



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 PROGAM 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/33256 & [doi:heal.uoi.13011](https://doi.org/10.13011/heal.uoi.13011) **EN Summary** follows

Εντροπία και Φυσιολογικός Θάνατος¹

Βασιλική Π. Καλφακάκου²

Μονάδα Περιβαλλοντικής Φυσιολογίας, Εργαστήριο Φυσιολογίας Ιατρικού Τμήματος Σχολής
Επιστημών Υγείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων, Ιωάννινα, Ελλάδα

Περίληψη

Τα τελευταία 100 χρόνια η ιατρική επιστήμη έχει αυξήσει τον προσδόκιμο μέσο όρο ζωής, αλλά όχι και το μέγιστο όριο ζωής (~120 έτη). Πρόσφατες έρευνες σχετίζουν την μακροβιότητα με την επιγενετική αλληλεπίδραση διατροφής και γονιδίων που ρυθμίζονται από το βιοχημικό μονοπάτι “ίνσουλίνης / παράγοντα ανάπτυξης παρόμοιου της ίνσουλίνης (insulin-like growth factor, IGF)”. Παράγοντα γήρανσης-θανάτου αποτελεί ο προγραμματισμένος κυτταρικός θάνατος ή απόπτωση, που καθορίζεται γονιδιακά αλλά επίσης τροποποιείται επιγενετικά. Η κυτταρική απόπτωση συνοδεύεται από προοδευτική λειτουργική έκπτωση και ανεπάρκεια των επί μέρους οργάνων του ανθρωπίνου σώματος και οδηγεί τελικά τον οργανισμό σε συνολική κατάρρευση και εγκεφαλικό θάνατο.

Ο άνθρωπος εγκέφαλος, ένα χαοτικό σύστημα, σύμφωνα με την σύγχρονη Φυσική, λαμβάνει ερεθίσματα από το εξωτερικό και εσωτερικό περιβάλλον τα οποία επεξεργάζεται, διαχειρίζεται και παράγει αντίστοιχες αντιδράσεις. Τόσο τα περιβαλλοντικά ερεθίσματα όσο και οι αντιδράσεις του εγκεφάλου και του νευρικού συστήματος σε αυτά, είναι ποικίλες μορφές ενέργειας που συγκροτούν ροές πληροφορίας, προς και από το ανθρώπινο σώμα.

Η ενεργειακή φύση του σώματος και της πληροφορίας που ανταλλάσσει με το περιβάλλον, το κατατάσσει στα ανοικτά συστήματα, που διέπονται από τους νόμους της θερμοδυναμικής και την

¹ 30-4-2017 11:00-12:30 Συνεδρία K2 Ο φυσιολογικός θάνατος. Ομιλία 2η: [YouTube=g7XCoi7t87s](https://www.youtube.com/watch?v=g7XCoi7t87s) 22:08.

Άρθρο: υποβολή 12-5-2023· αποδοχή 13-5-2023· 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: Καλφακάκου Β. «Εντροπία και Φυσιολογικός Θάνατος». 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 K22: σς 15. <https://olympias.lib.uoi.gr/jsui/handle/123456789/33256> & <http://dx.doi.org/10.26268/heal.uoi.13011..>

² Καθηγήτρια Φυσιολογίας. Υπεύθυνη Μονάδας Περιβαλλοντικής Φυσιολογίας Εργαστηρίου Φυσιολογίας Ιατρικού Τμήματος Σχολής Επιστημών Υγείας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων (ΠΙ). Πτυχιούχος: Φυσιολογίας (ΕΚΠΑ), Βιολογίας (ΕΚΠΑ). Σπουδές Ιατρικής (ΠΙ). Διδάκτωρ Ιατρικής Σχολής ΠΙ. Μετεκπαίδευση: Physiology, Medical School, King's College, UCL, London. Physiologie des Organes, INSERM, Paris, France. Ενδιαφέροντα: Μηχανισμοί δράσης μεταλλικών στοιχείων σε ερυθρά αιμοσφαίρια, καρδιά, νευρικό σύστημα. Περιβαλλοντική Φυσιολογία, ρύπανση, καρκινογόνα-αντικαρκινογόνα, μέταλλα-διατροφή-τρόφιμα-ιχνοστοιχεία. Μηχανισμοί πόνου. Επίβλεψη: PhD 13, MSc 8. Διδασκαλία: Προπτυχιακά, Φυσιολογία, Ιατρική Σχολή ΠΙ, 39 έτη· Μεταπτυχιακά, Δυσλεξία, Αντιμετώπιση Πόνου, Πιστοποίηση Αγροτικών Προϊόντων Ποιότητας, 13 έτη· Επιλογή, Περιβαλλοντική Φυσιολογία και Εισαγωγή στην Περιβαλλοντική Ιατρική, 10 έτη. Υπεύθυνη ή Συνεργαζόμενη Ευρωπαϊκών ή Εθνικών προγραμμάτων 31. Διεθνείς Δημοσιεύσεις 78, Διεθνή Συνέδρια 90. vkalfaka@uoi.gr.

εντροπία. Η εντροπία ορίζεται ως το μέτρο της αταξίας ενός συστήματος και το μέγεθός της είναι αντίστροφο της ποσότητας της πληροφορίας που μπορεί να προσφέρει ένα τέτοιο σύστημα.

Το ανθρώπινο σώμα εμφανίζει την μέγιστη αταξία-εντροπία κατά την γέννηση, ενώ κατά την ανάπτυξη-γήρανση η τάξη αυξάνεται και η εντροπία μειώνεται, έτσι λίγο πριν τον θάνατο εμφανίζεται η μέγιστη τάξη και η ελάχιστη εντροπία. Το σημείο κατάρρευσης του σώματος και διαγραφής της συνείδησης, ο θάνατος, συμβαίνει όταν επικρατήσει η τελευταία αυτή συνθήκη. Ο φυσιολογικός θάνατος συνεπώς προκύπτει όταν ο οργανισμός αδυνατεί να αλληλεπιδράσει πλέον με το περιβάλλον και να ανταλλάξει πληροφορίες.

Θεωρητικά, ένα ζωντανό σύστημα που θα ήταν ικανό να παράγει και να ανταλλάσσει ενέργεια-πληροφορία συνεχώς, θα μπορούσε να καταστεί αθάνατο. Πρακτικά, ερευνητική συνεργασία μεταξύ διακεκριμένων κέντρων νευροεπιστημών και πληροφορικής, επιχειρεί σήμερα την επίτευξη της ψηφιακής αθανασίας της ατομικής συνειδητότητας, και ίσως την καταστήσει εφικτή στο σχετικά άμεσο μέλλον.

Λέξεις-κλειδιά: γιατί πρέπει να πεθαίνουμε, φυσιολογικός θάνατος, πότε πεθαίνουμε, προγραμματισμένος κυτταρικός θάνατος, ανταλλαγή πληροφοριών σώματος περιβάλλοντος, αλληλεπίδραση διατροφής γονιδίων, βιοχημικό μονοπάτι ινσουλίνης, μακροβιότητα, επιγενετική, κυτταρική απόπτωση, ελάχιστη αταξία-εντροπία, νευροεπιστήμες και πληροφορική, ψηφιακή αθανασία, πότε πρέπει να πεθαίνουμε, ΠΠΠ.

Entropy and Physiological Death³

Vasiliki Kalfakakou⁴

Unit of Environmental Physiology, Laboratory of Physiology, Medical Department, School of Health Sciences, University of Ioannina, Ioannina, Greece

Summary

Medical advances over the past 100 years have increased mean life expectancy, yet not life's upper limit (~120 years). Recent research correlates longevity to epigenetic interactions between nutrition and genes regulated by the insulin / insulin-like growth factor (IGF) pathway. Programmed cell death or apoptosis is one of many contributing factors the aging-death procedure, genetically determined but still epigenetically modifiable. Progressive functional insufficiency and failure of human body organs leads the overall organism to collapse and finally to cerebral death.

Human brain, according to Modern Physics, functions in terms of a chaotic system, receiving, processing, and managing stimuli from the outer and inner environment and accordingly producing the relevant responses. Environmental stimuli as well as brain-nerve system's reactions to them are various energy forms constituting flowing information streams, towards and from the human body.

Human body and the information that exchanges with the environment are both of energy nature and thus the body, as an open system, is controlled by the laws of thermodynamics and entropy. Entropy is

³ 30-4-2017 11:00-12:30 Session: **K2 Ο φυσιολογικός θάνατος**. Speech 2: [YouTube=g7XCoi7t87s](https://www.youtube.com/watch?v=g7XCoi7t87s) 22:08. Paper submitted 12 May 2023. Accepted 13 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: Kalfakakou V. «Entropy and Physiological Death». 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 K22: ps 15. <https://olympias.lib.uoi.gr/jspui/handle/123456789/33256> & <http://dx.doi.org/10.26268/heal.uoi.13011>.

⁴ Professor of Physiology. Head of the Environmental Physiology Unit, Physiology Laboratory, Medical Department, School of Health Sciences, University of Ioannina (UoI), Greece. Graduate: Science (National and Kapodistrian University of Athens, NKUA), Biology (NKUA). Medical Studies (UoI). PhD (UoI, Medical School). Further education: Physiology, Medical School, King's College, UCL, London; Physiologie des Organes, INSERM, Paris, France. vkalfaka@uoi.gr.

defined as the measure of a system's disorder and is reciprocally connected to the quantity of information this system is able to deliver.

Human body presents the highest entropy at birth while during development and towards senescence entropy reduces and just before death entropy reaches a minimum level. Human body's total succumb and consciousness erase happens when this latest condition has been prevailed. Physiological death develops, accordingly, when human organism is unable to further interact with the environment and exchange information.

Theoretically, a living system able to constantly produce and exchange energy, could possibly become immortal. Practically, interdisciplinary collaboration between distinct research centers on neurosciences and informatics, attempts nowadays to bring up digital immortality of individual consciousness and this may be attainable in the very near future.

Keywords: *why should we die, physiological death, when do we die, programmed cell death, body-environment information exchange, gene-nutrition interaction, insulin biochemical pathway, human longevity, epigenetics, cell apoptosis, disorder's entropy, neurosciences and informatics, digital immortality, when should we die, WnSWD.*

Ελένη Καλοκαιρινού: Τώρα ας καλέσουμε στο βήμα την επόμενη ομιλήτρια της αποψινής συνεδρίας, την κυρία Καλφακάκου, καθηγήτρια Φυσιολογίας του Ιατρικού Τμήματος στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. Κυρία Καλφακάκου έχετε το λόγο.

Βασιλική Καλφακάκου: Σας ευχαριστώ πολύ κ. Καλοκαιρινού! Σας καλωσορίζω και πάλι όλους και σας ευχαριστώ που είστε εδώ.

Θα μιλήσω για την εντροπία και το φυσιολογικό θάνατο.

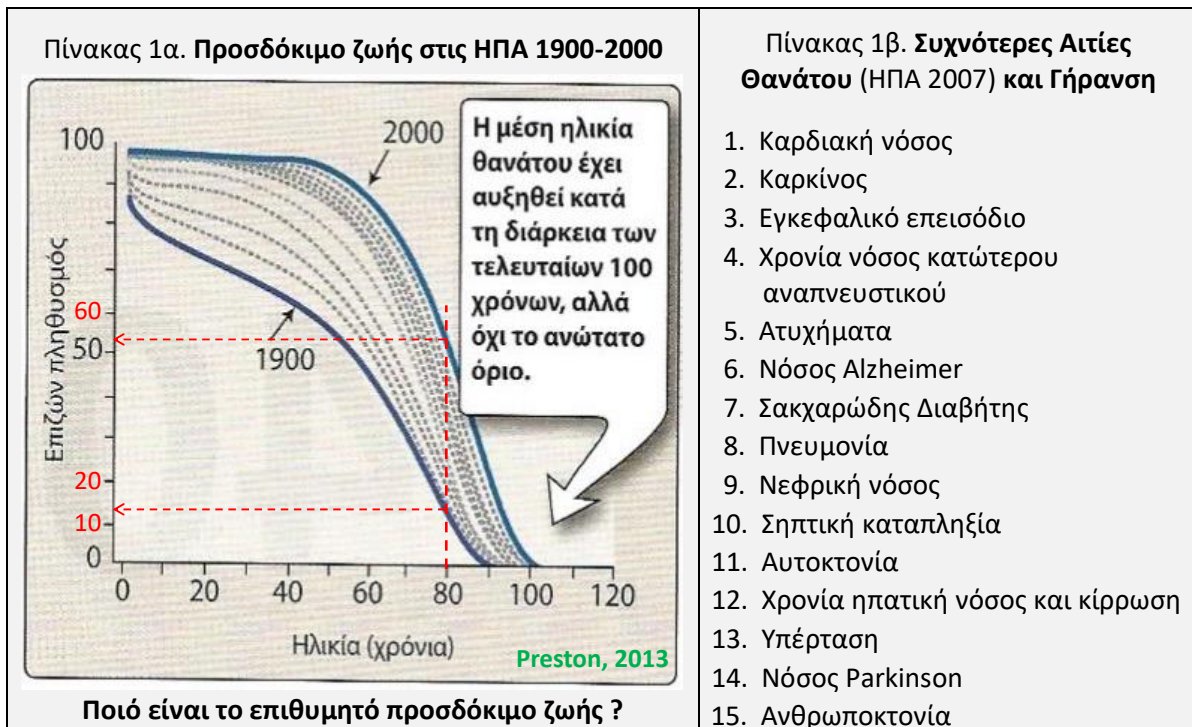
Πριν μιλήσω για το φυσιολογικό θάνατο, θα ήθελα να αναφερθώ στο τι σημαίνει **φυσιολογική γήρανση** και γιατί καταλήγουμε στο φυσιολογικό θάνατο μέσα από μια πορεία που χαρακτηρίζεται φυσιολογική γήρανση. Ας δούμε λοιπόν το προσδόκιμο ζωής, με στοιχεία από τις Ηνωμένες Πολιτείες των τελευταίων 100 περίπου ετών (Πίνακας 1α). Βλέπουμε, λοιπόν, ότι για τα άτομα ηλικίας 80 ετών – και ο κ. Γκλαντζούνης⁵ πριν ανέφερε ότι τώρα θεωρούνται ακόμη νέα – το 1900 η επιβίωσή τους δεν ξεπερνούσε το 15%, ενώ το 2000 είχε φτάσει σχεδόν το 55% (κόκκινες διακεκομμένες γραμμές) και σήμερα ίσως το 60%. Αυτό σημαίνει ότι η μέση ηλικία θανάτου, ή μάλλον η μέση ηλικία επιβίωσης έχει αυξηθεί, όχι όμως και το ανώτατο όριο ζωής (~120 έτη). Κι ο άνθρωπος επιθυμεί να ζήσει πολύ. Ποιο είναι τελικά το επιθυμητό προσδόκιμο της ζωής; Υπάρχει μια λαϊκή ρήση, που λέει ότι «*Ο άνθρωπος ζει 3 τέρμινα και 10 χρόνους*» και το τέρμινο δεν ορίζεται. Ας δούμε, λοιπόν, πόσο μπορεί να ζήσει άνθρωπος.

Ποιες είναι οι συχνότερες αιτίες θανάτου; Ο κατάλογος (Πίνακας 1β) δείχνει ότι η καρδιακή νόσος (τα καρδιαγγειακά νοσήματα γενικώς), ο καρκίνος, και τα εγκεφαλικά επεισόδια είναι οι συχνότερες αιτίες. Βέβαια, είναι και συνεπακόλουθα της γήρανσης. Ως τα 20 έτη τουλάχιστον, οι πιθανότητες θανάτου από καρδιαγγειακά, καρκίνο και διαβήτη είναι ελάχιστες. Αλλά **μετά τα 20**, η πιθανότητα να προσβληθεί κάποιος από αυτά τα νοσήματα διπλασιάζεται **κάθε 8-10 χρόνια**. Ουσιαστικά, η γήρανση αρχίζει από τη στιγμή της γέννησης, αλλά αρχίζει να γίνεται εμφανής μετά τα 20. Η φυσιολογική, λοιπόν, γήρανση είναι ένας στόχος. Και όταν λέμε "**φυσιολογική γήρανση**" εννοούμε επέκταση της ζωής **και** της υγείας.

Παράγοντες μακροβιότητας και υγείας, γενικά αποδεκτοί σήμερα, είναι η *διατροφή*, η *άσκηση*, ο *τρόπος ζωής*, ο *περιορισμός των θερμίδων* και τα *γονίδια*. Τα γονίδια, τα οποία έχουν μελετηθεί ιδιαίτερα την τελευταία εικοσαετία, παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο, κυρίως η αλληλεπίδραση τους με το

⁵ Γκλαντζούνης Γ. «*Διλήμματα στη χειρουργική αντιμετώπιση του ογκολογικού ασθενούς. Διαχείριση των ασθενών τελικού σταδίου σε μια χειρουργική κλινική*». Βλ. κορυφή 1ης σελίδας; ΠΡΑΚΤΙΚΑ: Συνεδρία "K2 Ο φυσιολογικός θάνατος".

περιβάλλον, δηλαδή με τον τρόπο ζωής, τη διαίτα και τους ήδη προαναφερθέντες παράγοντες. Στη συνέχεια, θα γίνει μια πιο ειδική αναφορά στον περιορισμό των θερμίδων και στα γονίδια (Πίνακες 2-5).



Πίνακας 2. Περιορισμός θερμίδων ⇒ Μακροζωία + Υγεία	
Ημι-λιμοκτονούντα (semi-starved) ζώα	
<p>Τρωκτικά</p> <ul style="list-style-type: none"> • Παράταση ζωής 50%. • Μείωση κακοηθειών 100%: καρκίνο μαστού ανέπτυξε το 50% των πλήρως διατρεφομένων (full-fed) ποντικών και 0% των semi-starved. • Απόδοση στο τεστ λαβυρίνθου: καλλίτερη τα ηλικίας 3 ετών (προς το τέλος της ζωής τους) semi-starved, από ότι τα ηλικίας 6 μηνών full-fed. • Μείωση παθολογοανατομικών ευρημάτων σε: καρδιά, νεφρούς, ήπαρ και άλλα όργανα. 	<p>Μύκητες, Πρωτόζωα, Φρουτόμυγες (δροσόφιλα), Σκώληκες, Πίθηκοι</p> <ul style="list-style-type: none"> • Περιορισμός καρδιοπαθειών, καρκίνου, διαβήτη, νεφροπαθειών, καταρράκτη, Parkinson Disease, Alzheimer Disease. • Βελτίωση profile χοληστερόλης. • Μείωση Αρτηριακής Πίεσης. • Περιορισμός εκφύλισης ανοσολογικού συστήματος. <p>Clive McCay, Cornell Univ., 2011. Albert Tannenbaum, Chicago Univ., 2012.</p>

Έχει βρεθεί (Πίνακας 2), ότι ο περιορισμός των θερμίδων προσφέρει μακροζωία και καλή υγεία. Έχει γίνει μια σειρά πειραμάτων, ιδιαίτερα σε ποντίκια και αρουραίους, και έχει αποδειχθεί ότι ζώα στα οποία περιόρισαν στο μισό σχεδόν τις διαιτητικές θερμίδες που ελάμβαναν έζησαν 50% περισσότερο, και τα θηλυκά ζώα δεν εμφάνισαν καρκίνους μαστού ενώ το 50% των θηλυκών που έλαβαν πλήρη θερμιδική διαίτα εμφάνισαν καρκίνους μαστού. Επί πλέον όσα είχαν υποστεί θερμιδικό περιορισμό απέδιδαν πολύ καλύτερα στο τεστ λαβυρίνθου, ένα τεστ με το οποίο ελέγχεται η συμπεριφορά ευφύιας και αναζήτησης τροφής μέσα σε έναν ειδικό χώρο, απέδιδαν λοιπόν καλύτερα τα ποντίκια που ήταν 3 ετών, ήτοι προς το τέλος της ζωής τους, σε σύγκριση με αυτά που είχαν ηλικία 6 μηνών. Επίσης εμφάνιζαν πολύ μειωμένα παθολογοανατομικά ευρήματα σε όργανα στόχους αυτών των νόσων του γήρατος, όπως η καρδιά, οι

νεφροί, το ήπαρ. Η ίδια μελέτη έγινε σε πολλά είδη από το ζωικό βασίλειο, σε μύκητες, πρωτόζωα, τη δροσόφιλα (φρουτόμυγα), τους νηματώδεις σκώληκες, τους πιθήκους, όπου επίσης φάνηκε ότι ο περιορισμός των θερμίδων: περιόριζε την ανάπτυξη καρδιοπαθειών, καρκίνου, διαβήτη, και νευροεκφυλι-στικών νοσημάτων όπως Parkinson, Alzheimer· βελτίωνε το προφίλ των λιπιδίων· μείωνε την αρτηριακή πίεση· και περιόριζε την εκφύλιση του ανοσοποιητικού συστήματος. Με τρεις μηχανισμούς: Πίνακας 3.

Πίνακας 3. Μηχανισμοί δράσης θερμιδικού περιορισμού

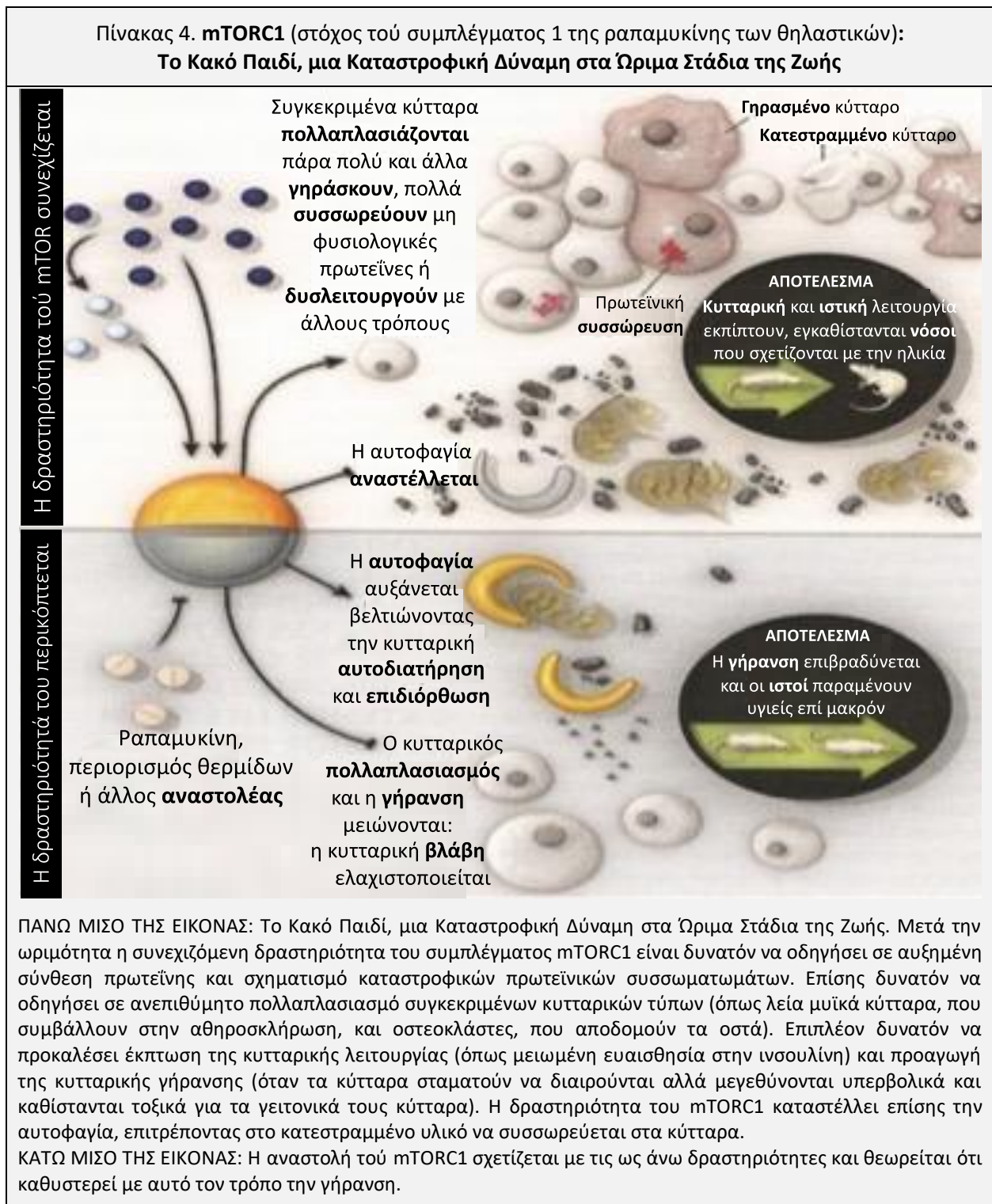
1. Προκαλεί **μείωση ελευθέρων ριζών**: ↓ γλυκόζης ⇒ ↓ καύσεων ⇒ επιβράδυνση οξειδωτικού stress.
2. Μεσολαβείται από ομάδα **γονιδίων αντιγήρανσης**, τα γονίδια sirtuins, η ρεσβερατρόλη, που αφθονεί στο κόκκινο κρασί, επάγει τις sirtuins (French paradox).
3. Μειώνει την έκκριση των ορμονών **ινσουλίνη** και **IGF** (insulin like growth factor) (mTORC1 & FOXO3)
 - * Οι ορμόνες αυτές σηματοδοτούν (κατευθύνουν) τη χρήση των ενεργειακών πόρων:
 - είτε προς **ανάπτυξη και αναπαραγωγή** στη νεαρή ηλικία: **Άφθονη** τροφή ⇒ ↑ Ins / IGF
 - είτε προς **συντήρηση και επισκευή** στην προχωρημένη ηλικία: **Περιορισμένη** τροφή ⇒ ↓ Ins / IGF ⇒ μακρά επιβίωση, διόρθωση και προστασία κυττάρων.
 - * Ρυθμίζουν μεταβολισμό, λιποαποθήκευση, αναπαραγωγή:
 - IGF προωθεί **κυτταροδιαίρεση και ανάπτυξη**.
 - Ins εκτρέπει την καύσιμη ύλη είτε προς **άμεση ενεργειακή χρήση** είτε προς **αποθήκευση**. Μεγαλύτερη πρόσληψη τροφής (ζάχαρη, άλευρα) ⇒ ↑ έκκρισης Ins.

Buffenstein R, HSC, Texas Univ. Guarente L, MIT. Sinclair D, Harvard (SIRTIS). Ruvkun G, Harvard Medical School & General Hospital, Mach.

Ο πρώτος μηχανισμός συνίσταται στο ότι ο περιορισμός των θερμίδων προκαλεί μείωση των **ελευθέρων ριζών**: Λιγότερη γλυκόζη, λιγότερες καύσεις, επιβράδυνση του οξειδωτικού στρες. Ο δεύτερος στο ότι ο περιορισμός των θερμίδων μεσολαβείται από την επαγωγή μιας ομάδας, ενός σετ **γονιδίων**, που παράγουν τις σιρτουίνες. Μάλιστα η ρεσβερατρόλη (προϊόν του σταφυλιού και απαντά σε ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις στο κόκκινο κρασί) επάγει αυτά τα γονίδια και την διαχείρισή τους μέσω των σιρτουινών, και έτσι ερμήνευσαν και αυτό που ονομάζουμε "*το παράδοξο των Γάλλων*", δηλ. ενώ η διατροφή τους περιλαμβάνει πολλά λιπίδια, επειδή καταναλώνουν κόκκινο κρασί έχουν καλύτερη υγεία και μακροβιότητα. Όμως αυτό που ισχύει κυρίως, ο μηχανισμός που γίνεται αποδεκτός, είναι η μείωση της έκκρισης **ινσουλίνης** και του "**παρόμοιου με την ινσουλίνη παράγοντα ανάπτυξης**" (insulin-like growth factor, **IGF**). Είναι δύο παράγοντες, δύο ορμόνες, οι οποίες λειτουργούν μέσα από ένα μεταβολικό μονοπάτι που εμπλέκονται τα γονίδια TOR και FOXO, τα οποία έχουν συγκεκριμένες δράσεις.

Αυτό, λοιπόν, το μεταβολικό μονοπάτι της ινσουλίνης και του IGF (Πίνακας 3), όταν η τροφή ενός ζώου είναι άφθονη, σηματοδοτεί, κατευθύνει τη χρήση των ενεργειακών πόρων προς ανάπτυξη και αναπαραγωγή, και αυτό συμβαίνει κυρίως στη νεαρή ηλικία. Ενώ όταν μειώνεται η τροφή, όπως **πρέπει** να συμβαίνει στους ενήλικες, τότε σηματοδοτείται η συντήρηση και η επισκευή των κυττάρων, δηλαδή η μακρά επιβίωση, η διόρθωση και προστασία (Πίνακας 4).

Ο πίνακας 4 δείχνει σχηματικά ότι όταν υπάρχει **άφθονη τροφή**, η ινσουλίνη και ο IGF κατευθύνουν τον οργανισμό προς παραγωγή λιποκυττάρων, καταστροφή των άλλων κυττάρων, γρήγορη γήρανση. Ενώ όταν υπάρχει **περιορισμός** θερμίδων, αυτές οι TOR πρωτεΐνες οι οποίες μεσολαβούν, καθώς και ορισμένες άλλες όπως είναι η ραπαμυκίνη, κατευθύνουν τον οργανισμό προς την απομάκρυνση των άχρηστων υλικών και αυτοφαγία, δηλαδή δεν καταναλώνονται πλέον εισαγόμενες θερμίδες αλλά χρησιμοποιούνται τα ήδη υπάρχοντα υλικά, κι έτσι ο οργανισμός παραμένει ζωντανός και υγιής για αρκετό διάστημα, μακροβιώνει.



Ο ρόλος των **γονιδίων** ποιός είναι; Οπωσδήποτε παίζουν ρόλο τα γονίδια (Πίνακας 5). Μελετήθηκε μια σειρά ειδών (μυκήτων, φρουτόμυγας, σκωλήκων, αρουραίων, ποντικών, πιθήκων, ανθρώπων πολλών εθνικοτήτων) από τούς οποίους απομονώθηκαν τα πιο μακρόβια άτομα. Βρέθηκε ότι υπάρχει το γονίδιο FOXO ή ομόλογό του σε όλους τους μακρόβιους οργανισμούς και αυτό μπορεί μέσα από το μεταβολικό μονοπάτι ινσουλίνης / IGF να προσφέρει μακροβιότητα ή επιβίωση και υγεία. Οι αιωνόβιοι

αυτοί άνθρωποι είχαν και οικογενειακό ιστορικό μακρόβιων συγγενών. Επομένως μπορεί να ειπωθεί ότι η μακροβιότητα είναι **συνδυασμός** περιορισμού θερμίδων, άσκησης και διατροφής, σίγουρα αυτά εξασφαλίζουν μια καλή υγεία μέχρι τα 80 έτη, αλλά πρέπει να έχεις και καλά γονίδια για να φτάσεις τα 100.

Πίνακας 5. Μακροζωία και γονίδια
Nir Brazilai, Διευθυντής Ερευνητικού Ινστιτούτου Γήρανσης Ιατρικού Κολλεγίου Albert Einstein NY <ul style="list-style-type: none">• Μελέτησε επί δύο 10ετίες (1990-2010) τα μακροβιότερα άτομα διαφόρων ειδών: μυκήτων, φρουτόμυγας (dFOXO), σκωλήκων (daf16), αρουραίων, ποντικών, πιθήκων, ανθρώπων διαφόρων εθνικοτήτων (FOXO3).• Οι αιωνόβιοι άνθρωποι:<ul style="list-style-type: none">- Είχαν οικογενειακό ιστορικό μακροζωίας (αιωνόβιους γονείς, αδέρφια, συγγενείς)- Φυτοφάγοι ήταν μόλις 2%.- Κανείς δεν ασκείτο συστηματικά.- Υπέρβαροι ή παχύσαρκοι ήταν 30%.- Περίπου 30% κάπνιζαν 2 πακέτα τσιγάρα την ημέρα για περισσότερο από 40 χρόνια. Μία γυναίκα 107 ετών γιόρτασε τα 95 της με 2 πακέτα τσιγάρα, 4 αδέρφια της (συμμετείχαν στη μελέτη) όλοι πάνω από 100 ετών, μια νεότερη αδελφή της πέθανε 102 ετών.
Steven Austad, expert Βιολογίας Γήρανσης, Πανεπιστήμιο Τέξας, 2013: Αν θέλει κανείς να ζήσει σαν: <ul style="list-style-type: none">• υγιής 80χρονος πρέπει να έχει σωστή διατροφή, περιορισμό θερμίδων, άσκηση, κλπ.• υγιής 100χρονος πρέπει να έχει και τους σωστούς γονείς.

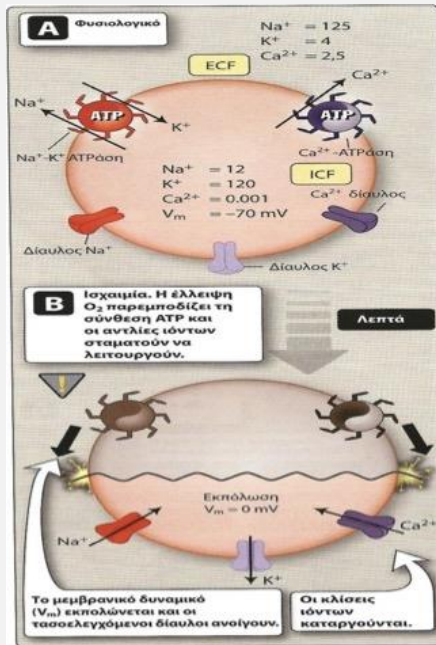
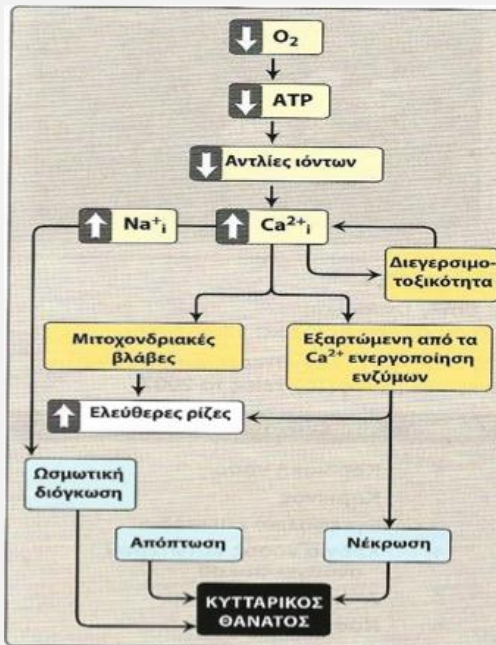
Πίνακας 6. Η Φυσιολογική Γήρανση
<ul style="list-style-type: none">• Προοδευτική απώλεια αριθμού κυττάρων.• Προοδευτική απώλεια λειτουργικότητας οργάνων και συστημάτων. Παράδειγμα: Καρδιαγγειακό σύστημα: <ul style="list-style-type: none">- Μείωση απόκρισης στους αδρενεργικούς αγωνιστές (κατεχολαμίνες).- Αύξηση ακαμψίας αρτηριών λόγω: ρήξης συνδέσμων ελαστίνης, αυξημένης εναπόθεσης κολλαγόνου, ασβεστοποίησης.- Αύξηση αρτηριακής πίεσης. <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Ισχαιμία & Υποξαιμία</p>

Η φυσιολογική γήρανση (Πίνακας 6), επομένως, είναι αποτέλεσμα προοδευτικής απώλειας τόσο του αριθμού των κυττάρων όσο και της λειτουργικότητας των οργάνων και των συστημάτων. Για παράδειγμα, το καρδιαγγειακό σύστημα, από μια ηλικία και μετά, αρχίζει να μην ανταποκρίνεται σε νευροδιαβιβαστές οι οποίοι κατά βάση ρυθμίζουν τη λειτουργία του, όπως είναι οι κατεχολαμίνες. Επίσης εμφανίζει ακαμψία των αρτηριών, γιατί αρχίζουν και καταστρέφονται οι σύνδεσμοι ελαστίνης, εναποτίθεται κολλαγόνο, ασβεστοποιούνται περιοχές, εμφανίζονται αθηρωματικές πλάκες, στένωση των αρτηριών και, επομένως, αύξηση της αρτηριακής πίεσης, και τελικά ισχαιμία και υποξαιμία, που ενεργοποιεί μια αλληλουχία βιοχημικών γεγονότων, γνωστή ως ισχαιμικός καταρράκτης (Πίνακας 7, αριστερά).

Η μείωση του οξυγόνου προκαλεί μείωση της ATP (τριφωσφορική αδενοσίνη, ένα μόριο το οποίο, με την βοήθεια του οξυγόνου, αποθηκεύει ενέργεια και την αποδίδει στους ιστούς). Η ATP έχει τον πολύ βασικό ρόλο να **συντηρεί τις αντλίες** ιόντων στα κύτταρα. (Οι αντλίες ιόντων είναι πρωτεΐνες οι οποίες διακινούν ιόντα μέσω της κυτταρικής μεμβράνης, λειτουργία που στην ουσία αποτελεί την **απαρχή της ζωής**.) Ακολουθεί κατάρρευση των αντλιών νατρίου και ασβεστίου, ιόντων τα οποία οι αντλίες φυσιολογικά συνεχώς εξάγουν από το κύτταρο ενώ συγχρόνως εισάγουν κάλιο. Μετά την κατάρρευση των αντλιών, το νάτριο εισέρχεται ραγδαία μέσα στο κύτταρο, προκαλεί **ωσμωτική** διόγκωση και

κυτταρικό θάνατο. Το ασβέστιο εισέρχεται επίσης, προκαλεί μιτοχονδριακές βλάβες, ενεργοποιεί ένζυμα τα οποία οδηγούν το κύτταρο σε **νέκρωση**, όχι σε φυσιολογικό θάνατο. (Το ασβέστιο δρα τοξικά, και διεγείρει το νευρικό σύστημα ιδιαίτερα.)

Πίνακας 7. Ισχαιμικός Καταρράκτης, Απώλεια Αντλιών Ιόντων, Κυτταρικός Θάνατος



↓O₂
 ⇒ ↓ATP
 ⇒ είσοδος Na
 ⇒ είσοδος Ca²⁺
 ⇒ είσοδος νερού
 ⇒ V_m = 0
 ⇒ **Απώλεια ανταλλαγής πληροφορίας = κυτταρικός θάνατος.**

ATP = τριφωσφορική αδενοσίνη. ECF = εξωκυττάριο υγρό. ICF = ενδοκυττάριο υγρό. V_m = δυναμικό μεμβράνης. mV = milli Volt. Na, Ca, K: mmol/L.

Preston, 2013

A Φυσιολογικό κύτταρο. Κλίσεις ιόντων = Διαφορά συγκέντρωσης (mmol/L) ιόντων μεταξύ εξωκυττάρου και ενδοκυττάρου χώρου = {Na⁺=125-12=113, K⁺=4-120=-116, Ca²⁺=2,5-0,001=2,499}. Κλίση ηλεκτρικού δυναμικού = Διαφορά ηλεκτρικού δυναμικού = -70mV. **B** Ισχαιμία: Η έλλειψη O₂ παρεμποδίζει τη σύνθεση ATP και οι αντλίες ιόντων σταματούν να λειτουργούν. Το μεμβρανικό δυναμικό (V_m) εκπολώνεται και οι τασελεγχόμενοι διαίοι ανοίγουν. Οι κλίσεις ιόντων καταργούνται. Στον **εγκέφαλο** ειδικά ισχαιμία μόλις 4 λεπτών προκαλεί ανεπανόρθωτες βλάβες.⁶

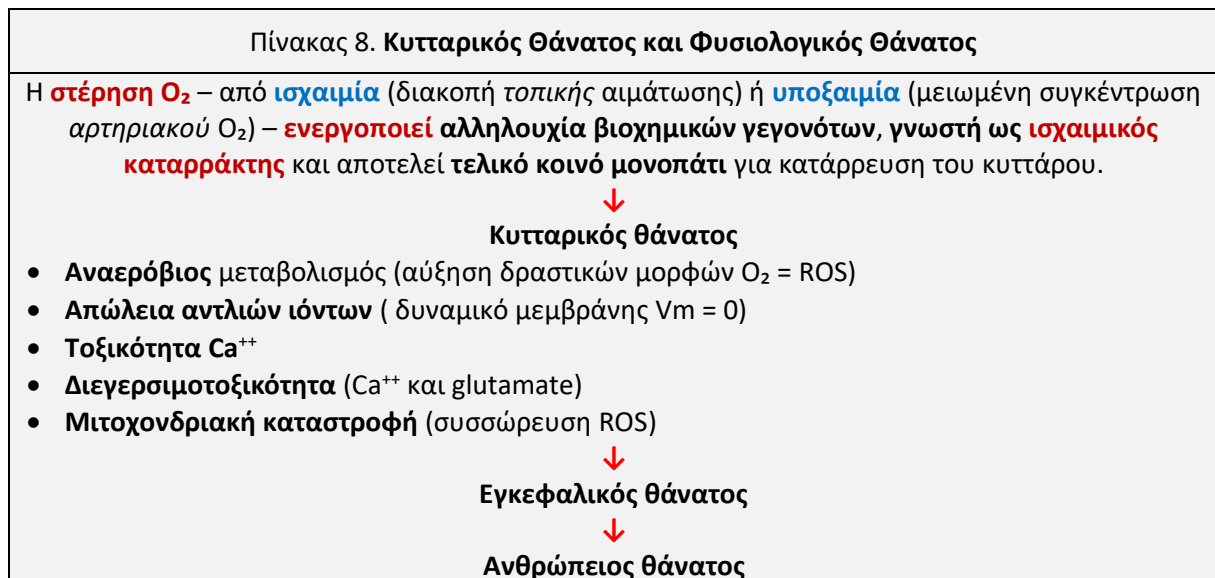
Επομένως, ο **φυσιολογικός θάνατος**, ως συνέπεια του συνόλου των κυτταρικών θανάτων, ακολουθεί αυτά τα μονοπάτια: Έλλειψη οξυγόνου και ATP, απώλεια αντλιών ιόντων, τοξικότητα νατρίου και ασβεστίου, διέγερση και τοξικότητα στο νευρικό σύστημα, καταστροφή των μιτοχονδρίων, συσσώρευση ελευθέρων ριζών. Και όταν όλα αυτά συμβούν στα νευρικά κύτταρα, στους νευρώνες, επέρχεται ο **εγκεφαλικός θάνατος**.

Ας εστιάσουμε σε ένα ιδιαίτερα ενδιαφέρον σημείο (Πίνακας 7. Μέσο και δεξιά): **Η ζωή άρχισε όταν εμφανίστηκαν οι μεμβράνες** – αναφέρθηκε σ' αυτό πολύ ωραία και ο κύριος Σιδεράς χτες.⁷ Όταν λοιπόν οι μεμβράνες αυτές, που είναι στιβάδες φωσφολιπιδίων, διεχώρισαν, μάλλον διέκριναν, το εσωτερικό του κυττάρου από το εξωτερικό, αυτό σήμανε την έναρξη της ζωής. Οι μεμβράνες αυτές ανέπτυξαν πρωτεΐνες, τις αντλίες που προαναφέρθηκαν, οι οποίες με κατανάλωση ATP αποβάλλουν το νάτριο και το ασβέστιο εκτός του κυττάρου και εισάγουν το κάλιο, με αποτέλεσμα αυτή η διαφορά

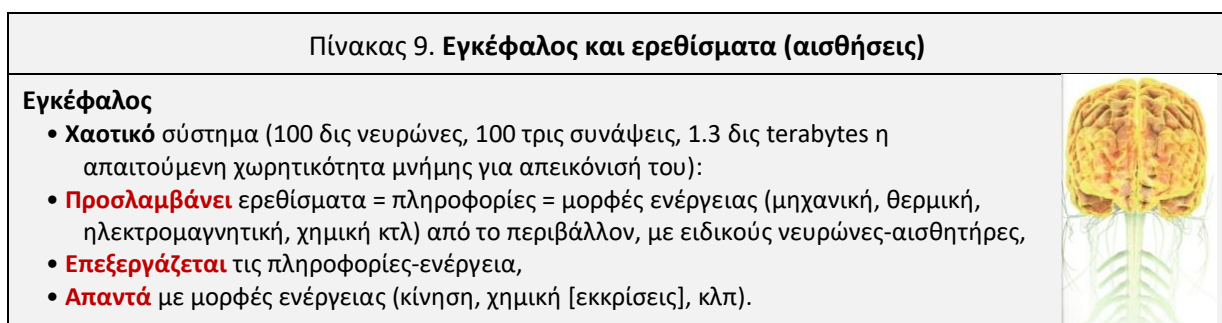
⁶ «Τα ζωικά κύτταρα δεν νοούνται αυθύπαρκτα, αλλά συνθέτουν ένα οργανικό σύνολο [...] Ορισμένοι ζωικοί ιστοί, όπως οι μύς, μπορούν μεμονωμένα να διατηρήσουν, για αρκετές ώρες μετά τον επιστημονικά επιβεβαιωμένο σωματικό θάνατο, και την ζωτικότητά τους και την ικανότητα να αντιδράσουν σε εξωτερικά ερεθίσματα. Είναι αυτονόητο πως τέτοια φαινόμενα μπορούν να οδηγήσουν σε τραγικές παρεξηγήσεις και νοσηρές φαντασιώσεις, αλλά και να τροφοδοτήσουν με επιχειρήματα τους μη ειδικούς.» (Αγιουτάντης Γ. *Ιατροδικαστικά θέματα*. Εκδόσεις Γρηγόριος Κ Παρισιάνος, Αθήνα 1971: 1).

⁷ Σιδεράς Δ. *Τα Εγώ μας: γέννηση, θάνατος, αθανασία*. Ανακοίνωση στη συνεδρία «Σ3: Ο προγραμματισμένος θάνατος»: <https://www.youtube.com/watch?v=BH1cBCwXgsk>. 17:09. Βλ. κορυφή πρώτης σελίδας: ΠΡΑΚΤΙΚΑ.

συγκέντρωσης να δημιουργεί μια διαφορά ηλεκτρικού δυναμικού η οποία είναι ζωτική για την ύπαρξη του κυττάρου.



Μόλις η διαφορά δυναμικού καταργείται, όταν δηλαδή αρχίζει η έλλειψη οξυγόνου (Πίνακας 8), η αδυναμία σύνθεσης ATP και η κατάρρευση των αντλιών, εισέρχονται νάτριο (Na⁺) και ασβέστιο (Ca⁺⁺) στο κύτταρο, εξέρχεται το κάλιο (K⁺), εκπολώνεται η μεμβράνη (V_m=0), και το εσωτερικό του κυττάρου δεν έχει πλέον καμία διαφορά από το εξωτερικό, και αυτό μπορεί να συμβεί μέσα σε **λίγα λεπτά**, αυτό που πολύ ωραία περιέγραψε ο κ Σιδεράς χτες, ότι δεν υπάρχει πια διαφορά μεταξύ του κυττάρου και του περιβάλλοντός του. Γιατί; Διότι το κύτταρο ζει όσο μεταφέρει πληροφορία εντός και εκτός δια μέσου της μεμβράνης. Η διακίνηση αυτών των ιόντων αποτελεί ανταλλαγή πληροφορίας και είναι ουσιαστικά το κριτήριο ύπαρξης της ζωής. Όταν λοιπόν αυτό χαθεί, ουσιαστικά οδηγούμαστε στο θάνατο, το κύτταρο οδηγείται στο θάνατο και ο οργανισμός στο σύνολό του.



Το όργανο το οποίο εκτελεί όλη αυτή τη λειτουργία ανταλλαγής είναι ο εγκέφαλος (Πίνακας 9), σε ολοκληρωμένο επίπεδο πια, οργάνου και νευρικού συστήματος, ενός φαινομενικά χαοτικού συστήματος που στην ουσία όμως **προσλαμβάνει** από το περιβάλλον ερεθίσματα, ήτοι πληροφορίες, δηλαδή μορφές ενέργειας (μηχανικής, θερμικής, ηλεκτρομαγνητικής, χημικής), τις **επεξεργάζεται**, και **αποδίδει**, με κινητική κυρίως ενέργεια αλλά και χημικές εκκρίσεις, τις απαντήσεις του.

Επομένως (Πίνακας 10), ο ανθρώπινος οργανισμός είναι στην ουσία ένα ενεργειακό σύστημα που βρίσκεται μέσα σε ένα περιβάλλον, που επίσης είναι ενεργειακό σύστημα, και ανταλλάσσουν ενέργεια. Το σώμα μας ακολουθεί και αυτό τους νόμους της Θερμοδυναμικής. Έχω θερμική ενέργεια μέσα στο σώμα μου σημαίνει ότι υπάρχουν μόρια και ιόντα τα οποία κινούνται και, λόγω της κινητικής τους ενέργειας, παράγουν θερμότητα. Αν λοιπόν έχουμε δύο σώματα, ένα θερμό και ένα ψυχρό, ο δεύτερος

νόμος της Θερμοδυναμικής λέει ότι **δεν** είναι δυνατόν να κινηθεί η θερμική ενέργεια από το ψυχρότερο σώμα προς το θερμότερο εάν **δεν** καταναλωθεί επιπλέον ενέργεια.

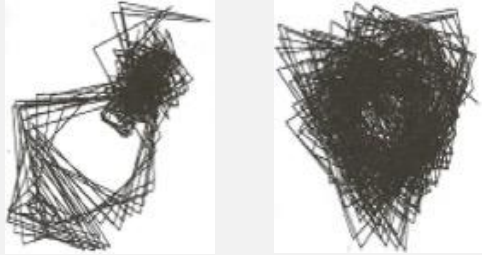
Πίνακας 10. Θερμοδυναμική, Εντροπία και Ζωντανοί οργανισμοί	
Ο ανθρώπινος οργανισμός και τα επί μέρους όργανά του είναι ενεργειακά συστήματα που ακολουθούν τους νόμους της Θερμοδυναμικής .	
2^{ος} νόμος της Θερμοδυναμικής: «Η θερμότητα δεν μπορεί να ρέει από ένα ψυχρότερο σώμα προς ένα θερμότερο χωρίς να δαπανηθεί ενέργεια.»	
Η θερμική ενέργεια ενός συστήματος οφείλεται στην κίνηση των μορίων που το αποτελούν και χαρακτηρίζεται από την εντροπία του (ΔS): $\Delta S = \Delta Q / T$, ΔQ = ενέργεια (Joules), T = θερμοκρασία (Kelvin).	

Πίνακας 11. Θεωρία της Πληροφορίας
1897 James Maxwell (δαίμονας)
1929 Leo Szilard (δαίμονας = bit πληροφορίας)
1940-50 Claude Shannon, πατέρας της πληροφορικής (ταχύτητα, ακρίβεια, ↓ δαπάνη ενέργειας)
<ul style="list-style-type: none">• Εντροπία (Entropy in Information Theory) = το μέτρο της αταξίας ή απροσδιοριστίας μιάς κατάστασης ή ισοδύναμα ο μέσος όρος της πληροφορίας που περιέχει.• $S = K \log W$, S = εντροπία, K = σταθερά, W = οι πιθανοί τρόποι διάταξης των στοιχείων ενός συστήματος ή η πληροφορία που περιέχει.• Η διακίνηση της πληροφορίας διέπεται από τους νόμους της θερμοδυναμικής.
1961 Rolf Landauer (≠ μνήμης H/Y→W)
2008 Takahiro Sagawa & Masahito Ueda (αμοιβαία πληροφορία)
2013 Juan Parrondo (Physics of Information, DNA-proofreading)
<ul style="list-style-type: none">• DNA: η διόρθωση της μεταγραφής του έχει σχεδιαστεί ώστε να βελτιστοποιεί ταχύτητα, ακρίβεια, δαπάνη ενέργειας (proofreading, 2016).• Οι οργανισμοί που αισθάνονται το περιβάλλον τους δαπανούν ενέργεια, επομένως συναντούν θεμελιώδεις περιορισμούς με βάση την πληροφορία, γιατί η απόκτηση πληροφορίας απαιτεί μια ελάχιστη δαπάνη ενέργειας.
2015 Jukka Pekola (σύστημα-δαίμων-e)
2016 Jordan Horowitz (MIT, θερμοδυναμική της πληροφορίας): E. Coli: συγκέντρωση χημικών.

Όμως (Πίνακας 11), το 1897 ο Μάξγουελ είπε ότι θα μπορούσε να υπάρχει μια οντότητα (δαίμων του Μάξγουελ) η οποία θα ήταν πολύ έξυπνη, πολύ γρήγορη, που θα μπορούσε να ξέρει πού ακριβώς βρίσκεται κάθε μόριο, σε ποιο σημείο, και τι ενέργεια έχει, να πάρει τα μόρια που έχουν περισσότερη ενέργεια από το ψυχρό σώμα και να τα μεταφέρει στο θερμό, και αυτά που έχουν λιγότερη ενέργεια από το θερμό να τα πάει στο ψυχρό, και επομένως το θερμό να γίνεται θερμότερο και το ψυχρό ψυχρότερο χωρίς να καταναλώνεται ενέργεια. Ουσιαστικά δηλαδή, μίλησε για τη διακίνηση πληροφορίας σαν αυτή που συμβαίνει στις μεμβράνες (Πίνακας 7). Μάλιστα ο Σίλαντ (Szilard), μετά από 32 χρόνια, διατύπωσε την άποψη ότι αυτός ο δαίμων του Μάξγουελ, αυτή η οντότητα που θα μπορούσε να έχει αυτή τη γνώση, αυτή την ιδιότητα, θα μπορούσε να είναι μια μονάδα πληροφορίας, και επομένως η πληροφορία μπορεί

να παράγει έργο. Ακολούθως, μετά 10 χρόνια, ο Σάνον (Shannon), ο πατέρας της πληροφορικής,⁸ δούλεψε με τα συστήματα επικοινωνίας μεταξύ δορυφόρων και γης, προσπαθώντας να έχει ανταλλαγή μηνυμάτων με τη μεγαλύτερη ταχύτητα, την μεγαλύτερη ακρίβεια και τη μικρότερη δαπάνη ενέργειας, και κατέληξε στην εξίσωση της εντροπίας. Τι είναι λοιπόν η εντροπία; Η **εντροπία** είναι το **μέτρο της αταξίας**. Ένα σύστημα δηλ. το οποίο έχει θερμική ενέργεια και επομένως κίνηση των μορίων του, εμπεριέχει πολύ μεγάλη πληροφορία η οποία όμως δεν μπορεί εύκολα να αντληθεί και να καταστεί αξιοποιήσιμη. Είναι δηλαδή η πληροφορία που κατέχει το σύστημα, αλλά που είναι πολύ δύσκολο να αποκτηθεί αν δεν υπάρχει κάτι το οποίο να την ελκύσει, το οποίο θα δώσει μια κατεύθυνση άντλησης και θα καταστεί ο **καταλύτης** αυτής της διαδικασίας. Καταρχήν λοιπόν μπορεί να ειπωθεί ότι **η πληροφορία διέπεται από τους νόμους της θερμοδυναμικής**. Όλοι οι παραπάνω επιστήμονες ήταν φυσικοί.

Ενώ το 2015 ο Πέκολα (Pekola), Φιλανδός, παρουσίασε μια μηχανή σαν αυτή που φαντάστηκε ο Μάξγουελ, οι Χόροβιτς (Horowitz) και Παρόντο (Parrondo), οι οποίοι συνεργάζονται, ερεύνησαν αυτά τα θέματα και σε **βιολογικό** επίπεδο. Ειδικότερα ο Παρόντο (2013) μελέτησε τα λάθη, τη διαδικασία διόρθωσης των λαθών που γίνονται κατά τη μεταγραφή του DNA προς mRNA, δηλαδή κατά τη διαδικασία της μίτωσης, της διαίρεσης του κυττάρου, και διαπίστωσε ότι κι εκεί υπάρχουν τα ίδια προβλήματα, που αντιμετώπισε ο Σάνον. Το κύτταρο καλείται να βελτιστοποιήσει την ταχύτητα, την ακρίβεια, και την ελάχιστη ενέργεια μετάδοσης της πληροφορίας και αντιμετωπίζει τα προβλήματα αυτά με την ίδια λογική, δηλαδή με τους νόμους της εντροπίας.

Πίνακας 12. Η πληροφορία είναι φυσική οντότητα	
<p>1. Η πληροφορία είναι μια μορφή εντροπίας, ένα μέτρο της αταξίας ενός συστήματος.</p> <ul style="list-style-type: none">• Όσο όμως μεγαλώνει η αταξία ενός συστήματος τόσο αυτό τείνει να γίνει χαοτικό, δηλ. διαθέτει μεν μεγάλη ποσότητα πληροφορίας αλλά δεν είναι αξιοποιήσιμη!!	
<p>2. Η πληροφορία είναι ένα είδος ενεργειακού καταλύτη, ένας παράξενος ελκυστής: επιτρέπει να μετατραπεί η χαοτική ενέργεια της θερμότητας σε χρήσιμο έργο.</p> <ul style="list-style-type: none">• Η πληροφορία είναι δύναμη, λέει ο λαός...	

Γραφικές παραστάσεις καρδιακών παλμών. **Αριστερά**, η συμπεριφορά του παράξενου ελκυστή που βρίσκεται κάτω από έναν κανονικό καρδιακό παλμό. **Δεξιά**, ο τρόπος που κτυπά μια άρρωστη καρδιά: ο ρυθμός είναι πιο μηχανικός & λιγότερο χαοτικός· ο ασθενής πέθανε από καρδιακή προσβολή 8 μέρες μετά τη μέτρηση.

Οι φυσικοί, ως το τέλος του 20ού αιώνα, είχαν καταλήξει ότι η πληροφορία είναι μια φυσική οντότητα (Πίνακας 12), και το σχετικό πεδίο διδάσκεται ως η θερμοδυναμική της πληροφορίας. Είτε λοιπόν η πληροφορία είναι μια μορφή εντροπίας, είτε αποτελεί τον ενεργειακό καταλύτη, τον παράξενο ελκυστή (όρος που χρησιμοποιείται στη θεωρία του χάους), ο οποίος ελκυστής μπορεί να οργανώσει την πληροφορία ώστε να παραχθεί έργο από αυτή την τεράστια ποσότητα πληροφορίας των χαοτικών συστημάτων.

Στον πίνακα 12 φαίνονται οι καταγραφές των καρδιακών παλμών δύο καρδιών. Ο Goldberg (διάσημος καρδιολόγος) κατέγραψε τους καρδιακούς παλμούς ενός υγιούς ατόμου (αριστερά) όπου η καταγραφή εμφανίζει μια αοριστία, μια χαοτική μορφή, οι γραμμές κινούνται ακανόνιστα. Αντίθετα η άλλη καρδιά (δεξιά) δείχνει πιο οργανωμένη λειτουργία, διαθέτει έναν άξονα γύρω από τον οποίο γίνεται η καταγραφή. Παρόλ' αυτά, η αριστερά καρδιά είναι ενός υγιούς ατόμου και η δεξιά ασθενούς: οκτώ μέρες μετά την καταγραφή απεβίωσε το άτομο με το σταθερό διάγραμμα καρδιακών παλμών. Τι σημαίνει αυτό; Όταν αρχίζει να μειώνεται η εντροπία ενός συστήματος, όταν αυξάνει η τάξη, όπως της δεξιάς καρδιάς στο παραπάνω παράδειγμα, τότε η πληροφορία που μπορούμε να αντλήσουμε είναι μεν

⁸ https://en.wikipedia.org/wiki/Claude_Shannon (last edited on 6 April 2023).

μεγαλύτερη, αλλά αυτή η τάξη καταλήγει **θνησιγόνος** για το άτομο. Αντίθετα όταν αυξάνεται η εντροπία, αυξάνεται η αταξία, η πληροφορία δεν αντλείται εύκολα, αλλά το σύστημα είναι **υγιεινό** και επιβιώνει.

Επομένως, **πότε πεθαίνουμε; Όχι πότε πρέπει να πεθαίνουμε.** Πότε πεθαίνουμε (Πίνακας 13). Όταν δεν μπορεί να υπάρξει καμία ανταλλαγή πληροφορίας με το περιβάλλον, δηλαδή όταν μηδενίζεται η εντροπία σε κυτταρικό επίπεδο. Επειδή δε οι οργανισμοί για να ανταλλάξουν πληροφορίες χρειάζονται μια ελάχιστη ενέργεια, αυτή είναι ο κρίσιμος περιοριστικός παράγων. Επομένως, στο ερώτημα του Συμποσίου «Πότε Πρέπει να Πεθαίνουμε;», θα έβαζα σε παρένθεση και με μικρότερα γράμματα το «Πρέπει να», ή καλύτερα θα το διέγραφα τελείως. **Πότε Πεθαίνουμε** (ΠΠ), λοιπόν; Όταν καμία πληροφορία δεν μπορεί να ανταλλαχθεί με το περιβάλλον, οπότε μηδενίζεται η εντροπία, συνεπώς μηδενίζεται και η αταξία του συστήματος και αυτό οδηγείται στον θάνατο.

Πίνακας 13. **Πότε (Πρέπει να) Πεθαίνουμε**

Πεθαίνουμε Όταν δεν είναι δυνατόν πλέον να υπάρξει καμία ανταλλαγή πληροφορίας με το περιβάλλον, δηλ., όταν μηδενίζεται η εντροπία σε κυτταρικό επίπεδο.

Τέλος (Πίνακας 14), υπάρχει μια μεγάλη ομάδα ανθρώπων, οι οποίοι θεωρούν ότι δεν πρέπει να μιλάμε για το πότε πρέπει να πεθαίνουμε αλλά για το αν μπορούμε να κερδίσουμε την **αθανασία**.

Πίνακας 14.

**N.Y. 2013, Conference:
Global Future 2045**

Στο συνέδριο συμμετείχαν προσωπικότητες που επηρεάζουν αποφασιστικά την κοινή γνώμη, τόσο **επιστήμονες και ερευνητές** όσο και **θρησκευτικοί** ηγέτες



Πίνακας 15.

**Ψηφιακή μεταγραφή εγκεφάλου:
ένα είδος αθανασίας ?**



Ray Kurzweil, διευθυντής του τμήματος μηχανικής της Google: **Pattern Recognition Theory of Mind (PRTM)**.

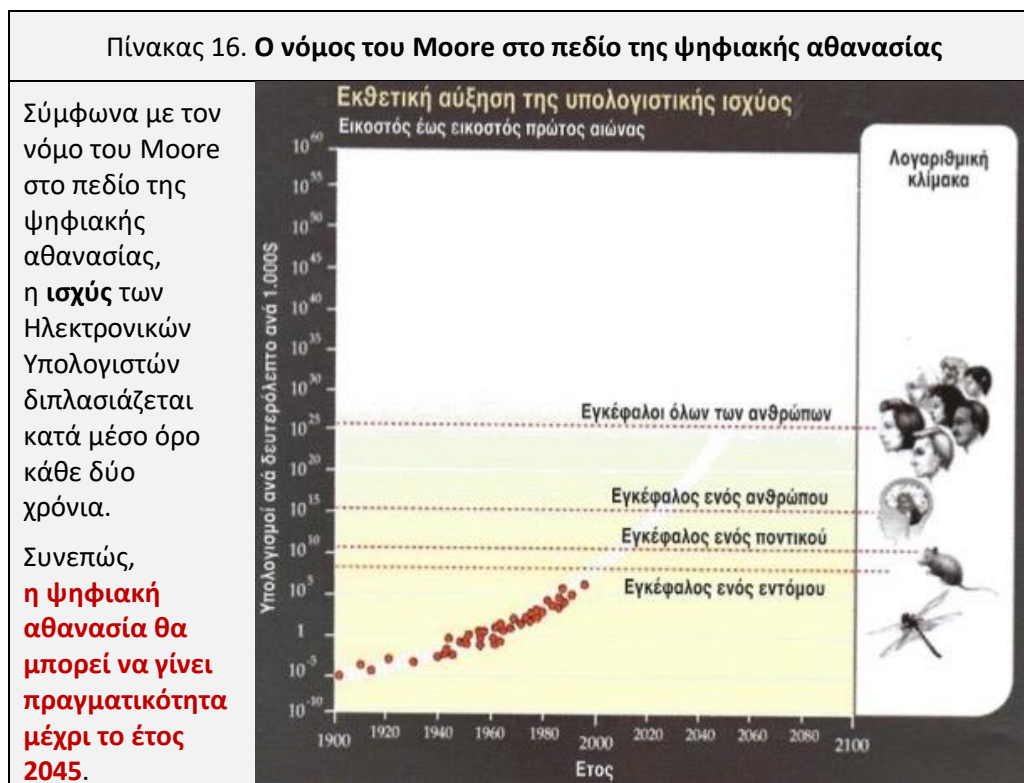
Martine Rothblatt, ιδρύτρια και Διευθύνουσα Σύμβουλος της εταιρίας βιοτεχνολογίας United Therapeutics: **Σκοπός της Βιοτεχνολογίας είναι το Τέλος του Θανάτου.**

Στο μέλλον ο άνθρωπος θα μπορεί να ζει όσα χρόνια ο ίδιος **επιθυμεί**, απαλλαγμένος απ' τις ανάγκες του βιολογικού σώματος, μέσω ψηφιακών αντιγράφων του εγκεφάλου του και εικονικών εκδοχών του εαυτού του. Τουλάχιστον αυτό υποστηρίζεται από επιστήμονες όπως ο Kurzweil.

Αντιμετωπίζονται όμως από πολλούς συναδέλφους τους με **σκεπτικισμό**.

Έγινε λοιπόν το 2013 στη Νέα Υόρκη ένα συνέδριο, το Γκλόμππαλ Φιούτσερ 2045, συμμετείχαν επιστήμονες ερευνητές και θρησκευτικοί ηγέτες, προσωπικότητες που επηρεάζουν ιδιαίτερα τον πλανήτη, και το θέμα του συνεδρίου ήταν εάν μπορεί να επιτευχθεί ψηφιακή μεταγραφή του εγκεφάλου, ένα είδος δηλαδή αθανασίας (Πίνακας 15). Το συνέδριο οργάνωσε ο Κούρτσβαϊλ (Kurzweil), ο οποίος είναι διευθυντής του τμήματος μηχανικής της Google και έχει αναπτύξει μια θεωρία, που είναι βάσιμη, ότι ο εγκέφαλος δουλεύει με πρότυπα αναγνώρισης, υπάρχουν δηλαδή περιοχές οι οποίες μπορεί να αντιγραφούν. Η κύρια ομιλήτρια ήταν η Μαρτίνε Ρόθμπλατ (Martine Rothblatt), η οποία είναι ιδρύτρια και διευθύνουσα σύμβουλος της εταιρίας βιοτεχνολογίας Γιουνάιτεντ Θεραπιούτικς (United Therapeutics), με τίτλο ομιλίας «Σκοπός της τεχνολογίας είναι το τέλος του θανάτου».

Ο μόνος περιορισμός που υπάρχει είναι ότι χρειάζεται πολύ μεγάλη υπολογιστική ισχύς για να γίνει αυτή η μεταγραφή του εγκεφάλου (Πίνακας 16). Έχει εκτιμηθεί, με δεδομένο ότι η υπολογιστική ισχύς διπλασιάζεται κατά μέσο όρο κάθε 2 χρόνια, ότι μπορεί το 2045 να επιτευχθεί ψηφιακή μεταγραφή του εγκεφάλου (βλ. αντίστοιχη εκθετική καμπύλη).




Και το ερώτημα που αναδύεται, σε μια πιθανή μεταγραφή εγκεφάλου, είναι αν η συνέχεια της συνείδησης είναι εφικτή (Πίνακας 17). Πάρα πολλά θέματα υπεισέρχονται, γιατί η συνειδητότητα ορίζεται από τα χαρακτηριστικά της, δηλαδή την επιλεκτική προσοχή, την ανακατεύθυνση, την ικανότητα λεκτικής έκφρασης, και ακόμη δυσκολότερα, από την αφηρημένη σκέψη, την αυτοαντίληψη, την ετεροαντίληψη, την αντίληψη ηθικής και αξιών — θα μας μιλήσει και η κυρία Καλοκαιρινού μετά για την ηθική ορισμένων θεμάτων — επομένως είναι πολύ δύσκολο να ορίσει κανείς τι είναι η συνείδηση και πολύ δυσκολότερο να την μεταγράψει.

Πίνακας 17. Συνειδητότητα (Consciousness): τα χαρακτηριστικά της

- **Προσοχή (attention)**
 - Αυτοματοποιημένη (ασυνείδητη επεξεργασία ερεθισμάτων)
 - Επιλεκτική (συνειδητή, ελκυσόμενη από νέα, αμφίσημα ερεθίσματα, η αντίδραση στα οποία ελέγχεται από μεγάλες περιοχές του εγκεφάλου = **LCCS: limited capacity control systems**, συνεπώς χρησιμοποιείται σε καταστάσεις stress)
 - Ανακατεύθυνση
- **Εμπειρίες**
 - Ικανότητα λεκτικής έκφρασης
 - Ικανότητα σχεδιασμού **αντι-δράσεων**
- **Αφηρημένη σκέψη και έννοιες**
- **Αντίληψη**
 - Αυτο-
 - Ετερο-
 - Ηθικής και αξιών

Despouros & Silbernagl, 2003

Είναι η συνέχεια της συνείδησης εφικτή ?



Το σημαντικότερο πρόβλημα που θα πρέπει να επιλύσουν οι επιστήμονες οι οποίοι θα επιχειρήσουν μεταφόρτωση ενός ανθρώπινου εγκεφάλου είναι η συνέχεια της ανθρώπινης συνείδησης, αν βέβαια αυτή μπορεί να υπάρξει.

Ωστόσο (Πίνακας 18), ήδη τρέχουν 3 μεγάλα προγράμματα, το *Blue Brain Project*, το *Human Brain Project*, και το *Brain Research through Advancing Innovative Neurotechnologies* (BRAIN). Το πρώτο έχει επιτύχει ήδη προσομοίωση του εγκεφάλου του αρουραίου κατά 30%. Το δεύτερο κάνει αποτύπωση αυτών των προτύπων (patterns, μοτίβα) του εγκεφάλου, που προαναφέρθηκαν και είναι ο ίδιος υπολογιστής που επεξεργάστηκε και το *Human Genome*, το γονιδίωμα του ανθρώπου, το οποίο έχει ήδη ολοκληρωθεί.

Το τρίτο βασίζεται σε νέες τεχνολογίες όπως είναι η **διεπαφή εγκεφάλου-υπολογιστή**, την οποία υποστηρίζει και ο γνωστότερος ερευνητής στον τομέα, ο Νικολέλης (Nicolelis), ο οποίος όμως δεν δέχεται τη μεταγραφή του εγκεφάλου, αντιτάσσει ηθικές αμφιβολίες.⁹ Ωστόσο ήδη έχει κάνει σε ποντίκια ενσωμάτωση, όχι απλώς εμφύτευση, αισθητήρων αντίληψης υπερερύθρου ακτινοβολίας, μια ιδιότητα που δεν την έχουν εγγενώς τα ποντίκια, και πιθανότατα το ίδιο θα μπορέσει να συμβεί και στον άνθρωπο.

Πίνακας 18. Παρόν και μέλλον	
<ul style="list-style-type: none">- Blue Brain Project: προσομοίωση εγκεφάλου αρουραίου (ήδη 30%).- Human Brain Project: ανάλογο του Human Genome Project: 11 χρόνια, 3 δις δολάρια.- Brain Research through advancing Innovative Neurotechnologies (BRAIN): νέες τεχνολογίες που θα προάγουν την μελέτη του εγκεφάλου.- Διεπαφή (interface) Εγκεφάλου - Η/Υ: ενσωμάτωση ειδικών αισθητήρων αντίληψης υπερερύθρου φωτός στον εγκέφαλο ποντικών – και στον άνθρωπο;;; <p><i>Miquel Nicolelis, Duke Univ.</i></p>	

Και το ερώτημα το αρχικό πιθανά να είναι **πόσο επιθυμούμε** τελικά να ζήσουμε; Φαίνεται ότι ο άνθρωπος επιθυμεί να ζει για μία αιωνιότητα. Απάντηση ίσως δίνει ο Αρκάς (Πίνακας 18), ο οποίος, σε ένα σκίτσο, του τεύχους του με τίτλο «*Αιωνιότητα είναι, θα περάσει*», δείχνει ότι συζητούν δύο ψυχές και ρωτάει η μία «*Μα 110; Ποιος θέλει να ζήσει 110 χρόνια;*», και απαντάει η άλλη «*Αυτός που είναι 109.*»

Ευχαριστώ πολύ!

Ε. Καλοκαιρινού: Ευχαριστούμε πάρα πολύ την καθηγήτρια κ Καλφακάκου, για την εξαιρετική ομιλία της, η οποία ήταν πάρα πολύ πλούσια. Να προσπαθήσει κανείς να τη συνοψίσει είναι δύσκολο έως αδύνατο. Εντυπωσιάστηκα για τις προϋποθέσεις της υγιεινής ζωής και της μακρόβιας ζωής, λιγότερη διατροφή, άρα μεγαλύτερο προσδόκιμο ζωής. Το άλλο θέμα στο οποίο θέλω απλώς να επιστήσω την προσοχή, μου άρεσε η επιστημονική σύλληψη της εντροπίας· και οι φιλόσοφοι μιλούν για την εντροπία αλλά με εντελώς θεωρητικούς όρους, εσείς μάς την αναλύσατε μέσα από προϋποθέσεις όχι απλώς ιατρικές, βιοφυσικοχημικές θα έλεγα, και από αυτή την άποψη την άκουσα με πολύ ενδιαφέρον. Και το τρίτο, μας είπατε τώρα για την ψηφιακή μεταγραφή του εγκεφάλου, εκεί με μπερδέψατε· γιατί, δεν ξέρω, εγώ θα ήθελα να σταματήσω με τον φυσιολογικό θάνατο, αλλά αυτό είναι ένα άλλο θέμα, θα το δούμε μετά, στη συνέχεια, με τις ερωτήσεις οι οποίες θα γίνουν. Σας ευχαριστούμε πολύ!

⁹ «"Σκοτώστε τον θάνατο!", με τούτο το σύνθημα δίνουν την κατευθυντήρια γραμμή από τη Σίλικον Βάλεϊ οι δισεκατομμυριούχοι κήρυκες της αθανασίας. Μεταξύ αυτών κι οι δύο συνιδρυτές της Google, στους οποίους και απευθύνονται οι [11 συν το υστερόγραφο] ανοιχτές επιστολές του Φρανκ Νταμούρ»: Φράνκ Νταμούρ. *Μακάριοι οι θνητοί. Γιατί είναι ακόμη ζωντανοί*. Εκδόσεις Μάγμα, Αθήνα 2018, σς 148: <https://biblionet.gr/228887>.

B. Καλφακάκου: Κι εγώ σας ευχαριστώ!

Συμπέρασμα

Το σημείο κατάρρευσης του σώματος και διαγραφής της συνείδησης, δηλαδή ο θάνατος, συμβαίνει όταν στο σώμα επικρατήσει η μέγιστη τάξη και η ελάχιστη εντροπία. Ο φυσιολογικός θάνατος συνεπώς προκύπτει όταν ο οργανισμός αδυνατεί πλέον να αλληλεπιδράσει με το περιβάλλον και να ανταλλάξει ενέργεια δηλαδή πληροφορία.

Συγκρουόμενα συμφέροντα
Δεν υπάρχουν.

Επίλογος (που θα μπορούσε να ήταν και Προοίμιο)

Πριν από το Πότε (πρέπει να πεθαίνουμε) υπάρχει το Γιατί (πρέπει να πεθαίνουμε): Υπάρχει ένα "Γιατί" που προηγείται του "Πότε" και του "Πού" και του "Πώς" και όλων των ερωτηματικών του θανάτου, και του θανάτου του ίδιου. Ίσως και της ζωής της ίδιας. Παρακάτω η αρχή και το τέλος της προσκεκλημένης ομιλίας της συγγραφέως, μακρινής Μαυρομιχαλίτσας την καταγωγή, από την γενιά του Κυριακούλη Μαυρομιχάλη, σε ειδική τελετή (2 Ιουλίου 2022) για τα 200 χρόνια από τη Μάχη της Σπλάντζας (Αμμουδιά, σήμερα).¹⁰

Γιατί πρέπει να πεθαίνουμε

Κυριακούλης Μαυρομιχάλης. ΣΠΛΑΝΤΖΑ 4 ΙΟΥΛΙΟΥ 1822

Βασιλική Καλφακάκου, ομότιμη καθηγήτρια Φυσιολογίας Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

ΒΑΛΑΝΙΔΟΡΑΧΗ Πρέβεζας, 2 Ιουλίου 2022

Καλώς ανταμωθήκαμε Μανιάτες, Σουλιώτες και Ηπειρώτες, σε αυτόν εδώ τον τόπο, για να θυμηθούμε και να τιμήσουμε, τους προγόνους μας που αγωνίστηκαν για την ελευθερία, την δική τους και την δική μας και **πέθαναν** γι' αυτήν!!

Ένα μεγάλο ερώτημα, που διατρέχει την ζωή μας, είναι το **πότε πρέπει να πεθαίνουμε**. Πριν από 5 χρόνια, το 2017, στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων οργανώθηκε ένα συμπόσιο με αυτόν τον παράξενο τίτλο: **Πότε Πρέπει να Πεθαίνουμε**. [...]

Οι άνθρωποι παρά το ότι γνωρίζουν το πεπερασμένο του βίου, ποτέ δεν φαίνεται να είναι προετοιμασμένοι για το γεγονός αυτό και το αντιμετωπίζουν με αγωνιώδη ερωτηματικά, **γιατί τώρα?** γιατί να πεθάνω τώρα? Υπάρχουν ωστόσο μερικοί άνθρωποι που **αδιαφορούν για το πότε, επειδή γνωρίζουν καλά το γιατί !!!!** Μάλιστα φαίνεται να αφηρούν τον θάνατο, εν ονόματι ιδανικών που διέπουν την λογική τους και τους καθιστούν παράλογα τολμηρούς. Οι παράτολμοι, οι άφοβοι, **οι ήρωες**, πάντα προκαλούν ανείπωτο θαυμασμό, επειδή το αίσθημα της επιβίωσης είναι ενστικτώδης λειτουργία του εγκεφάλου.

[...]

Ο Κυριακούλης Μαυρομιχάλης είχε κάνει τις επιλογές του, ήξερε **γιατί** πέθαινε και τα ιδανικά που υπηρετούσε. Επιλογή του ίσως ήταν και το **πού** ήθελε να πεθάνει, καθώς ήλθε με τους συμπατριώτες του, **στην είσοδο του Άδη**, στις εκβολές του Αχέροντα και την Αχερουσία λίμνη όπου, εκείνη την **4^η Ιουλίου του 1822, κάλεσε τον βαρκάρη** για το τελευταίο ταξίδι, προς την χώρα των Κιμμερίων, **τον Κάτω Κόσμο**.

Παρακαταθήκη όλων των προγόνων αγωνιστών μας, **κάθε εποχής**, και ίσως η απάντηση στο **Πότε Πρέπει να Πεθαίνουμε**, είναι πως προτεραιότητα και προϋπόθεση του αξιοπρεπούς βίου, είναι η **ελευθερία** και πως γι' αυτήν, όταν απειλείται ή διακυβεύεται, τότε **και αξίζει και πρέπει να πεθαίνουμε!**

¹⁰ <https://el.wikipedia.org>. <https://www.sansimera.gr/>. <https://www.mixanitouxronou.gr/i-machi-tis-splantzaz>.