

Altern gegen die Evolution

22.6.2026 - | Leibniz-Gemeinschaft

Menschen leben heute länger als je zuvor, doch genau das macht sie anfällig: Unser Körper wurde für das frühe Leben optimiert, nicht für das lange. Was im Schatten der Selektion verborgen blieb, tritt heute offen zutage.

Warum wir altern und warum sich die Alterungsraten zwischen Individuen und Arten unterscheiden, untersucht ein jetzt in „Nature Reviews Genetics“ veröffentlichter Übersichtsartikel mithilfe von Evolutionstheorie, vergleichender Genomik und Humangenetik. Die beiden Autorinnen vom Leibniz-Institut für Alternsforschung – Fritz-Lipmann-Institut (FLI) in Jena und vom University College London zeigen, dass moderne Menschen heute in der Regel ein hohes Alter erreichen und daher die Folgen biologischer Prozesse erleben, die die natürliche Selektion für das frühe Leben optimiert hat, sowie die Folgen von Mutationen, deren schädliche Wirkung erst spät einsetzt. Diese evolutionäre Perspektive erklärt zudem gemeinsame genetische Ursachen alternsbedingter Erkrankungen und weist auf konservierte biologische Signalwege als vielversprechende Ansatzpunkte für neue Therapien hin.

Die Frage, warum und wie Organismen altern, gehört zu den zentralen Fragestellungen der Biologie. Klassische Evolutionstheorien erklären das Altern damit, dass die natürliche Selektion mit zunehmendem Alter an Wirksamkeit verliert. Das bedeutet, Eigenschaften, die den Fortpflanzungserfolg beeinflussen, sind für die Evolution besonders wichtig und werden daher in jungen Jahren ausgewählt (selektiert). Dagegen wirkt die Selektion nur schwach auf Merkmale, deren Auswirkungen erst im Alter auftreten, da dann viele Organismen bereits damit aufgehört haben, sich fortzupflanzen. Schädliche Effekte, die erst spät im Leben zum Tragen kommen, werden durch die Selektion kaum beseitigt und können sich im Verlauf der Evolution ansammeln. Dieser Effekt wird als „Selektionsschatten“ bezeichnet und bildet die Grundlage moderner Evolutionstheorien zum Altern.

Hinzu kommen sogenannte „Trade-offs“ – Interessenkonflikte innerhalb des Körpers –, wie zum Beispiel die Energie, über die ein Organismus verfügt. Da der Energievorrat begrenzt ist, muss der Organismus die Energie zwischen Fortpflanzung und Erhalt des Körpers aufteilen. Individuen, die früh im Leben viele Nachkommen zeugen, investieren daher oft weniger in langfristige Reparaturprozesse, was zu einer schnelleren Alterung ihres Körpers führen kann.

Auf genetischer Ebene lässt sich das Altern durch zwei zentrale Mechanismen erklären: Erstens durch die Ansammlung von Mutationen, bei der schadhafte Varianten des Erbguts, die erst spät im Leben zum Tragen kommen, nur schwach durch Selektion entfernt werden. Zweitens durch gegensätzliche Pleiotropie, bei der bestimmte Gene in jungen Jahren positive Auswirkungen haben, im Alter jedoch zur Entstehung von Krankheiten beitragen können.

Die Evolution des Alterns - damals und heute

Der neue Übersichtsartikel in „Nature Reviews Genetics“ erweitert diese Perspektive und untersucht, wie sich die Evolution des Alterns unter den Bedingungen der modernen menschlichen Gesellschaft vollzieht. In diesen Gesellschaften leben die Menschen deutlich länger, haben weniger Kinder und erhalten eine bessere medizinische Versorgung. Im Mittelpunkt steht dabei der demografische Wandel, nämlich der Übergang von Gesellschaften mit hohen Geburten- und Sterberaten zu solchen mit niedrigen Geburtenraten und hoher Lebenserwartung.

Unter diesen Bedingungen gewinnen die klassischen Vorhersagen noch mehr an Bedeutung: Da heute weitaus mehr Menschen ein hohes Alter erreichen als jemals zuvor in der menschlichen Evolution, treten die Folgen des „Selektionsschattens“ – die Anhäufung von spät wirksamen schädlichen Varianten und von für die Jugend optimierten Stoffwechselwegen, die auch im späteren Leben aktiv bleiben – nun in einem Ausmaß zutage, mit dem die Selektion nie zu kämpfen hatte. Moderne Lebensbedingungen bringen eine weitere Dimension mit sich: Nahrungsüberfluss, geringere körperliche Aktivität und moderne Medizin unterscheiden sich deutlich von den Umgebungen, in denen sich die Humanbiologie entwickelt hat, und können Nachteile aufdecken, die zuvor nicht sichtbar waren.

Nach Ansicht von Dr. Melike Dönertaş vom Leibniz-Institut für Alternsforschung – Fritz-Lipmann-Institut (FLI) in Jena und Dame Linda Partridge vom University College London, UK, bedeutet dies nicht, dass das Alter nun in gleicher Weise der Selektion unterliegt wie einst die Jugend – eine längere Lebenserwartung erweitert zwar den Wirkungsbereich der Selektion auf das spätere Leben, doch die geringere Geburtenrate schwächt ihre Gesamtwirkung. Das Fazit lautet, dass biologische Prozesse, die in der evolutionären Vergangenheit kaum von der Selektion beeinflusst wurden, nun das Leben einer großen Zahl von Menschen prägen.

Altern ist ein Zusammenspiel mehrerer Faktoren

Das Altern, so die Autorinnen, lässt sich nicht auf eine einzelne Ursache zurückführen. Es entsteht aus dem Zusammenspiel von genetischer Veranlagung, Lebensgeschichte, Umweltbedingungen und demografischen Faktoren. Welche Folgen sich daraus im Laufe des Lebens ergeben, wird maßgeblich durch die heutigen demografischen und ökologischen Bedingungen bestimmt.

Auf molekularer Ebene zeigt sich Altern in einer Reihe konservierter biologischer Prozesse, den sogenannten „Merkmale des Alterns“. Dazu zählen unter anderem Veränderungen der DNA-Stabilität, der Verlust der Mitochondrienfunktion, Störungen des Nährstoffwechsels sowie die Anreicherung geschädigter Proteine und alternder Zellen. Reguliert werden diese Prozesse durch zentrale Signalwege wie das Insulin/IGF-1- und das mTOR-System, die das Wachstum, den Energiehaushalt und die Reparaturmechanismen steuern. Da diese Signalwege bei vielen Arten konserviert sind, deutet vieles darauf hin, dass Altern auf grundlegenden biologischen Systemen beruht, die ursprünglich für Wachstum und Fortpflanzung optimiert wurden. Der Review zeigt zudem, dass Gene, die mit den Merkmalen des Alterns und mit Langlebigkeit in Verbindung stehen, bei Menschen und anderen Tieren über die Evolution hinweg ungewöhnlich stark erhalten geblieben sind.

Altern als Ergebnis gesellschaftlicher Entwicklungen

Dieser Ansatz verbindet Evolutionsbiologie, Demografie und biomedizinische Forschung und betrachtet Altern nicht nur als biologischen Prozess, sondern auch im Kontext gesellschaftlicher Entwicklungen. Dies ist besonders relevant für das Verständnis altersbedingter Erkrankungen wie Herz-Kreislauf- oder neurodegenerativer Erkrankungen. Die evolutionäre Perspektive hilft zu erklären, warum diese Krankheiten in modernen Gesellschaften so häufig auftreten, und gemeinsame biologische Ursachen haben. Viele von ihnen gehen auf dieselben grundlegenden Alternsprozesse zurück.

„Eine evolutionäre Sichtweise auf das Altern ist nicht nur eine historische Besonderheit – sie verweist auf die konservierten, uralten Signalwege, deren anhaltende Aktivität im späteren Leben zu den altersbedingten Krankheiten beiträgt und bei denen Interventionen daher am ehesten Erfolg versprechen“, betont Dr. Dönertaş, Forschungsgruppenleiterin am FLI.

„Darüber hinaus definiert sie auch das Ziel neu: nicht einfach die Lebensdauer zu verlängern, sondern die Kosten des höheren Lebensalters, die durch eine für das frühe Leben optimierte Biologie entstehen, teilweise zu verringern – damit ein größerer Teil des Lebens bei guter Gesundheit verbracht werden kann“, erläutert die britische Genetikerin. Dame Partridge ist Weldon-Professorin für Biometrie am Department of Genetics, Evolution, and Environment des University College London (UCL), Direktorin des UCL Institute for Healthy Aging, Gründungsdirektorin des Max-Planck-Instituts für Biologie des Alterns und Mitglied des wissenschaftlichen Beirats des FLI.

Ein ganzheitlicher Ansatz

Der Artikel führt Evolutionstheorie, die Molekularbiologie des Alterns sowie die demografischen und ökologischen Bedingungen des modernen Lebens in einem gemeinsamen Erklärungsansatz zusammen. Demnach ist der moderne Kontext nicht nur die Kulisse des Alterns, sondern trägt auch dazu bei, warum die Belastungen des hohen Alters heute so weit verbreitet sind. Eine evolutionäre Perspektive kann helfen, diese Belastungen besser zu verstehen und neue Ansatzpunkte für Interventionen zu identifizieren.

Daraus ergeben sich neue Forschungsfragen dazu, wie demografische Veränderungen – etwa steigende Lebenserwartung, sinkende Geburtenraten oder die Alterung der Bevölkerung – molekulare und physiologische Alternsprozesse beeinflussen. Zugleich zeigen genetische Studien, dass Altern ein hochkomplexes, polygenes Merkmal ist, an dem zahlreiche Gene mit jeweils kleinen Effekten beteiligt sind. Dies eröffnet neue Perspektiven für die Alternsforschung und das Verständnis von Alterungsprozessen in einer zunehmend alternden Weltbevölkerung.

Publikation

Evolutionary genetics of ageing. Dönertaş HM, Partridge L. Nat Rev Genet. 2026, May 11. doi: 10.1038/s41576-026-00959-x. <https://www.nature.com/articles/s41576-026-00959-x>

Weitere Informationen und Kontakt

Pressemitteilung des Leibniz-Instituts für Alternsforschung - Fritz-Lipmann-Institut (FLI)

<https://www.leibniz-gemeinschaft.de/ueber-uns/neues/forschungsnachrichten/forschungsnachrichten-single/newsdetails/jenseits-der-selektion>