



מה אנו לומדים מחקירת פגיעה מוחית טראומטית?

Kristin Wilmoth, Michael McCrea*

המחלקה לנבירוכירורגיה, הקולג' הרפואי של וויסקונסין, מילווקי, וויסקונסין, ארצות הברית

סוקרים צעירים

ELLA

גיל: 9



TOMOS

גיל: 12



מכה חזקה בראש יכולה לגרום לפגיעה מוחית טראומטית (TBI). הפאים מטפלים ביותר מ-2 מיליון אמריקאים עם TBI בכל שנה. גורמים שכיחים ל-TBI הם תאונות של רכבים, או מכה בראש. חלק מה-TBIs חמורות, וחלק קלות יותר. לכל ה-TBIs יכולות להיות השפעות חמורות שכוללות דימום, התנפחות של המוח, או קריעה של חיבורים במוח. חשוב שחוקרים יחקרו TBI, כך שהם יוכלו למצוא דרכים לסייע לאנשים עם פגיעה מוחית להחלים. עם המטרה המשותפת במודע, מדענים ברחבי העולם חוקרים TBI. אנשים עם TBI לעיתים קרובות מגיעים לבתי חולים ולקליניקות, וחלקם משתתפים בניסויים מדעיים. חוקרי TBI עוקבים גם אחרי ספורטאים ואנשים שמשורתיים בצבא, מאחר שהפעילויות שלהם מגדילות את הסיכון ל-TBI. במאמר הזה נסקור סוגים שונים של מחקרי TBI. אנו גם נדון בקבוצות שמסייעות למדענים. כמו כן, נספר לכם כיצד תוכלו להפוך לחוקרי TBI בעתיד!

פגיעה מוחית טראומטית (TBI - Traumatic Brain Injury)

פגיעה או חבטה בראש שמקשה על המוח לפעול באופן תקין.

פגיעה מוחית טראומטית - מה העניין?

פגיעה מוחית טראומטית (TBI) נגרמת על-ידי מכה בראש. הטרואמה הזו מקשה על המוח לתפקד באופן נורמלי. בכל שעה, 7,000 אנשים ברחבי העולם חווים TBI [1]. זה היה דורש יותר מ-100 אוטובוסים להסיע את כולם! חלק מהאנשים נמצאים בסיכון גבוה יותר ל-TBI.

איור 1

מכה בראש בזמן פעילות ספורטיבית יכולה לגרום לעזוץ מוח.



איור 1

לדוגמה, סביר יותר ש-TBI תתרחש אצל תינוקות ואצל סבים, מאשר אצל הורים. ישנם גורמים רבים ל-TBI. TBI יכולה להיגרם כתוצאה מנפילה ומכה בראש, או על-ידי משהו שפוגע בראש בעוצמה. טלטול פתאומי של הראש גם יכול לגרום ל-TBI. תאונות של מכוניות ורכיבים אחרים הם דרך שכיחה נוספת להתרחשות TBI, וניתן גם לחוות TBI כתוצאה מהתנגשות באופניים או בסקייטבורד. גורם שכיח נוסף הוא ספורט, כמו למשל כדורגל או פוטבול (איור 1). הראש שלכם עלול להתנגש בשחקן אחר, או באדמה, בזמן שאתם משחקים. פיצוצים בקרבות הם גורם עיקרי ל-TBI אצל אנשים שמשתתפים בצבא.

מה קורה למוח ב-TBI?

TBI יכולה להזיק למוח בכמה דרכים, וזו הסיבה לכך שפגיעת TBI אחת יכולה להיות שונה מאוד מאחרת. הפגיעה יכולה לקרוע את העור או לסדוק את הגולגולת במקום הפגיעה. הנזק למוח יכול להישאר במקום אחד, או להתפשט ברחבי המוח. אם דם או נוזלים מצטברים בתוך הגולגולת, זה יכול להיות מסוכן מאוד. איור 2 מראה ציור של ראש ומוח, ואיור 3 מראה סריקה מוחית של דם בתוך הגולגולת אחרי TBI. באיורים 2, 3 האזור האדום מראה דם שהצטבר בתוך הגולגולת. זה יכול להוות סכנת חיים. **ניורוכירורג**, רופא שמבצע ניתוחים במוח או בעמוד השדרה, יכול לעצור את הדימום ולתקן את הלחץ שנבנה במוח.

**ניורוכירורג
(Neurosurgeon)**

רופא שמוכשר לבצע ניתוח במוח או בעמוד השדרה.

איור 2

חלק מה-TBIs גורמות להצטברות של דם בתוך הגולגולת, מה שיכול להיות מסוכן מאוד (אנימציות מדעיות בע"מ https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Types_of_Intracranial_hematoma.jpg, נגזר על-ידי המחברים כדי להראות דימום תת-קשיתי, <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode>)



איור 2

איור 3

סריקות מוחיות שמאתרות דימום בתוך הגולגולת אחרי TBI.



איור 3

זעזוע מוח
(Concussion)

פגיעה מוחית טראומטית קלה במוח, שבה ההתאוששות מתרחשת בתוך כמה שבועות עד חודשים.

ניורונים
(Neurons)

תאי מוח שנושאים הודעות מיוחדות.

זעזוע מוח זהה לפגיעה מוחית טראומטית קלה. המוח בדרך כלל לא מדמם אחרי זעזוע מוח. המוח מורכב מיותר מ-60 מיליארד **ניורונים**, שהם תאי עצב ארוכים מאוד ששולחים הודעות ברחבי הגוף באמצעות כימיקלים זעירים [2]. זעזוע מוח יכול לקרוע ניורונים, או להקשות עליהם לפעול כראוי. ככל שהפגיעה חמורה יותר, כך לוקח למוח זמן רב יותר לחזור למצב

נורמלי. TBI יכולה להזיק לנוירונים שאחראים על חושים כמו טעם או ריח. לדוגמה, אדם עשוי לחוות חוש ריח ירוד אחרי TBI.

כיצד אנשים מושפעים מ-TBI?

אנשים יכולים לאבד הכרה, או להיות מעולפים, זמן מה אחרי TBI. הם עשויים להיראות מבולבלים או לחוות קשיים בדיבור כשהם מתעוררים. לעיתים קרובות הם לא יזכרו מה קרה להם. התאוששות מ-TBI קלה יכולה לקחת בין כמה ימים לכמה שבועות, ועבור אנשים מסוימים עם TBI חמורה יותר, זה יכול לקחת יותר זמן. תסמינים של TBI כוללים קשיים בחשיבה, זיכרון, או שימת לב. שינויים בגוף כמו כאבי ראש, תחושת סחרחורת, או הקאות, הם גם תסמינים שכיחים של TBI. חלק מהאנשים חווים שינויים במצב הרוח שלהם. הם עשויים להרגיש מתוחים או מתוסכלים יותר. כדי להחלים מ-TBI, האדם הפגוע עשוי להצטרך להישאר בבית ולא ללכת לעבודה או לבית הספר, ולהימנע מפעילויות ספורטיביות כדי לאפשר למוח לנוח. רופאים יכולים להגיד למטופלי TBI מתי בטוח לחזור לפעילויות האלה.

פגיעות TBI חמורות יותר יכולות ליצור בעיות קשות. הבעיות האלה לעיתים קרובות קשורות להתנפחות או לדימום בתוך הגולגולת. ייתכן שיידרשו טיפולי חירום לתסמינים האלה, כמו למשל הנשמה באמצעות מכונה. התאוששות מפגיעות TBI בינוניות או חמורות יכולה לארוך חודשים עד שנים. התסמינים של TBI חמורה יכולים להיות שונים מאדם לאדם, כתלות בחומרת הפגיעה ובאזורים במוח שנפגעו. במקרים מסוימים, צד אחד בגוף עשוי להיות במצב משותק, והאדם עשוי להתקשות בהזזת היד או הרגל שהושפעו מהפגיעה. מטפלים יכולים לסייע לאמן מחדש את מוחם של המטופלים לשלוט בגפיים שלהם. בעיה שכיחה נוספת בעקבות TBI היא קשיים בדיבור. טיפול בדיבור יכול לסייע למטופלים עם TBI לתקשר טוב יותר.

מדוע חשוב לחקור TBI?

מחקר קליני הוא מחקר של אנשים והאופן שבו הם מתפקדים. המחקר הזה מכון לספק הבנה טובה יותר של בריאות ושל חולי. מחקר של פגיעות מוחיות הרבה פעמים עוסק בסיוע לאנשים עם TBI. אנו רוצים להבין בדיוק מה קורה במוח אחרי TBI, כך שנוכל לפתח אמצעים טובים יותר להצלת חיים ולמניעה של חלק מההשלכות הרציניות של TBI. מיקוד מחקרי חשוב אחר הוא אבחון מדויק של TBI, מאחר שככל שהאבחון מדויק ומהיר יותר, כך רופאים יכולים לפעול מהר ולסייע לאדם הפגוע. מטרה אחרת של מחקר TBI היא הבנה של אלה טיפולים הכי טובים, ואלה דברים עשויים לסייע לאדם במהלך ההתאוששות, או להזיק לו. במטרה לחקור TBI, רופאים לעיתים קרובות משתמשים בסריקות מוחיות שיכולות לזהות דימום או בעיות אחרות אחרי פגיעה. חוקרי TBI תמיד מחפשים פתרונות חדשים, כמו למשל תרופות וטיפולים שיסייעו לאנשים להתאושש טוב יותר אחרי TBI.

מהו מחקר מבוסס-קבוצות של TBI?

במטרה לחקור TBI, מדענים עובדים בצוותים שמורכבים מסוגי רופאים שונים. כל רופא יכול להציע מחשבות ייחודיות על האופן שבו אפשר לערוך את המחקר. מדענים בדרך כלל חוקרים

מחקר קליני

(Clinical Research)

מחקר של אנשים או רקמות אנושיות במטרה להבין טוב יותר בריאות וחולי.

שלוש קבוצות עיקריות של אנשים עם TBI. הקבוצה הראשונה היא האוכלוסייה הכללית, אנשים כמוני וכמוכם. הקבוצה השנייה היא ספורטאים שלעיתים קרובות חווים זעזוע מוח בפעילויות ספורטיביות. הקבוצה השלישית היא אנשים שמשרתים בצבא, מאחר שהם עשויים לחוות TBI בקרב.

היוזמה הבינלאומית למחקר של פגיעה מוחית טראומטית (International Initiative for InTBIR - Traumatic Brain Injury Research) חוקרת TBI בסקאלה גלובלית. הקבוצה הזו כוללת מדינות באירופה, בארצות הברית ובקנדה. דוגמה למחקר InTBIR נקראת התמרת ידע מדעי וקליני ב-TBI (Transforming Research and Clinical Knowledge in TB). חוקרי TRACK-TBI פוגשים מטופלים בקליניקות ובחדרי מיון מיד אחרי הפגיעות שלהם. החוקרים מודדים צורות שונות של TBI, החל מזעזוע מוח קל ועד לתרדמת. הם עוקבים אחרי מטופלים בשבועות ובחודשים שאחרי הפגיעות שלהם. החוקרים רוצים לראות מה שלומם של המטופלים אחרי TBI. TRACK-TBI הובילה לתגליות חשובות על מה קורה למוח אחרי TBI, וגם הובילה לממצאים על דרכי הטיפול הטובות ביותר בצורות שונות של TBI [3, 4].

להתאחדות ספורט הקולג'ים הלאומי ולמשרד ההגנה יש מחקר שנקרא הערכת מחקר וחינוך בנושא זעזוע מוח (CARE - Concussion Assessment, Research and Education) [5]. מחקרי CARE חוקרים סטודנטים ספורטאים שהולכים לקולג'ים ואקדמיות שירות צבאי. לפני שהם מתחילים לשחק, נבדקות יכולותיהם של הספורטאים שעלולות להידרדר אחרי זעזוע מוח. יכולותיהם לפני שהם מתחילים לשחק נקראות **קו בסיס**. כשהספורטאים חווים זעזוע מוח הם מפסיקים לעשות ספורט, ובריאות המוח שלהם נבדקת שוב כמה פעמים, עד שנראה שיפור במצבם. לאחר מכן, מחקרי CARE חוקרים את הבדיקות האלה ולומדים על האופן שבו המוח מחלים מ-TBI. מחקרי CARE עונים על שאלות חשובות לגבי האופן שבו זעזוע מוח משפיע על המוח [5].

TRACK-TBI ו-CARE אוספים מידע מגוון על אנשים ועל ה-TBIs שלהם, כולל פרטים על הפגיעות ועל הטיפולים שלהן. חוקרים אוספים את הנתונים האלה באמצעות סריקות מוח, בדיקות דם, מבדקי תפקוד מוחי ושאלונים. חיישני קסדות יכולים לשמש למדידת עוצמת החבטה שהספורטאי ספג. האם ידעתם שזעזוע מוח משפיע על תנועות העיניים שלכם? חלק מהחיישנים יכולים למדוד תנועות עיניים, כך שחוקרים יכולים לאתר גם את המידע הזה. חוקרים גם בודקים אם הגנים של האדם ממלאים תפקיד בהתאוששות מ-TBI.

כיצד אדם יכול להפוך לחוקר TBI?

האם אתם רוצים להפוך לחוקרי TBI עתידיים? חינוך הוא הצעד החשוב ביותר! כדי להתחיל, חשוב להשלים בית ספר תיכון ותארים באוניברסיטה. מרבית חוקרי ה-TBI צריכים ללמוד הרבה כדי לבנות כישורים מיוחדים. תואר רפואי או תואר מתקדם הם המקרים השכיחים ביותר. חוקרים אחרים בוחרים בתוכנית לתעודה, כמו למשל במחקר קליני. בתוכניות האלה, סטודנטים לעיתים קרובות לומדים על מחקר, על המוח, או על התנהגות אנושית. מורים ומנטורים מכשירים את מדעני העתיד על-ידי עבודה משותפת עם הסטודנטים שלהם שמכינה אותם למחקר עצמאי. תוכניות רשמיות זמינות לסטודנטים שמעוניינים במחקר [6]. חפשו

קו בסיס (Baseline)

יכולתו של ספורטאי לפני שהעונה מתחילה, כך שאם הוא חווה TBI החוקרים יכולים למדוד את יכולותיו שוב, ולראות כיצד הן השתנו.

דברים כמו התמחויות קיץ, שמאפשרות לתלמידי תיכון או לסטודנטים באוניברסיטה לחקור מדע ולהתאמן במחקר. אתם גם יכולים ללמוד על TBI בעצמכם! בקשו מספּרָנִים שיעזרו לכם לחפש ספרים מדעיים או מאמרים בנושא TBI. לאחר מכן, קראו על מחקרי ה-TBI העדכניים שנערכים. זה יסייע לכם להבין טוב יותר אלה מחקרים אתם יכולים לערוך בעצמכם! מצאו משהו שמעניין אתכם. לאחר מכן, פנו אל האנשים שעושים את העבודה הזו. אמרו להם עד כמה אתם מתעניינים, ושאלו אותם אם אתם יכולים להגיע לביקור או להיות מעורבים עם קבוצת המחקר שלהם. אינכם יכולים לדעת לאן זה יוביל אתכם!

מקורות

1. Dewan, M. C., Rattani, A., Gupta, S., Baticulon, R. E., Hung, Y. C., Punchak, M., et al. 2019. Estimating the global incidence of traumatic brain injury. *J. Neurosurg.* 130:1080–97. doi: 10.3171/2017.10.JNS17352
2. von Bartheld, C. S., Bahney, J., and Herculano-Houzel, S. 2016. The search for true numbers of neurons and glial cells in the human brain: a review of 150 years of cell counting. *J. Comp. Neurol.* 524:3865–95. doi: 10.1002/cne.24040
3. Bodien, Y. G., McCrea, M., Dikmen, S., Temkin, N., Boase, K., Machamer, J., et al. 2018. Optimizing outcome assessment in multicenter TBI trials: perspectives from TRACK-TBI and the TBI endpoints development initiative. *J. Head Trauma Rehabil.* 33:147–57. doi: 10.1097/HTR.0000000000000367
4. Seabury, S. A., Gaudette, E., Goldman, D. P., Markowitz, A. J., Brooks, J., McCrea, M. A., et al. 2018. Assessment of follow-up care after emergency department presentation for mild traumatic brain injury and concussion: results from the TRACK-TBI study. *JAMA Netw. Open* 1:e180210. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2018.0210
5. Broglio, S. P., McCrea, M., McAllister, T., Harezlak, J., Katz, B., Hack, D., et al. 2017. A National Study on the effects of concussion in collegiate athletes and US Military Service Academy members: the NCAA-DoD Concussion Assessment, Research and Education (CARE) consortium structure and methods. *Sports Med.* 47:1437–51. doi: 10.1007/s40279-017-0707-1
6. Nemeroff, L. 2016. *Summer Programs for Students*. American Psychological Association. Available online at: <https://www.apa.org/ed/precollege/psn/2016/01/summer-programs>

פורסם אונליין: 24 בפברואר 2022

נערך על ידי: Amy J. Markowitz

מנחה מדעי: David Hunt, Jessie Maxwell

ציטוט: Wilmoth K and McCrea M (2022) מה אנו לומדים מחקירת פגיעה מוחית טראומטית? *Front. Young Minds*. doi: 10.3389/frym.2020.00158-he

תורגם והותאם: Wilmoth K and McCrea M (2020) What Do We Learn From Studying Traumatic Brain Injury? *Front. Young Minds* 7:158. doi: 10.3389/frym.2020.00158

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

WILMOTH AND MCCREA 2022 © 2020 © COPYRIGHT. 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

ELLA, גיל: 9

היי, קוראים לי Ella. בדיוק התחלתי את כיתה ד ואני מאוד אוהבת זאת. אני עושה התעמלות, ונמצאת בקבוצה תחרותית של לוחמי נינג'ה.



TOMOS, גיל: 12

אני בן 12 והולך לתיכון בסקוטלנד. אני נהנה מאוד ממוקצועות STEM, אולם גם מהיסטוריה ופוליטיקה. התחביבים שלי הם קריקט, סטטיסטיקות של פוטבול וצפייה בטלוויזיה.



הכותבים

KRISTIN WILMOTH

אני פוסט-דוקטורנטית בניורופסיכולוגיה בקולג' הרפואי של וויסקונסין. קיבלתי את הדוקטורט שלי מהמרכז הרפואי אוניברסיטת טקסס בדאלאס, שם גם השלמתי את הכשרת ההתמחות שלי. השלמתי את הדיסרטציה שלי על זעזוע מוח שקשור בספורט אצל ספורטאים צעירים. נוסף על החובות הקליניים והמחקריים שלי, אני נהנית להיות מעורבת בכמה ארגונים מקצועיים של ניורופסיכולוגיה ופגיעות מוחיות. אני אוהבת את העבודה שלי, אולם אני גם אוהבת לשיר, להתנדב ולטייל למקומות חדשים!



MICHAEL MCCREA

אני פרופסור במחלקה לניורוכירורגיה בקולג' הרפואי של וויסקונסין. אני חוקר פעיל במחקר של פגיעה מוחית טראומטית. קיבלתי את הדוקטורט שלי מאוניברסיטת וויסקונסין-מילווקי. לאחר מכן, השלמתי את הכשרת ההתמחות שלי בניורופסיכולוגיה בבית הספר הרפואי של ונדרבליט, ולאחריה ביצעתי פוסט-דוקטורט בניורופסיכולוגיה קלינית בבית הספר הרפואי של אוניברסיטת נורת'ווסטרן. השתתפתי בכמה פאנלים בינלאומיים של מומחים שקשורים למחקר ולטיפול קליני ב-TBI. *mmccrea@mcw.edu



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



הוצאת פרונטירז מדע לצעירים ישראל
Hebrew version provided by



THE SAGOL NETWORK