



Γιατί ένα τέτοιο Συμπόσιο WHY SUCH A SYMPOSIUM olympias.uoi.gr/32635 & [doi:heal.uoi.12442](https://doi.org/10.12442/heal.uoi.12442)
Ο δρόμος ως το Συμπόσιο TOWARDS THE SYMPOSIUM olympias.uoi.gr/32632 & [doi:heal.uoi.12439](https://doi.org/10.12439/heal.uoi.12439)
Πρόγραμμα PROGRAM olympias.uoi.gr/32633 & [doi:heal.uoi.12440](https://doi.org/10.12440/heal.uoi.12440)
Ομιλίες ORAL PRESENTATIONS (121 βίντεο/videos) <https://www.youtube.com/@1-706/videos>
ΠΡΑΚΤΙΚΑ PROCEEDINGS olympias.uoi.gr/32634 & [doi:heal.uoi.12441](https://doi.org/10.12441/heal.uoi.12441)
Απολογισμός: Ήμουν κι εγώ εκεί! REPORT: I WAS THERE! olympias.uoi.gr/33342 & [doi:heal.uoi.13058](https://doi.org/10.13058/heal.uoi.13058)
Παρόν άρθρο THIS PAPER olympias.uoi.gr/33225 & [doi:heal.uoi.12980](https://doi.org/10.12980/heal.uoi.12980). **EN Summary** follows

Πότε Πρέπει να Πεθαίνουμε; Απαντά ο Εγκέφαλος το Ερώτημα Αυτό;¹

Χρήστος Τσαγκάρης²

Τμήμα Ιατρικής, Πανεπιστήμιο Κρήτης.

Περίληψη

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες η μακροσκοπική και μικροσκοπική ανατομία του εγκεφάλου έχουν διερευνηθεί σε μεγάλο βαθμό. Η γνώση αυτή επέτρεψε τη διασύνδεση ανατομικών δομών φυσιολογικής και παθολογικής λειτουργίας του νευρικού συστήματος, αλλά και την αναγωγή των γνώσεων αυτών σε συμπεριφορικά ή μαθηματικά μοντέλα. Σκοπός αυτής της εργασίας είναι να στοιχειοθετήσει μία απάντηση στο ερώτημα «Πότε Πρέπει να Πεθαίνουμε» με βάση τη σύγχρονη νευροεπιστημονική γνώση.

Αξιοποιήσαμε εγχειρίδια νευροανατομίας και νευροφυσιολογίας όπως η *Κλινική Νευροανατομική* του Snell ή οι *Βασικές αρχές νευροεπιστημών* του Kandel. Παράλληλα ανατρέξαμε σε πρόσφατες δημοσιεύσεις (μετά το 2000) στη βάση PubMed, χρησιμοποιώντας τον αλγόριθμο «brain AND death/aging, aging/conscience AND neuronal populations, neurodegeneration mechanisms», με αντικείμενο μελέτης πρωτίστως ανθρώπους και δευτερευόντως πειραματόζωα.

Κάθε δεκαετία μετά την ηλικία των 40 ετών συνοδεύεται με απώλεια 10% της λευκής ουσίας με κορύφωση από τη δεκαετία των 70-80. Η αναγέννηση των νευρώνων αντιβαίνει σε ένα απλοποιημένο μοντέλο που θα ήθελε το σύνολο των νευρώνων να καθίσταται μη λειτουργικό με την πάροδο του χρόνου. Η αναγέννηση μεσολαβείται από τη συναισθηματική κατάσταση του ατόμου, ενώ η ακεραιότητα της νευρολογίας επηρεάζεται επίσης από τη γήρανση.

Η νευροεπιστήμη ενδεχομένως υπαγορεύει ότι το τέλος της ζωής πρέπει να επέρχεται όταν ελαττώνονται οι νευρωνικοί πληθυσμοί σε νευραλγικές για τη διατήρηση της λειτουργικής αυτονομίας του ανθρώπου περιοχές. Τέτοιες είναι οι περιοχές λόγου, κίνησης, αίσθησης, και μνήμης του φλοιού,

¹ 30-4-2017 13:00-14:30 Συνεδρία *K4 Μη μου καταισχύνεις το γήρας*. **Ομιλία** 4η: [YouTube/K_JZcru2EFc?t=403](https://www.youtube.com/watch?v=K_JZcru2EFc) τα τελευταία 6:57 από 13:40 (β' μέρος). **Άρθρο**: υποβολή 27-6-2022· αποδοχή 19-5-2023· κρίση από ομότεχνους (peer review) όχι. Αν οι **σύνδεσμοι** στην κορυφή αυτής της σελίδας δεν λειτουργούν: > ΠΡΑΚΤΙΚΑ: σελίδα 21: υποσημείωση 6.

Πώς να **αναφέρετε** αυτό το άρθρο: Τσαγκάρης Χ. «Πότε Πρέπει να Πεθαίνουμε; Απαντά ο Εγκέφαλος το Ερώτημα Αυτό;». Στο: «Πότε Πρέπει να Πεθαίνουμε; (ΠΠΠ). Πρακτικά 1ου Διεπιστημονικού Συμποσίου, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 28-30 Απριλίου 2017. ISBN 978-960-233-288-7». Εκδόσεις Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, αποθετήριο Ολυμπιάς, 7 Απριλίου 2024. Άρθρο K44: σς 8. <https://olympias.lib.uoi.gr/jspui/handle/123456789/33225> & <http://dx.doi.org/10.26268/heal.uoi.12980>.

² Προπτυχιακός φοιτητής Τμήματος Ιατρικής Πανεπιστημίου Κρήτης. Έχει λάβει μέρος με προφορικές ή αναρτημένες ανακοινώσεις σε συνέδρια Ιατρικής και Φιλοσοφίας. Το καλοκαίρι του 2016 συμμετείχε σε ερευνητικό πρόγραμμα της Ιατρικής Σχολής του Universidad Autonoma de Nuevo Leon (Μεξικό) ενώ έχει εργαστεί εθελοντικά σε νοσοκομεία στην Ελλάδα και το εξωτερικό. Ασχολείται παράλληλα με τη λογοτεχνία δημοσιεύοντας κατά καιρούς πεζά και ποιήματα σε λογοτεχνικά περιοδικά ή συλλογικές ανθολογίες. Έργα του έχουν βραβευτεί στην Ελλάδα και το εξωτερικό. <https://www.researchgate.net/profile/Christos-Tsagkaris>. chriss20x@gmail.com.

καθώς και ο υποθαλαμοϋποφυσιακός άξονας και τα κέντρα ρύθμισης της αναπνοής και της καρδιακής λειτουργίας στον προμήκη.

Λέξεις-κλειδιά: εγκέφαλος και θάνατος, νευροεπιστήμη και θάνατος, νευροανατομία και θάνατος, νευροφυσιολογία και θάνατος, νευρωνικός θάνατος, νευρωνική αναγέννηση, καλός θάνατος, ευ-θάνατος, ώριμος θάνατος, μεθώριμος θάνατος, πρόωρος θάνατος, μετάωρος θάνατος, αθανασία, ευθανασία, δυσθανασία, προθανασία, μεταθανασία, μεταθανάτια μακροζωία, πότε πρέπει να πεθαίνουμε, ΠΠΠ, πότε οφείλομε να πεθαίνουμε, ΠΟΠ, πώς πρέπει να πεθαίνουμε, ΠώΠΠ, γιατί πρέπει να πεθαίνουμε, ΓΠΠ.

When Should We Die? Does the Brain Answer this Question?³

Christos Tsagkaris⁴

University of Crete, Faculty of Medicine, Heraklion, Greece

Abstract

Throughout the past decades scientific knowledge on brain's gross and microscopic anatomy, physiology, and pathophysiology has advanced enough to enable contemporary scientists to correlate structure, function and mathematical, cognitive or behavioral patterns. The purpose of this paper is to answer the question "When should die man" taking into consideration neuroanatomy and neurophysiology.

This is a literature review study. We used either textbooks or PubMed journals using the algorithm "brain AND death/aging, aging/conscience AND neuronal populations, neurodegeneration mechanisms", in English language, published after 2000, emphasizing on human centered studies.

The brain has been proved to lose 10% of its white matter every decade after the first 40 years of life. This loss presents a peak after the age of 70. However, given the recent findings on neuronal regeneration in the limbic system, we cannot consider that as years pass the vast majority of neurons will be diminished. Neuroglia's impairment caused by age may form an inflammatory environment for brain neurons. What is more sentimental health could up- or down-regulate neural regeneration prolonging or diminishing the time before brain damage occurs.

All in all, man may die by the time numerous neurons situated in specific centers of the cortex or the brain stem have been degenerated. This may cause a potentially life threatening personal and social impairment. A human being unable to fulfill his modus vivendi is impaired as a psychosocial being while comorbidities and caregivers' burnout possibly leads to his end of life.

Keywords: *brain death, conscience and death, neuroscience and death, neuroanatomy and death, neurophysiology and death, neuron death, neuron degeneration, neuron regeneration, philosophy and death, humanities and death, good death, mature death, premature death, postmature death, immortality, euthanasia, efitthanassia, dysthanassia, prothanassia, metathanassia, posthumous longevity, when should we die, WnSWD, when must we die, WnMWD, how should we die, HSWD, why should we die, WySWD.*

³ 30-4-2017 13:00-14:30 Session K4 *Do not shame my old age*. **Speech 4:** [YouTube/K_JZcru2EFc?t=403](https://www.youtube.com/watch?v=K_JZcru2EFc?t=403) the last 6:57 of 13:40 (part b). **Paper:** submitted 27 Jun 2022; accepted 19 May 2023; no peer reviewed. If the **links** at the top of the first page do not work: > Top of the 1st page: PROCEEDINGS: page 22: footnote 10.

Cite this article: Tsagkaris Ch. «When Should We Die? Does the Brain Answer this Question?». In: «*When Should We Die? (WnSWD). Proceedings of the 1st Interdisciplinary Symposium. University of Ioannina, Greece, April 28-30, 2017. ISBN 978-960-233-288-7*». University of Ioannina Publications, Olympias repository. April 7, 2024. Paper K44: ps 8. <https://olympias.lib.uoi.gr/jspui/handle/123456789/33225> & <http://dx.doi.org/10.26268/heal.uoi.12980>.

⁴ Tsagkaris C has studied Medicine in the University of Crete, Heraklion, Greece. His active involvement in biomedical research and health-related advocacy has culminated in several peer-reviewed publications, editorial appointments in academic journals and leadership positions in scientific associations and non-governmental organizations in Europe and beyond. <https://www.researchgate.net/profile/Christos-Tsagkaris>. chriss20x@gmail.com.

Εισαγωγή

Οι νευροεπιστήμες αντιπροσωπεύουν κατά πολλούς την αιχμή του δόρατος της σύγχρονης βιοιατρικής έρευνας. Αντικείμενό τους είναι το νευρικό σύστημα αλλά εστιάζουν στον εγκέφαλο, η τέχνη της εξερεύνησης του οποίου αποδεικνύεται "μακρά". Παρότι πολλές λειτουργίες και πολλοί δυνατοί συσχετισμοί αναμένουν να ανακαλυφθούν είναι εμφανές ότι ο εγκέφαλος ενορχηστρώνει τους βιολογικούς ρυθμούς και τις λειτουργίες του ανθρώπινου οργανισμού ενώ παράλληλα παρέχει τον χώρο ανάπτυξης υψηλών νοητικών λειτουργιών. Κατ' αυτόν τον τρόπο η ανθρώπινη ζωή φαίνεται να εξαρτάται από την εύρυθμη εγκεφαλική λειτουργία.

Ανάγοντας τους όρους της αναλογίας, θα υποστηρίξουμε ότι και το τέλος της ανθρώπινης ζωής – ως χρονικά εντοπισμένη αναγκαιότητα (πρέπει) – είναι συνάρτηση της ικανότητας του εγκεφάλου να συντονίζει τη λειτουργία του οργανισμού και να μετέχει σε αναβαθμούς της νόησης. Η πραγματέυση αυτή ωστόσο αντιμετωπίζει εγγενείς δυσκολίες. Δυσκολίες γενικές και ειδικές. Δυσκολίες ως προς τους ορισμούς και δυσκολίες ως προς τα δεδομένα.

Σκοπός μας είναι να διερευνήσουμε πιθανές απαντήσεις που θα έδινε ο χώρος της νευροανατομίας και νευροφυσιολογίας στο ερώτημα «Πότε Πρέπει να Πεθαίνουμε». Αρχικά συνοψίζουμε τα σύγχρονα δεδομένα για τον ορισμό του θανάτου καθώς και τον τρόπο που επηρεάζουν οι μηχανισμοί γήρανσης τον ανθρώπινο εγκέφαλο. Εν συνεχεία εξετάζουμε τη συσχέτιση ανάμεσα στην ακεραιότητα νευρωνικών δικτύων και το τέλος της ανθρώπινης ζωής.

Αποτελέσματα

Περιορισμοί

Σε ένα γενικότερο πλαίσιο, οφείλουμε να παραδεχθούμε ότι ελλείπει ένας ικανοποιητικός ορισμός της ανθρώπινης ζωής δεδομένου ότι το τρίπτυχο «θρέψη – αναπαραγωγή – παραγωγή ενέργειας» των βιολογικών συστημάτων δεν καλύπτει μια ανθρωπιστική θεώρηση του θέματος. Επομένως διερωτώμεθα: «τι είναι αυτό που ονομάζουμε ζωή το οποίο κάποτε πρέπει να φθάσει σε ένα τέλος;»

Ειδικότερη δυσκολία είναι το γεγονός ότι η νευροεπιστήμη, όπως εξελίσσεται τις τελευταίες δεκαετίες αποκρίνεται περισσότερο σε μηχανιστικά (πώς;) παρά σε τελεολογικά – φιλοσοφικά (πότε πρέπει;) ερωτήματα.

Συναντάμε επίσης δυσχέρεια στον ορισμό του θανάτου, δυσχέρεια που θα δώσει δύο διαφορετικές κατευθύνσεις στη συνέχεια αυτού του μελετήματος ενώ όπως θα διαπιστώσουμε πολλά από τα δεδομένα που είναι απαραίτητο για να επικαλεστούμε για να ολοκληρώσουμε στο προαναφερθέν πλαίσιο την απάντησή μας δεν είναι ακόμα γνωστά.

Ορισμός του τέλους της ανθρώπινης ζωής

Ιατρικά και νομικά το τέλος της ανθρώπινης ζωής συμπίπτει με την κατάσταση που ονομάζεται βεβαιωμένος εγκεφαλικός θάνατος και ισοδυναμεί με την κατάργηση των λειτουργιών του στελέχους. Αξίζει να επισημάνουμε ότι ο ορισμός αυτός δεν ταυτίζεται με τη λεγόμενη φυτική κατάσταση στην οποία εκπίπτουν οι νοητικές – συνειδησιακές λειτουργίες λόγω βλάβης τους εγκεφαλικού φλοιού. Ο ακριβής ορισμός έχει ως εξής: «Ανεπανόρθωτη απώλεια της ικανότητας για συνείδηση σε συνδυασμό με την ανεπανόρθωτη απώλεια της ικανότητας για αυτόματη αναπνοή» (ΚΕΣΥ αρ.9/20-03-1985)⁵.

Φιλοσοφικά ωστόσο, ανατρέχοντας στα *Ηθικά Νικομάχεια* του Αριστοτέλη, θα ορίζουμε ως ζωντανό άνθρωπο αυτόν που διαθέτει ελεύθερη βούληση («προαίρεση») ούτως ώστε να επιτύχει το τέλος (τον σκοπό) της ευδαιμονίας και της αρετής⁶. Με βάση αυτό, κατανοούμε ότι ο άνθρωπος που δεν αγωνίζεται αυτοπροαίρετα για την πρόσκτηση της ηθικής και διανοητικής αρετής και την ένταξη του μέσω αυτών στην πολιτική κοινότητα δεν είναι ζωντανός ή τουλάχιστον δεν μπορεί να θεωρείται άνθρωπος ούτως ώστε να τίθεται θέμα ύπαρξής του. Πιο συγκεκριμένα ο άνθρωπος που δεν διαθέτει τη βούληση ή που η

⁵ Μ. Γιαννακού-Πεφτουλίδου, Η περίπτωση του εγκεφαλικού θανάτου, *Θέματα αναισθησιολογίας και εντατικής ιατρικής*, τ.41, σελ. 18-28.

⁶ Αριστοτέλους, *Ηθικά Νικομάχεια*, Βιβλίο 6, παράγραφοι 14-16.

βούληση του τού υπαγορεύει να μην ενταχθεί στην πολιτική κοινότητα όντας «αφρήτωρ, αθέμιστος και ανέστιος» προσιδιάζει είτε σε θηρίο είτε σε Θεό⁷.

Οι δύο αυτοί ορισμοί υπαγορεύουν δύο προσεγγίσεις του ερωτήματος «Πότε πρέπει να πεθαίνουμε» πάντοτε με παρονομαστή τις νευροεπιστήμες. Η πρώτη είναι ιατρική-νομική και η δεύτερη φιλοσοφική.

Στοιχεία Ανατομίας και Φυσιολογίας

Λειτουργική μονάδα του εγκεφάλου είναι ο νευρώνας, ο οποίος συνοδεύεται από έναν υποστηρικτικό πληθυσμό κυττάρων που απαρτίζουν τη νευρολογία. Ο νευρώνας είναι ένα ιδιόμορφο κύτταρο που αποτελείται από το σώμα, προσαγωγούς άξονες (δενδρίτες) και απαγωγό ή απαγωγούς άξονες (νευράξονες) ανάλογα με τη μορφολογία του κυττάρου. Αθροίσεις σωμάτων νευρώνων αποτελούν τους πυρήνες που συναντώνται στο εγκεφαλικό παρέγχυμα (φαιά ουσία) ενώ οι άξονες που μεταφέρουν ερεθίσματα από, προς, εντός και εκτός του εγκεφάλου αποτελούν τη λευκή ουσία. Η αναλογία νευρώνων και νευρογλοίας είναι 1:10 πράγμα που οδηγεί συχνά στην παρερμηνεία ότι ο ανθρώπινος εγκέφαλος λειτουργεί σε ένα επίπεδο της τάξης του 10% των πραγματικών του δυνατοτήτων. Στην πραγματικότητα ο εγκέφαλος ενός υγιούς ανθρώπου μπορεί να αξιοποιήσει το σύνολο των δυνατοτήτων του.

Μακροσκοπικά ο εγκέφαλος χωρίζεται σε δύο ημισφαίρια καθένα από τα οποία αποτελείται από τέσσερις επιμέρους λοβούς (μετωπιαίος, βρεγματικός, κροταφικός, ινιακός). Σε αυτά προστίθεται και η παρεγκεφαλίδα, ένας μικρός κατά πολλούς εγκέφαλος με ίδια δομή. Παράλληλα ο εγκέφαλος χωρίζεται σε οπίσθιο, μέσο και πρόσθιο τμήμα με το οπίσθιο να βρίσκεται κάτω από το μέσο και το πρόσθιο να περιλαμβάνει τον φλοιό. Ο φλοιός είναι υπεύθυνος για απαρτιωτικές λειτουργίες. Βλάβη ή ατροφία του συναντώνται σε νευροεκφυλιστικές παθήσεις όπως το Alzheimer, βασικό γνώρισμα των οποίων είναι η απώλεια γνωστικών και μνημονικών ικανοτήτων. Κατώτερες τοπογραφικά δομές είναι υπεύθυνες για ζωτικές λειτουργίες όπως η αναπνοή ή η ρύθμιση της καρδιακής λειτουργίας.

Συνοψίζοντας αξίζει να αναφέρουμε ότι στο πλαίσιο της παρούσας πραγμάτευσης – η οποία δεν απευθύνεται αποκλειστικά σε ιατρικό κοινό – θα επανέλθουμε στις έννοιες του νευρώνα και της νευρογλοίας, του φλοιού – με έμφαση στη μετοχή του στις ανώτερες πνευματικές λειτουργίες (κατανόηση και εκφορά λόγου, επεξεργασία εικόνας και σωματαιοσθητικής πληροφορίας κ.ο.κ.) – και του προμήκου μυελού, δομής στον οπίσθιο εγκέφαλο που περιλαμβάνει τα κέντρα ρύθμισης της αναπνοής και της καρδιακής λειτουργίας.⁸

Ιατρονομική προσέγγιση

Η προσέγγιση του ερωτήματος από την πλευρά τους ιατρικού-νομικού ορισμού του τέλους της ζωής οδηγεί σε δύο πιθανές απαντήσεις. Θεωρητικά πρέπει να πεθαίνουμε όταν εκφυλιστούν οι νευρώνες του εγκεφαλικού στελέχους σε βαθμό που οδηγούν σε μη αναστρέψιμη διακοπή της λειτουργίας του.

Ο εγκέφαλος γερνάει πράγμα το οποίο έχει πολλαπλές συνέπειες, οι οποίες ακόμα και σήμερα μελετώνται εντατικά. Πρωτογενώς μειώνεται ο αριθμός ή και ο όγκος (volume) των νευρώνων ενώ παράλληλα αυξάνονται οι βλάβες της λευκής ουσίας του εγκεφάλου (white matter lesions) και ελαττώνεται η ικανότητα συναπτικής διαβίβασης ελλείπει νευροδιαβιβαστών ή σχετιζόμενων ορμονών. Σε ένα δεύτερο επίπεδο η γήρανση επιφέρει μορφολογικές αλλαγές στο τοίχωμα των αγγείων και αύξηση της αρτηριακής πίεσης με αποτέλεσμα την αύξηση της πιθανότητας εκδήλωσης αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου (ΑΕΕ)⁹. Σε αυτό συνεπικουρεί και η ανοσολογική πτυχή της γήρανσης (inflammaging¹⁰) που αντιπροσωπεύεται στον εγκέφαλο από ειδικά κύτταρα της νευρογλοίας¹¹.

Υπολογίζεται ότι ο ανθρώπινος εγκέφαλος απαρτίζεται από εκατό δισεκατομμύρια νευρώνες (10¹¹). Καθένας τους ανάλογα με τη μορφολογία και την εντόπισή του δέχεται συνάψεις και συνάπτεται με ως και δεκα χιλιάδες άλλους νευρώνες (10³). Οι συνδέσεις αυτές περιβάλλονται από ένα υποστηρικτικό

⁷ Αριστοτέλους, *Πολιτικά*, Βιβλίο Α, ΙΙ, 5-6.

⁸ R. Snell, *Κλινική Νευροανατομική*, Κεφάλαιο 1, σελ 14-19, Εκδόσεις Λάτση, Αθήνα, 2008.

⁹ R. Peters, Ageing and the brain, *Postgrad Med J*, 2006 Feb; 82(964): 84-88.

¹⁰ inflammation + aging = inflammaging = φλεγμονή + γήρανση = φλεγμονώδης γήρανση = φλεγμονογήρανση.

¹¹ Michela Deleidi, Madeline Jäggle and Graziella Rubino, Immune aging, dysmetabolism, and inflammation in neurological diseases. *Front. Neurosci.*, 3 June 2015 | <https://doi.org/10.3389/fnins.2015.00172>.

πλέγμα νευρογλοιακών κυττάρων που εγγυώνται την ακεραιότητα των κατά τόπους νευρωνικών δικτύων. Βασιζόμενοι στην παλαιότερα ισχύουσα θεωρία της μη αναγέννησης των νευρώνων θα θεωρούσαμε ότι ο αριθμός των νευρώνων με την αύξηση της ηλικίας και των «συν τω χρόνω» επιβαρυντικών παραγόντων φθίνει με αργούς ή σταθερούς ρυθμούς. Θα μπορούσαμε σε αυτό το μοντέλο να βασίσουμε την πρώτη μας παραδοχή, το γεγονός δηλαδή ότι ο εγκέφαλος φθίνει σταδιακά.

Πιο συγκεκριμένα υπολογίζεται ότι ένα εγκεφαλικό επεισόδιο με επακόλουθη αναστρέψιμη ή μη πτώση επιπέδου συνείδησης και πνευματικών λειτουργιών εν γένει ισοδυναμεί με τη νέκρωση εκατοντάδων εκατομμυρίων νευρώνων. Νευροεκφυλιστικές νόσοι όπως το Alzheimer έχουν ανάλογες αριθμητικά επιπτώσεις που αυξάνουν με την πάροδο του χρόνου. Επόμενα στάδια είναι η φυτική κατάσταση και το κώμα, οπότε μπορούμε να συσχετίσουμε την έκπτωση του εγκεφαλικού παρεγχύματος με τον θάνατο, όταν αυτός επισυμβεί. Δεν στάθηκε δυνατό να βρεθούν αριθμητικά δεδομένα σε άνθρωπο. Παρόλα αυτά είναι γνωστά ζώα όπως τα πειραματόζωα ποντίκια ή λιλιπούτειοι πίθηκοι οι οποίοι εμφανίζουν ζωτικές και πνευματικές λειτουργίες βασιζόμενοι σε έναν εγκέφαλο μερικών εκατοντάδων χιλιάδων νευρώνων. Η δυσαναλογία αυτή στις τάξεις μεγέθους αίρεται αν εισάγουμε τον παράγοντα της εντόπισης. Βασική μεταβλητή της βιωσιμότητας του ανθρώπου διαμέσου του εγκεφάλου του είναι η διατήρηση ενός ικανού αριθμού νευρώνων στους εγκεφαλικούς πυρήνες και τις φλοιικές περιοχές που ελέγχουν ζωτικές λειτουργίες και μεσολαβούν την αλληλεπίδραση του ανθρώπου με το περιβάλλον του. Οι προαναφερθείσες έννοιες ελέγχονται ως προς τον μη επακριβή ορισμό τους. Παρόλα αυτά ο ορισμός τους είναι εξίσου διάχυτος με εκείνον της ανθρώπινης ζωής, την οποία και χαρακτηρίζουν.

Πρέπει, λοιπόν, να πεθαίνουμε όταν έχουν εκφυλιστεί – δεν επιτελούν δηλαδή το επικοινωνιακό / διαβιβαστικό τους έργο – μεγάλα αριθμητικά σύνολα νευρώνων τοπογραφικά και λειτουργικά συσχετισμένα με τις εκδηλώσεις που προσδίδουμε στη ζωή.

Με τη σύγχρονη γνώση ότι υφίσταται νευρωνική αναγέννηση στρεφόμαστε προς την αναζήτηση και στον εγκέφαλο – όπως στην πλειονότητα των βιολογικών συστημάτων – μιας δυναμικής ισορροπίας. Νευρώνες αποπίπτουν αλλά παράλληλα νέοι νευρώνες γεννώνται. Η νευρωνική αναγέννηση εντοπίζεται στο μεταιχμιακό σύστημα και συγκεκριμένα στον ιππόκαμπο ενώ η νευρογλοία και χημικοί αγγελιαφόροι επιτρέπουν τη μετανάστευση των νέων νευρώνων όπου κρίνεται απαραίτητο. Η απάντηση στο ερώτημα «Πότε Πρέπει να Πεθαίνουμε» ευθύς περιπλέκεται. Η φθίνουσα πορεία ανατρέπεται και εμφανίζεται μία διεκυστίνδα μεταξύ εκφύλισης και αναγέννησης. Παρόλα αυτά έχει επιβεβαιωθεί ότι ανά δεκαετία η πλάστιγγα γέρνει προς τη μεριά της ατροφίας για λόγους που αφορούν τους ίδιους του νευρώνες και τη νευρογλοία σε συνάρτηση πάντα με τον ανθρώπινο οργανισμό ως σύνολο.

Το φαινόμενο επιτείνεται μετά την ηλικία των 60 ετών. Μπορεί απλουστευτικά να περιγραφεί ως περιορισμός - εκφύλιση της λευκής ουσίας (στην οποία ανήκουν οι νευράξονες που επιτελούν συναπτικό έργο) και διεύρυνση των κοιλιών του εγκεφάλου (που πληρούνται εγκεφαλονωτιαίου υγρού) προς κατάληψη του άδειου χώρου.

Παράλληλα εμφανίζεται μία ανοσολογικής αρχής αποστασία της νευρογλοίας από το προστατευτικό της έργο. Με τον υβριδικό όρο *inflammaging* (φλεγμονώδης γήρανση, θα το αποδίδαμε στα ελληνικά)⁹ δείχνεται η διατήρηση μιας χαμηλού επιπέδου φλεγμονώδους διεργασίας σε μόνιμη βάση στο εσωτερικό του εγκεφάλου. Βιοχημικά εμπλέκονται κυτταροκίνες όπως ο TNFα, η IL6 αλλά και ελεύθερες ρίζες οξυγόνου ROS που επάγουν οξειδωτικό στρες. Η ύπαρξη του δυσμενούς αυτού χημικού περιβάλλοντος ενδεχομένως ευθύνεται για τη διαταραχή του ισορροπούμενου δίπολου νευρωνικής εκφύλισης και γέννησης.¹⁶

Δεν στάθηκε δυνατό να προσδιορίσουμε αν η εκφύλιση είναι ισότιμη στον φλοιό και στις τοπογραφικά κατώτερες εγκεφαλικές δομές. Παρόλα αυτά, δεδομένου ότι ο φλοιός σύμφωνα με έρευνες μετέχει σε επιτελεστικές λειτουργίες που απαιτούν συνεργασία πολλών τμημάτων του, στο παράδειγμα μιας μνήμης η οποία έχει λεκτική και οπτική και συναισθηματική συνιστώσα, η απώλεια νευρώνων ενός τμήματος του φλοιού που αφορά ένα από τα τρία αυτά συστατικά θα παρεμπόδιζε εξ ολοκλήρου την ανασύσταση αυτής της μνήμης. Αντίθετα είναι πιθανό να απαιτείται περισσότερος χρόνος προκειμένου να εκφυλιστεί ικανός αριθμός νευρώνων του υποθαλαμοϋποφυσιακού άξονα (ενδοκρινές σύστημα) ή του αναπνευστικού κέντρου του προμήκου. Άλλωστε οι δομές αυτές – όντας κοινές στο ζωικό βασίλειο και εκ των 'ων ουκ άνευ' για την επιβίωση – διαθέτουν περισσότερους προστατευτικούς μηχανισμούς που

ελαχιστοποιούν την πιθανότητα βλάβης ανάλογης με τη μνήμη, μία λειτουργία νεότερη ιδωμένη από εξελικτική σκοπιά.

Προτού αναμορφώσουμε την απάντηση στο ερώτημά μας, είναι αναγκαίο να σχολιάσουμε και ένα εύρημα που δημοσιεύθηκε στο Nature¹² και αφορά μία συνιστώσα-μοχλό στους προαναφερθέντες μηχανισμούς. Ο λόγος για την ψυχική διάθεση του ανθρώπου: η κατάθλιψη έχει συσχετισθεί με μείωση των νευροτροφινών, χημικών μορίων δηλαδή που διαμεσολαβούν τη νευρωνική αναγέννηση. Ως εκ τούτου, για τον άνθρωπο που πάσχει από κατάθλιψη ή καταφάσκει σε μια αρνητική θέαση του βίου, η απάντηση στο ΠΠΠ διαμορφώνεται εγγύτερα προς την πρώτη απάντηση που δώσαμε ωςάν να μην υπήρχε νευρωνική αναγέννηση. Αντίθετα για τον άνθρωπο που αισιοδοξεί ο χρόνος αντοχής των νευρώνων του στο ισοζύγιο εκφύλισης και αναγέννησης ενδέχεται να επιμηκύνεται.

Πρακτικές συνέπειες

Συνέπεια των παραπάνω είναι ότι το σενάριο της εξαφάνισης των νευρώνων του εγκεφαλικού στελέχους (με αποτέλεσμα την έκπτωση των βασικών για τη ζωή λειτουργιών του όπως η αναπνοή) παραμένει στον χώρο του θεωρητικού στοχασμού. Συγκριτικές απεικονιστικές μελέτες έχουν δείξει ότι η προαναφερθείσα νευροεκφύλιση πλήττει πρώτα περιοχές του εγκεφάλου όπως ο ιππόκαμπος ή ο προμετωπιαίος φλοιός, η απώλεια της λειτουργίας των οποίων οδηγεί σε αμνησία και γενικότερα καταστάσεις έκπτωσης υψηλότερων νοητικών λειτουργιών.¹⁶ Είναι εμφανές ότι οι καταστάσεις αυτές δεν επιφέρουν εντός ολίγων ωρών θάνατο, όπως θα απαιτούσε ο ορισμός του εγκεφαλικού θανάτου που προαναφέραμε. Παρόλα αυτά τόσο η απώλεια μνήμης ή οι συνέπειες ενός ΑΕΕ (κατάκλιση, απώλεια αυτονομίας) μπορούν προοδευτικά να οδηγήσουν στον θάνατο εφόσον ο οργανισμός δεν είναι πλέον σε θέση να καλύψει τις βασικές του ανάγκες.

Στο πλαίσιο αυτό μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι η απάντηση στο «πότε πρέπει να πεθαίνουμε» ορίζεται από την ανικανότητα μας να εξυπηρετήσουμε τις βασικές ανάγκες του ζην όπως είναι η θρέψη και η υγιεινή. Προσδιορίζεται αυτό ηλικιακά;

Ο εγκέφαλος χάνει περίπου το 10% του βάρους του ανά δεκαετία μετά τα 40 έτη ενώ η νευροεκφύλιση κορυφώνεται μετά την ηλικία των 70 ετών¹³. Ανάλογα αυξάνονται και οι πιθανότητες τραυματισμού, κακής σίτισης, κακής συμμόρφωσης ή προσκόλλησης σε φαρμακευτική αγωγή και συνολικά απώλειας της αυτονομίας. Ο θάνατος επέρχεται ή επιβραδύνεται ανάλογα με τη φροντίδα που θα έχει ο άνθρωπος εκ μέρους τρίτων.

Ο προσδιορισμός του χρόνου του θανάτου σε κυτταρικό επίπεδο και εν συνεχεία η αναγωγή του στο σύνολο φαίνεται να στοιχειοθετεί μία απάντηση. Το «Πότε Πρέπει να Πεθαίνουμε» μεταστοιχειώνεται σε αναζήτηση ενός μηχανισμού απόπτωσης, μίας επαγόμενης πορείας προς το τέλος. Η ως τώρα έρευνα έχει οδηγήσει σε ποίκιλα αποπτωτικά σήματα και μονοπάτια σε επίπεδο ενός κυττάρου. Η ενδεδλεχής χαρτογράφηση μιας μεγαλο-απόπτωσης που θα αφορά το εγκεφαλικό στέλεχος, τον προμετωπιαίο φλοιό ή τον ιππόκαμπο ενδεχομένως θα έδινε μία λεπτομερή χρονικά απάντηση στο ερώτημα μας.

Φιλοσοφική προσέγγιση

Προτού εξετάσουμε το θέμα από τη σκοπιά της φιλοσοφίας του νου είναι αναγκαίο να διασαφηνίσουμε ότι η συγκεκριμένη φιλοσοφία ανήκει στον χώρο των νευροεπιστημών. Πρόκειται για τη λεγόμενη “Philosophy of Brain/Mind”, για την οποία υπάρχει ειδικό λήμμα στο λεξικό φιλοσοφίας του Stanford.

«Η αρετή είναι ένας είδος έξεως που αποκτάται με την προαίρεση μας», έγραφε ο Αριστοτέλης στα *Ηθικά Νικομάχεια*¹⁴ καταλείποντας έναν ορισμό της ανθρώπινης ζωής. Ο άνθρωπος ζει για ένα τέλος-

¹² Nicholas A. Bishop, Tao Lu & Bruce A. Yankner, Neural mechanisms of ageing and cognitive decline, *Nature* 464, 529–535 (25 March 2010) doi:10.1038/nature08983.

¹³ Healthy Brain Aging: A Road Map, Desai, Abhilash K. et al. *Clinics in Geriatric Medicine*, Vol 26, Issue 1, 1-16.

¹⁴ Πύλη. Αρχαία Ελληνική Γλώσσα και Γραμματεία. Αριστοτέλους, Ηθικά Νικομάχεια. Διαθέσιμο στο: https://www.greek-language.gr/digitalResources/ancient_greek/library/browse.html?text_id=78.

¹⁹ Adolf Eugen Fick, *Gesammelte Schriften* (1904), Vol. 3, 767. Trans. Paul F. Cranefield, 'The Organic Physics of 1847 and the Biophysics of Today', *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences*, 1957, 12, 410.

σκοπό: την ευδαιμονία που πηγάζει από τη μετοχή σε μία «αυτάρκη πόλιν», και χωρίς αυτήν την ελεύθερη βούληση δεν λογίζεται άνθρωπος. Η σύγχρονη νευροεπιστήμη ενδεχομένως έχει ή πρόκειται να δώσει απάντηση σε αυτό το ερώτημα. Η απάντηση ενδεχομένως θα συνίσταται στον εντοπισμό και την περιγραφή του εγκεφαλικού κέντρου (νευρώνων και συναπτικών δικτύων) της ελεύθερης βούλησης.

Κατά τον Adolf Eugen Fick, «ένα βιολογικό φαινόμενο μπορεί να θεωρηθεί ερμηνευμένο μόνο εάν αποδειχθεί ότι προκύπτει από τα υλικά συστατικά των ζώντων οργανισμών, τα οποία αλληλεπιδρούν σύμφωνα με τους νόμους που τα ίδια αυτά συστατικά ακολουθούν στις αλληλεπιδράσεις τους έξω από τα ζωντανά συστήματα». ¹⁹ Η έλλειψη αυτή που ενδεχομένως δεν θα ήταν ζωτικής σημασίας την εποχή του Αριστοτέλη είναι αδιανόητη στον κόσμο των σύγχρονων νευροεπιστημών.

Ακολουθώντας αυστηρά αυτά τα δεδομένα, ενδεχομένως οδηγούμαστε στην σκέψη ότι το ερώτημα «Πότε Πρέπει να Πεθαίνουμε» είτε είναι ανώφελο να εξετάζεται από τις νευροεπιστήμες είτε δέχεται απόλυτη απάντηση. Η αδυναμία τους να εντοπίσουν την ελεύθερη βούληση – ίδιον φιλοσοφικά της ανθρώπινης ύπαρξης – καθιστά τον άνθρωπο εξαρχής νεκρό ή μη άνθρωπο. Σε αυτόν τον προβληματισμό συμβάλλουν και νευροεπιστήμονες φιλόσοφοι όπως ο Eliaf Parson ή ο Christoph Koch, οι οποίοι υποστηρίζουν ότι η ανάπτυξη των νευροεπιστημών σημαίνει το τέλος της ελεύθερης βούλησης. Κατ' αυτούς η εξαφάνιση της «πίστης» άρα και της εφαρμογής της ελεύθερης βούλησης σημαίνει την κυριαρχία του ντετερμινισμού. Σε αυτό το πλαίσιο ο θάνατος επέρχεται νομοτελειακά. Ως εκ τούτου, στο βαθμό που δεν υπάρχει ελεύθερη βούληση, δεν υπάρχει και λόγος να εξετάζουμε το πότε πρέπει να πεθαίνουμε εφόσον αυτό καθορίζεται από μία υπεράνω της αντίληψης μας νομοτέλεια ¹⁵.

Την απαξίωση του ερωτήματος έρχεται να ανατρέψει άρθρο του καθηγητή Eddy Nahmias στους *New York Times*. Συνοπτικά εξηγεί ότι η ελεύθερη βούληση υφίσταται ανεξάρτητα από τον ισχύοντα ντετερμινισμό και εκδηλώνεται κατά τρόπο διαφορετικό από τον συμβατικά νομιζόμενο. Ο άνθρωπος πάντα θα έχει την ελευθερία να καθορίζει τις πράξεις του όποια και αν είναι η αντίληψη των επιστημόνων για τον εγκέφαλο του. Στο πλαίσιο αυτό το «Πότε Πρέπει να Πεθαίνουμε» ξαναβρίσκει το χαμένο του νόημα. Ο άνθρωπος πρέπει να πεθαίνει όταν ορίζει η προσωπική του βιοθεωρία και αντίληψη ανεξάρτητα από τον ισχύοντα ντετερμινισμό ¹⁶.

Η φιλοσοφία των νευροεπιστημών δίνει τελικά ακραίες απαντήσεις. Το ίδιο το ερώτημα είτε κλονίζεται είτε γιγαντώνεται. Το θέμα που αναδεικνύεται από τη φιλοσοφία των νευροεπιστημών και καθιστά αναγκαία ξέχωρη αναφορά σε αυτές είναι ότι το «Πότε Πρέπει να Πεθαίνουμε» μπορεί να χειραφετηθεί από την κηδεμονία της νευροανατομικής και να ερμηνευθεί και υποκειμενικά ανάλογα με το υιοθετούμενο φιλοσοφικό υπόδειγμα.

Συζήτηση

Πότε τελικά πρέπει να πεθαίνουμε; Σε έναν κόσμο που απέχει δύο και παραπάνω χιλιετίες από τον Πλάτωνα είναι δύσκολο να μιλάμε με το «δει». Είναι επίσης δύσκολο να πεισθούμε στο αριστοτελικό «τέλος» ενώ η επιστημονική σκέψη εμφορείται από συλλογιστικές πορείες όπως η απροσδιοριστία του Heisenberg.

Το ερώτημα φαίνεται να μην επιδέχεται μονοσήμαντες απαντήσεις. Ξεκινώντας από ορισμένους περιορισμούς βρεθήκαμε σε άλλους. Η αντικειμενική νευροεπιστημονική απάντηση με κριτήρια ανατομίας και φυσιολογίας υφίσταται αλλά δεν είναι πλήρης. Σε αυτό συντελούν και η πολυπλοκότητα των δομών που πρέπει να ερευνηθούν σε βάθος και η μοναδικότητα του ατόμου. Η ίδια μοναδικότητα άλλωστε ανοίγει την πόρτα στη δεύτερη προβληματική που θέτει η φιλοσοφία των νευροεπιστημών. Το ερώτημα είναι και αυτό σχετικό και ως εκ τούτου διαβλητό από τους ορισμούς που δίνουμε. Η εξίσωση αποκτά πολλές πιθανές λύσεις εκ των οποίων σταχυολογούμε την υψηλότερη και τη χαμηλότερη δυνατή τιμή.

¹⁵ Adapted from *Consciousness: Confessions of a Romantic Reductionist*, by Christof Koch, © Massachusetts Institute of Technology, 2012.

¹⁶ E. Nahmias, *Is Neuroscience the Death of Free Will?* Opinions section. *The New York Times*, 11/13/2011. Διαθέσιμο <https://archive.nytimes.com/opinionator.blogs.nytimes.com/2011/11/13/is-neuroscience-the-death-of-free-will/>.

Κλείνοντας διαπιστώνουμε ότι είναι αβέβαιο το κατά πόσο θα καταλήξουμε σε μία καθολική απάντηση του «Πότε Πρέπει να Πεθαίνουμε» ενώ είναι σχεδόν βέβαιο ότι η ζωή ενός ανθρώπου δεν αρκεί για να δώσει λύση σε αυτό το αίνιγμα. Κάθε θεώρηση του ζητήματος – από οποιαδήποτε οπτική – αντιμετωπίζει κάποια από τα επιμέρους ερωτήματα. Η υποχώρησή τους ωστόσο είναι τακτική καθώς ανασχηματίζονται και επανέρχονται. Εκτενέστερη έρευνα που δεν θα φοβηθεί να εγκαταλείψει τη θεωρητική σκέψη και να λάβει υπόψη της την προσωπική εκτίμηση και μαρτυρία αξίζει να διεξαχθεί στο μέλλον.

Τα σημεία τα οποία κρίνουμε απαραίτητο να αποτολμήσουν μελλοντικοί μελετητές είναι α) η αποσαφήνιση της έννοιας της ανθρώπινης ζωής και των εκδηλώσεών της, β) τα ακριβέστερα αριθμητικά δεδομένα, γ) η διερεύνηση των ανοσολογικών μηχανισμών και του ισοζυγίου αναγέννησης και εκφύλισης, δ) η διενέργεια ευρείας κλίμακας απεικονιστικών μελετών, ε) η τοποθέτηση έναντι της ελεύθερης βούλησης και η εν γένει συσχέτιση με τα «πραγματικά» δεδομένα που θα παρείχε η ακριβής συσχέτιση με συννοσηρότητες και κοινωνικά δεδομένα.

Συμπεράσματα

Με τις επιφυλάξεις που επισημάναμε συνάγουμε την εξής απάντηση. Ο άνθρωπος πρέπει να πεθαίνει όταν πλέον οι νευρωνικοί πληθυσμοί σε κύριες δομές και υποδομές του εγκεφάλου δεν επαρκούν προκειμένου να εξασφαλίσουν τη λειτουργική του αυτονομία είτε πρόκειται για τη μνήμη και την καθημερινή συνεννόηση είτε την κάλυψη στοιχειωδών κινητικών αναγκών. Το πότε αυτό δεν είναι δεσμευτικό και δεν είναι ακαριαίο. Αναφέρεται σε μια κατά το δυνατό φυσιολογική πορεία γήρανσης στην οποία το τέλος αρχίζει να διαφαίνεται **όταν ο άνθρωπος έχει τη μόνιμη ανάγκη φροντιστών για να καλύψει τις βασικές του ανάγκες**. Ο θάνατος δεν έρχεται προς τιμωρία του ατόμου ή προς ανακούφιση των φροντιστών αλλά ως απόρροια μιας φυσιολογικής αλληλουχίας γεγονότων με βασικές συνιστώσες την εμφάνιση συννοσηροτήτων σε έναν ήδη καταπονημένο οργανισμό και την ασύνειδη επισυσσωρευμένη κόπωση των φροντιστών (burnout). Η απώλεια άλλωστε της λειτουργικής αυτονομίας κοινωνικά ισοδυναμεί με de facto κατάργηση του modus vivendi του ανθρώπου και ανατομικά με μεταβολή των συναπτικών εγγραμμάτων του νεοφλοιού. Μία τέτοια αλλαγή σηματοδοτεί ενδεχομένως την αρχή ενός τέλους.

Σε κάθε περίπτωση ωστόσο ο θάνατος δεν μπορεί να ερμηνευθεί απόλυτα. Πρώτα-πρώτα επειδή επιστημονικά μπορούμε να τον δούμε μόνο ως σημείο στη ζωή ενός ατόμου που επηρεάζει στο επίγειο επίπεδο άλλα άτομα. Πολλή γνώση λείπει και είναι αμφίβολο αν αυτό είναι το είδος της γνώσης που κατακτούμε επιστημονικά καθώς άπτεται της μεταφυσικής και όχι της φυσικής. Συμπεραίνουμε, λοιπόν, αλλά συμπεραίνουμε με τη γλώσσα του «ενδεχομένως».

Ευχαριστίες

Ειδικές ευχαριστίες στους: *Γιάννη Δημολιότητα*, αναπληρωτή καθηγητή Υγιεινής και Ιατρικής Εκπαίδευσης του Τμήματος Ιατρικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων που με παρακίνησε να επιχειρήσω αυτήν την πρώτη προσέγγιση του θέματος στο πλαίσιο του 1^{ου} Διεπιστημονικού Συμποσίου «Πότε Πρέπει να Πεθαίνουμε». *Χρήστο Τσιτσιπάνη*, ειδικευόμενο νευροχειρουργό στο Πανεπιστημιακό Νοσοκομείο Ηρακλείου για τις μακρές μας συζητήσεις σχετικά με τις λειτουργίες του εγκεφάλου που πλήττονται πρώτα από τη νευροεκφύλιση. *Ραφαέλα Δατσέρη*, προπτυχιακή φοιτήτρια Ιατρικής που μου επισήμανε ερευνητικά δεδομένα για την επίδραση της κατάθλιψης στην αναγέννηση των νευρώνων.

Σύγκρουση συμφερόντων

Δεν υπάρχει σύγκρουση συμφερόντων στο πλαίσιο αυτής της μελέτης.