



The CLEAN PAPER

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

Àwọn eku engineering jogún resistance Lyme, wọn sì dá fífún tick ní àkóràn dúró — proof of concept yàrá, kì í ẹ̀se ìtúsílẹ̀ igbó

Àwọn olùṣẹ̀wádùí fí gene antibody anti-Lyme sínú eku ilé, tí wọn sì jogún rẹ̀ fún ọ̀pọ̀ iran; nígbà tí tick tó ní àkóràn já wọn, kódà eku ẹ̀dà kan kọ̀ àkóràn, wọn sì fẹ́rẹ́e dá fífún bacterium sí tick tuntun dúró. Ó jẹ́ proof of principle fún “heritable immunization” ti reservoir species — tí a ẹ̀se nínú eku ilé yàrá, kì í ẹ̀se eku ẹ̀sẹ̀-funfun igbó tó n tan Lyme gidi, láìsí ìtúsílẹ̀ pápá, nígbà tí ecology, regulation àti ethics sì sí sílẹ̀. Kì í ẹ̀se gene drive, kì í sì ẹ̀se “a ti yanjú Lyme.”

Written by Lucio Vaglio · Cross-checked by Laura Nesso · Edited by Michele Renda · Figures by Laura Nesso
· AI-assisted, human-reviewed

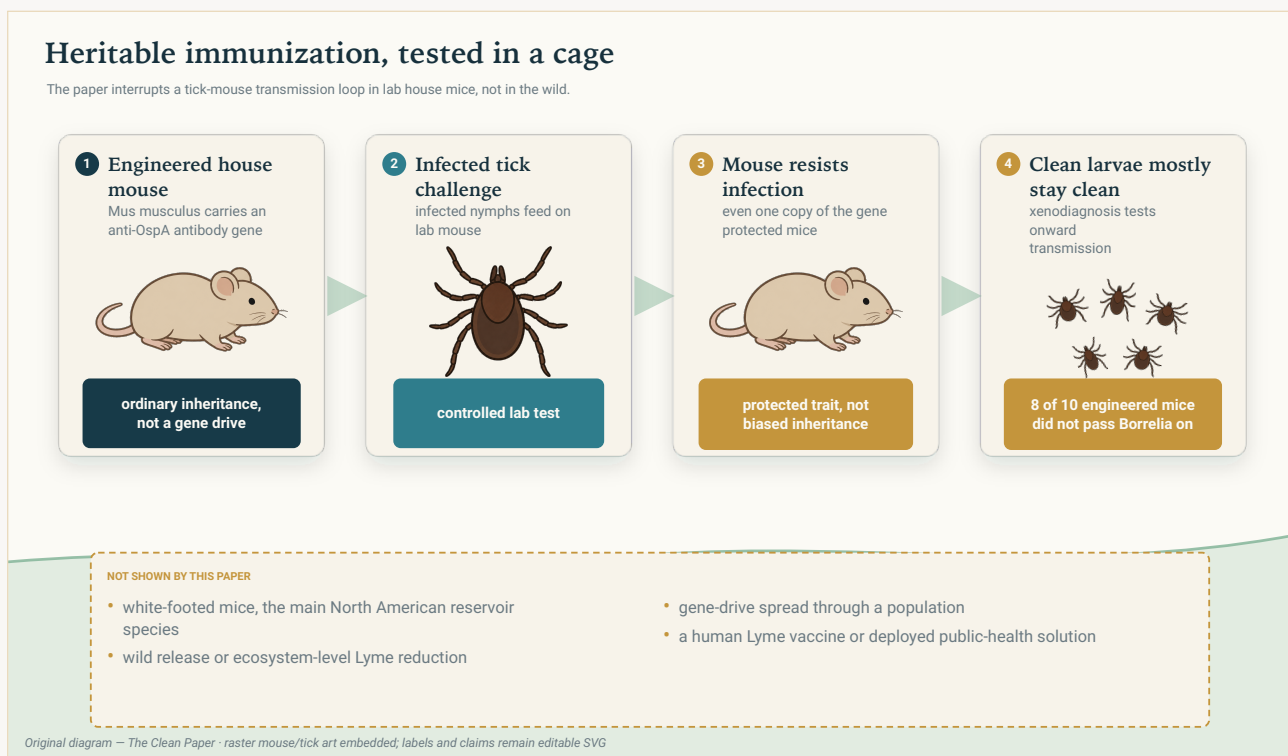
Paper: *Heritable immunization of mice against Lyme disease enables ecological disease prevention*, Joanna Buchthal et al.; Kevin M. Esvelt (corresponding author), Nature Communications (2026, accepted manuscript / article in press — not the final copyedited version) · DOI: 10.1038/s41467-026-71757-6

Bíba ìyípo kan jẹ dípò títójú aláìsàn kan

Àrùn Lyme ni àrùn tí tick n gbé tó wópò jù lọ ní United States, ọ̀nà tí a sì sáà fi n bá a jà jẹ ti ẹnì kòòkan: sàyèwò ara fún tick, fà wọn kúrò, lo antibiotic bí ibi tí ó ti jáni bá di àléébù tó dà bí ojú akọ málúù. Sùgbón bacterium tó n fa Lyme, *Borrelia burgdorferi*, kò gbé inú wa ní tòótó. Ọ̀nà tí kò já sí ibi kankan ni àwa jẹ fún un. Ilé gidi rẹ̀ jẹ ìyípo tó n lọ láàárín tick àti àwọn ẹranko ọmú kékeré inú igbó — ní etíkun ilà-òòrùn US, ní pàtàkì eku ẹ̀sẹ-funfun. Tick kan máa n gba bacterium nípa jíjẹ eku tó ní àkóràn, ó máa n gbé e bí ó ẹ̀ n dàgbà, ó sì máa n fi fún eku tó kàn — tàbí, nípasẹ̀ àṣìṣe, fún ènìyàn. Eku ni ibi ipamọ̀; tick ni abẹ̀rẹ̀; àwa jẹ ẹnì tó dúró légbẹ̀e tí abẹ̀rẹ̀ máa n gún lẹ̀kòòkan.

Nítorí nàà, ọ̀nà mǐràn wà láti ronú nípa ìṣòro nàà. Dípò títójú ènìyàn lẹ̀kòòkan léyìn jíjẹ tick, kí ló máa ẹ̀lẹ̀ bí a bá lè mú kí eku ní àjẹsára — kí wọn sì ní i láti iran dé iran, láifún ẹranko kòòkan ní vaccine pẹ̀lú ọ̀wọ̀? Èrò tí iwé yìí dán wò nìyẹn, ó sì ní agbára àìdára kan tó n fà á lọ sí àkólé nípa “eku GMO,” “gene drive,” àti “fífún ẹranko inú igbó ní vaccine.” Ohun tí iwé nàà sọ ní tòótó tòóró sí i, ó sọra sí i, àti — bí o bá bìkítà nípa bí a ẹ̀ gbọ̀dọ̀ fi ẹ̀rí mú irú igbésẹ̀ bẹ̀e kí ẹ̀nikẹ̀ni tó tú ohunkóhun síta — ó n fúnni ní ìtúnú ju àwọn àkólé nàà lọ.

Èrò nàà ní orúkọ: *heritable immunization* — kíko ìtónìsọ̀nà fún antibody tààrà sínú genome ẹranko, kí a bí ẹranko nàà nígbà tí ó ti n ẹ̀ ẹ̀, kí ó sì fi agbára nàà fún àwọn ọ̀mọ̀ rẹ̀. A ní láti fún ẹnì kòòkan ní vaccine, léraléra. Gene tí a lè jogún lè kojá nípasẹ̀ ìbísí lasán — láìsí ẹ̀nikẹ̀ni tó máa fún iran tuntun kòòkan ní vaccine pẹ̀lú ọ̀wọ̀.



Ìdánwò nàà dá ìyípo transmission yàrá kan dúró: eku ilé tí a ẹ̀ engineering rẹ̀ kọ àkóràn, ọ̀pọ̀ wọn kò sì fi *Borrelia* fún tick larval mímọ̀. Kò dán itúsílẹ̀ sínú igbó, gene drive, tàbí idínkù Lyme ká gbogbo ecosystem wò.

Original diagram — The Clean Paper CC BY 4.0

Ohun tí àwọn ònkòwé ẹ

Wọn bèrè pèlú antibody ààbò kan tí a mò. *Borrelia* ní surface protein kan tí a n pè ní OspA, antibody tó dojú kọ OspA sì ní oḡbón tó wúlò: ní ilànà àtíjọ, tick tó jẹ eku tí ó ní àjẹsára máa n gbe antibody náà mi pèlú èjẹ, ó sì lè ṣiṣẹ́ lórí bacterium *nínú tick*, kí a tó fi wọn fún ẹranko m̀íràn. Ní ọrọ̀ m̀í, ibi tí a fẹ́ dojú kọ ni ififúnni láàárín tick àti eku — kì í ẹ eku nìkan lẹ́yìn tí ó ti ní àkóràn.

Àwọn ònkòwé mú ọkan nínú antibody bèrè (tí a n pè ní LA-2), wọn sì ẹ engineering eku ilé — *Mus musculus* yàrá lasán — láti ẹ é láti inú DNA tiwọn. Mímú èyí ṣiṣẹ́ gba ìgbìyànjú mélòó kan; àwòrán àkókó tí ó n ẹ antibody nínú ẹdò nìkan ẹ é ní iye tí kò tó láti dáàbò bo eku. Èdà tó ṣiṣẹ́ tún antibody náà ẹ sí fọ̀mù single-chain kékeré, tó dúró ṣinṣin, ó so ó mó protein èjẹ kan (albumin) kí ó lè pẹ, ó sì fi í sí ibi “safe harbour” kan tí a mó dáadàa nínú genome, kí ó lè máa ẹ é ní gbogbo ìgbà, ní gbogbo ìran.

Lẹ́yìn náà, wọn dán ohun m̀éta wò lẹ́ṣẹ́ṣẹ́: bóyá a máa n *jogún* antibody náà ní ìgbékẹ̀lé; bóyá àwọn eku tí a ẹ engineering rẹ *kọ àkóràn* nígbà tí tick tó ru *Borrelia* já wọn; àti — apá tó ẹ pàtàkì fún àrùn náà lápapọ̀ — bóyá tick mímó tó jẹ lára àwọn eku yẹn dúró ní mímó, tàbí ó gba bacterium náà. Ìdánwò tó kẹ́yìn yẹn, jìjẹ kí tick larval tí kò ní àkóràn jẹ, kí a sì ṣàyèwò wọn lẹ́yìn náà, ni ọ̀nà láti bèrè bóyá a ti dá *iyípo transmission* fúnra rẹ dúró.

Ohun tí wọn rí

Wọn jogún antibody náà ní ìdúróṣinṣin fún ọ̀pọ̀ ìran. Àwòrán tó ṣiṣẹ́ ẹ ǹnkan bí ìlọ̀pọ̀ ẹgbẹ̀rún antibody ju èyí tó kùnà lọ, ní ìpele tó dúró ṣinṣin kojá ó kéré tán ìran m̀éfà — eku tó ní èdà gene méjì ẹ ǹnkan bí ìlọ̀pọ̀ méjì ti eku tó ní èdà kan. Kò sí ìyàtò láti ẹranko kan sí ọ̀míràn tó ti ba ìgbìyànjú àkókó jẹ.

Àwọn eku kọ àkóràn — kódà pèlú èdà gene kan ṣoṣo. Nígbà tí tick tó ní *Borrelia* já wọn, àwọn eku tó ní èdà méjì àti èdà kan fi ìdínkù tó ní statistical significance hàn nínú àwọn àmì àkóràn ní ifiwéra pèlú eku lasán. Àwọn eku èdà méjì ní ààbò tó lágbára, ṣùgbón ààbò nínú eku èdà kan (heterozygous) ni èsì tó ní àbájáde tó jìnnà jù, fún ìdí kan tí a ó padà sí.

Wọn fẹ́rẹ́ dá fifún bacterium síwájú dúró. Nínú ìdánwò ecology pàtàkì, wọn jẹ kí tick larval mímó jẹ lára àwọn eku tí a ẹ engineering rẹ tí wọn ti mòmò fún ní challenge pèlú ọ̀pọ̀ tick tó ní àkóràn. Nínú ìdánwò yẹn, 8 nínú eku 10 tí a ẹ engineering rẹ jáde lání àkóràn rára, wọn kò sì gbín bacterium sínú ìran tick tó tẹ́lé, ní ifiwéra pèlú 1 nínú eku lasán 10 — ìyàtò tó ní significance gíga. A n dá iyípo náà dúró nínú cage. (Èyí jẹ èsì controlled challenge, kì í ẹ ọ̀ṣùwọn iye tí Lyme yòò dín kù nínú ìgbò gidi.)

Ìyàlẹ̀nu olóòtítọ̀ kan nípa mechanism. Ní ìyàtọ̀ sí ìṣẹ̀ anti-OspA àtíjọ̀, antibody tí a ṣe engineering rẹ̀ dáàbò bo eku sùgbọ̀n kò dà bí ẹnì pé ó pa bacterium rẹ̀ nínú àwọn tick tó ti jẹ. Nítorí náà, antibody náà ní dí transmission lówọ̀ nípasẹ̀ ọ̀nà kan tí àwọn ònkòwé kò lè dá mọ̀ pátápátá — binding dà bí ohun tó tó, sùgbọ̀n ọ̀nà gangan ni a fi sílẹ̀ fún ìwádìí sí i.

Ohun tí èyí ṣeé ṣe kí ó túmọ̀ sí

Èrò àkọlẹ̀ náà — pé a lè kọ̀ resistance tó pẹ̀ sínú genome ẹranko reservoir, kí a sì já ìyípo transmission àrùn — dúró nínú yàrá, nínú eku yìí.

Àlàyé kékeré kan sì nínú ìdín ẹ̀dà itàn tó nínú bani lẹ̀rù jù lọ̀ kù. *Gene drive* jẹ̀ genetic system tí a ṣe engineering rẹ̀ láti yi inheritance sí ẹ̀gbẹ̀ kan, kí gene tí a yàn lè tàn nínú population yára ju ìbísí lasán lọ — kódà bí kò bá fún ẹranko ní ànfààní kankan. Èyí ni ohun tó mú drive lágbára, tó sì mú un nira láti ṣàkóso tàbí pè padà lẹ̀yìn ìtúsílẹ̀. Ìṣẹ̀ yìí kò lo irú nńkan bẹ̀. Nítorí pé ẹ̀dà antibody gene *kan* soṣo ti dáàbò bo eku, àwọn ònkòwé jiyàn pé ìbísí lasán àti ìtúsílẹ̀ tó dojú kọ̀ ibi pátò lè, ní principle, gbé e dé ìpele tó wúlò láifipá mú un kọ́já population — wọn sì sọ ní kedere pé èyí kì í ṣe gene drive. Àríyànjíyàn ni, kì í ṣe ìfihàn; sùgbọ̀n èsì ẹ̀dà kan náà ni ohun tó jẹ̀ kí wọn lè jiyàn bẹ̀, ó sì mú ọ̀nà náà rọ̀rùn púpọ̀ láti ṣàkóso ju ohun tí ọ̀pọ̀ ènìyàn nínú rọ̀ lọ.

Kí ló dé tí a kò fi lo gene drive?

Gene drive kì í ṣe ohun kan náà pẹ̀lú dominant gene. *Dominant* jẹ̀ nípa ipa — ẹ̀dà kan tó láti fi trait hàn, gégé bí antibody gene ṣe rí nínú-ín. *Drive* jẹ̀ nípa inheritance: ó nínú ṣe àyípadà odds kí a lè fi gene fún púpọ̀ jù ìdájì àwọn ọ̀mọ ẹranko lọ. Ẹ̀dà engineering àtíjọ̀, CRISPR “homing” drive, ru scissors molecule tó nínú gé ibi tó bá a mu lórí chromosome kejì; sẹ̀lẹ̀ náà nínú tún ibi tí a gé ṣe nípa dídà drive kọ́já, kí ẹranko tó nínú ẹ̀dà kan lè fi í fún fẹ̀rẹ́ gbogbo ọ̀mọ̀ rẹ̀. Bí a bá tú irú drive bẹ̀ sínú igbó, ó lè gba gbogbo population láti ìbẹ̀rẹ̀ kékeré — ó lágbára, ó sì nira gan-an láti pè padà. (Nature ti dá ọ̀nà múnà láti tan òfin àádọ́ta-àádọ́ta jẹ, sùgbọ̀n principle náà jẹ̀ kan náà.)

Kí ló dé tí èyí fi ṣe pàtàkì nínú-ín? Nítorí pé ònkòwé àgbà ìwé náà, Kevin Esvelt, jẹ̀ ọ̀kan lára àwọn olùṣewádìí tó ṣe ìrànlowọ̀ láti dá gene drive sílẹ̀ — pẹ̀lú àwọn ẹ̀dà “daisy-chain” tó ní ààbò sí i, tó sì nínú dá ara rẹ̀ dúró, tí a ṣe láti *má tàn láisí ṣàkóso*. Ó mọ̀ tool náà dáadàa, nínú ìṣẹ̀ yìí ó sì mọ̀mọ̀ kọ̀ láti lò ó: ààbò náà wà lórí gene lasán tí a lè jogún, tí a máa tàn — bí ó bá ṣẹ̀lẹ̀ láé — nípasẹ̀ ìbísí lasán àti ìtúsílẹ̀ ibi pátò, kì í ṣe drive. Ẹ̀kọ̀ dákéjẹ̀ nìyẹn, tó níyelórí ju èsì náà lọ: nínú tool tó lágbára kì í ṣe àṣẹ̀ láti lò ó ní gbogbo ibi.

Ohun tí èyí kò fi hàn

- Ó wà nínú **eku tí kò tọ̀, pẹ̀lú imọ̀mọ̀**. A ṣe ìṣẹ̀ náà nínú eku ilé yàrá (*Mus musculus*), kì í ṣe eku ẹ̀ṣẹ̀-funfun (*Peromyscus leucopus*) tó nínú pa Lyme mọ̀ ká etíkun ilà-oòrùn US. Àwọn

ònkòwé ti bèrè sí í dá tool sílẹ̀ fún *Peromyscus*, sùgbón a **kò** tũ kọ gene ààbò nàà sínú species tó ẹ̀ pàtàkì.

- Ó wà nínú **yàrá**, kì í ẹ̀ pàpá. Kò sí eku tí a ẹ̀ engineering rẹ̀ tí a tú síta. Àwọn iye tí ẹ̀ranko lè san nínú survival tàbí ìbísí, tí kò fara hàn nínú cage, lè fara hàn nínú igbó.
- Ó jẹ́ **proof of concept**, kì í ẹ̀ ojútùú. Ààbò nàà lágbára sùgbón kò pé (eku 8 nínú 10 ló dí transmission lówó nínú challenge), “a pa Lyme rẹ̀” kò sì sí núbikíbi nínú ìwé nàà.
- A **kò lóye mechanism nàà pátápátá** — antibody ẹ̀sẹ̀, sùgbón kì í ẹ̀ nípasẹ̀ ọ̀nà tí ìwádìí àtíjọ retí.
- **Kì í ẹ̀ gene drive**, kò sì sọ pé ọ̀nà nì.
- Ìtúsilẹ̀ ẹ̀ranko ọ̀mú tí a ẹ̀ engineering rẹ̀ sínú igbó kò ní **àpẹẹrẹ regulatory kankan**. Ìsírò ewu ecology, governance, àti ìfowósí àwọn àwùjọ tí yóò gbé pẹ̀lú rẹ̀ kò tũ yanjú rára — àwọn ònkòwé sọ bèbẹ̀ ní gbangba.

Báwo ni ẹ̀rí nàà ẹ̀ lágbára tó?

Pín in sí méjì, nítorí apá méjèjì kò fẹ̀sẹ̀ múlẹ̀ bákan nàà.

- **Èsì yàrá nàà fẹ̀sẹ̀ múlẹ̀.** Antibody tó dúró ẹ̀sẹ̀, tí a lè jogún kojá ìran méfà; ààbò lòdì sí àkóràn tó ní statistical significance; ìdínkù transmission síwájú tó ní statistical significance, tí a wọn ní ọ̀nà tó nira, nípa jíjẹ́ kí tick mímọ̀ jẹ́. Ọ̀pọ̀ ìdánwò òmìnira tó sí ọ̀nà kan nàà.
- **Fífo láti ibẹ̀ sí ayé gidi kò tũ fidí múlẹ̀ rára.** Species m̀íràn, survival nínú igbó, ecology tó díjù pẹ̀lú ọ̀pọ̀ reservoir host, release strategy, àti regulation gbogbo rẹ̀ — kò sí èyíkẹ̀yí tó jẹ́ dátà nínú ìwé yí, àwọn ònkòwé sì fi hàn gégé bí ẹ̀sẹ̀ tó sì wà níwájú, nígbà tí ètò field trial tí àwùjọ́ nì darí ẹ̀sẹ̀ bèrè gan-an.

Àkíyèsí ìtọ́jú ilé kan ní ẹ̀mí kan nàà: a ka èyí láti inú *accepted manuscript* tí a ẹ̀ peer review rẹ̀ (“article in press”), kì í ẹ̀ èdà ìkẹ̀yìn tí a ti copyedit. Àwọn èsì structure lókè kò yẹ́ kí ó yí padà, sùgbón a ó tún àwọn nọ́nbà nàà wò pẹ̀lú ìwé ìkẹ̀yìn kí èyí tó lọ síwájú.

Ìdí tí ó fi ẹ̀ pàtàkì

Ọ̀pọ̀ ọ̀nà tí a fi nì bá àrùn tí vector nì gbé jà jẹ́ ìdáhùn tí kò ní ọ̀pín: sokiri, lé e kúrò, ẹ̀yẹ̀wò, tọ́jú, tún ẹ̀, gbogbo àsìkò ọ̀dún, títí láé. Èyí jẹ́ àwòrán ohun tó yàtò — ẹ̀ ìgbésẹ̀ lẹ̀ẹ̀kan nínú animal reservoir, kí inheritance sì ẹ̀ ẹ̀sẹ̀ ìtọ́jú. Bí a bá ẹ̀ é nínú eku ẹ̀sẹ̀-funfun, tí a sì fi hàn pé ó ní ààbò, ó sì munadoko nínú pàpá, ó lè, ní principle, dín ìpele abẹ̀lẹ̀ Lyme nínú ibi kan kù dípò kíkàn dáàbò bo ẹ̀ni kòòkan nínú rẹ̀.

“Ní principle” yẹ̀n nì ru ẹ̀rù púpọ̀, ìwé nàà sì jẹ́ olóótítọ̀ nípa rẹ̀. Ohun tó níyelórí gidi níhìn-ín kì í ẹ̀ ìwòsàn; ó jẹ́ ìfihàn tó sọ́ra pé heritable immunization lè ẹ̀sẹ̀, ó sì lè dá transmission dúró — tí a mọ̀mọ̀ kọ̀ ní fọ̀mù tí a lè ẹ̀kóso, tí kì í ẹ̀ gene drive, pẹ̀lú àwọn ìbéèrè tó nira jù (species tó tọ̀, pàpá gbangba, ethics ìtúsilẹ̀ ìyè tí a ẹ̀ engineering rẹ̀) tí a dárúkọ̀, tí a sì fi sílẹ̀ láìyanjú

dípò fifowó pa wón rẹ.

Àkótán mímó

Àrùn Lyme ní yípo láàárín tick àti eku reservoir; ènìyàn kan kó wọ inú rẹ lẹ̀ẹ̀kòòkan. Àwọn olùṣewádíí ẹ̀ẹ̀ engineering eku ilé yàrá láti pèsè, láti inú genome tiwọn, antibody lòdì sí surface protein OspA ti *Borrelia* — antibody tó ní dá bacterium dúró nínú tick tó ní jẹ. Àwọn eku náà jogún agbára yìí ní ìdúróṣinṣin fún ó kéré tán ìran méfà; nígbà tí tick tó ní àkóràn já wọn, wọn kọ àkóràn, kódà pẹ̀lú ẹ̀dà gene kan soṣo, ọ̀pọ̀ wọn (8 nínú 10, ní ifiwéra pẹ̀lú 1 nínú eku lasán 10) sì dá fifún bacterium sí tick tuntun dúró, tí ó já iyípo transmission yàrá. Ohun tó ẹ̀ pàtàkì ni pé ààbò ẹ̀dà kan tùmọ̀ sí pé ọ̀nà náà **kò** nílò gene drive tó ní tan ara rẹ. Şùgbọ̀n a ẹ̀ èyí nínú eku ilé yàrá, kì í ẹ̀ eku ẹ̀ṣẹ̀-funfun tó ní tan Lyme ní North America; kò sí itúsílẹ̀ pápá; a kò lóye mechanism náà pátápátá; ecology, regulation àti ethics itúsílẹ̀ ẹ̀ranko ọ̀mú tí a ẹ̀ engineering rẹ̀ kò tū yanjú rára. Ó jẹ proof of concept tó ọ̀rọ̀ fún “heritable immunization” ti reservoir species — kì í ẹ̀ gene drive, kì í sì ẹ̀ “a ti yanjú Lyme.”

Àyèwò láìsí ọ̀rọ̀ asán

Ohun tí ìwé náà fi hàn: Eku ilé yàrá (*Mus musculus*) tí a ẹ̀ engineering rẹ̀ láti express antibody anti-OspA (LA-2, gégé bí single-chain–albumin fusion láti safe-harbour locus) jogún rẹ̀ ní ìdúróṣinṣin fún ≥ 6 ìran, kọ àkóràn *Borrelia* nígbà tick challenge (ó ní significance kódà nínú heterozygote ẹ̀dà kan), wọn sì fẹ̀rẹ́ dá fifún bacterium sí tick mímó dúró (eku engineering 8 nínú 10 tí a fún ní challenge kò fi transmission hàn ní ifiwéra pẹ̀lú control 1 nínú 10; ó ní significance). Ààbò ẹ̀dà kan tùmọ̀ sí pé gene drive kò ẹ̀ dandan kí ọ̀nà náà lè ẹ̀ṣẹ̀.

Ohun tó ẹ̀ ẹ̀ gbà şùgbọ̀n tí a kò fidí rẹ̀ múlẹ̀: Mechanism gangan tí antibody fi ní dí transmission lówó (kò pa bacterium rẹ̀ nínú tick tó ti ní àkóràn, ní iyàtò sí ẹ̀ṣẹ̀ anti-OspA àtijọ̀); pé construct kan náà yóò ẹ̀ṣẹ̀, a ó sì jogún rẹ̀ ní ìdúróṣinṣin nínú eku ẹ̀ṣẹ̀-funfun.

Ohun tí kò fi hàn: Ohunkóhun nínú igbó tàbí nínú reservoir species gidì; ipa lóri gbogbo population tàbí ecosystem; pé a lè pa Lyme rẹ̀; pé itúsílẹ̀ ẹ̀ranko ọ̀mú engineering ní ààbò, munadoko, tàbí pé a lè gba á láàyè; gene drive (òdìkẹ̀jì ní — wọn sọ ní kedere pé kì í ẹ̀ bẹ̀).

Àwọn ààlà pàtàkì: A ẹ̀ é nínú *Mus musculus* yàrá, kì í ẹ̀ *Peromyscus leucopus* igbó; yàrá nikan, kò sí itúsílẹ̀ pápá; ìdíwò transmission lágbára şùgbọ̀n kò pé (8 nínú 10); mechanism kò ẹ̀ kedere; àwọn ibèèrè ecology, regulatory àti ethics nípa itúsílẹ̀ kò tū yanjú; a ka accepted manuscript nígbà tí a ní dúró de ẹ̀dà ìkẹ̀yìn.

Ìgbẹ̀kẹ̀lẹ̀ mélòò ní olùkà gbogboogbo yẹ kí ó ní? Ìgbẹ̀kẹ̀lẹ̀ gíga pé, nínú yàrá, àwọn eku engineering jogún resistance Lyme, wọn sì já transmission yà, àti pé èyí mọ̀mọ̀ **kì í ẹ̀** gene drive. Ìgbẹ̀kẹ̀lẹ̀ gíga pé èyí **kì í ẹ̀** ojútúú tí a ti fi sílò, **kì í sì ẹ̀** “a ti yanjú Lyme.” Ìgbẹ̀kẹ̀lẹ̀ kékeré lóri bóyá àti bí ó ẹ̀ lè ẹ̀ṣẹ̀ nínú igbó, èyí tó jẹ gbogbo apá kẹ̀jì tí kò tū parí. Ìdúró tó yẹ: proof of

concept tó ọ́ọ́ra, tó ní ìrètí, nípa yíyí reservoir padà dípò aláìsàn — pẹ̀lú àwọn ìbéèrè tó nira jù tí ó ẹ̀ wà níwájú, tí a sì dárúkọ ní òtítọ́.

Àwọn orísun

Nature Communications (2026), open access CC BY 4.0

<https://doi.org/10.1038/s41467-026-71757-6>

Associated dataset (Mendeley Data)

<https://doi.org/10.17632/wh65sf47bs.3>