The CLEAN PAPER

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

አንድ ሞዴል ከሞላ ጎደል ሁሉንም በሂደት የሚጨምሩ የእርጅና ሂደቶች አስወገደ። የሶማቲክ ሚውቴሽኖች ግን የሐሳብ ሙከራውን አቆሙት

ሞዴሉ ሰዎች እስከ194 ዓመት ሊኖሩ ይችላሉ አይልም። መሠረታዊ የሞት አደጋን በ30 ዓመት ዕድሜ ደረጃ ቋሚ ያደርጋል፣ ከሞላ ጎደል ሁሉንም ሌሎች በሂደት የሚጨምሩ የእርጅና ሜካኒዝሞች ያስወግዳል፣ እና በአራት የሞዴል ቲሹዎች ውስጥ በሚውቴሽን የሚነሳ የሴል መጥፋት መቼ መሰናከል እንደሚያመጣ ይጠይቃል። ትልልቆቹ ቁጥሮቹ በሁኔታ የተገደቡ ውጤቶች ናቸው፣ ሊደረስባቸው የሚችሉ ዕድሜዎች ወይም የሕክምና ትንበያዎች አይደሉም።

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

Paper: *Somatic mutations impose an entropic upper bound on human lifespan*, Evgeniy Efimov, Vlad Fedotov, Leonid Malaev, Ekaterina E. Khrameeva & Dmitrii Kriukov, npj Aging (2026), article in press · DOI: 10.1038/s41514-026-00421-6

አንድ ሞዴል ከሞላ ጎደል ሁሉንም በሂደት የሚጨምሩ የእርጅና ሂደቶች አስወገደ። የሶማቲክ ሚውቴሽኖች ግን የሐሳብ ሙከራውን አቆሙት

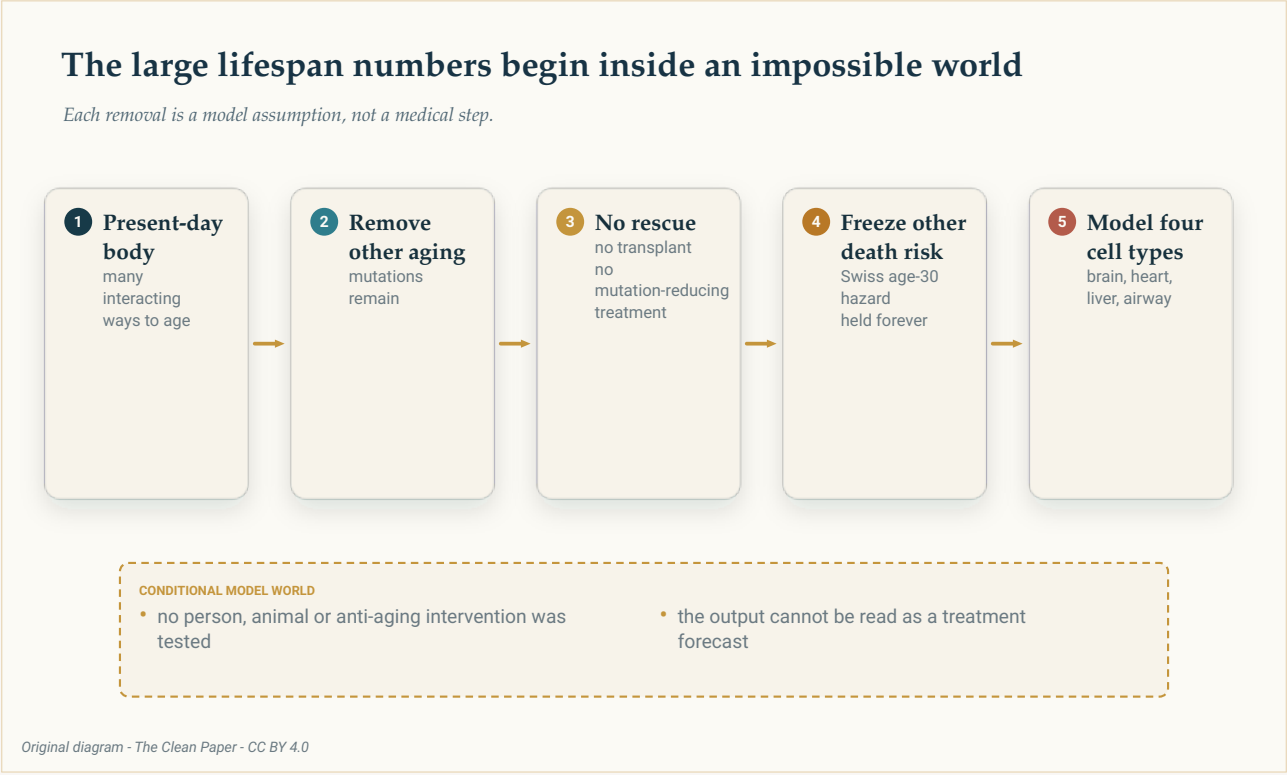
ከሞላ ጎደል ሁሉም የምናውቃቸው የእርጅና ሂደቶች የተዘጉበትን የሰው አካል አስቡ። የደም ሥሮች በሂደት አይበላሹም። ፕሮቲኖች ጥራታቸውን ቀስ በቀስ አያጡም። እብጠት፣ ካንሰርና ከዕድሜ ጋር የሚያድጉ ሌሎች እክሎች በዕድሜ አይጨምሩም። ምንም ኦርጋን አይተከልም፣ እና በሴሎች ውስጥ የDNA ለውጦች መከማቸትን የሚያዘገይ ሕክምናም የለም።

ከዚያ ቀጥሎ ምን ይበላሻል?

አዲስ የኮምፒውተር ሞዴሊንግ ጥናት የሒሳብ የሕዝብ-መኖር ኩርባዎችን በአራት ቲሹዎች ውስጥ በሚውቴሽን የሚነሳ የሴል መጥፋት የኮምፒውተር ማስመሰያዎች ጋር ያጣምራል። አንድ በሁኔታ የተገደበ መልስ ይሰጣል፡- ከጎጂ **ሶማቲክ ሚውቴሽኖች** በኋላ ቀስ በቀስ የሚከሰት የሴል መጥፋት በመጨረሻ የሚገድብ ነጥብ ሊሆን ይችላል፣ በተለይ በአንጎልና በልብ። ሶማቲክ ሚውቴሽን ማለት አንድ የአካል ሴል በሕይወት ዘመን የሚያገኘው የDNA ለውጥ ነው። በእንቁላል ወይም በዘር ፍሬ አይወረስም፣ እና ከእነዚህ ለውጦች አብዛኞቹ ሴሉን አይገድሉም ወይም በሽታ አያመጡም።

በጥናቱ ውስጥ በጣም በቀላሉ ሊጠቀስ የሚችለው ውጤት በአራት ቲሹዎች ውስጥ ያሉ እክሎች እርስ በርሳቸው እንዴት እንዲያያዙ በተፈቀደላቸው መሠረት **146 እስከ 194 ዓመት** የሚሆን የሞዴል መካከለኛ የሕይወት ዘመን ነው። ግን ይህ ዛሬ ሰዎች ምን ያህል ሊኖሩ እንደሚችሉ ግምት አይደለም። የአንድ ሕክምና የተተነበየ ውጤትም አይደለም። ምንም ሰው፣ እንስሳ ወይም የእርጅና-መከላከያ ሕክምና አልተፈተነም።

ቁጥሩ በፈቃድ በተገነባ የማይቻል ዓለም ውስጥ ነው የሚኖረው። ያንን ዓለም መረዳት ራሱ ውጤቱ ነው።



ሞዴሉ በሚውቴሽን የሚነሳ የሴል መጥፋት ምን እንደሚያደርግ ከመጠየቁ በፊት ከሞላ ጎደል ሁሉንም በሂደት የሚጨምሩ የእርጅና

ሂደቶች ያስወግዳል። ይህ በሁኔታ የተገደበ የሞዴል ዓለም ነው፣ የሕክምና እቅድ አይደለም።

The Clean Paper CC BY 4.0

መጀመሪያ፣ ሊባል የሚችለውን ያህል የማያረጅ ሕዝብ ይገንቡ

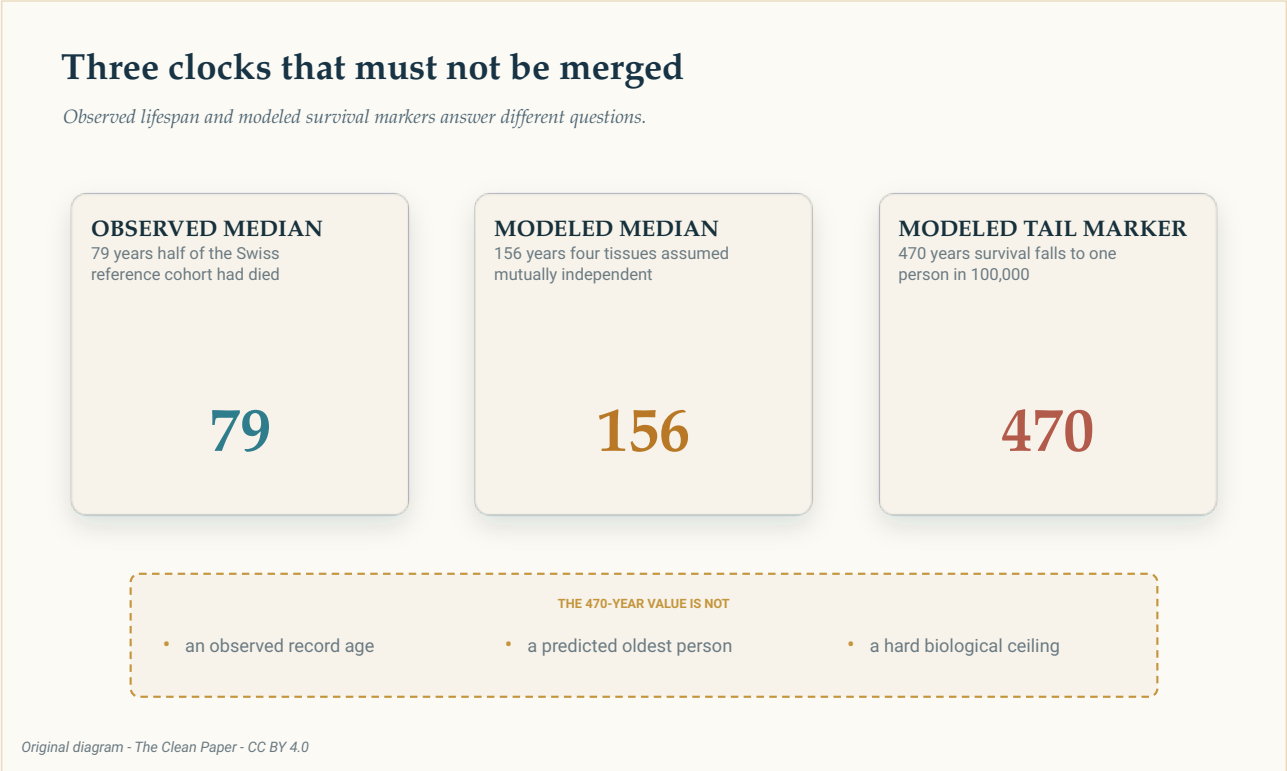
ደራሲዎቹ ከስዊዘርላንድ የሞት መረጃ ጀመሩ። ዓመታዊ የሞት አደጋን በ30 ዓመት ዕድሜ አካባቢ በሚለካው ደረጃ በቋሚነት አቆሙት፣ ከዚያም ያንን ዝቅተኛ አደጋ ለዘላለም ቋሚ አድርገው ያዙት። በእውነተኛ ሕይወት የሞት አደጋ ከዕድሜ ጋር በፍጥነት ይጨምራል። በዚህ መነሻ ሞዴል ግን አይጨምርም።

ይህ የተቀለለ ሕዝብ እንኳን በ**መሠረታዊ የሞት አደጋ** ሰዎችን ያጣል፡- ይህ በሞዴሉ ከሚታየው የሚውቴሽን ሂደት ውጭ ያሉ ሁሉንም የሞት ምክንያቶች ይይዛል። ግን ያ አደጋ ፈጽሞ ስለማይጨምር ሒሳቡ ወደ እጅግ ረጅም ጊዜዎች ይዘረጋል። በሞዴሉ ውስጥ የቀረው መካከለኛ የሕይወት ዘመን **1,759 ዓመት** ነው። ከመነሻው 100,000 ሰዎች አንድ ሰው ብቻ የሚቀርበት ነጥብ **29,221 ዓመት** ላይ ይደርሳል።

ሁለቱም ቁጥሮች ባዮሎጂያዊ የይገባኛል ጥያቄ አይደሉም። በወጣት አዋቂዎች ያለ ዝቅተኛ ዓመታዊ አደጋ ያለ መጨረሻ ሲዘረጋ ምን እንደሚከሰት ያሳያሉ።

ጥናቱ አንድ ላይ መዋሃድ የሌለባቸውን በርካታ “ሰዓቶች” ይጠቀማል፡-

- በስዊዘርላንድ ማጣቀሻ ሕዝብ ውስጥ የታየው **መካከለኛ ዕድሜ** 79 ዓመት ነበር።
- ጥናቱ የተጠቀመው የሰው የረጅም ዕድሜ ሪከርድ 122 ዓመት ነበር።
- **የሞዴል መካከለኛ** ማለት የተስመሰለው ሕዝብ ግማሹ የሞተበት ጊዜ ነው።
- ጥናቱ የሚጠራው የሞዴል **ከፍተኛ ዕድሜ** ሊኖር የሚችለው በጣም አረጋዊ ሰው ዕድሜ አይደለም። መኖር ወደ 0.001% የሚወርድበት፣ ወይም ከጀመሩ 100,000 ሰዎች አንድ ሰው የሚቀርበት ጊዜ ነው።



የታየ የሕይወት ዘመን፣ የሞዴል መካከለኛ እና የሞዴል ከ100,000 አንድ ሰው የሚቀርበት ምልክት የተለያዩ ጥያቄዎችን ይመልሳሉ። 470 ዓመት ምልክቱ የተተነበየ የሪከርድ ዕድሜ ወይም ጠንካራ ባዮሎጂያዊ ጣሪያ አይደለም።

The Clean Paper CC BY 4.0

> **ከ100,000 አንድ ሰው መቅረትን ለምን "ከፍተኛ" ይሉታል?**
>
> ለስላሳ የመኖር ኩርባ ያለው ማስመሰያ በፍጹም ወደ ዜሮ ላይደርስ ይችላል። ስለዚህ ደራሲዎቹ በጣም ትንሽ የቀረ ክፍል፣ 0.001%፣ እንደ የሥራ ማብቂያ መረጡ። ይህ የተለያዩ የሞዴል ሩጫዎችን በወጥነት ለማነጻጸር ያስችላል። ባዮሎጂ በዚያ ዕድሜ ግድግዳ አለው ማለት አይደለም፣ ሊኖር የሚችለውን በጣም አረጋዊ ግለሰብም አይለይም።

በቀላሉ ራሳቸውን መተካት የማይችሉ ሴሎች ቀደም ብለው የሚገድቡ ይሆናሉ

ቀጣዩ ሞዴል በሚውቴሽን የሚነሳ የሴል መጥፋትን ይጨምራል። አንድ ሚውቴሽን ለሴል ገዳይ ተብሎ የሚቆጠረው ሴሉን ከሥራ ውጭ ለማድረግ በቂ አስፈላጊ የጂኔቲክ ቁስ ሲጎዳ ብቻ ነው። ይህ የሚከሰትበት ዕድል እርግጠኛ አይደለም፣ እና ለእያንዳንዱ ሴል በቀጥታ ከመለካት ይልቅ በሞዴል ይወከላል።

ደራሲዎቹ በመጀመሪያ ሁለት የ**ከመከፋፈል በኋላ ያሉ ሴሎች** ሕዝቦችን ተመለከቱ፡- እነዚህ በመከፋፈል በመደበኛነት የማይተኩ የበሰሉ ሴሎች ናቸው። ምሳሌዎቻቸው የኮርቴክስ ነርቭ ሴሎች እና የልብ ጡንቻ ሴሎች፣ ልብን እንዲመታ የሚያደርጉ የጡንቻ ሴሎች፣ ነበሩ።

የነርቭ ሴል መጥፋት በተቀመጠው መሠረታዊ አደጋ ላይ ሲጨመር፣ የሞዴሉ ሕዝብ በ194 **ዓመት** መካከለኛ እና በ557

ዓመት ከ100,000 አንድ ሰው ምልክት ላይ ደረሰ። የልብ ጡንቻ ሴል መጥፋት ሲጨመር፣ እነዚህ ዋጋዎች 208 ዓመት እና 868 ዓመት ነበሩ። መሠረታዊ ሞት ከመጨመሩ በፊት የኦርጋን-ብቻ መካከለኛ የመሰናከል ጊዜዎች 198 እና 212 ዓመት ገደማ ነበሩ።

እነዚህ ውጤቶች እውነተኛ አንጎል ወይም ልብ ውስጥ የመቁጠሪያ ሰዓት አለ ብለው አያሳዩም። በዚህ ሞዴል ውስጥ፣ ከሞላ ጎደል ሁሉም ሌሎች በሂደት የሚባባሱ ችግሮች ከተወገዱ በኋላ፣ በመደበኛነት ትንሽ የመተካት አቅም ካላቸው የሴል ሕዝቦች ሴሎችን ማጣት ቋሚው መሠረታዊ አደጋ በራሱ ከሚሆነው በጣም ቀደም ብሎ አስፈላጊ ይሆናል ይላሉ።

መተካት ሒሳቡን ይቀይራል

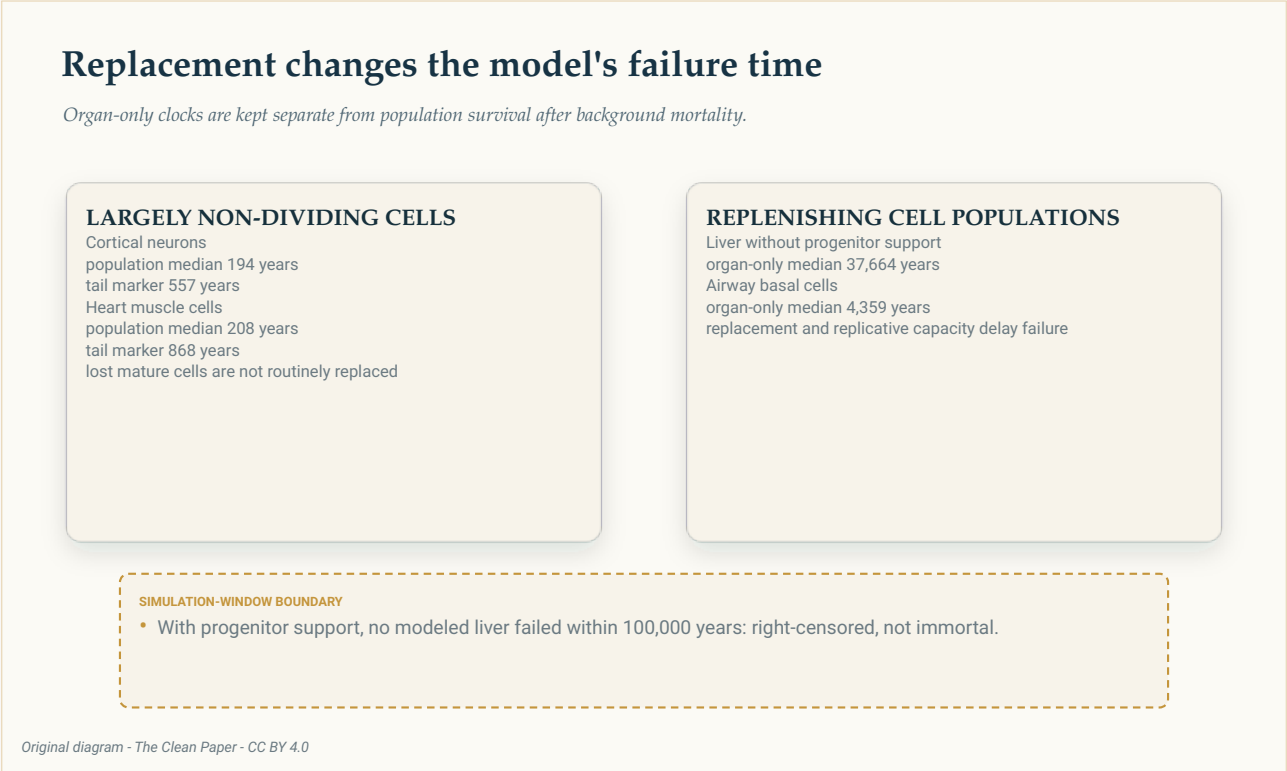
የሚከፋፈሉ ቲሹዎች የጠፉ ሴሎችን መተካት ስለሚችሉ የተለየ ባህሪ አላቸው።

ከቀዳሚ ሴል ሕዝብ ድጋፍ ውጭ ለጉበት ሴሎች፣ የሞዴሉ መካከለኛ የኦርጋን-መሰናከል ጊዜ 37,664 ዓመት ነበር። ነገር ግን ቋሚው መሠረታዊ አደጋ ከተጨመረ በኋላ የሕዝብ መካከለኛ ዕድሜ ወደ 1,755 ዓመት ተመለሰ፣ ይህም የማያረጅ መነሻ ሞዴል ጋር ቅርብ ነው። በሚውቴሽን የሚነሳው የጉበት መሰናከል እጅግ ዘግይቶ ስለሚከሰት የመሠረታዊ ሞቶች ቀድመው ተቆጣጠሩ።

ሞዴሉ ጉበትን ሴሎችን ማደስ የሚችል ቀዳሚ ሴል ሕዝብ ሲሰጠው፣ በ100,000 ዓመት መስኮት ውስጥ ምንም የተስመሰለ ጉበት የመሰናከል ገደቡን አልደረሰም። ይህ የማይሞት ጉበት አይደለም። በቀኝ የተገደበ ውጤት ነው፡- የሞዴል መሰናከል ከመከሰቱ በፊት ምልከታው ተጠናቀቀ።

የመተንፈሻ መንገድ ሽፋንን ለማደስ የሚረዱ የመተንፈሻ መንገድ መሠረታዊ ሴሎች የሞዴል መካከለኛ የኦርጋን-መሰናከል ጊዜ 4,359 ዓመት እና የኦርጋን-ብቻ ከ100,000 አንድ ሰው ምልክት 7,617 ዓመት ላይ ደረሱ። መሠረታዊ ሞት ከተጨመረ በኋላ መካከለኛው 1,755 ዓመት ገደማ ነበር፣ የጅራት ምልክቱም 7,132 ዓመት ነበር።

እነዚህ ሺዎች ዓመታት ስለ ሳንባ ወይም ጉበት ትንበያዎች አይደሉም። እውነተኛ ቲሹዎች በዚህ ቀላል ሞዴል ውስጥ ያልገቡ እብጠት፣ ፋይብሮሲስ፣ የደም ሥር ጉዳት፣ ካንሰር፣ ኢንፌክሽን እና ከሌሎች ኦርጋኖች ጋር ግንኙነቶች ያጋጥማቸዋል።



በአብዛኛው የማይከፋፈሉ ሴሎችና ራሳቸውን የሚያድሱ ቲሹዎች ለሞዴል የሴል መጥፋት በተለየ መንገድ ምላሽ ይሰጣሉ። የኦርጋን-ብቻ የመሰናከል ጊዜዎች መሠረታዊ ሞት ከተጨመረ በኋላ ካለው የሕዝብ መኖር ተለይተው ተቀምጠዋል።

The Clean Paper CC BY 4.0

አራት የሞዴል ቲሹዎች 156 ዓመት የሚሰጡት ነፃነትን ሲገምቱ ብቻ ነው

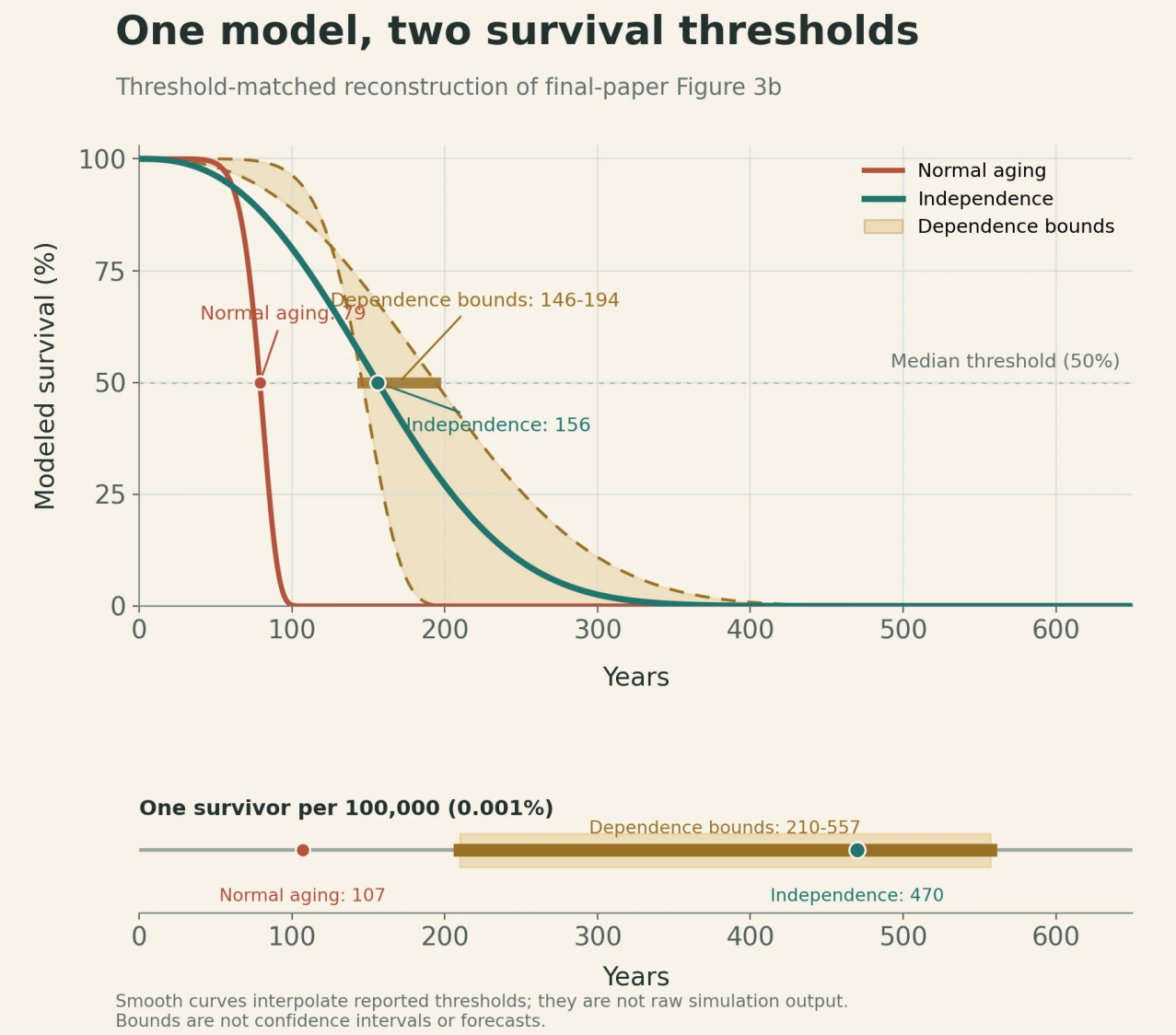
ከዚያ ደራሲዎቹ ነርቭ ሴሎች፣ የልብ ጡንቻ ሴሎች፣ የጉበት ሴሎች እና የመተንፈሻ መንገድ መሠረታዊ ሴሎችን አጣመሩ። አካሉ እንደ **የታማኝነት ሥርዓት** ተወከለ፡- ከሚፈለጉት ክፍሎች አንዱ ከተሰናከለ፣ የሞዴሉ አካል ተሰናክሎ ይቆጠራል። የ30 ዓመት ዕድሜ ቋሚ መሠረታዊ አደጋ በቦታው ቀጥሏል።

አራቱን የቲሹ ሞዴሎች ለማጣመር ደራሲዎቹ አካሉን እንደ ተከታታይ ሥርዓት ተመለከቱ፡- የሞዴሉ አካል የሚኖረው ሁሉም የሚፈለጉ የቲሹ ክፍሎች እየሠሩ እስከቀጠሉ ድረስ ብቻ ነው። በ**ሙሉ ነፃነት** ግምት ሥር፣ አንድ ቲሹ መቼ እንደተሰናከለ ማወቅ የሌላውን የመሰናከል ዕድል አይቀይርም፣ ስለዚህ አራቱ የመኖር ዕድሎች ሊባዙ ይችላሉ። በዚህ ግምት የሞዴሉ መካከለኛ የሕይወት ዘመን 156 **ዓመት** ነበር። ከ100,000 አንድ ሰው ምልክቱ 470 **ዓመት** ነበር።

ነፃነት ለሒሳብ ምቹ ነው፣ ግን ኦርጋኖች ነፃ ማሽኖች አይደሉም። የደም አቅርቦት፣ እብጠት፣ ሆርሞኖች፣ ነርቮችና ስርዓታዊ ውጥረት ይጋራሉ። በአንዱ ውስጥ የሚከሰት መሰናከል በሌላው ውስጥ ያሉትን ሁኔታዎች ሊቀይር ይችላል።

ያልታወቀ ጥገኝነት ምን ሊያደርግ እንደሚችል ለማሳየት ደራሲዎቹ የFréchet ወሰኖች አስሉ፡- እነዚህ የእያንዳንዱ ክፍል የመኖር ኩርባ ሲታወቅ ነገር ግን ጥገኝነታቸው ሳይታወቅ ለተጣመረ የመኖር ኩርባ የሚፈቀዱ ውጫዊ የሒሳብ ወሰኖች ናቸው። የተገኘው የመካከለኛ ዕድሜ ክልል 146 **እስከ** 194 **ዓመት** ነበር። ከ100,000 አንድ ሰው የሚቀርበት ክልል 210 **እስከ** 557 **ዓመት** ነበር።

እነዚህ ክልሎች በአንድ ትንበያ ዙሪያ ያሉ የመተማመኛ ክልሎች አይደሉም። የላይኛው ዋጋ ፍጹም የተጣጣሙ የመሰናከል ጊዜዎችን ይወክላል። ከሁለት በላይ ክፍሎች ሲኖሩ፣ የታችኛው የFréchet ወሰን በእውነት ሊደርስበት የሚችል የጋራ ንድፍ ላይኖረው ይችላል። ወሰኖቹ ሞዴሉ ክፍሎቹን ሲያውቅ ነገር ግን መሰናከሎቻቸው እንዴት አብረው እንደሚሄዱ ሳያውቅ መልሱ ምን ያህል ሊንቀሳቀስ እንደሚችል ያሳያሉ።



ሰማያዊ-አረንጓዴው ኩርባ በነፃነት ግምት የተገኘው የአራት-ቲሹ ውጤት ነው። አምበር ቀለም ያለው ሽፋን በገደብ የተመጣጠኑ የሒሳብ ጥገኝነት ወሰኖች ዳግም-ግንባታዎችን ያገናኛል፣ ዝገት-ቀለም ያለው ኩርባ ደግሞ የጥናቱን መደበኛ-እርጅና ማጣቀሻ ያሳያል። የመጨረሻው ምንጭ የኩርባ ውሂብ ስላልታተመ፣ ለስላሳዎቹ መስመሮች የተዘገቡትን 50% እና 0.001% መሻገሪያዎች ያገናኛሉ፤ የማስመሰያው ዳግም ሩጫ አይደሉም። ወሰኖቹ የሒሳብ ገደቦች ናቸው፣ የመተማመኛ ክልሎች ወይም ትንበያዎች አይደሉም።

Original chart - The Clean Paper; thresholds from Efimov et al., npj Aging (2026), Figure 3b CC BY 4.0

የነፃነት ውጤቱ አንድ ማጣቀሻ ጉዳይ ነው። የጥገኝነት ወሰኖች የሒሳብ ውጫዊ ገደቦች ናቸው፣ 300 የመለኪያ ስብስቦች ደግሞ አንድ ሚውቴሽን ሴልን ምን ያህል ዕድል እንደሚገድል በሚገመተው ላይ ተጨማሪ እርግጠኝነት እጥረትን ያሳያሉ።

The Clean Paper CC BY 4.0

> **የጥገኝነት ወሰን ምንድን ነው?**
>
> አራት ክፍሎች በአንድ ጊዜ እየሠሩ የመቀጠል ዕድላቸውን እናውቃለን እንበል፣ ግን አብረው መሰናከል የሚያዘነብሉ መሆናቸውን አናውቅም። የFréchet ወሰኖች አንድ የተወሰነ የጥገኝነት ንድፍ ሳይመርጡ ለተጣመረው ውጤት በሒሳብ የሚፈቀደውን ሰፊ ክልል ይሰጣሉ። በጎደለ መረጃ ዙሪያ ያሉ መከላከያ ድንበሮች ናቸው፣ ከተደጋጋሚ የሰው ምልከታዎች የተገኙ የስህተት ክልሎች አይደሉም።

የገዳይ-ሚውቴሽን ዕድል ትልቅ እርግጠኝነት እጥረት ነው

አንድ የሞዴል ግብዓት በተለይ ከባድ ነው፡- አዲስ ሚውቴሽን ለሴል ገዳይ የመሆን ዕድል።

ተጨማሪው ትንታኔውን በ300 **የመለኪያ ስብስቦች** ድጋሚ አስኬደ። ለአንድ-ፊደል ሚውቴሽኖችም ሆነ ለአጭር ማስገባት ወይም መሰረዝ፣ አንድ ሚውቴሽን ሴልን የሚገድልበት የተገመተ ዕድል 1.94 x 10∧-7 የሆነ የጋራ ታችኛ ወሰን ነበረው። ለሴል-ተኮር የላይኛ ወሰኖች ነርቭ ሴሎች ለ2.25 x 10∧-4፣ የልብ ጡንቻ ሴሎች ለ1.08 x 10∧-4፣ የጉበት ሴሎች ለ1.02 x 10∧-4፣ የጉበት ቀዳሚ ሴሎች ለ1.60 x 10∧-4 እና የመተንፈሻ መንገድ መሠረታዊ ሴሎች ለ1.77 x 10∧-4 ነበሩ። ዋጋዎቹ በሎጋሪዝማዊ ሚዛን ላይ በተናጠል ተመርጠዋል፣ ስለዚህ በትንሽ መቶኛ ሳይሆን በብዙ የአሥር እጥፍ ደረጃዎች ሊለዋወጡ ይችሉ ነበር።

እነዚያን እርግጠኛ ያልሆኑ ግብዓቶች መቀየር አንዳንድ የቲሹ መሰናከል ዕድሜዎችን በግምት 10 እስከ 100 እጥፍ አንቀሳቀሰ። እንደዚያም ሆኖ እያንዳንዱ የተፈተነ የመለኪያዎች ስብስብ ተመሳሳይ አጠቃላይ ቅደም ተከተል ጠበቀ፡-

የማይከፋፈሉ ቲሹዎች ራሳቸውን ከሚያድሱ ቲሹዎች ቀደም ብለው በሚውቴሽን የተገደቡ ሆኑ። ይህ የተረጋጋ ቅደም ተከተል በቲሹ ዓይነቶች መካከል ያለውን ንጽጽር ይደግፋል፣ ግን የትኛው ትክክለኛ የሕይወት ዘመን ግምት እንደሆነ አይነግረንም።

የስሜትነት ትንተና "እርግጠኛ ያልሆኑ ግብዓቶች ሲንቀሳቀሱ መደምደሚያው ይቆያልን?" የሚለውን ይመልሳል። የትኛው የግብዓት ዋጋ እውነት እንደሆነ አይገልጥም።

ሞዴሉ በተለምዶ ቀድሞ የሚመጡ ባዮሎጂያዊ ሂደቶችን ያስወግዳል

ሁኔታው አራት የሴል ሕዝቦችን ብቻ ይይዛል። ገዳይ ሚውቴሽኖችን እንደ ነፃ የሴል-ደረጃ ክስተቶች ይመለከታል፣ የኦርጋን መሰናከልንም በተመረጡ የሕዝብ ገደቦች ይወክላል። ሴል በሕይወት ቢቆይም በደንብ የማይሠራበትን ሴሉን የማይገድል የተግባር እክል አያካትትም። ጤናማ ሴሎችን በማሸነፍ የሚስፋፉ የተጎዱ የተባዙ የሴል ቡድኖችን አያካትትም። በኦርጋኖች መካከል ያሉ ግንኙነቶችን ያቀላል።

ካንሰርም ወደ ጎን ተቀምጧል። ሞዴሉ ካንሰር የሚፈጥሩ ለውጦች በበሽታ መከላከያ ክትትል እንደሚወገዱ ይገምታል፣ ስለዚህ ካንሰር ከዕድሜ ጋር አይጨምርም። በሂደት የሚጨምሩ የእብጠት፣ የኢንዶክራይን፣ የደም-ሥር እና የነርቭ ግብረመልሶች የሉም።

ይበልጥ ጥልቅ የተቃራኒ-እውነታዊ ችግኝም አለ። የሚውቴሽን መጠኖች በእውነተኛ እያረጁ ባሉ አካላት ውስጥ ካሉ እውነተኛ ቲሹዎች ተገምተዋል። ሞዴሉ ግን ከዚያ እነዚያን መጠኖች ኦክሲዴቲቭ ውጥረትና ሌሎች በሂደት የሚጨምሩ የእርጅና ሂደቶች በተወገዱበት አካል ውስጥ ያስቀምጣቸዋል። ያ የተጣመረ ግምት በቀጥታ ሊረጋገጥበት የሚችል ሕዝብ የለም።

ያልተካተቱ የመሰናከል መንገዶችን መጨመር የቀረበውን የላይኛ ወሰን ቀደም ብሎ ብቻ ሊያመጣው ይችላል። የተዘገቡትን ዕድሜዎች ለመድረስ ቀላል አያደርጋቸውም።

ትልልቆቹ ቁጥሮች በእውነት ለምን ናቸው?

ጥናቱን ወደ ፊት ሲያነቡት ከ1,759 ዓመት ወደ 156 የሚወርድ ይመስላል። ወደ ኋላ ሲያነቡት ዓላማው ይበልጥ ግልጽ ይሆናል።

የ1,759 ዓመት መነሻ ሞዴል በፈቃድ ከእውነት የራቀ ነው። ዕድሜ አብዛኞቹን አደጋዎች ከእንግዲህ የማያሳድግበትን ዓለም ይገነባል። ከዚያ በሞዴሉ አንጎልና ልብ ውስጥ በሚውቴሽን የሚነሳ መጥፋት ያንን ዓለም ከታየው የሰው መኖር በላይ ነገር ግን ከሰው ሠራሽ መነሻው በጣም በታች ወደሆነ ክልል ይመልሰዋል።

ያ ልዩነት ጠባብ ሐሳብን ይደግፋል፡- ብዙ ሌሎች በሂደት የሚጨምሩ የእርጅና ሂደቶች ቢጠፉም የሶማቲክ ሚውቴሽኖች መከማቸት ትርጉም ያለው ገደብ ሆኖ ሊቀጥል ይችላል። ሚውቴሽኖች የእርጅና ብቸኛ ምክንያት እንደሆኑ አያረጋግጥም። ሚውቴሽኖችን ማስወገድ የተዘገቡትን ዕድሜዎች ያመጣል አይልም። ጥናቱ ሕክምናንም ሆነ የሚውቴሽን መጠን መቀየር ሊያመጣቸው የሚችሉ ጉዳቶችና ልውውጦችን አይሞዴልም።

የልምምዱ ዋጋ እጅግ ረጅም ሕይወት ለመስጠት ቃል መግባት አይደለም። ግልጽ የሆኑት እክሎች ከተወገዱ በኋላ የትኞቹ እክሎች እንደሚቀሩ ለመጠየቅ መንገድ ነው።

ግልጽ ማጠቃለያ

ይህ ጥናት ከሞላ ጎደል ሁሉም ሌሎች በሂደት የሚጨምሩ የእርጅና ሂደቶች በተወገዱበት ተቃራኒ-እውነታዊ ዓለም ውስጥ በሚውቴሽን የሚነሳ የሴል መጥፋት የሕይወት ዘመንን እንዴት ሊገድብ እንደሚችል ለመጠየቅ የዴሞግራፊና የቲሹ-ታማኝነት ሞዴል ተጠቀመ። መሠረታዊ የሞት አደጋ በዘመናዊው የስዊዘርላንድ 30-ዓመት ዕድሜ ደረጃ ለዘላለም ቋሚ ተደርጓል። አራት የሞዴል የሴል ሕዝቦች ብቻ ተጣመሩ፣ ምንም ኦርጋን ተከላ ወይም ሚውቴሽንን የሚቀንስ ሕክምና አልተፈቀደም። በነፃነት ግምት ሥር ሞዴሉ 156 ዓመት መካከለኛ የሕይወት ዘመን እና 470 ዓመት ከ100,000 አንድ ሰው የሚቀርበት ምልክት ሰጠ። ደራሲዎቹ በቲሹ መሰናከሎች መካከል በሒሳብ ሊፈቀድ የሚችል ማንኛውንም ግንኙነት ሲፈቅዱ፣ ውጫዊ ወሰኖቹ እነዚህን ዋጋዎች ወደ 146–194 እና 210–557 ዓመት አሰፉ። ነርቭ ሴሎች እና የልብ-ጡንቻ ሴሎች በሞዴሉ ከጉበትና የመተንፈሻ መንገድ ሕዝቦች ቀደም ብለው የሚገድቡ ሆኑ። እነዚህ በሁኔታ የተገደቡ የማስመሰያ ውጤቶች ናቸው፤ የታዩ የሰው ገደቦች፣ የሕክምና ትንበያዎች ወይም ሰዎች እስከእነዚያ ዕድሜዎች ሊኖሩ እንደሚችሉ ማስረጃ አይደሉም።

ያለ ማጋነን ፍተሻ

ጥናቱ የሚያሳየው፡- በፈቃድ በጣም በተቀለለ ሞዴል ውስጥ፣ በአብዛኛው የማይከፋፈሉ ሴሎች ውስጥ በሚውቴሽን የሚነሳ መጥፋት ቋሚ ዝቅተኛ መሠረታዊ የሞት አደጋ ከሚያደርገው በጣም ቀደም ብሎ አስፈላጊ ገደብ ይሆናል። ትክክለኛዎቹ ውጤቶች በኦርጋን ሞዴል፣ የጥገኝነት ግምቶችና የገዳይ-ሚውቴሽን መለኪያዎች ላይ ይመረኮዛሉ።

ጠቃሚ ነገር ግን በሁኔታ የተገደበው፡- በሙሉ ነፃነት የተጣመረው መካከለኛ 156 ዓመት ነው። ተመሳሳይ የክፍሎች ኩርባዎች ነገር ግን ያልታወቀ ጥገኝነት ሲኖር፣ የሒሳብ ውጫዊ ወሰኖች 146–194 ዓመት ይሰጣሉ። የሞዴሉ ከ100,000 አንድ ሰው ምልክት በነፃነት 470 ዓመት እና በወሰኖቹ 210–557 ዓመት ነው።

የማያሳየው፡- ሰዎች እስከ194 ወይም 557 ዓመት ሊኖሩ እንደሚችሉ፤ እነዚያ ዕድሜዎች ጠንካራ ባዮሎጂያዊ ገደቦች እንደሆኑ፤ ሶማቲክ ሚውቴሽኖች የእርጅና ብቸኛ ምክንያት እንደሆኑ፤ ማንኛውም ሕክምና ሌሎችን የእርጅና ሂደቶች ሊያስወግድ እንደሚችል፤ ወይም ሚውቴሽኖችን መቀነስ የሞዴሉን ውጤት እንደሚያመጣ።

ዋና ገደቦች፡- አራት የሴል ሕዝቦች ሙሉ አካልን ይወክላሉ፤ መሠረታዊ ሞት በ30 ዓመት ዕድሜ ደረጃ ለዘላለም ቋሚ ተደርጓል፤ ካንሰርና ሌሎች በሂደት የሚጨምሩ የእርጅና ሜካኒዝሞች በግምት ተወግደዋል፤ የኦርጋን ግንኙነቶች ቀለል ተደርገዋል፤ የሚውቴሽን መጠኖች ከእውነተኛ እያረጁ ያሉ ቲሹዎች የመጡ ናቸው፤ ብዙ የመሰናከል ገደቦችና የገዳይ ዕድሎች የሞዴል ምርጫዎች ናቸው፤ እና ዋናው ተቃራኒ-እውነታዊ በተመሳሳይ የሰው ሕዝብ ላይ ሊፈተን አይችልም።

አጠቃላይ አንባቢ ምን ያህል እምነት ሊኖረው ይገባል? የተዘገቡት ቁጥሮች ከተገለጹት ሞዴልና መለኪያ ምርጫዎች እንደሚከተሉ ከፍተኛ እምነት። በእነዚያ ግምቶች ውስጥ በማይከፋፈሉና ራሳቸውን በሚያድሱ ቲሹዎች መካከል ያለው ጥራታዊ ልዩነት ላይ መካከለኛ እምነት። ማንኛውም የርዕስ ዕድሜ ሊደረስበት የሚችል የሰው የሕይወት ዘመን እንደሚተነብይ በጣም ዝቅተኛ እምነት።

ምንጮች

Efimov et al., Somatic mutations impose an entropic upper bound on human lifespan, npj Aging (2026), article in press
https://doi.org/10.1038/s41514-026-00421-6

Computational Aging Lab, model and analysis code
https://github.com/ComputationalAgingLab/somatic-mutations-simulation