



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

Trije mladi bolniki so bili leta po prejemu eksperimentalnih celic T živi brez bolezni. Preskušanje faze I ne more pokazati, kaj je povzročilo te izide

ReMIND je 33 otrokom in mladim odraslim z možganskimi tumorji visokega tveganja infundiral v laboratoriju vzgojene celice T, izdelane iz njihove lastne krvi. Celice so razmnožili tako, da so se odzivale na tri proteine, ki so lahko prisotni v rakavih celicah. Trije bolniki so imeli intervale brez bolezni, daljše od 31,8, 41,2 in 51,6 meseca od prve infuzije, vključno z enim popolnim odzivom po merilih slikanja. V skupini z agresivnimi tumorji možganskega debla noben posnetek ni pokazal dovolj zmanjšanja ali izginotja za vnaprej določeni prag odziva. Isto zgodnje preskušanje varnosti in odmerka je zabeležilo eno smrt, ki je bila po pravilih dovolj resna, da je štela proti zviševanju odmerka. Brez primerjalne skupine študija ne more pokazati, ali so tri izide povzročile celice T.

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

Author Correction

Nature Medicine je 22. julija 2026 objavil Author Correction, ki je pojasnil besedilo izjave o konkurenčnih interesih. Tukaj uporabljamo popravljeni članek; klinični podatki in sklepi se niso spremenili.

[Author Correction →](#)

Trije mladi bolniki so bili leta po prejemu eksperimentalnih celic T živi brez bolezni. Preskušanje faze 1 ne more pokazati, kaj je povzročilo te izide

Več kot 31,8 meseca. Več kot 41,2 meseca. Več kot 51,6 meseca.

To so trije intervali brez bolezni, dokumentirani od prve infuzije eksperimentalnega zdravljenja s celicami T. Prvi je pripadal 14-letniku, pri katerem se je meduloblastom večkrat vrnil; opazovanje se je končalo, ko je bolnik zapustil študijo. Drugi je pripadal 8-letniku z redkim astroblastomom in je ob presečnem datumu članka še trajal. Tretji je pripadal 14-letniku s ponovitvijo glioblastoma in je prav tako še trajal.

Štetje mesecev lahko zveni klinično in oddaljeno. Tukaj je to edini pošten način, da človeško dejstvo ostane pred očmi. Članek nam ne pove, kakšna so bila ta leta. Pove pa, da so bili trije mladi bolniki z možganskimi tumorji visokega tveganja po prejemu celic živi brez dokumentirane bolezni obdobja, merjena v letih.

Ne pove pa nam, da so te izide **povzročile** celice.

Ta razlika je hrbtenica zgodbe. ReMIND je bil odprt, kar pomeni, da so družine in kliniki vedeli, katero zdravljenje je bilo dano. Prav tako ni bil randomiziran: ni bilo dodeljene primerjalne skupine. In šlo je za fazo 1, zgodnjo študijo, zasnovano predvsem za preverjanje, ali je mogoče večtarčne celice T izdelati, jih dati bolnikom in preučiti pri sprejemljivem odmerku — ne pa za preverjanje, ali izboljšujejo preživetje. Študija je zabeležila tri izjemne klinične zgodovine. Zabeležila pa je tudi, da v skupini z agresivnimi tumorji možganskega debela noben posnetek ni pokazal dovolj zmanjšanja ali izginotja tumorja, da bi dosegel vnaprej določeni prag odziva; dva morebiti z zdravljenjem povezana resna dogodka z otekanjem tumorja; ter en smrten dogodek, ki je bil po pravilih študije dovolj resen, da je štel proti nadaljnjemu zviševanju odmerka.

Leta so resnična. Pripis vzroka je negotov. Obe resnici sodita v glavno zgodbo.

Zdravljenje, izdelano iz krvi vsakega bolnika

Zdravljenje se imenuje **terapija TAA-T**, kar je okrajšava za celice T, specifične za antigene, povezane s tumorjem. Celice T so imunske celice, ki lahko prepoznajo določene molekularne fragmente. Raziskovalci so vsakemu udeležencu odvzeli kri in nato v laboratoriju gojili njegove lastne celice T, medtem ko so jih izpostavljali fragmentom treh proteinov, povezanih s tumorji: **WT1** (Wilms tumor 1), **PRAME** (preferentially expressed antigen in melanoma) in **survivin**, protein, vpleten v preživetje in delitev celic. Ti proteini so lahko prisotni v pediatričnih možganskih tumorjih in lahko imunskim celicam služijo kot smerokazi, vendar niso značilni izključno za raka.

To niso bile **celice CAR-T**, torej celice T, ki so gensko spremenjene tako, da nosijo laboratorijsko zasnovan receptor — nov senzor za izbrano tarčo. ReMIND je uporabil drugačen pristop: izbral in razmnožil je naravno prisotne celice T, ki so reagirale na tri tarče iz proteinskih fragmentov, brez genskega spreminjanja. Celice so preizkusili, zamrznili in jih pozneje dali v veno. Z usmerjanjem na tri tarče namesto na eno so raziskovalci želeli zmanjšati možnost, da bi tumor iz različnih vrst celic ušel zdravljenju, ker bi le nekatere celice nosile posamezno tarčo.

Kako se to razlikuje od CAR-T?

Pri izdelavi CAR-T celicam T dodajo nov, umetni receptor, da lahko neposredno prepoznajo izbrani označevalec. Pri izdelavi TAA-T receptorja ne dodajo. Namesto tega gojijo mešano populacijo nespremenjenih celic T, katerih obstoječi receptorji se odzivajo na proteinske fragmente, povezane z WT1, PRAME ali survivinom. To sta različna načina izdelave zdravljenja z imunskimi celicami; dokaz, da en pristop deluje pri določenem raku, se ne more samodejno prenesti na drugega.

To je verjetna strategija, ne dokazan klinični mehanizem. Preskušanje ni pokazalo, da so infundirane celice vstopile v določen tumor, tam vztrajale ali ga ubile. Primarna vprašanja so bila bolj osnovna: ali je mogoče izdelati uporaben pripravek, ali ga je mogoče dati bolniku, kateri odmerek naj se preizkuša naprej in katere toksičnosti se pojavijo?

ReMIND je v Children's National Hospital vključil tri skupine. **Skupina A** je vključevala na novo diagnosticirani **difuzni intrinzični pontinski gliom (DIPG)**, agresiven tumor, ki raste skozi pons, del možganskega debla, in ga je kirurško težko odstraniti. **Skupina B** je vključevala tumorje možganov in hrbtenjače zunaj možganskega debla, ki so se vrnili, se upirali zdravljenju ali napredovali. Nobena od teh skupin ni prejela limfodeplecije, kratkega poteka kemoterapije, ki pred infuzijo imunskih celic začasno zmanjša število nekaterih obstoječih imunskih celic v telesu. **Skupina C** je bila razširitev s štirimi bolniki s ponovljenimi tumorji zunaj možganskega debla in je dodala to kemoterapijo pred infuzijo z uporabo fludarabina in ciklofosfamida.

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 je imel tri skupine z različnimi boleznimi in različno uporabo kemoterapije pred infuzijo. V skupini A so preživetje merili od diagnoze; v skupinah B in C od prve infuzije TAA-T, zato ocen ni mogoče neposredno primerjati.

The Clean Paper CC BY 4.0

Enainpetdeset jih je privolilo; triintrideset jih je prejelo infuzijo

Število bolnikov se je na vsakem praktičnem koraku zmanjšalo.

Enainpetdeset bolnikov je privolilo v sodelovanje. Oseminštiridesetim so odvzeli kri. Pri 41 od teh 48, oziroma 85,4 %, so izdelali pripravek TAA-T pri prvem načrtovanem odmerku študije ali višjem. Triintrideset jih je prejelo vsaj eno infuzijo: 11 v skupini A, 18 v skupini B in 4 v skupini C.

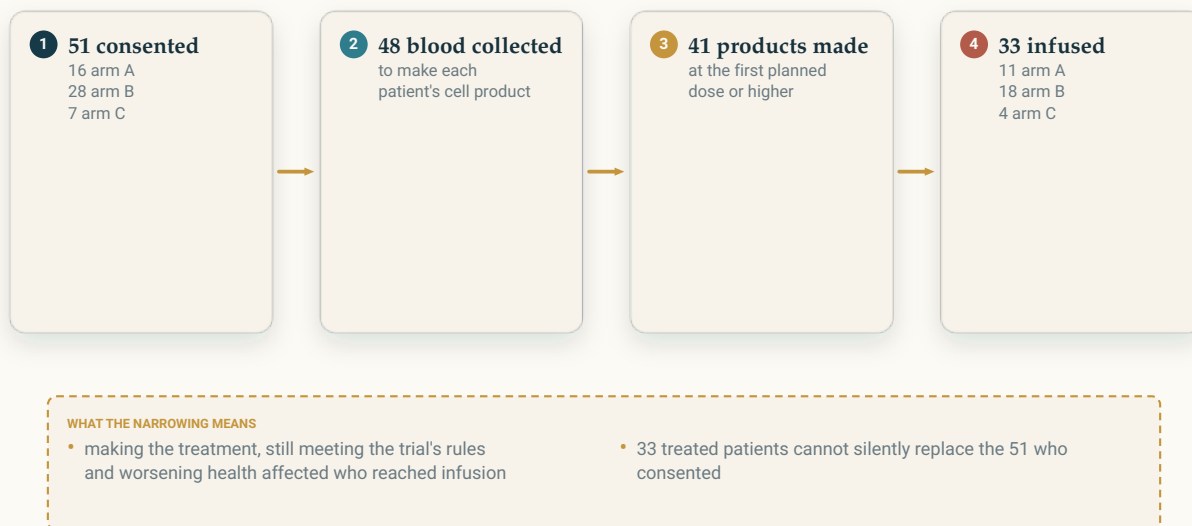
Nekateri bolniki so pred zdravljenjem postali neupravičeni do sodelovanja ali umrli. Sedem bolnikov, ki so jim odvzeli kri, ni doseglo uporabnega pripravka pri prvem načrtovanem odmerku: pri šestih se celice v laboratoriju niso dovolj namnožile, pri enem pa pripravek ni prestal zahtevanega preverjanja kakovosti. Devet bolnikov, pri katerih je bil prvi izplen nezadosten, so morali prerazporediti na nižji odmerek.

Postopek se je med študijo izboljšal. Po večjih odvzemih krvi in spremembah načina gojenja celic je vseh 14 bolnikov, ki so jim kri odvzeli po teh spremembah, dobilo vsaj en odmerek zdravljenja pri prvem načrtovanem odmerku študije ali višjem. To je resničen dokaz o sposobnosti izdelave

zdravljenja. Ni rezultat o izidu pri bolniku.

The treated group was smaller than the consented group

Every step tests whether the treatment can be made and delivered.



Original diagram - The Clean Paper - CC BY 4.0

Preskušanje se je začelo z 51 bolniki, ki so privolili, infuzijo pa jih je prejelo 33. Manjkajočih 18 je del dokazov: odvzem krvi, izdelava zdravljenja, nadaljnje izpolnjevanje pravil študije in poslabšanje zdravja so vsi vplivali na to, kdo je prišel do zdravljenja.

The Clean Paper CC BY 4.0

S statističnim modelom varnosti odmerka je študija izbrala cilj **80 milijonov celic na odmerek za vsak kvadratni meter ocenjene telesne površine (8×10^7 celic/m²)**. Telesna površina je klinična ocena celotne velikosti telesa, izračunana iz višine in teže; ne pomeni, da so zdravniki izmerili kos kože, možgane ali tumor. Onkološka in pediatrična preskušanja jo uporabljajo za prilagajanje načrtovanega odmerka bolnikom različnih velikosti — na primer bolnik z ocenjeno telesno površino 1,2 m² bi imel ciljni odmerek 96 milijonov celic za eno infuzijo. Model je odmerek 80 milijonov celic/m² označil tudi kot ocenjeno največjo tolerirano dozo — najvišji odmerek, za katerega se pričakuje, da bo ostal pod pragom nesprejemljive toksičnosti v študiji. Besedilo je pomembno: dejansko zdravljeni bolniki nikoli niso dosegli opazovane zgornje meje toksičnosti. To je bilo priporočilo za študijo faze 2, ki temelji na modelu, ne dokaz, da je odmerek na splošno varen.

Večina zabeleženih neželenih učinkov je bila blagih ali zmernih. En smrten dogodek je izpolnil pravilo za toksičnost, ki omejuje odmerke

Neželeni dogodek je vsaka zdravstvena težava, zabeležena med študijo; ni samodejno posledica zdravljenja. Stopnji 1 in 2 pomenita blag ali zmeren dogodek, stopnja 3 hudega, stopnja 4 življenjsko ogrožajočega in stopnja 5 smrt. V ReMIND je bilo 293 od 332 zabeleženih neželenih dogodkov, oziroma 88 %, stopnje 1 ali 2. Med pogostimi dogodki so bili glavobol, utrujenost ali letargija, slabost in bruhanje. Trije od 33 bolnikov, ki so prejeli infuzijo, so imeli dogodke stopnje 3 ali višje, ki so se pojavili ali poslabšali po zdravljenju in so bili ocenjeni kot vsaj morebiti povezani s terapijo TAA-T. Dva bolnika sta imela morebiti povezana resna dogodka z edemom — otekanjem v možganih, okoli njih ali v tumorju.

Eden od njiju je bil **P27**, bolnik z DIPG. Deset dni po infuziji se je pri P27 razvil hidrocefalus, nevarno kopičenje tekočine v možganih, skupaj z otekanjem tumorja in dihalno stisko. Stanje se ni izboljšalo niti potem, ko so zdravniki vstavili drenažno cevko, imenovano šant, in povečali zdravljenje s steroidi za zmanjšanje oteklina. Smrtni dogodek je bil razvrščen kot **toksičnost stopnje 5, ki omejuje odmerke**: po protokolu je bil dovolj resen, da je štel proti nadaljnjemu zviševanju odmerka.

Lastni varnostni zapis študije hkrati ohranja dve oceni vzročne povezanosti: dogodek je bil ocenjen kot morebiti povezan s terapijo TAA-T in verjetno povezan z osnovno boleznijo. Slikanje je bilo skladno z napredovanjem tumorja. Študija ne more izbrati enega samega vzroka in tudi članek o njej ga ne bi smel.

Smrt je sprožila začasno ustavitev vključevanja. Protokol so spremenili tako, da je zahteval daljše obdobje nevrološke stabilnosti in krajši interval med obsevanjem in prvo infuzijo. Nato so še pet bolnikov iz skupine A zdravili z enakimi ali višjimi načrtovanimi odmerki, ne da bi se pojavil nov dogodek, ki bi izpolnil pravilo za omejevanje odmerka.

Drugi resni dogodek se je zgodil pri **P42**, ki je imel napredujoč difuzni sredinski gliom v talamusu, globokem delu možganov. Šestnajst dni po infuziji je magnetnoresonančno slikanje (MRI) pokazalo otekanje možganov, ki so ga spremljali glavobol in drugi nevrološki simptomi. Po bevacizumabu, zdravilu, ki lahko zmanjša otekanje, povezano s tumorjem, so se simptomi vrnili na prejšnjo raven. Ta dogodek ni izpolnil pravila za toksičnost, ki omejuje odmerke.

Vsi štirje bolniki v skupini C so razvili začasne citopenije stopnje 3 — znižano število krvnih celic — ki so bile pričakovane zaradi kemoterapije pred infuzijo; ti dogodki so bili izključeni iz skupne varnostne analize TAA-T. Pri enem udeležencu v celotni študiji so naknadno ugotovili, da je izpolnjeval merila za blag sindrom sproščanja citokinov, sistemsko vnetno reakcijo, ki se lahko pojavi ob aktivaciji imunskih celic.

Umerjen sklep je, da je bilo zdravljenje TAA-T v tej majhni kohorti faze 1 na splošno sprejemljivo. Neomejena beseda **varno** bi izbrisala majhnost študije, dva resna dogodka z otekanjem in smrtno toksičnost, ki je omejila odmerke.

Kaj se je zgodilo v posameznih skupinah

Klinični populaciji morata ostati ločeni.

V skupini A, skupini z DIPG, je bilo mediano preživetje brez napredovanja — čas do poslabšanja tumorja ali smrti bolnika — **10,5 meseca od diagnoze**. Mediano celotno preživetje — čas, ko so bolniki ostali živi — je bilo **13,7 meseca od diagnoze**. Pri desetih bolnikih je bilo mogoče posnetke oceniti po vnaprej določenih pravilih protokola za odziv: šest jih je imelo stabilno bolezen, kar pomeni ne dovolj krčenja za odziv in ne dovolj rasti za napredovanje, štirje pa napredujočo bolezen. **Noben posnetek ni pokazal dovolj zmanjšanja ali izginotja, da bi dosegel vnaprej določeni prag študije za objektivni odziv.**

Skupini B in C sta združili več tumorjev zunaj možganskega debla, ki so se vrnili, se upirali zdravljenju ali napredovali, saj je bila skupina C premajhna za smiselno samostojno primerjavo. Tukaj se je preživetje štelo od **prve infuzije**, ne od diagnoze. Mediani čas do poslabšanja tumorja ali smrti je bil **5,0 meseca**, mediani čas preživetja pa **12,7 meseca**, oboje merjeno od infuzije. Teh ocen ni mogoče neposredno primerjati s številkami skupine A, ki se začnejo pri diagnozi.

Med desetimi bolniki v skupinah B in C z merljivo boleznijo — vsaj enim področjem tumorja, ki ga je bilo mogoče na posnetkih zanesljivo izmeriti — jih je pet imelo stabilno bolezen in pet napredujočo bolezen. Eden od petih, razvrščenih kot stabilna bolezen, P37, je imel več kot 90-odstotno zmanjšanje lezije, vendar se je njegovo stanje poslabšalo, preden bi drugi posnetek lahko potrdil rezultat. Delni odziv je zahteval dovolj zmanjšanja za preseganje vnaprej določenega praga protokola in poznejši potrditveni posnetek, zato protokol rezultata P37 ni razvrstil kot delni odziv.

Pet dodatnih bolnikov je imelo bolezen, ki ni bila merljiva, vendar jo je bilo še vedno mogoče ocenjevati: zdravniki so lahko na posnetkih presodili spremembo, vendar nobeno področje tumorja ni izpolnjevalo pogojev za zanesljivo merjenje velikosti. Njihovi najboljši odzivi so bili en popolni odziv, tri stabilne bolezni in ena napredujoča bolezen. Popolni odziv je pripadal P41. Po pravilih protokola za slikanje je »popolni odziv« pomenil, da je vidna netarčna bolezen izginila; ni pomenil dokaza o ozdravitvi. Prav tako ni šlo za zanesljivo odstotno zmanjšanje merljive tarčne lezije in zato ne sodi v skupino desetih bolnikov z merljivo boleznijo.

Kako radiologi razvrščajo odziv?

Pred zdravljenjem radiologi določijo »tarčne« lezije, ki so dovolj velike in jasne, da jih je mogoče večkrat zanesljivo meriti. Drugo vidno bolezen lahko spremljajo kot »netarčno« bolezen, ne da bi ji pripisali zanesljivo odstotno spremembo. Delni odziv zahteva dovolj zmanjšanja izmerjenih tarčnih lezij in navadno poznejši posnetek za potrditev. Popolni odziv zahteva izginotje po ustreznih merilih slikanja. Te oznake opisujejo posnetke ob določenih časih; same po sebi ne dokazujejo ozdravitve in ne pokažejo, katero zdravljenje je povzročilo spremembo.

Tri življenja, tri različne zgodbe o dokazih

Tri dolge intervale je najlažje napačno razumeti, kadar jih stisnemo v en stavek. Njihove zgodovine zdravljenja in omejitve meritev niso bile enake.

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

P41, P35 in P36 so imeli vsak dolg dokumentiran interval brez bolezni po prvi infuziji, vendar so se njihove predhodne terapije, poznejše terapije, merljivost bolezni ob začetku in stanje spremljanja razlikovali. Časovnice prikazujejo zaporedje, ne vzročnosti.

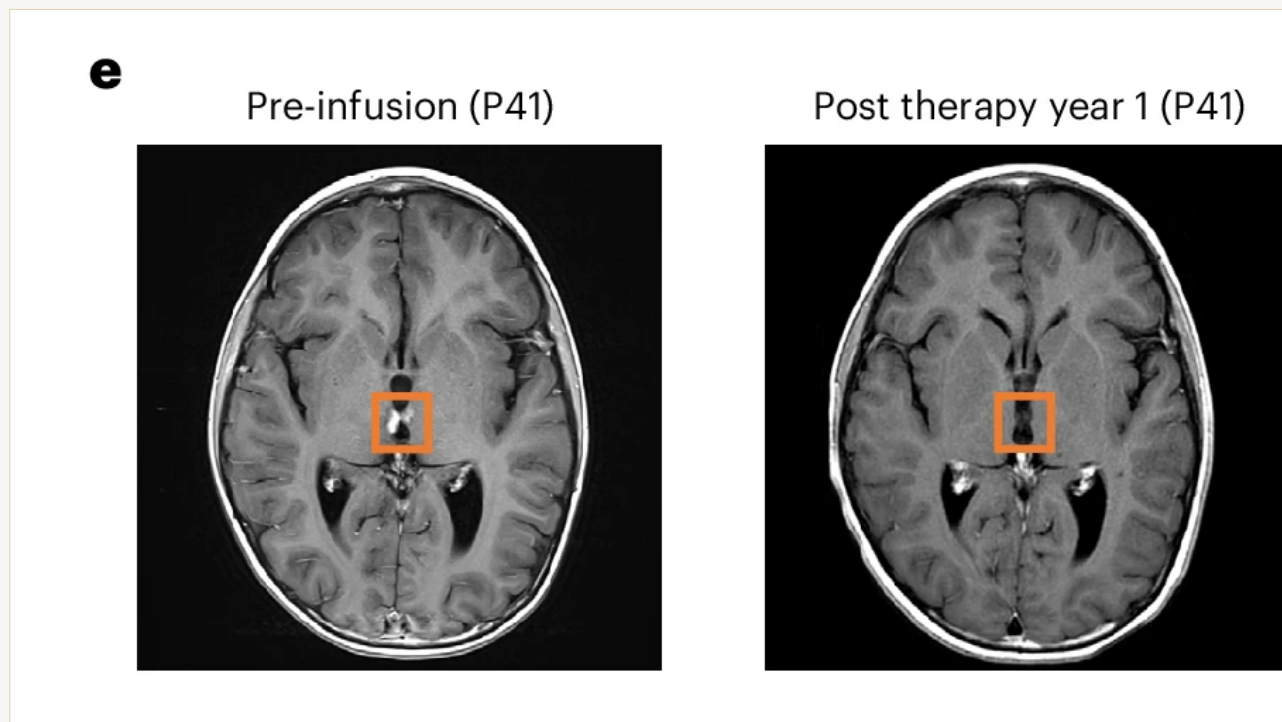
The Clean Paper CC BY 4.0

P41: popolni odziv s težavnim izhodiščem

P41 je v študijo vstopil pri 8 letih z **astroblastomom, ki se je vrnil in je nosil gensko prerazporeditev EWSR1-BEND2**, redko značilnost tumorja, pri kateri sta se združila dva gena. Tumor je zajemal tretji ventrikel, enega od prostorov, napolnjenih s tekočino, globoko v možganih. Otrok je preстал kirurško odstranitev in usmerjeno obsevanje, nato približno sedem mesecev pred TAA-T še drugo obsevanje ter nizkoodmerno kemoterapijo, zaključeno približno dva meseca pred infuzijo. P41 je vstopil v skupino C, prejel kemoterapijo za zmanjšanje imunskih celic pred infuzijo in nato tri infuzije TAA-T.

Po ponovnem specialističnem pregledu možganskih posnetkov je bila izhodiščna bolezen razvrščena kot **nemerljiva, vendar ocenljiva**: dovolj vidna za presojo, vendar ne primerna za zanesljivo merjenje velikosti. Približno eno leto po zadnji infuziji je izginotje netačne lezije podprlo avtorjevo razvrstitev

popolnega odziva na slikanju. Izvorni podatki kažejo interval brez bolezni, daljši od **41,2 meseca od prve infuzije**, ki je ob presečnem datumu 1. januarja 2026 še trajal.



Ti po kontrastu posneti T1-uteženi MRI-prikazi kažejo P41 pred infuzijo in eno leto po zadnji infuziji. Oranžni kvadrati, ki so jih dodali avtorji študije, označujejo območje, kjer je bila pred infuzijo prisotna kontrastno poudarjena lezija, po enem letu pa je ni bilo; avtorji so to razvrstili kot popolni odziv. Izginotje je resnično in spodbudno opažanje, vendar ta posamezni primer ne more povedati, kaj ga je povzročilo: izhodiščna bolezen P41 je bila ocenljiva, ne pa zanesljivo merljiva, otrok je pred TAA-T prejel ponovno obsevanje in kemoterapijo, odziv je bil zakasnen, študija pa ni imela kontrolne skupine.

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

To je najbolj presenetljivo opažanje študije in hkrati njena najkrhkejša vzročna zgodba. Naravni potek tumorja ni dobro opredeljen. Količino živega tumorja ob začetku je bilo težko potrditi. Pred celicami sta prišla ponovno obsevanje in kemoterapija. Odziv je bil zakasnen in kontrolne skupine ni bilo.

Tudi imunski dokazi te vrzeli ne zaprejo. Študija je uporabila **test ELISpot**, laboratorijski preizkus, ki zaznava signale, ki jih sproščajo posamezne celice T ob odzivu na izbrano tarčo. Izdelane celice P41 so bile po prvotnih analiznih pravilih študije negativne. Pozitiven rezultat se je pojavil šele pri manj strogi ponovni analizi in je bil pozneje odstranjen zaradi skrbi glede lažno pozitivnega rezultata; plošča za test je bila počena, možno je bilo puščanje in priprava za ponovitev testa ni ostalo. Raziskovalci infundiranih celic prav tako niso mogli slediti po njihovih edinstvenih »prstnih odtisih« receptorjev celic T, imenovanih **klonotipi**. Priprava ni ostalo, da bi določili, kateri prstni odtisi so pripadali infuziji, poznejši mešani vzorci imunskih celic iz krvi pa so bili uporabljeni le v široki analizi, ne za neposredno primerjavo pripravke-kri. Razpoložljivi vzorci zato niso mogli neposredno dokazati dolgotrajnega vztrajanja ali razmnoževanja celic iz infuzijskega pripravka.

Kaj lahko pokažejo ti imunski testi?

ELISpot sprašuje, ali celice T v laboratoriju sprostijo signal, ko so izpostavljene izbrani tarči. Sledenje po prstnih odtisih receptorjev sprašuje, ali je mogoče iste družine celic T, ki jih najdemo v infuzijskem pripravku, pozneje najti in izmeriti v krvi ali tkivu. Prepričljiv rezultat bi lahko podprl verigo od prepoznavne tarče do vztrajanja celic, vendar še vedno ne bi dokazal, da so celice povzročile klinični odziv. Tukaj so tehnične težave in manjkajoči ujemaajoči se vzorci pustili nepopolno celo to podporno verigo.

Študija torej ni dokazala, da so infundirane celice P41 prepoznale predvidene tarče, ostale v telesu ali povzročile popolni odziv.

P35: več kot 31,8 meseca, nato se je spremljanje končalo

P35 je v študijo vstopil pri 14 letih z meduloblastomom stopnje 4, visokogradusnim možganskim rakom, ki je bil prvič diagnosticiran pri 7 letih. Do vključitve se je bolezen vrnila trikrat, bolnik pa je prejel **17 zdravljenj, usmerjenih proti bolezni**.

Po TAA-T članek poroča o dolgotrajni stabilnosti na posnetkih brez dodatnega protitumorskega zdravljenja. Izvorni podatki dokumentirajo interval brez bolezni, daljši od **31,8 meseca od prve infuzije**. Takrat je P35 zapustil študijo. V statistiki študije je bilo opazovanje **cenzurirano**: spremljanje se je tam končalo, brez predpostavke o tem, kaj se je zgodilo pozneje. Interval se ne sme podaljšati do končnega presečnega datuma članka.

Ob izhodišču bolezni ni bilo mogoče zanesljivo meriti ali dovolj dobro oceniti na posnetkih, da bi lahko razvrstili odziv. Obsežna zgodovina zdravljenja in odsotnost randomiziranega primerjalnega bolnika oziroma skupine onemogočata pripis intervala enemu posegu.

P36: operacija in kemoterapija prej, tarčno zdravljenje pozneje

P36 je v študijo vstopil pri 14 letih s pediatričnim glioblastomom, ki se je vrnil po napredovanju med standardno kemoterapijo in obsevanjem ter eksperimentalnim **zaviralcem PARP**, zdravilom, namenjenim blokiranju ene od poti, po katerih tumorske celice popravljajo poškodovano DNK. Tumor je napredoval približno tri mesece pred prvo infuzijo; pred TAA-T sta sledili ponovna operacija in kemoterapija s temozolomidom.

Med aktivnim zdravljenjem TAA-T ni bilo druge terapije, usmerjene proti bolezni, vendar je P36 po zadnji infuziji sedem mesecev prejel **zaviralec CDK4/6**, tarčno zdravilo, zasnovano za upočasnitev delitve celic. Izvorni podatki dokumentirajo interval brez bolezni, daljši od **51,6 meseca od prve infuzije**, ki je ob presečnem datumu študije še trajal.

Ta interval je najdaljši od treh. Hkrati je umeščen v zaporedje, ki vsebuje operacijo, kemoterapijo, TAA-T in poznejše tarčno zdravljenje. Preskušanje njihovih učinkov ne more ločiti.

Zakaj »po tem« ne more postati »zaradi tega«

Te klinične vinjete so pomembne prav zato, ker njihove omejitve ostanejo tik ob njih.

ReMIND ni bil randomiziran, ni imel sočasne kontrolne skupine in ni bil dovolj velik niti zasnovan za preverjanje, ali zdravljenje deluje. Skupini B in C sta združili različne diagnoze, količine bolezni, predhodna zdravljenja in pričakovane poteke bolezni; združevanje je bila opisna odločitev, sprejeta po tem, ko so raziskovalci že videli podatke. Skupina C je dodala kemoterapijo za znižanje imunskih celic pred infuzijo, skupina B pa ne. Nekateri bolniki so po TAA-T prejeli dodatno zdravljenje. Pri ljudeh, ki so ostali brez napredovanja, je bilo na začetku vidnega zelo malo tumorja, kar lahko samo po sebi vpliva na izid.

ClinicalTrials.gov in članek sodelovanje štejeta različno. Register trenutno navaja 33 ljudi kot vključene in svojo glavno varnostno mero osredotoča na prvih 42 dni. Članek in protokol začneta z 51 ljudmi, ki so privolili, poročata o 33, ki so prejeli infuzijo, ter kot glavna vprašanja opišeta varnost, ali je zdravljenje mogoče izdelati in dati bolniku ter kateri odmerek naj gre naprej. Ta članek uporablja definicije iz znanstvenega članka in protokola, namesto da bi združil oba sistema štetja.

Nobena od teh omejitev treh intervalov ne naredi nepomembnih. Določajo pa, kakšno težo lahko ti dokazi nosijo.

Rezultat je **predhodni signal**: razlog za preizkus strategije v študiji, zasnovani za ocenjevanje koristi, z jasnejšimi biološkimi meritvami in primerjalno skupino, ki lahko loči učinek zdravljenja od izbora bolnikov, časovnega poteka in druge oskrbe. Ni dokaz, da so bile tri otroke pozdravile celice T. Ni dokaz, da so celice prečkale krvno-možgansko pregrado — zaščitno mejo med krožečo krvjo in možganskim tkivom — in ubile tumorje. In to ni zdravljenje, ki bi ga družine trenutno lahko zahtevale zunaj raziskovalnega okolja.

Kaj sledi

Praktično vprašanje ReMIND — ali je zdravljenje mogoče izdelati in dati? — zahteva dve števili. Pripravek TAA-T pri prvem načrtovanem odmerku študije ali višjem je bil izdelan za 41 od 48 bolnikov, ki so jim odvzeli kri, medtem ko je 33 od 51 bolnikov, ki so privolili, prejelo vsaj eno infuzijo. Tudi postopek izdelave zdravljenja se je med študijo izboljšal. Klinične zgodovine upravičujejo nadaljnje delo, toda naslednja študija mora zastaviti drugačno vprašanje.

Raziskovalci bodo morali ugotoviti, ali celice zanesljivo prepoznajo predvidene tarče, kam potujejo, kako dolgo vztrajajo in ali so izidi boljši v primerjavi z drugo oskrbo. Za opis redkih škodljivih učinkov bodo potrebne tudi večje študije. Prihodnje preskušanje, zasnovano za preverjanje koristi, mora ohraniti razlike, ki jih ta študija faze 1 ni mogla razrešiti: tip tumorja, količina bolezni, kemoterapija pred infuzijo, predhodno zdravljenje in zdravljenje po njej.

Za družine, ki se soočajo s pediatričnimi možganskimi tumorji, negotovost ni isto kot praznina. Trije dolgi intervali so lahko vredni pozornosti, ne da bi jih spremenili v obljubo. Najbolj spoštljiva oblika upanja je tista, ki pove resnico o tem, koliko še ne vemo.

Uredniška opomba: česa številke ne morejo nositi

Naravno je želeli, da bi se ta zgodba končala z ozdravitvijo vsakega otroka. Ne konča se tako. ReMIND je potekal pri boleznih, pri katerih se družine lahko znajdejo pred strašnimi odločitvami, kliniki pa morajo ukrepati, ne da bi vedeli, ali bo eksperimentalno zdravljenje pomagalo, ne bo imelo učinka ali bo škodovalo.

Študija je zabeležila dolge intervale brez bolezni. Zabeležila je tudi hude neželene dogodke in smrt P27. Raziskovalci so ta smrtni dogodek ocenili kot morebiti povezan s TAA-T in verjetno povezan z osnovno boleznijo; slikanje je bilo skladno z napredovanjem. Te negotovosti za nazaj ni mogoče razrešiti in je ne smemo spreminjati v krivdo.

Koda P27 varuje otrokovo zasebnost. Ne sme pa otroka narediti abstraktnega. Za vsako številko bolnika je bil mlad človek, družina, ki je pod pritiskom sprejemala odločitve, in klinična ekipa, odgovorna za oskrbo v okoliščinah, kjer nobena možnost ni prihajala z gotovostjo. Sodelovanje nikogar od njih ni obvezovalo k ustvarjanju upanja polnega ali »junaškega« izida, smrt pa ne postane sprejemljiva cena zgolj zato, ker se lahko prihodnje raziskave iz nje nekaj naučijo.

Medicinski napredek ne nastaja samo z zdravljenji, ki ozdravijo. Študija faze 1 lahko ugotovi tudi, kaj je mogoče izdelati in dati bolniku, določi odmerke za nadaljnje preizkušanje, pokaže, kateri škodljivi učinki zahtevajo pozornost, in nakaže, kako je treba spremeniti protokol. To znanje ne odtehta trpljenja. Ustvarja obveznost, da se o njem poroča pošteno, da se uporabi za varnejše poznejše študije in da se spomnimo ljudi, ki so ga omogočili.

Kratek povzetek

ReMIND je bil zgodnji preizkus faze 1 celic T, vzgojenih iz lastne krvi vsakega udeleženca in v laboratoriju razmnoženih tako, da so reagirale na tri proteine, ki so lahko prisotni v rakavih celicah. Od 51 otrok in mladih odraslih z možganskimi ali hrbtenjačnimi tumorji visokega tveganja, ki so privolili, so 48 odvzeli kri, za 41 so izdelali pripravek pri prvem načrtovanem odmerku ali višjem, 33 pa jih je prejelo vsaj eno infuzijo. Večina zabeleženih zdravstvenih težav je bila blagih ali zmernih, vendar so trije bolniki po infuziji imeli hude ali hujše dogodke, ocenjene kot vsaj morebiti povezane; dva sta imela morebiti povezana resna dogodka z otekanjem možganov ali tumorja, med njima eno smrt, ki je izpolnila pravilo študije za omejevanje odmerka. V skupini z agresivnimi tumorji možganskega debela noben posnetek ni pokazal dovolj zmanjšanja ali izginotja, da bi dosegel vnaprej določeni prag odziva. V skupinah z tumorji zunaj možganskega debela so trije mladi bolniki imeli intervale brez bolezni, daljše od 31,8, 41,2 in 51,6 meseca od prve infuzije, vključno z enim popolnim odzivom po merilih slikanja. Pri enem bolniku se je spremljanje končalo, ko je zapustil študijo; druga dva intervala sta ob presečnem datumu še trajala. Preskušanje ni imelo kontrolne skupine, ni bilo zasnovano za dokaz koristi in ne more pokazati, da je te izide povzročila eksperimentalna terapija s celicami T.

Preverjanje brez olepševanja

Kaj članek pokaže: Personalizirani pripravek celic T, usmerjen proti trem proteinom, povezanim s tumorjem, je bil pri prvem načrtovanem odmerku študije ali višjem izdelan za 41 od 48 bolnikov, ki so jim odvzeli kri; 33 od 51 bolnikov, ki so privolili, je prejelo vsaj eno infuzijo. Statistični model je izbral odmerek za poznejše preizkušanje. Preskušanje je dokumentiralo zdravstvene težave, ki so se pojavile, in tri dolge intervale brez bolezni po infuziji.

Kaj je obetavno, vendar nedokazano: Da so eksperimentalne celice T pri nekaterih bolnikih prispevale k nadzoru bolezni, zlasti pri tistih, ki so imeli na začetku zelo malo vidnega tumorja, in da bi lahko po nadzorovanem preizkušanju postale klinično uporabne.

Česa ne pokaže: Da je zdravljenje pozdravilo tri otroke; da je povzročilo popolni odziv ali dolge intervale; da je bilo dokazano, da infundirane celice P41 prepoznajo predvidene tarče ali ostanejo v telesu; da pristop deluje pri tem agresivnem tumorju možganskega debela; ali da je zdravljenje dostopno oziroma na splošno varno.

Glavne omejitve: To je bila zgodnja študija varnosti in odmerka, v kateri so vsi vedeli, katero zdravljenje je bilo dano, nihče pa ni bil naključno razporejen v primerjalno skupino; infuzijo je prejelo 33 bolnikov z različnimi diagnozami; zgodnji znaki koristi niso bili glavno vprašanje; preživetje so med skupinami merili od različnih izhodišč; skupina C je imela le štiri bolnike z infuzijo in je uporabljala kemoterapijo za znižanje imunskih celic pred infuzijo; nekateri bolniki so prejeli druge terapije; trije izjemni primeri niso začeli s področjem tumorja, ki bi ga bilo mogoče zanesljivo meriti na posnetkih – P41 je še imel vidno bolezen, ki so jo zdravniki lahko spremljali, P35 in P36 pa nista bila dovolj dobro ocenljiva za razvrstitev odziva; laboratorijski dokazi niso mogli neposredno povezati infundiranih celic s poznejšimi izidi; en smrtni dogodek pa je izpolnil najstrožje pravilo študije glede toksičnosti.

Koliko zaupanja naj ima splošni bralec? Veliko zaupanja v ozke ugotovitve o izdelavi in dajanju zdravljenja ter zdravstvenih težavah, zabeleženih v tej skupini. Veliko zaupanja, da so se trije dokumentirani intervali zgodili po infuziji. Malo zaupanja, da jih je povzročila eksperimentalna terapija s celicami T, ker preskušanje ni bilo zasnovano za odgovor na to vprašanje.

Viri

Gomez et al., Multi-antigen-targeting T cells in pediatric central nervous system tumors: a phase 1 trial, *Nature Medicine* 32, 2481-2493 (2026)

<https://doi.org/10.1038/s41591-026-04449-9>

Author Correction, *Nature Medicine* (22 July 2026), DOI 10.1038/s41591-026-04593-2

<https://www.nature.com/articles/s41591-026-04593-2>

ClinicalTrials.gov, NCT03652545

<https://clinicaltrials.gov/study/NCT03652545>