



WHAT THE PAPER SAYS · WHAT IT DOESN'T · WHY IT MATTERS

שלושה מטופלים צעירים היו בחיים ללא מחלה שנים לאחר שקיבלו תאי T ניסיוניים. ניסוי של 1 אינו יכול להראות מה גרם לתוצאות האלה

ReMIND הזרים ל-33 ילדים ומבוגרים צעירים עם גידולי מוח בסיכון גבוה תאי T שגודלו במעבדה מן הדם של כל מטופל. התאים הורחבו כדי להגיב לשלושה חלבונים שיכולים להימצא בתאי סרטן. לשלושה מטופלים היו פרקי זמן ללא מחלה מעבר ל-31.8, 41.2 ו-51.6 חודשים מן העירוי הראשון, כולל תגובה מלאה אחת לפי קריטריוני הסריקה. בקבוצת גידולי גזע המוח האגרסיביים, אף סריקה לא הראתה מספיק התכווצות או היעלמות כדי לעמוד בסף התגובה שהוגדר מראש. אותו מחקר מוקדם של בטיחות ומינון תיעד מוות אחד שהיה חמור מספיק כדי להיספר נגד העלאת המינון לפי כללי הניסוי. ללא קבוצת השוואה, המחקר אינו יכול להראות אם תאי ה-T גרמו לשלוש התוצאות.

Written by Cinzia Vaglio · Cross-checked by Laura Nesso and Matteo · Edited by Laura Nesso and Michele Renda
· Figures by Cinzia Vaglio and Nova Vela · AI-assisted, human-reviewed

Paper: *Multi-antigen-targeting T cells in pediatric central nervous system tumors: a phase 1 trial*, Stephanie Gomez, Rachel A. DiCioccio, Ashley E. Geiger, Melanie L. Grant, Emily Reynolds, Anushree Datar, Chase D. McCann, Jay Tanna, Divyesh Kukadiya, Fahmida Hoq, Anqing Zhang, Patrick J. Hanley, Jennifer L. Webb, Lindsay B. Kilburn, Brian R. Rood, Adriana Fonseca, Holly J. Meany, L. Gilbert Vezina, Roger J. Packer, Conrad Russell Y. Cruz, Catherine M. Bollard & Eugene I. Hwang, *Nature Medicine*, 32 2481-2493 (2026) · DOI: 10.1038/s41591-026-04449-9

Correction Author

כאן העניינים. ניגודי בהצהרת ניסוח להבהיר כדי 2026 ביולי ב-22 Author Correction פרסם Nature Medicine השתנו. לא והמסקנות הקליניים הנתונים המתוקן; במאמר שימוש נעשה

→ Correction Author

שלושה מטופלים צעירים היו בחיים ללא מחלה שנים לאחר שקיבלו תאי T ניסיוניים. ניסוי שלב 1 אינו יכול להראות מה גרם לתוצאות האלה

יותר מ-31.8 חודשים. יותר מ-41.2 חודשים. יותר מ-51.6 חודשים.

אלה שלושה פרקי זמן ללא מחלה שתועדו מן העירוי הראשון של טיפול ניסיוני בתאי T. הראשון היה של בן 14 שמדולובלסטומה שלו חזרה כמה פעמים; המעקב הסתיים כשהמטופל עזב את המחקר. השני היה של בת או בן 8 עם אסטרובלסטומה נדירה והיה עדיין נמשך בנקודת החיתוך של המאמר. השלישי היה של בן 14 שגליובלסטומה שלו חזרה וגם הוא היה עדיין נמשך.

ספירת חודשים יכולה להישמע קלינית ומרוחקת. כאן זו הדרך הכנה היחידה להשאיר את העובדה האנושית מול העיניים. המאמר אינו אומר לנו איך הרגישו השנים האלה. הוא כן אומר ששלושה מטופלים צעירים עם גידולי מוח בסיכון גבוה היו בחיים ללא מחלה מתועדת במשך פרקי זמן שנמדדו בשנים לאחר שקיבלו את התאים.

הוא אינו אומר לנו שהתאים גרמו לתוצאות האלה.

ההבחנה הזאת היא עמוד השדרה של הסיפור. ReMIND היה מחקר פתוח, כלומר המשפחות והרופאים ידעו איזה טיפול ניתן. הוא גם לא היה אקראי: לא הייתה קבוצת השוואה שהוקצתה מראש. והוא היה שלב 1, מחקר מוקדם שנבנה קודם כול כדי לבדוק אם אפשר לייצר תאי T מרובי-מטרות, לתת אותם ולחקור אותם במינון נסבל — לא אם הם משפרים הישרדות. הוא תיעד שלוש היסטוריות קליניות יוצאות דופן. הוא גם תיעד שבקבוצת גידולי גזע המוח האגרסיביים לא הייתה סריקה שבה הגידול התכווץ או נעלם מספיק כדי לעמוד בסף התגובה שהוגדר מראש, שני אירועים חמורים של נפיחות גידול שנחשבו אולי קשורים לטיפול, ואירוע קטלני אחד שהיה חמור מספיק כדי להיספר נגד העלאת המינון לפי כללי הניסוי.

השנים אמיתיות. הייחוס הסיבתי אינו ודאי. שתי האמיתות ראויות להיות בלב הסיפור.

טיפול שיוצר מן הדם של כל מטופל

הטיפול נקרא TAA-T therapy, קיצור של תאי T ספציפיים לאנטיגנים הקשורים לגידול. תאי T הם תאי מערכת החיסון שיכולים לזהות מקטעים מולקולריים מסוימים. החוקרים אספו דם מכל משתתף, ואז גידלו במעבדה את תאי ה-T של אותו אדם תוך חשיפה למקטעים משלושה חלבונים הקשורים לגידולים: (1 tumor (Wilms WT1, PRAME, survivin-1 melanoma) in antigen expressed (preferentially, חלבון המעורב בהישרדות התא ובחלוקתו. חלבונים אלה יכולים להימצא בגידולי מוח בילדים ולשמש כסימני דרך לתאי מערכת החיסון, אך הם אינם ייחודיים לסרטן.

אלה לא היו תאי CAR-T, שהם תאי T שעברו שינוי גנטי כדי לשאת קולטן שתוכנן במעבדה — חיישן חדש למטרה נבחרת. ReMIND השתמש בגישה אחרת: הוא בחר והרחיב תאי T טבעיים שהגיבו לשלושת יעדי מקטעי החלבון, בלי להגדס אותם גנטית. התאים נבדקו, הוקפאו ובהמשך הוזרמו לווריד. באמצעות כיוון לשלוש מטרות במקום אחת, החוקרים קיוו לצמצם את האפשרות שגידול המורכב מסוגי תאים שונים יחמוק משום שרק חלק מן התאים נושאים מטרה יחידה כלשהי.

במה זה שונה מ-CAR-T?

אינו TAA-T ייצור נבחר. סמן ישירות לזהות שיוכלו כדי חדש מלאכותי קולטן T לתאי מעניק CAR-T ייצור למקטעי מגיבים שלהם הקיימים שהקולטנים שונו, שלא T תאי של מעורבת אוכלוסייה מגדל הוא קולטן. מוסיף להעביר אפשר אי חיסון; בתאי טיפול לייצר שונות דרכים אלה. survivin או PRAME ל-WT1, הקשורים חלבון האחרת. הגישה אל מסוים בסרטן עובדת אחת שגישה לכך ראיות

זו אסטרטגיה סבירה, לא מנגנון קליני שהודגם. הניסוי לא הראה שהתאים שהוזרמו נכנסו לגידול מסוים, נשאר בו או הרגו אותו. השאלות הראשוניות שלו היו בסיסיות יותר: האם אפשר לייצר מוצר שמיש, האם אפשר לתת אותו, איזה מינון צריך לעבור לשלב הבא ואילו רעילויות הופיעו?

ReMIND גייס שלוש קבוצות ב-Hospital. National Children's זרוע A כללה glioma pontine intrinsic diffuse (DIPG) שאובחנה זה עתה, גידול אגרסיבי הגדל דרך ה-pons, חלק מגזע המוח, וקשה להסרה בניתוח. זרוע B כללה גידולים במוח ובחוט השדרה מחוץ לגזע המוח שחזרו, עמדו בפני טיפול או החמירו. אף אחת משתי הקבוצות לא קיבלה lymphodepletion, קורס קצר של כימותרפיה שמפחית זמנית חלק מתאי מערכת החיסון הקיימים בגוף לפני עירוי תאי חיסון. זרוע C הייתה הרחבה של ארבעה מטופלים עם גידולים חוזרים מחוץ לגזע המוח והוסיפה את הכימותרפיה הזאת לפני העירוי, באמצעות cyclophosphamide-1 fludarabine.

Three arms, two disease settings, two starting points for survival

The groups provide different kinds of information.

ARM A | 11 infused

Newly diagnosed aggressive brainstem tumor (DIPG)

No pre-infusion
immune-cell-reducing chemo
Survival counted
from diagnosis

ARM B | 18 infused

Returned / resisted treatment /
worsened outside the brainstem

No pre-infusion
immune-cell-reducing chemo
Survival counted
from first infusion

ARM C | 4 infused

Returned outside
the brainstem

Immune-cell-reducing
chemo before first infusion
Survival counted
from first infusion

DO NOT COMPARE THE SURVIVAL ESTIMATES DIRECTLY

- arm A starts at diagnosis; arms B/C start at first infusion

Original diagram - The Clean Paper - CC BY 4.0

ReMIND השתמש בשלוש זרועות עם מחלות שונות ושימוש שונה בכימותרפיה לפני העירוי. ההישרדות בזרוע A נמדדה מן האבחנה; בזרועות B ו-C היא נמדדה מן העירוי הראשון של TAA-T, ולכן אי אפשר להשוות ישירות בין האומדנים.

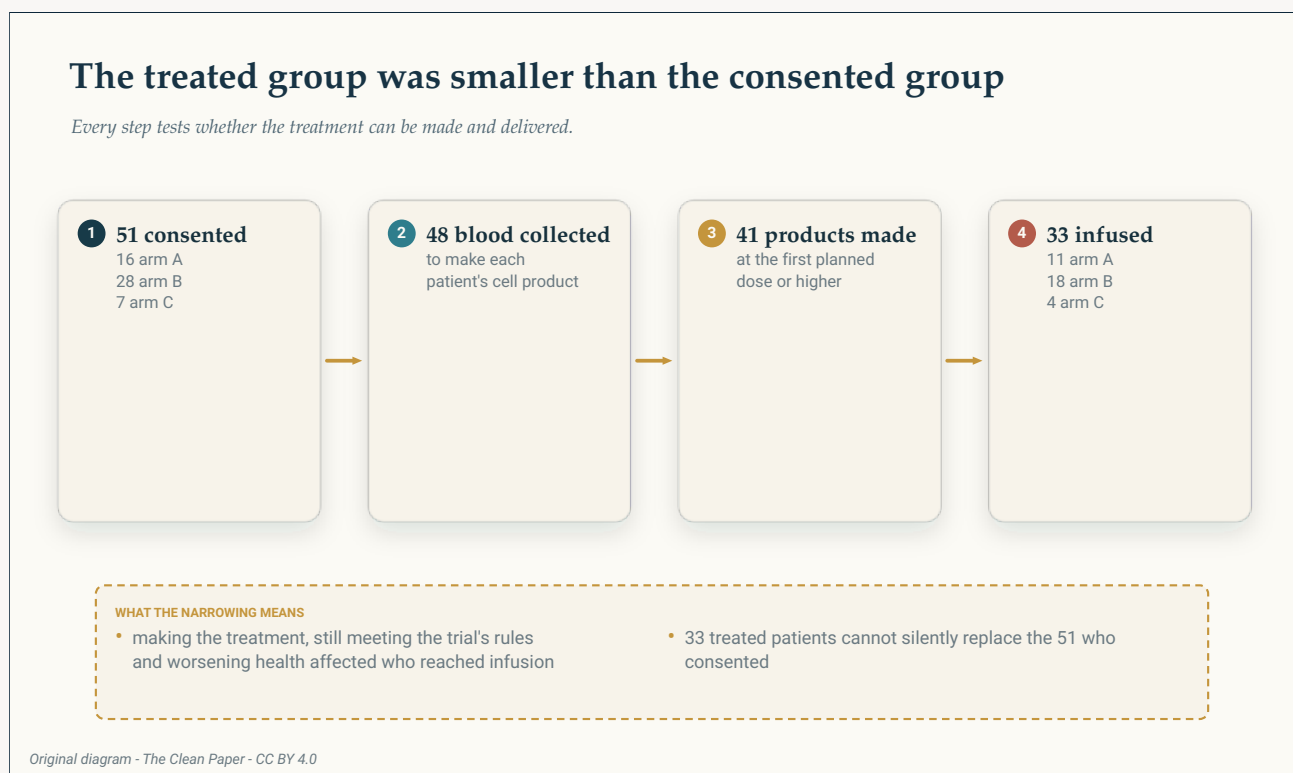
חמישים ואחד הסכימו להשתתף; שלושים ושלושה קיבלו עירוי

מספר המטופלים הצטמצם בכל שלב מעשי.

חמישים ואחד מטופלים נתנו הסכמה. מ-48 נאסף דם. אצל 41 מתוך 48, כלומר 85.4%, יוצר מוצר TAA-T במינון הראשון שתוכנן בניסוי או גבוה ממנו. שלושים ושלושה קיבלו לפחות עירוי אחד: 11 בזרוע A, 18 בזרוע B ו-4 בזרוע C.

חלק מן המטופלים חדלו לעמוד בתנאי ההשתתפות או מתו לפני הטיפול. שבעה מטופלים שדמם נאסף לא הגיעו למוצר שמיש ברמת המינון הראשונה שתוכננה: שישה משום שהתאים לא התרבו מספיק במעבדה ואחד משום שהמוצר נכשל בבדיקת איכות נדרשת. תשעה מטופלים שהתפוקה הראשונית שלהם לא הספיקה נאלצו לעבור למינון נמוך יותר.

התהליך השתפר במהלך המחקר. לאחר איסוף כמויות דם גדולות יותר ושינויים באופן גידול התאים, כל 14 המטופלים שדמם נאסף לאחר השינויים הפיקו לפחות מנת טיפול אחת ברמת המינון הראשונה שתוכננה או גבוה ממנה. זו ראייה אמיתית ליכולת לייצר את הטיפול. זו אינה תוצאה לגבי מצבם של המטופלים.



הניסוי התחיל עם 51 מטופלים שנתנו הסכמה והזרים את הטיפול ל-33. שמונה-עשר החסרים הם חלק מן הראיות: איסוף דם, ייצור הטיפול, המשך עמידה בכללי הניסוי והחמרה במצב הבריאותי — כולם השפיעו על מי הגיע לטיפול.

באמצעות המודל הסטטיסטי שלו לבטיחות מינון, המחקר בחר יעד של 80 מיליון תאים למנה לכל מטר רבוע של שטח פנים גוף מוערך ($8 \times 10^7 \text{ cells/m}^2$). שטח פנים גוף הוא אומדן קליני של גודל הגוף הכולל המחושב מגובה ומשקל; אין פירושו שהרופאים מדדו שטח עור, את המוח או את הגידול. ניסויים אונקולוגיים ופדיאטריים משתמשים בו כדי להתאים מינון מתוכנן למטופלים בגדלים שונים — למשל, מטופל עם שטח פנים גוף מוערך של 1.2 מ"ר יקבל יעד של 96 מיליון תאים לעירוי אחד. המודל גם סימן את המינון של 80 מיליון תאים למ"ר כמינון המרבי הנסבל המוערך — המינון הגבוה ביותר הצפוי להישאר מתחת לסף הרעילות הבלתי קבילה של הניסוי. הניסוח חשוב: המטופלים שטופלו בפועל מעולם לא הגיעו לתקרת רעילות שנצפתה. זו הייתה המלצה מבוססת-מודל למחקר שלב 2, לא הוכחה שהמינון בטוח באופן רחב.

רוב תופעות הלוואי שנרשמו היו קלות או בינוניות. אירוע קטלני אחד עמד בכלל של רעילות מגבילת-מינון

אירוע לוואי הוא כל בעיה בריאותית שנרשמת במהלך המחקר; הוא אינו נגרם אוטומטית מן הטיפול. דרגות 1 ו-2 פירושן קל או בינוני, דרגה 3 היא חמורה, דרגה 4 מסכנת חיים ודרגה 5 היא מוות. בכלל ReMIND, 293 מתוך 332 אירועי הלוואי שנרשמו, כלומר 88%, היו בדרגה 1 או 2. אירועים נפוצים כללו כאב ראש, עייפות או לתרגיה, בחילה והקאה. לשלושה מתוך 33 המטופלים שקיבלו עירוי היו אירועים בדרגה 3 ומעלה שהופיעו או החמירו אחרי הטיפול ונחשבו לפחות אולי קשורים לטיפול TAA-T. לשני מטופלים היו אירועים חמורים שנחשבו אולי קשורים וכללו בצקת — נפיחות במוח או סביב הגידול.

אחד מהם היה P27, מטופל עם DIPG. עשרה ימים לאחר העירוי, P27 פיתח הידרוצפלוס, הצטברות מסוכנת של נוזל בתוך המוח, יחד עם נפיחות של הגידול ומצוקה נשימתית. מצבו של המטופל לא השתפר לאחר שהרופאים התקינו צינור ניקוז הנקרא shunt והעלו את מינון הסטרואידים כדי להפחית נפיחות. האירוע הקטלני סווג כרעילות מגבילת-מינון בדרגה 5: לפי הפרוטוקול, הוא היה חמור מספיק כדי להיספר נגד המשך העלאת המינון.

רישום הבטיחות של הניסוי עצמו משמר שתי הערכות ייחוס בעת ובעונה אחת: האירוע נחשב אולי קשור לטיפול TAA-T וכנראה קשור למחלה הבסיסית. הדימות היה תואם להתקדמות הגידול. המחקר אינו יכול לבחור סיבה יחידה, וגם כתבה עליו אינה צריכה לעשות זאת.

המוות הוביל להפסקה זמנית של הגיוס. הפרוטוקול שונה כדי לדרוש תקופה ארוכה יותר של יציבות נוירולוגית ומרווח קצר יותר בין הקרינה לעירוי הראשון. לאחר מכן טופלו עוד חמישה מטופלים בזרוע A באותו מינון מתוכנן או במינונים גבוהים יותר ללא אירוע נוסף שעמד בכלל מגבילת-המינון.

האירוע החמור השני התרחש אצל P42, שהיה לו glioma midline diffuse מחמיר בתלמוס, אזור עמוק במוח. שישה-עשר ימים לאחר העירוי, דימות תהודה מגנטית (MRI) הראה נפיחות במוח שלוותה בכאב ראש ובתסמינים נוירולוגיים אחרים. התסמינים חזרו לרמתם הקודמת לאחר bevacizumab, תרופה שיכולה להפחית נפיחות הקשורה לגידול. האירוע הזה לא עמד בכלל מגבילת-המינון.

כל ארבעת המטופלים בזרוע C פיתחו cytopenias זמניות בדרגה 3 — ספירות נמוכות של תאי דם — שהיו צפויות מן הכימותרפיה שניתנה לפני העירוי; אירועים אלה הוצאו מניתוח הבטיחות המשולב של TAA-T. משתתף אחד בכלל המחקר עמד בדיעבד בקריטריונים לתסמונת שחרור ציטוקינים קלה, תגובה דלקתית כלל-גופית שעלולה להתרחש כאשר תאי חיסון מופעלים.

המסקנה המכויילת היא שטיפול TAA-T היה בדרך כלל נסבל בקבוצת שלב 1 הקטנה הזאת. המילה הבלתי מסויגת בטוח הייתה מוחקת את גודל המחקר, את שני אירועי הנפיחות החמורים ואת הרעילות הקטלנית מגבילת-המינון.

מה קרה בקבוצות

יש לשמור את שתי האוכלוסיות הקליניות נפרדות.

בזרוע A, קבוצת DIPG, חציון ההישרדות ללא התקדמות — הזמן עד שהגידול החמיר או שהמטופל מת — היה 10.5 חודשים מן האבחנה. חציון ההישרדות הכוללת — משך הזמן שבו המטופלים נותרו בחיים — היה 13.7 חודשים מן האבחנה. לעשרה מטופלים היו סריקות שאפשר היה להעריך לפי כללי התגובה שהוגדרו מראש בפרוטוקול: לשישה הייתה מחלה יציבה, כלומר לא מספיק התכווצות כדי להיחשב תגובה ולא מספיק גדילה כדי להיחשב התקדמות, ולארבעה הייתה מחלה מתקדמת. בשום סריקה לא נראתה התכווצות או היעלמות מספיקות כדי לעמוד בסף שהוגדר מראש לתגובה אובייקטיבית.

זרועות C ו-B איחדו כמה גידולים מחוץ לגזע המוח שחזרו, עמדו בפני טיפול או החמירו, משום שזרוע C הייתה קטנה מדי להשוואה משמעותית בפני עצמה. כאן ההישרדות נספרה מן העירוי הראשון, לא מן האבחנה. החציון עד החמרת הגידול או מוות היה 5.0 חודשים, וחציון הזמן בחיים היה 12.7 חודשים, שניהם מן העירוי. אי אפשר להשוות ישירות את האומדנים האלה למספרים של זרוע A שנמדדו מן האבחנה.

מבין עשרה מטופלים בזרועות C ו-B עם מחלה מדידה — לפחות אזור גידול אחד שאפשר היה למדוד את גודלו באופן אמין בסריקות — לחמישה הייתה מחלה יציבה ולחמישה מחלה מתקדמת. אצל אחד מחמשת המטופלים שסווגו כמחלה יציבה, P37, הייתה ירידה של יותר מ-90% בנגע, אך מצבו הידרדר לפני שסריקה שנייה יכלה לאשר זאת. תגובה חלקית דרשה התכווצות מספקת כדי לעבור את הסף שהוגדר מראש בפרוטוקול וסריקה מאוחרת יותר לאישור, ולכן הפרוטוקול לא סיווג את תוצאת P37 כתגובה חלקית.

לחמישה מטופלים נוספים הייתה מחלה שלא הייתה מדידה אך עדיין ניתנה להערכה: הרופאים יכלו לשפוט שינוי בסריקות, אך אף אזור גידול לא עמד בתנאים למדידת גודל אמינה. התגובות הטובות ביותר שלהם היו תגובה מלאה אחת, שלוש מחלות יציבות ומחלה מתקדמת אחת. התגובה המלאה הייתה של P41 לפי כללי הסריקה של הפרוטוקול, "תגובה מלאה" פירושה שהמחלה הנראית שאינה יעד נעלמה; אין פירושו הוכחה לריפוי. זו לא הייתה ירידה אחוזית אמינה בנגע יעד מדיד, ולכן היא אינה שייכת לספירת עשרת המטופלים עם מחלה מדידה.

כיצד רדיולוגים מסווגים תגובה?

אחר לעקוב אפשר ושוב. שוב למדוד כדי מספיק וברורים גדולים "מטרה" נגעי מזהים רדיולוגים הטיפול, לפני התכווצות דורשת חלקית תגובה אמין. אחוזי שינוי לה לייחס בלי מטרה" שאינה כ"מחלה אחרת נראית מחלה לפי היעלמות דורשת מלאה תגובה לאישור. יותר מאוחרת סריקה כלל ובדרך המדודים המטרה בנגעי מספקת בפני מוכחות אינן הן מסוימות; זמן בנקודות תמונות מתארות האלה התוויות הרלוונטיים. הסריקה קריטריוני לשינוי. גרם טיפול איזה מזהות ואינן ריפוי עצמן

שלושה חיים, שלושה סיפורי ראיות שונים

קל במיוחד לקרוא לא נכון את שלושת פרקי הזמן הארוכים כאשר דוחסים אותם למשפט אחד. היסטוריות הטיפול ומגבלות המדידה לא היו זהות.

Three documented intervals, three different histories

Not to scale. Sequence is shown; attribution is not.

P41 | age 8 | rare astroblastoma

Before: surgery, radiation, re-irradiation, low-dose chemo

3 TAA-T infusions + pre-infusion chemo

Complete response on scan ~1 year after final infusion

>41.2 months disease-free ONGOING at cutoff

P35 | age 14 | medulloblastoma returned 3 times

Before: tumor returned 3 times, 17 disease-directed treatments

TAA-T infusion

No later antitumor treatment reported

>31.8 months disease-free FOLLOW-UP ENDED off-study

P36 | age 14 | pediatric glioblastoma that returned

Before: repeat surgery + temozolomide

TAA-T infusion

After: 7 months of a CDK4/6 cell-division blocker

>51.6 months disease-free ONGOING at cutoff

No line here says the infused cells caused an outcome

Original diagram - The Clean Paper - CC BY 4.0

ל-P41, P35 ו-P36 היה כל אחד פרק זמן מתועד ארוך ללא מחלה אחרי העירוי הראשון, אך הטיפולים הקודמים, הטיפולים המאוחרים יותר, יכולת המדידה בתחילת הדרך ומצב המעקב היו שונים. צירי הזמן מראים רצף, לא סיביות.

The Clean Paper CC BY 4.0

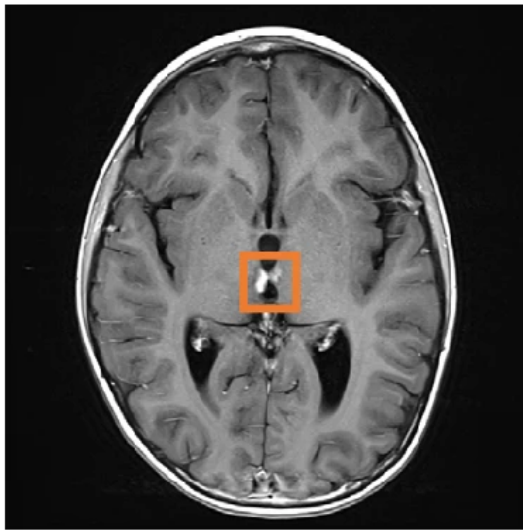
P41: תגובה מלאה עם נקודת התחלה שקשה למדוד

P41 נכנס למחקר בגיל 8 עם astroblastoma שחזרה ונשאה EWSR1-BEND2 rearrangement gene, מאפיין נדיר של גידול שבו שני גנים התחברו. היא כללה את החדר השלישי, אחד החללים מלאי הנוזל עמוק במוח. הילד עבר הסרה כירורגית וקרינה ממוקדת, לאחר מכן קורס שני של קרינה כשבעה חודשים לפני TAA-T וכימותרפיה במינון נמוך שהושלמה כשני חודשים לפני העירוי. P41 נכנס לזרוע C, קיבל כימותרפיה מדכאת-חיסון לפני העירוי ולאחר מכן שלושה עירויי TAA-T.

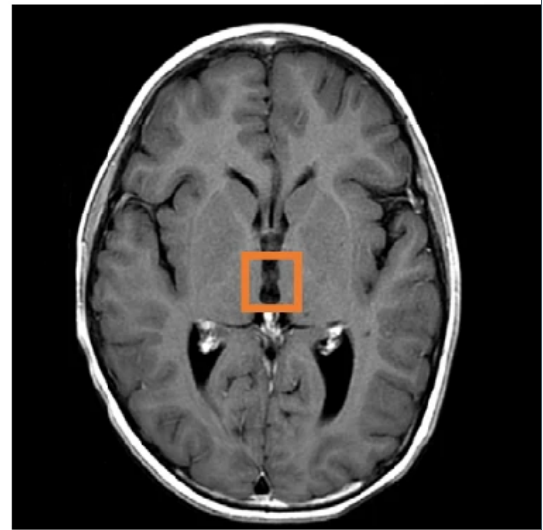
לאחר שמומחים קראו מחדש את סריקות המוח, המחלה בתחילת הדרך סווגה כלא מדידה אך ניתנת להערכה: נראית מספיק כדי לשפוט, אך לא מתאימה למדידת גודל אמינה. כשנה לאחר העירוי האחרון, היעלמות הנגע שאינו מטרה תמכה בסיווג המחברים של תגובה מלאה בדימות. נתוני המקור מראים פרק זמן ללא מחלה של יותר מ-41.2 חודשים מן העירוי הראשון, שעדיין היה נמשך בנקודת החיתוך של 1 בינואר 2026.

e

Pre-infusion (P41)



Post therapy year 1 (P41)



תמונות MRI משוקללות T1 לאחר חומר ניגוד מציגות את P41 לפני העירוי ושנה לאחר העירוי האחרון. הריבועים הכתומים, שנוספו בידי מחברי המחקר, מסמנים את האזור שבו היה לפני העירוי נגע שקלט חומר ניגוד ונעדר בשנה 1; המחברים סיווגו זאת כתגובה מלאה. ההיעלמות היא תצפית אמיתית ומעוררת תקווה, אך המקרה היחיד הזה אינו יכול לומר מה גרם לה: המחלה של P41 בתחילת הדרך הייתה ניתנת להערכה אך לא למדידה אמינה, הילד קיבל הקרנה חוזרת וכימותרפיה לפני TAA-T, התגובה הייתה מאוחרת ולניסוי לא הייתה קבוצת ביקורת.

Gomez et al. / Nature Medicine CC BY-NC-ND 4.0

זו התצפית המרשימה ביותר בניסוי וגם הסיפור הסיבתי השברירי ביותר שלו. ההיסטוריה הטבעית של הגידול אינה מוגדרת במלואה. היה קשה לאשר את כמות הגידול החי בתחילת הדרך. הקרנה חוזרת וכימותרפיה קדמו לתאים. התגובה הייתה מאוחרת, ולא הייתה קבוצת ביקורת.

הראיות החיסוניות אינן סוגרות את הפער. המחקר השתמש במבחן ELISpot, בדיקת מעבדה המזהה אותות שמשחררים תאי T יחידים כאשר הם מגיבים למטרה נבחרת. התאים שיוצרו עבור P41 היו שליליים לפי כללי הניתוח המקוריים של המחקר. תוצאה חיובית הופיעה רק בניתוח חוזר פחות מחמיר ובהמשך הוסרה בגלל חשש לחיובי-שווא; פלטת הבדיקה הייתה סדוקה, דליפה הייתה אפשרית ולא נשאר מוצר לבדיקה חוזרת. החוקרים גם לא יכלו לעקוב אחר התאים שהוזרמו באמצעות טביעות האצבע הייחודיות של קולטני תאי T, הנקראות clonotypes. לא נשאר מוצר כדי לקבוע אילו טביעות אצבע השתייכו לעירוי, ודגימות מאוחרות יותר של תאי חיסון מעורבים מן הדם שימשו רק בניתוח רחב, לא להתאמה ישירה בין המוצר לדם. לכן הדגימות הזמינות לא יכלו לבסס ישירות התמדה ארוכת טווח או התרחבות של תאים ממוצר העירוי.

מה יכולות הבדיקות החיסוניות האלה להראות?

טביעות-אחר מעקב נבחרת. למטרה במעבדה אותם חושפים כאשר אות משחררים T תאי אם שואל ELISpot T תאי משפחות אותן את ברקמה או בדם יותר מאוחר ולמדוד למצוא אפשר אם שואל קולטנים של אצבע לא אז גם אך התמדה, ועד מטרה מזיהוי בשרשרת לתמוך יכולה משכנעת תוצאה העירוי. במוצר שנמצאו את אפילו השאירו תואמות דגימות והיעדר טכניות בעיות כאן קלינית. לתגובה גרמו שהתאים מוכיחה הייתה שלמה. בלתי הזאת התמיכה שרשרת

לכן המחקר לא הדגים שהתאים שהוזרמו ל-P41 זיהו את המטרות המתוכננות, נשארו בגוף או גרמו לתגובה המלאה.

P35: יותר מ-31.8 חודשים, ואז המעקב הסתיים

P35 נכנס בגיל 14 עם medulloblastoma בדרגה 4, סרטן מוח בדרגה גבוהה, שאובחן לראשונה בגיל 7. עד הכניסה למחקר המחלה חזרה שלוש פעמים והמטופל קיבל 17 טיפולים מכווני-מחלה.

אחרי TAA-T, המאמר מדווח על יציבות ממושכת בסריקות ללא טיפול נוסף נגד הגידול. נתוני המקור מתעדים פרק זמן ללא מחלה של יותר מ-31.8 חודשים מן העירוי הראשון. בנקודה הזאת P35 עזב את המחקר. בסטטיסטיקה של המחקר, התצפית הייתה מצונזרת: המעקב נעצר שם בלי להניח מה קרה לאחר מכן. אסור להאריך אותו עד לנקודת החיתוך הסופית של המאמר.

בתחילת הדרך לא היה אפשר למדוד את המחלה באופן אמין או להעריך אותה מספיק טוב בסריקות כדי לסווג תגובה. היסטוריית הטיפולים הנרחבת והיעדר משווה אקראי אינם מאפשרים לייחס את פרק הזמן להתערבות אחת.

P36: ניתוח וכימותרפיה לפני, טיפול ממוקד אחרי

P36 נכנס בגיל 14 עם גליובלסטומה פדיאטרית שחזרה לאחר התקדמות תחת כימותרפיה סטנדרטית יחד עם קרינה ומעכב PARP ניסיוני, תרופה שנועדה לחסום מסלול אחד שבו תאי גידול מתקנים DNA פגום. הגידול התקדם בערך שלושה חודשים לפני העירוי הראשון; ניתוח חוזר וכימותרפיה ב-temozolomide בוצעו לאחר מכן לפני TAA-T.

לא ניתן טיפול מכוון-מחלה במהלך טיפול TAA-T הפעיל, אך אחרי העירוי האחרון P36 קיבל במשך שבעה חודשים מעכב CDK4/6, תרופה ממוקדת שנועדה להאט חלוקת תאים. נתוני המקור מתעדים פרק זמן ללא מחלה של יותר מ-51.6 חודשים מן העירוי הראשון, שעדיין נמשך בנקודת החיתוך של המחקר.

זהו פרק הזמן הארוך ביותר מבין השלושה. הוא גם נמצא בתוך רצף הכולל ניתוח, כימותרפיה, TAA-T וטיפול ממוקד מאוחר יותר. הניסוי אינו יכול להפריד בין ההשפעות שלהם.

מדוע "אחרי" אינו יכול להפוך ל"בגלל"

הוויניטות האלה חשובות דווקא משום שהמגבלות שלהן נשמרות לצדן.

ReMIND לא היה אקראי, לא הייתה לו קבוצת ביקורת מקבילה והוא לא היה גדול מספיק ולא תוכנן לבדוק אם הטיפול עובד. זרועות B ו-C שילבו אבחנות שונות, כמויות שונות של מחלה, טיפולים קודמים שונים ומהלכי מחלה צפויים שונים; האיחוד היה בחירה תיאורית שנעשתה לאחר שהחוקרים ראו את הנתונים. זרוע C הוסיפה כימותרפיה מדכאת-חיסון לפני העירוי, וזרוע B לא. חלק מן המטופלים קיבלו טיפול נוסף אחרי TAA-T. לאנשים שנשארו ללא התקדמות הייתה בתחילת הדרך מעט מאוד מחלה נראית, דבר שעשוי בעצמו להשפיע על התוצאה.

ClinicalTrials.gov והמאמר סופרים השתתפות באופן שונה. המרשם מציג כיום 33 אנשים כמשתתפים ומתמקד במדד הבטיחות הראשי שלו ב-42 הימים הראשונים. המאמר והפרוטוקול מתחילים ב-51 אנשים שנתנו הסכמה, מדווחים על 33 שקיבלו עירוי ומתארים את השאלות המרכזיות כבטיחות, האם אפשר לייצר ולתת את הטיפול ואיזה מינון צריך לעבור הלאה. הכתבה הזאת משתמשת בהגדרות המאמר והפרוטוקול ולא מערבבת בין שתי שיטות הספירה.

אף אחת מן ההסתייגויות האלה אינה הופכת את שלושת פרקי הזמן לחסרי חשיבות. הן קובעות איזה סוג של חשיבות

הראיות יכולות לשאת.

התוצאה היא **אות ראשוני**: סיבה לבדוק את האסטרטגיה במחקר שנועד לאמוד תועלת, עם מדידות ביולוגיות ברורות יותר וקבוצת השוואה שתוכל להפריד את הטיפול מבחירה, תזמון וטיפול אחר. זו אינה ראיה ששלשה ילדים נרפאו באמצעות תאי T. זו אינה ראיה שהתאים חצו את מחסום הדם-מוח — הגבול המגן בין הדם במחזור לרקמת המוח — והרגו את הגידולים. זה גם אינו טיפול שמשפחות יכולות כיום לבקש מחוץ למסגרת מחקרית.

מה בא אחר כך

השאלה המעשית של ReMIND — האם אפשר לייצר ולתת את הטיפול? — דורשת שתי ספירות. מוצר TAA-T במינון הראשון שתוכנן בניסוי או גבוה ממנו יוצר עבור 41 מתוך 48 המטופלים שדמם נאסף, ואילו 33 מתוך 51 המטופלים שנתנו הסכמה קיבלו לפחות עירוי אחד. גם תהליך ייצור הטיפול השתפר במהלך הניסוי. ההיסטוריות הקליניות מצדיקות עבודה נוספת, אך המחקר הבא חייב לשאול שאלה אחרת.

החוקרים יצטרכו לבסס אם התאים מזהים בצורה אמינה את מטרותיהם, לאן הם מגיעים, כמה זמן הם נשארים והאם התוצאות משתפרות בהשוואה לטיפול אחר. יהיה צורך גם במחקרים גדולים יותר כדי לאפיין נזקים נדירים. ניסוי עתידי שיתוכנן לבדיקת תועלת יצטרך לשמור על ההבחנות שמחקר שלב 1 הזה לא יכול היה לפתור: סוג הגידול, כמות המחלה, כימותרפיה לפני העירוי, טיפול קודם וטיפול שניתן לאחר מכן.

עבור משפחות המתמודדות עם גידולי מוח בילדים, אי-ודאות אינה זהה לריקנות. שלושה פרקי זמן ארוכים יכולים להיות ראויים לתשומת לב בלי להפוך להבטחה. הגרסה המכבדת ביותר של תקווה היא זו שאומרת את האמת על כמה עוד איננו יודעים.

הערת מערכת: מה המספרים אינם יכולים לשאת

שבהן במחלות נערך ReMIND כך. מסתיים אינו הוא נרפא. ילד שכל בכך יסתיים הזה שהסיפור לרצות טבעי לא יעזור, ניסיוני טיפול אם לדעת בלי לפעול חייבים ורופאים איזמות בחירות עם להתמודד עשויות משפחות נזק. יגרום או ישפיע

המחקר תיעד פרקי זמן ארוכים ללא מחלה. הוא גם תיעד אירועי לוואי חמורים ואת מותו של P27. החוקרים קבעו שהאירוע הקטלני אולי קשור ל-TAA-T וכנראה קשור למחלה הבסיסית; הדימות היה תואם להתקדמות. אי אפשר לפתור את אי-הוודאות הזאת בדיעבד, ואסור להפוך אותה לאשמה.

הקוד P27 מגן על פרטיותו של ילד. אסור לו להפוך את הילד למופשט. מאחורי כל מספר מטופל עמד אדם צעיר, משפחה שקיבלה החלטות תחת לחץ וצוות קליני שהיה אחראי לטיפול בנסיבות שבהן שום אפשרות לא הגיעה עם ודאות. ההשתתפות לא חייבה אף אחד מהם לייצר תוצאה מלאה תקווה או "הרואית", ומוות אינו הופך למחיר מקובל רק מפני שמחקר מאוחר יותר עשוי ללמוד ממנו.

התקדמות רפואית אינה נוצרת רק מטיפולים שמרפאים. מחקר שלב 1 יכול גם לבסס מה אפשר לייצר ולתת, לזהות מינון לבדיקה נוספת, להראות אילו נזקים דורשים תשומת לב ולהצביע כיצד פרוטוקול צריך להשתנות. הידע הזה אינו גואל את הסבל. הוא יוצר חובה לדווח עליו ביושר, להשתמש בו כדי להפוך מחקרים מאוחרים יותר לבטוחים יותר ולזכור את האנשים שאפשרו אותו.

בקצרה

ReMIND היה ניסוי מוקדם בשלב 1 בתאי T שגודלו מן הדם של כל משתתף והורחבו במעבדה כדי להגיב לשלושה חלבונים שיכולים להימצא בתאי סרטן. מתוך 51 ילדים ומבוגרים צעירים עם גידולי מוח או חוט שדרה בסיכון גבוה שנתנו הסכמה, מ-48 נאסף דם, אצל 41 יוצר מוצר במינון הראשון שתוכנן או גבוה ממנו, ו-33 קיבלו לפחות עירוי אחד. רוב הבעיות הבריאותיות שנרשמו היו קלות או בינוניות, אך לשלושה מטופלים שקיבלו עירוי היו אירועים חמורים או גרועים יותר שנחשבו לפחות אולי קשורים; לשניים היו אירועים חמורים של נפיחות במוח או בגידול שנחשבו אולי קשורים, כולל מוות אחד שעמד בכלל מגביל-המינון של הניסוי. בקבוצת גידולי גזע המוח האגרסיביים, אף סריקה לא הראתה מספיק התכווצות או היעלמות כדי לעמוד בסף התגובה שהוגדר מראש. בקבוצות שמחוץ לגזע המוח, לשלושה מטופלים צעירים היו פרקי זמן ללא מחלה מעבר ל-31.8, 41.2 ו-51.6 חודשים מן העירוי הראשון, כולל תגובה מלאה אחת לפי קריטריוני הסריקה. המעקב הסתיים כאשר מטופל אחד עזב את המחקר; שני פרקי הזמן האחרים עדיין נמשכו בנקודת החיתוך. לניסוי לא הייתה קבוצת ביקורת, הוא לא תוכנן לבסס תועלת ואינו יכול להראות שטיפול תאי ה-T הניסיוני גרם לתוצאות האלה.

בדיקה מפוכחת

מה המאמר מראה: מוצר אישי של תאי T המכוון לשלושה חלבונים הקשורים לגידול יוצר במינון הראשון שתוכנן בניסוי או גבוה ממנו עבור 41 מתוך 48 מטופלים שדמם נאסף; 33 מתוך 51 שנתנו הסכמה קיבלו לפחות עירוי אחד. מודל סטטיסטי בחר מינון לבדיקה מאוחרת יותר. הניסוי תיעד את הבעיות הבריאותיות שהתרחשו ורשם שלושה פרקי זמן ארוכים ללא מחלה לאחר העירוי.

מה מבטיח אך לא מוכח: שתאי ה-T הניסיוניים תרמו לשליטה במחלה אצל חלק מן המטופלים, במיוחד אצל אלה שבתחילת הדרך היה להם מעט מאוד גידול נראה, ושלאחר בדיקה מבוקרת הם עשויים להפוך שימושיים קלינית.

מה הוא אינו מראה: שהטיפול ריפא שלושה ילדים; שהוא גרם לתגובה המלאה או לפרקי הזמן הממושכים; שהודגם שהתאים שהוזרמו ל-P41 זיהו את המטרות המתוכננות או נשארו בגוף; שהגישה עובדת בגידול גזע המוח האגרסיבי הזה; או שהטיפול זמין או בטוח באופן רחב.

המגבלות העיקריות: זה היה מחקר מוקדם של בטיחות ומינון שבו כולם ידעו איזה טיפול ניתן ואף אחד לא הוקצה באקראי לקבוצת השוואה; 33 מטופלים עם אבחנות שונות קיבלו עירוי; סימנים מוקדמים של תועלת לא היו השאלה הראשית; ההישרדות נמדדה מנקודות התחלה שונות בין הקבוצות; זרוע C כללה רק ארבעה מטופלים שקיבלו עירוי והשתמשה בכימותרפיה מדכאת-חיסון לפני העירוי; חלק מן המטופלים קיבלו טיפולים אחרים; שלושת המקרים החריגים לא התחילו עם אזור גידול שניתן למדוד באמינות בסריקות — ל-P41 עדיין הייתה מחלה נראית שהרופאים יכלו לעקוב אחריה, בעוד את P35 ו-P36 לא היה אפשר להעריך היטב מספיק כדי לסווג תגובה; ראיות מעבדתיות לא יכלו לקשר ישירות בין התאים שהוזרמו לתוצאות המאוחרות יותר; ואירוע קטלני אחד עמד בכלל החמור ביותר של הניסוי לרעילות.

כמה ביטחון צריך להיות לקורא כללי? ביטחון גבוה בממצאים הצרים לגבי ייצור הטיפול ומתן הטיפול ולגבי הבעיות הבריאותיות שנרשמו בקבוצה הזאת. ביטחון גבוה בכך ששלושת פרקי הזמן המתועדים התרחשו לאחר העירוי. ביטחון נמוך שטיפול תאי ה-T הניסיוני גרם לתוצאות האלה, משום שהניסוי לא תוכנן לענות על השאלה הזאת.

מקורות

Nature trial, 1 phase a tumors: system nervous central pediatric in cells T Multi-antigen-targeting al., et Gomez
(2026) 2481-2493 ,32 Medicine
<https://doi.org/10.1038/s41591-026-04449-9>
10.1038/s41591-026-04593-2 DOI ,(2026 July 22) Medicine Nature Correction, Author
<https://www.nature.com/articles/s41591-026-04593-2>
NCT03652545 ClinicalTrials.gov,
<https://clinicaltrials.gov/study/NCT03652545>