאט מאוד. לכן, שימוש מתמשך בקנביס מוביל להצטברות של THC במוח. מאחר שישנו מספר קבוע בלבד של קולטנים, רמות גבוהות של מולקולות THC תופסות את מרביתם (איור 3B). כאשר זה קורה, מערכת ה-eCB אינה מסוגלת לבצע את התפקיד שלה של שמירה על איזון.

בקיצור, הפעולות של eCB ושל THC דומות מאוד. אולם בעוד שכמות תקינה של eCB מיוצרת על ידי הגוף שלכם רק כשהיא נדרשת, THC מגיעה בכמויות בלתי נשלטות ופועלת אפילו כשהגוף שלכם לא צריך eCB. כאשר קנביס נצרך, הרבה נוירונים מושפעים. כתוצאה מכך, המוח כולו משנה את התפקוד שלו, וההתנהגות של האדם משתנה. השינוי בתפקודיות המוח יכול להוביל באופן פוטנציאלי ללקויות, כמו למשל פסיכוזא. אם לקנביס יש השפעות מזיקות כאלה, מדוע לא כל מי שצורך קנביס לוקה בפסיכוזא? דנ"א משפיע על האופן שבו מערכת ה-eCB מגיבה לחשיפה לקנביס, מה שגורם לאנשים להיות יותר או פחות פגיעים ביחס לפסיכוזא. מדענים עובדים באופן שוטף במטרה להבין כיצד מערכת ה-eCB פועלת, וכיצד היא מתקשרת עם דנ"א או עם אירועי חיים מזיקים. האינטראקציות האלה מגדירות את סיכויי של האדם לפתח פסיכוזא.

מסקנה: דאגו למוח שלכם!

המוח המתבגר הוא כמו מפעל חדש שבו נוירונים עדיין מנסים לשפר את התקשורת ביניהם. אתגר פה ושם תמיד מתקבל בברכה, אולם לא יותר מדי חוויות מזיקות שמבלבלות את מערכות השליחים של המוח ועלולות להוביל לבעיות תקשורת ארוכות-טווח. הבלבול הזה סולל את הדרך למחלות נפש, כמו פסיכוזא.

מאחר ששימוש בקנביס נתון בידינו, זהו גורם סיכון שאפשר להימנע ממנו בקלות. הצד החיובי הוא שלחוויות טובות במהלך ההתבגרות יש השפעה חיובית על תפקודים מוחיים בגיל מאוחר יותר. גיל ההתבגרות הוא תקופה שבה אנו יכולים להכין את הבמה לרווחה רגשית וחברתית בעתיד. לכן, ממש כפי שאנו עוטים צעיף כדי להימנע מהתקררות, אנו יכולים לטפל גם בבריאות הנפשית שלנו.

תרומת המחברים

SL ו-DP כתבו את כתב היד. EB הכינה את האיוורים. EH, FS, AK, JK, SH, AC, EB, DP, SL ו-CW תרמו לסקירה וקריאה של כתב היד ואישרו את הגרסה המוגשת. כל המחברים תרמו לרעיון ולעיצוב של כתב היד.

מקורות

1. Fuhrmann, D., Knoll, L. J., and Blakemore, S.-J. 2015. Adolescence as a sensitive period of brain development. *Trends Cogn. Sci.* 19:558–66. doi: 10.1016/j.tics.2015.07.008

2. Perälä, J., Suvisaari, J., Saarni, S. I., Kuoppasalmi, K., Isometsä, E., Pirkola, S., et al. 2007. Lifetime prevalence of psychotic and bipolar I disorders in a general population. *Arch. Gen. Psychiatry* 64:19. doi: 10.1001/archpsyc.64.1.19
3. Arseneault, L. 2002. Cannabis use in adolescence and risk for adult psychosis: longitudinal prospective study. *BMJ* 325:1212–3. doi: 10.1136/bmj.325.7374.1212
4. D'Souza, D. C., Perry, E., MacDougall, L., Ammerman, Y., Cooper, T., Wu, Y., et al. 2004. The psychotomimetic effects of intravenous delta-9-tetrahydrocannabinol in healthy individuals: implications for psychosis. *Neuropsychopharmacology* 29:1558–72. doi: 10.1038/sj.npp.1300496
5. Meyer, H. C., Lee, F. S., and Gee, D. G. 2018. The role of the endocannabinoid system and genetic variation in adolescent brain development. *Neuropsychopharmacology* 43:21–33. doi: 10.1038/npp.2017.143

פורסם אונליין: 07 בפברואר 2022

נערך על ידי: Daniel W. Wesson

מנחה מדעי: Mercé Izquierdo-Serra, Guilherme Lucas

Loganathan S, Pöhlchen D, Brivio E, Comes AL, Haas SS, Kalman JL, Krontira AC, **ציטוט:** Stamp F, Hoch E and Wotjak CT (2022) שימו לב במה אתם מזינים את המוח: קנביס ובריאות נפשית. *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2020.00041-he

Loganathan S, Pöhlchen D, Brivio E, Comes AL, Haas SS, Kalman JL, **תורגם והותאם:** Krontira AC, Stamp F, Hoch E and Wotjak CT (2020) Be Careful What You Feed Your Brain: Cannabis and Mental Health. *Front. Young Minds* 8:41. doi: 10.3389/frym.2020.00041

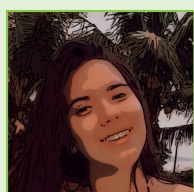
הצהרת ניגוד אינטרסים: המחברים מצהירים כי המחקר נערך בהעדר כל קשר מסחרי או פיננסי שיכול להתפרש כניגוד אינטרסים פוטנציאלי.

Loganathan, Pöhlchen, Brivio, Comes, Haas, Kalman, 2022 © 2020 © **COPYRIGHT** Krontira, Stamp, Hoch and Wotjak. זהו מאמר בגישה פתוחה שמופץ תחת תנאי רישיון Creative Commons Attribution License (CC BY). השימוש, ההפצה או ההעתקה מותרים לשימוש בפורומים אחרים ובלבד שיינתן קרדיט למחברים (המקוריים ולבעל זכויות היוצרים, ושהפרסום המקורי בעיתון זה מצוטט בהתאם למקובל באקדמיה. השימוש, ההפצה או ההעתקה אינם מותרים אם הם אינם עומדים בתנאים אלה.

סוקרים צעירים

ANA CLARA, גיל: 14

אני גרה במונטה אלטו סיטי. זוהי עיירה קטנה בברזיל, והיא מפורסמת במוזיאון הדינוזאורים שלה. אני אוהבת לשחות, לצפות בסרטים ובסדרות טלוויזיה. המקצועות האהובים עליי בבית ספר תיכון סנטו אנדרה הם אנגלית, היסטוריה וביולוגיה.



**ANA LUISA, גיל: 15**

היא, המקצועות האהובים עליי בבית הספר הם אנגלית, היסטוריה, כימיה, פיזיקה ומתמטיקה. התחביבים האהובים עליי הם צפייה בסרטים ובסדרות טלוויזיה, והאזנה למוזיקה. אני גם נהנית לבלות עם חברים, ואני אוהבת לטייל.

**HENRIQUE, גיל: 15**

אני לומד בבית ספר תיכון סנטו אנדרה. בזמני הפנוי אני נהנה לשחק במשחקי מחשב ולהישאר בבית הסבים שלי.

**INSTITUT-ESCOLA LES VINYES, גיל: 15**

אנחנו כיתה ד של ESO המורכבת מ 18 תלמידים בני 14, מבית הספר "Institut-Escola Les Vinyes" ב-קסטלביסבל, ברצלונה, ספרד. אנו מבלים את ימי רביעי אחר הצהריים בעשיית כף בזמן לימודי ביולוגיה, כשהמורה שלנו תמיד מנסה להפוך את השיעורים למעניינים עבורנו.

**VITÓRIA, גיל: 14**

אני מז'בוטיקאבל סיטי, ברזיל. אני לומדת בבית ספר תיכון סנטו אנדרה, ואני רוצה להיות וטרינרית. אני אוהבת לצפות בטלוויזיה, לבלות עם חברים ולהשקיע חלק מזמני הפנוי בטיפול בחיות.

הכותבים**SRIVAISHNAVI LOGANATHAN**

אני דוקטורנטית במכון מקס פלאנק לפסיכיאטריה. עבודתי מתמקדת בעיקר באופן שבו שינויים בתעלות סידן במוח יכולים לגרום למחלות נפש. בפרט, אני מתעניינת בחקירת המנגנונים של איתות תעלות סידן בסוגי תאים שונים במוח, והקשר שלהם למחלות נפש. כשאיני במעבדה, אני קוראת נובלות, כותבת כתבות מדעיות לקהל הרחב במטרה להנגיש מדע לכולם, ומאמנת בהרטנטיים, ריקוד הודי קלאסי. *srivaishnavi@psych.mpg.de; †המחברים תרמו בצורה שווה לעבודה זו.

**DOROTHEE PÖHLCHEN**

אני דוקטורנטית במכון מקס פלאנק לפסיכיאטריה, שם אני עובדת במחקר גדול שמטרתו לזהות סמנים ביולוגיים של מחלות נפש. אני מתעניינת במיוחד באופן שבו אנשים לומדים על סכנה ובטיחות, וכיצד זה קשור להפרעות חרדה. כשאני עורכת מחקר, אני אוהבת לטפס על האלפים ולשיר במקלה. *dorothee_poehlchen@psych.mpg.de; †המחברים תרמו בצורה שווה לעבודה זו.

**ELENA BRIVIO**

אני דוקטורנטית שעובדת על האופן שבו המוח מעבד סטרי ומגיב כלפיו. אני מנסה להבין עד כמה מוחות של גברים ונשים שונים בתגובה לסטרס, וכיצד התהליכים האלה עשויים להוביל להתפתחות של מחלות נפש. הדרך האהובה עליי להירגע בזמני הפנוי היא לאפות עוגיות ועוגות, אולם אני גם אוהבת להביא את המדע לציבור. †המחברים תרמו בצורה שווה לעבודה זו.

**ASHLEY L. COMES**

אני דוקטורנטית שעובדת בתחום גנומיקה של פסיכיאטריה. העבודה שלי סובבת סביב הבנת המעורבות של חשיפות סביבתיות, כמו למשל אירועי חיים מלאי סטרס, ומנגנונים אפיגנטיים על פני מספר מחלות נפש. בזמני הפנוי, אני עושה הליכות ארוכות עם הגור הפרוותי שלי, הו, ומשחררת את הצד היצירתי שלי דרך ציור.

**SHALAILA S. HAAS**

לאחרונה השלמתי את הדוקטורט שלי בקליניקה הפסיכיאטרית באוניברסיטת לודוויג-מקסימיליאנס במינכן. כאן, חקרתי את ההשפעות של פרדיגמת אימון קוגניטיבי חברתי ממוחשב (SCT) על קוגניציה, תסמינים ומנגנונים נוירנליים במטופלים עם פסיכוזה מוקדמת. באמצעות ניתוח תבניות רב-משתנים, פיתחתי מודל שיוכל לנטר תגובה ל-SCT באמצעות סיווג אנשים שאמורים לקבל תועלת מפרדיגמת ההכשרה הזו, בהתבסס על שינויים בתפקוד תבנית החיבוריות שלהם במצב מנוחה.

**JANOS L. KALMAN**

אני מתמחה שנה רביעית בפסיכיאטריה וסטודנט לדוקטורט. המחקר שלי סובב סביב הבנה טובה יותר של גורמים גנטיים שמשפיעים על התפתחות מחלות בהפרעות פסיכיות. לדוגמה, כיום אנו חוקרים את הגורמים הגנטיים שקובעים את הגיל שבו מתפרצת הפרעה דו-קוטבית. אני גם מתעניין באופן שבו דיגנטיזציה (למשל של רשמים רפואיים) יכולה לשמש, לעזור ולשפר טיפולים ומחקרים רפואיים.

**ANTHI C. KRONDIRA**

אני דוקטורנטית במכון מקס פלאנק לפסיכיאטריה שעובדת על הקשר בין סטרס לפני לידה ובין סיכון לפתח מחלות פסיכיאטריות בהמשך החיים. בפרט, אני חוקרת את המנגנונים המולקולריים שדרכם סטרס אימהי ואו פסיכופתולוגיה במהלך היריון משפיעים על התפתחות המוח של העובר, באמצעות אורגנואידים תלת-ממדיים של מוח אנושי. כשאיני מנסה להבין את המוח, אני שוחה וחוקרת את העולם שמתחת למים.

**FABIAN STAMP**

אני דוקטורנט במכון מקס פלאנק לפסיכיאטריה. במחקר שלי אני חוקר מנגנונים שמאפשרים לתאי מוח להסתגל לשינויים במהרה, והם חשובים להתפתחות המוח, ללמידה ולזיכרון. חוץ מהמחקר שלי, אני מתעניין בהנגשת מדע לאנשים בכל הגילאים.

**EVA HOCH**

אני חוקרת בתחום של קנביס וקנבינואידים, מנהלת קבוצת המחקר לטיפול קנאבינואידים ופסיכולוגית ראשית במחלקה לפסיכיאטריה, אוניברסיטת לודוויג-מקסימיליאנס במינכן, גרמניה. ערכתי מחקרים גדולים על תלות בקנביס, באלכוהול ובניקוטין. עבודתי העכשווית מתייחסת גם ליתרונות הרפואיים של קנאבינואידים.

**CARSTEN T. WOTJAK**

נולדתי וגדלתי בלייפציג (מזרח גרמניה) ובהוואנה (קובה). מאז לימודי הביולוגיה שלי, אני מרותק על ידי היסודות הניורוביולוגיים של התנהגות. היה לי המזל והעונג לעסוק בנושא הזה במהלך לימודי הדוקטורט והפוסט-דוקטורט במינכן, בהמבורג ובלונדון. קבוצת המחקר שלי במכון מקס פלאנק לפסיכיאטריה עובדת

על מודלים של מחלות פסיכיאטריות. אני מקווה שהעבודה שלנו על תפקיד חציצת הפחד של המערכת האנדוקנבינואידית האנדוגנית תמצא את דרכה ליישום קליני.

‡המחברים תרמו בצורה שווה לעבודה זו

‡כתובת עדכנית: KG, Co & GmbH Pharma Ingelheim Boehringer Wotjak, T. Carsten
Germany, Biberach,

מוזיאון המדע ע"ש בלומפילד ירושלים
متحف العلوم على اسم بلومفيلد القدس
Bloomfield Science Museum Jerusalem



הוצאת פרונטייה מדע לצעירים ישראל
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK