

Οι μοριακές ρίζες της γήρανσης



Βασίλης Γοργούλης Γεώργιος Π. Χρούσος
Πρώτη Δημοσίευση 25/11/2025, 17:09

Online Έκδοση 25/11/2025, 17:09
Share

Η **γήρανση** είναι κάτι που όλοι αναγνωρίζουμε στο σώμα και στο βλέμμα μας με την πάροδο των χρόνων, αλλά πίσω από αυτήν κρύβεται μια πολυσύνθετη βιολογική διαδικασία. Δεν είναι τυχαίο γεγονός, ούτε μια απλή φθορά. Είναι μια προγραμματισμένη διαδικασία, σμιλεμένη από τα γονίδιά μας, τις εμπειρίες μας, το περιβάλλον και – κυρίως – από τον τρόπο που ζούμε και το πώς διαχειριζόμαστε το στρες.

Ξέρουμε, σήμερα, ότι οι ιστοί μας ανανεώνονται από σωματικά βλαστικά κύτταρα, τα οποία έχουν συγκεκριμένη ποσότητα αναδιπλασιασμών. Αν όλα εξελίσσονταν ιδανικά, ο άνθρωπος θα μπορούσε να φτάσει ακόμη και τα **130 χρόνια ζωής**, ενώ η κορυφή της καμπύλης του Gauss, δηλαδή η ηλικία κοντά στον μέσο όρο όπου συγκεντρώνεται ο περισσότερος πληθυσμός, πιθανότατα θα

βρισκόταν γύρω στα **105-110**. Πρόσφατα, όμως, μάθαμε κάτι ακόμη πιο ενδιαφέρον: η **γήρανση** δεν προχωρεί σταθερά αλλά επιταχύνεται απότομα δύο φορές στη ζωή μας – στις αρχές της πέμπτης και της έβδομης δεκαετίας της ζωής. Αυτές οι «**στροφές**» της ζωής φαίνεται να ρυθμίζονται από επιγενετικούς μηχανισμούς, σαν εσωτερικούς χρονοδιακόπτες που ενεργοποιούνται από το γονιδίωμά μας στους συγκεκριμένους χρόνους.

Ένας από τους μηχανισμούς αυτού του βιολογικού ρολογιού της ζωής είναι τα τελομερή, τα προστατευτικά «καπάκια» των χρωμοσωμάτων. Με κάθε κυτταρικό διπλασιασμό αυτά κονταίνουν. Κάποια στιγμή, δεν μπορούν να προστατεύσουν άλλο το DNA και τα κύτταρα παύουν να διαιρούνται και πεθαίνουν. Έτσι, τα τελομερή λειτουργούν σαν ένας βιολογικός μετρητής ηλικίας – ένας από τους λόγους που το μήκος τους στα λευκά αιμοσφαίρια του αίματος χρησιμοποιείται σαν δείκτης βιολογικής ηλικίας.

Δεν είναι όμως ο μόνος δείκτης. Περίπου 300 γονίδια αλλάζουν τον βαθμό μεθυλίωσης του **DNA** τους όσο μεγαλώνουμε στα χρόνια, δημιουργώντας ένα επιγενετικό «ρολόι» που αποτυπώνει πόσο έχει γεράσει πραγματικά ο οργανισμός μας, ανεξάρτητα από την ηλικία που γράφει η ταυτότητα. Αυτές οι αλλαγές ενισχύονται από το εξωτερικό περιβάλλον και – σημαντικότερα – από τις ορμόνες του στρες, ιδίως την κορτιζόλη και συγκεκριμένους φλεγμονώδεις παράγοντες, που αφήνουν το αποτύπωμά τους σε πολλά από αυτά τα γονίδια. Σήμερα γνωρίζουμε επίσης πρωτεΐνες που προέρχονται από διάφορα όργανα και μετριοούνται στο αίμα, και οι οποίες λειτουργούν σαν «παράθυρα» που δείχνουν την ηλικία των οργάνων μας, ανοίγοντας νέους δρόμους στην προληπτική ιατρική, αφού γνωρίζουμε σε ποια όργανα να δώσουμε ιδιαίτερη σημασία.

Ωστόσο, η προγραμματισμένη γενετικά γήρανση δεν αρκεί μόνη της για να εξηγήσει το πώς γερνάμε. Ο σύγχρονος, χρόνια στρεσογόνος και κατά συνέπεια ανθυγιεινός τρόπος ζωής επιταχύνει τη γήρανση, λόγω κυρίως του περιρρέοντος ψυχοκοινωνικοοικονομικού και οικολογικού / τεχνολογικού στρες. Αυτό το πολυσχιδές, παρατεταμένο στρες, μέσω των ορμονικών και φλεγμονωδών παραγόντων του στρες, οδηγεί στα χρόνια μη μεταδιδόμενα νοσήματα – τα μεγάλα βάρη του 21ου αιώνα, που μας αρρωσταίνουν και, στο τέλος, μας σκοτώνουν.

Η ταχύτητα της γήρανσης προκύπτει από πολλαπλούς μηχανισμούς που όλοι τους ενισχύονται από το χρόνιο στρες. **Πρώτον**, από τη συνεχώς αυξανόμενη γενωμική αστάθεια: το DNA συνεχώς φθείρεται και ανασκευάζεται, ενώ οι διορθωτικοί μηχανισμοί εξασθενούν με την πάροδο του χρόνου. **Δεύτερον**, από την προοδευτική μιτοχονδριακή δυσλειτουργία: τα μιτοχόνδρια, δηλαδή τα ενεργειακά μας κυτταρικά εργοστάσια, «κουράζονται» και παράγουν περισσότερες δραστικές μορφές οξυγόνου – που οξειδώνουν και αδρανοποιούν πολλά συστατικά του κυττάρου – και λιγότερη ενέργεια. **Τρίτον**, από τη συσσώρευση γηρασμένων κυττάρων που δεν εξαφανίζονται, αλλά παράγουν φλεγμονώδεις ουσίες, συμβάλλοντας και επιταχύνοντας τα χρόνια μη μεταδιδόμενα νοσήματα, όπως αθηροσκλήρωση, καρδιαγγειακές και

Επιπλέον, διαταράσσεται η δομική και λειτουργική φύση των πρωτεϊνών μας, μειώνεται η αυτοφαγία – το σύστημα καθαρισμού των κυττάρων από διάφορα κυτταρικά απόβλητα – και εξαντλούνται σταδιακά τα σωματικά βλαστικά κύτταρα, εξασθενίζοντας τη δυνατότητα ανανέωσης των ιστών. Παράλληλα, αλλάζει η κυτταρική «αντιληπτικότητα» των θρεπτικών ουσιών από βιοχημικά μονοπάτια, όπως αυτά της mTOR, της ινσουλίνης, του ενζύμου AMPK και των λεγόμενων σιρτουινών, που συλλογικά ρυθμίζουν άμεσα το πόσο γρήγορα γερνά το κύτταρο.

Μέσα στη γνώση όλων των παραπάνω κρύβονται και οι θεραπευτικές δυνατότητες που γνωρίζουμε. Οι παρεμβάσεις που παρατείνουν τη ζωή – αντιπαχυσαρκικά φάρμακα, περιορισμός θερμίδων, διαλείπουσα νηστεία, ενεργοποίηση της mTOR, ενίσχυση της αυτοφαγίας – βρίσκονται στο επίκεντρο της έρευνας. Επιπλέον, με φάρμακα όπως η ραπαμυκίνη που ελαττώνει την αστάθεια του DNA, μέχρι «**σενολυτικά**» που καθαρίζουν τα γηρασμένα κύτταρα, οι επιστήμονες αναζητούν τρόπους να επιβραδύνουν και να αναστρέψουν την ηλικιακή φθορά. Οι ενισχυτές NAD⁺ και οι ενεργοποιητές της AMPK δείχνουν υποσχέσεις σε αυτόν τον δρόμο, ενώ γονιδιακές θεραπείες σε πειραματόζωα έχουν προκαλέσει σημαντική αναστροφή της βιολογικής ηλικίας, ένα πραγματικό «ξανάνιωμα».

Το τελικό μήνυμα είναι σαφές: η βιολογία μας μπορεί να προδιαγράφει ένα πλαίσιο, αλλά ο τρόπος ζωής και η διαχείριση του στρες καθορίζουν το τελικό αποτέλεσμα. Η κατανόηση των μοριακών μηχανισμών της γήρανσης μας δείχνει

ότι η υγιής μακροζωία και η ιστική ανανέωση δεν είναι ουτοπία. Είναι ένας ρεαλιστικός στόχος, εφόσον συνδυάσουμε επιστημονική πρόοδο, προσωπική ευθύνη και κοινωνική μέριμνα.

Ο Βασίλειος Γοργούλης είναι καθηγητής Ιατρικής, ΕΚΠΑ.

Ο Γεώργιος Π. Χρούσος είναι ακαδημαϊκός – ομότιμος καθηγητής Ιατρικής, ΕΚΠΑ