

ΒΑΣΩ ΜΙΧΟΠΟΥΛΟΥ
ΕΥΦΥΕΙΣ
ΠΕΡΙΠΕΤΕΙΕΣ

*ΠΕΡΙΗΓΗΣΗ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ
ΤΟΥ ΒΡΑΒΕΙΟΥ ΝΟΜΠΕΛ*

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ



Η Δρ. Βασιλική Μιχοπούλου γεννήθηκε και ζει στην Αθήνα. Σπούδασε Βιολογία στο Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών και έκανε μεταπτυχιακές σπουδές στις Πολιτικές Επιστήμες και Διεθνείς Σχέσεις στο Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου. Εκπόνησε τη διδακτορική της διατριβή στο πεδίο των Διεθνών Σχέσεων στο ίδιο πανεπιστήμιο, με υποτροφία από το Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος. Παράλληλα μετεκπαιδεύτηκε στη Δημοσιογραφία της Επιστήμης με υποτροφίες σε ευρωπαϊκά Schools of Science Journalism.

Είναι δημοσιογράφος με εικοσιπενταετή επαγγελματική εμπειρία σε εφημερίδες, περιοδικά, on-line έντυπα και τηλεόραση. Κατά τη δημοσιογραφική της διαδρομή εργάστηκε για δώδεκα χρόνια στην Ελληνική Ραδιοφωνία Τηλεόραση ΕΡΤ Α.Ε. ως εσωτερική συντάκτρια στη Διεύθυνση Ειδήσεων και Ενημέρωσης της NET, στην ET1, αλλά και στην Κρατική Ραδιοφωνία ως δημοσιογράφος – παραγωγός, ενώ κατά καιρούς έχει συνεργαστεί και με άλλους ελληνικούς τηλεοπτικούς σταθμούς (ALPHA, STAR, TEMPO, κ.ά.).

Αρθρογραφεί στον ελληνικό και ξένο Τύπο («NAYTEMΠΟΡΙΚΗ», «ΕΘΝΟΣ ΤΗΣ ΚΥΡΙΑΚΗΣ», «ΠΡΩΤΟ ΘΕΜΑ», «Η ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ, «ΗΜΕΡΗΣΙΑ», «ΕΠΕΝΔΥΤΗΣ», Cancerworld, Chemistryworld Euroscientist, κ.ά.), όπου σημειώνει αρκετές δημοσιογραφικές επιτυχίες με αποκλειστικές και μοναδικές μέχρι σήμερα συνεντεύξεις στην Ελλάδα.

Πραγματοποιεί σεμινάρια στη Δημοσιογραφία Επιστήμης στο Τμήμα Δημοσιογραφίας και ΜΜΕ του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου. Παράλληλα, ασχολείται με την Επικοινωνία της Επιστήμης και συνεργάζεται με ελληνικά πανεπιστημιακά τμήματα στον τομέα της προώθησης της επιστημονικής πληροφορίας στον Τύπο και κατ' επέκταση στο κοινό, ενώ συμμετέχει στην οργανωτική επιτροπή επιστημονικών συνεδρίων, ημερίδων και άλλων δράσεων στην Ελλάδα.

Έχει παρουσιάσει επιστημονικές ανακοινώσεις και εισηγήσεις σε ελληνικά και διεθνή επιστημονικά και δημοσιογραφικά συνέδρια και έχει λάβει μέρος με υποτροφία σε πολλά διεθνή επιμορφωτικά σεμινάρια και εργαστήρια (workshops). Έχει εκπροσωπήσει τη χώρα μας ως η μοναδική Ελληνίδα δημοσιογράφος Επιστήμης σε διεθνή Study Press Trips, έχει αναλάβει τον ρόλο του συντονιστή πάνελ σε στρογγυλά τραπέζια στο πλαίσιο αρκετών

επιστημονικών δράσεων, ενώ έχει προσκληθεί από αρκετές επιστημονικές εταιρείες στο εξωτερικό ως σύμβουλος επικοινωνίας στον τομέα της Επιστήμης και ειδικότερα της υγείας.

Το 2017 απέσπασε το βραβείο “Greek Science Writer of the Year” από την Association of British Science Writers (ABSW), ενώ συμπεριλήφθηκε στη λίστα με τους φιναλίστ για το βραβείο “European Science Writer of the Year 2017”, που απονέμεται κάθε χρόνο από την ABSW. Τον Μάρτιο του 2018 ανακηρύχθηκε «Γυναίκα της χρονιάς» στην κατηγορία «Δημοσιογράφος» από τον ετήσιο θεσμό του περιοδικού *Votre Beaute*, που επιβραβεύει Ελληνίδες που πρωτοπορούν σε 20 κατηγορίες. Για το προηγούμενο καινοτόμο συγγραφικό εγχείρημά της με τίτλο: «Τα φωτεινά μυαλά δεν έχουν πατρίδα» (εκδόσεις Παρισιάνου ΑΕ), που αποτελεί ένα μοναδικό στο είδος του βιβλίο εκλαϊκευμένης δημοσιογραφίας της Επιστήμης στην Ελλάδα, δέχτηκε συγχαρητήρια από τον Πρόεδρο της Δημοκρατίας Προκόπη Παυλόπουλο.

Είναι Ambassador του Communication Institute of Greece COMinG, μέλος της Πανελλήνιας Ένωσης Βιοεπιστημόνων (ΠΕΒ), τακτικό μέλος της Ένωσης Συντακτών Ημερησίων Εφημερίδων Αθηνών (ΕΣΗΕΑ), καθώς και μέλος πολλών διεθνών δημοσιογραφικών ενώσεων, ενώ αποτελεί τη μοναδική Ελληνίδα δημοσιογράφο που εκλέχτηκε μέλος του ΔΣ της International Science Writers Association (ISWA).

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Καταρχάς, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους Νομπελίστες που περιλαμβάνονται σε αυτή την έκδοση, αλλά και άλλους τόσους που δε συμπεριλαμβάνονται, γιατί μου έκαναν την τιμή να με εμπιστευτούν και να μου ανοίξουν ένα παράθυρο στο ανεκτίμητης αξίας επιστημονικό τους έργο, αλλά και στη ζωή τους. Ιδιαίτερα ευχαριστώ τον διακεκριμένο Καθηγητή Πληροφορικής του Πανεπιστημίου της Γκρενόμπλ, Ιωσήφ Σηφάκη, τον μοναδικό Έλληνα βραβευμένο με το βραβείο Turing, που αποτελεί το αντίστοιχο του βραβείου Νόμπελ στην Πληροφορική, ο οποίος μου έκανε την τιμή να προλογίσει αυτό το βιβλίο.

Ευχαριστώ, επίσης, την αδελφή μου Ελένη Μιχοπούλου, φιλόλογο, που επιμελήθηκε τα κείμενα.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον διάσημο Γερμανό φωτογράφο και φίλο Peter Badge, ο οποίος αποτέλεσε την έμπνευση για αυτό το βιβλίο. Πρόκειται για τον άνθρωπο που έχει αιχμαλωτίσει με το φακό του, εκτός από καλλιτέχνες, επιστήμονες και πολιτικούς, όλους του Νομπελίστες και τους αποδέκτες των βραβείων Turing, Abel, Nevanlinna και του μεταλλίου Fields.

Ξεχωριστά ευχαριστώ επίσης τους διοργανωτές του ετήσιου θεσμού Lindau Nobel Laureate Meetings για την ευγενική παραχώρηση τμήματος του φωτογραφικού υλικού, καθώς και περιεχομένου από τον ιστότοπό του και ιδιαίτερα τον Γερμανό βραβευμένο φωτογράφο Volker Steger, καθώς και τον επίσης Γερμανό συνάδελφο και επικεφαλής του τμήματος επικοινωνίας Gero von der Stein, για την μοναδική ευκαιρία που μου έδωσε να συμμετάσχω επανειλημμένα στο διεθνές φόρουμ και να συναντήσω προσωπικά τους Νομπελίστες. Θερμά ευχαριστώ και το The Nobel Foundation για την ευγενική χορήγηση άδειας για τη χρήση περιορισμένου φωτογραφικού και βιογραφικού υλικού από τον ιστότοπό του.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΒΙΟΓΡΑΦΙΚΟ.....	2
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	4
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	5
Πρόλογος.....	7
Αντί προλόγου.....	10
Λίγα λόγια για το βραβείο Νόμπελ.....	12
Alfred Nobel: ο βασιλιάς της δυναμίτιδας.....	15
Ένας πλούσιος εφευρέτης Χημείας.....	16
Πλούσιος, ευαίσθητος και... μόνος.....	17
 ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ.....	 19
 Η περιήγηση στον κόσμο του βραβείου Νόμπελ αρχίζει τον Ιούνιο του 2017... ..	 20
William Moerner: Η μαγεία του απειροελάχιστου.....	29
Thomas Steitz: Το «κεντρικό δόγμα» της ζωής.....	36
Aaron Ciechanover: Η «επανάσταση» του Ciechanover.....	45
Ben Feringa: Nano-μηχανές και giga-ευκαιρίες.....	54
Peter Agre: Ένα ιδιότυπο σαφάρι.....	62
Harald zur Hausen: Μικρές νίκες, μεγάλα βήματα.....	71
George Smoot: «Ρυτίδες στον χρόνο».....	81
 ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ.....	 87
 Η περιήγηση στον κόσμο του βραβείου Νόμπελ συνεχίζεται τον Ιούνιο του 2018.....	 87
Steven Chu: «Λαβίδες» φτιαγμένες από φως.....	94
Randy W. Schekman: Το «ενδοκυτταρικό κούριερ».....	103
Elizabeth Blackburn: Η «πηγή της νεότητας».....	113
Yoshinori Ohsumi: Μια «αυτοφαγία» με όφελος.....	122

Stefan W. Hell: Ο «αιρετικός» τρόπος σκέψης του Hell	131
Michael W. Young: Ο χρονομέτρης της ζωής	139
Michael Rosbash: Ένα έντομο με πέντε βραβεία Νόμπελ	147
Jules A. Hoffmann: Ο «έμφυτος» σωματοφύλακας.....	158
Επίλογος	164

Πρόλογος

Πολλά γράφονται καθημερινά για τα θαυμάσια και υπέροχα των επιστημονικών και τεχνολογικών ανακαλύψεων. Λιγότερα γράφονται, όμως, για την ανθρώπινη διάσταση της επιστημονικής έρευνας, για την πολυετή και περιπετειώδη διαδρομή των ανθρώπων που αναπτύσσουν τη γνώση και φτάνουν στις ύψιστες κορυφές της αναγνώρισης. Ακόμη πολύ λιγότερα είναι τα έργα που προσεγγίζουν το θέμα με σοβαρότητα, χωρίς φλυαρίες και διάθεση εξιδανίκευσης και εντυπωσιασμού. Έργα που στοχεύουν να αναδείξουν εκείνες τις πλευρές που διεγείρουν τον προβληματισμό και τη σκέψη αναφορικά με τη φύση της επιστημονικής αναζήτησης.

Το βιβλίο «Ευφυείς Περιπέτειες» της δημοσιογράφου Βάσως Μιχοπούλου είναι μια συμβολή στην κατανόηση της ανθρώπινης διάστασης της επιστημονικής έρευνας με ό,τι αυτή εμπεριέχει: τους αγώνες και τις αγωνίες, την ικανοποίηση και τις χαρές, τις απογοητεύσεις και τις ευχάριστες εκπλήξεις. Η συγγραφέας μέσα στο βιβλίο της αφηγείται με απλό και κατανοητό τρόπο προσωπικές «διαδρομές» σπουδαίων ερευνητών από την αρχή της καριέρας τους μέχρι την αποδοχή ενός βραβείου Νόμπελ.

Η ίδια, παρότι προσεγγίζει τους ήρωες αυτού του βιβλίου με ποικίλους τρόπους, αναδεικνύει τα κοινά χαρακτηριστικά τους: το χωρίς όρια πάθος τους και την αδάμαστη θέλησή τους για την πραγμάτωση του οράματός τους· την πνευματική διεργασία και άθληση για να υπερνικηθούν τα κάθε είδους εμπόδια· τον αγώνα του πολύτροπου νου που μεθοδικά ανοίγει τον δρόμο προς τον στόχο· τον χαρακτήρα που στην αποτυχία βλέπει απλώς μια ευκαιρία να εμπλουτίσει την εμπειρία του χωρίς να κλονίσει την αποφασιστικότητά του· τον αγώνα του ερευνητή που διακρίνεται από την ταπεινότητα της επίγνωσης, της εγγενούς αδυναμίας να προσεγγίσει τη Γνώση.

Για τους Νομπελίστες τίποτα δεν ήταν και δεν είναι προβλέψιμο, ούτε τα ερευνητικά αποτελέσματα, ούτε οι επιπτώσεις και η βαρύτητά τους. Και εδώ, ως ειδικός, θα επισημάνω μια θεμελιώδη διαφορά μεταξύ μαθηματικής έρευνας και πειραματικών επιστημών.

Η μαθηματική έρευνα επικεντρώνεται σε καλώς ορισμένα δύσκολα προβλήματα των οποίων η επίλυση επιφέρει την άμεση αναγνώριση. Δεν είναι τυχαίο που οι αποδέκτες του εγκυρότερου βραβείου στα Μαθηματικά, του Fields, πρέπει να είναι ηλικίας κάτω των σαράντα

ετών. Αντίθετα, ο μέσος όρος ηλικίας των αποδεκτών των βραβείων Νόμπελ είναι περίπου τα 59 χρόνια, πράγμα που αποδεικνύει πως ακόμη και αν οι ίδιοι προβαίνουν σχετικά νωρίς σε καινοτόμες ανακαλύψεις, εν τούτοις η αναγνώριση και καταξίωσή τους υφίστανται τη δοκιμασία του χρόνου.

Αντίθετα, η επιστημονική έρευνα διακρίνεται από πολλαπλές αβεβαιότητες που αφορούν όχι μόνο την απάντηση ενός σχετικά δύσκολου ερευνητικού ερωτήματος, αλλά και τον προσδιορισμό ενός κατάλληλου θεωρητικού και πειραματικού πλαισίου για την διατύπωσή του. Θα έλεγα ότι συχνά το δεύτερο, δηλαδή η διατύπωση του πλαισίου, είναι το πλέον καθοριστικό για την έκβαση του όλου εγχειρήματος. Για αυτό και η έρευνα στις πειραματικές επιστήμες απαιτεί, παράλληλα με την υψηλή επιστημονική κατάρτιση, οξεία αντίληψη, παρατηρητικότητα και πλήρη αίσθηση της πραγματικότητας.

Ωστόσο, η απροσδιοριστία που διέπει την επιστημονική έρευνα συναρπάζει. Μια απλή παρατήρηση, μια συνάντηση, μια διαίσθηση διαδραματίζουν καθοριστικό ρόλο στο παιχνίδι της αναζήτησης της γνώσης. Σε τέτοιο βαθμό που συχνά διερωτάται κανείς πόσο καθοριστικός είναι ο ρόλος του τυχαίου. Αυτό ανάγει την έρευνα σε «περιπέτεια» και τον ερευνητή σε ακούραστο μαχητή, που παλεύει να δαμάσει την αντιξοότητα και να θριαμβεύσει. Δεν είναι τυχαίο που οι περισσότεροι από τους Νομπελίστες δεν είναι μόνο άρτια καταρτισμένοι επιστήμονες, αλλά διαθέτουν κάτι από τον χαρακτήρα και τις δεξιότητες των μεγάλων περιηγητών, εξερευνητών και θαλασσοπόρων. Οι ίδιοι έχουν πάντα να μας διηγηθούν κάτι πολύ σημαντικότερο από τυπικές επιστημονικές ιστορίες που απευθύνονται μόνο σε ειδικούς. Και αυτό το κάνουν μέσα από το παρόν πόνημα, που κατορθώνει με πολλή επιτυχία να μας καταστήσει κοινωνούς όχι μόνο της έρευνάς τους, αλλά κυρίως της προσωπικής τους ανησυχίας και αναζήτησης σε κάθε επίπεδο.

Μέσα από το ανθρώπινο προφίλ των καταξιωμένων επιστημόνων που αναδεικνύεται στο παρόν βιβλίο, προβάλλεται και κάτι που η κοινωνία μας τείνει να ξεχάσει μέσα στη δίνη της ηθικής κρίσης και στον παροξυσμό ενός κυριάρχου στείρου πραγματισμού και κομπορμιισμού: το μεγαλείο της πνευματικής δημιουργίας, που βασίζεται στη δύναμη του ανθρώπου να κατανοήσει και να αλλάξει τον κόσμο. Του ανθρώπου που μαθαίνει από τα λάθη του, που προχωρεί ψηλαφώντας με ταπεινότητα και αυτογνωσία και πάντα με γνώμονα το καλό της ανθρωπότητας.

Ο αναγνώστης αυτού του βιβλίου θα διαπιστώσει, επιπλέον, πως η ενασχόληση με την Επιστήμη δεν είναι μια στείρα διαδικασία, αλλά μια γόνιμη «διαδρομή» που διαμορφώνει

ελεύθερα πνεύματα, με ευθυκρισία και ευρύτητα, όχι μόνο για την έρευνα, αλλά για όλες τις πλευρές της ζωής. Το αποδεικνύουν οι Νομπελίστες, εξάλλου, με τις αξιοσημείωτες επιδόσεις τους στον αθλητισμό και την τέχνη, καθώς και με την πολυσχιδή και ενίοτε ακτιβιστική δράση τους στο κοινωνικό και πολιτικό γίγνεσθαι.

Ολοκληρώνοντας, εύχομαι το παρόν βιβλίο που απευθύνεται στο ευρύ κοινό, να διαβαστεί από μικρούς και μεγάλους, και ιδιαίτερα από τους νέους. Να αποτελέσει έμπνευση για αυτούς που σήμερα, περισσότερο από ποτέ, έχουν ανάγκη από πρότυπα και σωστή καθοδήγηση, προκειμένου να βρουν τον προσανατολισμό τους και να γνωρίσουν ό, τι πιο ουσιαστικό μπορεί να δώσει η ζωή: τη χαρά της δημιουργίας!

Ιωσήφ Σηφάκης

Βραβείο Turing 2007

Αντί προλόγου

Το έχω ακούσει πολλές φορές αυτό από επιστήμονες: *«Η Επιστήμη είναι σαν θρίλερ. Ξέρεις από πού να αρχίσεις αλλά δεν ξέρεις ποτέ πού θα φτάσεις»*. Όταν ξεκίνησα τον Ιούνιο του 2017 το ταξίδι μου για την ειδυλλιακή γερμανική πόλη Λιντάου της Βαυαρίας ήξερα ότι θα συναντούσα Νομπελίστες, αλλά ότι μετά από δύο χρόνια θα κατέγραφα την εμπειρία μου σε ένα βιβλίο δεν μου είχε περάσει καν από το μυαλό. Πραγματικά δεν είχα φανταστεί ότι θα δειπνούσα στο ίδιο τραπέζι με τον Aaron Ciechanover, ότι θα έμπαινα στο εργαστήριο του Harald zur Hausen στη Χαϊδελβέργη, ότι θα άκουγα τις ιστορίες για τους επίλεκτους Eagle scout (αμερικανούς προσκόπους) από τον ακτιβιστή Peter Agree, ότι θα έμενα άφωνη ακούγοντας τον George Smoot να μου λέει πόσο μαγεύτηκε από τον μηχανισμό των Αντικυθήρων.

Συνάντησα σημαντικούς ανθρώπους που με την έρευνά τους «ταρακούνησαν» λίγο τον κόσμο και ταξίδεψα αμέτρητες φορές με τις αφηγήσεις τους για τις περιπέτειές τους μέσα και έξω από τα ερευνητικά εργαστήρια. Μάζεψα πληροφορίες, εικόνες, σκέψεις και συναισθήματα, που μου πρόσφεραν μια πολύτιμη οπτική στα πράγματα και μια ανεκτίμητη γνώση. Ξεκίνησα ως δημοσιογράφος που πήγα να καλύψω ένα επιστημονικό φόρουμ και μπήκα σε ένα μεγάλο ταξίδι εξερεύνησης και ανακαλύψεων, όπως ακριβώς κάνουν και οι Νομπελίστες του βιβλίου μου.

Η περιέργειά μου να μάθω όσα περισσότερα μπορούσα από τις ζωές των σημαντικών αυτών ανθρώπων, που εργάζονται για να προχωρήσουν την ανθρωπότητα ένα ακόμη βήμα παραπέρα, κυριολεκτικά με κυρίεψε. Και δεν έμεινα μόνο στο επίτευγμά τους, αλλά προσπάθησα να προχωρήσω στη διερεύνηση αυτών των ξεχωριστών προσωπικοτήτων με την ελπίδα να ανακαλύψω πτυχές πέρα από αυτές που τυπικά σχετίζονται με τα γνωρίσματα των νομπελιστών, όπως είναι το ταλέντο, η ευφυΐα, ή η υψηλή νοημοσύνη. Μέσα από την επαφή μου με τους “αιθαλείς” Νομπελίστες, η οποία τις περισσότερες φορές υπήρξε χρονικά περιορισμένη, διαπίστωσα πως η Επιστήμη είναι ένας πολύ δραστικός αντιγηραντικός παράγοντας για όσους ασχολούνται μαζί της με ευχαρίστηση και πάθος. Οι «ήρωες» του βιβλίου μου έχουν συνήθως έναν ευρύ ορίζοντα, πολλά ενδιαφέροντα εκτός της Επιστήμης τους και μια παιχνιδιάρικη και γεμάτη χιούμορ προσέγγιση στη ζωή. Πάντα όμως αντιμετωπίζουν τους συνανθρώπους τους με σεβασμό και ευγένεια.

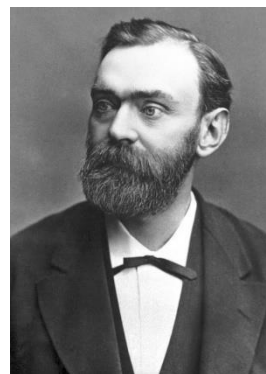
Όμως, το σπουδαιότερο που μου έδωσαν οι Νομπελίστες που γνώρισα είναι το συναρπαστικό μήνυμα πως αξίζει να προσπαθείς να ξεκλειδώσεις τα μυστήρια αυτού του κόσμου, έστω και αν δεν το επιτύχεις. Περισσότερο ώριμη πια και με ένα μοναδικό πλούτο εμπειριών, μπορώ να πω πως αρχίζω να αντιλαμβάνομαι την πραγματική μου θέση μέσα σε αυτόν τον κόσμο...¹

¹ Το περιεχόμενο του βιβλίου στηρίζεται σε προσωπικές συναντήσεις και αποκλειστικές συνεντεύξεις, αλλά και σε διαλέξεις των Νομπελιστών, οι οποίες εμπλουτίστηκαν με πληροφορίες από τους ιστοτόπους <https://www.lindau-nobel.org/> και <https://www.nobelprize.org/>

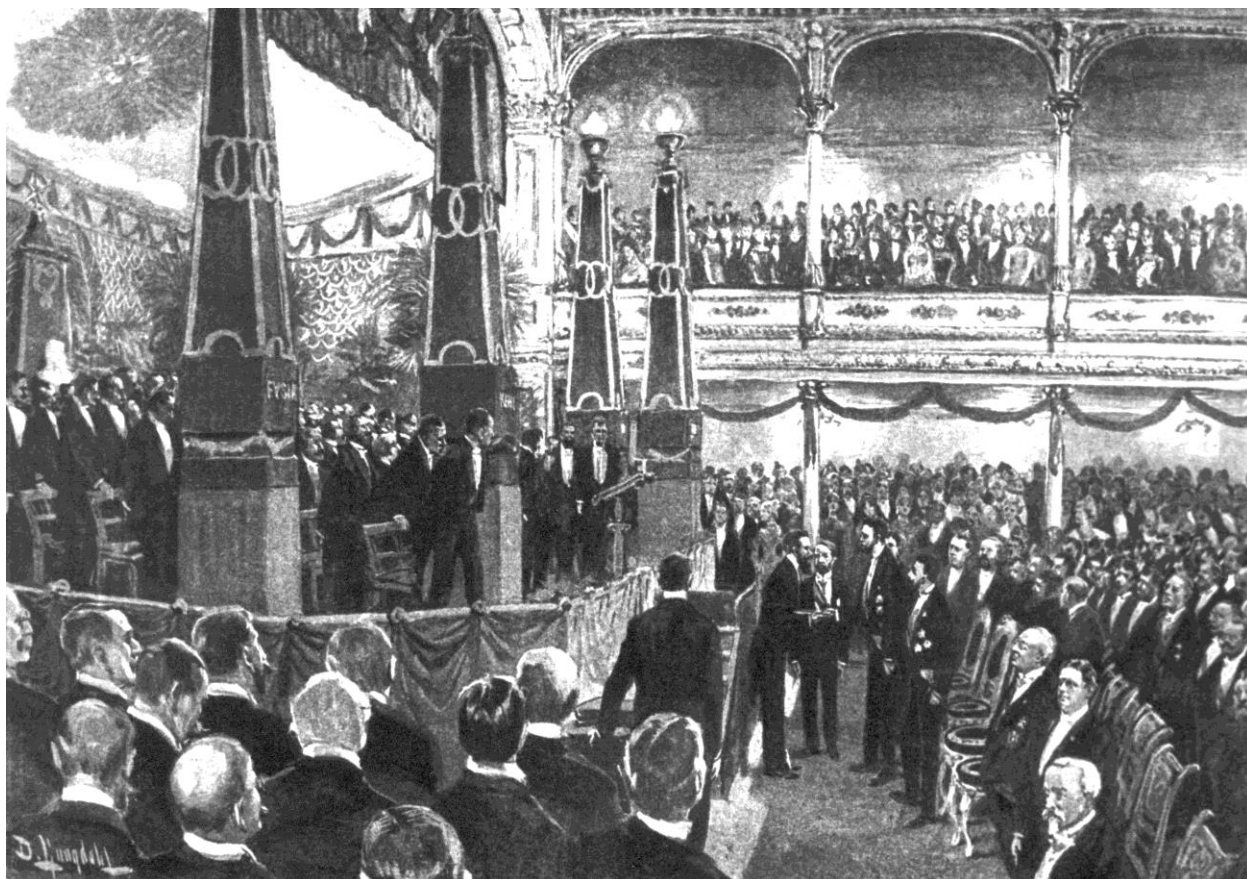
Λίγα λόγια για το βραβείο Νόμπελ

Στις 27 Νοεμβρίου 1895 ο μοναχικός άνδρας Alfred Nobel υπέγραψε την 3^η και τελευταία χειρόγραφη διαθήκη του στη Σουηδο-νορβηγική λέσχη του Παρισιού, πριν αποβιώσει έναν χρόνο αργότερα στις 10 Δεκεμβρίου 1896. Μάλιστα, η κηδεία του στη Στοκχόλμη ήταν από τις μεγαλύτερες που έγιναν ποτέ στην πόλη. Μετά τον θάνατό του το κιτρινισμένο έγγραφο ανοίχτηκε και διαβάστηκε προκαλώντας σοκ τόσο στην οικογένειά του, όσο και σε ολόκληρο τον κόσμο, καθώς εμπεριείχε την επιθυμία του αποβιώσαντα να διαθέσει το μεγαλύτερο μέρος του πλούτου του στη θέσπιση ενός βραβείου για την πρόοδο της Επιστήμης, τη λογοτεχνία και την ειρήνη.

Συγκεκριμένα, ο Σουηδός χημικός, μηχανικός και βιομήχανος Alfred Nobel μέσα στη διαθήκη του έδινε σαφείς εντολές για την υλοποίηση αυτής της μετά θάνατο επιθυμίας του, η οποία όριζε να διατεθεί το 94% της περιουσίας του, ποσό που έφτανε τα 31 εκατομμύρια σουηδικές κορώνες, σημερινά πάνω από 200 εκατομμύρια ευρώ, για τη θέσπιση των Βραβείων Νόμπελ, όπως τα γνωρίζουμε μέχρι σήμερα. Σύμφωνα με τις ρητές εντολές του, τα βραβεία θα απονέμονταν *«σε αυτούς που το προηγούμενο έτος αφιέρωσαν τη ζωή τους για το καλύτερο δυνατό όφελος της ανθρωπότητας»* σε πέντε τομείς: τη Φυσική, τη Χημεία, την Ιατρική, τη Λογοτεχνία και την Ειρήνη, που αποτελούσαν και τα ενδιαφέροντα της ζωής του. Ο ίδιος μέσα στη διαθήκη όριζε και το ποιος θα απένειμε τα εν λόγω βραβεία. Σύμφωνα με τις επιταγές του, η Σουηδική Βασιλική Ακαδημία Επιστημών θα απένειμε τα Νόμπελ Φυσικής και Χημείας, η Συνέλευση Νόμπελ στο Ινστιτούτο Καρολίνσκα τα βραβεία Φυσιολογίας ή Ιατρικής, η Σουηδική Ακαδημία τα βραβεία της Λογοτεχνίας και μια πενταμελής Νορβηγική επιτροπή θα βράβευε τους πρωταθλητές στον αγώνα για την παγίωση της παγκόσμιας ειρήνης. Ρητός όρος της διαθήκης ήταν να μη λαμβάνεται υπόψη η εθνικότητα των υποψηφίων για την απονομή των βραβείων. Τα βραβεία θα έπρεπε να απονέμονται στους πιο άξιους, είτε είναι Σκανδιναβοί είτε όχι.



Η οικογένειά του Nobel όχι μόνο αντέδρασε αρνητικά στη θέσπιση του βραβείου, αλλά και αμφισβήτησε δημόσια την εγκυρότητα της διαθήκης. Ο βοηθός του Nobel, όμως, ο μηχανικός Ragnar Sohlman με πολύ αγώνα και παρά τις πολλές αντιδράσεις και δυσκολίες που αντιμετώπισε υλοποίησε την επιθυμία που άφησε στη διαθήκη του ο αποθανών. Έτσι, τα πρώτα βραβεία δόθηκαν στις 10 Δεκεμβρίου 1901, κατά την 5^η επέτειο του θανάτου του Alfred Nobel.



Έτσι, από το 1901 μέχρι και το 2017 τα Βραβεία Νόμπελ και το Βραβείο Οικονομικών Επιστημών, που θεσπίστηκε το 1968 στη μνήμη του εμπνευστή τους, έχουν απονεμηθεί 588 φορές σε 932 άτομα (από τα οποία 51 είναι γυναίκες) και οργανισμούς. Περίπου 347 βραβεία έχουν απονεμηθεί σε ένα άτομο, 138 έχουν μοιραστεί ανάμεσα σε δύο και 100 βραβεία ανάμεσα σε τρεις υποψηφίους, με μερικούς να έχουν λάβει το βραβείο περισσότερες από μία φορές. Αν και ο μέσος αριθμός των δικαιούχων ανά βραβείο αυξήθηκε σημαντικά κατά τη διάρκεια του 20ου αιώνα, ένα Νόμπελ δεν μπορεί να μοιράζεται ανάμεσα σε περισσότερα από τρία άτομα. Αξίζει να σημειωθεί πως μέσα σε αυτό το χρονικό διάστημα τέσσερις νομπελίστες εξαναγκάστηκαν από τα καθεστώτα της χώρας τους να αποποιηθούν το βραβείο. Συγκεκριμένα ο Αδόλφος Χίτλερ απαγόρευσε το 1938 στους τρεις Γερμανούς βραβευθέντες βιοχημικούς Richard Kuhn, Adolf Butenandt και Gerhard Domagk να αποδεχτούν το βραβείο, ενώ ο βραβευμένος με Νόμπελ λογοτεχνίας το 1958 Boris Pasternak, αφού αποδέχθηκε το βραβείο, αργότερα εξαναγκάστηκε από τις αρχές της χώρας του, της Σοβιετικής Ένωσης, να το αποποιηθεί. Αντίστοιχα τρεις βραβευθέντες, ο Γερμανός δημοσιογράφος Carl von Ossietzky, ο Βιρμανός πολιτικός Aung San Suu Kyi και ο Κινέζος ακτιβιστής Liu Xiaobo βρίσκονταν ήδη κρατούμενοι στις φυλακές των χωρών τους κατά την απονομή του βραβείου Νόμπελ Ειρήνης.

Δύο βραβευθέντες ακόμη αρνήθηκαν να παραλάβουν το βραβείο για τους δικούς τους ξεχωριστούς λόγους. Ο ένας, ο Γάλλος φιλόσοφος και λογοτέχνης Jean-Paul Sartre, αρνήθηκε το Νόμπελ Λογοτεχνίας το 1964 επειδή αποστρεφόταν τις επίσημες τελετές και τα αξιώματα. Ο δεύτερος ήταν ο πολιτικός και διπλωμάτης από το Βόρειο Βιετνάμ, Le Duc Tho ο οποίος αρνήθηκε το Νόμπελ Ειρήνης το 1973, που είχε μοιραστεί με τον Αμερικανό υπουργό εξωτερικών Χένρυ Κίσινγκερ για τις διαπραγματεύσεις κατάπαυσης πυρός και την απόσυρση των ΗΠΑ από το Βιετνάμ. Το πρόβλημα ήταν ότι η εκχειρία διακόπηκε σχεδόν αμέσως και ο πόλεμος στο Βιετνάμ συνεχίστηκε μέχρι το 1975.

Τα βραβεία απονέμονται σε ετήσια βάση και κάθε αποδέκτης λαμβάνει ένα χρυσό μετάλλιο, ένα δίπλωμα και ένα χρηματικό ποσό, το οποίο αποφασίζεται από το Ίδρυμα Νόμπελ. Από το 2012, κάθε βραβείο είναι ύψους περίπου 1,1 εκατομμυρίων \$. Το βραβείο δεν απονέμεται μετά θάνατο. Ωστόσο, αν σε ένα άτομο απονεμηθεί και αυτό πεθάνει πριν από την παραλαβή του, το βραβείο μπορεί ακόμα να δοθεί.



Alfred Nobel: ο βασιλιάς της δυναμίτιδας

Ο Alfred Nobel (1833-1896) γεννήθηκε στη Στοκχόλμη της Σουηδίας στις 21 Οκτωβρίου 1833, σε μια εποχή που η χώρα ήταν μια μεγάλη δύναμη στη βόρεια Ευρώπη. Ενδιαφέρθηκε πολύ για τα κοινωνικά ζητήματα, αλλά και για ζητήματα της παγκόσμιας ειρήνης, και διατύπωσε απόψεις που θεωρήθηκαν ριζοσπαστικές για την εποχή του. Κάποια από τα ενδιαφέροντά του, εξάλλου, αντανakλώνται στο βραβείο που ο ίδιος καθιέρωσε. Μιλούσε άπταιστα σουηδικά, ρωσικά, γαλλικά, αγγλικά και γερμανικά και έγραφε ποίηση και θέατρο. Ο πατέρας του, ο Immanuel Nobel, ήταν μηχανικός και βιομήχανος, που μετά την πτώχευση της εταιρείας του στη Στοκχόλμη μετανάστευσε στη Ρωσία για να ξεκινήσει μια καινούργια καριέρα. Ο ίδιος ήταν πρωτοπόρος στην κατασκευή όπλων και στο σχεδιασμό ατμομηχανών και αυτός που εφηύρε την υποβρύχια νάρκη. Μάλιστα, κατά τη διάρκεια του Κριμαϊκού πολέμου (1853-56) κέρδισε πολλά χρήματα, προμηθεύοντας με πολεμικό εξοπλισμό τη ρωσική κυβέρνηση.



Ένας πλούσιος εφευρέτης Χημείας

Ο Alfred Nobel ασχολήθηκε ιδιαίτερα με τη χημεία, και κυρίως με τις εκρηκτικές ύλες. Τελειοποίησε τον τρόπο παρασκευής της νιτρογλυκερίνης και ίδρυσε στη Σουηδία το 1863 εργοστάσιο παραγωγής της σε μεγάλες ποσότητες. Για την αποφυγή των εκρήξεων και έχοντας ήδη χάσει έναν από τους αδερφούς του από έκρηξη κατά τους πειραματισμούς του στο εργοστάσιο, εξέλιξε την παρασκευή δυναμίτιδας με πυριτική γη και διέδωσε αυτή την εφεύρεσή του σύντομα σε όλη την Ευρώπη και την Αμερική. Η αγορά δυναμιτών και πυροκροτητών μεγάλωσε πολύ γρήγορα και ο ίδιος αποδείχθηκε ένας πολύ ικανός και επιτυχημένος επιχειρηματίας. Μέχρι το 1865 το εργοστάσιό του στο Krümmel κοντά στο Αμβούργο της Γερμανίας εξήγαγε εκρηκτικά νιτρογλυκερίνης σε πολλές χώρες της Ευρώπης, της Αμερικής και της Αυστραλίας, ενώ ο ίδιος έλαβε δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για τη νέα εκρηκτική ύλη, το «δυναμίτη», που κατέστησε ευκολότερη τη διάνοιξη τούνελ και καναλιών, διευκολύνοντας καθοριστικά τις οικοδομικές εργασίες. Η αγορά υποδέχτηκε τη νέα εφεύρεση με ενθουσιασμό και μέσα σε λίγα χρόνια ο Alfred Nobel απέκτησε 90 εργοστάσια πολεμικού εξοπλισμού σε περισσότερες από 20 χώρες του πλανήτη, ενώ απέδειξε περίτρανα το επιχειρηματικό του δαιμόνιο. Αν και από το 1873 έζησε μεγάλο μέρος της ζωής του στο Παρίσι, γενικά ταξίδευε συνεχώς. Όταν δεν ταξίδευε ή δεν ασκούσε επιχειρηματικές δραστηριότητες, εργαζόταν εντατικά στα διάφορα εργαστήριά του στη Στοκχόλμη, στο Αμβούργο, στη Σκωτία, στο Παρίσι και αλλού. Επικεντρώθηκε στην ανάπτυξη της τεχνολογίας των εκρηκτικών καθώς και άλλων χημικών εφευρέσεων, συμπεριλαμβανομένων και υλικών όπως το συνθετικό καουτσούκ, το δέρμα, το τεχνητό μετάξι κ.λπ. Το 1889 πούλησε στην ιταλική κυβέρνηση την πατέντα για τη νεοδυναμίτιδα ή ζελατοδυναμίτιδα και την πολεμική άκαπνη πυρίτιδα και το 1891 εγκαταστάθηκε μόνιμα στην έπαυλή του στο Σαν Ρέμο της Ιταλίας, όπου και ίδρυσε και εκεί χημικό εργοστάσιο. Μέχρι το θάνατό του στην ιταλική πόλη το 1896 είχε αποκτήσει 355 διπλώματα ευρεσιτεχνίας. Το μεγαλείο του Alfred Nobel συνίσταται στην ικανότητά του να συνδυάζει το ευρηματικό μυαλό του επιστήμονα με το δυναμισμό του επιχειρηματία. Πολλές από τις εταιρείες που ιδρύθηκαν από εκείνον εξελίχθηκαν σε μεγάλες βιομηχανίες, που εξακολουθούν να κατέχουν εξέχοντα ρόλο στη διαμόρφωση της παγκόσμιας οικονομίας.

Πλούσιος, ευαίσθητος και... μόνος



Η εντατική και εξοντωτική εργασία και τα ταξίδια δεν άφησαν πολύ χρόνο για ιδιωτική ζωή. Κλειστός χαρακτήρας από τη φύση του, ασχολήθηκε πολύ με τη φιλοσοφία και τη λογοτεχνία. Μάλιστα, στο τέλος της ζωής του έγραψε και το δράμα «Βεατρίκη Τσέντσι». Ο Βίκτορ Ουγκό τον περιέγραψε κάποτε ως τον «πλουσιότερο ευαίσθητο στην Ευρώπη». Υπέφερε από χρόνια προβλήματα υγείας, τα οποία επιδεινώθηκαν και από την καθημερινή του επαφή με τα χημικά. Για τον λόγο αυτό, σε ηλικία 43 ετών, κατά τα λεγόμενά του, ένιωθε ήδη «ηλικιωμένος» και χρειαζόταν βοήθεια. Η αγγελία που έβαλε σε εφημερίδα: «Ευκατάστατος και ιδιαίτερα μορφωμένος ηλικιωμένος κύριος αναζητεί κυρία μέσης ηλικίας, μνημένη στις ξένες γλώσσες, ως γραμματέα και οικιακή βοηθό» τού έφερε κοντά, ως ιδανική υποψήφια, την κοντέσα Bertha Kinsky από την Αυστρία. Εκείνος δέθηκε συναισθηματικά μαζί της και υπέφερε πολύ όταν μετά από πολύ σύντομο χρονικό διάστημα εκείνη τον εγκατέλειψε για να επιστρέψει στην Αυστρία, προκειμένου να παντρευτεί τον κόμη Arthur von Suttner. Οι δυο τους παρέμειναν ωστόσο φίλοι και συνέχισαν να ανταλλάσσουν γράμματα για δεκαετίες. Με την πάροδο των ετών η Bertha von Suttner τάχτηκε ενεργά υπέρ του αγώνα κατά των εξοπλισμών, γράφοντας και ένα διάσημο βιβλίο με τίτλο *Lay Down Your Arms*, πρωτοστατώντας στο ειρηνευτικό κίνημα, αλλά και αποσπώντας το βραβείο Νόμπελ Ειρήνης το 1905. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η κοντέσα επηρέασε τον Alfred Nobel, και για τον λόγο αυτό ο ίδιος περιέλαβε στη διαθήκη του ένα βραβείο για άτομα ή οργανώσεις που προωθούν την εγκαθίδρυση της παγκόσμιας ειρήνης.

Ο Alfred Nobel πέθανε από εγκεφαλική αιμορραγία στην έπαυλή του στο San Remo της Ιταλίας όπου είχε απομονωθεί. Όταν ανοίχτηκε η διαθήκη του, εξεπλάγησαν οι πάντες με την απόφασή του να διαθέσει την περιουσία του με τη μορφή βραβείου. Πολλοί έσπευσαν να αμφισβητήσουν τα αληθινά κίνητρά του, λέγοντας πως έκανε την κίνηση αυτή ως μια μορφή εξιλέωσης για την επιχειρηματικότητα... θανάτου που είχε αναπτύξει κατά τη διάρκεια της ζωής του. Πάντως, αν ζούσε σήμερα, θα έμενε χωρίς αμφιβολία άναυδος, ακούγοντας για την ανακάλυψη που απέσπασε το Νόμπελ Ιατρικής ή Φυσιολογίας το 1998: Το μονοξείδιο του αζώτου (NO), συστατικό της νιτρογλυκερίνης, διαδραματίζει βασικό ρόλο σε μια μεγάλη ποικιλία χημικών διεργασιών των κυττάρων και κυρίως αυτών που σχετίζονται με

καρδιαγγειακές διαταραχές! Ο ίδιος πλούτισε τον 19ο αιώνα εφευρίσκοντας τη δυναμίτιδα που έχει ως βασικό συστατικό τη νιτρογλυκερίνη. Μάλιστα, όταν κάποτε είχε αρχίσει να έχει ενοχλήσεις στην καρδιά, ο γιατρός του του είχε συστήσει να καταναλώνει μια μικρή ποσότητα νιτρογλυκερίνης. Ο Nobel είχε αρνηθεί γράφοντας τότε χαρακτηριστικά σε μια επιστολή του: *«Τώρα μου φαίνεται ειρωνικό το να μου συστήνει ο γιατρός μου να πάρω νιτρογλυκερίνη!»*.

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ

**Η περιήγηση στον κόσμο του βραβείου Νόμπελ
αρχίζει τον Ιούνιο του 2017...**

Έβρεχε εκείνο το πρωί στα τέλη του Ιουνίου του 2017 όταν προσγειώθηκα στο αεροδρόμιο του Μονάχου. Η ώρα είχε ήδη πάει έντεκα και είχα αρχίσει να αγχώνομαι. Αναζήτησα χωρίς καθυστέρηση το εξπρές λεωφορείο για τον Hauptbahnhof, τον κεντρικό σιδηροδρομικό σταθμό της γερμανικής πόλης, προκειμένου να πάρω το τρένο για τον τελικό προορισμό μου, το Λιντάου της Βαυαρίας. Με βοήθησε το γεγονός ότι είχα επισκεφθεί πολλές φορές το Μόναχο και η διαδρομή μου ήταν γνώριμη. Στο Λιντάου όμως, στη μικρή ειδυλλιακή γερμανική πόλη, στις όχθες της λίμνης της Κωνσταντίας στην περιοχή Σουηβία, πήγαινα για πρώτη φορά και για συγκεκριμένο σκοπό. Επρόκειτο να παρακολουθήσω από κοντά, ως η μοναδική ελληνίδα δημοσιογράφος, το 67^ο Lindau Nobel Laureate Meetings, που από το 1951 αποτελεί ετήσιο θεσμό συνάντησης Νομπελιστών με νέους ερευνητές από όλο τον κόσμο, και ήμουν πολύ ενθουσιασμένη.

Αυτή η συνάντηση που λαμβάνει χώρα στο Λιντάου, σταθερά το τελευταίο πενθήμερο του Ιουνίου, είναι χαρακτηριστική για την μη τυπική ατμόσφαιρά της και αφιερώνεται διαδοχικά σε έναν από τους τρεις τομείς: Φυσιολογία ή Ιατρική, Χημεία και Φυσική. Για τον λόγο αυτό, ό, τι περιέχεται σε αυτό το βιβλίο περιστρέφεται γύρω από επιτεύγματα στο πεδίο των παραπάνω επιστημών. Στο επίκεντρο αυτού του χαλαρού επιστημονικού διαλόγου που πραγματοποιείται κάθε χρόνο βρίσκονται ανακαλύψεις - τομές στον χώρο της έρευνας. Συνολικά 600 νεαροί επιστήμονες κάτω των 35 ετών από περισσότερες από 80 χώρες και 130 ερευνητικά ιδρύματα έχουν την ευκαιρία να συναντούν 35-45 κατόχους βραβείων Νόμπελ και για ένα πενθήμερο, συνήθως το τελευταίο του Ιουνίου, να αλληλεπιδρούν μαζί τους. Από την εποχή έναρξης του θεσμού μέχρι σήμερα περισσότεροι από 430 Νομπελίστες έχουν αποδεχτεί την πρόσκληση να συναντήσουν την επόμενη γενιά των κορυφαίων ερευνητών και γιατί όχι μελλοντικών Νομπελιστών.



Στο θεσμό συμμετέχουν και Έλληνες ερευνητές με τη συνδρομή του Ιδρύματος Ωνάση, που από το 2008 αποτελεί τον φορέα εκπροσώπησης της Ελλάδας ως ακαδημαϊκού συνεργάτη στο θεσμό και μέχρι τώρα έχει χρηματοδοτήσει τη συμμετοχή 67 νέων Ελλήνων επιστημόνων.



Σίγουρα κάποιος που επισκέπτεται το Λιντάου τις τελευταίες μέρες κάθε Ιουνίου αναρωτιέται γιατί κάθε χρόνο από το 1951 μέχρι σήμερα οι Νομπελίστες δίνουν ραντεβού με νέους ερευνητές από όλο τον κόσμο σε αυτό το ειδυλλιακό σημείο στο κέντρο της Ευρώπης. Το σίγουρο είναι πάντως πως εδώ δεν γεννήθηκε ο Alfred Nobel. Η ιστορία της διοργάνωσης ξεκινά στα πρώτα «γκρίζα χρόνια» μετά το τέλος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, όταν η Γερμανία αποτελούσε την πιο απίθανη θέση για κάθε είδους συνάντηση επιστημόνων. Δύο γιατροί από το Λιντάου, ο Franz Karl Hein και ο Gustav Parade, είχαν την ιδέα διοργάνωσης ενός συνεδρίου, που θα βοηθούσε στην απομάκρυνση της Γερμανίας από την εμπειρία όχι μόνο του πολέμου αλλά και της πνευματικής απομόνωσης και της επιστημονικής παραμόρφωσης της ναζιστικής περιόδου. Οι δύο γιατροί μιλούσαν για μια «μεγάλη ιδέα», για την ιδιαίτερα προκλητική επιστημονική συνάντηση, κυρίως των γιατρών της περιοχής με τους νομπελίστες της ιατρικής, σε μια εποχή που πολλοί επιστήμονες της χώρας είχαν ήδη μεταναστεύσει κυρίως στην Αμερική. Η ιδέα τους υποστηρίχτηκε από ένα «ανοιχτό μυαλό» της εποχής, τον κόμη Lennart Bernadotte af Wisborg (1909-2004), εγγονό του βασιλιά Γουσταύου Ε' της Σουηδίας, που ζούσε στο άλλο άκρο της λίμνης της Κωνσταντίας στο νησί Μαινάου. Και αυτό δεν έγινε αυθαίρετα. Ο προπάππος του, ο Σουηδός βασιλιάς Όσκαρ Β', ήταν εκείνος που απένειμε τα πρώτα βραβεία Νόμπελ.

Στις 11 Ιουνίου 1951 ξεκίνησε η πρώτη «Ευρωπαϊκή Συνάντηση των Βραβευσθέντων με Νόμπελ στην Ιατρική» από τον Κόμη Bernadotte. Επτά Νομπελίστες και 400 γιατροί από τη

Γερμανία και τις γειτονικές χώρες προσήλθαν στο Λιντάου. Το 1952 ο αριθμός των Νομπελιστών ανήλθε σε δέκα, ενώ το 1953 για πρώτη φορά η συνάντηση, λαμβάνοντας θεματικό χαρακτήρα, αφιερώθηκε στη Φυσική και το 1954 στη Χημεία. Κατά την πρώτη δεκαετία της συνάντησης ο μεγαλύτερος αριθμός των νέων ερευνητών προερχόταν από τη Γερμανία και τις γειτονικές χώρες Αυστρία και Ελβετία. Αργότερα άρχισαν να συμμετέχουν νέοι ερευνητές από τη Γαλλία και τις Κάτω Χώρες.

Σήμερα πρόεδρος του Lindau Nobel Laureate Meetings και μέλος του Διοικητικού Συμβουλίου του αντίστοιχου ιδρύματος είναι η κοντέσα Bettina Bernadotte, κόρη του κόμη Bernadotte. Ο θεσμός υποστηρίζεται από ένα παγκόσμιο επιστημονικό δίκτυο περίπου 300 ιδρυμάτων-εταίρων, το οποίο περιλαμβάνει ακαδημίες επιστημών, εθνικά υπουργεία, πανεπιστημιακές σχολές και τμήματα, ερευνητικούς οργανισμούς, ιδρύματα, εταιρείες, διεθνείς οργανώσεις. Από το 1951 στα Lindau Nobel Laureate Meetings έχουν συμμετάσχει περισσότεροι από 27.000 νέοι ερευνητές από 80 χώρες. Το ετήσιο πρόγραμμα περιλαμβάνει επίσης και πολλά παράλληλα εργαστήρια, στα οποία νέοι ερευνητές μπορούν να παρουσιάσουν τις ερευνητικές τους δραστηριότητες, καθώς και αρκετά βραβεία. Την τελευταία ημέρα κάθε ετήσιας συνάντησης πραγματοποιείται η παραδοσιακή εκδρομή με πλοiάριο από το Λιντάου, με πρόσκληση του κρατιδίου της Βάδης-Βυρτεμβέργης, στο νησί Μαινάου στη Λίμνη της Κωνσταντίας, όπου βρίσκεται το κάστρο της οικογένειας Bernadotte, στον χώρο του οποίου διεξάγεται μια τελική συζήτηση.





Αφού επιβιβάστηκα διαδοχικά σε δύο τρένα που εκτελούν τοπικά δρομολόγια και αφού έκανα μια ενδιάμεση στάση στην πόλη Άουγκσμπουργκ έφτασα το μεσημέρι της 25^{ης} Ιουνίου του 2017 με καθυστέρηση στο Λιντάου. Άφησα γρήγορα τις αποσκευές στο δωμάτιο της πανσιόν όπου θα διέμενα και έτρεξα στο Stadttheater, που είναι το δημοτικό θέατρο στο ιστορικό κέντρο της πόλης, για να προλάβω την τελετή έναρξης του φόρουμ. Δυστυχώς η τελετή είχε ήδη αρχίσει από τις τρεις και εγώ είχα χάσει το κοντσέρτο της φημισμένης Φιλαρμονικής Ορχήστρας της Βιέννης και το καλωσόρισμα της οικοδέσποινας κοντέσας Bettina Bernadotte. Είχε προηγηθεί και συνέντευξη τύπου στις δύο, την οποία επίσης έχασα.



Η κοντέσα κατά την εναρκτήρια ομιλία της, είχε παρακινήσει τους επιστήμονες να συμμετάσχουν πιο ενεργά σε αυτήν την «εποχή μετά την αλήθεια» (‘post-truth era’), επισημαίνοντας πως οι ίδιοι «δεν μπορούν να αγνοούν ό, τι συμβαίνει στον κόσμο». Μάλιστα

είχε δημιουργήσει συζήτηση με το συμπέρασμά της πως «ορισμένοι φαίνονται να απειλούνται από την πρόοδο και την πραγματική δύναμη της επιστήμης».

Κατά τη στιγμή της εισόδου μου στο μεγάλο αμφιθέατρο του κτιρίου στο βήμα βρίσκεται ο αμερικανός Νομπελίστας Χημείας 2014, William E. Moerner. Μεταφέρει λεκτικά το μήνυμα του επίσης βραβευμένου με Νόμπελ και του πρώην υπουργού Ενέργειας των ΗΠΑ (2009-13) υπό τον Μπαράκ Ομπάμα Steven Chu, για την κλιματική αλλαγή. Ο Νομπελίστας Chu, που ήταν και ο κεντρικός ομιλητής της τελετής έναρξης, αναγκάστηκε για προσωπικούς να ακυρώσει τη συμμετοχή του την τελευταία στιγμή.



Ο Chu μέσα στο μήνυμά του επισημαίνει πως ένα μεταβαλλόμενο κλίμα δεν γνωρίζει εθνικά σύνορα. Η αύξηση της στάθμης των θαλασσών ή η κατάρρευση της γεωργίας λόγω της θερμότητας και της ξηρασίας εγκυμονούν σοβαρούς κινδύνους που μπορεί να οδηγήσουν όχι μόνο σε μαζικές μετακινήσεις πληθυσμών, αλλά και σε αναταραχές και εμφύλιους πολέμους. Τα 4,5 εκατομμύρια Σύρων προσφύγων και επιπλέον τα εκατομμύρια Αφρικανών που εγκαταλείπουν τις χώρες τους είναι μια έγκαιρη προειδοποίηση για το τι μπορεί να συμβεί τις επόμενες δεκαετίες και αιώνες. Ταυτόχρονα, σήμερα 800 εκατομμύρια άνθρωποι ζουν σε απόσταση 10 μέτρων από τις ακτές. Πώς μπορεί να μας βοηθήσει η Επιστήμη και η Τεχνολογία να μετριάσουμε αυτές τις συνέπειες και να προσαρμοστούμε στις ανάγκες αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής;

Σύμφωνα με τον Νομπελίστα χρειαζόμαστε άφθονες, καθαρές και φθηνές πηγές ενέργειας για να τροφοδοτήσουμε τον κόσμο. Ο πληθυσμός προβλέπεται από τον ΟΗΕ να αυξηθεί σε 9,8 δισεκατομμύρια μέχρι το 2050 και σε 11,2 δισεκατομμύρια μέχρι το 2100. Συνεπώς, θα χρειαστούμε μια άλλη «βιομηχανική επανάσταση», μια άλλη «γεωργική επανάσταση» και μια «επανάσταση των υδάτινων πόρων». Έχει σημειωθεί τεράστια πρόοδος στην ενέργεια χωρίς τη χρήση άνθρακα, με την εκμετάλλευση αιολικής και ηλιακής ενέργειας. Σε πολλές περιοχές του κόσμου, η ηλιακή ενέργεια τείνει να γίνει ανταγωνιστική της ορυκτής, ενώ το κόστος της αιολικής ενέργειας στην ξηρά έχει μειωθεί αρκετά, πλησιάζοντας την ορυκτή.

Ο Νομπελίστας Chu, δια στόματος Moerner, στο μήνυμά του παροτρύνει τους νέους ερευνητές να ενωθούν στην προσπάθεια καταπολέμησης της κλιματικής αλλαγής,

επισημαίνοντας: «Τώρα περισσότερο από ποτέ χρειαζόμαστε ταλαντούχους νέους επιστήμονες και μηχανικούς για να δημιουργήσουμε τις καινοτομίες που απαιτούνται για ένα βιώσιμο μέλλον. Χρειαζόμαστε, επίσης, νέους οικονομολόγους και πολιτικούς επιστήμονες να συνεργαστούν μαζί τους, για να δημιουργήσουν καλύτερες πολιτικές, αλλά και μελλοντικούς ηγέτες στον χώρο της επιχειρηματικότητας, που θα καταστήσουν τη βιωσιμότητα αναπόσπαστο μέρος της δράσης τους».

Στο ίδιο μήνυμα, ο επιστήμονας αναφέρεται επίσης στην κλασική φωτογραφία της Γης με την ονομασία "Earthrise", που τραβήχτηκε από τον αστροναύτη William (Bill) Anders, την παραμονή των Χριστουγέννων του 1968, κατά τη διάρκεια της αποστολής του διαστημόπλοιου Apollo 8, και κυρίως στα λόγια του ίδιου του Anders, όταν η κάψουλα έχοντας ολοκληρώσει την τελική της τροχιά γύρω από το φεγγάρι, στρεφόταν πλέον προς τη γη: «Έχουμε έρθει όλοι εδώ για να εξερευνήσουμε το φεγγάρι, αλλά το πιο σημαντικό πράγμα που έχουμε ανακαλύψει είναι η Γη!»

Από τη φράση αυτή ορμώμενος, ο Chu στο μήνυμά του σχολιάζει: «Από τότε, ανακαλύψαμε ότι αλλάζουμε το κλίμα του σπιτιού μας. Από αυτή την πλεονεκτική θέση βλέπουμε μια όμορφη γαλάζια γη να προβάλλει πάνω από ένα θολό γκρίζο σεληνιακό τοπίο. Το απόλυτο μαύρο του περιβάλλοντος χώρου μάς υπενθυμίζει έντονα ότι δεν υπάρχει πουθενά αλλού μέρος όπου μπορούμε να πάμε...»

Και προσθέτει: «Υπάρχει επίσης μια εικόνα που έλαβε το Voyager 1 το 1990. Καθώς το διαστημικό σκάφος άρχισε να απομακρύνεται από το ηλιακό μας σύστημα, ο αστρονόμος Carl Sagan έπεισε τους μηχανικούς της NASA να το γυρίσουν για μια τελευταία φορά προς τα πίσω. Σε αυτή την εικόνα, η Γη εμφανίζεται ως ένα ελαφρώς μπλε φωτεινό σημείο ενσωματωμένο σε ένα ουράνιο τόξο διάσπαρτου φωτός. Ακούστε τι είπε τότε ο Sagan για αυτή την εικόνα:

"Κοιτάξτε πάλι εκείνη την κουκίδα. Αυτό είναι εδώ. Αυτό είναι το σπίτι. Αυτοί είμαστε εμείς. Σε αυτό βρίσκεται ο καθένας που αγαπάτε, ο καθένας που γνωρίζετε, ο καθένας για τον οποίο έχετε ακούσει, ο κάθε άνθρωπος που έζησε τη ζωή του... Σε μια σκόνη αιωρούμενη σε ένα λουτρό φωτός. Ο πλανήτης μας είναι ένα μοναχικό σημείο σε όλη αυτή την απεραντοσύνη και δεν υπάρχει η παραμικρή ένδειξη ότι η βοήθεια θα έρθει από αλλού για να μας σώσει από... εμάς! Η Γη είναι ο μόνος κόσμος που είναι γνωστός μέχρι στιγμής για να φιλοξενήσει τη ζωή. Δεν υπάρχει πουθενά αλλού κάποιος τόπος στον οποίο θα μπορούσε να μεταναστεύσει σύντομα το είδος μας. Προς το παρόν η Γη είναι εκεί που κάνουμε τη στάση μας. Μπορεί να μην υπάρχει καμιά καλύτερη απόδειξη της μικρότητας του ανθρώπου από αυτή τη μακρινή εικόνα του μικροσκοπικού μας κόσμου. Για μένα υπογραμμίζει την ευθύνη μας να ασχοληθούμε καλύτερα

μαζί του και να διατηρήσουμε και να αγαπήσουμε την ανοιχτή μπλε κουκκίδα, το μόνο σπίτι που έχουμε γνωρίσει ποτέ”».

Ο Νομπελίστας Chu κλείνει το μήνυμά του με ένα παλιό ρητό ενός ιθαγενή της Αμερικής για το πώς θα πρέπει να φροντίσουμε τον πλανήτη μας: «*Θεραπεύστε τη γη καλά. Δεν σας την έδωσαν οι γονείς σας, σας τη δάνεισαν τα παιδιά σας!..*»...

Οι Νομπελίστες Steven Chu και William E. Moerner συγκαταλέγονται μεταξύ των επιστημόνων που πρότειναν, συνέταξαν και υπέγραψαν τη *Διακήρυξη του Μαϊνάου για την Κλιματική Αλλαγή* (Mainau Declaration on Climate Change) κατά τη διάρκεια του 65^{ου} Lindau Nobel Laureates Meetings το 2015. Με τη συγκεκριμένη Διακήρυξη οι Νομπελίστες περιέγραφαν το μέγεθος της απειλής από την κλιματική αλλαγή, αναφέροντας ανάμεσα σε



άλλα: «Σχεδόν 60 χρόνια πριν, εδώ στο Μαϊνάου, μια παρόμοια συγκέντρωση Νομπελιστών εξέφρασε τους κινδύνους που εγκυμονούσε η νεοσυσταθείσα τότε τεχνολογία των πυρηνικών όπλων - μια τεχνολογία που προερχόταν από τις προόδους της βασικής επιστήμης. Μέχρι στιγμής αποφύγαμε τον πυρηνικό πόλεμο, αν και η απειλή παραμένει. Πιστεύουμε ότι ο κόσμος μας αντιμετωπίζει σήμερα μια άλλη απειλή

συγκρίσιμων μεγεθών. Διαδοχικές γενιές επιστημόνων συνέβαλαν στη δημιουργία ενός κόσμου που εξελικτικά ευημερεί. Αυτή η ευημερία συγκλίνει με μια ταχεία εξάντληση των παγκόσμιων πόρων. Αν παραμείνει ανεξέλεγκτη, η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση τροφίμων, νερού και ενέργειας θα καταλήξει τελικά στην αδυναμία της Γης να ικανοποιήσει τις ανάγκες της ανθρωπότητας και θα οδηγήσει σε ανθρώπινη τραγωδία. Ήδη, οι επιστήμονες που μελετούν το κλίμα της Γης παρατηρούν τον αντίκτυπο της ανθρώπινης δραστηριότητας». Η Διακήρυξη του Μαϊνάου του 2015 υπογράφηκε αρχικά από 18 Νομπελίστες, ενώ μέχρι σήμερα ο αριθμός τους έχει φτάσει τους 76.

~~~~~



Δεν κατάλαβα με την πρώτη ότι οι χαρούμενες νεανικές φωνές που με ξύπνησαν πολύ νωρίς την πρώτη μέρα στο Λιντάου προέρχονταν από τους νέους ερευνητές, που απολάμβαναν το πρωινό τους μαζί με Νομπελίστες στο απέναντι ξενοδοχείο. Το πρόγραμμα για τη νέα γενιά επιστημόνων στο Λιντάου περιλαμβάνει συζητήσεις, διαλέξεις και μαθήματα από τους Νομπελίστες, ακόμη και σε μια χαλαρή ατμόσφαιρα ενός προγεύματος ή μεσημεριανού. Αλλά και οι ίδιοι οι Νομπελίστες φαίνεται πως απολαμβάνουν πολύ τη συναναστροφή με τους νέους επιστήμονες.



Η θέα από το παράθυρο της σοφίτας, στην πανσιόν με το κλασικό γερμανικό στυλ όπου διαμένω στο Λιντάου, είναι μαγευτική. Μια σιγανή βροχή σαν νανούρισμα έπεφτε όλη τη νύχτα και από το πρωί που σταμάτησε όλα λάμπουν στο φως του ήλιου. Θεωρώ τον εαυτό μου τυχερό, γιατί δεν είναι εύκολο να βρει κάποιος κατάλυμα τέτοια εποχή στη ρομαντική αυτή μικρή πόλη με το μαγευτικό λιμάνι και με θέα στη λίμνη. Το Λιντάου αποτελεί πόλο έλξης ενός εκατομμυρίου τουριστών ετησίως, οι οποίοι έρχονται για να θαυμάσουν την αρμονική συνύπαρξη της φύσης με τον πολιτισμό. Κάθε χρόνο, κατά τη διάρκεια του φόρουμ, η περιοχή ζει στους ρυθμούς μιας μοναδικής γιορτής, στην οποία συμμετέχουν, εκτός από τους ερευνητές

και τους Νομπελίστες, και οι 30.000 περίπου κάτοικοι, που ανοίγουν τα σπίτια τους για να φιλοξενήσουν τη νέα γενιά επιστημόνων που έχει φτάσει εκεί από κάθε γωνιά της γης. Θεσμό αποτελεί η βραδιά “Chill & Grill”, που λαμβάνει χώρα μια από τις μέρες του φόρουμ στο Toskanapark. Στο μεγάλης έκτασης πάρκο στην άκρη της λίμνης στήνεται ένα τεράστιο μπάρμπεκιου, στο οποίο καλεσμένοι, εκτός από τους συμμετέχοντες στο φόρουμ, είναι και όλοι οι ντόπιοι.



Ρίχνω μια σύντομη ματιά στο πρόγραμμα των διαλέξεων και ετοιμάζομαι να κατηφορίσω για το Lindauer Stadttheater, το οποίο είναι το μεγαλύτερο θέατρο στη λίμνη της Κωνσταντίας και το πρώτο που κατασκευάστηκε στη Γερμανία μετά τον Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο. Κατά το 13<sup>ο</sup> αιώνα λειτουργούσε ως μοναστήρι, αργότερα μετατράπηκε σε εκκλησία για να καταλήξει σε θέατρο. Στις 19 Μαΐου 1951 το Stadttheater έκανε επίσημη έναρξη με την παράσταση «Ο γάμος του Φίγκαρο» του Μότσαρτ από τη Βαυαρική Κρατική Όπερα. Από τότε φιλοξενεί στους χώρους του το Lindau Nobel Laureate Meetings, ενώ από το 2000 στεγάζει επίσης και την Lindau Marionette Opera.

Η πρώτη διάλεξη που σκέφτομαι να παρακολουθήσω είναι του Καθηγητή William E. Moerner, του Νομπελίστα που είχε κάνει αίσθηση κατά την τελετή έναρξης του φόρουμ, μεταφέροντας το μήνυμα του Steven Chu για την κλιματική αλλαγή. Διαβάζοντας το ενημερωτικό υλικό που έχει δοθεί στους δημοσιογράφους, λίγο πριν ο ερευνητής μπει στη μεγάλη αίθουσα του θεάτρου, σκέφτομαι πως, τελικά, η ιδιότυπη «αμφισβήτηση» ή «άρνηση συμβιβασμού» με καθιερωμένες επιστημονικές παραδοχές, που θεωρητικά φαντάζει παράτολμη, μπορεί να αποφέρει μέχρι και ένα βραβείο Νόμπελ. Όπως ακριβώς συνέβη στην περίπτωση του Moerner.

«Να προσέχετε όταν οι Νομπελίστες λένε ότι κάτι δεν γίνεται!» (*“Beware when Nobel Laureates say something cannot be done!”*). Με χιουμοριστική διάθεση και με αυτή την προειδοποίηση ανοίγει την ομιλία του ο Καθηγητής.



## William Moerner: Η μαγεία του απειροελάχιστου

Γενιές και γενιές φοιτητών της Φυσικής μέχρι πρότινος μάθαιναν ότι το όριο ανάλυσης των οπτικών μικροσκοπίων είναι περίπου το μισό μήκος κύματος του μπλε φωτός, περίπου 200 νανόμετρα (το 1 νανόμετρο ισούται με το ένα δισεκατομμυριοστό του μέτρου). Ο Γερμανός φυσικός Ernst Abbe ήδη από το 1873 είχε καθορίσει αυτό το όριο λόγω της περίθλασης του φωτός σε ένα μικροσκόπιο (Abbe diffraction limit), πέραν του οποίου δεν μπορεί να δει κανείς πιο μικρά αντικείμενα. Ωστόσο, ο Αμερικανός Καθηγητής Φυσικοχημείας Γουίλιαμ Ε. Μέρνερ από το Πανεπιστήμιο Στάνφορντ στις ΗΠΑ δεν συμβιβάστηκε ποτέ με αυτό τον περιορισμό. Και ασφαλώς δεν σταμάτησε σε αυτόν.

Κατάφερε να τον παρακάμψει με έξυπνο τρόπο και να φτάσει την οπτική μικροσκοπία στα όρια των νανοδιαστάσεων, μετατρέποντάς τη σε νανοσκοπία, που θεωρητικά μπορεί να μελετήσει μικρότερες δομές από αυτές που μπορεί ένα κλασικό μικροσκόπιο. Στην ουσία βελτίωσε τις δυνατότητες των μικροσκοπίων φθορισμού με μια νέα τεχνική φωτισμού που επιτρέπει την απεικόνιση φθορίζοντων ουσιών



με ανάλυση καλύτερη των 100 νανομέτρων. Αυτή η ανάπτυξη μικροσκοπίας φθορισμού υψηλής ανάλυσης, που αγγίζει τον νανόκοσμο, χάρισε το βραβείο Νόμπελ Χημείας το 2014 στον ίδιο, αλλά και στους Eric Betzig του Ιατρικού Ινστιτούτου Howard Hughes των ΗΠΑ και Stefan W.Hell του Ινστιτούτου Βιοφυσικής Χημείας Max Planck στη Γερμανία.

Όταν το 1981 ο ίδιος ξεκινούσε την παρατήρηση μεμονωμένων μορίων με τη χρήση απλών μικροσκοπίων, δεν σκεφτόταν καν την υψηλή ανάλυση. Έχοντας αποκτήσει εμπειρία ως Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και μελετώντας μόρια ως μεταπτυχιακός ερευνητής, βρέθηκε να διενεργεί βιομηχανική έρευνα στο εργαστήριο της εταιρείας IBM στο Σαν Χοσέ της Καλιφόρνιας. Εκεί κατάφερε πρώτος από όλους να μετρήσει την οπτική απορρόφηση ενός μόνο μορίου και συγκεκριμένα ενός δακτυλιοειδούς υδρογονάνθρακα και να εμπνεύσει πολλούς χημικούς να στρέψουν την προσοχή τους σε μεμονωμένα μόρια. Αυτό το επίτευγμά του μάλιστα έχει παρομοιαστεί ως μια βελόνα μέσα σε ένα στάδιο γεμάτο με άχυρα!



Ο Νομπελίστας αρκετά χρόνια αργότερα υλοποίησε το επόμενο καθοριστικό επιστημονικό βήμα, θέτοντας τα θεμέλια της μικροσκοπίας ενός μορίου (Single-Molecule Microscopy, SMM), στηριζόμενος στην ανακάλυψη από τους M. Chalfie, O. Shimomura και R.Y. Chien (βραβείο Νόμπελ Χημείας 2008) της πράσινης φωσφορίζουσας πρωτεΐνης GFP, που λαμβάνεται από τις θαλάσσιες μέδουσες.

*«Διαπιστώσαμε πως ο φθορισμός μιας παραλλαγής της GFP θα μπορούσε να ελεγχθεί και να ενεργοποιηθεί κατά βούληση, δηλαδή να αναβοσβήνει επιλεκτικά. Όταν διεγείραμε την πρωτεΐνη με φως μήκους κύματος 488 νανομέτρων, εκείνη άρχιζε να φθορίζει, αλλά και να ξεθωριάζει μετά από λίγο. Ανεξάρτητα από την ποσότητα του φωτός που επαναχορηγούσαμε στην πρωτεΐνη, ο φθορισμός ήταν ανενεργός και η πρωτεΐνη δεν ανταποκρινόταν. Όταν η πρωτεΐνη επανενεργοποιήθηκε στα 488 νανόμετρα παρουσιάστηκε και ο φθορισμός», εξηγεί ο επιστήμονας.*

Στη συνέχεια διέλυσε αυτές τις πρωτεΐνες σε ένα τζελ, έτσι ώστε η απόστασή τους να είναι μεγαλύτερη από το όριο περίθλασης των 0,2 μικρομέτρων (200 νανόμετρα) του Abbe, δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο ένα πλέγμα με «φωτάκια που αναβόσβηναν ελεγχόμενα», και παρατήρησε ότι το οπτικό μικροσκόπιο μπορούσε να διακρίνει τη λάμψη από μεμονωμένα μόρια που έμοιαζαν με μικροσκοπικά φαναράκια με διακόπτες. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας που περιέγραφε τη δυνατότητα μετατροπής φθορισμού των μορίων εναλλάξ σε θετικά και αρνητικά (on and off) δημοσιεύθηκαν στο επιστημονικό περιοδικό *Nature* το 1997. Με τη μέθοδο αυτή οι επιστήμονες μπορούσαν να σαρώσουν την εικόνα της ίδιας περιοχής πολυάριθμες φορές, αφήνοντας κάθε φορά επιλεκτικά κάποια διάσπαρτα μόρια να φθορίζουν (glow) σε κάθε «καρέ». Με την επικάλυψη των εικόνων αυτών κατέστη διακριτή μια έντονη υπερ-εικόνα σε επίπεδο νανοδιαστάσεων.

Στη συνέχεια ο ερευνητής ανέπτυξε μια μέθοδο στοχευμένης βιοφυσικής απεικόνισης, που ονομάζεται Photo-activated localization microscopy, PALM (*Μικροσκοπία Εντοπισμού της Φωτοδιέγερσης*) χρησιμοποιώντας και άλλες φθορίζουσες πρωτεΐνες για ελεγχόμενη διέγερση με συγκεκριμένο φωτισμό. Η έρευνά του έφερε «επανάσταση» στην οπτική μικροσκοπία και ο ίδιος, ξεκινώντας από μια υποθετική συνθήκη, έφτασε να αποσπάσει την υψηλότερη ακαδημαϊκή τιμή. Παράλληλα οδήγησε στην ανάπτυξη και άλλων μεθόδων μικροσκοπίας σε επίπεδο νανο-όπως η “Stochastic Optical Reconstruction Microscopy ”STORM”.

~~~~~

Το καινούργιο που επεξεργάζεται τώρα ο Καθηγητής Moerner είναι μια νέα μέθοδος μικροσκοπίας φθορισμού υψηλής ανάλυσης, που ονομάζεται MINFLUX, και επιτυγχάνει συνήθως ανάλυση 1 nm. Αυτή είναι και η τελική χωρική ανάλυση που έχει φυσική σημασία για μια οπτική μέθοδο, επειδή 1 nm είναι το μέγεθος της πηγής φωτονίων, δηλαδή η διάμετρος μεμονωμένων μορίων.



«Στη MINFLUX, αν μπορούμε να το πούμε έτσι, εκμεταλλευτήκαμε τα πλεονεκτήματα του συνδυασμού της Μικροσκοπίας Εντοπισμού της Φωτοδιέγερσης (Photo-activated localization microscopy, PALM) και της Μικροσκοπίας Εξαναγκασμένης Απόσβεσης Εκπομπής (Stimulated emission depletion microscopy, STED) σε μια νέα ιδέα. Αυτό το μικροσκόπιο είναι 100 φορές πιο ακριβές από τη συμβατική οπτική μικροσκοπία και ξεπερνά ακόμη και τις καλύτερες μεθόδους μικροσκοπίας φθορισμού υψηλής ανάλυσης που αναπτύχθηκαν μέχρι σήμερα, δηλαδή τη STED. Η MINFLUX θα αποτελέσει τη βάση για μελλοντική απεικόνιση φθορισμού υψηλής ανάλυσης και οπτικό διαχωρισμό μεμονωμένων μορίων που βρίσκονται πολύ κοντά το ένα στο άλλο, σε απόσταση ενός νανομέτρου, γιατί μας δείχνει με μεγάλη ακρίβεια τον εντοπισμό των μορίων που θέλουμε. Φανταστείτε ένα δέντρο τη νύχτα στο οποίο θέλετε να διακρίνετε τα κλαδιά του. Μπορείτε να το πετύχετε, αν τοποθετήσετε πάνω σε αυτά πυγολαμπίδες πολύ κοντά τη μια στην άλλη. Αυτές θα αρχίσουν να εκπέμπουν φως και εσείς με μια νοητή γραμμή μπορείτε να τις ενώσετε μεταξύ τους και να αποκτήσετε μια εικόνα της κατασκευής των κλαδιών», εξηγεί ο επιστήμονας.

Η μέθοδος STED, όπως ονομάζεται η διεγερθείσα μείωση εκπομπών, προτάθηκε από το Stefan W.Hell το 1994 και για αυτή τη συνεισφορά του μοιράστηκε το βραβείο Νόμπελ την ίδια χρονιά με τον Καθηγητή Moerner. Στη STED χρησιμοποιούνται ζεύγη ακτίνων λέιζερ συγχρονισμένων παλμών, μία που διεγείρει τα φθορίζοντα μόρια ώστε να εκπέμψουν φθορισμό (“να λάμψουν”) και μία που αναστέλλει το φθορισμό σε όλα τα μόρια εκτός από εκείνα που έχουν όγκο μεγέθους νανομέτρων. Με άλλα λόγια, οι μικροδομές διεγείρονται ώστε να εκπέμπουν φως και στη συνέχεια ένα μέρος αυτού του φωτός ακυρώνεται ξανά με μια ειδική

δέσμη λείζερ. Έτσι, τα μόρια που απέχουν ελάχιστα από τα προς έρευνα μόρια εμποδίζονται να επισκιάσουν τα τελευταία με το φως τους.



Με τη σάρωση νανόμετρο προς νανόμετρο πάνω στο δείγμα παράγεται μια εξαιρετική εικόνα υψηλής ευκρίνειας. Όσο μικρότερος είναι ο όγκος που επιτρέπεται να φθορίζει σε μία μόνο στιγμή, τόσο μεγαλύτερη είναι η ανάλυση της τελικής εικόνας. Η STED καθώς και η PALM επιτυγχάνουν στην πράξη μια ευκρίνεια διαχωρισμού περίπου 20 έως 30 νανομέτρων.

Διαβάζοντας κάποιος τα παραπάνω, εύλογα θα αναρωτηθεί πού μπορούν να βρουν εφαρμογή. Στην πράξη η νανοσκοπία άνοιξε ένα μεγάλο δρόμο προς τη λεπτομερή διερεύνηση του εσωτερικού περιβάλλοντος ζωντανών κυττάρων και ιστών. Χάρη σε αυτήν μπορούν πλέον οι επιστήμονες να ιχνηλατούν συγκεκριμένες διαδρομές επιλεκτικών μορίων και ειδικότερα πρωτεϊνών, και να βλέπουν πώς αυτά εμπλέκονται στην εκδήλωση σοβαρών νόσων, όπως είναι οι ασθένειες Parkinson, Alzheimer, Huntington κ.ά.

Ο ίδιος ο Καθηγητής αυτή τη στιγμή μελετά τη συμπεριφορά 16 ομάδων διαφορετικών βακτηριακών πρωτεϊνών κατά τη κυτταροδιαίρεση. *«Ουσιαστικά διερευνώ την ασυμμετρία στην κίνηση των πρωτεϊνικών μορίων προς στους δύο βακτηριακούς πόλους»*, διευκρινίζει ο ίδιος. Παράλληλα εργάζεται πάνω στα συσσωματώματα των πρωτεϊνών που εμπλέκονται στη νόσο Huntington, καθώς και στη ροή ρεύματος στα νευρικά κύτταρα μέσω της διάταξης διαύλων νατρίου.

«Παραμένω αιώνιος φοιτητής, απρόθυμος να χωρέσω σε παντός είδους “κουτιά” και συναρπάζομαι από το πόσα πολλά πράγματα μαθαίνω κάθε μέρα»

Ο Νομπελίστας την ημέρα της βράβευσής του παρακολουθούσε μια διάσκεψη στη Βραζιλία. Έμαθε τα ευχάριστα νέα από τη σύζυγό του μέσω WhatsApp η οποία του έγραφε να ανοίξει το κινητό του, το οποίο είχε απενεργοποιημένο. Η ίδια το είχε πληροφορηθεί από το πρακτορείο Associated Press. «Ήταν συγκλονιστικό», περιγράφει ο ίδιος, «αλλά ήμουν πολύ μακριά για να ανταποκριθώ άμεσα στα τηλέφωνα και στα μηνύματα που μου έστελναν φίλοι και γνωστοί. Έκανα κάποιες σύντομες δηλώσεις μέσω Skype και ανυπομονούσα για την ώρα που θα έπαιρνα το αεροπλάνο της επιστροφής. Ως ιδέα το Νόμπελ μού είχε περάσει από το μυαλό, αλλά δεν το είχα πιστέψει κιόλας. Όταν κάνεις ένα μεγάλο επιστημονικό “άνοιγμα”, όπως είχαμε κάνει εμείς, υπήρχε πιθανότητα και να συμβεί. Είχα καταλάβει από την αρχή τη βαρύτητα που θα είχε η έρευνά μας», διηγείται χαμογελαστά.



Ο Καθηγητής πίσω από αυτό το γλυκό χαμόγελο και την ηρεμία που έχει κρύβει μια σοβαρότητα και μια σεμνότητα που δεν αφήνει στο συνομιλητή του πολλά περιθώρια να περάσει σε πιο προσωπικό επίπεδο και να τον ρωτήσει περισσότερα για τη ζωή του. Στη βιογραφία του αναφέρεται πως γεννήθηκε στο Pleasanton της Καλιφόρνιας από γονείς που

αγαπήθηκαν στα χρόνια του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου και μεγάλωσε στο Σαν Αντόνιο του Τέξας. Η μητέρα του εργάστηκε ως Καθηγήτρια Αγγλικών και ο πατέρας του ξεκίνησε σπουδές στη Φυσική και τα Μαθηματικά, οι οποίες ποτέ δεν ολοκληρώθηκαν λόγω της στρατολόγησής του. Τελικά υπηρέτησε για πολλά χρόνια ως δημόσιος υπάλληλος, και συγκεκριμένα ως φωτογράφος, στην αεροπορική βάση Kelly των ΗΠΑ. Ο Νομπελίστας θυμάται ξεκάθαρα το φωτογραφικό εργαστήριο του πατέρα του με τις κάμερες και τα δοχεία με τις χημικές ουσίες που απαιτούνταν για τη δημιουργία εικόνων από άργυρο πάνω σε χαρτί.

Ο Moerner κατέχει πτυχία Φυσικής, Ηλεκτρολογικής Μηχανικής και Μαθηματικών από το Πανεπιστήμιο της Ουάσινγκτον στο Σαιντ Λούις, καθώς και Μάστερ και Διδακτορικό στη Φυσική από το Πανεπιστήμιο Cornell της Νέας Υόρκης. Ακόμη και σήμερα ανυπομονεί να συνεχίσει την καριέρα του ως ένας αιώνιος φοιτητής, απρόθυμος να χωρέσει σε παντός είδους «κουτιά» και συναρπάζεται από το πόσα πολλά πράγματα μαθαίνει κάθε μέρα. Υπερασπίζεται την Επιστήμη και παροτρύνει τους νέους ερευνητές να μιλούν με τους φίλους, συγγενείς ή γείτονες σε κάθε ευκαιρία. *«Η Επιστήμη δεν αποτελεί εναλλακτικό γεγονός. Είναι κάτι που πρέπει να χρησιμοποιήσουμε αν θέλουμε να προχωρήσουμε το μέλλον μας»* (“Science is not an alternative fact. It is something we have to use if we want to push our future forward”)



Στην ερώτηση τι θα άλλαζε αν ξεκινούσε από την αρχή, ο Καθηγητής Moerner δυσκολεύεται να απαντήσει. γιατί δεν μπορεί να αποφανθεί με σιγουριά σε ποιο επιστημονικό πεδίο βρίσκει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον. Μπορεί όμως να αποφανθεί με βεβαιότητα για την αγάπη του στην Τέχνη, κυρίως τη μουσική και το θέατρο, που είναι ένα σημαντικό κομμάτι της ζωής του.

«Με ευχαριστεί πολύ να ακούω και να σκέφτομαι την αρμονία και τη δομή της μουσικής, καθώς και την εκτέλεση. Με κάποιο τρόπο, αυτό διεγείρει και τον εγκέφαλό μου. Με μια χαλαρωτική και όμορφη μουσική επικεντρώνομαι σε εργασίες που μπορεί και να αφήσω ημιτελείς. Άλλα μουσικά κομμάτια, όπως π.χ. μια περίπλοκη φούγκα, με αποσπούν και δεν μπορώ να κάνω κάτι άλλο ταυτόχρονα. Πιθανώς όλη αυτή η απόλαυση προέρχεται από την περίπλοκη δομή και οργάνωση των κλασικών και αρμονικών μορφών της μουσικής και τις ομοιότητές τους με την οργάνωση της επιστημονικής γνώσης που βασίζεται σε κανόνες», εξομολογείται ο Καθηγητής. Ο ίδιος συνήθιζε να παίζει μουσική, κλαρινέτο, φαγκότο και κιθάρα, και να ερμηνεύει

χαρακτήρες της όπερας όταν φοιτούσε στο κολλέγιο. Τώρα πια αρκείται σε χορωδίες, γιατί ξοδεύει λιγότερο χρόνο για πρόβες².

Και εκεί που θεωρώ πως η ενασχόληση του Νομπελίστα με τη μουσική ήταν τυχαία και πως η επιστήμη ήταν η συνειδητή επιλογή, έρχεται ο Νομπελίστας Thomas Steitz να ανατρέψει τα πάντα με την επόμενη διάλεξη. Τι σχέση έχει η μουσική με τα ριβοσώματα, αυτή τη μικροσκοπική μοριακή μηχανή που είναι υπεύθυνη για τη σύνθεση των πρωτεϊνών, των δομικών και λειτουργικών συστατικών κάθε κυττάρου κάθε οργανισμού, από τα βακτήρια ως τον άνθρωπο; Καμία θα έλεγα, αν δεν έβλεπα το βίντεο που παρουσιάζει ο Αμερικανός Νομπελίστας Τόμας Στάιτς στο Λιντάου, όπου τα δομικά συστατικά της πρωτεΐνης (δηλ. τα αμινοξέα) συναρμολογούνται «χορεύοντας» υπό τους ρυθμούς του σαξοφώνου, παραπέμποντας στην αρχική καριέρα του Καθηγητή, αυτή του σαξοφωνίστα!

Ο Steitz, ως ένας επιδέξιος χορευτής και σαξοφωνίστας, είχε επιλέξει συνειδητά να κάνει καριέρα στη μουσική, μέχρι τη στιγμή που επισκέφτηκε το Τεχνολογικό Ινστιτούτο της Μασαχουσέτης (MIT) και άλλαξε η ζωή του. Εκεί πήρε την πρώτη γεύση από την Επιστήμη της Βιοφυσικής, η οποία αργότερα συνοδεύτηκε από μια υποτροφία για σπουδές στη Βιοχημεία.

² Απόσπασμα της συνέντευξης δημοσιεύτηκε στην εφημερίδα «Ναυτεμπορική» on line στις 20/07/2017

Thomas Steitz: Το «κεντρικό δόγμα» της ζωής

Ο Thomas Steitz είναι ο Καθηγητής Μοριακής Βιοφυσικής και Βιοχημείας, που το 2009



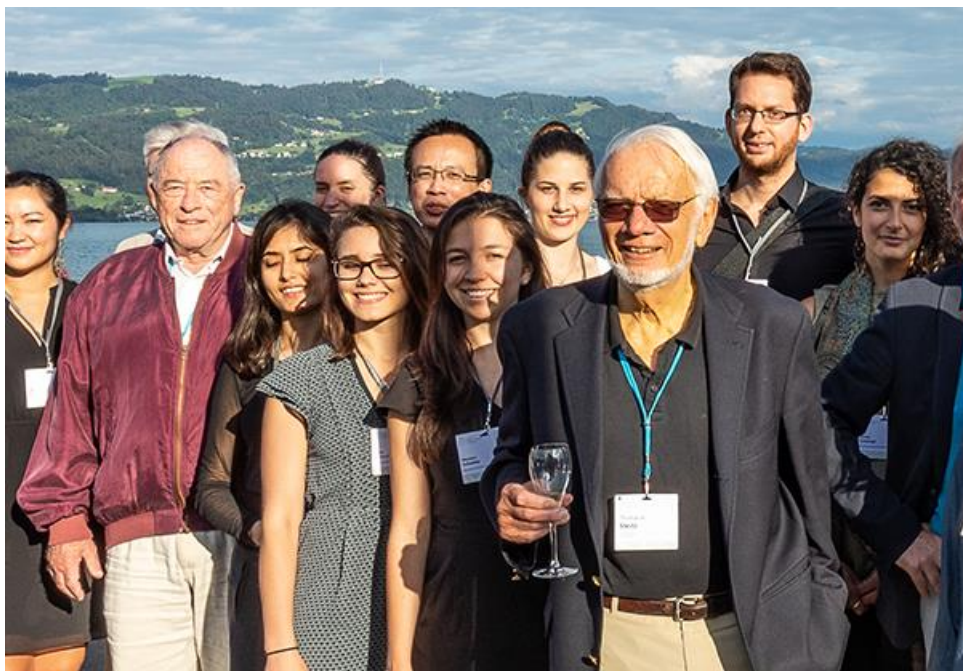
μοιράστηκε με την Ισραηλινή βιολόγο-κρυσταλλογράφο Ada E. Yonath και τον Αμερικανο-ινδικής καταγωγής δομικό βιολόγο Venkatraman Ramakrishnan το βραβείο Νόμπελ Χημείας, για τη διαλεύκανση του ρόλου του ριβοσώματος, ενός οργανιδίου που χωρίς αυτό δεν νοείται η ζωή.

Τα ριβοσώματα παρομοιάζονται με ένα εργοστάσιο παραγωγής πρωτεϊνών, που λειτουργεί σε 24ωρη βάση για να διατηρηθεί το κύτταρο ζωντανό. Η διαρκής λειτουργία τους

είναι απαραίτητη για σχεδόν κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα, από την αναπνοή ως τη σκέψη. Αν και ο σημαντικός ρόλος αυτών των οργανιδίων έγινε σαφής πολύ νωρίς στους κυτταρικούς βιολόγους, η μελέτη τους με τις κλασικές μεθόδους διερεύνησης δεν ήταν εύκολη, κυρίως λόγω του απαγορευτικού τους μεγέθους. Και θα παρέμενε έτσι αν οι τρεις προαναφερθέντες Νομπελίστες τη δεκαετία του 1970 δεν αξιοποιούσαν την κρυσταλλογραφία ακτίνων Χ, για να προσδιορίσουν τις θέσεις των ατόμων του ριβοσώματος και για να δημιουργήσουν τρισδιάστατα μοντέλα, που έδειξαν τον τρόπο με τον οποίο διαφορετικά αντιβιοτικά συνδέονται μαζί του. Και αυτό γιατί τα ριβοσώματα των μολυσματικών μικροοργανισμών αποτελούν στόχους για τα αντιβιοτικά. Η κατανόηση της δομής και της λειτουργίας τους επέτρεψε στους βιοχημικούς να αναπτύξουν νέα αντιβιοτικά, που διαταράσσουν τα βακτηριακά ριβοσώματα και, κατά συνέπεια, μπορούν να καταπολεμήσουν τα βακτήρια που είναι ανθεκτικά στα υπάρχοντα αντιβιοτικά.

Αυτά τα 3D μοντέλα, τα οποία καθορίζουν τις θέσεις δέσμευσης πολλών αντιβιοτικών στα βακτηριακά ριβοσώματα που «οικοδομήθηκαν» από την ομάδα του Steitz το 2000, στάθηκαν και η αφορμή για το βραβείο Νόμπελ Χημείας. *«Στόχος μας είναι να κατανοήσουμε την παραμικρή λεπτομέρεια στη λειτουργία του DNA, του RNA και της διαδικασίας της πρωτεϊνσύνθεσης. Τα αντιβιοτικά νέας γενιάς θα στοχεύουν αποκλειστικά στο βακτηριακό ριβόσωμα. Ήδη το 50% αυτών που παράγονται στις μέρες μας το κάνουν. Πιστεύουμε ότι η επόμενη γενιά αντιβιοτικών θα είναι πολύ αποτελεσματική εναντίον μιας κατηγορίας βακτηρίων,*

των Gram(+)³», εξηγεί ο Νομπελίστας, ο οποίος είναι συνιδρυτής της εταιρείας Rib-X Pharmaceuticals, που έχει την έδρα της στο New Haven του Κονέκτικατ. Η εταιρεία δημιουργήθηκε για να εφαρμόσει την έρευνα για τα ριβοσώματα και, κατά συνέπεια, να αναπτύξει και να βγάλει στο εμπόριο νέα φαρμακευτικά σκευάσματα για τη θεραπεία μολυσματικών μικροβιακών ανθεκτικών στα αντιβιοτικά λοιμώξεων. Ήδη η εταιρεία διενεργεί κλινικές δοκιμές με κάποια από αυτά.



Κάθε χρόνο περισσότεροι από δύο εκατομμύρια ασθενείς μολύνονται από ανθεκτικά στα αντιβιοτικά βακτήρια. Μόνο στις ΗΠΑ περισσότεροι από 90.000 χάνουν τη ζωή τους εξαιτίας τους.

«Σήμερα έχουμε αποκτήσει αρκετή γνώση σχετικά με τη δομική βάση της λειτουργίας των ριβοσωμάτων κατά την πρωτεϊνوسύνθεση, χάρη στις μελέτες μας πάνω στο βακτηριακό ριβόσωμα 70S⁴ και τα σύμπλοκά του με υποστρώματα, πρωτεϊνικούς παράγοντες ή αντιβιοτικά. Αυτές έχουν διασαφηνίσει τον μηχανισμό με τον οποίο αυτό το ριβοένζυμο καταλύει τον

³ Τα βακτήρια κατατάσσονται σε "θετικά κατά Γκραμ" (Gram +) και "αρνητικά κατά Γκραμ" (Gram -) βάσει μιας απλής μεθόδου χρώσης που ονομάζεται κατά Γκραμ (Gram stain). Τα Gram + διατηρούν το μπλε-ιώδες χρώμα της πρώτης χρώσης, ενώ τα Gram - λαμβάνουν ερυθρό χρώμα οφειλόμενο στη δεύτερη χρώση. Η διαφορά αυτή οφείλεται στη χημική σύσταση του κυτταρικού τοιχώματος των βακτηρίων και ιδιαίτερα στην ύπαρξη ή μη του συμπλόκου της πεπτιδογλυκάνης (σάκχαρα και πεπτίδια). Η μέθοδος οφείλει το όνομά της στον Δανό ερευνητή βακτηριολόγο (Hans Christian Joachim Gram, 1853 - 1938)

⁴ Τα ριβοσώματα διαφορετικών ειδών κυττάρων έχουν την ίδια βασική δομή, αλλά διαφέρουν στο μέγεθος. Τα ριβοσώματα όμως όλων των κυττάρων αποτελούνται από δυο υπομονάδες, η καθεμία από τις οποίες περιλαμβάνει χαρακτηριστικά rRNAs και ριβοσωμικές πρωτεΐνες. Τα ριβοσώματα χαρακτηρίζονται από τον συντελεστή καθίζησης που εμφανίζουν εκφρασμένο σε μονάδες Svedberg [10–13 s] (Theodor H. E. Svedberg, Nobel χημείας 1926). Έτσι το ριβόσωμα των βακτηρίων είναι γνωστό ως 70 S ριβόσωμα, η μικρή του υπομονάδα ως 30 S και η μεγάλη ως 50 S. Αντίστοιχα το ευκαρυωτικό ριβόσωμα χαρακτηρίζεται ως 80 S και οι υπομονάδες του ως 40 S και 60 S αντίστοιχα.

σχηματισμό πεπτιδικού δεσμού (η πρωτεΐνη αποτελείται από πεπτίδια ή αλλιώς ομάδες αμινοξέων ενωμένα μεταξύ τους με πεπτιδικό δεσμό). Έχουμε αποσαφηνίσει τη δομή του συμπλέγματος του βακτηριακού ριβοσώματος 70S με tRNAs (μεταφορικό RNA, δηλ. μια μικρή αλυσίδα RNA, που μεταφέρει αμινοξέα στο εσωτερικό του οργανιδίου για να γίνει η πρωτεϊνοσύνθεση) και με τον παράγοντα επιμήκυνσης EF-G (μια πρωτεΐνη που λειτουργεί σαν μοριακός βοηθός της σωστής τοποθέτησης των αμινοξέων στο πεπτίδιο) σε μια παλιότερη συμπαγή μορφή. Και προχωράμε. Ωστόσο, έχουμε ακόμη πολύ δρόμο να διανύσουμε, όπως να διευκρινίσουμε πώς επιλέγεται ένα συγκεκριμένο tRNA, πού μετακινείται μετά το σχηματισμό του πεπτιδίου, πώς ρυθμίζεται», συμπληρώνει ο Καθηγητής.

Ο ίδιος πηγαίνοντας προς τα πίσω θυμάται τα προβλήματα που είχε όταν ξεκινούσε την κρυσταλλογραφία. Η διαδικασία ήταν επίπονη, έπρεπε να συλλέξει μέχρι 5.000 αντανakλάσεις ακτίνων X σε μια εβδομάδα και να χρησιμοποιήσει έναν υπολογιστή IBM 32K για να χαρτογραφήσει τη δομή των πρωτεϊνών. Οι σημερινές εγκαταστάσεις συλλογής δεδομένων στα σύγχροτα (τύπος κυκλικού επιταχυντή σωματιδίων σε σταθερή κλειστή τροχιά) μπορούν να μετρήσουν τα εκατομμύρια των ανακλάσεων που χρειάζονται για τις δομές ριβοσωμάτων μέσα σε 10 λεπτά.

«Η γνώση των ανθρώπων περιορίζεται σε απλά πράγματα, για παράδειγμα, ότι πρέπει να πάρουν ένα αντιβιοτικό και τίποτε παραπέρα. Τι μπορεί να κάνει η Επιστήμη παραπάνω γι' αυτό; Εκπαίδευση σε όλα τα επίπεδα. Αυτό είναι το “κλειδί”!»

Ο Νομπελίστας το 1962, σκοπεύοντας να μελετήσει τα νουκλεϊνικά οξέα, επέλεξε το Χάρβαρντ, αλλά μετά από την πρώτη προβολή 3D διαφανειών της κρυσταλλικής δομής της πρωτεΐνης μυοσφαιρίνης⁵ που παρουσίασε ο Νομπελίστας Χημείας Max Perutz το 1962, ο Steitz προσχώρησε σε μια ομάδα υπό τον William Lipscomb (Νόμπελ Χημείας 1976), που μελετούσε την κρυσταλλογραφία πρωτεϊνών. Και από εκεί άρχισαν όλα.

«Θυμάμαι ακόμα εκείνη την ημέρα της άνοιξης του 1963, όταν είδα για πρώτη φορά σε 3D την ατομική δομή της μυοσφαιρίνης. Αυτή η εικόνα μου άλλαξε τη ζωή. Από εκείνη τη στιγμή αποφάσισα τον τρόπο με τον οποίο ήθελα να διερευνήσω και να κατανοήσω τα βιολογικά

⁵ Η μυοσφαιρίνη είναι μια πρωτεΐνη παρόμοια με την αιμοσφαιρίνη, δεσμεύει το οξυγόνο και βρίσκεται αποκλειστικά στις γραμμωτές και λείες μυϊκές ίνες καθώς και στον καρδιακό μυ. Λειτουργεί ως βραχυπρόθεσμη αποθήκη οξυγόνου

ερωτήματα», δήλωνε το 2007 στο περιοδικό *Structure* ο Αμερικανός επιστήμονας, θέτοντας το ίδιο ερώτημα - όπως συμβαίνει πάντα - στην *Επιστήμη*: «Ποιο είναι το ζητούμενο;»

«Ήταν σαφές από την αρχή ότι το ζήτημα μείζονος σημασίας για τη Βιολογία δεν ήταν μόνο "ποια είναι η δομή της πρωτεΐνης X", η οποία εξακολουθούσε να έχει κάποιο γενικό ενδιαφέρον για αρκετά χρόνια, αλλά "πώς μπορούμε να κατανοήσουμε τη δομική βάση της λειτουργίας μιας πρωτεΐνης μέσα σε μια βιολογική διαδικασία". Το 1965 προσδιορίστηκε η δομή μιας δεύτερης πρωτεΐνης, της λυσοζύμης⁶ και του συμπλόκου της με ένα υπόστρωμα, παρέχοντας έτσι τις πρώτες πληροφορίες για τη δομική βάση της κατάλυσης. Ήταν σαφές. Η δομή θα μπορούσε να εξηγήσει τη βιολογική λειτουργία!»



Ο Νομπελίστας με τα χρόνια ανέπτυξε ένα βιολογικό «δόγμα», σύμφωνα με το οποίο, για να μπορέσουν οι επιστήμονες να κατανοήσουν μια βιολογική διαδικασία μελετώντας τις δομές, πρέπει να έχουν σαφή γνώση αυτών των δομών σε κάθε βήμα της διαδικασίας. Οι δομές των επιμέρους κομματιών ενός ρολογιού δεν μας δείχνουν πώς λειτουργεί ένα ρολόι. Ακόμη και η δομή ολόκληρου του ρολογιού - σε μία μόνο κατάσταση - δεν μας δείχνει πώς αυτό λειτουργεί. Αντίστοιχα, η κατανόηση του τρόπου που τρέχει ένα άλογο απαιτεί μια σειρά στιγμιotypών που θα συλλαμβάνουν το άλογο σε κάθε στάδιο της κίνησης, έτσι ώστε να μπορούν να συνδυαστούν για να φτιαχτεί ένα φιλμ.

«Συχνά ρωτάω: Τι θα γινόταν αν μπορούσαμε να γνωρίζουμε, όπως θα γίνει κάποια μέρα, τη δομή κάθε μορίου RNA και πρωτεΐνης, που κωδικοποιείται στο ανθρώπινο γονιδίωμα, και να τα καρφισώναμε σε έναν τοίχο σαν μια συλλογή πεταλούδων; Θα μας έδειχνε αυτό πώς λειτουργούν; Σίγουρα, θα μπορούσαμε να συγκρίνουμε τα κοινά και τα διαφορετικά χαρακτηριστικά τους, και να εντοπίσουμε τις εξελικτικές σχέσεις τους, αλλά ακόμη και αυτή η ταξινόμηση δεν θα μας εξηγούσε πώς πετάει μια πεταλούδα, το οποίο θεωρώ πιο ενδιαφέρον...». Αυτά ακριβώς βλέπει γραμμένα κάποιος και στο άνοιγμα της ιστοσελίδας του εργαστηρίου του

⁶ Ένζυμο που καταστρέφει το κυτταρικό τοίχωμα των βακτηρίων και προκαλεί έτσι τη λύση των κυττάρων. Συναντάται στον ιδρώτα, στα δάκρυα και στο σάλιο του ανθρώπου και λειτουργεί ως αμυντικός μηχανισμός για την παρεμπόδιση της εισόδου των παθογόνων μικροοργανισμών στο ανθρώπινο σώμα. Ανακαλύφθηκε το 1921 από τον Αλεξάντερ Φλέμινγκ και χρησιμοποιείται σε παρασκευάσματα κατά των παθήσεων των ματιών, του ρινοφάρυγγα, των ούλων και στα εγκαύματα.

Καθηγητή Thomas Steitz στο Πανεπιστήμιο Yale, στην οποία διακρίνονται και τα φωτογραφικά στιγμιότυπα της κίνησης του αλόγου δρομέα που περιγράφει ο ίδιος παραπάνω.

~~~~~

Ο Thomas Arthur Steitz γεννήθηκε στο Μιλγουόκι του Ουϊσκόνσιν τον Αύγουστο του 1940 από δύο γονείς που του καλλιέργησαν πνευματικές ανησυχίες. Ήταν το μεγαλύτερο από τα πέντε παιδιά της οικογένειας και στο γυμνάσιο υπερηφανευόταν πως ήταν διανοούμενος μέχρι την ώρα που μεγάλωσαν τα μικρότερα αδέρφια του και κλήθηκε να αντιμετωπίσει... τον ενδοοικογενειακό ανταγωνισμό! Ο πατέρας του, Arthur Steitz, ήταν δικηγόρος και η μητέρα του, Catherine, ήταν μια γυναίκα με κολεγιακή μόρφωση, που συνειδητά επέλεξε τον ρόλο της μητέρας αντί της εργαζόμενης γυναίκας καριέρας. Οι συζητήσεις τα βράδια γύρω από το οικογενειακό τραπέζι ήταν υψηλού επιπέδου και τα αδέρφια έκαναν επίδειξη γνώσης ο ένας στον άλλο. Στο γυμνάσιο του Wauwatosa, ο Thomas Steitz ήταν ένας άριστος μαθητής, που αποφοίτησε 8ος σε μια τάξη με περισσότερους από 300 μαθητές. Ήταν όμως και ένας πολύ ταλαντούχος σαξοφωνίστας, που μάλιστα έπαιξε και σαξόφωνο κατά την τελετή αποφοίτησης. Ονειρευόταν πάντα να γίνει μουσικός μέχρι τη στιγμή που πήγε στο Lawrence College, σήμερα γνωστό ως Πανεπιστήμιο Lawrence, και ανακάλυψε τη Χημεία.



Ο Νομπελίστας μετά από μεταδιδακτορικές έρευνες στη Βιοχημεία και Μοριακή Βιολογία στο Cambridge επέστρεψε στις ΗΠΑ και εργάστηκε για λίγο στο Πανεπιστήμιο Berkeley, πριν μετακινηθεί στο Πανεπιστήμιο του Yale στο Κονέκτικατ, όπου παραμένει μέχρι σήμερα μαζί με τη σύζυγό του Joan Steitz, επίσης Καθηγήτρια Μοριακής Βιοφυσικής και Βιοχημείας, με την οποία έχει αποκτήσει ένα γιο. Ο Steitz συνέβαλε στη δημιουργία του Κέντρου Δομικής Βιολογίας (Structural Biology) του Yale και τώρα είναι Καθηγητής

Μοριακής Βιοφυσικής και Βιοχημείας και ερευνητής στο Ιατρικό Ινστιτούτο Howard Hughes στο ίδιο πανεπιστήμιο.

Ο ερευνητής εμπνεύστηκε πολύ από το έργο των Νομπελιστών Watson και Crick, που το 1953 έλαβαν το βραβείο Νόμπελ για την ανακάλυψη της δομής του DNA, και τελικά ήταν αυτός που κατάφερε να βάλει τον τελικό κρίκο στο «κεντρικό δόγμα» του Crick, που αφορά την αναπαράσταση του τρόπου ροής της γενετικής πληροφορίας: από το DNA παράγεται DNA, το οποίο παράγει RNA, το οποίο δημιουργεί πρωτεΐνη, με τη συμβολή του ριβοσώματος, τη δομή του οποίου είχε ο ίδιος ανακαλύψει.

Ο Καθηγητής είναι ένας πολύ γλυκός άνθρωπος, που μπορεί να δείχνει ήρεμος, αλλά διακατέχεται από μια εσωτερική ανησυχία σχεδόν για τα πάντα. Τον τελευταίο καιρό έχει δυσανεσθηθεί με την απόφαση του Αμερικανού Προέδρου Τραμπ να προχωρήσει σε μείωση των δαπανών για την έρευνα. Πιο πολύ όμως από όλα τον ανησυχεί η στάση του απέναντι στην κλιματική αλλαγή. Επίσης, τον προβληματίζει το γεγονός πως η κοινωνία δεν έχει αντιληφθεί τον ρόλο της Επιστήμης, την οποία δεν διστάζει να υπερασπιστεί με κάθε ευκαιρία παρά το προχωρημένο της ηλικίας του: *«Η γνώση των ανθρώπων περιορίζεται σε απλά πράγματα, για παράδειγμα, ότι πρέπει να πάρουν ένα αντιβιοτικό και τίποτε παραπέρα. Τι μπορεί να κάνει η Επιστήμη παραπάνω γι' αυτό; Εκπαίδευση σε όλα τα επίπεδα και Μόρφωση. Αυτό είναι το "κλειδί"!»*

Δεν θα μπορούσε να ολοκληρωθεί αυτή η συνέντευξη χωρίς μια αναφορά στη βραδιά που ανακοινώθηκε η βράβευση του κορυφαίου αυτού επιστήμονα με το Νόμπελ. Ένας από τους αδερφούς του, ο William Steitz, αστυνομικός στο Germantown, πίστευε πάντα και το έλεγε δημόσια πως ο αδελφός του έπρεπε να κερδίσει το Νόμπελ. Κάθε χρόνο όμως, όταν δεν συμπεριλαμβανόταν στη λίστα με τους βραβευθέντες, εκείνος απογοητευόταν, ώσπου τελικά έχασε την ελπίδα του. Τη βραδιά της απονομής το 2009, το τηλέφωνο στο σπίτι του αστυνομικού χτύπησε και απάντησε η σύζυγός του. Από τα δακρυσμένα από χαρά μάτια της και από το αστραφτερό χαμόγελο στο πρόσωπό της ο ίδιος κατάλαβε τι είχε συμβεί: Η Βασιλική Σουηδική Ακαδημία έψαχνε τον αδελφό του. Ο Thomas Steitz είχε επιτέλους αποσπάσει το βραβείο Νόμπελ Χημείας! Και αυτό ήταν πλέον γεγονός.

Αξίζει να σημειωθεί πως ο Αμερικανός κορυφαίος ερευνητής είναι τρομερά φιλέλληνας και το απέδειξε έμπρακτα το 2012, συνυπογράφοντας με άλλους 20 Νομπελίστες μια ανοιχτή

υποστηρικτική επιστολή με τίτλο «Υποστήριξη για την Ελλάδα» (Support for Greece)<sup>7</sup>, που απευθυνόταν στους τότε Προέδρους του Ευρωκοινοβουλίου, της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου Μάρτιν Σουλτς, Ζοζέ Μανουέλ Μπαρόζο και Χέρμαν Βαν Ρομπάι αντίστοιχα. Η επιστολή που συντάχθηκε με πρωτοβουλία του Νομπελίστα Harald zur Hausen και δημοσιεύτηκε σε τεύχος της έγκριτης επιστημονικής επιθεώρησης *Science* έκανε μνεία στο ισχυρό ανθρώπινο επιστημονικό δυναμικό της χώρας μας και δεν ήταν απλώς μια ανθρωπιστικού τύπου έκκληση για βοήθεια. Οι επιφανείς προσωπικότητες των θετικών επιστημών είχαν περιγράψει λακωνικά την οικονομική κατάσταση της χώρας μας και είχαν υποδείξει την ύπαρξη συγκεκριμένων ευρωπαϊκών κεφαλαίων, τα επονομαζόμενα «διαρθρωτικά κεφάλαια», τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να υλοποιηθεί η υποστήριξη προς την Ελλάδα. Η πρωτοβουλία αυτή επέφερε ως θετικό αποτέλεσμα τη δημιουργία του Ταμείου ΕΛΙΔΕΚ υποστήριξης νέων Ερευνητών και της Έρευνας στην Ελλάδα.<sup>8</sup>



<sup>7</sup> Οι υπογράφωντες της επιστολής «Υποστήριξη για την Ελλάδα» (με αλφαβητική σειρά) ήταν: Peter C. Agre, Νόμπελ Χημείας 2003, Elizabeth H. Blackburn, Νόμπελ Ιατρικής 2009, Günter Blobel, Νόμπελ Ιατρικής 1999, Edmond H. Fischer, Νόμπελ Ιατρικής 1992, Carol W. Greider, Νόμπελ Ιατρικής 2009, Jules A. Hoffmann, Νόμπελ Ιατρικής 2011, H. Robert Horvitz, Νόμπελ Ιατρικής 2002, Sir Richard Timothy (Tim) Hunt, Νόμπελ Ιατρικής 2001, Eric R. Kandel, Νόμπελ Ιατρικής 2000, Wolfgang Ketterle, Νόμπελ Φυσικής 2001, Roger D. Kornberg, Νόμπελ Χημείας 2006, Yuan T. Lee, Νόμπελ Χημείας 1986, John C. Mather, Nobel Prize in Physics 2006, Sir Paul M. Nurse, Νόμπελ Ιατρικής 2001, Sir Venkatraman Ramakrishnan, Νόμπελ Χημείας 2009, Sir Richard J. Roberts, Νόμπελ Ιατρικής 1993, Hamilton O. Smith, Νόμπελ Ιατρικής 1978, Thomas A. Steitz, Νόμπελ Χημείας 2009, Kurt Wüthrich, Νόμπελ Χημείας 2002 και Harald zur Hausen Νόμπελ Ιατρικής 2008.

<sup>8</sup> Λίγους μήνες πριν την έκδοση του βιβλίου, ο Νομπελίστας έχασε τη μάχη για τη ζωή. Απεβίωσε στις 9 Οκτωβρίου του 2018 νικημένος από καρκίνο του παγκρέατος στα 78 του αφήνοντας ένα δυσαναπλήρωτο κενό στον επιστημονικό κόσμο και ένα ανεκτίμητο επιστημονικό έργο, για το οποίο, όπως γράφτηκε, θα έπρεπε να τιμηθεί με τρία βραβεία Νόμπελ. Απόσπασμα της συνέντευξης δημοσιεύτηκε στην εφημερίδα «Ναυτεμπορική» on line στις 18/07/2017

Αυτό που δεν σου λέει κανείς ότι μπορεί να σου συμβεί στο Λιντάου είναι ότι ζεις μια στιγμή ή μια σειρά από στιγμές τόσο μοναδικές, τόσο εμπνευσμένες, ώστε όλες οι αισθήσεις να ζωντανεύουν και για λίγο η ζωή να φαίνεται πως επιβραδύνει το ρυθμό της. Και εσύ το χαίρεσαι. Χαίρεσαι την προσωπική επαφή με τους μοναδικούς αυτούς ανθρώπους και θες πράγματι όλα να κινηθούν σε πιο αργούς ρυθμούς. Οι ιστορίες που σου διηγούνται οι Νομπελίστες, οι οποίες ξεκινούν από το παρελθόν και φτάνουν στο σήμερα δεν έχουν τέλος. Στο Λιντάου συναντά κανείς ανθρώπους που τα κατορθώματά τους έλαβαν χώρα μέσα στον προηγούμενο αιώνα. Και οι ίδιοι δεν χάνουν ευκαιρία να μνημονεύσουν εκείνους που τους ενέπνευσαν, μέντορες, συναδέλφους, γονείς και πρότυπα. Το φως και οι σκιές του 20<sup>ου</sup> αιώνα συνεχίζουν να τους ακολουθούν και στον 21<sup>ο</sup>. Όπως και τα «φαντάσματα» του παρελθόντος. Και αυτό το γνωρίζει πολύ καλά ο Καθηγητής Aaron Ciechanover.

Σκοτεινιάζει η έκφραση του Ισραηλινού Νομπελίστα, όταν μιλάει για τη μαύρη σελίδα της Ιστορίας, για το Ολοκαύτωμα στην Ευρώπη, αν και από πολύ νωρίς έκανε μια οδυνηρή απόπειρα να ξεορκίσει τα «φαντάσματα» του παρελθόντος. Ήταν ακόμη έφηβος όταν παρακολούθησε τη δίκη του Adolf Eichman στο Ισραήλ, του συνταγματάρχη των SS και επικεφαλής του Γραφείου Εβραϊκών Υποθέσεων της Γκεστάπο, που έστειλε στα στρατόπεδα συγκέντρωσης περίπου έξι εκατομμύρια Εβραίους από ολόκληρη την Ευρώπη. Ο Eichman καταδικάστηκε σε θάνατο και εκτελέστηκε με απαγχονισμό στην ισραηλινή πόλη Ράμλα στις 31 Μαΐου του 1962. Η σορός του αποτεφρώθηκε και οι στάχτες της διασκορπίστηκαν στα διεθνή ύδατα της Μεσογείου, *«για να αποτραπεί η κατασκευή οποιουδήποτε μνημείου που θα μπορούσε να θυμίζει τον αρχιτέκτονα του Ολοκαυτώματος»*.

Ο Νομπελίστας, ακόμη και τώρα, κάθε φορά που επισκέπτεται τη Γερμανία κυρίως για επαγγελματικούς λόγους - πράγμα που, όπως λέει, δεν του είναι διόλου ευχάριστο - διατηρεί μια επιφυλακτική στάση απέναντι στο λαό της. Δεν μπορεί να ξεχάσει, αλλά κυρίως να συγχωρέσει. «Ως επιστήμονες έχουμε υποχρέωση να κοιτάζουμε το μέλλον με στόχο τη βελτίωση της ανθρώπινης ζωής ανεξάρτητα από το έθνος, το φύλο, τα θρησκευτικά, τα πολιτιστικά ή οποιαδήποτε σύνορα που χωρίζουν τους ανθρώπους. Όμως δεν πρέπει ποτέ να ξεχάσουμε το παρελθόν και τις φρικαλεότητες του Ολοκαυτώματος που προκάλεσαν οι Γερμανοί όχι μόνο στους Εβραίους, αλλά και σε άλλες ομάδες ανθρώπων. Δεν πρέπει να ξεχάσουμε τη βία, τις διώξεις, το ρατσισμό και το μίσος που προηγήθηκαν της μαζικής εξόντωσης και που βασίστηκαν στην πλασματική έννοια της υπεροχής της φυλής, στο γνωστό αποκύημα της ναζιστικής ιδεολογίας. Είναι σαν ένα βιβλίο ιστορίας όπου γυρίζουμε μια νέα σελίδα προς το μέλλον, αλλά οι παλιές σελίδες, παρότι κιτρινίζουν, παραμένουν αμετάβλητες

για πάντα. Ως ένα μάθημα για όλους μας για όσα συνέβησαν στο παρελθόν που δεν πρέπει ποτέ να επαναληφθούν»

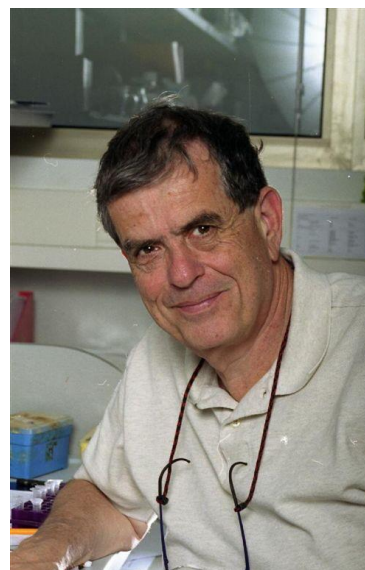




## Aaron Ciechanover: Η «επανάσταση» του Ciechanover

Ο Καθηγητής Aaron Ciechanover είναι ένας συμπαθητικός, χαμογελαστός και πολύ θετικός άνθρωπος. Ωστόσο, δεν δείχνει να είναι ιδιαίτερα εξωστρεφής. Δεν αντέχει τις πολλές ερωτήσεις και γενικά κουράζεται από τους δημοσιογράφους. Έτσι κατάφερε να «δραπετεύσει» από τον πολιορκητικό κλοιό των δημοσιογράφων την πρώτη φορά που τον είδα στο Λιντάου, τον Ιούνιο του 2017. Με τον ίδιο τρόπο κατάφερε και πάλι να αποφύγει, αν όχι όλες, μερικές από τις ερωτήσεις μου, τη δεύτερη φορά που βρεθήκαμε να απολαμβάνουμε το δείπνο μας στο ίδιο τραπέζι, καθισμένοι πλάι-πλάι στη Χαϊδελβέργη, τρεις μήνες αργότερα.

Η τρίτη μας συνάντηση όμως έγινε στην Αθήνα το Φεβρουάριο του 2018 και εκείνη τη φορά ο Νομπελίστας ήταν πολύ χαλαρός και ευδιάθετος. Είχε αποδεχτεί με χαρά την πρόσκληση από το Ιόνιο Πανεπιστήμιο να δώσει μια ανοικτή διάλεξη για το κοινό και με αυτή την αφορμή κατάφερα να του εκμαιεύσω όσα περισσότερα μπορούσα, γευματίζοντας μαζί του σε κεντρικό εστιατόριο με θέα την Ακρόπολη. Έτσι έμαθα πως ο Καθηγητής γεννήθηκε το 1947 στη Χάιφα, στο Ισραήλ, στο τότε Βρετανικό προτεκτοράτο της Παλαιστίνης, τη χρονιά που η χώρα ανεξαρτητοποιήθηκε.



*«Οι γονείς μου Bluma και Yitzhak ήταν ταλαιπωρημένοι άνθρωποι. Μετανάστευσαν ως έφηβοι από την Πολωνία με τις οικογένειές τους στα μέσα της δεκαετίας του 1920, ακολουθώντας την έκκληση του σιωνιστικού κινήματος, που καθιερώθηκε στις αρχές του αιώνα από τον Benjamin Ze'ev Herzl. Οι οικογένειές τους εγκατέλειψαν την πατρίδα τους την Πολωνία, τα σπίτια, τους χώρους εργασίας, τα ακίνητά τους, τους συγγενείς και τους φίλους τους, και αποφάσισαν να στήσουν το νέο τους σπίτι και τη νέα τους ζωή σε έναν τόπο με ένα αόριστο και ασαφές μέλλον. Όσοι παρέμειναν στην Πολωνία δυστυχώς δεν γλίτωσαν από τον ανερχόμενο αντισημιτισμό. Εξαφανίστηκαν από τους δολοφόνους Ναζί και τους υποτακτικούς Πολωνούς συνεργάτες τους»,* διηγείται με θλίψη ο Καθηγητής, ο οποίος συμπληρώνει πως η φαινομενικά ειρηνική ζωή της οικογένειάς του στο Ισραήλ κατά τα χρόνια του Ολοκαυτώματος στην Ευρώπη (1939-1945) επισκιάστηκε από τη δολοφονία μελών του ευρύτερου συγγενικού του περιβάλλοντος, καθώς και από τον αφανισμό των οικογενειών πολλών φίλων και γνωστών, που δεν κατάφεραν να διαφύγουν από την Ευρώπη εγκαίρως.

Ο Καθηγητής μεγάλωσε σε ένα εβραϊκό συντηρητικό σπίτι με μητέρα Καθηγήτρια Αγγλικών και πατέρα δικηγόρο. «Θυμάμαι ότι το σπίτι μας ήταν γεμάτο βιβλία. Είχαμε μεγάλες βιβλιοθήκες γεμάτες με πολλά εβραϊκά βιβλία, κυρίως νομικά, αλλά όχι τόσα πολλά για την Επιστήμη. Γενικά, ήταν ένα οικογενειακό περιβάλλον “φιλικό” προς τη μάθηση. Ο πατέρας μου μου κληροδότησε την αγάπη του για τις εβραϊκές σπουδές και τον πολιτισμό. Οι γονείς μου αγαπούσαν επίσης την κλασική μουσική, οπότε είχαμε μια μεγάλη συλλογή από δίσκους 78 και 33 στροφών. Θυμάμαι ότι είχαμε την *Carmen* του Bizet σε περισσότερους από 20 δίσκους», διηγείται ο Καθηγητής.



Ακόμη δεν έχει εντοπίσει το κίνητρο που έστρεψε το ενδιαφέρον του προς την Επιστήμη. Το αποδίδει μάλλον στην εγγύτητά του με τη φύση. Περπατούσε στις πλαγιές του βουνού Carmel, το οποίο βρισκόταν ακριβώς πίσω από το σπίτι του και έδειχνε να κατρακυλά στη Μεσόγειο Θάλασσα, για να συλλέξει λουλούδια, φυτά, σαύρες, σκελετούς.

«Όταν ήμουν 11 ετών, ο αδελφός μου πήγε στο εξωτερικό και μου έφερε ένα μικροσκόπιο που εγώ του είχα ζητήσει. Ήταν το πρώτο μου μικροσκόπιο και φυσικά το έχω ακόμα. Με αυτό μελέτησα κύτταρα στο λεπτό επιθήλιο του κρεμμυδιού και έκανα το πρώτο μου πείραμα στην όσμωση, προκαλώντας την αλλοίωση του όγκου των κυττάρων μετά από τη βύθισή τους σε διαλύματα αλάτων διαφορετικών περιεκτικότητας. Παράλληλα, και η συλλογή των λουλουδιών μου συνέχισε να αναπτύσσεται κανονικά μέσα σε ειδικά διαμορφωμένα άλμπουμ, και μαζί της, μια μικρή συλλογή σκελετών από διαφορετικά ζώα - ψάρι, βάτραχο, φίδι, χελώνα - καθώς και μερικά ανθρώπινα οστά που πήρα από ένα φίλο, που ήταν τότε φοιτητής Ιατρικής», εξιστορεί.

Ο Καθηγητής μετά από πολλά χρόνια «ερασιτεχνικού φλερτ» με τη Βιολογία, αποφάσισε να επισημοποιήσει τις γνώσεις του πάνω στο συγκεκριμένο επιστημονικό αντικείμενο. Εξάλλου, πάντα ήθελε να γίνει γιατρός. Και είναι γιατρός χειρουργός, εκπληρώνοντας έτσι το όνειρό του. Μάλιστα εξέτισε και τη στρατιωτική του θητεία τρία χρόνια ως γιατρός σε μία από τις υπερσύγχρονες ισραηλινές πυραυλακάτους.

Το ίδιο χρονικό διάστημα, γύρω στο 1975, γνώρισε και τη μετέπειτα σύζυγό του Menucha, επίσης γιατρό, με την οποία απέκτησε ένα γιο. Όμως, όπως ο ίδιος λέει, η Ιατρική είναι παρατήρηση και πράξη (seeing and doing), χωρίς να υπάρχει φαντασία. Έτσι κατά τη

θητεία του στην Ιατρική συνειδητοποίησε ότι αυτή η διαδικασία δεν ικανοποιούσε πλήρως την περιέργειά του. Ήταν πιο συναρπαστική η διερεύνηση του μηχανισμού των ασθενειών και του τρόπου θεραπείας τους. Και τότε αποφάσισε να αλλάξει ρότα προς στην Επιστήμη.

Από το 1984 ο Aaron Ciechanover έχει ενταχθεί στο δυναμικό της Ιατρικής Σχολής του Technion (Israel Institute of Technology) στο Ισραήλ, όπου συνεχίζει την έρευνά του μέχρι σήμερα. Παράλληλα είναι Distinguished Research Professor στο Center for Cancer and Vascular Biology στο Ινστιτούτο Rappaport στο Faculty of Medicine and Research, δηλαδή Διακεκριμένος Καθηγητής Ερευνών στο Κέντρο Καρκίνου και Αγγειογενετικής Βιολογίας στο Ινστιτούτο Ιατρικής και Ερευνών Rappaport. Το 2000 έλαβε το βραβείο Albert Lasker για τη συνεισφορά του στη βασική Ιατρική έρευνα και το 2003 το Israel Prize for Biological Research. Ακολούθησε το Νόμπελ. Δυστυχώς, οι γονείς του έφυγαν νωρίς από τη ζωή και δεν πρόλαβαν να δουν και να χαρούν την επιτυχία του γιου τους.

~~~~~

Θα μπορούν οι επιστήμονες στο μέλλον μέσω της “επανάστασης” που συντελείται στο πεδίο της εξατομικευμένης ιατρικής να θεραπεύουν όλες τις ασθένειες; Και με ποιο κόστος; Σε αυτό το ερώτημα προσπάθησε να απαντήσει κατά την ομιλία του ο Νομπελίστας Ααρόν Τσιχάνοβερ. Ο Ισραηλινός ερευνητής μαζί με τους Irwin Rose και Avram Hershko ανίχνευσαν, στις αρχές της δεκαετίας του 1980, τον μηχανισμό μίας από τις πλέον σημαντικές κυκλικές διαδικασίες του κυττάρου, της αποδόμησης των πρωτεϊνών, λύνοντας έτσι το γρίφο της πρωτεϊνικής υποβάθμισης και κερδίζοντας το Νόμπελ Χημείας το 2004.

Μέσα από τη συνεργασία των Ciechanover, Hershko και Rose προέκυψε η διαπίστωση ότι τα κύτταρα καταστρέφουν τις περιττές πρωτεΐνες τους μέσω μιας σειράς σταδιακών αντιδράσεων. Ένα πολυπεπίδιο, που ονομάζεται ubiquitin (ουβικιτίνη), το οποίο θεωρείται ότι είναι «πανταχού παρόν», συνδέεται με την πρωτεΐνη-«στόχο» για να τη συνοδεύσει σε ένα πρωτεάσωμα, ένα σύμπλεγμα ενζύμων που τη διασπούν σε βραχύτερα πεπτίδια, τα οποία στη συνέχεια αποδομούνται περαιτέρω σε αμινοξέα, δηλαδή στα βασικά συστατικά από τα οποία συνίστανται οι πρωτεΐνες. Οι ερευνητές ανακάλυψαν ότι μόνο οι πρωτεΐνες που «μαρκάρονται» επιλεκτικά από το μόριο της ουβικιτίνης οδηγούνται στο πρωτεάσωμα προς διάλυση. Μάλιστα, λίγο προτού η πρωτεΐνη συμπιεστεί, η «ετικέτα-μόριο» ουβικιτίνη αποσυνδέεται από αυτή για να επαναχρησιμοποιηθεί.



Η εργασία των Νομπελιστών κατέστησε δυνατή την κατανόηση σε μοριακό επίπεδο των διαδικασιών ελέγχου διαφόρων μηχανισμών στο εσωτερικό του κυττάρου, οι οποίες στηρίζονται στην επιλεκτική αποδόμηση πρωτεϊνών. Τέτοιες διαδικασίες είναι η διαίρεση των κυττάρων, η επισκευή του DNA, ο τρόπος δράσης του ανοσοποιητικού συστήματος, καθώς και ο τρόπος με τον οποίο το κύτταρο διατηρεί σταθερή την ποιότητα των πρωτεϊνών του. Διαταραχές σε αυτή τη διαδικασία πρωτεϊνικής αποδόμησης ενοχοποιούνται για κακοήθειες και νευροεκφυλιστικές διαταραχές, καθώς και για φλεγμονώδεις ασθένειες. Ο καρκίνος του τραχήλου, η λευχαιμία και η κυστική ίνωση είναι τέτοια χαρακτηριστικά παραδείγματα.

Οι Νομπελίστες συνέβαλαν στη συνειδητοποίηση ότι το κύτταρο λειτουργεί ως ένας ιδιαίτερα αποδοτικός σταθμός ελέγχου, όπου οι πρωτεΐνες αναπτύσσονται, κάνουν τον κύκλο τους, ολοκληρώνοντας την αποστολή τους, και μετά αποδομούνται με έναν έντονο ρυθμό. Η ανακύκλωση των πρωτεϊνών επιτρέπει στο κύτταρο την αντικατάσταση των ελαττωματικών πρωτεϊνικών μορίων, καθώς και την αλλαγή της σύστασής τους ανάλογα με τις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες. Η πλήρης κατανόηση της δράσης της μεσολαβούσας ουσίας ουβικιτίνης στη διαδικασία της πρωτεϊνικής διάσπασης άνοιξε ένα δρόμο για την ανάπτυξη φαρμάκων εναντίον αυτών των ασθενειών, στο πλαίσιο της εξατομικευμένης ιατρικής.

***«Η εκπαίδευση στην Επιστήμη και η πρόοδος στην κοινωνία
νομίζω ότι όχι μόνο είναι ζωτικής σημασίας,
αλλά επιβάλλεται στις μέρες μας»***

Ο Νομπελίστας ξεκινάει τη διάλεξή του στο Λιντάου με μια αναδρομή στο παρελθόν, αναφέροντας πως κατά την αιγυπτιακή, ή ακόμα και κατά την ελληνιστική ή ρωμαϊκή εποχή, οι άνθρωποι ζούσαν μόνο για είκοσι πέντε ή τριάντα χρόνια. Το 19^ο αιώνα, οι άνθρωποι πέθαιναν γύρω στην ηλικία των πενήντα ετών όχι από καρκίνο, καρδιαγγειακές νόσους ή Αλτσχάιμερ, αλλά από μολυσματικές ασθένειες ή από τραυματισμούς στον πόλεμο. Στον 20^ο αιώνα η Επιστήμη και η Τεχνολογία κατάφεραν να αυξήσουν το προσδόκιμο της ζωής κατά περίπου τριάντα έως σαράντα χρόνια, πράγμα που είναι εκπληκτικό.

«Πάντα υπήρχαν ασθένειες. Στις αρχές του αιώνα δεν γνωρίζαμε για τον καρκίνο. Οι άνθρωποι πέθαιναν από τη νόσο, αλλά δεν γνωρίζαμε τις διαστάσεις της ασθένειας, διότι πολύ λίγα άτομα ζούσαν αρκετά χρόνια έτσι ώστε να νοσήσουν από αυτή ή να πάθουν Αλτσχάιμερ. Τώρα είναι ένα ζήτημα που πρέπει να το τοποθετήσουμε στη σωστή βάση. Νομίζω ότι μπορούμε, τουλάχιστον εν μέρει, να αντιμετωπίσουμε αποτελεσματικά αρκετές από τις νόσους. Σίγουρα έχουμε αφήσει πολλές ασθένειες πίσω μας και μπορεί να υπάρχουν κι άλλες μπροστά που μας περιμένουν», σχολιάζει ο Καθηγητής.

Είναι η επιστήμη και η τεχνολογία, η ιατρική, ο εμβολιασμός και τα αντιβιοτικά, οι υγιεινές συνθήκες ζωής, η κατανόηση του ρόλου της διατροφής και πολλοί άλλοι παράγοντες που έχουν καταφέρει να αυξήσουν το προσδόκιμο, αλλά και την ποιότητα της ζωής μας, για το οποίο φυσικά υπάρχει και το τίμημα: οι εκφυλιστικές ασθένειες.

«Όσες ασθένειες και αν καταφέρουμε να αντιμετωπίσουμε αποτελεσματικά, δυστυχώς οι άνθρωποι θα εξακολουθούν να γερνούν και να πεθαίνουν. Και αυτό δεν μπορούμε να το αποτρέψουμε. Ας υποθέσουμε ότι θα μπορούσαμε να θεραπεύσουμε τον καρκίνο, τη νόσο Αλτσχάιμερ ή τις καρδιαγγειακές παθήσεις. Και μετά τι; Μπορούμε να παραμείνουμε νέοι ή υγιείς για πάντα; Όλα γερνούν και δυστυχώς πολλά συστήματα του οργανισμού καταρρέουν με τη γήρανση», εξηγεί ο Καθηγητής.

Η αισιόδοξη παραδοχή είναι πάντως πως βγαίνουμε από την εποχή που η θεραπεία πολλών ασθενειών ήταν «ένα μέγεθος που ταίριαζε σε όλους» (one size) και εισερχόμαστε σε μια νέα εποχή εξατομικευμένης ιατρικής, που είναι προσαρμοσμένη στο γονιδιακό και μοριακό προφίλ του ασθενούς. Εδώ, η κατανόηση αυτού του μηχανισμού σε εξατομικευμένο επίπεδο θα οδηγήσει στην ανάπτυξη νέων θεραπειών και φαρμάκων.



Η «επανάσταση» στην εξατομικευμένη ιατρική χαρακτηρίζεται από την ανάπτυξη τεχνολογιών αιχμής και νέων προσεγγίσεων για την προσπέλαση της βιολογίας συστημάτων, όπως είναι η γονιδιωματική, η πρωτεωμική (η ανάλυση των εκφραζόμενων πρωτεϊνών ενός οργανισμού) και η μεταβολωμική (που αναλύει τα προϊόντα των χημικών αντιδράσεων, δηλαδή τους μεταβολίτες που πραγματοποιούνται σε ένα ζωντανό οργανισμό), ακολουθούμενες από την ταυτοποίηση και το χαρακτηρισμό νέων, ειδικών για την εκάστοτε νόσο, μοριακών δεικτών και υπολογιστικών βιοδεικτών, καθώς και από το σχεδιασμό νέων φαρμάκων, κυρίως νανοτεχνολογικών, που δρουν στοχευμένα.

~~~~~

Ρωτάω τον Νομπελίστα αν έχει αλλάξει η ζωή του και σε ποιο βαθμό μετά το Νόμπελ και εκείνος μου απαντά αυθόρμητα και με χιούμορ: *«Αν δεν ήμουν Νομπελίστας θα μου μιλούσες αυτή τη στιγμή;»* Η αλήθεια είναι πως η ερώτησή του με αφήνει έκπληκτη. *«Σαφώς και θα σας μιλούσα»*, του απαντώ, καθώς σκέφτομαι ότι οπωσδήποτε σε κάποια άλλη επιστημονική συνάντηση θα τον συναντούσα και σίγουρα για κάποιο επιστημονικό του επίτευγμα θα συζητούσαμε...

Κι εκείνος συνεχίζει: *«Γιορτάζεις μια μέρα, γιορτάζεις δύο και την τρίτη αποφασίζεις τι θες να συνεχίσεις να κάνεις. Εγώ αποφάσισα να συνεχίσω την έρευνά μου. Το επίτευγμα δεν είναι το Νόμπελ, αλλά η διαδρομή στην Επιστήμη. Δεν έζησα τη ζωή μου περιμένοντας να κερδίσω το*

Νόμπελ. Και το θεωρώ απερισκεψία, αν το κάνει αυτό κάποιος, αφενός γιατί νομίζω ότι έτσι δεν θα το πάρει ποτέ, καθώς θα είναι απασχολημένος με το να το σκέφτεται, και αφετέρου γιατί θα χάσει τη ζωή του, καθώς αυτός είναι ένας κακός τρόπος ζωής», μου λέει χαρακτηριστικά ο Καθηγητής.

Ωστόσο, μου εξομολογείται ότι η αναγνώρισή του λειτουργεί θετικά γιατί του επιτρέπει να εντοπίζει ευκολότερα την απανταχού εβραϊκή κληρονομιά. «Προσπαθώ να οικοδομήσω στενές σχέσεις με τις εβραϊκές κοινότητες, κυρίως με τις μικρές και απομακρυσμένες. Παραδείγματος χάριν, υπάρχει μια μικρή εβραϊκή κοινότητα στην Ελλάδα που είναι παραγκωνισμένη ή μια μικροσκοπική στην Παραγουάη, η οποία συνίσταται κυρίως από επιζώντες του Ολοκαυτώματος. Μιλάω σε διάφορες κοινοτικές δραστηριότητες, κάνω κηρύγματα σε συναγωγές και είναι συναρπαστικό, καθώς αποκτώ μια καταπληκτική αίσθηση του ανήκειν», συμπληρώνει.



Δεν θα ησυχάσω αν δεν κάνω στον Καθηγητή μια ερώτηση σχετικά με την ύπαρξη του Θεού. Είναι μια ερώτηση που συνηθίζω να θέτω στους Επιστήμονες, οι οποίοι προσπαθούν να εξηγήσουν τα πράγματα μόνο με έναν τρόπο, τον επιστημονικό.

«Νομίζω πως πρώτα πρέπει να ορίσουμε τι είναι Θεός και μετά να προχωρήσω στην απάντηση. Κατά τη γνώμη μου, η θρησκεία είναι ένα ευρύτερο και πολυσχιδές θέμα. Είναι ένα ζήτημα πολιτισμού, ηθικής, αρχών, κουλτούρας, συμπεριφοράς. Σαφώς οι άνθρωποι έχουν την ανάγκη να πιστεύουν σε μια ανώτερη δύναμη, αλλά διερωτώμαι γιατί χρειάζεται να πάνε στην εκκλησία για να το κάνουν; Αφού όμως με ρωτάς, θα σου πω πως θεωρώ οποιαδήποτε θρησκεία σήμερα ως το πιο επικίνδυνο στοιχείο, γιατί αποβλέπει στην εξουσία και τον έλεγχο των ανθρώπων και εξυπηρετείται από την άγνοια και την αγραμματοσύνη. Η εκπαίδευση στην Επιστήμη και η πρόοδος στην κοινωνία νομίζω ότι όχι μόνο είναι ζωτικής σημασίας, αλλά επιβάλλεται στις μέρες μας».

~~~~~

Ο βραβευμένος με Νόμπελ Χημείας το 2004 Aaron Ciechanover είναι μια επαναστατική φύση που δεν ανέχεται την καταπίεση και τη βία κάθε μορφής από όπου και αν προέρχεται, για τον λόγο αυτό και θα τον δει κάποιος στη λίστα με τους 44 Νομπελίστες, που τον Μάρτιο του 2018 υπέγραψαν και απέστειλαν ανοικτή επιστολή προς τον Τούρκο Πρόεδρο

Ερντογάν, αξιώνοντας την αποκατάσταση του κράτους δικαίου στην Τουρκία και την απελευθέρωση των δημοσιογράφων που επικρίνουν την τουρκική κυβέρνηση.

Από το 2005 έχει αναγορευτεί Επίτιμος Διδάκτωρ του Πανεπιστημίου Αθηνών και το 2019 αναγορεύτηκε Επίτιμος Διδάκτορας του Ιονίου Πανεπιστημίου. Είναι τρομερά φιλέλληνας και συμπεριλαμβάνεται, επίσης, στους 21 Νομπελίστες που υπέγραψαν το 2012 την ανοιχτή υποστηρικτική επιστολή με τίτλο «Support for Greece» με αποδέκτες αξιωματούχους της ΕΕ.

Αγαπάει αναμφισβήτητα την Ελλάδα και τους ανθρώπους της και για αυτό τον λόγο γίνεται ευδιάθετος όταν πατάει το πόδι του στη χώρα μας. Μόνο που κάθε φορά που πρόκειται να την επισκεφθεί, με το ιδιότυπο χιούμορ που διαθέτει, κάνει μία και μοναδική ερώτηση: *«Θα υπάρχουν στο τραπέζι μου γαρίδες σαγανάκι και ταραμοσαλάτα;»* (γελάει). Αυτή, εξάλλου, ήταν και η ερώτηση που έκανε και σε μένα, τη θετική απάντηση της οποίας έθεσε ως προαπαιτούμενη, προκειμένου να απαντήσει στις ερωτήσεις μου!⁹



~~~~~

---

<sup>9</sup> Απόσπασμα της συνέντευξης δημοσιεύτηκε στην εφημερίδα «Ναυτεμπορική» on line στις 05/10//2017

«Η Επιστήμη είναι απλά μια γνώμη», είπε κάποτε ένας συνομιλητής στο Νομπελίστα Ben Feringa και εκείνος σήκωσε στο χέρι το κινητό του και τον ρώτησε: *«Αυτό που κρατάω σου φαίνεται πως είναι απλά μια γνώμη;»* Αυτό μου διηγείται σε κατ' ιδίαν συνομιλία ο Νομπελίστας μέσα σε ένα ειδικά διαμορφωμένο για συνεντεύξεις χώρο στο Λιντάου τον Ιούνιο του 2017, τη χρονιά που θεσμός είναι αφιερωμένος στη Χημεία. Την προηγούμενη χρονιά, το 2016, ο Ολλανδός επιστήμονας μοιράστηκε το Νόμπελ Χημείας με τον Σκοτσέζο χημικό Φρέιζερ Στόνταρντ (Sir J. Fraser Stoddart) και τον Γάλλο επίσης χημικό Ζαν-Πιέρ Σοβάζ (Jean-Pierre Sauvage), για την ανάπτυξη των «μικρότερων μηχανών στον κόσμο», μιας τεχνολογίας που χρησιμοποιείται ήδη για τη δημιουργία ιατρικών μικρο-ρομπότ, αλλά και υλικών που μπορούν να αυτοεπιδιορθώνονται, χωρίς την ανθρώπινη παρέμβαση, και για αυτό μονοπωλεί το ενδιαφέρον των συμμετεχόντων στο 67<sup>ο</sup> Lindau Nobel Laureates Meetings. Οι περισσότεροι δημοσιογράφοι τον πολιορκούν σε κάθε ευκαιρία για να του μιλήσουν. Και αυτός ανταποκρίνεται σε όλους με ευγένεια.



Ο Feringa τόσο με το λεπτό, διακριτικό και φίνο παρουσιαστικό του, όσο και με την ευαισθησία του, που είναι φανερή στον τρόπο που σου μιλάει, σου δίνει την εντύπωση ενός καλλιτέχνη. Χαμογελάει με ευγένεια και είναι έτοιμος να σου απαντήσει σε κάθε ερώτηση. Δεν διστάζει να μου εκμυστηρευτεί πως η είδηση της βράβευσής του με Νόμπελ Χημείας, η οποία συνέπεσε με τα εξηκοστά έκτα γενέθλιά του, κυριολεκτικά τον εξέπληξε: *«Ως επιστήμονας ονειρεύεσαι κάποτε να σου συμβεί, αλλά όταν σου συμβεί δεν το πιστεύεις. Ελπίζω να ενθαρρύνω πολλούς νέους επιστήμονες να ονειρεύονται ότι κάποτε μπορεί να τους συμβεί»*, διηγείται. Όμως έκτοτε, αν και η καθημερινότητά του βγήκε από τους κανονικούς της ρυθμούς, φαίνεται να απολαμβάνει την αναγνωρισιμότητα και μάλιστα τη χρησιμοποιεί με τον καλύτερο τρόπο και σε κάθε ευκαιρία για να επικοινωνήσει την Επιστήμη στην κοινωνία. Για αυτό και η ατζέντα του είναι πάντα κλεισμένη.



## Ben Feringa: Nano-μηχανές και giga-ευκαιρίες

«Απολαμβάνουμε την περιπέτεια στο άγνωστο και όπου μας βγάλει», είχε πει λίγο νωρίτερα, ξεκινώντας τη διάλεξή του στην κεντρική σκηνή του Stadttheater της πόλης, έχοντας λίγο τρακ. Μου εκμυστηρεύεται πως πάντα έχει ένα άγχος, ειδικά όταν μιλάει σε νέους



ανθρώπους. «Μερικές φορές με ρωτούν απίστευτα πράγματα!», συμπληρώνει, συμβουλεύοντας ταυτόχρονα τους απανταχού νέους ερευνητές να αναζητούν πάντα την πρόκληση, να επιλέγουν συνεργασίες με επιστήμονες που τους εμπνέουν, να ακολουθούν τη διαίσθησή τους και να «βαδίζουν πάντα και στα δύο πόδια», δηλαδή να παραμένουν ρεαλιστές, επιδιώκοντας την ισορροπία μεταξύ της προσωπικής ζωής και της έρευνας.

Φυσικά, παρατηρώντας την εντυπωσιακή καριέρα του και εκτιμώντας το τεράστιο ερευνητικό του έργο διαπιστώνει κάποιος πως τα παραπάνω δεν αποτελούν απλά συμβουλές, αλλά βιώματα για τον παθιασμένο με την Επιστήμη Feringa. «Το να είσαι επιστήμονας είναι τρόπος ζωής», συμπληρώνει και συνεχίζει: «Αυτό που πραγματικά με εντυπωσιάζει είναι το πόσα πράγματα μπορείς να μάθεις κάθε μέρα. Αν θέλετε, αυτή είναι και η μεγαλύτερη ανακάλυψή μου σε προσωπικό επίπεδο. Πόσα είναι αυτά που δεν γνωρίζω και πόσα μαθαίνω διαρκώς. Έχω εντυπωσιαστεί!»

### ***«Απολαμβάνουμε την περιπέτεια στο άγνωστο και όπου μας βγάλει»***

Πραγματικά μένει άφωνος κανείς, όταν αντιληφθεί τι είναι ικανός να δημιουργήσει μέσα στο εργαστήριο ο Νομπελίστας με την ομάδα του. Συνθέτει μόρια από άψυχη ύλη που μπορούν να κινούνται αυτόνομα, όπως για παράδειγμα οι “νανοκολυμβητές” (“nanoswimmers”), μικρές μοριακές μηχανές σε διαστάσεις νανο- (μεγέθους ενός δισεκατομμυριοστού του μέτρου), που μοιάζουν με «αράχνες» μέσα από το μικροσκόπιο. Οι νανο-μηχανές ή nanorobots αυτοσυναρμολογούνται από πολλά μόρια και κινούνται αυτόνομα, εφόσον τους παρέχεται «καύσιμο», στη συγκεκριμένη περίπτωση ζάχαρη.



Σε άλλα μόρια ο Νορμπελίστας έχει εμφυτεύσει φωτοαισθητήρες, που λειτουργούν επίσης ως κινητήρια δύναμη και συμβάλλουν στην ενεργοποίηση και απενεργοποίησή τους αντίστοιχα, ανάλογα με το μήκος κύματος του φωτός. Αυτές οι μικροσκοπικές συσκευές, με διαστάσεις μικρότερες από το πλάτος της ανθρώπινης τρίχας, σε ένα ρόλο «μικρο-διακοπών» ή «οχημάτων», μπορούν να χρησιμεύσουν για τη μεταφορά χημικών ουσιών μέσα στους ιστούς.

Κάπως έτσι λειτουργεί και το πιο δημοφιλές επιστημονικό επίτευγμα του Feringa, το “nanocar”, δηλαδή ο «νανο-κινητήρας», το μικρότερο αυτοκίνητο στον κόσμο που συνίσταται από ένα μόνο μόριο. Το “nanocar” προβλήθηκε έντονα από τα Μέσα μαζικής ενημέρωσης παγκοσμίως και προσέδωσε στον εμπνευστή του μεγάλη αναγνωρισιμότητα. Ο Feringa και η ομάδα του στα τέλη της δεκαετίας του 1990 κατασκεύασαν «κατά λάθος», όπως ο ίδιος λέει, εργαζόμενοι σε ένα μόριο αλκενίου, τον πρώτο μοριακό στρόφαλο που μπορούσε να περιστρέφεται μηχανικά προς μια κατεύθυνση.



Αρκετά χρόνια αργότερα και μετά από εξήντα περίπου διαφορετικούς σχεδιασμούς μοριακών κινητήρων κατάφεραν να φτάσουν τον νανο-κινητήρα στην εκπληκτική ταχύτητα των 12 εκατομμυρίων πλήρων περιστροφών (360 μοίρες) ανά δευτερόλεπτο. Το 2011 ο επιστήμονας δημιούργησε ένα τετράτροχο “nanocar” (δηλαδή με τέσσερις μοριακούς κινητήρες), που μπορούσε να κινηθεί πάνω σε μια επιφάνεια χαλκού έπειτα από ηλεκτρική

διέγερση. Το ονόμασε «κινητήρα», επειδή σε επαναλαμβανόμενη βάση έχει μια ελεγχόμενη και κατευθυνόμενη κίνηση, καταναλώνοντας ένα είδος ενέργειας. Ο Feringa και η ομάδα του τοποθέτησαν τέσσερα ενισχυμένα μόρια σε τέσσερες άξονες και πρόσθεσαν έναν στάτορα, ένα ακίνητο συμπαγές μόριο. *«Έτσι ένα μοριακό τετρακύλινδρο όχημα βγήκε στον δρόμο, δηλαδή σε μια μεταλλική επιφάνεια»*, συμπληρώνει ο επιστήμονας, ο οποίος και πάλι ανατρέχει χαμογελώντας στους φοιτητές του, που κατά καιρούς του θέτουν έξυπνα ερωτήματα, όπως το αν σκοπεύει να βάλει τιμόνι στους νανο-κινητήρες του ή τι θα γίνει αν εκείνοι προκαλέσουν κυκλοφοριακή συμφόρηση μέσα στους ιστούς. *«Η αλήθεια είναι πως αυτά δεν τα έχω σκεφτεί»*, συμπληρώνει, αλλά έχει σκεφτεί και ήδη διερευνά πολλές πιθανές εφαρμογές του nanocar στην Ιατρική και τη Φαρμακευτική.

Φανταστείτε «έξυπνα» φάρμακα υψηλής ακρίβειας με ελάχιστες ή καθόλου παρενέργειες, που θα ενεργοποιούνται μόνο στην περιοχή των κυττάρων «στόχων» τους. Ο



Νομπελίστας κατά τη διάλεξή του στο Lindau έκανε λόγο για φωτο-ελεγχόμενα αντιβιοτικά και χημειοθεραπευτικά φάρμακα. Στα φάρμακα αυτών των κατηγοριών η ομάδα του Feringa εισάγει ένα nanocar με τη μορφή «διακόπτη» φωτισμού, που σημαίνει ότι αυτά αρχίζουν να λειτουργούν μόνο εάν ενεργοποιηθούν από ένα φως συγκεκριμένου μήκους κύματος. Οι ερευνητές εργάζονται τώρα με υπέρυθρο φως που έχει μεγάλο βάθος διείσδυσης, πράγμα που σημαίνει ότι μπορεί να φτάσει ακόμη και σε απομακρυσμένα σημεία βαθιά μέσα στο ανθρώπινο σώμα. Ο στόχος χρήσης των φωτο-ελεγχόμενων αντιβιοτικών από τους ερευνητές είναι να «εκπαιδεύσουν» τα μόρια να βρίσκουν

τις δομές «στόχους» τους αυτόνομα και στη συνέχεια να ενεργοποιούνται με υπέρυθρο φως, δρώντας εντοπισμένα χωρίς να επηρεάζουν άλλα κύτταρα του σώματος ή άλλα βακτήρια, εξασθενώντας την ανθεκτικότητα στα αντιβιοτικά.

Αντίστοιχα, το ίδιο ισχύει και για τα χημειοθεραπευτικά φάρμακα, μόνο που ο Νομπελίστας πηγαίνει ένα βήμα πιο πέρα περιγράφοντας το όνειρό του για μελλοντικές θεραπείες για τον καρκίνο: *«Νέες τεχνολογίες απεικόνισης όπως η μαγνητική τομογραφία θα*

συνδέονται με ένα συγκεκριμένο λέιζερ. Αρχικά ο ασθενής θα λαμβάνει μια ένεση με φωτο-ελεγχόμενο χημειοθεραπευτικό φάρμακο. Στη συνέχεια, η μαγνητική τομογραφία, ανιχνεύοντας ένα μικροσκοπικό όγκο, θα τροφοδοτεί με τις όποιες πληροφορίες αυτόματα ένα μηχανισμό με λέιζερ συγκεκριμένου μήκους κύματος, που με τη σειρά του θα ενεργοποιεί το φάρμακο. Το αποτέλεσμα θα είναι “υψηλή χρονική και τοπική ακρίβεια”».

Αυτά είναι μόνο δύο παραδείγματα των χωρίς όρια δυνατοτήτων των μοριακών μηχανών, που δεν περιορίζονται μόνο στα φαρμακευτικά προϊόντα. Ο ίδιος ο Feringa μιλάει για αυτο-επουλωτικές επιστρώσεις αυτοκινήτων ή βαφές τοίχων με τη μορφή "έξυπνων επιστρώσεων". Με τον αυξανόμενο παγκόσμιο πληθυσμό και την έλλειψη υλικών, οι έξυπνες επιστρώσεις θα μπορούσαν να συμβάλουν στη διαμόρφωση μακροχρόνιων επιχρισμάτων, να βοηθήσουν στην εξοικονόμηση φυσικών πόρων ή θα μπορούσαν ακόμη και να ενσωματώσουν τεχνολογίες πληροφορίας όπως αισθητήρες. Άλλες εφαρμογές προβλέπουν αυτοεξυπηρέτηση υποδομών, για παράδειγμα πλαστικούς σωλήνες νερού που θα είναι σε θέση να αυτο-αποκαθιστούν τις διαρροές τους.



Ο Feringa μεγάλωσε σε ένα αγρόκτημα κοντά στην πόλη Groningen, στα σύνορα μεταξύ Ολλανδίας και Γερμανίας όντας το δεύτερο από τα δέκα παιδιά μιας Καθολικής οικογένειας αγροτών. Έκανε, όπως λέει, τα πρώτα του βήματα με ξύλινα ολλανδικά παραδοσιακά ξυλοπάπουτσα και έμαθε να θαυμάζει την ομορφιά και το μεγαλείο της φύσης. Σε αυτή τη φύση επανέρχεται κάθε φορά που θέλει να φρεσκάρει τη σκέψη του ή να ασχοληθεί με την κηπουρική του. Διαβάζει Ιστορία, κάνει σκι ή πατινάζ, σημειώνοντας σημαντικές επιδόσεις, διασχίζει καθημερινά μια απόσταση 14 χιλιομέτρων με το ποδήλατο και αφιερώνει όσο περισσότερο χρόνο μπορεί στη σύζυγο και στις τρεις κόρες του. Μάλιστα στη μεγαλύτερη ice-skating τουρ στον κόσμο, που ονομάζεται Elfstedentocht<sup>10</sup>, το 2017 απέσπασε τον Ασημένιο Σταυρό.

Ο Καθηγητής δεν έφυγε ποτέ από το Groningen. Ζει εκεί μόνιμα και εργάζεται ως Καθηγητής Μοριακής Νανοτεχνολογίας στο πανεπιστήμιο της πόλης. Και όσο περισσότερο απολαμβάνει τη φύση, τόσο περισσότερο εμπνέεται από τις δυνατότητες των μορίων. «Κατασκευάζουμε νέα μόρια και νέα υλικά. Το γεγονός ότι μπορούμε να δημιουργήσουμε

---

<sup>10</sup> Το Eleven Cities Tour = εκδρομή των έντεκα πόλεων χρονολογείται από το 1890 και είναι η μεγαλύτερη παγοδρομία στον κόσμο. Οι συμμετέχοντες, που ξεπερνούν τις 15.000, διανύουν μια διαδρομή 235 χλμ, η οποία ξεκινάει από την πόλη Leeuwarden, την πρωτεύουσα της Φριζίας, διασχίζει έντεκα πόλεις και καταλήγει πάλι σε αυτή.

*πράγματα που δεν υπήρχαν ποτέ, ότι μπορούμε να δανειστούμε τα όμορφα δομικά στοιχεία της Μητέρας Φύσης, τα μόρια, και να τα ανακατασκευάσουμε σου δίνει την αίσθηση ότι είσαι ένας καλλιτέχνης. Αυτό με συναρπάζει στην έρευνά μας».*

Ο Νομπελίστας έχει και αυτός τις αγωνίες του, όπως κάθε συνειδητοποιημένος πολίτης αυτού του κόσμου. Αγωνιά πολύ για το μέλλον του πλανήτη και για τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής που είναι πλέον ορατές. *«Κουράστηκα να ακούω ατέλειωτες θεωρητικές συζητήσεις για τα προβλήματα και να μη βλέπω δράσεις και αποτελέσματα. Πόσο ακόμη θα συνεχίσουμε να ακούμε τους πολιτικούς να πιπιλίζουν ως καραμέλα την κλιματική αλλαγή, αλλά να μην επενδύουν στην Επιστήμη και την Τεχνολογία για να την αντιμετωπίσουν;»*

Τον ανησυχεί όμως και το γεγονός ότι η κοινωνία δεν έχει αντιληφθεί πλήρως τον ρόλο της Επιστήμης και δεν διστάζει και αυτός μαζί με άλλους επιστήμονες να βγει στους δρόμους για να την υπερασπιστεί, όπως κάνει συνήθως συμμετέχοντας στην παγκόσμια δράση «Πορεία για την Επιστήμη» (March for Science). *«Ως κοινωνία πρέπει να επενδύσουμε στην Επιστήμη, να πιστέψουμε σε αυτήν και εμείς, με τη σειρά μας, να εκπαιδεύσουμε τους νέους ερευνητές να επικοινωνούν την έρευνά τους».*



Ο Feringa ενθαρρύνει όλους τους ερευνητές να απολαύσουν την ομορφιά της Επιστήμης, γιατί θεωρεί πως η έρευνα είναι μια πολύ διασκεδαστική διαδικασία. *«Αν με ρωτούσατε θα σας έλεγα πως όλα τα ερευνητικά κέντρα θα έπρεπε να έχουν τη μορφή μιας*



παιδικής χαράς για να ‘παίζουν’ οι νέοι ερευνητές. Είμαστε σαν τα παιδιά που παίζουν, αλλά τα παιχνίδια μας είναι πολύ σοβαρά, καθώς αναζητούμε λύσεις για σημαντικά προβλήματα της ανθρωπότητας όπως είναι οι ασθένειες. Από την άλλη πρέπει να αφήσουμε τη δημιουργικότητά μας να εκφραστεί. Γι’ αυτό πάντα λέω ‘δώστε χώρο στα νέα παιδιά, στους νέους επιστήμονες, αφήστε τους να αναλάβουν πρωτοβουλίες. Και πού ξέρετε, μπορεί να προκύψει και κάποιο Νόμπελ’».

Τον Οκτώβριο του 2016, η Βασιλική Σουηδική Ακαδημία Επιστημών ανακοίνωσε «την αυγή μιας νέας βιομηχανικής επανάστασης του εικοστού πρώτου αιώνα», που βασίζεται σε μοριακές μηχανές. Ο ίδιος ο Feringa τονίζει συχνά ότι διεξάγει βασική έρευνα και επισημαίνει πως εφευρέσεις, όπως ηλεκτρικές μηχανές, αεροπλάνα ή smartphones, που είναι κάποια από τα αποτελέσματά της, χρειάζονται συχνά αρκετά χρόνια ή δεκαετίες για να βρουν ευρεία εφαρμογή. Εκτιμά ότι ίσως σε πενήντα χρόνια από τώρα οι γιατροί θα μπορούν να χρησιμοποιούν τα φωτο-ελεγχόμενα φάρμακα, όπως περιέγραψε κατά τη διάλεξή του στο Lindau Nobel Laureate Meetings. Εμείς το ελπίζουμε και το ευχόμαστε να γίνει γρηγορότερα. Εκείνος προς το παρόν δίνει σε όλους μας τέσσερις συμβουλές: «Ακολουθήστε τη διαίσθησή σας και οτιδήποτε σας προκαλεί ένα θετικό συναίσθημα, αποκρυπτογραφήστε το ταλέντο σας, υπηρετήστε τα όνειρά σας και ανακαλύψτε πού βρίσκονται τα όριά σας!»<sup>11</sup>

~~~~~

Στο Λιντάου οι δημοσιογράφοι έχουν πολύ πιο χαλαρό πρόγραμμα συγκριτικά με τους ερευνητές, που πρέπει να ακολουθούν αυστηρά το προκαθορισμένο από τους διοργανωτές πλάνο για αυτούς. Μετά τις διαλέξεις ή τις συνεντεύξεις σου δίνεται η ευκαιρία να πας μια βόλτα στα γραφικά στενά της πόλης, να κατέβεις στο λιμάνι, να κάνεις μια βόλτα στη λίμνη με ένα τουριστικό σκάφος, να



θαυμάσεις από κοντά το γλυπτό με τη μορφή του λιονταριού, που φυλάει την είσοδο του λιμανιού με μεγαλοπρέπεια σχεδόν τέσσερις αιώνες. Αποτελεί έργο του καθηγητή της Σχολής Καλών Τεχνών του Μονάχου Johann von Halbig και έχει κατασκευαστεί από ψαμμίτη, ένα ιζηματογενές πέτρωμα από κόκκους άμμους. Το Βαυαρικό λιοντάρι-έμβλημα της πόλης ζυγίζει

¹¹ Απόσπασμα της συνέντευξης δημοσιεύτηκε στην εφημερίδα «Ναυτεμπορική» on line στις 04/07/2017

50 τόνους και στο βάθρο του φέρει τους λατινικούς αριθμούς MDCCCLVI, υποδεικνύοντας το έτος που ανεγέρθηκε, το 1856. Αν η μέρα είναι καλή μπορείς να ανέβεις με τα πόδια στον καινούργιο φάρο. Το περίεργο που τραβά την προσοχή σε αυτή την κατασκευή ύψους 36 μέτρων είναι το ρολόι στην πρόσοψή της, που είναι ένα ασυνήθιστο χαρακτηριστικό για φάρους. Όταν καταφέρεις να ανεβείς τα 139 σκαλιά που σε οδηγούν στην κορυφή του, ανταμείβεσαι από την εκπληκτική πανοραμική θέα στη λίμνη που σου κόβει την ανάσα...



Το αεράκι της λίμνης σου δροσίζει το πρόσωπο και σου φρεσκάρει τη σκέψη. Κάθεσαι χαλαρά σε ένα παγκάκι και σκέφτεσαι, επεξεργάζεσαι όλα τα καινούργια που βιώνεις σε αυτή τη μικρή γωνιά της Ευρώπης, όλα όσα εισπράττεις από την επαφή σου με τους Νομπελίστες. Σκέφτεσαι πως, επιστρέφοντας γεμάτη εντυπώσεις και με ένα σημειωματάριο γεμάτο ιστορίες, απόψεις, ιδέες, επιτεύγματα, αλλά και μαθήματα ζωής, θα ήταν υπέροχο αν μπορούσες με αυτά να αλλάξεις τον κόσμο. Φυσικά δεν μπορείς να τον αλλάξεις τελείως, αλλά μπορείς να τον αλλάξεις λίγο, σε κάποιο βαθμό, όπως μπορεί ο καθένας μας να το πετύχει στο δικό του μικρο-περιβάλλον και τη δική του περιορισμένη σφαίρα επιρροής, ξεκινώντας πάντα από τον εαυτό του...

Το πιο σημαντικό πράγμα που διδάσκεται κάποιος από τους Νομπελίστες για τον εαυτό του, αλλά και για όλους τους ανθρώπους, είναι ότι αυτό που μετράει τελικά δεν είναι τα μεγάλα επιτεύγματα, αλλά η συνεισφορά. Μπορούμε όλοι να κάνουμε τη μικρή διαφορά όπου και να βρισκόμαστε και με τα μέσα που διαθέτουμε. Αρκεί να εστιάσουμε σε ανθρώπους και γεγονότα, να ζήσουμε τη ζωή μας με συνειδητότητα και να δείξουμε ειλικρινές ενδιαφέρον για όσα συμβαίνουν γύρω μας. Τότε θα ανακαλύψουμε τι ακριβώς μπορούμε να κάνουμε. Δεν υπάρχει μεγαλύτερη ικανοποίηση από αυτή την πρόκληση. Αυτό ακριβώς κάνουν και οι Νομπελίστες. Δεν βλέπουν τους εαυτούς τους ως «σωτήρες», αλλά ως «συνεισφέροντες». Και αυτό είναι πολύ σπουδαίο.

Αυτή η συνεισφορά του Νομπελίστα και ακτιβιστή Peter Agre, ο οποίος γενικά είναι ένας τολμηρός άνθρωπος που δεν διστάζει σε τίποτε, έχει αποδειχτεί πως είναι ανεκτίμητη. «Στη ζωή μπορείς να επιλέξεις να αγνοήσεις πολλά από αυτά που συμβαίνουν γύρω σου ή να

δεσμευτείς στην επίλυσή τους», λέει ο ίδιος. Εκείνος επέλεξε το δεύτερο. Ακολούθησε πράγματα που του κίνησαν το ενδιαφέρον, με προκαθορισμένο και σταθερό στόχο τη βελτίωση της υγείας των ανθρώπων σε παγκόσμιο επίπεδο. Τίποτα δεν ήταν εύκολο, αλλά όταν το μονοπάτι κατέληγε σε αδιέξοδο, εκείνος αναζητούσε ένα άλλο. Αυτό μας συμβουλεύει να κάνουμε και εμείς. Να βρούμε το μονοπάτι μας!

Peter Agre: Ένα ιδιότυπο σαφάρι



Η πρώτη εντύπωση που σου δίνει με το safari look του ο βραβευμένος με το Νόμπελ Χημείας Πίτερ Αγκρί, είναι αυτή του περιηγητή, ενώ αυτό που τον χαρακτηρίζει διαχρονικά, εκτός από το χιούμορ που διαθέτει σε αφθονία, είναι η διαρκής αναζήτηση της περιπέτειας. Αυτοπροσδιορίζεται ως ένας επαναστάτης που έμαθε να μη συμβιβάζεται, να κάνει λάθη και να διδάσκεται από αυτά. *«Το χειρότερο δεν είναι να κάνεις λάθη, αλλά να μη μαθαίνεις τίποτα μέσα από αυτά»*, μου λέει χαρακτηριστικά, προτείνοντάς μου να διαβάσω ένα βιβλίο που δείχνει τον τρόπο να αποτυγχάνει κάποιος καλά!¹²

Ο Αμερικανός ερευνητής έχει έρθει με απευθείας πτήση από την Νότια Αφρική. Εκτός από Καθηγητής στην Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου Johns Hopkins στο Μέρυλαντ των ΗΠΑ, διατελεί και Διευθυντής του Ινστιτούτου Ερευνών της Ελανοσίας Johns Hopkins. Μετά από μια 20ετή εστίαση στα «κανάλια ύδρευσης» των βιολογικών μεμβρανών (εργασία για την οποία μοιράστηκε με τον Αμερικανό μοριακό νευροβιολόγο Roderick MacKinnon το Νόμπελ Χημείας το 2003), ο Peter Agre έχει στρέψει την προσοχή του στη μολυσματική ασθένεια. Ο ίδιος, εκτός από την εργαστηριακή έρευνα πάνω στη νόσο, έχει θητεύσει στο παρελθόν και σε θεσμικές θέσεις, όπως αυτή του Προέδρου του Διεθνούς Κέντρου Αριστείας για Έρευνα της Ελανοσίας στη Ζιμπάμπουε και τη Ζάμπια. Ο Νομπελίστας, εξάλλου, είναι γνωστός και για την ακτιβιστική δράση του στο πεδίο των ανθρωπίνων δικαιωμάτων και της διασφάλισης της παγκόσμιας υγείας.

***«Το χειρότερο δεν είναι να κάνεις λάθη,
αλλά να μη μαθαίνεις από αυτά»***

Η μεμβράνη που περιβάλλει το κύτταρο είναι εκείνη που ρυθμίζει την επικοινωνία και την ανταλλαγή ύλης (ιόντων, σακχάρων, αμινοξέων, ακόμη και νερού) μεταξύ ενδοκυτταρικού και εξωκυττάριου περιβάλλοντος. Αυτή η ανταλλαγή «σκοντάφτει» στον υδρόφοβο χαρακτήρα της, γεγονός που σημαίνει ότι τα περισσότερα από τα μόρια που χρειάζεται να «διαβούν» το

¹² Το βιβλίο είναι της Megan McArdle έχει τίτλο: *The Up Side of Down: Why Failing Well Is the Key* και εκδόθηκε τον Φεβρουάριο του 2014

μεμβρανικό χώρο δεν είναι διαλυτά σε αυτόν. Αυτό αντιμετωπίζεται με την εμπλοκή ειδικών στερεοδομών (κυρίως πρωτεϊνών) που δρουν ως διάυλοι (κανάλια) ή αντλίες και ρυθμίζουν τη χημική ομοιοστάση του κυττάρου. Ο Peter Agre ήταν ένας από τους αποδέκτες του βραβείου Νόμπελ Χημείας το 2003, γιατί κατάφερε να προσδιορίσει τον τρόπο μεταφοράς του νερού μέσα και έξω από τα κύτταρα, απομονώνοντας μια μεμβρανική πρωτεΐνη που αργότερα συνειδητοποίησε ότι λειτουργεί ως κανάλι.

~~~~~

Ο Νομπελίστας, μετά την ολοκλήρωση των σπουδών του στη Χημεία στο πανεπιστήμιο Johns Hopkins, απέσπασε μια υποτροφία για σπουδές στην Αιματολογία και την Ογκολογία στο Πανεπιστήμιο της Βόρειας Καρολίνας. Κατά τη διάρκεια της υποτροφίας και μετά από εκτεταμένη έρευνα πάνω στη βιοχημεία των ερυθρών αιμοσφαιρίων, οδηγήθηκε στην ταυτοποίηση των γνωστών πλέον ελαττωμάτων της κυτταρικής μεμβράνης τους, που σχετίζονται με συγγενείς αιμολυτικές αναιμίες. Εκεί πέτυχε και την πρώτη απομόνωση των αντιγόνων ρέζους Rh των ομάδων αίματος (η ομάδα του Agre απομόνωσε δύο νέες μεμβρανικές πρωτεΐνες μοριακού βάρους περίπου 30 kDa σε ερυθρά αιμοσφαίρια).

Ο ίδιος στη συνέχεια αποφάσισε, χρησιμοποιώντας ένα απλό πείραμα, να διερευνήσει ακόμη μια πρωτεΐνη, την οποία διαπίστωσε σε αφθονία στα νεφρικά σωληνάκια. Χορήγησε αυτή την πρωτεΐνη σε έξι αυγά βατράχων και στη συνέχεια τα βύθισε σε νερό μαζί με άλλα έξι κανονικά αυγά. Τα κανονικά αυγά δεν παρουσίασαν τίποτα, ενώ τα άλλα με την πρωτεΐνη εξερράγησαν όπως το ποπ κορν.

Το 1992, ο Agre και η ομάδα του παρουσίασαν τα ερευνητικά τους αποτελέσματα, αποκαλώντας τη συγκεκριμένη πρωτεΐνη «aquaporin» (υδατοπορίνη) ή AQP1, και άνοιξαν τον δρόμο για το βραβείο Νόμπελ Χημείας. Η ανακάλυψη αυτή προκάλεσε επανάσταση στη μελέτη της διακίνησης νερού μεταξύ των κυττάρων και των μεσοκυττάρων χώρων του ανθρώπινου οργανισμού, η οποία μέχρι τότε θεωρούνταν ότι γίνεται μόνο με παθητική διάχυση.

Οι υδατοπορίνες (aquaporins) λειτουργούν ως μικροσκοπικοί διάυλοι νερού και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στο ανθρώπινο σώμα, κατά την κυκλοφορία στους νεφρούς, στους πνεύμονες, στον εγκέφαλο και στο δέρμα. Αυτές εμπλέκονται σε πολλαπλές κλινικές διαταραχές, περιλαμβανομένης της κατακράτησης υγρών, του εγκεφαλικού οιδήματος, του καταρράκτη, της θερμοπληξίας και της παχυσαρκίας. Επίσης, το αγγειακό εγκεφαλικό

επεισόδιο, το πνευμονικό οίδημα, ο άποιος<sup>13</sup> διαβήτης, η αθηρωμάτωση, η επιληψία, η κυστική ίνωση, το άσθμα, το γλαύκωμα, οι φλεγμονώδεις νόσοι του εντέρου, η ηπατική ίνωση, ο ασκίτης και το ηπατονεφρικό σύνδρομο είναι κάποιες από τις παθήσεις για τις οποίες υπάρχουν ενδείξεις ότι σχετίζονται με διαταραχή των υδατοπορινών. Εξίσου ενδιαφέρουσες είναι και οι ενδείξεις συμμετοχής των υδατοπορινών στον μηχανισμό της αγγειογένεσης του καρκίνου. Μέχρι σήμερα, 13 διαφορετικές υδατοπορίνες έχουν εντοπιστεί σε κύτταρα διαφόρων συστημάτων. Κάποιες επιτρέπουν διακυτταρική κίνηση μόνο του νερού, ενώ κάποιες επιπλέον και μιας χημικής ένωσης, της γλυκερόλης. Ο «υδραυλικός» των κυττάρων, όπως ο ίδιος ο επιστήμονας αυτοαποκαλείται, ανακάλυψε επίσης πως λίγες εκατοντάδες τέτοιες πρωτεΐνες aquaporin (AQPs) είναι άφθονες στη φύση και μπορούν να εντοπιστούν σε διάφορα μικρόβια, ζώα και φυτά, ρυθμίζοντας και σε αυτά τη μεταφορά του ύδατος.



~~~~~

Τα τελευταία δέκα χρόνια η έρευνα στο εργαστήριο του Peter Agre επικεντρώθηκε στον ρόλο των aquaporins στην ελονοσία. Ο Agre περνάει περίπου το ένα τρίτο κάθε έτους στη Ν. Αφρική, υποστηρίζοντας πως η μάχη με την ελονοσία είναι η νέα του «περιπέτεια». *«Η Επιστήμη προσφέρεται για καινούργιες περιπέτειες»*, υποστηρίζει. Οι προσπάθειες της ερευνητικής του ομάδας στη Βαλτιμόρη στρέφονται στη δημιουργία ενός «βελτιωμένου είδους



κουνουπιού», ανθεκτικού στα παράσιτα της ελονοσίας (πλασμώδια). Το κουνούπι *Anopheles gambiae* είναι ο σημαντικότερος φορέας για την ελονοσία του *Plasmodium falciparum* στην υποσαχάρια Αφρική. Η ομάδα έχει ανακαλύψει έναν ιό που είναι θανατηφόρος για το ανωφελές κουνούπι και ευθύνεται για τη μετάδοση της ελονοσίας.

«Το ανωφελές κουνούπι διαθέτει πολλές υδατοπορίνες (AQPs) που αποτελούν ενδιαφέροντες στόχους για νέες θεραπευτικές στρατηγικές. Αλλά και οι ανθρώπινες AQPs είναι

¹³ Πρόκειται για διαφορετική ασθένεια από το σακχαρώδη διαβήτη τύπου 1 ή τύπου 2. Στον άποιο διαβήτη οι νεφροί δεν μπορούν να ελέγχουν σωστά το επίπεδο υγρών στα ούρα.

ελπιδοφόρες. Οι μελέτες μας έδειξαν ότι η διακίνηση μιας χημικής ένωσης, της γλυκερόλης, έχει κρίσιμη συνεισφορά στην ανοσολογική ανοχή του κουνουπιού. Όταν ένα παράσιτο της ελονοσίας εισβάλλει σε ένα ερυθρό αιμοσφαίριο, η γλυκερόλη καλείται να διασχίσει τρεις μεμβράνες. Και για αυτή τη διαμεμβρανική διαδικασία κρίνεται σημαντική η ανθρώπινη Aquaglyceroporin 3 (AQPs) που αφήνει να περάσει η γλυκερόλη. Αυτό είναι ένα ακόμα αδύναμο σημείο που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε για να καταπολεμήσουμε αυτό το καταστροφικό παράσιτο».

Ο Καθηγητής εξηγεί ότι η ελονοσία μπορεί να αντιμετωπιστεί, αν περιοριστεί ένα τεράστιο πρόβλημα που είναι η ανθεκτικότητα κάποιων στελεχών του παρασίτου σε όλα τα φάρμακα, ακόμα και σε σύγχρονες συνδυαστικές θεραπείες. Αυτό σημαίνει ότι χρειάζονται συνεχώς νέα φάρμακα που είναι ακριβά, γεγονός που περιορίζει τη χρήση τους στις αναπτυσσόμενες χώρες.



«Ο περίπλοκος κύκλος ζωής του παρασίτου, το οποίο πολλαπλασιάζεται στα ηπατικά κύτταρα και στα ερυθρά αιμοσφαίρια του ανθρώπου, καθιστά πολύ δύσκολη τη στοχοθέτηση. Έτσι επικεντρωνόμαστε στην έρευνα ανθελνοσσιακών μηχανισμών που να καταστρέφουν το παράσιτο σε μοριακό επίπεδο, για να εξασθενούν τους μηχανισμούς αντίστασής του, ή που να καθιστούν τον φορέα του, δηλαδή το κουνούπι *Anopheles*, απρόσβλητο από αυτό», εξηγεί ο ερευνητής. Οι συνάδελφοι του Agre στο Ινστιτούτο για την Ελονοσία στη Macha της Ζάμπια έχουν καταφέρει μέσω της κατάλληλης πρόληψης και θεραπείας να εξαλείψουν την ελονοσία στην περιοχή με έναν εκπληκτικά αυξητικό ρυθμό 95%. Για τον ίδιο σκοπό ιδρύθηκε και ένα δεύτερο ινστιτούτο στη Ζιμπάμπουε.

Η ελονοσία χαρακτηρίζεται ως μια «σιωπηρή καταστροφή», υπεύθυνη για περίπου ένα εκατομμύριο θανάτους ετησίως, με την πιο κοινή ηλικία των θυμάτων να είναι τα τέσσερα έτη. Προσβάλλει συχνά τον οργανισμό κατά τη διάρκεια των περιόδων συγκομιδής, καθιστώντας τους ενήλικες που ζουν με το παράσιτο ανίκανους να εργαστούν. Ο Καθηγητής εξηγεί πως μια μέση αφρικανική αγροτική οικογένεια ξοδεύει περίπου το ένα τέταρτο των πενιχρών εσόδων της για φάρμακα κατά της ελονοσίας και επισημαίνει πως η ασθένεια δεν αφορά μόνο τον αναπτυσσόμενο κόσμο. Τα ανωφελή κουνούπια κυκλοφορούν στις περισσότερες κατοικημένες περιοχές του κόσμου και πολλά είδη τους μπορούν να μεταδώσουν την ελονοσία. Με την κλιματική αλλαγή, λέει ο ερευνητής, το παράσιτο θα είναι σε θέση να επιβιώσει μέσα σε αυτά

τα κουνούπια και να προκαλέσει προβλήματα υγείας στη Βόρεια Αμερική ή την Ευρώπη, ενώ αυτά τα παράσιτα πιθανώς θα εμφανίσουν πολλαπλές αντιστάσεις.

«Οι επιστήμονες έχουν ευθύνη να λένε την αλήθεια, να παρουσιάζουν τα γεγονότα στις πραγματικές τους διαστάσεις και να μη μασούν τα λόγια τους ακόμη και αν ενοχλούν κάποιους»

Ο Νομπελίστας γεννήθηκε το 1949 στο Northfield της Μινεσότα, 40 μίλια νότια της Μινεάπολης και έχει καταγωγή από τη Νορβηγία. Από τα παιδικά του χρόνια η Χημεία ήταν μέσα στην καθημερινότητά του, όχι μόνο γιατί ο πατέρας του ήταν Καθηγητής Χημείας σε κολλέγιο, αλλά και γιατί ο Νομπελίστας Linus Pauling, ένας από τους σπουδαιότερους χημικούς του 20^{ου} αιώνα και, ταυτόχρονα, βιοχημικός, ακτιβιστής, συγγραφέας και εκπαιδευτικός, ήταν συχνά φιλοξενούμενος της οικογένειας, αλλά και ο «ήρωάς» της ταυτόχρονα. Ο Νομπελίστας τον θαύμαζε όχι μόνο για το βραβείο Νόμπελ Χημείας, αλλά κυρίως για το δεύτερο βραβείο, το Νόμπελ Ειρήνης, που είχε αποσπάσει για τον αγώνα του υπέρ του τερματισμού των πυρηνικών εξοπλισμών.



«Είμαι ο μεγαλύτερος γιος έξι παιδιών. Η μητέρα μου ήταν αγρότισσα και δεν πήγε στο σχολείο, αλλά ήταν ένα πολύ θρησκευόμενο άτομο. Πάντα μας συμβούλευε να χρησιμοποιούμε τα ταλέντα μας για την ευημερία των άλλων ανθρώπων που δεν έχουν σταθεί πολύ τυχεροί στη ζωή τους. Ακόμη και τώρα που είναι 93 ετών με συμβουλεύει. Ο πατέρας μου ήταν μια πολύ ισχυρή προσωπικότητα και πολύ ταλαντούχος. Με τρόμαζε η ευκολία με την οποία έκανε μαθηματικούς υπολογισμούς μέσα στο κεφάλι του. Ήταν όμως και πολύ πεισματάρης, αυτό που λέμε “πεισματάρης Νορβηγός”. Γενικά είχαμε μια θαυμάσια παιδική ηλικία», περιγράφει ο ίδιος μέσα στη βιογραφία του.

Ο Agre εκδήλωσε την ακτιβιστική του ανησυχία πολύ νωρίς μέσω του προσκοπισμού¹⁴, από τον οποίο διδάχτηκε την τέχνη της επιβίωσης. Μετά από ένα προσκοπικό κατασκηνωτικό ταξίδι μέσω της Ρωσίας επέστρεψε με μια επαναστατική και μποέμικη διάθεση που είχε ως αποτέλεσμα τη ραγδαία πτώση των επιδόσεών του στο σχολείο και, φυσικά, τη δυσαρέσκεια των γονιών του. Όταν οι βαθμοί του στη χημεία κατρακύλησαν το 1967, εγκατέλειψε το σχολείο και συνέχισε στο νυχτερινό. Στα δεκαεπτά του πέρασε ένα καλοκαίρι οδηγώντας νταλικά για ένα εργοστάσιο που κατασκεύαζε πολεμικά υλικά, διασχίζοντας τη Ρωσία. Αυτό και ήταν μια εξαιρετικά διαφωτιστική εμπειρία, αφού διαπίστωσε ότι πολλές από τις συμβουλές και νουθεσίες που άκουγε μέσα στο σπίτι του δεν είχαν καμία εφαρμογή. Υπήρχαν μεγαλύτερα πράγματα εκεί έξω. Ταυτόχρονα αυτή η εμπειρία του από την επαφή με τον πραγματικό κόσμο ήταν λιγότερο ελκυστική από ό,τι περίμενε. Επέστρεψε για να γραφτεί στο πανεπιστήμιο Ausburg και να ειδικευτεί στη Χημεία. *«Ακόμη κουβαλάω μέσα μου το πόσο άτακτος και ανυπότακτος ήμουν»,* εξομολογείται γελώντας.

Μετά την αποφοίτησή του το 1970 ξόδεψε ακόμη ένα χρόνο σε ένα ιδιαίτερα επιμορφωτικό ταξίδι στην Ασία και τη Μέση Ανατολή. Νοίκιασε μοτοσυκλέτα στους λόφους της Ταϋλάνδης, εξερεύνησε την Καμπότζη, είδε την περιοχή Parrot's Beak στο Βιετνάμ, πέρασε στο Αφγανιστάν, το Ιράν, την Τουρκία, την Ευρώπη και επέστρεψε στην Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου Johns Hopkins, όπου γοητεύτηκε από τη βιοϊατρική έρευνα. *«Αυτό το ταξίδι στην Ανατολή ενίσχυσε το ενδιαφέρον μου για τις ασθένειες του Τρίτου Κόσμου»,* συμπληρώνει ο ερευνητής μέσα στη βιογραφία του.

Από εκεί ο Peter Agre ξεκίνησε την ερευνητική του καριέρα ως φοιτητής ιατρικής που ενδιαφερόταν για την παγκόσμια υγεία, ερευνώντας τη θερμικά ευαίσθητη εντεροτοξίνη E. Coli στα εργαστήρια του επιδημιολόγου Brad Sack και του βιοχημικού Pedro Cuatrecasas στο

¹⁴ Ανήκε στους επίλεκτους Eagle Scouts που είναι η υψηλότερη διάκριση-βαθμός για τους αμερικανούς προσκόπους

Johns Hopkins. Παρόμοια με την τοξίνη coli που προκαλεί μαζική απελευθέρωση υγρού από το λεπτό έντερο, μελέτησε και τη τοξίνη της χολέρας.

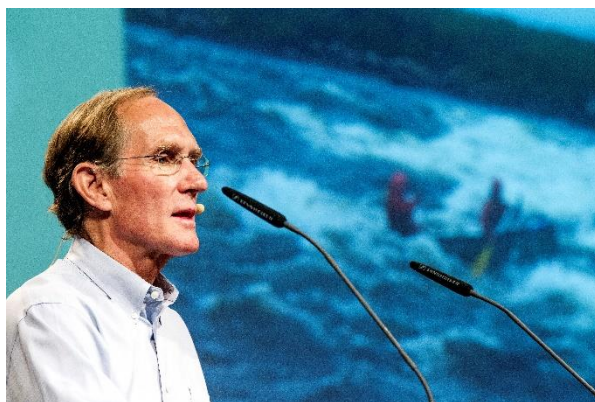
Μετά την κλινική εκπαίδευση, έλαβε μεταδιδακτορική υποτροφία στο εργαστήριο του κυτταρικού βιολόγου και νευροβιολόγου Vann Bennett στο Πανεπιστήμιο Duke, όπου ασχολήθηκε με μοριακά ελαττώματα στις μεμβράνες των ερυθρών αιμοσφαιρίων. Εκεί συναντήθηκε με τη μετέπειτα σύζυγο του, Mary Macgill, με την οποία παντρεύτηκαν το 1975 και απέκτησαν τρεις κόρες και ένα γιο. Σήμερα έχει δύο εγγονούς.

~~~~~

Ο Peter Agre πάντα πίστευε πως «εκεί έξω» υπάρχουν πολύ σοβαρά προβλήματα σχετικά με ασθένειες και πιθανότατα καλύτεροι γιατροί από εκείνον. *«Συνεπώς, συμβιβάστηκα με την ιδέα ότι θα έκανα ως επί το πλείστον βασική έρευνα»*, σχολιάζει. Έμαθε για το θεσμό του βραβείου Νόμπελ πολύ νωρίς, όταν ήταν ακόμη παιδί, γιατί ο πατέρας του του μιλούσε για αυτό «σαν να ήταν το Άγιο Δισκοπότηρο», όπως ο ίδιος περιγράφει. Εξάλλου και η συχνή επαφή της οικογένειας με επιστήμονες και Νομπελίστες επέδρασε καταλυτικά στη διαμόρφωση της μετέπειτα πορείας του.

*«Δυστυχώς ο πατέρας μου έφυγε από τη ζωή το '95 από καρκίνο και δεν πρόλαβε να δει τη βράβειυσή μου. Η απόκτηση του Νόμπελ ήταν ένα πραγματικά ευχάριστο γεγονός. Αλλά γενικά προσπαθώ να μην το παίρνω και πολύ στα σοβαρά. Θυμάμαι πως μου τηλεφώνησαν στις 05:00 το πρωί για να μου ανακοινώσουν πως πήρα Νόμπελ στη Χημεία, το χειρότερό μου μάθημα στο σχολείο (γελάει), και ένας χείμαρρος δημοσιογράφων ξεχύθηκε έξω από την πόρτα μου μέσα σε λίγα λεπτά. Τα τηλέφωνα χτυπούσαν συνεχώς και η σύζυγός μου με δυσκολία κατάφερε να επικοινωνήσει με τη μητέρα μου, η οποία με τη γνωστή σκανδιναβική της ψυχραιμία μου είπε: “Συγχαρητήρια, αλλά μη το πάρεις και πάνω σου!” (γελάει).*

Ο Καθηγητής με το άπλετο χιούμορ του διηγείται πως η πρώτη φορά που τον επιβράβευσε η μητέρα του για τις ερευνητικές του επιτυχίες ήταν την εποχή που μια μεγάλη και πασίγνωστη εταιρεία καλλυντικών ενδιαφέρθηκε για την εφαρμογή της έρευνάς του σε κρέμες προσώπου με αντιγηραντική



δράση. *«Μπράβο, επιτέλους έκανες και κάτι χρήσιμο στη ζωή σου!»*, θυμάται πως του είπε και ξεσπά σε γέλια.

Εκτός από την έρευνα στο πανεπιστήμιο, στις κατά καιρούς δραστηριότητες του Νομπελίστα έχει καταγραφεί η θητεία του (2009-10) στην Προεδρία της Αμερικανικής Ένωσης για την Προώθηση της Επιστήμης (American Association for the Advancement of Science, AAAS) μέσα στην οποία έχει επιδείξει μεγάλη δραστηριότητα και της Επιτροπής Ανθρωπίνων Δικαιωμάτων της Εθνικής Ακαδημίας των Επιστημών των ΗΠΑ (Committee on Human Rights (CHR)-The National Academy of Sciences, 2005-2009).

Ο ίδιος, ως ένας «διπλωμάτης της επιστήμης» (science diplomat), χρησιμοποιώντας την ως «εργαλείο» διπλωματίας και εκμεταλλευόμενος την «ήπια ισχύ» της, έχει πραγματοποιήσει στο παρελθόν, αλλά και στο παρόν, όταν και όπου χρειάζεται, μια σειρά επισκέψεων σε χώρες που διατηρούσαν διαταραγμένες διπλωματικές σχέσεις με τις ΗΠΑ, όπως η Κούβα, το Ιράν, η Μιανμάρ και η Βόρεια Κορέα. Σκοπός κάθε ταξιδιού ήταν η ενίσχυση του επιστημονικού διαλόγου και η προώθηση συνεργασιών σε επιστημονικά έργα με στόχο τη μείωση των εντάσεων μεταξύ των χωρών. Για παράδειγμα, επισκέφθηκε την Κούβα κατά την περίοδο που τελούσε υπό το εμπάργκο των ΗΠΑ, το οποίο μπλόκαρε την εισαγωγή στη χώρα βασικών αγαθών και κυρίως φαρμάκων.

Ο Νομπελίστας υποστηρίζει με πάθος την Επιστήμη, δεν μασά τα λόγια του και δεν διστάζει να διαδηλώσει υπέρ της, όπως κάνει κάθε χρόνο, συμμετέχοντας στην «Πορεία για την Επιστήμη» (March for Science), μια δράση με παγκόσμιο χαρακτήρα. *«Οι επιστήμονες έχουν ευθύνη να λένε την αλήθεια, να παρουσιάζουν τα γεγονότα στις πραγματικές τους διαστάσεις και να μη μασούν τα λόγια τους ακόμη και αν ενοχλούν κάποιους»*, υπογραμμίζει. Αν και στεναχωριέται που η κοινωνία δεν έχει ακόμη καταλάβει τον πραγματικό ρόλο της Επιστήμης στην καθημερινή ζωή μας, δεν χάνει την αισιοδοξία του. Εξάλλου, έχει δηλώσει πως προτιμά να μη μιλά τόσο για τα επιτεύγματα του εργαστηρίου του, αλλά για την αξία της Επιστήμης γενικότερα, ώστε να ενθαρρύνει τους νέους ανθρώπους να ασχοληθούν με αυτή. *«Πρέπει να συνεχίσουμε να διερευνούμε τη δυναμική της ιατρικής επιστήμης, γιατί αποτελεί πηγή μεγάλης αισιοδοξίας για ένα διαφορετικό πλανήτη. Αυτό που πήρα ως μάθημα από μια 40ετή επιστημονική καριέρα είναι ότι έχουμε μια μοναδική ευκαιρία να κάνουμε τον κόσμο καλύτερο»*, συμπληρώνει.

Σήμερα στα 68 του χρόνια, ο Peter Agre δηλώνει πως, αν γύριζε τον χρόνο πίσω, θα προσπαθούσε να είναι πιο υπομονετικός με τους ανθρώπους. Αν και δυστυχώς έχει διαγνωστεί



με τη νόσο του Πάρκινσον και οι γιατροί τού έχουν συστήσει να μειώσει τις δραστηριότητές του, εκείνος συνεχίζει να κάνει κανό στην Αρκτική και cross-country σκι. Εξακολουθεί βεβαίως να ασχολείται με την καταπολέμηση των μολυσματικών ασθενειών στον Τρίτο κόσμο και, κυρίως, να επιδίδεται με μανία στην προώθηση της Επιστήμης, χωρίς δισταγμούς.<sup>15</sup>

~~~~~

Ρίχνοντας μια ματιά στις βιογραφίες των Νομπελιστών που συμμετέχουν στο 67^ο Lindau Nobel Laureates Meetings, αντιλαμβάνεται κάποιος πως στον τομέα της επιστήμης η επίτευξη κάθε στόχου μπορεί να σηματοδοτήσει μια καινούργια αρχή, την αφετηρία μιας νέας «ευφύους περιπέτειας». Το άνοιγμα μιας πόρτας μπορεί να αποκαλύψει ακόμη περισσότερες πόρτες που χρειάζεται να ξεκλειδωθούν. Κάποιες υποψίες, ασαφή στοιχεία ή ιδέες που αρχικά φαντάζουν ουτοπικά σενάρια μπορεί να οδηγήσουν μετά από πολλά χρόνια στη δικαίωση. Αυτό ακριβώς συνέβη στην περίπτωση του Νομπελίστα Harald zur Hausen.

Είναι απίστευτο, για παράδειγμα, το γεγονός πως οι φαρμακευτικές εταιρείες απέρριψαν καταρχάς την πρόταση του zur Hausen για την ανάπτυξη ενός εμβολίου για τον καρκίνο του τραχήλου, λέγοντάς του πως δεν θα βρισκόταν μια «φιλική αγορά» για αυτό. Φυσικά τα αποτελέσματα τούς διέψευσαν όλους και το εμβόλιο για τον HPV κυκλοφόρησε τελικά το 2006. Ο Νομπελίστας, που



πρώτος συνέδεσε τον ιό HPV με τον καρκίνο του τραχήλου της μήτρας, προσπαθεί τώρα να αποδείξει τη σχέση μεταξύ ενός μολυσματικού παράγοντα προερχόμενου από τις αγελάδες (infectious bovine agent) και του καρκίνου του παχέος εντέρου, κάνοντάς μας κάθε φορά που γευόμαστε ένα ζουμερό μπιφτέκι να αναρωτιόμαστε αν αυτό εμπεριέχει τον συγκεκριμένο ιό. Ο ίδιος το υπονιάζεται, αν και αυτή τη στιγμή δεν έχει διαθέσιμα αρκετά σαφή στοιχεία για να το αποδείξει. Προς το παρόν, η ιδέα μπορεί να φαίνεται ως ένα μακρινό σενάριο, όπως φάνταζε απίθανη το 1976 και η θεωρία του ότι ο ανθρώπινος ιός θηλώματος (HPV) ήταν μία από τις βασικές αιτίες του καρκίνου του τραχήλου της μήτρας. Μια ουτοπική τότε θεωρία που τελικά τον οδήγησε στο βραβείο Νόμπελ!

¹⁵ Απόσπασμα της συνέντευξης δημοσιεύτηκε στην εφημερίδα «Ναυτεμπορική» on line στις 08/07/2017

Harald zur Hausen: Μικρές νίκες, μεγάλα βήματα

Γεννημένος το 1936, ο Καθηγητής zur Hausen βίωσε το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο ως παιδί στην πόλη Gelsenkirchen-Buer στη Βόρεια Ρηνανία-Βεστφαλία. Αυτή η περιοχή καταστράφηκε τελείως από βομβαρδισμό, αλλά ευτυχώς όλα τα μέλη της οικογένειάς του επέζησαν από την καταστροφή του πολέμου. Με μια μητέρα που είχε έντονο ενδιαφέρον για την ιατρική και έναν πατέρα γεωπόνο μοιραία αγάπησε τη φύση, τη βιολογία, τα πουλιά, τα ζώα και αποφάσισε σε νεαρή ηλικία ότι ήθελε να γίνει Επιστήμονας.

«Δεδομένου ότι τα σχολεία έκλεισαν λόγω των βομβαρδιστικών επιδρομών το 1943, η στοιχειώδης εκπαίδευσή μου ήταν γεμάτη κενά. Μπήκα στο Γυμνάσιο στην ηλικία των 10 ετών το 1946, και δυσκολεύτηκα πολύ. Το 1950 οι γονείς μου μετακόμισαν στη Βόρεια Γερμανία όπου τελικά ολοκλήρωσα το σχολείο το 1955», θυμάται.



Ένα βιβλιαράκι για τον Ρόμπερτ Κοχ - τον άνθρωπο που απάλλαξε τον κόσμο από τη φυματίωση και θεμελίωσε τη μικροβιολογία και τη βακτηριολογία - που έπεσε στα χέρια του Καθηγητή στα τέλη του 1945 στάθηκε ικανό να καθορίσει τη μετέπειτα πορεία του. Στο δίλημμα να σπουδάσει Βιολογία ή Ιατρική επικράτησε το δεύτερο και έτσι σπούδασε Ιατρική στο πανεπιστήμιο της Βόννης. Συνέχισε τις σπουδές του στο Αμβούργο και στην Ιατρική Ακαδημία του Ντίσελντορφ, όπου ολοκλήρωσε και τη διδακτορική του διατριβή το 1960. Στα δύο χρόνια ως ασκούμενος ιατρός ανέπτυξε ενδιαφέρον για τη Γυναικολογία και τη Μαιευτική και προσχώρησε στο Πανεπιστήμιο του Ντίσελντορφ ως εργαστηριακός βοηθός, εξερευνώντας χρωμοσωμικές τροποποιήσεις που οφείλονταν σε ιούς.

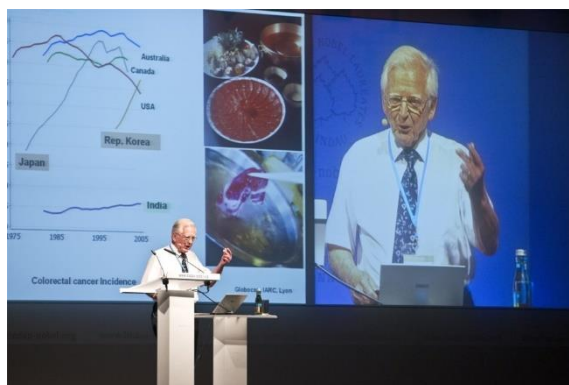
Ανήσυχο πνεύμα, ο zur Hausen μετακινήθηκε στις ΗΠΑ το 1965 για να εργαστεί στο Νοσοκομείο Παιδών της Φιλαδέλφειας κοντά στους Γερμανούς ιολόγους Werner και Gertrude Henle, στο εργαστήριο των οποίων ανακαλύφθηκε ο ιός Epstein-Barr. Εκεί απέδειξε με την έρευνά του ότι ένας αδενοϊός, όπως ο EBV, μπορεί να μετασχηματίσει υγιή κύτταρα (λεμφοκύτταρα) σε καρκινικά κύτταρα. Και από ξεκίνησαν όλα.

Το 1977 ανέλαβε Πρόεδρος του Ινστιτούτου Ιολογίας του Πανεπιστημίου του Freiburg και το 1979 μαζί με την ομάδα του απομόνωσαν το πρώτο DNA ιού από κονδυλώματα των γεννητικών οργάνων, τον τύπο HPV-6. Μέχρι το 1983 είχαν φτάσει στον HPV-16, για τον οποίον ανακάλυψαν ότι ήταν παρών στις μισές περίπου περιπτώσεις καρκίνου του τραχήλου της μήτρας. Τον επόμενο χρόνο απομόνωσαν τον HPV-18, ο οποίος αντιπροσώπευε το 1/5 των περιπτώσεων.

~~~~~

*«Τα εμβόλια είναι ασφαλή και οι γονείς πρέπει να εμβολιάζουν τα παιδιά τους! Ο μη εμβολιασμός εμπεριέχει μεγαλύτερο κίνδυνο από τις τυχόν παρενέργειες των εμβολίων, μπορεί να επιφέρει ακόμη και τον θάνατο».* Αυτό μου λέει με απόλυτη βεβαιότητα ο Γερμανός Νομπελίστας Χάραλντ Τσουρ Χάουσεν. Και όταν το λέει αυτό ο επιστήμονας που το 2008 τιμήθηκε με το Νόμπελ Φυσιολογίας ή Ιατρικής για την ανακάλυψη του ρόλου του Ιού των Ανθρωπίνων Θηλωμάτων (Human Papilloma Virus, HPV) που βασίζεται στο DNA - μια ανακάλυψη που οδήγησε και στο πρώτο εμβόλιο για τον καρκίνο του τραχήλου της μήτρας - δεν μπορεί κανείς εύκολα να το αμφισβητήσει.

Ο Καθηγητής θεωρεί πως το αντιεμβολιαστικό κίνημα, που έχει λάβει διαστάσεις επιδημίας στην Ευρώπη και φυσικά και στη χώρα μας, και που μοιραία θα οδηγήσει στην επανεμφάνιση επιδημιών, είναι το αποτέλεσμα κακής προπαγάνδας και έντονου λαϊκισμού. *«Δυστυχώς οι ψευδείς ειδήσεις (fake news) απειλούν στις μέρες μας και την Επιστήμη σε κάθε επίπεδο, καθώς η διάχυσή τους τείνει να λάβει σκανδαλώδεις διαστάσεις»*, επισημαίνει.



Απόδειξη της αποτελεσματικότητας των εμβολίων είναι το γεγονός ότι η εφαρμογή στρατηγικών εμβολιασμού τα προηγούμενα 30 έτη οδήγησε στο να ανακηρυχθεί το 2002 η Ευρώπη ελεύθερη πολιομυελίτιδας, ενώ την περασμένη δεκαετία τα κρούσματα ιλαράς στην Ευρωπαϊκή Ήπειρο μειώθηκαν σε ένα ποσοστό άνω του 90%. Σε διεθνές επίπεδο, σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας, μόνο το εμβόλιο της ιλαράς από το 2000 και μέσα σε μια δεκαετία έσωσε 17,1 εκατομμύρια ζωές. Δυστυχώς, σήμερα παγκοσμίως 22 εκατομμύρια βρέφη κατ' εκτίμηση δεν εμβολιάζονται πλήρως με τα προτεινόμενα εμβόλια για διάφορους λόγους (π.χ. εμπόλεμες ζώνες, φτώχεια, κ. ά.), ενώ πάνω από 1,5 εκατομμύρια παιδιά κάτω των

5 ετών, σύμφωνα με τη UNICEF, πεθαίνουν από νοσήματα τα οποία θα προλαμβάνονταν με τον εμβολιασμό.

Ο διαπρεπής ερευνητής τα τελευταία χρόνια ηγείται μιας εκστρατείας υπέρ του εμβολιασμού για τον ιό των Ανθρωπίνων Θηλωμάτων, όχι μόνο στα κορίτσια, αλλά και στα αγόρια. Είναι πεπεισμένος πως το 21% των καρκίνων οφείλεται σε λοιμώξεις, τα 2/3 των οποίων προκαλούνται από ιούς, για τους οποίους υπάρχουν εμβόλια. Οι άνθρωποι καρκίνοι που σχετίζονται με τον ιό του θηλώματος, τον ιό της Ηπατίτιδας Β, τον ιό Epstein-Barr (με πιο συχνή κλινική εκδήλωση την οξεία λοιμώδη μονοκυρήνωση) και τις λοιμώξεις από τον ιό της λευχαιμίας-λεμφώματος των ανθρώπινων Τ κυττάρων αποτελούν το 15% περίπου των περιστατικών παγκοσμίως. Ο καρκίνος του τραχήλου της μήτρας και του ήπατος αντιπροσωπεύει περίπου το 80% των καρκίνων που συνδέονται με τον ιό. Επειδή τα πειραματικά και επιδημιολογικά δεδομένα υποδηλώνουν έναν αιτιολογικό ρόλο για τους ιούς, ιδιαίτερα στον καρκίνο του τραχήλου της μήτρας και του ήπατος, οι ιοί θεωρούνται ο δεύτερος σημαντικότερος παράγοντας κινδύνου για την ανάπτυξη καρκίνου στον άνθρωπο.

Ο Νομπελίστας υποστηρίζει πως τώρα είναι η ευκαιρία να «εξαλειφθούν» οι τύποι του ιού HPV εντελώς, εάν αναπτυχθούν παγκόσμια προγράμματα εμβολιασμού για όλα τα παιδιά. *«Από το 2008, το Ηνωμένο Βασίλειο ξεκίνησε δωρεάν εμβολιασμούς κατά του HPV σε κορίτσια ηλικίας 12 έως 13 ετών. Το πρόγραμμα είχε εφαρμογή σχεδόν κατά*



*87% μέσα στο χρονικό διάστημα από το 2013 έως το 2014 και οδήγησε σε μείωση του αριθμού των προκαρκινικών ανωμαλιών του τράχηλου της μήτρας. Σε αυτό εντάχθηκε και ο εμβολιασμός των αγοριών», συμπληρώνει.*

***«Το αντι-εμβολιαστικό κίνημα που έχει λάβει διαστάσεις επιδημίας και μοιραία θα οδηγήσει στην επανεμφάνιση επιδημιών είναι το αποτέλεσμα κακής προπαγάνδας και έντονου λαϊκισμού»***

Ο Καθηγητής zur Hausen υποστηρίζει πως ο εμβολιασμός και των αγοριών είναι «ύψιστης σημασίας», όχι μόνο επειδή είναι επίφοβα για την εκδήλωση καρκίνου στο φάρυγγα ή στο πέος, αλλά επειδή η προστασία τους είναι το «κλειδί» για να σταματήσει η μετάδοση του

ιού. «Κατά τη γνώμη μου, ο εμβολιασμός των αγοριών είναι εξαιρετικά σημαντικός, καθώς η μετάδοση του ιού οφείλεται σε άνδρες συντρόφους», υποστηρίζει ο ίδιος.

Από το 2015 η Βρετανική Αρχή Εμβολιασμού, δηλαδή η μεικτή επιτροπή για τον εμβολιασμό και την ανοσοποίηση (Joint Committee on Vaccination and Immunisation, JCVI), συνέστησε στο Ηνωμένο Βασίλειο να εισαγάγει πρόγραμμα εμβολιασμού και για ομοφυλόφιλους άνδρες, το οποίο θα εφαρμόζεται μέσω κλινικών σεξουαλικής υγείας. Το σκεπτικό για τη σύσταση αυτή ήταν ότι οι ετεροφυλόφιλοι άνδρες προστατεύονται από τη λοίμωξη από τον ιό HPV, επειδή οι περισσότερες γυναίκες έχουν εμβολιαστεί, αλλά οι άνδρες που έχουν σεξουαλική επαφή με άνδρες παραμένουν χωρίς προστασία<sup>16</sup>. «Νομίζω πως ένα πλήρες πρόγραμμα εμβολιασμού μπορεί να είναι ο μόνος τρόπος για την πρόληψη της ‘‘ωρολογιακής βόμβας’’ που αναμένεται να σκάσει από τις μεταβαλλόμενες σεξουαλικές συμπεριφορές των ατόμων», καταλήγει ο Καθηγητής.

Ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Φαρμάκων (EMA) έχει εγκρίνει πάντως τον εμβολιασμό και αγοριών και ανδρών ηλικίας 9-26 ετών, προκειμένου να προστατεύονται από τον ιό που προκαλεί κονδυλώματα των γεννητικών οργάνων και ορισμένους σπάνιους τύπους καρκίνου του πέους και του πρωκτού. Μέχρι στιγμής αυτός ο εμβολιασμός εφαρμόζεται σε Αυστραλία και ΗΠΑ, ενώ εντός της Ευρώπης έχει ξεκινήσει ήδη στο Ηνωμένο Βασίλειο. Ο καρκίνος του τραχήλου της μήτρας είναι ο δεύτερος συνηθέστερος καρκίνος στις γυναίκες, με περίπου 530.000 νέες περιπτώσεις και 270.000 θανάτους το 2012, σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας.

«Υπάρχουν περισσότεροι από 200 γονότυποι HPV», λέει ο zur Hausen, «εκ των οποίων 13 - 50 τύποι ενοχοποιούνται για καρκίνο του τραχήλου της μήτρας. Προς το παρόν, τα εμβόλια για HPV στοχεύουν στους εννέα τύπους που καλύπτουν περισσότερο από το 90% των περιπτώσεων καρκίνου του τραχήλου της μήτρας». Ο Καθηγητής συμπληρώνει πως «1% - 5% των γυναικών που έχουν μολυνθεί από HPV θα εκδηλώσουν τελικά καρκίνο του τραχήλου της μήτρας».

~~~~~

¹⁶ https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/477954/JCVI_HPV.pdf



Το ερευνητικό Ίδρυμα μέσα στο οποίο εργάζεται σήμερα ο Καθηγητής Harald zur Hausen είναι το Γερμανικό Κέντρο Ερευνών για τον Καρκίνο (DKFZ), που αποτελεί ένα από τα κορυφαία Ινστιτούτα Βιοϊατρικών Ερευνών στον κόσμο και έχει ως αποστολή τον εντοπισμό και τη μελέτη των παραγόντων καρκινογένεσης, την εξάλειψη των μηχανισμών καρκινογένεσης,

αλλά και την ανάπτυξη νέων προσεγγίσεων για την πρόληψη, διάγνωση και θεραπεία της πολυπαραγοντικής αυτής νόσου. Διαθέτει 54 επιστημονικά τμήματα, 25 κατώτερες ερευνητικές ομάδες και βρίσκεται σε στενή συνεργασία με 12 κλινικές. Απασχολεί συνολικά 2800 εργαζόμενους, από τους οποίους οι 388 είναι διδακτορικοί και μεταδιδακτορικοί φοιτητές και οι 1244 αποτελούν μόνιμο επιστημονικό προσωπικό από 74 χώρες, ανάμεσά τους και αρκετοί Έλληνες. Ο Νομπελίστας από το 1983 έως το 2003 διατέλεσε πρόεδρος του Κέντρου και αυτή τη στιγμή είναι επικεφαλής του τμήματος Division of Episomal-Persistent DNA in Cancer- and Chronic Diseases, όπου διερευνάται ο ρόλος DNA αλληλουχιών και των γονιδιακών τους προϊόντων ως μολυσματικών παραγόντων σε τρόφιμα, καθώς και ο συσχετισμός τους με συγκεκριμένες μορφές καρκίνου και νευροεκφυλιστικές νόσους.

Ο Καθηγητής Harald zur Hausen, προσπαθεί τώρα να αποδείξει τη σχέση μεταξύ ενός μολυσματικού παράγοντα προερχόμενου από τις αγελάδες (infectious bovine agent) και του καρκίνου του παχέος εντέρου. Αυτή την υπόθεση ο 80χρονος Γερμανός ιολόγος την εξέθεσε ως προσκεκλημένος ομιλητής στο πλαίσιο μιας επιστημονικής εκδήλωσης το Δεκέμβριο του 2008 στο Karolinska Institutet στη Στοκχόλμη. Τέσσερα χρόνια μετά, το 2012, η σχετική εργασία του δημοσιεύθηκε στο επιστημονικό περιοδικό *International Journal of Cancer*¹⁷.

«Τα διαθέσιμα δεδομένα είναι συμβατά με την ερμηνεία ότι ένας συγκεκριμένος παράγοντας βοείου κρέατος (bovine agent) - για τον οποίο υπάρχει υποψία ότι είναι ένας ή περισσότεροι θερμοανθεκτικοί και δυνητικά ογκογονικοί ιοί βοοειδών (π.χ. ιοί πολυώματος, θηλώματος ή μονόκλωνου DNA) - μπορεί να μολύνει τα παρασκευάσματα βοδινού και να οδηγήσει σε λανθάνουσες λοιμώξεις στον ορθοκολικό σωλήνα (έντερο)», εξηγεί ο ερευνητής.

¹⁷ <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ijc.27413/full>

Ένας αυξημένος κίνδυνος για καρκίνο του παχέος εντέρου έχει αναφερθεί επανειλημμένα ως συνέπεια της μακροχρόνιας κατανάλωσης μαγειρεμένου και επεξεργασμένου κόκκινου κρέατος, ο οποίος οφείλεται συχνά στις χημικές καρκινογόνες ουσίες που προκύπτουν κατά τη διαδικασία μαγειρέματός του. Αντίθετα, η μακρόχρονη κατανάλωση ψαριών ή πουλερικών προφανώς δεν αυξάνει τον κίνδυνο, παρόλο που παρόμοιες ή υψηλότερες συγκεντρώσεις χημικών καρκινογόνων έχουν καταγραφεί κατά την παρασκευή τους προς κατανάλωση.

Η γεωγραφική επιδημιολογία του καρκίνου του παχέος εντέρου φαίνεται να αντιστοιχεί σε περιοχές με υψηλό ποσοστό κατανάλωσης βοδινού κρέατος. Χώρες με πραγματική απουσία βοδινού κρέατος στη διατροφή (Ινδία) ή με κατανάλωση κατά προτίμηση αρνίσιου ή κατσικίσιου κρέατος (αρκετές Αραβικές χώρες) παρουσιάζουν χαμηλά ποσοστά καρκίνου του παχέος εντέρου. Στην Κίνα, η κατανάλωση χοιρινού κρέατος έχει μακρά παράδοση, με ένα μέσο ποσοστό καρκίνου του παχέος εντέρου. Στην Ιαπωνία και την Κορέα, οι εισαγωγές βοδινού και χοιρινού κρέατος μεγάλης κλίμακας, που ξεκίνησαν μετά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο ή μετά τον πόλεμο της Κορέας, σχετίζονται με μια απότομη αύξηση περιστατικών καρκίνου του παχέος εντέρου, κυρίως μετά το 1970 στην Ιαπωνία και μετά το 1990 στην Κορέα.



Η ομάδα του Καθηγητή έχει τώρα απομονώσει και μελετά αντίστοιχους παράγοντες (DNA agents) από γάλα και άλλα γαλακτοκομικά προϊόντα, από ορό αίματος αγελάδας και από εγκεφαλικό ιστό ατόμων που πάσχουν από σκλήρυνση κατά πλάκας. Αυτοί οι παράγοντες είναι ύποπτοι όχι μόνο για εκδήλωση καρκίνου του εντέρου, αλλά και για καρκίνο στο στήθος, το λάρυγγα και τον προστάτη, καθώς και για την ανάπτυξη νευροεκφυλιστικών νόσων και την εκδήλωση αυτοάνοσων νοσημάτων.

*«Απομονώσαμε και αλληλουχήσαμε περισσότερα από 30 μονοκλωνικά κυκλικά DNA, αποτελούμενα από ~ 1.000 έως ~ 3.000 νουκλεοτίδια σε μήκος. Αυτά κατατάχθηκαν σε τέσσερις διαφορετικές οικογένειες, οι δύο από τις οποίες ονομάστηκαν παράγοντες βοδινού κρέατος και γάλακτος (Bovine Meat and Milk Factors, BMMFs) λόγω της βοδινής προέλευσής τους. Εκτός από μία ομάδα, τα άλλα στελέχη αποκάλυψαν αξιοσημείωτες ομοιότητες (ομοιότητες) νουκλεϊκού οξέος με πλασμίδια βακτηρίων *Acinetobacter* και *Psychrobacter* - πρόκειται για δίκλωνα, κυκλικά μόρια DNA, το μέγεθος των οποίων ποικίλλει, που εντοπίζονται σε πολλά βακτήρια και περιέχουν μικρό ποσοστό της γενετικής πληροφορίας του κυττάρου, συγκεκριμένα 1 -2 %. Μετά τη διαμόλυνση των ανθρώπινων κυττάρων, όλα αυτά που ελέγχθηκαν ήταν μεταγραφικά και μεταφραστικά ενεργά. Σε μερικά ανθρώπινα κύτταρα παρατηρήθηκε η αντιγραφή και η σύνθεση μολυσματικών απογόνων. Αυτό συνεχίζουμε να διερευνούμε», εξηγεί ο Νομπελίστας.*

Το σημαντικό στοιχείο είναι ότι αυτοί οι παράγοντες προσβάλλουν συστηματικά τον ανθρώπινο οργανισμό όταν βρίσκεται σε πολύ μικρή ηλικία (2-3 έτη) και παραμένουν σε ληθαργική κατάσταση ως τη στιγμή που κάτι τους «ξυπνάει». Αυτόν τον παράγοντα αφύπνισης αναζητεί τώρα η ερευνητική ομάδα του Νομπελίστα.

«Έχουμε χρέος να εκπαιδεύσουμε την κοινωνία, να μιλήσουμε ανοικτά για Επιστήμη, να δώσουμε στον κόσμο να καταλάβει τον ρόλο μας, γιατί δυστυχώς δεν τον έχουν ακόμη συνειδητοποιήσει»

Η απονομή του Νόμπελ δεν εξέπληξε τον Καθηγητή, γιατί του περνούσε ως ιδέα από το μυαλό του κατά καιρούς. Ωστόσο, μπορεί να τον χαροποίησε, αλλά του άλλαξε ριζικά την καθημερινότητά του. «Ξαφνικά άρχισαν να χτυπούν τα τηλέφωνα, να δέχομαι προσκλήσεις από παντού, να μιλάω σε Μέσα Ενημέρωσης και γενικά να αποκτώ δύο πρόσωπα, ένα του επιστήμονα- ερευνητή και ένα του δημοσιοσχεσίτη. Στην αρχή δεν μπορούσα να το διαχειριστώ όλο αυτό και χανόμουν. Τώρα τα έχω καταφέρει, νομίζω, καλύτερα. Δεν ανταποκρίνομαι σε όλους και έχω μειώσει τις δημόσιες εμφανίσεις μου. Λέω όμως πάντα ‘ναι’ στις προσκλήσεις

μαθητών και φοιτητών, γιατί πιστεύω πως έχουμε χρέος να μιλάμε στη νέα γενιά. Θεωρώ, επίσης, πως έχουμε χρέος να εκπαιδεύσουμε και την κοινωνία, να μιλήσουμε ανοικτά για την Επιστήμη, να δώσουμε στον κόσμο να καταλάβει τον ρόλο μας, γιατί, δυστυχώς, δεν τον έχουν ακόμη συνειδητοποιήσει και αυτό μου προκαλεί προβληματισμό», λέει χαρακτηριστικά ο Επιστήμονας, ο οποίος ανησυχεί για πολλά από αυτά που συμβαίνουν στον κόσμο καθημερινά, όπως είναι η κλιματική αλλαγή ή οι παρορμητικές αντιδράσεις του Αμερικανού προέδρου Τραμπ σε ζητήματα παγκόσμιου χαρακτήρα.

Η συνάντηση με τον Γερμανό Νομπελίστα συνέπεσε την ίδια χρονιά με τη διενέργεια των γερμανικών εκλογών και έτσι ήταν αδύνατο να μη του ζητήσω να σχολιάσει το επικίνδυνα διαμορφωμένο πολιτικό σκηνικό στη Γερμανία, μετά την ιστορική επιτυχία που κατέγραψε η εθνικιστική άκρα δεξιά.

«Γνωρίζω την Καγκελάριο Μέρκελ προσωπικά και τη θαυμάζω. Θα σας την περιέγραφα ως έναν άνθρωπο ταπεινό, συνετό και χαμηλών τόνων, που απεχθάνεται τη διαφθορά. Εκτιμώ ότι δέχτηκε πολύ μεγάλη κριτική τόσο για τη στάση της απέναντι σε ευρωπαϊκά θέματα όσο και για τον τρόπο που διαχειρίστηκε το μεταναστευτικό ζήτημα. Νομίζω πως αυτό πληρώνει άλλωστε. Η άνοδος του Alternative für Deutschland, AfD (ακροδεξιό κόμμα) είναι το αποτέλεσμα μιας επιθετικής ξενοφοβικής εκστρατείας. Οι πρόσφυγες που εισήλθαν στην Ευρώπη παρουσιάστηκαν ως τρομοκράτες ή εν δυνάμει εγκληματίες και αυτό ενισχύθηκε από τα τρομοκρατικά γεγονότα που έλαβαν χώρα σε διάφορα σημεία της Ευρώπης. Η καγκελάριος, ωστόσο, βρίσκεται στην εξουσία από το 2005 και αυτή είναι η τέταρτη συναπτή νίκη της. Ας ελπίσουμε για το καλύτερο».

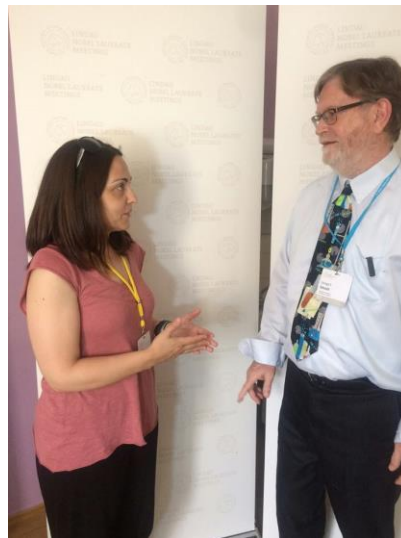
Για τη σχέση του με τους Έλληνες δεν χρειάζεται να ρωτήσουμε τον Καθηγητή, γιατί έχει εκφράσει επανειλημμένα, όχι μόνο με τα λόγια αλλά και με τις πράξεις του, πως είναι βαθιά φιλέλληνας. Είναι ο άνθρωπος που το 2012 ανέλαβε την πρωτοβουλία να συντάξει την ανοιχτή επιστολή με τίτλο «Support for Greece» (την οποία υπέγραψαν 20 Νομπελίστες και δημοσιεύτηκε στο περιοδικό *Science*) και να την αποστείλει στην Ευρωπαϊκή Ηγεσία. Και αυτό γιατί πίστευε και εξακολουθεί να πιστεύει πως «το ζήτημα της Ελλάδας έχει ευρωπαϊκές διαστάσεις και πρέπει όλη η Ευρώπη να σταθεί στο πλάι των Ελλήνων».

Αυτό είχε υποστηρίξει και δημόσια, εξάλλου, από το βήμα των ομιλητών κατά τη διάρκεια Ημερίδας, το Δεκέμβριο του 2016, στο Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών (ΕΙΕ) στην Αθήνα με θέμα «Towards an Athens Comprehensive Cancer Center». Τότε είχε γίνει η επίσημη ανακοίνωση για τη δημιουργία ενός Κέντρου Έρευνας για τον Καρκίνο στην Ελλάδα, και συγκεκριμένα στην Αθήνα, το οποίο θα μπορούσε να ξαναφέρει πίσω ερευνητές της διασποράς

και, με αυτό τον τρόπο, να αντιμετωπιστεί το “brain drain” (η αποστράγγιση εγκεφάλων) της τελευταίας δεκαετίας, συμβάλλοντας δραστικά στο “brain gain” (απόκτηση εγκεφάλων) και στο “brain return” (επιστροφή εγκεφάλων).¹⁸

~~~~~

Αυτό που εισπράττω από την επαφή μου με τους Νομπελίστες όλες τις μέρες που παρακολουθώ το φόρουμ, είναι το γεγονός πως στην πλειονότητά τους δεν απολαμβάνουν την αναγνωρισιμότητα που τους πρόσφερε το βραβείο Νόμπελ. Οι περισσότεροι μετά τη βράβευσή τους μου λένε πως αποσυντονίστηκαν, πως αναγκάστηκαν να βγουν από τους κανονικούς τους ρυθμούς και να διαχειριστούν ένα προσωρινό χάος στη ζωή τους. Αυτό συνέβη και την περίπτωση του Νομπελίστα George F. Smoot. Ο Καθηγητής μού περιγράφει χαρακτηριστικά πως πριν από το Νόμπελ είχε μόνο δύο καθήκοντα, του διδάσκοντα και του ερευνητή. Μετά την απονομή απέκτησε και ένα τρίτο: έγινε δημόσιο πρόσωπο, απέκτησε αναγνωρισιμότητα και μαζί με αυτή και την υποχρέωση να δίνει συνεντεύξεις, να κάνει δημόσιες σχέσεις, να συμμετέχει σε επιστημονικές δράσεις, να ανταποκρίνεται σε προσκλήσεις ξένων πανεπιστημίων, να ακολουθεί το πρόγραμμα που του επιβάλλει κάποιες φορές το ερευνητικό του ινστιτούτο.



*«Ρώτησα τότε άλλους Νομπελίστες πώς το διαχειρίζονταν, γιατί εγώ δεν είχα σκοπό να αφήσω τη δημοσιότητα να αλλάξει τη ζωή μου. Ξέρεις, αυτές τις στιγμές πρέπει να σκεφτείς τι ακριβώς θες να είσαι. Εγώ είχα αποφασίσει να παραμείνω ερευνητής», υπογραμμίζει ο Νομπελίστας, ο οποίος αναγνωρίζει πως το ινστιτούτο του σεβάστηκε αυτή του την απόφαση. «Φέρνεις πολύ μεγαλύτερο βάρος όταν γίνεσαι αναγνωρίσιμος», συμπληρώνει.*

Ο ίδιος περιγράφει με χιούμορ πως όταν τελείωσε η τελετή απονομής, οδηγήθηκε από τους διοργανωτές στο ίδρυμα Νόμπελ για την καθιερωμένη φωτογράφιση, προκειμένου να συμπεριληφθεί στο βιβλίο των βραβευθέντων. Η πρώτη φωτογραφία που είδε ο Νομπελίστας ανοίγοντας το βιβλίο ήταν του Αϊνστάιν. Και η πρώτη σκέψη που του ήρθε αυτόματα στο μυαλό ήταν: *«Για μισό λεπτό, πώς βρέθηκα εγώ εδώ; Είναι σωστό να μπω στο ίδιο βιβλίο με τον*

---

<sup>18</sup> Απόσπασμα της συνέντευξης δημοσιεύτηκε στην εφημερίδα «Ναυτεμπορική» on line στις 15/10/2017



*Αϊνστάιν, με τον άνθρωπο-είδωλο των παιδικών μου χρόνων;». Ο Καθηγητής μπορεί να απεχθάνεται το κυνήγι της δημοσιότητας, αλλά απολαμβάνει το κυνήγι της κατανόησης του κόσμου. «Είναι συναρπαστική η στιγμή που ανακαλύπτεις κάτι και για λίγο έχεις το προνόμιο να το γνωρίζεις μόνο εσύ. Αυτό δεν περιγράφεται. Η χαρά της ανακάλυψης είναι μεγάλη, όπως και η συνειδητοποίηση ότι κάνουμε κάτι ουσιαστικό που θα ανοίξει ενδιαφέροντα μονοπάτια στο μέλλον».*



Ο Αμερικανός αστροφυσικός Τζορτζ Σμουτ κέρδισε το βραβείο Νόμπελ στη Φυσική, μαζί με τον ομοεθνή του Τζορτζ Μάθερ, τον Οκτώβριο του 2006, για την έρευνά τους στην κοσμική ακτινοβολία υποβάθρου. Το Νόμπελ συνοδευόταν, ως συνήθως, από χρηματικό έπαθλο ενός εκατομμυρίου δολαρίων, αλλά ο Σμουτ χωρίς δεύτερη σκέψη αποφάσισε να προσφέρει το μερίδιό του για υποτροφίες νέων που ήθελαν να ασχοληθούν με την επιστήμη. Ο Νομπελίστας γνωρίζοντας ότι ως Αμερικανός πολίτης θα φορολογούνταν για το Νόμπελ, καθώς οι ΗΠΑ είναι από τις ελάχιστες χώρες στον κόσμο που φορολογούν το βραβείο Νόμπελ, προσπάθησε να πείσει τη Σουηδική Βασιλική Ακαδημία των Επιστημών να καταθέσει απευθείας τα χρήματα σε φιλανθρωπικές οργανώσεις, για να καταλήξουν σε μελλοντικούς σπουδαστές. Μετά από διαπραγματεύσεις τριών μηνών, τα κατάφερε. Για εκείνον το ίδιο το βραβείο Νόμπελ ήταν σημαντικότερο από οποιοδήποτε χρηματικό ποσό...

## George Smoot: «Ρυτίδες στον χρόνο»

Ο πληθωρικός Αμερικανός επιστήμονας μπαίνει στην αίθουσα Τύπου όπου θα γίνει η συνέντευξη, κρατώντας στο χέρι μια μπλε γραβάτα με μοτίβο από εργαστηριακά όργανα Χημείας. Και δεν είναι διατεθειμένος να αρχίσει την κουβέντα, αν δεν τη φορέσει πρώτα για να προσδώσει μια επισημότητα στη συνάντηση.

«Μου θυμίζει τις εποχές που είχα μανία με τη Χημεία», λει χαμογελαστά ο Νομπελίστας Αστροφυσικός και Κοσμολόγος Τζωρτζ Φ. Σμουτ ο 3ος, ο οποίος μοιράστηκε με τον επίσης Κοσμολόγο John Cromwell Mather της NASA το Νόμπελ Φυσικής 2006 για την εργασία τους στον Κοσμικό Εξερευνητή Υποβάθρου (Cosmic Background Explorer). Ήταν η εργασία που οδήγησε στην «ανακάλυψη της μορφής μελανού σώματος και της ανισotropίας της κοσμικής μικροκυματικής ακτινοβολίας υποβάθρου». Με άλλα λόγια, οι δύο επιστήμονες ανταμείφθηκαν «για τις έρευνές τους σχετικά με την απαρχή του Σύμπαντος και την καλύτερη κατανόηση της προέλευσης των γαλαξιών και των άστρων», όπως ανακοίνωσε τότε η Βασιλική Ακαδημία Επιστημών της Σουηδίας, η οποία απένειμε και το βραβείο.



Όσο δένει με χαλαρό ρυθμό τη γραβάτα του προχωράμε στις απαραίτητες συστάσεις. Μόλις του αναφέρω την καταγωγή μου, ενθουσιάζεται και σπεύδει να μου διηγηθεί την εμπειρία του από το ταξίδι του στην Αθήνα την άνοιξη του 2017. Μου περιγράφει κυρίως τις εντυπώσεις του από την επίσκεψή του στο Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών, όπου εκτίθεται

ένα αντίγραφο του Μηχανισμού των Αντικυθήρων: «Πραγματικά έμεινα άφωνος από το ασύλληπτο αυτό εύρημα ηλικίας 2.000 ετών. Επιβεβαιώνει για μια ακόμη φορά τις άριστες γνώσεις των αρχαίων Ελλήνων για τις κινήσεις των ουράνιων σωμάτων, αλλά και την εφαρμογή αυτών των γνώσεων στην Τεχνολογία. Αμφιβάλω αν εμείς σήμερα θα μπορούσαμε να επινοήσουμε μια τέτοια κατασκευή. Είναι απίστευτο!»

Την ίδια ώρα, πιστεύοντας πολύ στην εκπαίδευση και στη γνώση, τις οποίες θεωρεί ως τη μεγαλύτερη επένδυση του ανθρώπου και βασικό μηχανισμό κοινωνικής κινητικότητας, «κατακρίνει» την Ελλάδα που δεν επενδύει, στο βαθμό που θα έπρεπε, στην έρευνα και την

καινοτομία: «Αν στην Ελλάδα δεν υποστηρίζετε την Επιστήμη, πώς θα αναπτυχθείτε; Πώς θα βρουν εργασία οι νέοι ερευνητές που εγκαταλείπουν μαζικά τη χώρα σας;» διερωτάται.

Η συζήτηση λαμβάνει χώρα στο Stadttheater, στο κέντρο του Lindau. Είναι η έκτη φορά που ο Καθηγητής Smoot συμμετέχει στο ξεχωριστό αυτό επιστημονικό γεγονός και το κάνει με μεγάλη ευχαρίστηση, γιατί, όπως λέει, το βρίσκει πολύ αναζωογονητικό. Γελαστός και με τη δυνατή εκφραστικότητα που διακρίνει τους Αμερικανούς και αφού, επιτέλους, έχει δέσει τη γραβάτα του, μου περιγράφει τη στιγμή που πληροφορήθηκε τη βράβευσή του με Νόμπελ, καθώς και το πώς άλλαξε η ζωή του μετά από αυτό το τηλεφώνημα.

*«Το τηλεφώνημα από τη Σουηδική Ακαδημία με ξύπνησε μέσα στη νύχτα. Στην αρχή νόμισα ότι η φωνή που ακούστηκε ήταν των φοιτητών μου που μου έκαναν πλάκα. Συζητιόταν στον χώρο μας γενικά ότι κάποτε θα έπρεπε να βραβευτούμε για την εργασία μας, εξάλλου είχαμε προταθεί ξανά στο παρελθόν, και έτσι το μυαλό μου πήγε κατευθείαν σε αυτούς. Στη συνέχεια, όταν μου τηλεφώνησαν οι γείτονες, όταν γέμισε με ευχές το inbox μου και όταν το πεζοδρόμιο έξω από το σπίτι μου κατακλύστηκε από δημοσιογράφους, αντιλήφθηκα ότι ήταν αληθινό γεγονός και πραγματικά εξεπλάγην. Μετά το πρώτο σοκ βέβαια σκέφτηκα: “Ωραία, τώρα που πήραμε το Νόμπελ μπορούμε να ξαναγυρίσουμε στο κρεβάτι για να συνεχίσουμε τον ύπνο μας!”» (γελάει).*

**«Αυτό που μετράει, κατά τη γνώμη μου, είναι ο  
αυτοπροσδιορισμός του κάθε ατόμου σε σχέση με το περιβάλλον  
του και με τον κόσμο»**

Από πού προερχόμαστε; Πώς ξεκίνησε η δημιουργία του Σύμπαντος; Ποιο είναι το μέλλον του κόσμου; Είναι ερωτήματα που ενίοτε μας απασχολούν. Σε αυτά και σε άλλα προσπάθησαν να δώσουν απάντηση οι Νομπελίστες Smoot και Mather επιβεβαιώνοντας σε μεγάλο βαθμό με την εργασία τους τη θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης (Big Bang) και διευρύνοντας τις γνώσεις μας για τη δική μας θέση στο Σύμπαν.

Οι δύο αστροφυσικοί ανακάλυψαν τη φύση της κοσμικής μικροκυματικής ακτινοβολίας υποβάθρου (cosmic microwave background, CMB), η οποία, σύμφωνα με τη θεωρία της Μεγάλης Έκρηξης, δημιουργήθηκε 380.000 χρόνια μετά από αυτή και θεωρείται υπόλειμμα της έντονης θερμότητάς της. Η ακτινοβολία αυτή, που θεωρείται το αρχαιότερο φως στον κόσμο και ενίοτε αποκαλείται και «λυκόφως» της Μεγάλης Έκρηξης, διέρρευσε από το νεογέννητο Σύμπαν, όταν αυτό ήταν ακόμα μια πυρακτωμένη σφαίρα πλάσματος. Το πώς

σημειώθηκε η Μεγάλη Έκρηξη παραμένει ένα άλυτο ερώτημα για τους επιστήμονες, οι οποίοι υπολογίζουν πως συνέβη πριν περίπου 15 δισεκατομμύρια χρόνια. Αυτό που γνωρίζουν είναι ότι μετά από αυτή το Σύμπαν άρχισε να διαστέλλεται και να ψύχεται, και ως εκ τούτου κάποια ποσότητα ενέργειας μετατράπηκε σε ύλη. Αυτή ακριβώς η «αρχική» στιγμή της μετατροπής είναι αυτό που ονομάζεται Μεγάλη Έκρηξη (Big Bang) και πριν από αυτή δεν υπολογίζεται χώρος και χρόνος.

~~~~~

Στο Τεχνολογικό Ινστιτούτο της Μασαχουσέτης (MIT), ο Smoot σπούδασε Μαθηματικά και Φυσική, και εκπόνησε τη διδακτορική του διατριβή πάνω στη διάσπαση των υποατομικών στοιχειωδών σωματιδίων. Στη συνέχεια μετακινήθηκε στο πεδίο της Κοσμολογίας και εκμεταλλεύτηκε την ευκαιρία να εργαστεί στο Berkeley, ως μέλος μιας ομάδας υπό την ηγεσία του βραβευμένου με Νόμπελ φυσικού Luis Alvarez, ο οποίος αναζητούσε σημάδια αντι-ύλης, σε ένα έργο χρηματοδοτούμενο από τη NASA. *«Ο στόχος μας ήταν να σχεδιάσουμε ένα πείραμα για να βρούμε στοιχεία για το Big Bang, το οποίο αποτελούσε μια ‘βολική’ εξήγηση των επιστημόνων για το σχηματισμό του Σύμπαντος»*, εξηγεί ο ερευνητής.

Το 1974 ο Smoot και ο John C. Mather ενσωματώθηκαν στην ομάδα του έργου COBE (Cosmic Background Explorer) δηλ. Κοσμικός Εξερευνητής Υποβάθρου της NASA και ήταν παρόντες στην εκτόξευση του αντίστοιχου δορυφόρου COBE από τη βάση της αμερικάνικης αεροπορίας Vandenberg στις 18 Νοεμβρίου του 1989. Στις μετρήσεις αυτού του δορυφόρου, που αποκάλυψε το περίγραμμα της αρχαιότερης εικόνας του Σύμπαντος, βασίστηκε και η εργασία τους, αφού οι Νομπελίστες μπόρεσαν έτσι να το παρατηρήσουν στα αρχικά του στάδια.

Ο Καθηγητής επικεντρώθηκε στην ακριβή μέτρηση της θερμοκρασίας της κοσμικής μικροκυματικής ακτινοβολίας υποβάθρου και, με την περιέργεια να διαπιστώσει αν το Σύμπαν περιστρέφεται, ανέπτυξε ένα όργανο που το ονόμασε ραδιόμετρο μικροκυμάτων. Στη συνέχεια το τοποθέτησε πάνω σε ένα κατασκοπευτικό αεροσκάφος U-2, για να ανιχνεύσει θερμοκρασιακές διαφορές σε διάφορα σημεία του Σύμπαντος, όπου, τελικά διαπίστωσε πως δεν επαρκούσαν για την ερμηνεία της σημερινής του μορφής. Παρατήρησε όμως κάποιες απειροελάχιστες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας, που ισοδυναμούσαν με ανεπαίσθητες διαφορές στην πυκνότητα της ύλης υποδηλώνοντας πως λίγες εκατοντάδες χρόνια μετά τη Μεγάλη Έκρηξη, σχηματίστηκαν περιοχές ύλης σαν κυματισμοί λεπτών νεφών, που περιβάλλονταν από αραιότερη ύλη. Οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας ήταν εξαιρετικά ασθενείς, περίπου 30 χιλιοστά του βαθμού επάνω ή κάτω από τη μέση θερμοκρασία του

ουρανού, που είναι 2,73 βαθμούς πάνω από το απόλυτο μηδέν. Οι πυκνότεροι κυματισμοί συγκέντρωσαν, λόγω της βαρύτητας, μεγαλύτερες ποσότητες ύλης. *«Ουσιαστικά, οι μικροσκοπικές μεταβολές της θερμοκρασίας που ανακαλύψαμε είναι τα αποτυπώματα μικροσκοπικών κυματισμών στον ιστό του χωροχρόνου, που προέρχονται από την αρχέγονη έκρηξη»*, συμπληρώνει ο Καθηγητής, ο οποίος παρουσιάζει αυτές τις κολοσσιαίες ζεστές και κρύες περιοχές με τις διαφορετικές πυκνότητες στο νηπιακό σύμπαν ως τους πρωταρχικούς σπόρους που εξελίχθηκαν σε ουράνια σώματα.

Ωστόσο, ο Smoot και η ομάδα του πραγματοποίησαν μετρήσεις που ήταν σε θέση να αποδείξουν τη θεωρία της αποκαλούμενης ανισοτροπίας, αποδεικνύοντας ότι η κοσμική μικροκυματική ακτινοβολία υποβάθρου (cosmic microwave background, CMB) δεν είναι ομοιογενής. Η θερμοκρασία της μεταβάλλεται χωρικά κατά περίπου 0,01 βαθμούς ανά χιλιόγραμμο.

«Οι ανισοτροπίες παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για την εξέλιξη του Σύμπαντος, επειδή τα ζεστά και κρύα σημεία αντανakλούν τις διακυμάνσεις της πυκνότητας του αερίου κατά τη στιγμή που τα φωτόνια ξεκίνησαν το ταξίδι τους. Πιστεύεται ότι η βαρύτητα αύξησε αυτές τις διακυμάνσεις, προκαλώντας τη δημιουργία πυκνότερων περιοχών, οι οποίες, τελικά, εξελίχθηκαν σε γαλαξίες και συστάδες γαλαξιών», εξηγεί ο ερευνητής, ο οποίος υποστηρίζει πως τα συγκεκριμένα ευρήματα θα μπορούσαν να ερμηνεύσουν τη σημερινή μορφή του Σύμπαντος.

Ουσιαστικά ο Smoot, δημιουργώντας λεπτομερείς χάρτες των θερμοκρασιακών διαφορών της κοσμικής μικροκυματικής ακτινοβολίας υποβάθρου, και κατά συνέπεια του



ουράνιου στερεώματος, έδωσε ενδείξεις μιας «εμβρυικής μορφής του Σύμπαντος». *«Αν το Σύμπαν σήμερα είναι μεσήλικας, αυτό που βρήκαμε είναι μια εικόνα περίπου 12 ώρες μετά τη σύλληψη του εμβρύου»*, είχε πει χαρακτηριστικά το 2006 μετά το Νόμπελ. Δίνοντας μια εναλλακτική εικόνα της στιγμής της Μεγάλης Έκρηξης, εξηγεί πως *«μοιάζει με ένα άπειρο σε διαστάσεις τρυβλίο Petri*

που περιέχει ταχέως διαιρούμενα κύτταρα. Αν ένα κύτταρο μεταλλάσσεται, δημιουργεί πολλά παρόμοια κύτταρα γύρω του, οπότε το άπειρο τρυβλίο Petri έχει περιοχές που φαίνονται εντελώς διαφορετικές μεταξύ τους εξαιτίας αυτών των τοπικών μεταλλάξεων».

Μετά το COBE, ο Smoot έλαβε μέρος σε ένα άλλο πείραμα το Anisotropy eXperiment IMaging Array (MAXIMA) που περιελάμβανε ένα στρατοσφαιρικό μπαλόνι, που σχεδιάστηκε για να μετρήσει την ανισοτροπία στην θερμοκρασία της κοσμικής μικροκυματικής ακτινοβολίας υπόβαθρου σε διαφορετικό γωνιακό εύρος και συγκεκριμένα των 10 έως 5 μοιρών¹⁹. Συμμετέχει επίσης, στο σχεδιασμό του SNAP, ενός δορυφόρου που προορίζεται για να μετρήσει τις ιδιότητες της σκοτεινής ενέργειας.

Κατά την ομιλία του στο Lindau ο Αμερικανός επιστήμονας ανέλυσε τις σημαντικές διαδικασίες και τις επιδράσεις τους, από τις οποίες προέκυψαν τα συστατικά στοιχεία του Σύμπαντος. Συγκεκριμένα αναφέρθηκε στην πυρηνογένεση, δηλαδή στη δημιουργία συγκεκριμένων ποσοτήτων ελαφρών ατομικών πυρήνων, όπως υδρογόνο, δευτέριο, λίθιο και ήλιο (δηλ. ελαφρών στοιχείων του περιοδικού πίνακα) από πυρηνικές αντιδράσεις στοιχειωδών σωματιδίων (πρωτονίων και νετρονίων), που συνέβησαν στα πρώτα τρία λεπτά μετά τη Μεγάλη Έκρηξη, τότε που το Σύμπαν ήταν ακόμη αδιαφανές. Η σύνθεση ελαφρών στοιχείων προέκυψε και κατά τον κατακερματισμό κοσμικών ακτίνων, ενώ των βαρέων στοιχείων από εκρήξεις υπερκαινοφανών αστερών (σούπερ νόβα). Στοιχεία παρήχθησαν επίσης και από την πρώτη γενιά αστεριών, που οδήγησε στη δεύτερη γενιά αστρικών συστημάτων με πλανήτες.



Ο Smoot μεγάλωσε στο Yukon της Φλόριντα, σε ένα οικογενειακό περιβάλλον εξαιρετικά φιλικό προς τη γνώση. Η μητέρα του δίδασκε Ιστορία της Επιστήμης σε κολλέγιο και ο πατέρας του, τον οποίο είχε και ως πρότυπο, ήταν υδρολόγος στο Αμερικανικό Ινστιτούτο Γεωλογικών Ερευνών. *«Μεγάλωσα σε ένα σπίτι όπου οι γονείς μου μου έδιναν απαντήσεις σε όλα τα ερωτήματά μου. Αυτό μου καλλιέργησε το ενδιαφέρον για τη γνώση. Αν γνωρίζεις και μπορείς να καταλαβαίνεις τον κόσμο, τότε δεν έχεις να φοβάσαι τίποτε»*, λέει ο ίδιος και συνεχίζει: *«Όσα δεν διδάχτηκα στο γυμνάσιο, μου τα δίδαξαν οι γονείς μου στο σπίτι»*.

Ο Καθηγητής πιστεύει μόνο όσα μπορούν να αποδειχτούν με επιστημονικό τρόπο. Αγάπησε τον Γαλιλαίο γιατί ακριβώς εργαζόταν βάσει επιστημονικής μεθόδου, δηλαδή με την παρατήρηση και το πείραμα. Γύρισε το τηλεσκόπιο στον ουρανό και κατέγραψε αυτό που είδε. Σε καμία περίπτωση όμως δεν «σαμποτάρει» και όσα δεν αποδεικνύονται, όπως είναι η πίστη στο Θεό: *«Ως επιστήμονας προσπαθώ να μη μένω σε υποθέσεις, αλλά να αναζητώ αποδείξεις. Είναι αρκετοί αυτοί που ψάχνουν για την ύπαρξη του Θεού. Δεν ανήκω σε αυτούς. Αυτό που*

¹⁹ Η θερμοκρασία της ακτινοβολίας μεταβάλλεται σε διαφορετικές γωνιακές διευθύνσεις

μετράει κατά τη γνώμη μου είναι ο αυτοπροσδιορισμός του κάθε ατόμου σε σχέση με το περιβάλλον του και με τον κόσμο», καταλήγει.

Ο Νομπελίστας εκπλήσσεται από τον εαυτό του και κυρίως από το γεγονός ότι αισθάνεται ακόμη νέος και έτοιμος να ξεκινήσει από την αρχή. Από την άλλη, τον συναρπάζει η ταχύτατη πρόοδος της Τεχνολογίας, που μεταβάλλει τη ζωή μας ριζικά και αστραπιαία. Αυτό που τον ανησυχεί είναι οι εκάστοτε λανθασμένες αποφάσεις που παίρνουν πολίτες, ηγέτες και κυβερνήσεις για σημαντικά θέματα, που αφορούν το μέλλον της ανθρωπότητας, όπως είναι η κλιματική αλλαγή.

Αυτή τη στιγμή ο Smoot διεξάγει έρευνα στην Αστροφυσική και την παρατηρησιακή Κοσμολογία. Από το 1974 είναι Senior Scientist στο Lawrence Berkeley National Laboratory (Ερευνητής Α΄ Βαθμίδας στο Εθνικό Εργαστήριο του Lawrence Berkeley) και από το 1994 Καθηγητής Φυσικής στο Πανεπιστήμιο Berkeley. Από το 2010 διδάσκει Φυσική στο Πανεπιστήμιο Paris Diderot της Γαλλίας, ενώ από το 2016 είναι Επίτιμος Καθηγητής στο Πανεπιστήμιο Τεχνολογίας και Επιστήμης του Χονγκ Κονγκ. Το 2003 του απονεμήθηκε το Μετάλλιο του Αϊνστάιν και το 2009 το Μετάλλιο Διδασκαλίας Oersted.

Οι συμβουλές που δίνει στα νέα παιδιά είναι να ασχοληθούν με κάτι που πραγματικά τα συναρπάζει. Με κάτι που τους δίνει χαρά και νόημα στην καθημερινότητά τους, με κάτι με το οποίο παθιάζουν. Αυτό, εξάλλου, κάνει και ο ίδιος. Τον Ιανουάριο του 1994 ο Νομπελίστας εξέδωσε το βιβλίο του με τίτλο *Wrinkles in Time (Ρυτίδες στον χρόνο)*²⁰, με στόχο να εμπνεύσει τους νέους ανθρώπους να ασχοληθούν με την Επιστήμη.

Η συζήτηση με το Νομπελίστα ολοκληρώνεται εδώ, γιατί ο διαθέσιμος χρόνος εξαντλείται και ίδιος πρέπει να δώσει τη διάλεξή του. Τρέχω κι εγώ να βρω μια καλή θέση στο Αμφιθέατρο για να τον παρακολουθήσω, συγκρατώντας τις τελευταίες πληροφορίες μου δίνει. Ακούει ακόμη σαν μανιακός έφηβος το συγκρότημα των Queen και καταναλώνει μόνο ελληνικό βιολογικό ελαιόλαδο, το οποίο προμηθεύεται κατευθείαν από Έλληνες παραγωγούς.²¹

²⁰ Στο εξώφυλλο με μεγάλα γράμματα βρίσκεται το σχόλιο του Στήβεν Χόκινγκ: “The scientific discovery of the century if not all time” (Η μεγαλύτερη επιστημονική ανακάλυψη του αιώνα, αν όχι όλων των αιρών).

²¹ Απόσπασμα της συνέντευξης δημοσιεύτηκε στην εφημερίδα «Ναυτεμπορική» on line στις 11/07/2017

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

**Η περιήγηση στον κόσμο του βραβείου Νόμπελ
συνεχίζεται τον Ιούνιο του 2018...**

Η χαλασμένη διάθεσή μου, λόγω της μεγάλης νεροποντής στο Μόναχο, φτιάχνει αμέσως μόλις το τρένο εισέρχεται ξανά στον γραφικό σιδηροδρομικό σταθμό του ιστορικού κέντρου, στο νησάκι Λιντάου της Βαυαρίας, στην ανατολική όχθη της λίμνης Κωνσταντίας. Ο φάρος και το γλυπτό-«φύλακας» του Λέοντα της Βαυαρίας στην είσοδο του λιμανιού λούζονται στο μεσημεριανό φως της 25^{ης} Ιουνίου του 2018.



Ο επιβλητικός πύργος-έμβλημα Mangenturm, ο πρώην φάρος του 13^{ου} αιώνα, από τους παλαιότερους στη λίμνη, ρίχνει τη σκιά του στον παραλιακό δρόμο όπου περπατούν ή κάνουν ποδήλατο αμέριμνοι τουρίστες και ντόπιοι. Η λίμνη νανουρίζει τα σκάφη αναψυχής που έχουν δέσει στη μαρίνα και τα εστιατόρια και τα καφέ βουίζουν σαν χαρούμενο μελίσσι, καθώς είναι η ώρα του μεσημεριανού φαγητού. Περπατώ ξανά μέσα από τα πανέμορφα σοκάκια της γραφικής αυτής πόλης και τα καλαίσθητα παλιά σπίτια με τα λουλούδια στις εισόδους, για να φτάσω στο Haus in der Zitronengasse, όπου βρίσκεται η πανσιόν που θα φιλοξενηθώ για μια ακόμη φορά. Έχω επιστρέψει στο Λιντάου ακριβώς μετά από ένα χρόνο για τον ίδιο ακριβώς λόγο.

Φέτος και μετά από δύο χρόνια προσωρινής φιλοξενίας στο χώρο του θεάτρου της πόλης του Lindau, το φόρουμ αποκτά πλέον έναν μόνιμο χώρο στο προηγμένης τεχνολογίας συνεδριακό κέντρο Inselhalle, χωρητικότητας 2000 ατόμων, που ανακατασκευάστηκε πρόσφατα. Το Stadtheater ήταν μια προσωρινή λύση. Εκεί, για πρώτη φορά φέτος, κατά τη

διάρκεια του εξαήμερου φόρουμ θα ενσωματωθούν στο πρόγραμμα και ανοικτές στο κοινό διαλέξεις, οι επονομαζόμενες Agora Talks. Ευτυχώς για μένα το Inselhalle βρίσκεται σε απόσταση 190 μ. από την πανσιόν και τρέχω, ως συνήθως, για να προλάβω αυτή τη φορά την τελετή έναρξης.



Οι Νομπελίστες εισέρχονται ο ένας μετά τον άλλον στη σειρά μέσα στο Inselhalle, και προκαλούν έντονα συναισθήματα με την παρουσία τους. Το κοινό σηκώνεται όρθιο για να τους χειροκροτήσει και να υποκλιθεί με δέος στο μεγαλείο της επιστήμης. Μερικοί από αυτούς είναι αρκετά ηλικιωμένοι και μπαίνουν στην αίθουσα υποβασταζόμενοι από δικούς τους ανθρώπους, αλλά χωρίς να χάνουν το χαμόγελο και το κέφι τους. Προσωπικά είμαι μεγάλη θαυμάστρια όχι μόνο των Νομπελιστών, αλλά της επιστήμης γενικότερα, όταν αυτή υπηρετεί τον ανθρωπισμό. Πιστεύω πως μέσω της Επιστήμης μπορούμε να καταλάβουμε καλύτερα τον κόσμο που μας περιβάλλει και θυμώνω με αυτούς που είτε την αμφισβητούν, προκειμένου να προωθήσουν τις δικές τους θεωρίες, είτε την παραποιούν, ώστε να ταιριάζει με τα πιστεύω τους. Για μένα οι Νομπελίστες είναι νικητές, όπως και η Επιστήμη. Από την εποχή που η Καθολική Εκκλησία απείλησε τον Γαλιλαίο με θάνατο για τις ηλιοκεντρικές του θεωρίες, μέχρι και τον Δαρβίνο, που αμφισβητείται ακόμη και σήμερα, η επιστήμη κάθε φορά κερδίζει τη μάχη. Μερικές φορές η νίκη έρχεται γρήγορα, άλλες φορές καθυστερεί, αλλά πάντα έρχεται θριαμβευτικά. Η επιστήμη νικά και θα νικά πάντα, γιατί στηρίζεται σε αδιάσειστα δεδομένα που προκύπτουν από πολυετείς έρευνες.

Αυτή είναι και η ιδέα-άξονας του 68^{ου} Lindau Nobel Laureate Meetings που ξεκινά αμέσως, τα αδιάσειστα επιστημονικά αποδεικτικά στοιχεία ως απάντηση στις «ψευδείς ειδήσεις» (fake news). Η Ιατρική-Φυσιολογία βρίσκεται φέτος στο επίκεντρο της συνάντησης, καθώς το 2017 σημαδεύτηκε από μια ανακάλυψη-τομή στο χώρο της έρευνας, το μοριακό μηχανισμό που ελέγχει το βιολογικό μας ρολόι, δηλαδή τον κirkάδιο ρυθμό. Επίσης ο ρόλος της επιστήμης σε μια «εποχή μετά την αλήθεια» (“post-factual era”), οι εξελίξεις στον τομέα της γονιδιακής θεραπείας και οι πρακτικές της επιστημονικής δημοσίευσης θα αποτελέσουν θέματα συζήτησης κατά τη διάρκεια της συνάντησης, η οποία διακρίνεται από μια άτυπη ατμόσφαιρα, ιδανική για έναν χαλαρό, αλλά ουσιαστικό επιστημονικό διάλογο.



Συνολικά 600 νεαροί επιστήμονες κάτω των 35 ετών (το 50% εξ αυτών γυναίκες) από περίπου 84 χώρες (αριθμός ρεκόρ) και 130 ερευνητικά ινστιτούτα έχουν ήδη φτάσει αυτό το απόγευμα Κυριακής στην ειδυλλιακή γωνιά της Γερμανίας, για να συναντήσουν 40 κατόχους βραβείων Νόμπελ (επίσης αριθμός ρεκόρ) και να αλληλεπιδράσουν μαζί τους για ένα ολόκληρο πενθήμερο, από τις 25 ως τις 30 Ιουνίου. Ανάμεσα στους νέους ερευνητές περιλαμβάνονται και 12 Έλληνες νέοι διδακτορικοί και μετα-διδακτορικοί ερευνητές, οι 7 από ελληνικά και οι 5 από ξένα πανεπιστήμια. *«Οι Νομπελίστες έχουν τόσα να πουν στους νέους ερευνητές για το πώς είναι η ζωή ενός επιστήμονα, για το πόσο συχνά θα αποτύχεις ή θα έχεις την αίσθηση ότι απέτυχες, πόσο σημαντικό είναι να συνεχίσεις και να μην απογοητευτείς»*, λέει η πρόεδρος του φόρουμ και μέλος ΔΣ του αντίστοιχου ιδρύματος κοντέσα Bettina Bernadotte,

που ανοίγει παραδοσιακά την τελετή στον καινούργιο χώρο. Η ίδια απευθύνει έκκληση στους επιστήμονες να ανοίξουν ανοικτό διάλογο με την κοινωνία, «για να σταματήσει η παραπληροφόρηση και ο λαϊκισμός.

~~~~~

Στην εποχή μας πολλά είναι αυτά που μπορεί να αμφισβητήσει κάποιος, την εθνική ταυτότητα, το κράτος και τους επίσημους θεσμούς, τη θρησκευτική πίστη, τις οικογενειακές δομές και τα σεξουαλικά ήθη, τα γούστα και τις πεποιθήσεις, τις αξίες και τα ιδανικά – τα πάντα σχεδόν, εκτός από ένα πράγμα: το κύρος και την αυθεντία της επιστήμης. Αυτό σκέφτομαι κατά τη διαδρομή με τα πόδια από το Inselhalle προς στο café-bistro Il Cavazzen, όπου δίνεται το καθιερωμένο κοκτέιλ μόνο για δημοσιογράφους αργά το απόγευμα μετά τη λήξη της τελετής έναρξης.



Το κλασικό αυτό bistro με την μοναδική ατμόσφαιρα βρίσκεται στην αυλή του Μουσείου της Πόλης πάνω στην Marktplatz. Σύμφωνα με τον ιστορικό τέχνης Georg Dehio, πρόκειται για το ωραιότερο αρχοντικό στην περιοχή της λίμνη της Κωνσταντίας, το House of Cavazzen. Το όνομα Cavazzen προέρχεται πιθανότατα από την οικογένεια de Kawatz, που έζησε σε αυτό το σημείο τον 16ο αιώνα μετά τη μετακίνησή της από τη Λομβαρδία. Αυτό το



στολίδι της εποχής του μπαρόκ είναι έργο του Ελβετού αρχιτέκτονα Jakob Grubenmann, ο οποίος το έχτισε το 1728-29 μετά από πυρκαγιά που κατέστρεψε μεγάλο μέρος της πόλης. Οι ζωγραφισμένες προσόψεις, αλλά και η αρχιτεκτονική της στέγης είναι καλλιτεχνικά αριστουργήματα της εποχής. Από το 1929 αυτό

το παλάτι στεγάζει το μουσείο της πόλης του Lindau. Η μόνιμη έκθεση που καταλαμβάνει τρεις ορόφους του κτιρίου ταξιδεύει τους επισκέπτες στην ιστορία του Lindau, μέσα από ένα ευρύ φάσμα εκθεμάτων, συμπεριλαμβανομένων επίπλων από τα τέλη της γοτθικής έως της αρτ νουβό περιόδου, ιστορικών όπλων, πινάκων ζωγραφικής και γλυπτών από τον 15ο έως τον 19ο αιώνα κ.ά. Ιδιαίτερη είναι η μοναδική συλλογή μηχανικών μουσικών οργάνων, που περιλαμβάνει από μικρά μουσικά κουτιά μέχρι βαρέλια ή ρολά όργανα (με τη μορφή βαρελιού), αλλά και τεράστια όργανα που μιμούνται τον ήχο μιας ολόκληρης ορχήστρας.

Από τον Απρίλιο έως τον Οκτώβριο το Cavazzen φιλοξενεί επίσης προσωρινές ζωγραφικές εκθέσεις. Έτσι μετά τους Picasso, Chagall, Miró, Matisse, Nolde και Klee που είδαμε και θαυμάσαμε την προηγούμενη χρονιά, φέτος το μουσείο παρουσιάζει τα έργα του Augst Macke. Αυτή η έκθεση είναι και το τελευταίο πράγμα που βλέπω μετά το κοκτέιλ και πριν επιστρέψω στην πανσιόν στο τέλος μιας τόσο γεμάτης μέρας.

Ανεβαίνω κουρασμένη τη στενή ξύλινη φιδωτή σκάλα, που οδηγεί στο δωμάτιό μου στη γνωστή σοφίτα και η πρώτη κίνηση που κάνω μπαίνοντας είναι να ανοίξω το παράθυρο για να δω από εκεί ψηλά το Λιντάου τη νύχτα. Στα χέρια μου κρατώ το πρόγραμμα του 68<sup>ου</sup> Lindau Nobel Laureate Meetings. Πρέπει να προετοιμαστώ οπωσδήποτε, γιατί από αύριο θα αρχίσω να συλλέγω για μια ακόμη φορά σημαντικές εμπειρίες ζωής. Είμαι πανέτοιμη να ακούσω ανθρώπινες ιστορίες επιστήμης και να καταγράψω πάλι με τη δημοσιογραφική μου πένα τις «ευφυείς περιπέτειες» που θα μου διηγηθούν και αυτή τη φορά οι Νομπελίστες.

~~~~~



Η φράση “*You can observe a lot by watching*” (μπορείς να παρατηρήσεις πολλά κοιτάζοντας) του Yoggi Berra²² είναι το μότο του Νομπελίστα Στήβεν Τσου, καθώς φαίνεται πως τη χρησιμοποιεί συχνά. Με αυτή ανοίγει, έξαλλου, και την ομιλία του στο 68^ο φόρουμ. Λίγο πριν μπει στο αμφιθέατρο ξεκινάμε στο φουαγιέ μια κουβέντα για την Επιστήμη. Μου λέει ότι τη λατρεύει και ειδικότερα απολαμβάνει τη δυνατότητα που του προσφέρει να πειραματίζεται σε καινούργιες επιστημονικές περιοχές. Αν και πάντα του άρεσε η Ιστορία, την οποία εξακολουθεί να μελετά, δεν την ακολούθησε ως Επιστήμη, γιατί ποτέ δεν κατάφερε να εξασφαλίσει καλούς βαθμούς.

Τον ακούω και αισθάνομαι πολύ τυχερή που έχω καταφέρει επιτέλους να τον συναντήσω, καθώς την προηγούμενη χρονιά, εδώ στο ίδιο μέρος είχα απογοητευθεί.

²² Υπήρξε «θρύλος» του μπέιζμπολ που πέρασε το μεγαλύτερο μέρος της καριέρας του στους «New York Yankees». Είχε αναδειχθεί τρεις φορές MVP (σπουδαιότερος παίχτης ολόκληρης της σεζόν) και 13 φορές πρωταθλητής, και ήταν ο βασικός λόγος της κυριαρχίας των Yankees από το 1947 μέχρι και το 1963. Εκτός από την αθλητική του δράση ο Μπέρα είναι πασίγνωστος για τα αποφθέγματά του. Ο ίδιος είχε δηλώσει: «Δεν ξέρω γιατί λέω αυτά τα πράγματα, αλλά ο κόσμος με καταλαβαίνει». Πέθανε το 2015 σε ηλικία 90 ετών.

Προσωπικοί λόγοι, και συγκεκριμένα ένα ατύχημα της συζύγου του, του είχαν απαγορεύσει να κηρύξει την έναρξη των εργασιών του φόρουμ τον Ιούνιο του 2017, το οποίο ήταν αφιερωμένο στην κλιματική αλλαγή και στις επιπτώσεις της. Το αγαπημένο του δηλαδή θέμα, στο οποίο έχει μια ιδιαίτερη ευαισθησία. Συζητάμε φυσικά και για αυτό στο φουαγιέ. *«Αν με ρωτάς ποια είναι η μεγαλύτερη ανησυχία μου αυτή τη στιγμή, θα σου πω πως είναι αυτή. Δεν γίνεται πλέον να αγνοηθούν οι καταστροφικές συνέπειες της κλιματικής αλλαγής. Έχουμε ήδη αρχίσει να τις βιώνουμε και θα τις βιώνουμε με μεγαλύτερη ένταση τα επόμενα 100 χρόνια. Είναι σαν κάποιος να καπνίζει για δεκαετίες, να μην αντιλαμβάνεται τις βλαβερές συνέπειες και κάποια στιγμή να τις βιώνει συσσωρευμένες»*, μου είπε και υπογράμμισε τη σημασία της βασισμένης σε τεκμήρια έρευνας για τη διαμόρφωση των παγκόσμιων πολιτικών για το κλίμα.

Ο Αμερικανός Νομπελίστας συμμετέχει συχνά στην ετήσια επιστημονική συνάντηση Νομπελιστών με νέους ερευνητές από όλο τον κόσμο. Εδώ, η νέα γενιά επιστημόνων παρακινείται από παλαιότερες γενιές να δραστηριοποιηθεί πιο ενεργά, δημιουργώντας δίκτυα υποστήριξης της Επιστήμης, σε μια εποχή που ακόμη ορισμένοι ηγέτες, αλλά και μέλη της κοινωνίας, φαίνεται να «απειλούνται» από την πρόοδο και την αλήθεια της. Και αυτή η αλληλεπίδραση φαίνεται πως είναι πολύ αναζωογονητική για τον ίδιο.

Steven Chu: «Λαβίδες» φτιαγμένες από φως

Ο Steven Chu έχει το στυλ και τη συμπεριφορά ενός εφήβου. Σε αυτό ίσως βοηθά και η λεπτοκαμωμένη φιγούρα του. Είναι ντυμένος απλά, με ένα λευκό πουκάμισο και ένα παντελόνι, και έχει ένα διαρκές χαμόγελο ζωγραφισμένο στο πρόσωπό του. Η δε όψη του, παρά τα 70 χρόνια του, δείχνει τόσο φρέσκια και νεανική, που νομίζεις πως δεν κουράζεται ποτέ, και γι' αυτό και είναι πάντα ευδιάθετος. Βλέποντάς τον ενισχύεται η άποψή μου πως τελικά η ενασχόληση με την Επιστήμη μπορεί να έχει αντιγηραντική δράση!



Ο Chu, παιδί Κινέζων μεταναστών στην Αμερική, με θητεία στο φημισμένο Πανεπιστήμιο του Στάνφορντ στην Καλιφόρνια, το 1997 μοιράστηκε το βραβείο Νόμπελ στη Φυσική με τον γάλλο φυσικό Claude Cohen-Tannoudji από το Κολλέγιο de France και την Ecole Normale Supérieure στο Παρίσι, και τον αμερικανό φυσικό William Daniel Phillips από το National Institute of Standards and Technology (NIST) στο Maryland.

Η βράβειυσή του ήταν το επακόλουθο της έρευνάς του για την ανάπτυξη τεχνικών στην ψύξη και την παγίδευση ατόμων σε εξαιρετικά χαμηλές θερμοκρασίες με τη χρήση ακτίνων laser, οι οποίες έγιναν αφορμή για να οδηγηθούμε σε βαθύτερη κατανόηση της

αλληλεπίδρασης μεταξύ φωτός και ύλης. Ο επιστήμονας, με απλά λόγια, κατάφερε να «παγώνει» άτομα και σχεδόν να τα ακινητοποιεί, αφαιρώντας τους ενέργεια με το να κατευθύνει επάνω τους ακτίνες laser, ή να προσθέτει «λαβές» π.χ. σε ένα μόριο DNA, για να το τεντώνει κατά βούληση με τσιμπίδες φτιαγμένες από φωτεινές ακτίνες.

Στο Bell Laboratories στις ΗΠΑ, ο Chu και οι συνεργάτες του πριν από τριάντα χρόνια σχεδόν είχαν παρουσιάσει μια νέα προσέγγιση της χρήσης φωτονίων για το χειρισμό διηλεκτρικών σωματιδίων - που εμφανίζουν σε μεγάλο βαθμό το φαινόμενο της πόλωσης - διαστάσεων μερικών μικρομέτρων, βασιζόμενοι στη χρήση ανάλογων τεχνικών στην Αστροφυσική. Το αποτέλεσμα οδήγησε σταδιακά στη δημιουργία της οπτικής παγίδας βαθμίδας μονής δέσμης “optical tweezers”, όπως είναι ο πλήρης επιστημονικός όρος, ο οποίος απαντάται και ως «οπτική λαβίδα-παγίδα». Πρόκειται για τρισδιάστατες παγίδες που χρησιμοποιούν μια εστιασμένη ακτίνα laser για να παγιδεύσουν και να χειριστούν μικροσκοπικά ουδέτερα αντικείμενα. Στην ουσία είναι μη επεμβατικά εργαλεία που μπορούν να επιταχύνουν ή να επιβραδύνουν, να εκτρέπουν ή και να παγιδεύουν σωματίδια των οποίων το μέγεθος ποικίλλει, όπως άτομα, κύτταρα, βακτήρια, χρωμοσώματα και γονίδια.

Με τα χρόνια οι οπτικές παγίδες εξελίχθηκαν σε μια πολλά υποσχόμενη βιοϊατρική τεχνική μελέτης, που επιτρέπει με αξιοθαύμαστη ακρίβεια τον έλεγχο των κινήσεων μικροσωματιδίων ή και νανο-σωματιδίων. Η μικροδέσμη laser είναι ένα εργαλείο με το οποίο μπορεί κανείς να αποδομεί, να κόβει ή και να «λιώνει» βιολογικό υλικό. Αν η οπτική παγίδα συνδυαστεί με τη μικροδέσμη laser για την αποδόμηση ή τη μικροχειρουργική επέμβαση βιολογικών δομών, προσφέρει μια τέτοια πειραματική προσέγγιση στο χειρισμό μεμονωμένων βιομορίων που δεν παρέχεται από καμία άλλη τεχνική μικροχειρισμού.

Ο Chu και οι συνεργάτες του μελέτησαν έτσι ένα μονό μόριο του κινητικού συστήματος μυοσίνης, την αναδίπλωση μορίων του RNA και μεμονωμένων πρωτεϊνών κατά μήκος πολλαπλών οδών, τη μετάφραση στο ριβόσωμα, την αποκόλληση του DNA από ένζυμα ελικάσης και τη μεταγραφή με τη βοήθεια της RNA πολυμεράσης II. Ανέπτυξαν, επίσης, φωτοσταθερά νανοσωματίδια που επιτρέπουν απεικόνιση σε χιλιοστά του δευτερολέπτου, νανομετρία σε ζωντανά κύτταρα, βιοϊατρική απεικόνιση και άλλες ηλεκτροχημικές εφαρμογές. Σήμερα οι οπτικές παγίδες αποτελούν αναπόσπαστο νανοτεχνολογικό εξοπλισμό για παρατήρηση, έρευνα και πείραμα.

Ο ίδιος συνέβαλε στο ξεκίνημα του Bio-X στο Πανεπιστήμιο του Stanford, ενός διεπιστημονικού προγράμματος Βιοεπιστημών, που συνδυάζει τις Φυσικές και Βιολογικές

Επιστήμες με την Ιατρική και τη Μηχανική. Στη σύνθεση και λειτουργία σημαντικά βελτιωμένων φωτοσταθερών νανοσωματιδίων σπάνιων γαιών, που επιτρέπουν τη μακρόχρονη ανίχνευση πρωτεϊνών και γενικά την παρακολούθηση βιομορίων σε ζωντανά κύτταρα σε πραγματικό χρόνο, με χρονική ανάλυση χιλιοστών του δευτερολέπτου, αλλά και στις αναδυόμενες δυνατότητες της υπερηχοτομογραφίας για τη διάγνωση ασθενειών αναφέρθηκε ο Νομπελίστας κατά τη διάλεξή του στο Λιντάου με τίτλο: *“Recent Advances in Biomolecular and Biomedical Imaging”* («Πρόσφατες Πρόοδοι στη Βιομοριακή και Βιοϊατρική Απεικόνιση»).

«Η διαστρέβλωση της επιστημονικής αρχής είναι μια πολιτική και ιδεολογική στρατηγική»

Μεγαλωμένος σε ένα οικογενειακό περιβάλλον που ενθάρρυνε τη μελέτη - ο πατέρας του ήταν απόφοιτος του MIT και Καθηγητής στο Πολυτεχνείο του Μπρούκλιν, και η μητέρα του οικονομολόγος- ο Νομπελίστας περιγράφει μέσα στη βιογραφία του τον εαυτό του ως το «μαύρο πρόβατο» της γνώσης, καθώς οι επιδόσεις του στο σχολείο ήταν από μέτριες έως κακές.

«Αντιμετώπιζα το σχολείο ως αγγαρεία και όχι ως μια πνευματική περιπέτεια, εκτός από κάποια μαθήματα που μου φαίνονταν ενδιαφέροντα όπως η Γεωμετρία. Αργότερα βρήκα διέξοδο στην κατασκευή μοντέλων αεροσκαφών και πλοίων. Μου άρεσε πολύ να κατασκευάζω αντικείμενα με τα χέρια», αφηγείται ο ίδιος και αναφέρεται σε πρόσωπα που λειτούργησαν καθοριστικά στη μετέπειτα πορεία του, όπως ήταν ο Καθηγητής Φυσικής Thomas Miner, τον οποίο περιγράφει ως ιδιαίτερα ταλαντούχο.

«Μέχρι σήμερα θυμάμαι τον τρόπο με τον οποίο μας εισήγαγε στο μάθημα της Φυσικής. Μας είπε ότι επρόκειτο να πάρουμε απαντήσεις σε πολύ απλά ερωτήματα, όπως το πώς πέφτει ένα σώμα λόγω της επιτάχυνσης της βαρύτητας. Μας είπε επίσης πως μέσω ενός συνδυασμού παρατηρήσεων και εικασιών, οι ιδέες θα μπορούσαν να κατασκευάσουν μια θεωρία, η οποία με τη σειρά της θα μπορούσε να ελεγχθεί με πειράματα. Εκτός από μια απίστευτα σαφή και ακριβή εισαγωγή στο μάθημα, ο Καθηγητής Miner ενθάρρυνε επίσης και φιλόδοξες εργαστηριακές δραστηριότητες. Το τελευταίο εξάμηνο έφτιαξα ένα φυσικό εκκρεμές και το χρησιμοποίησα για να κάνω μια μέτρηση "ακρίβειας" της βαρύτητας. Τα χρόνια εμπειρίας μου στην κατασκευή αντικειμένων μου πρόσφεραν δεξιότητες που ήταν άμεσα εφαρμόσιμες στην κατασκευή του εκκρεμούς. Κατά ειρωνικό τρόπο, είκοσι πέντε χρόνια αργότερα, θα έπρεπε να αναπτύξω μια εκλεπτυσμένη εκδοχή αυτής της μέτρησης, χρησιμοποιώντας λέιζερ για τη ψύξη ατόμων...»

~~~~~

Ο Steven Chu από το 2004 είναι, εκτός από Καθηγητής, και Διευθυντής του Εθνικού Εργαστηρίου Μπέρκλεϊ στο ομώνυμο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας, όπου ειδικεύεται στη μελέτη της αλλαγής των κλιματικών συνθηκών σε μοριακό επίπεδο. Βραβευμένος με Νόμπελ Φυσικής το 1997, διετέλεσε Γραμματέας Ενέργειας των ΗΠΑ (2009-2013) - 12ος στον αριθμό - υπό την προεδρία του Μπαράκ Ομπάμα και υπήρξε ο πρώτος Νομπελίστας με θέση σε Αμερικανικό Υπουργικό Συμβούλιο. Από τη θέση αυτή επιστράτευσε κορυφαίους επιστήμονες και μηχανικούς εξειδικευμένους σε ενεργειακά θέματα, για να υλοποιήσει πρωτοβουλίες, όπως η ARPA-E (Advanced Research Projects Agency – Energy), που αποσκοπούσε στο ξεκίνημα μίας νέας Βιομηχανικής Επανάστασης που θα περιλάμβανε ‘καθαρές’ τεχνολογίες ενέργειας, οι οποίες θα δημιουργούσαν χιλιάδες νέες θέσεις εργασίας, ενώ παράλληλα θα μείωναν τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα.

Του ανατέθηκε, επίσης, από τον Πρόεδρο Ομπάμα το δύσκολο καθήκον να συνδράμει την πετρελαϊκή εταιρεία BP ώστε να σταματήσει τη διαρροή πετρελαίου στον κόλπο του Μεξικού μετά την έκρηξη της πλατφόρμας εξόρυξης Deepwater Horizon, που το 2010 είχε προκαλέσει τον θάνατο 11 ανθρώπων και τη διαρροή περίπου 5 εκατομμυρίων βαρελιών αργού πετρελαίου.

Ως πρώην Γραμματέας Ενέργειας των ΗΠΑ επέκρινε επίσης δημόσια τις προτεινόμενες περικοπές στους προϋπολογισμούς για την έρευνα για το κλίμα και την καθαρή ενέργεια, στο πλαίσιο της πολιτικής του Αμερικανού Προέδρου Τραμπ. Μάλιστα, πριν από την εκλογή του, τον Δεκέμβριο του 2016, είχε συνυπογράψει με περισσότερους από 800 επιστήμονες<sup>23</sup> και ειδικούς στην κλιματική αλλαγή μια ανοιχτή επιστολή, η οποία, ωστόσο, απευθυνόταν κυρίως προς τον τότε ρεπουμπλικανό προεδρικό υποψήφιο. Σε αυτή την επιστολή οι επιστήμονες εξέφραζαν όσο πιο απλά και κατανοητά μπορούσαν τις συνέπειες της κλιματικής αλλαγής, αλλά και προειδοποιούσαν ότι ένα ‘Parexit’ - μια ενδεχόμενη έξοδος των ΗΠΑ από την ιστορική συμφωνία για το κλίμα<sup>24</sup> - θα είχε τραγικές επιπτώσεις τόσο στην κλιματική αλλαγή, όσο και στην ίδια την εικόνα της χώρας.

---

<sup>23</sup> Οι αυτοαποκαλούμενοι “Concerned Scientists”, δηλαδή κοινότητα των «Ανήσυχων Επιστημόνων», ανάμεσα στους οποίους ήταν και ο Στίβεν Χόκινγκ. (<https://blogs.scientificamerican.com/observations/an-open-letter-from-scientists-to-president-elect-trump-on-climate-change/>)

<sup>24</sup> Η παγκόσμια συμφωνία που υπογράφηκε στο Παρίσι από τους εκπροσώπους 195 κρατών στις 12 Δεκεμβρίου του 2015.

Η έξοδος από τη συμμαχία για το κλίμα τελικά πραγματοποιήθηκε<sup>25</sup>, προκαλώντας πλήθος αντιδράσεων και καθιστώντας τις ΗΠΑ τη μόνη χώρα εκτός συμφωνίας. Γι' αυτό και στην ερώτησή μου αν θεωρεί πως η πολιτική του Τραμπ είναι «μη φιλική» απέναντι στην Επιστήμη, υπονοώντας και γενικότερα ως προς την ανθρωπότητα, ο Νομπελίστας μού απαντάει χωρίς σκέψη, χαμογελώντας με νόημα “Yes!”, και κινείται γρήγορα προς το αμφιθέατρο...

~~~~~

Ο Νομπελίστας πιστεύει πως ο επιστημονικός διάλογος είναι πολύ σημαντικός, καθώς μπορεί εύκολα να υπερκεράσει εμπόδια, όπως είναι η εθνικότητα, η θρησκεία ή το φύλο. Και αυτό γιατί η Επιστήμη βασίζεται σε αποδεδειγμένα, παρατηρήσιμα γεγονότα, και όχι σε πεποιθήσεις και ιδεολογίες. Ωστόσο, ανησυχεί για το γεγονός ότι η έρευνα δεν φτάνει στην κοινωνία με τον σωστό τρόπο και θεωρεί ότι χρειάζεται να βελτιωθεί ο τρόπος επικοινωνίας της γιατί κινδυνεύει: «*Η διαστρέβλωση της επιστημονικής αρχής είναι μια σταθερή πολιτική και ιδεολογική στρατηγική*», υποστηρίζει.



²⁵ Την απόσυρση των ΗΠΑ από τη συμφωνία του Παρισιού για την κλιματική αλλαγή ανακοίνωσε την 1η Ιουνίου 2017 ο Αμερικανός Πρόεδρος Ντόναλντ Τραμπ, τηρώντας την υπόσχεσή του να προτάξει τα συμφέροντα των Αμερικανών εργατών, όπως εξήγησε. Στην ανακοίνωσή του ο Τραμπ δεσμεύτηκε ότι θα επιδιώξει μια καλύτερη συμφωνία, καθώς αυτή του Παρισιού ήταν υπερβολικά δαπανηρή για τις ΗΠΑ.



Σε μια ανοικτή συζήτηση κατά τη διάρκεια του φόρουμ με στόχο τον τρόπο αντιμετώπισης από την επιστημονική κοινότητα ενός “post-factual era” («μετα-πραγματικού») κόσμου, αναλύοντας ποιες στρατηγικές λειτουργούν, ποιες όχι, και τι πρέπει να γίνει για το μέλλον, ο Νομπελίστας εξέφρασε σαφή θέση: *«Το να αναγνωρίζουμε το κοινό μας, να μαθαίνουμε για αυτό και τις ανάγκες του και να συζητάμε σε κοινή γλώσσα είναι μια επιτυχημένη στρατηγική που συμβάλλει στην οικοδόμηση εμπιστοσύνης. Πρέπει να βγούμε προς τα έξω, να επικοινωνήσουμε σε μη επιστήμονες, όχι μόνο το ερευνητικό έργο και την επιστημονική μεθοδολογία που εφαρμόζουμε μέσα στα εργαστήρια, αλλά να συστήσουμε και το ανθρώπινο πρόσωπο της Επιστήμης, για να καταπολεμηθούν οι αμφιβολίες. Κανείς επιστήμονας δεν πρέπει να είναι τόσο απασχολημένος ώστε να μην έχει χρόνο να πάει, για παράδειγμα, σε ένα σχολείο να μιλήσει στα παιδιά. Για μένα αυτός δεν είναι καλός επιστήμονας. Για να πείσεις τους ανθρώπους χρειάζεται χρόνος και το πρώτο βήμα είναι η εμπιστοσύνη. Ένας τρόπος προς αυτή την κατεύθυνση είναι να έρθουμε κοντά στους ανθρώπους μέσα από δραστηριότητες εκτός του εργαστηρίου και της πολιτικής».*

Σύμφωνα με τον ίδιο, για να οικοδομηθεί η εμπιστοσύνη, δεν αρκεί το να μιλάει κάποιος σε κάποιον άλλο ή να του παραθέτει έγκυρα και αδιαμφισβήτητα γεγονότα. *«Ο θρίαμβος της Επιστήμης είναι η σοφία που συσσωρεύει με την πάροδο του χρόνου, την οποία μεταλαμπαδεύει. Το πείραμα και η παρατήρηση είναι ο τελικός διαιτητής των συζητήσεων πάνω σε αντιφατικές υποθέσεις»,* συμπληρώνει.

Κατά τη θητεία του στο αμερικανικό υπουργικό συμβούλιο από το 2009 έως το 2013, ο Νομπελίστας διαπίστωσε ότι η οικοδόμηση της εμπιστοσύνης σε προσωπικό επίπεδο σε βάθος χρόνου ήταν σημαντική για να πεισθούν οι σκεπτικιστές πολιτικοί να δεχτούν επιστημονικές πληροφορίες. Κάποιους μπορούσε να τους πείσει εύκολα και κάποιους δυσκολότερα, και κυρίως τον τέως Πρόεδρο που είχε όλο απορίες. *«Ο Πρόεδρος Ομπάμα είχε μεγάλο σεβασμό για την Επιστήμη, αλλά ρωτούσε συνεχώς: ‘‘Πώς γίνεται αυτό; Πώς το γνωρίζουμε; Είσαι σίγουρος;’’ Ήταν ερωτήματα που τα έθετε συχνά»*, σχολιάζει ο Νομπελίστας χαμογελώντας.

Ο ίδιος σημειώνει πως πολλές φορές η επικοινωνία της Επιστήμης γίνεται λανθασμένα με τη μορφή νουθεσίας και φέρνει ως συγκεκριμένο παράδειγμα την κλιματική αλλαγή. *«Δεν πρέπει αν παρουσιάζουμε τις προτεινόμενες ενέργειες που πρέπει να γίνουν για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής ως επιβολή κανονισμών. Και εγώ μισώ τους κανονισμούς. Αυτό ακριβώς κατέθεσα ξεκινώντας μια σχετική ομιλία μου σε μια ομάδα αγροτών ως υπουργός και κέρδισα την προσοχή τους από το πρώτο λεπτό»*, διηγείται ο επιστήμονας, ο οποίος δεν παραλείπει να θίξει και το ζήτημα ότι πολλές φορές και τα μέσα ενημέρωσης, ακούσια ή εκούσια, «μεταφράζουν» την Επιστήμη με λάθος τρόπο.

«Ο θρίαμβος της Επιστήμης είναι η σοφία που συσσωρεύει με την πάροδο του χρόνου, την οποία μεταλαμπαδεύει»

Ο Νομπελίστας ολοκλήρωσε την ομιλία του στο Λιντάου με αναφορά στην κλιματική αλλαγή, όπως ήταν αναμενόμενο, και ειδικότερα στις ενέργειες τις οποίες ο ίδιος προωθεί για την αντιμετώπισή της, που συνοψίζονται στη χρήση μπαταριών ιόντων λιθίου (Li-ion), στην εξόρυξη λιθίου από τους ωκεανούς με ηλεκτροχημικές μεθόδους και γενικότερα στην αξιοποίηση της ηλεκτροχημείας σε λύσεις εξοικονόμησης ενέργειας.

Ωστόσο, ολοκληρώνοντας τη συνέντευξη με τον Καθηγητή Chu, σκέφτομαι πως, ως γιος Κινέζων μεταναστών, έλκει την καταγωγή του από τα δύο κράτη που διαχρονικά αποτελούν τους μεγαλύτερους ρυπαντές του πλανήτη. Κατά την υπουργοποίησή του, όπως αναμενόταν, ο Τύπος του Πεκίνου είχε χαιρετίσει με ικανοποίηση τον διορισμό του. Αναρωτιέμαι όμως αν η ιδιαίτερη πατρίδα του Νομπελίστα, αλλά και αυτή που τον ανέθρεψε, είναι διατεθειμένες τελικά να ακολουθήσουν τις προτροπές του τέκνου τους για τη διάσωση

της γης. Δυστυχώς αυτό είναι ένα καίριο ερώτημα που δεν πρόλαβα να θέσω στον ίδιο τον Νομπελίστα²⁶...

~~~~~

Η δεύτερη μέρα παραμονής μου στο Λιντάου συμπίπτει με τις εκλογές στην Τουρκία. Από το διαδίκτυο, λίγο πριν πάω στο φόρουμ, διαβάζω για μια ανοικτή επιστολή που είχαν αποστείλει 38 Νομπελίστες λίγους μήνες πριν στον Τούρκο Πρόεδρο Ερντογάν και που είχε δημοσιευτεί στη βρετανική εφημερίδα Guardian, τονίζοντας πως «μέχρι η Τουρκία να απελευθερώσει τους κρατούμενους συγγραφείς και μέχρι να επιστρέψει στο κράτος δικαίου, δεν μπορεί να ισχυρίζεται ότι είναι μέλος του ελεύθερου κόσμου». Η επιστολή αναφερόταν στην παράνομη κράτηση και άδικη καταδίκη συγγραφέων και διανοουμένων στη χώρα, η οποία βλάπτει τη φήμη της Τουρκίας, καθώς επίσης την αξιοπρέπεια και την ευημερία των πολιτών της. Οι υπογράφωντες επικαλούνταν υπόμνημα του Επιτρόπου του Συμβουλίου της Ευρώπης για τα ανθρώπινα δικαιώματα Νιλς Μούιζνιεκς, σύμφωνα με το οποίο «ο χώρος για δημοκρατικό διάλογο στην Τουρκία έχει συρρικνωθεί ανησυχητικά». *«Απευθύνουμε έκκληση για την άρση της κατάστασης έκτακτης ανάγκης και των περιορισμών στην ελευθερία λόγου και έκφρασης γνώμης»*, τόνιζαν οι Νομπελίστες στην επιστολή αυτή.

Με τον Αμερικανό Νομπελίστα Ράντυ Γ. Σέκμαν συναντηθήκαμε το πρωί της ίδιας μέρας και δεν μπορούσα να μην του ζητήσω να σχολιάσει την πανηγυρική νίκη του Προέδρου Ερντογάν. Και αυτό γιατί είναι ένας από τους 38 Νομπελίστες που τον Μάρτιο του 2018 υπέγραψαν και απέστειλαν την ανοικτή επιστολή προς τον Τούρκο Πρόεδρο, αξιωνοντας την αποκατάσταση του κράτους δικαίου στην Τουρκία και την απελευθέρωση των δημοσιογράφων που επικρίνουν την τουρκική κυβέρνηση.



*«Μια αναδυόμενη δικτατορία που απειλεί όχι μόνο τη δημοκρατία, αλλά και τις αξίες του ανθρωπισμού, σίγουρα δεν μου προκαλεί ευχαρίστηση. Δημιουργεί ένα εκρηκτικό περιβάλλον στην περιοχή και διασalaεύει την ειρήνη. Δυστυχώς ζούμε στην εποχή όπου τον ρόλο των ηγετών*

---

<sup>26</sup> Τον Φεβρουάριο του 2013, ο Νομπελίστας παραιτήθηκε από το αξίωμά του, καθώς στο πλαίσιο του κυβερνητικού έργου του τέως Πρόεδρου Ομπάμα για την προστασία του περιβάλλοντος έγινε στόχος επικρίσεων για τον χειρισμό ενός δανείου 528 εκατ. δολαρίων από το ομοσπονδιακό Δημόσιο προς εταιρεία κατασκευής φωτοβολταϊκών. Η εταιρεία αργότερα χρεοκόπησε και απέλυσε 1.100 εργαζομένους.

αναλαμβάνουν αρκετά φαιδρά πρόσωπα, συμπεριλαμβανομένου και του Προέδρου των ΗΠΑ Ντόναλντ Τραμπ, ο οποίος ελπίζω να εξαφανιστεί γρήγορα και να μην ξεμείνει στην εξουσία για χρόνια, όπως ο Κιμ Γιονγκ Ουν», σχολιάζει ο διαπρεπής επιστήμονας, που είναι Καθηγητής στο Τμήμα Μοριακής και Κυτταρικής Βιολογίας στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας στο Μπέρκλεϊ.

## Randy W. Schekman: Το «ενδοκυτταρικό κούριερ»

Ο 69χρονος Randy W. Schekman είναι άνθρωπος με φιλική διάθεση, πολύ απλός και προσιτός, και δείχνει έτοιμος όχι μόνο να μου απαντήσει σε όλα μου τα ερωτήματα, αλλά ακόμη και να μου ανοίξει την καρδιά του. Έχει μια διακριτικότητα στη συμπεριφορά και μια γλυκύτητα στο βλέμμα, αλλά ταυτόχρονα και μια μελαγχολία. Μου εξομολογείται πως στη ζωή του έχει βιώσει πολλές απώλειες και αυτό τον έχει κάνει πιο ευαίσθητο. Έχει χάσει τη μητέρα και την αδερφή του από καρκίνο, αλλά πριν από ένα χρόνο έχασε και την αγαπημένη του σύντροφο από νευροεκφυλιστική νόσο, και αυτό τον βύθισε στη θλίψη. Μου διηγείται μάλιστα πως είχε αναλάβει εξ ολοκλήρου ο ίδιος τη φροντίδα της, με αποτέλεσμα τα τελευταία χρόνια η ζωή του να μοιράζεται αποκλειστικά μεταξύ αυτής της φροντίδας και του εργαστηρίου, αφήνοντας πίσω όλες τις κοινωνικές του δραστηριότητες, ακόμη και τις υποχρεώσεις που επιφέρει ένα βραβείο Νόμπελ. Και αυτή την πτυχή της ζωής του τη μοιράζεται μαζί μου. Και αυτό μου κάνει εντύπωση.

*«Δυστυχώς δεν μπόρεσα να χαρώ στο έπακρο τη βράβευσή μου με το Νόμπελ λόγω της ασθένειας της συζύγου μου. Έπασχε τα τελευταία είκοσι χρόνια από Πάρκινσον. Όμως μέσα στην κατάστασή της χάρηκε και σηκώθηκε από το κρεβάτι να χορέψει μαζί μου, αναφωνώντας “There it is!” (Επιτέλους!)», αφηγείται με συγκίνηση ο Καθηγητής.*



Ο Νομπελίστας πληροφορήθηκε τη μεγάλη είδηση τηλεφωνικά στη μια μετά τα μεσάνυχτα. Είχε μόλις επιστρέψει από τη Φρανκφούρτη όπου είχε βραβευτεί με το Otto Warburg Prize και ήταν αρκετά εξαντλημένος και, φυσικά, υπό την επήρεια του jet lag. Ήξερε πως το επόμενο πρωί θα ανακοινώνονταν τα Νόμπελ, αλλά δεν είχε φανταστεί τι τον περίμενε.

*«Την Κυριακή το βράδυ είχα διαβάσει ένα άρθρο που ανέφερε πέντε επιστημονικά επιτεύγματα που δεν είχαν ακόμη βραβευτεί με Νόμπελ. Ανάμεσα σε αυτά ήταν και το δικό μας. Όταν τα χαράματα χτύπησε το τηλέφωνο και άκουσα πως είχα βραβευτεί έμεινα άναυδος. Η πρώτη μου αντίδραση ήταν να αναφωνήσω δύο φορές “ω θεέ μου!” και κατόπιν να τηλεφωνήσω στον 8χρονο πατέρα μου, που προσδοκούσε αυτό το βραβείο εδώ και πολλά χρόνια», λέει ο Καθηγητής, περιγράφοντας ο ίδιος αυτή την ξεχωριστή στιγμή.*

Του είχε περάσει από το μυαλό η ιδέα του Νόμπελ όταν ήταν ακόμη μικρός. Συγκεκριμένα, το 1965 είχε πέσει στα χέρια του το περιοδικό *Time* και είχε διαβάσει για τους Νομπελίστες François Jacob, André Lwoff και Jacques Monod, που είχαν βραβευτεί για την έρευνά τους στο γονιδίωμα των βακτηρίων. *«Ήταν η πρώτη φορά που άκουγα για το Νόμπελ. Ήμουν μαθητής ακόμα στο γυμνάσιο και είχα ενθουσιαστεί. Σκέφτηκα τότε πως κάποτε θα ήθελα να φτάσω και εγώ εκεί...»*

Μαζί με τον Αμερικανό βιοχημικό James Rothman και τον Γερμανό επίσης βιοχημικό Thomas Sudhof μοιράστηκαν το Νόμπελ Ιατρικής το 2013, γιατί είχαν ανακαλύψει τον *«μηχανισμό ρύθμισης της μετακίνησης κυστιδίων, το μείζον σύστημα μεταφοράς στα κύτταρά μας»*. Με άλλα λόγια, είχαν διαλευκάνει τον τρόπο με τον οποίο τα κύτταρα οργανώνουν το σύστημα μεταφοράς του μοριακού τους φορτίου σε μικρές δομές σαν φούσκες, που ονομάζονται κυστίδια, και το παραδίδουν στο σωστό σημείο τη σωστή στιγμή, αποτρέποντας τη δημιουργία ενός χάους στο ενδοκυτταρικό περιβάλλον. Τα κυστίδια διακινούν διαλυτές πρωτεΐνες και άλλα κυτταρικά υλικά μεταξύ των κυτταρικών διαμερισμάτων, αλλά και συγχωνεύονται με την εξωτερική επιφάνεια του κυττάρου, για να απελευθερώσουν το περιεχόμενό τους στο εξωκυτταρικό περιβάλλον. Στην ουσία οι τρεις επιστήμονες εντόπισαν το εσωτερικό σύστημα διανομής του κυττάρου, ένα είδος «ενδοκυτταρικού ταχυμεταφορέα (κούμερι)», που παραδίδει ζωτικές χημικές ενώσεις στην κατάλληλη διεύθυνση και τον σωστό χρόνο.

***«Δυστυχώς ζούμε στην εποχή όπου τον ρόλο των ηγετών  
αναλαμβάνουν αρκετά φαιδρά πρόσωπα»***

Για να αντιληφθεί κανείς πόσο ζωτικής σημασίας είναι ο μηχανισμός εσωτερικής οργάνωσης του κυττάρου που ανακάλυψαν οι τρεις Νομπελίστες, αρκεί να μάθει ότι σχετίζεται με διεργασίες όπως η απελευθέρωση ορμονών (π.χ. ινσουλίνης) και ενζύμων στο αίμα ή η επικοινωνία νευρικών κυττάρων. Ένα ελαττωματικό σύστημα μεταφοράς κυστιδίων εμπλέκεται, για παράδειγμα, στο σακχαρώδη διαβήτη και σε διάφορες εγκεφαλικές διαταραχές.





Ο Καθηγητής Randy Schekman είναι αυτός που ανακάλυψε τα γονίδια που ευθύνονται για την κυκλοφορία των κυστιδίων. Ο James Rothman ανίχνευσε τις πρωτεΐνες που επιτρέπουν στα κυστίδια να αλληλεπιδρούν με τους στόχους τους, για να μεταφέρουν το φορτίο των βιοχημικών ουσιών που έχουν παραχθεί στο κύτταρο, ενώ ο Thomas C. Südhof ανακάλυψε έναν μηχανισμό που στηρίζεται σε νευρικά σήματα μέσω ενώσεων ασβεστίου και επιτρέπει στα κυστίδια να απελευθερώσουν το φορτίο τους με ακρίβεια. Ο Schekman είχε επίσης μοιραστεί με τον James Rothman το βραβείο Albert Lasker το 2002 - ένα αξιόπιστο βαρόμετρο του Νόμπελ - για την ανεξάρτητη έρευνά τους πάνω στο σύστημα ενδοκυτταρικής κυκλοφορίας.

Ο Νομπελίστας Schekman εργάστηκε πάνω σε μύκητες προκειμένου να ταυτοποιήσει τη γενετική βάση του μηχανισμού. Εντοπίζοντας μεταλλαγές, οι οποίες είχαν ως αποτέλεσμα την παρεμπόδιση του ενδοκυτταρικού μηχανισμού μεταφοράς μορίων, ο Αμερικανός επιστήμονας πέτυχε να αναγνωρίσει τις τρεις ομάδες γονιδίων που ρυθμίζουν τη λειτουργία του. Σταδιακά, όμως, αποκρυπτογράφησε πλήρως τον μηχανισμό σχηματισμού κυστιδίων, την επιλογή του φορτίου με την εμπλοκή πρωτεϊνών και την επιλογή της σωστής διαδρομής έξω από το κύτταρο, ταυτοποιώντας όχι ένα, ούτε δύο, αλλά 50 γονίδια που εμπλέκονται στη διαδικασία με τη σειρά και τον ρόλο που παίζει το καθένα. Ένα από τα σημαντικότερα γονίδια

που βρήκε ο Schekman, όπως ο ίδιος λέει, είναι το SEC61, οι μεταλλαγές του οποίου μπλοκάρουν τη διαδικασία έκκρισης, που σχετίζεται με ασθένειες όπως το Αλτσχάιμερ.

Ο Καθηγητής είχε ξεκινήσει νωρίτερα τη διάλεξή του στο Lindau, λέγοντας πως από τις χιλιάδες πρωτεΐνες που παράγει το κύτταρο ένα εντυπωσιακό ποσοστό, περίπου το 30% αυτών, οδηγείται στον εξωκυττάριο χώρο με τον παραπάνω μηχανισμό. Εκτός όμως των πρωτεϊνών το κύτταρο «εξάγει» και άλλα μόρια, όπως κάποια μόρια RNA. Σε αυτή τη διαδικασία επικεντρώνει τώρα την έρευνά του.

~~~~~

Ο Randy Wayne Schekman, έχοντας εβραϊκές ρίζες, γεννήθηκε στο Saint Paul, στη Μινεσότα, στο τέλος του 1948, αλλά μεγάλωσε στην Καλιφόρνια μέσα σε μια παραδοσιακή οικογένεια με τέσσερα παιδιά που τηρούσε τα έθιμα και τις συνήθειες.

«Οι καθημερινές μας δραστηριότητες περιλάμβαναν παιχνίδι με τα ξαδέλφια και τους φίλους μου από τη γειτονιά, μαθήματα στο Εβραϊκό Κοινοτικό Κέντρο και στο δημοτικό σχολείο John Hay, και απογευματινά εβραϊκά μαθήματα σε μια θρησκευτική σχολή. Απαράβατος κανόνας



ήταν τα δείπνα της Παρασκευής και του Σαββατόβραδου στο σπίτι των παππούδων μου. Τις πιο έντονες αναμνήσεις τις έχω από το εξοχικό μας σπίτι σε μια λίμνη στη Βόρεια Μινεσότα, όπου ο παππούς μάς πήγαινε για ψάρεμα νωρίς το πρωί. Συναναστρεφόμασταν αποκλειστικά με άλλες εβραϊκές οικογένειες και αυτό είχε ως αποτέλεσμα να αγνοώ τον

αντισημιτισμό. Μέχρι που τον συνάντησα μια μέρα καθ' οδόν προς το Εβραϊκό Κοινοτικό Κέντρο, στο πρόσωπο ενός μεγαλύτερου παιδιού που με άρπαξε βίαια από το στήθος, γιατί κατάλαβε πως τα πού κατευθυνόμουν», διηγείται μέσα στη βιογραφία του ο Καθηγητής. Στην ερώτησή μου αν συνεχίζει να έχει επαφή με εβραϊκές κοινότητες μου απαντά αρνητικά, καθώς πολύ νωρίς κατάλαβε *«πως η προσκόλληση στις θρησκείες δεν λύνει κανένα πρόβλημα της ανθρωπότητας...».*

Ο πατέρας του Νομπελίστα ήταν Μηχανικός στην πολυεθνική πλέον General Mills και η μητέρα του, παρότι ήθελε, δεν κατάφερε να σπουδάσει και εργαζόταν ως υπάλληλος σε ένα πολυκατάστημα. Ο Καθηγητής ζούσε μια ξένοιαστη παιδική ζωή σε ένα περιβάλλον με πολλή

αγάπη. «Μου άρεσε να διαβάζω το γνωστό περιοδικό ‘‘Αγόρι’’. Κάποια στιγμή εντάχθηκα και σε μια ομάδα προσκόπων, αλλά δεν ενθουσιάστηκα ιδιαίτερα. Η πιο δυσάρεστη μνήμη μου από τα παιδικά μου χρόνια είναι τα όπλα και τα υπόλοιπα στρατιωτικά παιχνίδια που μου αγόραζαν οι γονείς μου για τα γενέθλιά μου. Δεν τα ήθελα καθόλου...», αναφέρει χαρακτηριστικά μέσα στη βιογραφία του.

Ο ίδιος θυμάται να εκδηλώνει ως παιδί ένα περιστασιακό ενδιαφέρον για την Αστρονομία, ενώ εξακολουθεί να φυλάει φωτογραφίες ιών και βακτηρίων από ένα ηλεκτρονικό μικροσκόπιο που του είχε αγοράσει ο πατέρας του, προκειμένου να εκπονήσει μια εργασία στο γυμνάσιο. Ευτυχώς, οι γονείς του διέσωσαν εκείνο το πρώτο μικροσκόπιο και του το έστειλαν κάποια στιγμή στη σημερινή του κατοικία στο Σαν Φρανσίσκο. Όμως, σκονιζόταν πάλι για δεκαετίες πάνω σε ένα ράφι μέχρι τη στιγμή που έγινε εκείνο το τηλεφώνημα από τη Στοκχόλμη. «Κατάλαβα τότε ότι θα ήταν πιο ενδιαφέρον ως έκθεμα για τους επισκέπτες του Μουσείου Νόμπελ. Το πρώτο μου μικροσκόπιο εκτίθεται πλέον στη βιτρίνα μαζί με την ιστορία απόκτησης και χρήσης του ως ένα πνευματικό παιχνίδι», μου λέει γελώντας ο ίδιος.

Ο Καθηγητής φοίτησε στο δυτικό γυμνάσιο στο Anaheim και σπούδασε Μοριακή Βιολογία στο Πανεπιστήμιο UCLA στην Καλιφόρνια. Αρχικά σκέφτηκε να ακολουθήσει ιατρική σταδιοδρομία, αλλά εμπνεύστηκε από έναν χρόνο εργασίας σε εργαστήριο στο Πανεπιστήμιο του Εδιμβούργου και επέστρεψε στην Αμερική για να σπουδάσει Βιοχημεία στο Στάνφορντ κοντά στον Νομπελίστα Άρθουρ Κόρνμπεργκ (1959), ολοκληρώνοντας εκεί και τη διδακτορική του διατριβή το 1975. Αφού πέρασε δύο χρόνια (1974-76) ως μεταδιδακτορικός ερευνητής στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας στο Σαν Ντιέγκο, από το 1976 παρέμεινε μέλος του διδακτικού και ερευνητικού προσωπικού στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας στο Μπέρκλεϊ.

«Οι νέοι ερευνητές πρέπει να αντιληφθούν τη σημασία της ηθικής της Επιστήμης. Να εκπαιδεύονται στην τήρηση των αξιών και να υφίστανται αυστηρές κυρώσεις για το σπάσιμο αυτών των κανόνων»

Ο Schekman τάσσεται ανοικτά υπέρ της προώθησης της Επιστήμης. Είναι πρώην αρχισυντάκτης των Πρακτικών της Εθνικής Ακαδημίας Επιστημών και το 2011 ανέλαβε

αρχισυντάκτης του *eLife*²⁷, ενός περιοδικού ανοιχτής πρόσβασης (open access) και μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα, που δημιουργήθηκε από το Howard Hughes Medical Institute (HHMI), το Ινστιτούτο Max Planck και τον Οργανισμό Wellcome Trust. Ο Καθηγητής πιστεύει πως οι ίδιοι οι επιστήμονες μπορούν να εξηγήσουν την Επιστήμη τους καλύτερα από όλους με έναν κατανοητό και ειλικρινή τρόπο. Επίσης, θεωρεί πως όλοι οι άνθρωποι πρέπει να έχουν σήμερα πρόσβαση στα επιστημονικά άρθρα και πως δεν υπάρχει «ειδική» επιστημονική κοινότητα αλλά ευρύτερο κοινό που ενδιαφέρεται.



«Το eLife δημιουργήθηκε σε μια εποχή που κάποια επιστημονικά ινστιτούτα ήθελαν να επενδύσουν σε κάτι καινούργιο στον χώρο των επιστημονικών δημοσιεύσεων, που να προέρχεται από ενεργούς ερευνητές και όχι από εμπορικούς κύκλους. Θέλαμε να αλλάζουμε επίσης και τον τρόπο που διενεργούνται οι κρίσεις για τις υποβαλλόμενες εργασίες (reviews) και ανοίξαμε τον δρόμο. Η αποστολή μας είναι να βοηθήσουμε τους επιστήμονες να επιταχύνουν τις ανακαλύψεις τους μέσα από τη λειτουργία μιας πλατφόρμας επικοινωνίας της έρευνας, που ενθαρρύνει και αναγνωρίζει τις πιο υπεύθυνες συμπεριφορές στην Επιστήμη. Η αλήθεια είναι ότι ξοδεύω πολύ από τον χρόνο μου στο περιοδικό, αλλά αξίζει τον κόπο», εξηγεί ο Νομπελίστας, ο οποίος

²⁷ <https://elifesciences.org/>

διευκρινίζει πως το *eLife* δημοσιεύει εργασίες με τα υψηλότερα επιστημονικά πρότυπα και τη μεγαλύτερη σημασία σε όλους τους τομείς της ζωής και των βιοϊατρικών επιστημών. Η έρευνα προσανατολίζεται και αξιολογείται από επιστήμονες και καθίσταται διαθέσιμη ελεύθερα σε όλους τους αναγνώστες χωρίς καθυστέρηση.

Το *eLife* επενδύει επίσης στην καινοτομία μέσω της ανάπτυξης εργαλείων ανοιχτού κώδικα για την επιτάχυνση της επικοινωνίας και της ανακάλυψης της έρευνας. *«Το έργο μας καθοδηγείται από τις κοινότητες που υπηρετούμε και από πολλούς ερευνητές, οι οποίοι ασπάζονται τη θέση πως η Επιστήμη χρειάζεται συνεχή και ειλικρινή ανταλλαγή γνώσεων», προσθέτει ο ερευνητής.*

«Η Επιστήμη χρειάζεται συνεχή και ειλικρινή ανταλλαγή γνώσεων»

Μετά τον θάνατο της συζύγου του, ο Νομπελίστας μού εξομολογείται πως προσπαθεί να ξαναβρεί τον κανονικό του ρυθμό. Προχωράει τη ζωή του, ταξιδεύει πάρα πολύ, συμμετέχει σε ερευνητικές επιτροπές, μιλάει για την Επιστήμη σε πάνελ, εκμεταλλεύεται την κάθε ευκαιρία που του παρουσιάζεται και ανταποκρίνεται σε όλες τις προσκλήσεις. Εξάλλου, όπως λέει, είναι ένας άνθρωπος που δεν λέει εύκολα όχι.

Αν τον ρωτήσει κάποιος ποιο ερευνητικό επίτευγμα θεωρεί πως θα είναι η επόμενη «επανάσταση» στον χώρο της Επιστήμης, θα πει απλά πως δεν μπορεί να αποφανθεί με βεβαιότητα. Γοητεύεται όμως πολύ από τις δυνατότητες του CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeat), που είναι μια επαναστατική τεχνική ακριβούς κατάτμησης και τροποποίησης του DNA, είτε αυτό ανήκει σε άνθρωπο ή ζώο, είτε σε βακτήριο, η οποία ανακαλύφθηκε όταν ερευνητές μελετούσαν το αμυντικό σύστημα κάποιων βακτηρίων.

Στην ερώτηση ποια είναι η μεγαλύτερη ανησυχία του αυτόν τον καιρό, θα απαντήσει η πολιτική κατάσταση όπως αυτή διαμορφώνεται στις ΗΠΑ, αλλά και παγκοσμίως: *«Με ανησυχεί πολύ το γεγονός πως μας κυβερνά ένας ανόητος ηγέτης, αλλά περισσότερο με ανησυχεί το γεγονός πως υπάρχουν άνθρωποι που τον πιστεύουν και τον ακολουθούν. Μου είναι αδιανόητο πώς μπορεί να ασκεί επιρροή στο κοινό αυτός ο άνθρωπος!»*

Ο επόμενος στόχος του Νομπελίστα είναι σαφής και συγκεκριμένος και σχετίζεται με την προσπάθεια να μετατρέψει τη θλίψη του από την απώλεια της συζύγου του σε κάτι θετικό. Γι' αυτό και σκοπεύει να επικεντρωθεί στην έρευνα για την πλήρη ταυτοποίηση του

μηχανισμού της νόσου Πάρκινσον. Και ακριβώς εδώ βγαίνει και η είδηση: Ο Ρωσο-αμερικανός επιχειρηματίας Sergey Brin αποφάσισε να επενδύσει περίπου 1 δις δολάρια στην έρευνα για την ασθένεια αυτή, καθώς και ο ίδιος ανακάλυψε το 2008 πως έχει κληρονομική προδιάθεση από τη μητέρα του. Ο Σεργκέι Μπριν είναι μηχανικός υπολογιστών και συνιδρυτής της μηχανής αναζήτησης Google μαζί με τον Λάρρυ Πέιτζ. Στο αμέσως επόμενο χρονικό διάστημα προτίθεται να χρηματοδοτήσει ερευνητικά εργαστήρια σε όλο τον κόσμο που θα ασχολούνται με την έρευνα της συγκεκριμένης νόσου. Σε αυτό το εγχείρημα θέλει αρωγό και σύμβουλο τον Νομπελίστα, ο οποίος μου λέει με έκδηλη χαρά, πως υπάρχουν αρκετοί ερευνητές στην Ασία και σε όλο τον κόσμο που διερευνούν τη χρήση των πολλά υποσχόμενων επαγόμενων πολυδύναμων βλαστοκυττάρων (iPSC) - μια ανακάλυψη του Ιάπωνα ερευνητή Shinya Yamanaka το 2006 - για να σχεδιάσουν θεραπεία για τη νόσο του Πάρκινσον. *«Η νόσος του Πάρκινσον προκαλείται κυρίως από ανεπάρκεια ντοπαμίνης που παράγεται από ντοπαμινεργικούς νευρώνες στον εγκέφαλο. Τα iPSC είναι ενήλικα κύτταρα τα οποία μπορούν να επαναδιαφοροποιηθούν και να μετατραπούν σε διαφορετικά κύτταρα – κάτι το οποίο σημαίνει ότι θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για να αντικαταστήσουν κύτταρα τα οποία έχουν υποστεί βλάβες εξαιτίας κάποιας νόσου. Στην περίπτωση της νόσου αυτά που χρειάζονται αντικατάσταση είναι οι ντοπαμινεργικοί νευρώνες»*, εξηγεί ο Schekman και καταλήγει: *«Νομίζω ότι αυτό μου ήρθε ως ένα δώρο από τον ουρανό. Τουλάχιστον για τα επόμενα δέκα χρόνια έχω έναν σημαντικό λόγο για να αγωνιστώ!»*²⁸

~~~~~



Από τους σαράντα Νομπελίστες που συμμετέχουν φέτος στο Lindau Nobel Laureate Meetings μόνο οι δύο είναι γυναίκες, υπενθυμίζοντας σε όλους τους παρευρισκόμενους ότι το γυναικείο φύλο δεν εκπροσωπείται επαρκώς όχι μόνο στο θεσμό αλλά στην Επιστήμη γενικότερα. Λες και η Επιστήμη επινοήθηκε από άνδρες. Οι γυναίκες ερευνήτριες δεν χάνουν ευκαιρία να επισημαίνουν τη φυλετική ανισορροπία στην ποσόστωση που υπάρχει μεταξύ των δύο φύλων στο χώρο της επιστήμης. Μάλιστα υποστηρίζουν πως αυτή η ανισορροπία είναι παράγωγο ενός θεσμικού σεξισμού εντός του επιστημονικού περιβάλλοντος.

---

<sup>28</sup> Απόσπασμα της συνέντευξης δημοσιεύτηκε στην εφημερίδα «Ναυτεμπορική» on line στις 29/06/2019

Σχετικά πρόσφατη έρευνα στο περιοδικό *Nature*<sup>29</sup>, αναφέρει πως από το 1901 μέχρι το 2017, οι γυναίκες κάτοχοι του βραβείου είναι 18, ενώ αντίστοιχα οι άνδρες ανέρχονται στους 587. Υπάρχει επομένως ένα γεγονός: Οι γυναίκες είναι λιγότερες από τους άνδρες στο χώρο της έρευνας και ειδικότερα στο χώρο των Φυσικών Επιστημών. Ωστόσο, το 2018 ακόμη δύο γυναίκες απέσπασαν βραβεία Νόμπελ στη Φυσική και στη Χημεία, ανεβάζοντας τον αριθμό τους σε 20.

Η Elizabeth Blackburn είναι μία από τις 20 γυναίκες κατόχους του βραβείου Νόμπελ στις επιστήμες και έχει ασχοληθεί σε βάθος με τις υφιστάμενες διακρίσεις μεταξύ των δύο φύλων στον χώρο της Επιστήμης. Για του λόγου το αληθές, η Νομπελίστρια ανοίγει το φορητό υπολογιστή της για να μου δείξει μια πρόσφατη έκθεση σχετικά με τη σεξουαλική παρενόχληση στον ακαδημαϊκό χώρο.<sup>30</sup> «Μία από τις διαπιστώσεις που με εξέπληξε περισσότερο και που αποτελεί την πιο κοινή μορφή παρενόχλησης στον ακαδημαϊκό κόσμο είναι τα κακόγουστα και αρκετές φορές ρατσιστικά σχόλια με τη μορφή αστειότητας εκ μέρους των ανδρών συναδέλφων, που ωθούν τις γυναίκες να βιώνουν τον αποκλεισμό», σχολιάζει. Η έκθεση διαπιστώνει, επίσης, ότι η παρενόχληση των γυναικών επιστημόνων μπορεί να μπλοκάρει τη σταδιοδρομία τους και να περιορίσει τη συμβολή τους στην Επιστήμη.

«Χάνονται έτσι αρκετά ταλέντα από την Επιστήμη. Ιδιαίτερα από την Ιατρική και τη Μηχανική», συμπληρώνει η διαπρεπής ερευνήτρια, η οποία συμπληρωματικά μου δείχνει μια ακόμη έρευνα σε 115 επιστημονικές περιοχές<sup>31</sup>, σύμφωνα με την οποία θα χρειαστούν τουλάχιστον 15 χρόνια για να ισοφαρίσουν σε δημοσιεύσεις οι άνδρες με τις γυναίκες επιστήμονες. Ενδεικτικά, σύμφωνα με την έρευνα, για τη Νανοτεχνολογία θα χρειαστούν 26 χρόνια, για τη Βιολογία 27, για τα Μαθηματικά 60, ενώ για τη Φυσική θα χρειαστούν 258 χρόνια!

---

<sup>29</sup> [https://www.nature.com/articles/d41586-018-06879-z?utm\\_source=feedburner&utm\\_medium=feed&utm\\_campaign=Feed%3A+nature%2Frss%2Fcurrent+%28Nature+-+Issue%29&error=cookies\\_not\\_supported&code=c51490e4-9aef-4d85-b885-0276eca9785f](https://www.nature.com/articles/d41586-018-06879-z?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+nature%2Frss%2Fcurrent+%28Nature+-+Issue%29&error=cookies_not_supported&code=c51490e4-9aef-4d85-b885-0276eca9785f)

<sup>30</sup> Η έκθεση φέρει τον τίτλο: *Sexual Harassment of Women: Climate, Culture, and Consequences in Academic Sciences, Engineering, and Medicine* (2018) και δημοσιεύθηκε από τις National Academies of Science, Engineering and Medicine (Εθνικές Ακαδημίες Επιστήμης, Μηχανικής και Ιατρικής).

<sup>31</sup> Η έρευνα έχει τίτλο: *When Will the Gender Gap in Science Disappear?* (Πότε θα εξαλειφτεί το χάσμα μεταξύ των δύο φύλων στην Επιστήμη;)

Η Νομπελίστρια υποστηρίζει πως τα ίδια τα ινστιτούτα μπορούν θεσμικά να διασφαλίσουν ένα περιβάλλον ισότητας, φέροντας ως παράδειγμα το Εργαστήριο Μοριακής Βιολογίας (LMB) στο Cambridge, στο Ηνωμένο Βασίλειο, όπου εργάστηκε στην αρχή της καριέρας της. Το ινστιτούτο αυτό αποτελούσε το κέντρο έρευνας της Μοριακής Βιολογίας κατά τη δεκαετία 1950-1960, μέσα στο οποίο ανακαλύφθηκε η δομή και η αλληλουχία των πρωτεϊνών και των νουκλεϊνικών οξέων. Είναι χαρακτηριστικό πως δεκατρείς ερευνητές, ανάμεσά τους οι Francis Crick, James Watson και Sydney Brenner, που πέρασαν από εκεί, έγιναν αργότερα Νομπελίστες. Η Νομπελίστρια περιγράφει πως εκεί μέσα «κανείς δεν ήταν το μεγάλο αφεντικό. Όλη η μαγεία περιοριζόταν στην Επιστήμη. Προκαλώ σήμερα τους νέους επιστήμονες να προσπαθήσουν να αναδημιουργήσουν αυτό το περιβάλλον στα δικά τους εργαστήρια», καταλήγει.



## Elizabeth Blackburn: Η «πηγή της νεότητας»



Η Ελίζαμπεθ Μπλάκμπερν επιθυμεί να γίνει η συνάντησή μας σε εξωτερικό χώρο. Έχει λιακάδα αυτή τη μέρα στα τέλη του Ιουνίου του 2018 στο Lindau και θέλει να την απολαύσει. Είναι ντυμένη με ζωνχρά χρώματα, στους τόνους του πορτοκαλί, έχει μια σπιρτάδα στο βλέμμα και μια αμεσότητα στην προσέγγιση, που σου δίνει την εντύπωση πως είναι ένα οικείο πρόσωπο. «Σπάει τον πάγο» αμέσως και μόνο με τη γλώσσα του σώματος φανερώνει τη διάθεσή της να ξεδιπλώσει όλες τις σκέψεις και τις ιδέες της. Μια μέρα νωρίτερα, κατά την ομιλία της, την είχα ακούσει να παροτρύνει τους νέους επιστήμονες να *«ασκούν καλή Επιστήμη για το καλό της ανθρωπότητας»!*

Η Αμερικανο-αυστραλή Νομπελίστρια το κάνει αυτό σε κάθε ευκαιρία. Ενθαρρύνει τους νέους ερευνητές να καλλιεργήσουν ένα διευρυμένο τρόπο σκέψης, προσανατολισμένο στην επίλυση των παγκόσμιων προβλημάτων και στην αντιμετώπιση των μεγαλύτερων προκλήσεων της ανθρωπότητας, όπως είναι οι πόλεμοι, οι κοινωνικές ανισότητες, η περιβαλλοντική υποβάθμιση, το προσφυγικό και η οικονομική κρίση, η κλιματική αλλαγή και οι επιπτώσεις της. Και παρόλο που τα ζητήματα αυτά μπορεί να φαντάζουν δύσκολα ως προς την κατανόηση και την αντιμετώπισή τους, εκείνη, για να τους εμπνεύσει, επικαλείται πάντα τη φράση της Μαρίας Κιουρί: *“Nothing in life is to be feared. It is only to be understood”* (Τίποτα δεν πρέπει να φοβόμαστε στη ζωή. Απλώς να το κατανοούμε).

*«Όλοι μπορούμε να συμφωνήσουμε ότι, για να αντιμετωπιστούν οι μεγάλες σύγχρονες προκλήσεις, χρειάζεται η εμπλοκή ολόκληρης της ανθρωπότητας»*, υποστηρίζει. Απευθυνόμενη ειδικά σε εκείνους που διαμορφώνουν την ερευνητική πολιτική, ζητάει μια μεγαλύτερου βαθμού ενσωμάτωση της Επιστήμης σε πολιτικές αποφάσεις, για να αντιμετωπιστούν οι προκλήσεις της «εποχής μετά την αλήθεια» (post truth era), κατά την έκφρασή της.

Σύμφωνα με την ίδια, το βασικό «κλειδί» για να συμβάλει η Επιστήμη αποτελεσματικά στο καλό της ανθρωπότητας είναι η ευρεία διάχυση της έρευνας. *«Οι επιστήμονες πρέπει να αντιληφθούν τη δυναμική της επιρροής τους και να μην παραμένουν*

*μετριοπαθείς. Να εκπαιδεύουν το κοινό και να παρέχουν πληροφορίες σχετικές με ζητήματα που έχουν παγκόσμιο αντίκτυπο», προσθέτει.*

Αναγνωρίζει επίσης ότι η αντιμετώπιση μεγάλων κοινωνικών προβλημάτων είναι μια πρόκληση, όπως ταυτόχρονα αντιλαμβάνεται ότι και η δυνατότητα δράσης του καθενός μας μπορεί να είναι περιορισμένη. Ωστόσο, δεν σταματά να μας παροτρύνει: *«Αντισταθείτε στον πειρασμό του εγκλωβισμού σε μια παγιωμένη κατάσταση. Ακούστε, διαβάστε, μάθετε, κρίνετε, ψηφίστε σωστά, κάντε κάτι. Η παραμικρή αντίδραση του καθενός μας μετράει».*



Η Elizabeth Blackburn το 2009 μοιράστηκε το Νόμπελ στη Φυσιολογία και την Ιατρική μαζί με τους Αμερικανούς βιολόγους Carol W. Greider και Jack W. Szostak, γιατί εξήγησαν τον τρόπο με τον οποίο αφενός τα χρωμοσώματα μπορούν να αντιγράφονται πλήρως κατά την κυτταρική διαίρεση και αφετέρου να προστατεύονται από τον εκφυλισμό. Σπάνια οι αποδέκτες ενός βραβείου Νόμπελ λαμβάνουν τέτοια δημοσιότητα όπως έλαβαν οι ίδιοι. Και αν το σπάσιμο του κώδικα του DNA αποκάλυψε το «μυστικό της ζωής», η ανακάλυψη της τελομεράσης από τη Blackburn αποκάλυψε την «πηγή της νεότητας». Η απονομή δεν εξέπληξε τότε τους δημοσιογράφους που περίμεναν την ανακοίνωση. Ούτε και τους ίδιους τους αποδέκτες, θα μπορούσε να πει κάποιος, αφού οι ερευνητές ήταν έτσι κι αλλιώς τα «φαβορί» μεταξύ των υποψηφίων για Νόμπελ το 2009. Είχαν ήδη τιμηθεί με αρκετές διακρίσεις, όπως το αμερικανικό βραβείο Albert Lasker το 2006 για την κλινική ιατρική έρευνα, που αποτελεί κατά κάποιο τρόπο ένα βήμα πριν από το Νόμπελ<sup>32</sup>.

Και οι τρεις επιστήμονες βραβεύτηκαν για τις έρευνές τους πάνω στα τελομερή - τις δομές που βρίσκονται στις άκρες των χρωμοσωμάτων και εμποδίζουν τη φθορά του γενετικού υλικού - και στην τελομεράση, το ένζυμο που σχηματίζει και αποκαθιστά τα τελομερή, προσθέτοντας DNA στις άκρες των χρωμοσωμάτων, για να αντικαταστήσει το γενετικό υλικό που έχει αποσπαστεί από εκεί.

Στα πρώτα βήματα της ερευνητικής της σταδιοδρομίας, η Elizabeth Blackburn ασχολήθηκε με τη χαρτογράφηση αλληλουχιών DNA. Μελετώντας τα χρωμοσώματα ενός μονοκύτταρου βλεφαριδοφόρου οργανισμού, που αναπτύσσεται στο νερό των πηγών και ονομάζεται Tetrahymena, προσδιόρισε μια ακολουθία DNA, την CCCCAG, άγνωστης

---

<sup>32</sup> Οι μισοί από τους κατόχους του βραβείου Lasker τιμήθηκαν στη συνέχεια με την ύψιστη επιστημονική διάκριση.



λειτουργικής σημασίας, η οποία επαναλαμβανόταν αρκετές φορές στα άκρα των χρωμοσωμάτων.

Η ίδια παρουσίασε τα αποτελέσματά της σε ένα συνέδριο το 1980 και προκάλεσε το ενδιαφέρον κυρίως του Αμερικανού Jack Szostak. Ο ίδιος είχε παρατηρήσει νωρίτερα πως, όταν ένα γραμμικό μόριο DNA εισάγεται σε κύτταρα ζυμομυκήτων, κατακερματίζεται ταχύτατα. Οι δύο μαζί αποφάσισαν να εκτελέσουν ένα πείραμα που θα ξεπερνούσε τα όρια



μεταξύ πολύ απόμακρων φυλογενετικά ειδών.

Ο Szostak συνέδεσε την ακολουθία CCCCCA από το τελομερές DNA του Tetrahymena, που είχε απομονώσει η Blackburn, με τα γραμμικά μόρια DNA που είχε χρησιμοποιήσει ο ίδιος σε προηγούμενα πειράματά του και στη συνέχεια τα εισήγαγε πάλι στα κύτταρα των ζυμομυκήτων. Τα αποτελέσματά τους που

δημοσιεύτηκαν το 1982 ήταν εντυπωσιακά: η ακολουθία του τελομερούς DNA προστάτευε το γραμμικό DNA από την καταστροφή!

### ***«Ο δρόμος για την πρόοδο βρίσκεται διαρκώς υπό κατασκευή»***

Τα τελομερή είναι ένας βασικός βιοδείκτης γήρανσης, ένα «τείχος προστασίας», που σχηματίζεται στα άκρα των χρωμοσωμάτων και λειτουργεί με τρόπο ανάλογο με τις πλαστικές άκρες που εμποδίζουν τα κορδόνια των παπουτσιών να ξεφτίσουν. Είναι ο μηχανισμός που ρυθμίζει τη σταδιακή γήρανση των κυττάρων μας και, επειδή βρίσκονται στην άκρη των χρωμοσωμάτων, ονομάζονται τελομερή (από τις λέξεις «τέλος» και «μέρος»). Αποτελούνται από επαναλαμβανόμενο μη γονιδιακό γενετικό υλικό (τις αλληλουχίες DNA CCCCCA) και καλύπτονται από πρωτεΐνες. Δεν περιέχουν γενετικές πληροφορίες που να καθορίζουν κάποιο χαρακτηριστικό του οργανισμού, αλλά παίζουν σημαντικό ρόλο στον καθορισμό της μακροζωίας των κυττάρων, καθώς ο ρόλος τους είναι η προστασία της ακεραιότητας του μορίου του DNA, αποτρέποντας έτσι τον κίνδυνο να χαθούν πολύτιμες γενετικές πληροφορίες όταν τα κύτταρα χωρίσουν.

Θεωρητικά με τη βοήθεια της τελομεράσης τα κύτταρά μας θα μπορούσαν να ζουν αιώνια. Μόνο που σε κάθε κυτταρική διαίρεση η λειτουργία του ενζύμου εξασθενεί, τα

τελομερή κονταίνουν, αφήνοντας τα χρωμοσώματα να «ξεφτίσουν» σαν τα κορδόνια των παπουτσιών, με αποτέλεσμα κάποια στιγμή το κύτταρο να χάσει τη δυνατότητα να πολλαπλασιάζεται, να γερνά και να πεθαίνει. Όσο πιο μικρό είναι το μήκος του τελομερούς, τόσο μεγαλύτερη είναι η ηλικία του κυττάρου. Εξαιρέση αποτελούν τα καρκινικά κύτταρα, τα οποία διαιρούνται συνεχώς, αλλά δεν πεθαίνουν. Αιτία; η ανεξέλεγκτη δραστηριότητα της τελομεράσης.

*«Τα τελομερή κονταίνουν με την ηλικία μας και η έρευνα έχει δείξει ότι η ταχύτερη μείωση του μήκους τους μπορεί να επιταχύνει την εμφάνιση μερικών από τις πιο κοινές ασθένειες της γήρανσης, όπως π.χ. άνοιες, οστεοαρθρίτιδα, καρδιαγγειακά νοσήματα, αυτοάνοσα, κ.ά. Εάν τα*



*κοντά τελομερή επιταχύνουν τη διαδικασία γήρανσης, τα μακριά τελομερή φαίνεται να την επιβραδύνουν. Το επόμενο ερευνητικό βήμα είναι η διέγερση της επιμήκυνσης των τελομερών σε άρρωστα κύτταρα. Η πρόληψη της μείωσης του μήκους των τελομερών όμως δεν θα μας κάνει Μαθουσάλες (γέλια).*

*Η τελομεράση είναι συχνά υπερβολικά δραστική σε κακοήγη καρκινικά κύτταρα. Συνεπώς, διεξάγονται στοχευμένες εργασίες για να διερευνηθεί η επίδρασή της σε αυτά»,* εξηγεί η Νομπελίστρια, αφού θεωρητικά ο καρκίνος θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί με την αδρανοποίηση της τελομεράσης.

Μια σειρά μελετών, αλλά και κλινικών δοκιμών, είναι σε εξέλιξη προς αυτή την κατεύθυνση, κατά τις οποίες αξιολογούνται δραστικά εμβόλια εναντίον κυττάρων με υψηλή δραστηριότητα τελομεράσης. Επίσης, έχει διαπιστωθεί πως μερικές κληρονομικές ασθένειες προκαλούνται από δυσλειτουργία της τελομεράσης, συμπεριλαμβανομένων ορισμένων μορφών συγγενούς απλαστικής αναιμίας, στην οποία οι ανεπαρκείς κυτταρικές διαιρέσεις στα αρχέγονα κύτταρα του μυελού των οστών οδηγούν σε σοβαρή αναιμία. Ορισμένες κληρονομικές ασθένειες του δέρματος, επίσης, προκαλούνται από δυσλειτουργία της τελομεράσης. *«Η ανίχνευση του μηχανισμού δράσης της τελομεράσης δείχνει να είναι ένα μονοπάτι για τη διερεύνηση του μελανώματος και του καρκίνου του εγκεφάλου»,* συμπληρώνει η ερευνήτρια.

***«Η Επιστήμη λειτουργεί ακόμη σωστά, επειδή υπάρχει αληθινός σεβασμός για την αλήθεια»***

Φυσικά, δεν θα μπορούσα να μη ρωτήσω τη Νομπελίστρια αν έχει εξετάσει το μήκος και στα δικά της τελομερή. «Φυσικά και τα έχω τεστάρει στο πλαίσιο μιας ερευνητικής μελέτης στην οποία συμμετείχα. Αποδείχθηκε τελικά ότι είχα μακριά τελομερή, αλλά αυτό δεν με κάνει να επαναπαύομαι. Εξάλλου είναι μια κατάσταση που ανατρέπεται εύκολα. Για τον λόγο αυτό προσπαθώ να εντάξω στη ζωή μου κάποιες δραστηριότητες. Ασκούμαι, αλλά δεν περνάω ώρες στο γυμναστήριο. Έχω μια καλή διατροφή, αλλά δεν είμαι φανατική της δίαιτας και προσπαθώ να σκέφτομαι την αρνητική επίδραση του στρες. Εκπαιδεύομαι σε μικροδιαλογισμούς που νομίζω ότι βοηθούν στην αντιμετώπισή του».

Για τη Blackburn η επιστημονική γνώση μέσω της καθοδηγούμενης από την περιέργεια βασικής έρευνας είναι το «κλειδί» για την κατανόηση των παγκόσμιων προβλημάτων. Ωστόσο, η γήρανση δεν είναι μόνο ζήτημα τελομερών. Η βασική της έρευνα σχετικά με τους μοριακούς μηχανισμούς της την οδηγεί τώρα στους τρόπους με τους οποίους επαρκείς κοινωνικές πολιτικές μπορούν να αυξήσουν το προσδόκιμο μιας υγιούς ζωής.

«Δεν στοχεύουμε τόσο στην επιμήκυνση της ζωής, αλλά στην επίτευξη και διατήρηση μιας υγιούς ζωής. Μελέτες πάνω στη Γενετική, την Επιδημιολογία και τις Κοινωνικές Επιστήμες έχουν δείξει ότι, εκτός από την καταστροφή του γειτονικού περιβάλλοντος των τελομερών, οι κοινωνικές συνθήκες, όπως οι παντός είδους καταχρήσεις, η ρύπανση, η κακή διατροφή, το χρόνιο στρες, η κατάθλιψη, η παχυσαρκία, το κάπνισμα, η έλλειψη σωματικής άσκησης, το χαμηλό επίπεδο διαβίωσης και εκπαίδευσης, επιταχύνουν τη μείωση του μήκους των τελομερών», εξηγεί η επιστήμονας και μου δείχνει σχετικά διαγράμματα.

«Άτομα τα οποία στην παιδική τους ηλικία έχουν βιώσει τραυματικές εμπειρίες έχουν κοντά τελομερή. Γυναίκες που κακοποιήθηκαν μέσα σε σχέσεις έχουν πιο κοντά τελομερή. Μάλιστα, το μήκος των τελομερών τους σχετίζεται ποσοτικά με τον αριθμό των ετών που ήταν στις σχέσεις αυτές. Η ελάττωση του μήκους τους πιθανότατα σχετίζεται με το άγχος της ύπαρξης μιας απειλητικής κατάστασης για μεγάλο χρονικό διάστημα», εξηγεί η ερευνήτρια συμπληρώνοντας πως το μήκος των τελομερών αναδεικνύεται εκτός από σημαντικός βιοδείκτης γήρανσης και σημαντικός βιοδείκτης επιβίωσης.

Μάλιστα, στο βιβλίο της με τίτλο *The Effect Telomere*, που δημοσιεύθηκε στις αρχές του 2018, η Blackburn αναδεικνύει την έρευνα πάνω στην αποκατάσταση των τελομερών, σε συνδυασμό με μελέτες πάνω στον τρόπο ζωής και στις κοινωνικές αλλαγές που αυξάνουν το προσδόκιμο μιας υγιούς ζωής. Η Νομπελίστρια επισημαίνει ακόμη πως το επίπεδο της

εκπαίδευσης που λαμβάνει κάθε άτομο στη ζωή του παίζει σημαντικό ρόλο στο μήκος των τελομερών.

*«Τα τελομερή κάποιου που δεν έχει πάει στο γυμνάσιο δείχνουν να είναι μικρότερα από κάποιον που το έχει ολοκληρώσει και στη συνέχεια αντίστοιχα μικρότερα από κάποιον που έλαβε μια μορφή τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Κάνεις ανάλυση πολλών μεταβλητών και τότε διαπιστώνεις ότι ισχύει»*

Η Νομπελίστρια μου λέει πως παρατηρείται ισχυρή γενετική επιρροή, ιδιαίτερα μητρική, από τους γονείς στους απογόνους. Το μήκος των τελομερών μεταβιβάζεται και ένα κοντότερο τελομερές κατά τη γέννηση μπορεί να αυξήσει τον κίνδυνο εμφάνισης προβλημάτων που σχετίζονται με τη γήρανση.

Η ίδια τώρα εξετάζει διαφορές στο μήκος των τελομερών και μεταξύ πληθυσμών. Προς το παρόν η μελέτη της μεταξύ Αφροαμερικανών και Ευρωαμερικανών δείχνει τους δεύτερους να φέρουν μακρύτερα τελομερή. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι οι εκδηλώσεις ρατσισμού σε πολλαπλά επίπεδα, οι φυλετικές διακρίσεις και η προκατάληψη, που βιώνουν οι Αφροαμερικανοί λειτουργούν ενισχυτικά στην επιτάχυνση της βιολογικής τους γήρανσης<sup>33</sup>.

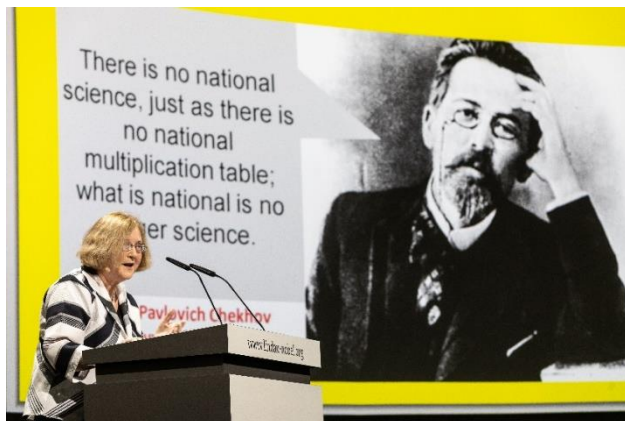
~~~~~

Η Elizabeth Helen Blackburn είναι μέλος μιας εννεαμελούς οικογένειας και συγκεκριμένα το δεύτερο από τα επτά παιδιά της, τα οποία μας έδειξε και σε διαφάνεια κατά τη διάρκεια της ομιλίας της. Γεννήθηκε το Νοέμβριο του 1948 στο Χόμπαρτ της Τασμανίας, αλλά έχει αμερικανική υπηκοότητα. Στους γιατρούς γονείς της οφείλει το κίνητρο να ασχοληθεί με την Επιστήμη, αλλά και το αίσθημα της προσφοράς στο συνάνθρωπο. Σπούδασε Βιολογία στο Πανεπιστήμιο της Μελβούρνης, εκπόνησε τη διδακτορική της διατριβή στο Πανεπιστήμιο του Cambridge και έκανε μεταδιδακτορική εργασία στο Yale, πριν από την πρόσληψή της στο Πανεπιστήμιο Berkeley της Καλιφόρνιας, το 1978. Το 1990 εισήλθε στο Τμήμα Μικροβιολογίας και Ανοσολογίας στο Πανεπιστήμιο του Σαν Φρανσίσκο, όπου διετέλεσε και Πρόεδρος. Σήμερα είναι Καθηγήτρια Βιολογίας στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας.

Το 2001, ο Αμερικανός Πρόεδρος Μπους τη διόρισε στο Εθνικό Συμβούλιο Βιοηθικής, αλλά την απομάκρυνε το 2004, εξαιτίας των επικρίσεων που η ίδια διατύπωσε για την πολιτική

³³ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5407682/>

της κυβέρνησής του στο ζήτημα των βλαστοκυττάρων. Γνωρίζοντάς το αυτό η συζήτηση φτάνει μοιραία και στον σημερινό πρόεδρο Τραμπ, για τον οποίο η Νομπελίστρια έχει σαφή άποψη: «Ο Τραμπ είναι ο χειρότερος εφιάλτης για τον κόσμο, αλλά για μένα μεγαλύτερο πρόβλημα είναι αυτοί που τον ψήφισαν».



Η 70χρονη σήμερα Blackburn είναι η πρώτη Αυστραλή που τιμήθηκε με το βραβείο Νόμπελ. Κατά τη βράβευσή της είχε δηλώσει πως όταν ήταν φοιτήτρια δεχόταν συχνά την ερώτηση: «Γιατί ένα καλό κορίτσι σαν εσένα να ασχολείται με την Επιστήμη;» Από μικρή έπαιζε πιάνο και κάποτε νόμιζε πως θα γινόταν μουσικός.

Σήμερα έχει καταλήξει πως αυτό που την ώθησε στην Επιστήμη ήταν και είναι αφενός η περιέργεια για το πώς δουλεύουν οι ζωντανοί οργανισμοί και αφετέρου η σημασία του να υπηρετεί κανείς το καλό της ανθρωπότητας.

Αυτό, εξάλλου, λέει και στους νέους ερευνητές μαζί με άλλες συμβουλές, όπως το να φέρουν «φρέσκια πνοή» στην Επιστήμη και να δώσουν τα φώτα τους σε αυτούς που ασκούν πολιτική. Να μιλήσουν ανοικτά για την Επιστήμη, να μη εξοκείλουν από το στόχο τους, να τολμούν να αντιμετωπίζουν προκλήσεις, να έχουν εμπιστοσύνη στον εαυτό τους, να ακούν την καρδιά τους. «Χρειαζόμαστε τη συνέχεια της Επιστήμης, πέρα από φυσικά ή τεχνητά σύνορα. Η Επιστήμη δεν είχε και δεν έχει σύνορα και εθνικό χαρακτήρα. Ό, τι αποκτά εθνικό χαρακτήρα δεν είναι πλέον Επιστήμη», καταλήγει επικαλούμενη τα λόγια του Άντον Τσέχοφ.³⁴

~~~~~

Μεσημεράκι στο Λιντάου, μετά το γεύμα, κάθομαι στο φουαγιέ του Inselhalle και ξεφυλλίζω το πρόγραμμα του φόρουμ, προκειμένου να επιλέξω την επόμενη διάλεξη ή ανοικτή συζήτηση που θα παρακολουθήσω. Διαβάζοντας για τα επιτεύγματα των Νομπελίστων σκέφτομαι πως αποτελούν ως επί το πλείστον παράγωγα της βασικής έρευνας, πολλά από τα οποία κατέληξαν σε πραγματικές τεχνολογικές επαναστάσεις, όπως ήταν το Global Positioning System που είναι δημοφιλές ως GPS ή ο Παγκόσμιος Ιστός (World Wide Web) που επινοήθηκε από ερευνητές του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Έρευνας (CERN).

<sup>34</sup> Απόσπασμα της συνέντευξης δημοσιεύτηκε στην εφημερίδα «Ναυτεμπορική» on line στις 08/03/2019



Πολύ επιγραμματικά, η επιστημονική έρευνα κατηγοριοποιείται ανάλογα με τον επιδιωκόμενο σκοπό ή κίνητρο σε βασική και εφαρμοσμένη. Σύμφωνα με τον ορισμό που δίνει ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ)<sup>35</sup> «βασική έρευνα είναι η πειραματική ή θεωρητική εργασία, της οποίας ο πρωταρχικός σκοπός είναι η απόκτηση νέας γνώσης για θεμελιώδη φαινόμενα και παρατηρήσιμα γεγονότα, χωρίς να αποβλέπει σε καμία συγκεκριμένη εφαρμογή ή χρήση. Η εφαρμοσμένη είναι επίσης πρωτότυπη έρευνα που διενεργείται με σκοπό την απόκτηση νέας γνώσης, αποβλέποντας όμως πρωταρχικά σε ένα συγκεκριμένο πρακτικό σκοπό». Πιο απλά, κίνητρο της βασικής έρευνας είναι η γνώση ως αυτοσκοπός, ενώ της εφαρμοσμένης η γνώση για την εξυπηρέτηση πρακτικών αναγκών ή επιθυμιών.

Οι ερευνητές τώρα ανησυχούν περισσότερο για το γεγονός πως η βασική έρευνα σε παγκόσμιο επίπεδο δεν ενισχύεται οικονομικά ισοσκελώς με την εφαρμοσμένη και πως η παραγωγή γνώσης έχει μείνει στάσιμη. Την ίδια ανησυχία για την προτεραιότητα που δίνεται στην εφαρμοσμένη έρευνα έχει εκφράσει το 2010 και ο πρώην Επίτροπος Ενέργειας Φίλιπ Μπουσκίν, λέγοντας: «Αντί να ρωτάμε ποιο είναι το μέλλον της βασικής έρευνας στην Ευρώπη, πρέπει να ρωτάμε ποιο θα είναι το μέλλον της Ευρώπης χωρίς βασική έρευνα».



Στο μυαλό μου έρχεται ένα άρθρο του Matt Ridley, με τίτλο: «Ο μύθος της βασικής έρευνας»<sup>36</sup>, που είχα διαβάσει τον Οκτώβριο του 2015 στην εφημερίδα *The Wall Street Journal*. Ο Βρετανός δημοσιογράφος, επιχειρηματίας, τραπεζίτης, συντηρητικό μέλος του House of Lords και βραβευμένος για τις νεοφιλελεύθερες ιδέες του, μέσα στο άρθρο του απομυθοποιούσε με επιστημονικοφανή τρόπο το ρόλο και την αξία της βασικής έρευνας, εγείροντας αντιδράσεις και έντονη ανησυχία.

<sup>35</sup> <https://stats.oecd.org/glossary/detail.asp?ID=192>

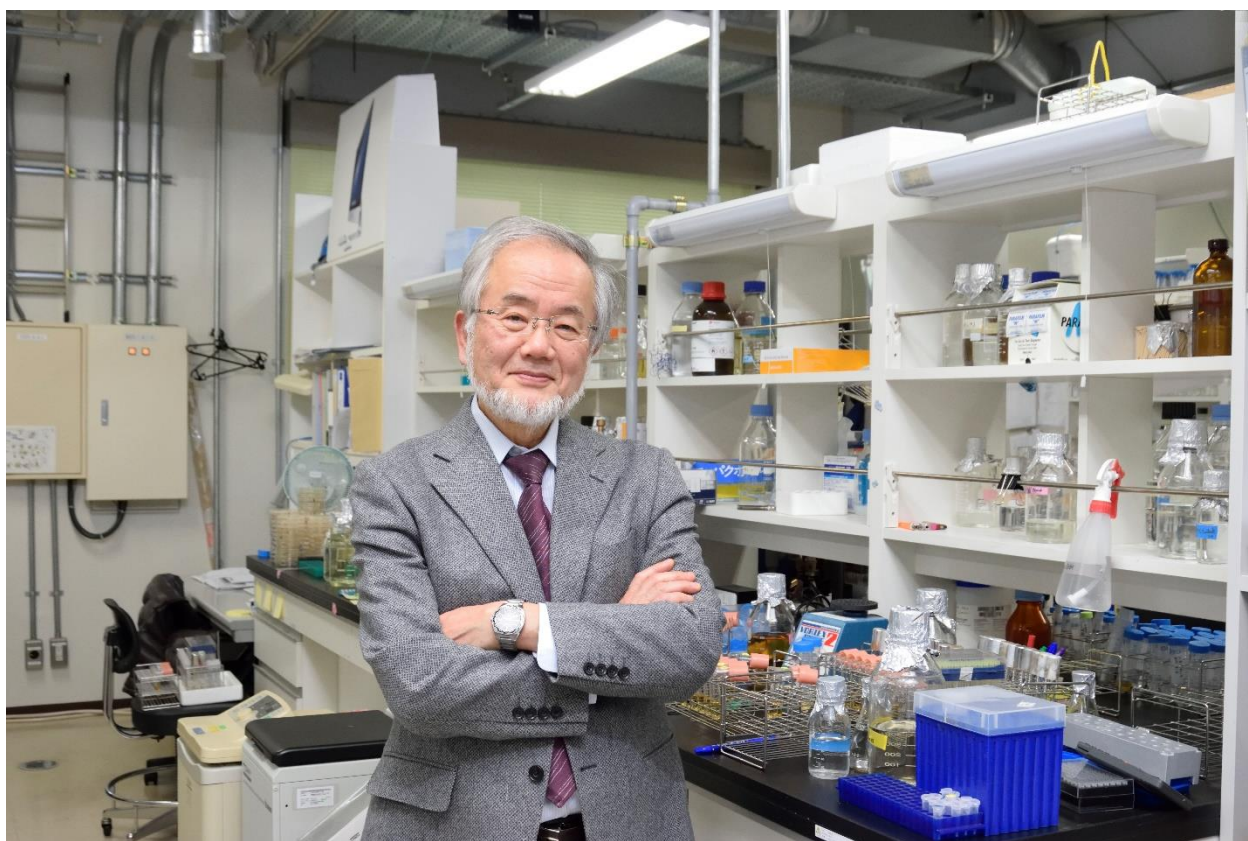
<sup>36</sup> <https://www.wsj.com/articles/the-myth-of-basic-science-1445613954>



Την ίδια ακριβώς ανησυχία έχει και ο Ιάπωνας Νομπελίστας Yoshinori Ohsumi. Ο ίδιος μου λέει πως ανησυχεί για τα μειωμένα ιαπωνικά κονδύλια στην έρευνα, και ειδικότερα στη βασική έρευνα, ανατρέποντας την εντύπωση που είχα πως η χώρα του δαπανά πολλά χρήματα στον τομέα αυτόν. *«Έχουμε δώσει περισσότερη έμφαση και χρήματα στην τεχνολογία που τρέχει με ιλιγγιώδη ταχύτητα. Και όμως η βασική έρευνα δεν χρειάζεται πολλά χρήματα. Χρειάζεται μια χρηματοδότηση με διάρκεια και συνέχεια και σαφώς προσανατολισμένη προς συγκεκριμένα πρότζεκτ»*, συμπληρώνει.

## Yoshinori Ohsumi: Μια «αυτοφαγία» με όφελος

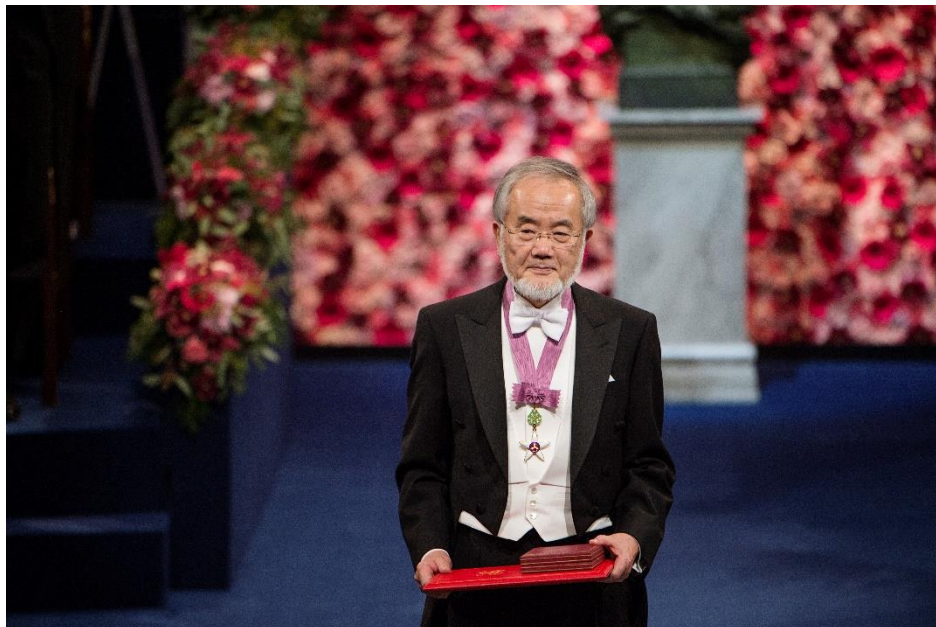
Σπάνια απονέμεται βραβείο Νόμπελ σε έναν και μόνο επιστήμονα. Αυτή ήταν εξάλλου και η έκπληξη του Ιάπωνα Γιοσινόρι Οσούμι όταν άκουσε τη μεγάλη είδηση. Είναι τόσο πολλοί οι ερευνητές που εργάζονται πλέον πάνω στο δικό του ερευνητικό αντικείμενο, που και ο ίδιος περίμενε να ακούσει και άλλα ονόματα, όταν ανακοινώθηκε πως το Νόμπελ Φυσιολογίας ή Ιατρικής 2016 πηγαίνει αποκλειστικά σε εκείνον για «*τις ανακαλύψεις των μηχανισμών αυτοφαγίας*». Η ανακοίνωση μάλιστα τον βρήκε να εργάζεται μέσα στο εργαστήριό του στο Τεχνολογικό Ινστιτούτο του Τόκυο.



Αυτά μου διηγείται καθισμένος μέσα στην ειδικά διαμορφωμένη για συνεντεύξεις αίθουσα του Inselhalle. Έχει φτάσει πριν από μένα και με περιμένει χαμογελαστός. Είναι μικρόσωμος, πολύ ευγενικός και συμπαθητικός. Κουβαλάει την ταπεινότητα και συστολή του μεγάλου επιστήμονα, που δεν έρχεται καθόλου σε αντίστιξη με τον σεβασμό που αποπνέει. Έχει μια χαρακτηριστική γενειάδα, την οποία διατηρεί τα τελευταία 50 χρόνια και, ταυτόχρονα, σχολιάζει με χιούμορ. Λέει πως την κόντυνε για τη συνέντευξη τύπου της βράβευσης, ακολουθώντας τη συμβουλή της επίσης ακαδημαϊκού συζύγου του Mariko, καθώς «*τόσο*



μακριά δεν είναι πολύ δημοφιλής ως 'look' στην Ιαπωνία» (γελάει). Φοράει ένα κομψό κοστούμι και μια γκρι γραβάτα με επαναλαμβανόμενο μοτίβο τη χημική ένωση της αιθανόλης, που μαρτυρά τις βασικές σπουδές του στη Χημεία. Μιλάει δε τόσο ήρεμα και χαμηλόφωνα που δυσκολεύεται να τον ακούσεις. Του συστήνομαι και μου λέει ότι πρέπει κάποτε να επισκεφθεί την Ελλάδα. Το έχει κατά κάποιον τρόπο «χρέος». Άλλωστε ελληνικούς όρους χρησιμοποιεί και στην έρευνά του, αφού η «αυτοφαγία» (autophagy) είναι μια αρχαιοελληνική σύνθετη λέξη.



Ο 73χρονος Νομπελίστας δείχνει ήρεμος, όμως διακατέχεται από μια συνεχή αγωνία. Τον κυνηγά ο χρόνος και εκείνος τρέχει με τη σειρά του από πίσω του. Πιστεύει πως λόγω προχωρημένης ηλικίας δεν θα προλάβει να δώσει απαντήσεις σε όλα τα επιστημονικά ερωτήματα που προκύπτουν καθημερινά. *«Δεν υπάρχει γραμμή τερματισμού για την Επιστήμη. Όταν απαντώ σε μια ερώτηση, έρχεται μια άλλη. Ποτέ φυσικά δεν έθρεψα αυταπάτες ότι θα βρω όλες τις απαντήσεις. Έτσι συνεχίζω όσο ζω να θέτω ερωτήσεις, αφού είναι τόσα πολλά τα θεμελιώδη ερωτήματα που παραμένουν αναπάντητα. Η αυτοφαγία είναι μεν δημοφιλής πλέον, αλλά κάποιοι βασικοί μηχανισμοί, όπως για παράδειγμα η διαδικασία του κυτταρικού εκφυλισμού ή ο μεταβολισμός του RNA, δεν έχουν πλήρως διαλευκανθεί»,* συμπληρώνει ο διαπρεπής επιστήμονας.

Στο ερώτημα γιατί ασχολήθηκε με την Επιστήμη απαντάει *«από πάθος και από περιέργεια»*. Στο ερώτημα γιατί επέλεξε την αυτοφαγία, απαντά γιατί *«ήθελε, όπως συνηθίζει γενικά και όπως τον ευχαριστεί, να κάνει κάτι διαφορετικό από τους υπόλοιπους, να πειραματιστεί σε νέα ερευνητικά πεδία, θεωρώντας πως η κυτταρική αποδόμηση θα ήταν ένα ενδιαφέρον ζήτημα»*.

Αυτή, εξάλλου, είναι και η συμβουλή που δίνει στους νέους ερευνητές που επιλέγουν συνήθως ασφαλή πεδία, τα οποία τους δίνουν γρήγορα ερευνητικά αποτελέσματα: *«Να παίρνουν ρίσκα και να αποφεύγουν πεπατημένους επιστημονικούς δρόμους έρευνας. Αλλά πάντα να επιστρέφουν σε θεμελιώδη ερωτήματα. Μπορεί και να μην πετύχουν, αλλά μπορεί και να αγγίζουν την πρόκληση, και αυτό είναι εξίσου σημαντικό!»*



Ο Καθηγητής Κυτταρικής Βιολογίας, που, σύμφωνα με τον Ιαπωνικό Τύπο, είναι ο 25<sup>ος</sup> Ιάπωνας Νομπελίστας και ο 4<sup>ος</sup> με Νόμπελ Ιατρικής, στην ερώτηση τι σημαίνει για αυτόν αυτή η ύψιστη επιστημονική διάκριση απαντά γελώντας: *«Δεν το έχω βρει ακόμη!»*. Είχε περάσει από το μυαλό του η βράβευση ως όνειρο, αλλά δεν ξόδεψε και τη ζωή του με τη σκέψη και την προσμονή του βραβείου. Εξάλλου, όπως ο ίδιος δηλώνει, δεν υπήρξε ποτέ ανταγωνιστικός. Το ίδιο λένε και οι φίλοι του για εκείνον που αφενός χάρηκαν, αφετέρου εξεπλάγησαν με τη βράβυσή του. *«Την τελευταία πενταετία πριν από το Νόμπελ κάθε χρόνο μάς επισκέπτονταν στο εργαστήριο δημοσιογράφοι, ερευνητές, επιστημονικές επιτροπές, μας έδιναν συγχαρητήρια και μας έλεγαν πως πρέπει να πάρουμε το Νόμπελ. Και κάθε χρονιά που δεν το παίρναμε απογοητευόμασταν. Ε! Νομίζω πως τελικά ήταν η ώρα μας να το πάρουμε»*, σχολιάζει.

Όμως, ο Νομπελίστας δεν βραβεύτηκε επειδή ανακάλυψε τον μηχανισμό της αυτοφαγίας. Αυτή είχε ήδη παρατηρηθεί για πρώτη φορά στη δεκαετία του 1950 με την ανακάλυψη του λυσοσώματος, αυτού του οργανιδίου που λειτουργεί ως μια εγκατάσταση ανακύκλωσης μέσα στο κύτταρο, γεμάτη με πεπτικά ένζυμα, ικανά αφενός να διασπούν



πρωτεΐνες, άχρηστα οργανίδια, τμήματα τροφής, ιούς και βακτήρια, και αφετέρου να προωθούν κάποια από τα προϊόντα διάσπασης για νέα χρήση. Ήταν μάλιστα η ανακάλυψη που επέφερε το Νόμπελ Φυσιολογίας ή Ιατρικής το 1974 στο Βέλγο βιοχημικό Christian de Duve και άνοιξε νέους ερευνητικούς δρόμους.

Ένας από αυτούς τους δρόμους, που ακολούθησε στη δεκαετία του 1990 ο Yoshinori Ohsumi, τον οδήγησε στην ταυτοποίηση των υπεύθυνων για την αυτοφαγία γονιδίων και στην ανίχνευση των μηχανισμών της σε όλα τα έμβια όντα. Η διαδικασία αναγνωρίστηκε ως θεμελιώδης για την κυτταρική επιβίωση και τη λειτουργική ακεραιότητα, αλλά και για πολλές φυσιολογικές διεργασίες, όπως είναι η προσαρμογή στην ασιτία ή η απόκριση σε λοιμώξεις.



Οι πιθανές μεταλλαγές που μπορούν να συμβούν σε γονίδια αυτοφαγίας, όπως εξηγεί ο Καθηγητής, μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές ασθένειες, όπως καρκίνο ή διαφόρων ειδών νευρολογικές διαταραχές. Και όλα αυτά αποδείχτηκαν με μια σειρά πειραμάτων, στα οποία ο ερευνητής χρησιμοποίησε ως υλικό έναν μονοκύτταρο οργανισμό, μια απλή ζύμη αρτοποιίας. Για τον λόγο αυτό ο ίδιος, εξάλλου, δεν χάνει ευκαιρία να υπογραμμίζει τη δυναμική της ζύμης ως σπουδαίου πειραματικού μοντέλου.

### ***«Η έρευνα θέλει ρίσκο και όχι συντηρητισμό!»***

Η ιδέα ότι τα κύτταρά μας τρώνε τον εαυτό τους μπορεί να δημιουργεί αρνητικούς συνειρμούς, παραπέμποντας στον κανιβαλισμό, ωστόσο στην πραγματικότητα αυτή η διαδικασία δεν αποτελεί μόνο έναν τακτικό τρόπο ανακύκλωσης της περιττής ύλης αλλά και μια μορφή αυτο-ίας κατά του καρκίνου και άλλων ασθενειών. Κάθε μέρα ο οργανισμός μας πρέπει να καταναλώνει περίπου 200 με 300 γραμμάρια πρωτεΐνης, αλλά μόνο περίπου 70 γραμμάρια προέρχονται από τη διατροφή μας. Για να καλύψει το έλλειμμα κάθε κύτταρο στο σώμα μας χρειάζεται να «καταβροχθίζει» παλιές ή κατεστραμμένες πρωτεΐνες και να τις επαναχρησιμοποιεί. Ουσιαστικά πρόκειται για μια διαδικασία αποτοξίνωσης του κυττάρου από τα παραπροϊόντα του μεταβολισμού του, που είναι απαραίτητη για τη ζωή, αφού ένα κύτταρο που αδυνατεί επί μακρόν να κάνει αυτοφαγία είναι καταδικασμένο σε θάνατο.

Τα κύτταρα λόγω του μεταβολισμού τους και του τοξικού περιβάλλοντος γεμίζουν με επιβλαβή συστατικά, από τα οποία πρέπει να απαλλάσσονται. Για αυτό, αιχμαλωτίζουν και ανακυκλώνουν στα λυσοσώματα, που αποκαλούνται και «σάκοι αυτοκτονίας», ενδοκυτταρικές

πρωτεΐνες και οργανίδια κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες. Από τις εργασίες του Christian de Duve ήταν γνωστό ότι το κύτταρο τυλίγει σε μεμβράνες τα υλικά που σκοπεύει να ανακυκλώσει δημιουργώντας κυστίδια. Τα κυστίδια αυτά μετακινούμενα φτάνουν στα λυσοσώματα όπου αδειάζουν το περιεχόμενό τους.

Ο Ohsumi ξεκίνησε τις έρευνές του στην αυτοφαγία το 1988, εστιάζοντας στην αποδόμηση των πρωτεϊνών στα κενοτόπια (το αντίστοιχο λυσόσωμα) ενός μονοκύτταρου μύκητα, μιας ζύμης δηλαδή, την ύπαρξη των οποίων υπέθεσε, αφού η μαγιά είναι πολύ μικρή και τα οργανίδιά της σχεδόν αόρατα που δεν διακρίνονται εύκολα με μικροσκόπιο.



Υπέθεσε πως, αν προκαλούσε μια διαταραχή στη δράση των πεπτικών ενζύμων στο εσωτερικό των κενοτοπίων, θα διέγειρε την εμφάνιση αυτοφαγικών κυστιδίων, δηλαδή ειδικών κυστιδίων μέσα στα οποία θα αποθηκεύονταν υλικά που προορίζονται για ανακύκλωση συστατικών μέσα στο κύτταρο. Εξέθεσε, λοιπόν, τη ζύμη σε κατάσταση ασιτίας και μέσα σε λίγες ώρες παρατήρησε ότι τα κενοτόπια γέμισαν σαφώς με αυτοφαγικά κυστίδια. Διαπίστωσε μάλιστα και μια αύξηση στον αριθμό τους, αφού δεν υπήρχαν τα κατάλληλα ένζυμα για να τα διαλύσουν. Ένα χρόνο μετά, ταυτοποίησε τα πρώτα υπεύθυνα γονίδια για την αυτοφαγία, ενώ δεν άργησε να παρατηρήσει πως ο ίδιος μηχανισμός ίσχυε και για τον ανθρώπινο οργανισμό.

Τώρα πλέον, με τον Ιάπωνα επιστήμονα να έχει επισημάνει την τεράστια σημασία της αυτοφαγίας, τη σκυτάλη παίρνουν οι ερευνητές που εστιάζουν στην παραγωγή φαρμάκων που θα επεμβαίνουν στην αυτοφαγία και θα τη ρυθμίζουν προς το όφελος του οργανισμού. Συγκεκριμένα στοχεύουν στην επαναφορά της συγκεκριμένης κυτταρικής διαδικασίας, όταν βρίσκεται σε δυσλειτουργία, κατά την οποία αναπτύσσονται νευρολογικά νοσήματα, διαβήτης και κακοήθειες. Η αυτοφαγία, λοιπόν, βάσει των μελετών του Καθηγητή, αλλά και άλλων ερευνητών, συντελεί στην πρόληψη του καρκίνου, στη διατήρηση του μεταβολισμού και στην ανοσοπροστασία.

### ***«Επιστήμη χωρίς ανθρωπισμό και έρευνα που δεν μοιράζεται δεν έχει ελπίδα!»***

Ο Νομπελίστας γεννήθηκε το 1945 στη Φουκουόκα, περίπου μισό χρόνο πριν από το τέλος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου, και μεγάλωσε σε ένα περιβάλλον φιλικό προς τη μάθηση, αφού ο πατέρας του ήταν Καθηγητής Μηχανικής Ορυχείων στο πανεπιστήμιο Kyushu. Σε μια εποχή που την Ιαπωνία έπληττε η φτώχεια και ο υποσιτισμός, ήταν αναμενόμενο ο Καθηγητής να είναι ένα αδύναμο και φιλάσθενο παιδάκι.

*«Ήμουν ένα αδύναμο παιδί που αρρώσταινα συνεχώς, κυρίως λόγω του υποσιτισμού της εποχής. Η μητέρα μου, μετά τη γέννησή μου, αρρώστησε από φυματίωση και έδωσε μάχη με την ασθένεια στο κρεβάτι για πολύ καιρό. Ευτυχώς, ένας φίλος των γονιών μου έστειλε από τη Χαβάη τα αντιβιοτικά που μόλις είχαν αναπτυχθεί, τα οποία βοήθησαν τη μητέρα μου να ανακάμψει. Λέξεις όπως η στρεπτομυκίνη και η χρυσομυκίνη στριφογύριζαν στο μυαλό μου, παρόλο που δεν καταλάβαινα πλήρως το νόημά τους. Στα οκτώ μου η μητέρα μου επανέκαμψε και εγώ άρχισα να φοιτώ στο δημοτικό σχολείο. Το όνειρό μου να γίνω αργότερα επιστήμονας τροφοδοτήθηκε από τους γονείς μου»,* εξιστορεί ο επιστήμονας μέσα στη βιογραφία του, συμπληρώνοντας πως το σπίτι του ήταν μέσα στη φύση και ο ίδιος πέρασε πολλά χρόνια στην ύπαιθρο, αλιεύοντας ψάρια και συλλέγοντας φυτά. Στο δημοτικό άρχισε να ενδιαφέρεται για τη συλλογή εντόμων και ξόδεψε πολύ χρόνο ψάχνοντας για ασυνήθιστα δείγματα. Του άρεσε, επίσης, να κοιτάζει προς τον έναστρο ουρανό και να απομνημονεύει τα ονόματα των αστεριών και των αστερισμών.

*«Αλλά όλα αυτά έμειναν πίσω ως παιδικά χόμπι αντί να μετατραπούν σε δια βίου πάθη. Κάθε φορά που ο αδελφός μου επέστρεφε στο σπίτι του από το Πανεπιστήμιο του Τόκιο κατά τη διάρκεια των διακοπών, έφερνε τουλάχιστον και ένα επιστημονικό βιβλίο που διεύρυνε τη συνειδητοποίησή μου για τον κόσμο πέρα από αυτό που διδασκόμασταν στο σχολείο. Εγώ, ως*

φιλάσθενο παιδί, δεν είχα καμία κλίση προς τον αθλητισμό και κανένα καλλιτεχνικό ταλέντο. Αλλά κατάφερνα να επιτυγχάνω άριστα αποτελέσματα στο σχολείο», συμπληρώνει.

~~~~~

Ο Νομπελίστας σπούδασε Χημεία στο Πανεπιστήμιο του Τόκυο, από όπου έλαβε και το διδακτορικό δίπλωμα το 1974 και όπου επέστρεψε μετά από λίγα χρόνια από το Πανεπιστήμιο Rockefeller της Νέας Υόρκης. Το 1996 μετακινήθηκε στο Εθνικό Ινστιτούτο Βασικής Βιολογίας στο Okazaki, ενώ σύνδεσε το όνομά του με το Πανεπιστήμιο Ανωτέρων Σπουδών Sokendai στη Hayama και με το Ινστιτούτο Τεχνολογίας του Τόκυο, όπου εργάζεται ως σήμερα.

Η επιλογή του να ασχοληθεί με την Επιστήμη δεν ήταν τυχαία, αφού το πρότυπό του ήταν ο ακαδημαϊκός πατέρας του. *«Ήμουν εξοικειωμένος με την ακαδημαϊκή ζωή, αν και ο πατέρας μου επέλεξε τη βιομηχανία. Εμένα με ενδιέφεραν περισσότερο οι Φυσικές Επιστήμες. Μπήκα στο Πανεπιστήμιο του Τόκυο για να σπουδάσω Χημεία, όμως ανακάλυψα γρήγορα ότι δεν ήταν τόσο ελκυστική για μένα, για την ακρίβεια τη βρήκα λίγο βαρετή. Αλλά ήμουν τυχερός, νομίζω, γιατί στις αρχές της δεκαετίας του 1960 ξεκινούσε η χρυσή εποχή της Μοριακής Βιολογίας και έτσι άλλαξα ρότα. Δεν υπήρχαν όμως πολλά εργαστήρια Μοριακής Βιολογίας στην Ιαπωνία εκείνη την εποχή και έτσι εργάστηκα στο εργαστήριο του Dr. Kazutomo Imahori ως μεταπτυχιακός φοιτητής, μελετώντας την πρωτεϊνοσύνθεση στο E. Coli. Ακολουθώντας τις συμβουλές του έλαβα μια μεταδιδακτορική θέση στο Πανεπιστήμιο Rockefeller στη Νέα Υόρκη δίπλα στον Gerald Edelman»,* αφηγείται ο ίδιος.

Πριν από το Νόμπελ ο Ohsumi είχε κερδίσει πολλά βραβεία, ανάμεσα στα οποία το βραβείο Fujihara (2005), το Βραβείο της Ακαδημίας της Ιαπωνίας (2006), τα βραβεία Asahi (2009) και Κιότο (2012), το Διεθνές Βραβείο Gairdner Foundation (2015), το Διεθνές Βραβείο Βιολογίας (2015), το Βραβείο Ιατρικής Επιστήμης Keio (2015) και το βραβείο Wiley στις Βιοϊατρικές Επιστήμες (2016).

Ο Καθηγητής, αν και μετά το Νόμπελ έχει γίνει πολυσχολος, όπως λέει, δείχνει να απολαμβάνει το γεγονός πως του δίνεται η ευκαιρία να μιλάει ανοικτά για την Επιστήμη και να εμπνέει τη νεολαία να ασχοληθεί μαζί της. Ενθουσιάζεται δε με τους μικρούς μαθητές, η ηλικία των οποίων δεν ξεπερνά τα πέντε έτη. *«Είναι εκπληκτικό όταν πηγαίνεις στα νηπιαγωγεία και ακούς τα πιτσιρίκια να σου λένε πως θα γίνουν επιστήμονες»* (γελάει).

Η συζήτηση με το Νομπελίστα επισήμως σταματά εδώ, γιατί το μισάωρο που μας έχουν διαθέσει οι διοργανωτές εκπνέει. Τον ευχαριστώ θερμά για τον χρόνο του και τη διάθεσή του να μοιραστεί μαζί μου τις σκέψεις του, και τον αποχαιρετώ. Βγαίνω από την αίθουσα για να μπει ο επόμενος συνάδελφός του, που έρχεται από την Αίγυπτο, και την ίδια στιγμή σκέφτομαι πόσο μεγαλειώδης είναι η Επιστήμη. Κρατώ στα χέρια μου το σημειωματάριο και πριν το βάλω στη τσάντα μου καταγράφω τις δύο τελευταίες φράσεις που μου είπε ο Νομπελίστας και που συνοψίζουν την ουσία της Επιστήμης: «*Επιστήμη χωρίς ανθρωπισμό δεν έχει ελπίδα!*»³⁷

~~~~~

Η επιτυχημένη προσπάθεια να αμφισβητηθεί ένας αδιαμφισβήτητος επιστημονικός νόμος βασίζεται στη σκληρή δουλειά και στα πολύ γερά νεύρα. Αυτό το γνωρίζει καλύτερα από όλους ο 57χρονος Γερμανός Στέφαν Χελλ, από τους πιο νέους σε ηλικία Νομπελίστες, που κατάφερε να ανατρέψει επιστημονικές παραδοχές αιώνων σχετικά με το όριο ανάλυσης των οπτικών μικροσκοπίων.

Τον παρατηρώ πολλή ώρα να κάθεται χαλαρός στο φουαγιέ του Inselhall τον Ιούνιο του 2018, απορροφημένος στον υπολογιστή του, πριν τελικά τον πλησιάσω για να του μιλήσω. Αισθάνομαι πολύ τυχερή που τον πετυχαίνω σε αυτόν τον χώρο, γιατί συνήθως οι Νομπελίστες μετά τις διαλέξεις τους απομονώνονται για να ξεκουραστούν σε ένα ειδικά διαμορφωμένο λόμπι, «άβατο» κυρίως για τους δημοσιογράφους, ή επιστρέφουν με τις μισθωμένες από το Ίδρυμα λιμουζίνες, στα ξενοδοχεία όπου φιλοξενούνται. Ο Χελλ όμως προτιμά να καθίσει στο φωτεινό φουαγιέ, παρά τη φασαρία και τις «μικροενοχλήσεις» που δέχεται κυρίως από τους νέους ερευνητές που διαρκώς του αποσπούν την προσοχή.

Είναι η δεύτερη φορά που συναντιόμαστε με τον Νομπελίστα στο πλαίσιο του φόρουμ και συζητάμε μεταξύ άλλων ξανά, σαν παλιοί γνώριμοι, το ενδεχόμενο μιας επίσκεψής του στην Ελλάδα, που τόσο πολύ αγαπά. «*Βρίσκομαι εδώ ξανά για να φρεσκάρω τη σκέψη μου και να διερευνήσω ποιο θα είναι το επόμενο*



<sup>37</sup> Απόσπασμα της συνέντευξης δημοσιεύτηκε στον ιστότοπο in.gr στις 01/07/2019



*επιστημονικό ερώτημα που θα απαντήσω», μου λέει χαμογελαστά πριν καν τον ρωτήσω.*

Τον τελευταίο χρόνο μοιράζει τις δραστηριότητές του μεταξύ Αμερικής και Ευρώπης, γιατί έχει επιλέξει τις ΗΠΑ για Sabbatical (ετήσια εκπαιδευτική άδεια). *«Μετά το Νόμπελ έγινα πολυάσχολος!»*, συμπληρώνει χαμογελώντας, εξηγώντας μου ταυτόχρονα πως, αντίθετα με την πλειονότητα των Νομπελιστών που έχουν αποσυρθεί λόγω ηλικίας, εκείνος στα 56 του ηγείται του εργαστηρίου Department of NanoBiophotonics του Ινστιτούτου Max Planck για τη Βιοφυσική Χημεία στο Göttingen της Γερμανίας και, ταυτόχρονα, διευθύνει το τμήμα Οπτικής Νανοσκοπίας στο German Cancer Research Center στη Χαϊδελβέργη, έχοντας ανειλημμένες υποχρεώσεις απέναντι σε μεταπτυχιακούς και διδακτορικούς φοιτητές, που τον δυσκολεύουν στο να ανταποκρίνεται θετικά σε όλες τις προσκλήσεις.

## Stefan W. Hell: Ο «αιρετικός» τρόπος σκέψης του Hell

Ο Νομπελίστας Hell ανοίγει τη ομιλία του στο Lindau με μια ιστορική αναδρομή στη μικροσκοπία, λέγοντας πως, αν τον 20<sup>ο</sup> αιώνα οι επιστήμονες ξεχώριζαν βιολογικά χαρακτηριστικά με απλή εστίαση, τον 21<sup>ο</sup> είναι πλέον σε θέση να διαχωρίζουν βιολογικά μόρια με “on/off” μηχανισμούς. Και αυτό είναι εκπληκτικό. Η μέθοδος «Μικροσκοπία Εξαναγκασμένης Απόσβεσης Εκπομπής (*Stimulated emission depletion microscopy, STED*) που ανέπτυξε ο ίδιος, στηρίζεται στην *Μικροσκοπία Εντοπισμού της Φωτοδιέγερσης (Photo-activated localization microscopy, PALM)* και στη *Stochastic optical reconstruction microscopy (STORM)*. Η μέθοδος προϋποθέτει την κλασική εισαγωγή φωσφορούχων αντισωμάτων στο εξεταζόμενο κύτταρο. Στη συνέχεια, χρησιμοποιώντας δύο ακτίνες λέιζερ, με τη μία διεγείρει φθορίζοντα μόρια ώστε να εκπέμπουν φθορισμό («να λάμπουν»), ενώ με την άλλη τον αναστέλλει σε όλα πλην εκείνων που βρίσκονται σε μια κεντρική περιοχή νανομετρικών διαστάσεων. Οι *STED* και *PALM / STORM*, ενεργοποιούν και απενεργοποιούν μεμονωμένα μόρια, αλλά διαδοχικά. Με την πολλαπλή σάρωση του βιολογικού δείγματος νανόμετρο προς νανόμετρο και με αναβοσβήματα του νανοφακού, παράγεται μια εξαιρετική εικόνα υψηλής διακριτικότητας χωρίς θόλωμα στη νανοκλίμακα, ξεπερνώντας το όριο διακριτότητας που είχε θέσει ο Abbe (που υποστήριζε πως το όριο ανάλυσης των οπτικών μικροσκοπίων είναι το μισό μήκος κύματος του μπλε φωτός, περίπου 200 νανόμετρα πέραν του οποίου δεν μπορεί να δει κανείς πιο μικρά αντικείμενα. Το 1 νανόμετρο ισούται με το ένα δισεκατομμυριοστό του μέτρου).

Ο Stefan W. Hell είναι ο επιστήμονας που το 2014 μοιράστηκε με τους Αμερικανούς Eric Betzig και William E. Moerner το Νόμπελ Χημείας για «την ανάπτυξη της φθορισμομετρικής μικροσκοπίας υπερ-διακριτικής ικανότητας» (“for the development of super-resolved fluorescence microscopy”). Με απλά λόγια οι τρεις επιστήμονες κατάφεραν με την έρευνά τους



συνδυαστικά να υπερκεράσουν τα όρια που έθετε η οπτική μικροσκοπία και να πλησιάσουν το νανόκοσμο με οπτικές μεθόδους. Με το Νόμπελ Χημείας του 2014 βραβεύτηκαν δύο μέθοδοι: η Μικροσκοπία Μεμονωμένου Μορίου (*Single-Molecule Microscopy, SMM*), της οποίας τα θεμέλια έθεσαν

οι Eric Betzig και William E. Moerner, και η Μικροσκοπία Εξαναγκασμένης Απόσβεσης Εκπομπής (*STED*), που αναπτύχθηκε από το Stefan Hell το 2000.

Η νανομικροσκοπία στην κυριολεξία «άνοιξε τα μάτια» των επιστημόνων, αφού μπόρεσαν να «δουν» στο εσωτερικό των ζωντανών κυττάρων και των βιολογικών ιστών, να διεισδύσουν στα κύτταρα του εγκεφάλου και να ανιχνεύσουν τον μηχανισμό των νευρωνικών συνάψεων, να ταχτοποιήσουν πρωτεΐνες που εμπλέκονται σε νευροεκφυλιστικές νόσους όπως οι Πάρκινσον, Αλτσχάιμερ και Χάντινγκτον, και να διαχωρίσουν εξειδικευμένες πρωτεΐνες στα γονιμοποιημένα ωάρια, καθώς αυτές διαιρούνται στα ανθρώπινα έμβρυα.



Ο Stefan Walter Hell γεννήθηκε στο Arad της Ρουμανίας το Δεκέμβριο του 1962, αλλά κατάγεται από την κοντινή Santana, που είναι η μεγαλύτερη αγροτική κοινότητα που ιδρύθηκε από Γερμανούς μετανάστες τον 18ο αιώνα. Φοίτησε στο δημοτικό σχολείο της περιοχής, έχοντας ως δασκάλα τη Herta Müller, τη μετέπειτα (το 2009) Νομπελίστρια Λογοτεχνίας, και έφτασε στο πρώτο έτος του γυμνασίου Nikolaus Lenau στην Τιμισοάρα μέχρι να καταφέρει να πείσει τους γονείς του να μετακινηθούν στη Δυτική Γερμανία.

Ο πατέρας του ήταν μηχανικός με διευθυντική θέση σε μια μεγάλη εταιρεία και η μητέρα του ήταν δασκάλα, παρά την επιθυμία της να σπουδάσει Μαθηματικά, πράγμα δύσκολο στην κομμουνιστική Ρουμανία του 1950. Μέσα στη βιογραφία του ο Καθηγητής αναφέρεται στη μητέρα του που εκδιώχθηκε από το σχολείο αρκετές φορές, αλλά και σε άλλα γεγονότα

που έπληξαν τη γενιά των παππούδων του το 1945, συμπεριλαμβανομένης της απέλασης στα σοβιετικά στρατόπεδα εργασίας.



Βασική του πεποίθηση και απόσταγμα των βιωμάτων του είναι πως: *«Κανείς δεν μπορεί να σου αφαιρέσει τη γνώση. Τη μεταφέρεις πάντα μαζί σου όπου κι αν πας. Η μόρφωση είναι κατάκτηση και το μοναδικό περιουσιακό στοιχείο που αξίζει να αποκτήσει κάποιος»*. Για τον λόγο αυτό, εξάλλου, το σπίτι του

ήταν και είναι γεμάτο από βιβλία. *«Στους γονείς μου άρεσε να διαβάζουν, αλλά και να ταξιδεύουν, όμως αυτό ήταν δυνατό μόνο μέσα στα σύνορα της χώρας. Παρόλα αυτά, γνωρίζαμε τι συνέβαινε έξω από τη Ρουμανία, καθώς ενημερωνόμαστε καλά από τους ραδιοφωνικούς σταθμούς της Δύσης»*.

Η οικογένεια εγκαταστάθηκε τελικά το 1978 στο Ludwigshafen στα νοτιοδυτικά. Ο Νομπελίστας, ωστόσο, λέει πως αισθάνεται τις ρίζες του πολύ κοντά στη Ρουμανία από ό, τι στη Γερμανία. Σε συνέντευξή του έχει πει, εξάλλου, πως εκεί συνάντησε την Επιστήμη. *«Οι ρίζες είναι πολύ σημαντικές για μένα. Στην Τιμισοάρα, για πρώτη φορά συναντήθηκα με τη Φυσική. Κέρδισα έναν τοπικό διαγωνισμό Φυσικής, ο οποίος με ενθάρρυνε να συνεχίσω τις σπουδές μου. Η εκπαίδευση που έλαβα τότε στη Ρουμανία με βοήθησε πολύ»*.

Ο Νομπελίστας έκανε προπτυχιακές, μεταπτυχιακές και διδακτορικές σπουδές στη Φυσική στο Πανεπιστήμιο της Χαϊδελβέργης το 1981 και έφυγε το 1990, έχοντας στις αποσκευές του μια «αιρετική» για τα επιστημονικά δεδομένα της εποχής διατριβή, μέσα στην οποία αμφισβητούσε την από το 1873 παραδοχή του Γερμανού Φυσικού Abbe για το όριο ανάλυσης των οπτικών μικροσκοπίων. Η εργασία του Hell ήταν λαμπρή, αλλά ταρακούνησε το επιστημονικό κατεστημένο της Γερμανίας, το οποίο και δεν την αποδέχτηκε.

Ο ίδιος ακολούθησε μια σύντομη περίοδο ως ανεξάρτητος ερευνητής, κατά τη διάρκεια της οποίας ανέπτυξε τις ιδέες του για τη βελτίωση της ανάλυσης βάθους σε ομοεστιακό μικροσκόπιο με λέιζερ, πριν ενταχθεί στο Ευρωπαϊκό Εργαστήριο Μοριακής Βιολογίας στη Χαϊδελβέργη. Εκεί εξέλιξε τις ιδέες του σε αυτό που σήμερα είναι γνωστό ως μικροσκοπία 4Pi,



η οποία επιτρέπει ανάλυση σε βάθος μέχρι επτά φορές μεγαλύτερο από τα προηγούμενα μοντέλα.



Ο Hell πήρε στη συνέχεια τα σχέδιά του υπό μάλης και μετακινήθηκε σε θέση ερευνητή στο Πανεπιστήμιο του Turku της Φινλανδίας, όπου, μετά από μια ενδιάμεση στάση έξι μηνών στο Πανεπιστήμιο της Οξφόρδης στο Ηνωμένο Βασίλειο, εργάστηκε από το 1993 ως το 1996 ως ανώτερος επιστήμονας. Λίγες εβδομάδες μετά την άφιξή του στο φινλανδικό πανεπιστήμιο και ξεφυλλίζοντας ένα βιβλίο Κβαντικής Οπτικής, έπεσε πάνω σε μια φράση-«κλειδί» για το επόμενο βήμα του: «διεγερμένη εκπομπή» (stimulated emission). Έτσι εμπνεύστηκε το «νανοφακό» σάρωσης κυττάρων και φυσικά τη μέθοδο STED.

*«Εισάγουμε φωσφορούχα αντισώματα στο εξεταζόμενο κύτταρο και τα διεγείρουμε με ακτίνα λέιζερ. Ταυτόχρονα, συνδυάζουμε τη διέγερση με εκπομπή μιας άλλης ακτίνας λέιζερ που “σβήνει” το φωσφορισμό όλων πλην εκείνων που βρίσκονται σε μια κεντρική περιοχή νανομετρικών διαστάσεων. Έπειτα από πολλές σαρώσεις ολόκληρου του κυττάρου, με αναβοσβησίματα του νανοφακού μπορούμε να διακρίνουμε χωρίς θόλωμα στη νανοκλίμακα τα βιολογικά μόρια», εξηγεί ο ίδιος.*

Ωστόσο, η ιδέα του που αμφισβητούσε την παραδοχή του Abbe αντιμετωπίστηκε για αρκετό καιρό με δυσπιστία, όχι μόνο στη Γερμανία, αλλά και παγκοσμίως. Το 1996, ανώτεροι



επιστήμονες στο Ινστιτούτο Βιοφυσικής Χημείας του Max Planck στο Γκέτινγκεν της Γερμανίας συνειδητοποίησαν τις δυνατότητες του οράματος του Stefan Hell. Το Δεκέμβριο του ίδιου έτους, ο ερευνητής επέστρεψε στο Γερμανικό Ινστιτούτο, όπου το 2002 ανέλαβε διευθυντικά καθήκοντα. Επιστρέφοντας στη Γερμανία ο Νομπελίστας μπόρεσε να αποδείξει στην πράξη ότι είχε δίκιο, με την για πρώτη φορά ευκρινή απεικόνιση ενός βακτηρίου E.coli το 2000. Το Max Planck παραχώρησε στην εταιρεία Leica Microscope την άδεια να κατασκευάσει την εφεύρεση του Hell και το πρώτο μικροσκόπιο STED κυκλοφόρησε στην αγορά το 2007.

***«Κανείς δεν μπορεί να σου αφαιρέσει τη γνώση. Και τη μεταφέρεις πάντα μαζί σου όπου κι αν πας. Η μόρφωση είναι το μοναδικό περιουσιακό στοιχείο που αξίζει να αποκτήσει κάποιος»***

Η μέθοδος STED που ανέπτυξε ο Νομπελίστας χρησιμοποιεί μια δέσμη λείζερ σε στρογγυλό σχήμα donut για να απενεργοποιήσει τον μοριακό φθορισμό σε μια σταθερή θέση στο δείγμα, δηλαδή παντού στην περιοχή εστίασης εκτός από το κέντρο του donut. Το πλεονέκτημα είναι ότι η δέσμη donut καθορίζει ακριβώς σε ποιο σημείο στο χώρο βρίσκεται το αντίστοιχο λαμπερό μόριο. Ωστόσο, στην πράξη, δεν είναι αρκετά ισχυρή ώστε να περιορίσει την εκπομπή σε ένα μόριο στο κέντρο του donut. Στην περίπτωση της PALM/STORM, η ενεργοποίηση και απενεργοποίηση μορίων συμβαίνουν σε τυχαίες θέσεις και στο επίπεδο ενός μόνο μορίου. Ο Hell προσπαθεί τώρα να συνδυάσει μοναδικά τα πλεονεκτήματα των μεθόδων PALM/STORM και STED, σε μια νέα αντίληψη που ονομάζεται MINFLUX (από το MINimal emission FLUXes). Μέσω της PALM/STORM διαχωρίζονται τυχαία και ξεχωριστά μεμονωμένα μόρια, ενώ ταυτοχρόνως, μέσω της STED προσδιορίζονται οι ακριβείς θέσεις τους με μια δέσμη λείζερ σε σχήμα donut.

*«Η δέσμη donut διεγείρει το φθορισμό. Εάν το μόριο βρίσκεται στο δακτύλιο, θα λάμψει, αν βρίσκεται ακριβώς στο σκοτεινό κέντρο, δεν θα λάμψει. Εμείς βρήκαμε την ακριβή του θέση μέσω ενός “έξυπνου” αλγόριθμου που εκμεταλλεύεται το δυναμικό της δέσμης διέγερσης donut, έτσι ώστε η θέση του μορίου να μπορεί να εντοπιστεί γρήγορα με μεγάλη ακρίβεια»,* εξηγεί ο Καθηγητής κατά τη διάλεξή του. *«Με τη μικροσκοπία MINFLUX μπορούμε, για πρώτη φορά, να διαχωρίσουμε οπτικά, μόρια τα οποία απέχουν έως και 1 νανόμετρο το ένα από το άλλο. Ενώ η εξαιρετικά υψηλής ανάλυσης μικροσκοπία PALM / STORM στην ίδια μοριακή φωτεινότητα παρέχει μια διάχυτη εικόνα των μορίων»*

Εκτός από την κατά είκοσι φορές μεγαλύτερη μοριακή ανάλυση συγκριτικά με τις άλλες μεθόδους μικροσκοπίας υψηλής ανάλυσης, η MINFLUX προσφέρει ένα επιπλέον



σημαντικό πλεονέκτημα. *«Είναι πολύ πιο γρήγορη. Δεδομένου ότι λειτουργεί με δέσμη λέιζερ σε σχήμα donut απαιτεί πολύ χαμηλότερο φωτεινό σήμα, δηλαδή λιγότερα φωτόνια φθορισμού ανά μόριο σε σύγκριση με την PALM / STORM για την επίτευξη της τελικής ανάλυσης. Ήδη με τη STED θα μπορούσε κανείς να καταγράφει βίντεο πραγματικού χρόνου από το εσωτερικό των ζωντανών κυττάρων. Αλλά τώρα μπορούμε να εντοπίζουμε τις κινήσεις των μορίων μέσα σε ένα κύτταρο με 100 φορές καλύτερη χρονική ανάλυση»,* συμπληρώνει ο Καθηγητής, ο οποίος μαζί με τους συνεργάτες του κατάφερε να κινηματογραφήσει με τη MINFLUX για πρώτη φορά την κίνηση των μορίων σε ένα ζωντανό βακτήριο *E. coli* με μια πρωτοφανή χωροχρονική ανάλυση. *«Όσον αφορά την ταχύτητα, δεν έχουμε αξιοποιήσει στο έπακρο τις δυνατότητες με τη MINFLUX»,* καταλήγει.

Οι ερευνητές είναι πεπεισμένοι ότι ακόμη και εξαιρετικά γρήγορες αλλαγές στα ζωντανά κύτταρα μπορούν να διερευνηθούν στο μέλλον, όπως για παράδειγμα η κίνηση των κυτταρικών νανομηχανών ή η αναδίπλωση των πρωτεϊνών.

~~~~~

Την ημέρα της κοινοποίησης της βράβευσής του, ο Νομπελίστας διάβαζε μια εφημερίδα και ήταν μάλιστα πολύ απορροφημένος. *«Έζησα την απόλυτη έκπληξη. Δεν μπορούσα να το πιστέψω όταν το άκουσα. Προς στιγμή σκέφτηκα πως ήταν μια φάρσα ή κάτι τέτοιο. Αλλά από την άλλη άκρη του τηλεφώνου αναγνώρισα τη φωνή του Καθηγητή Normark, ο οποίος εκτελεί χρέη γραμματέα της Σουηδικής Ακαδημίας Επιστημών, που μεταξύ άλλων είπε ότι θα το επιβεβαιώσει και με μείλ, και έτσι το πίστεψα. Στη συνέχεια ξαναπήρα την εφημερίδα για να ολοκληρώσω την παράγραφο που είχα αφήσει στη μέση»* (γελάει). Η βράβευση τού έχει αλλάξει τη ζωή, αν και εκείνος προσπαθεί να διατηρεί την ισορροπία του μεταξύ προσωπικής ζωής και έρευνας. *«Είμαι πατέρας τεσσάρων παιδιών που έχουν την ανάγκη να νιώθουν την παρουσία μου»,* συμπληρώνει.

Από την επαφή μαζί του αντιλαμβάνεται κάποιος πως ο καταξιωμένος επιστήμονας είναι πολύ παθιασμένος με την Επιστήμη. Σκέφτεται δημιουργικά (“out of the box”, κατά την αγγλική διατύπωση), του αρέσει να προσδιορίζει τον τρόπο με τον οποίο συνδέονται τα πράγματα και να εξερευνά νέα, άγνωστα μονοπάτια. Αν δεν ήταν επιστήμονας, δεν ξέρει τι θα

μπορούσε να ήταν, αν θα μπορούσε να κάνει κάτι άλλο στη ζωή του. Πιθανώς να είχε ασχοληθεί με τη μουσική και ειδικότερα με το σαξόφωνο, που έμαθε στη Φινλανδία και με το οποίο αυτοσχεδιάζει σε ρυθμούς τζαζ, όταν έχει χρόνο. *«Σίγουρα πάντως, δεν θα εργαζόμουν στον ιδιωτικό τομέα ή στη βιομηχανία και δεν θα ήθελα να έχω πάνω από το κεφάλι μου αφεντικά. Είμαι φύσει επαναστάτης, ελεύθερο πνεύμα»*, μου λέει χαρακτηριστικά. Πριν τον αφήσω να συνεχίσει το διάβασμά του, κλείνουμε το επόμενο ραντεβού στην Αθήνα χωρίς να καθορίσουμε την ημερομηνία. *«Στείλε μου ένα μείλ να μου το υπενθυμίσεις και να βρούμε μια ημερομηνία που εξυπηρετεί»*, μου λέει και η συζήτηση με το Νομπελίστα Hell στο Λιντάου τελειώνει εκεί.

~~~~~

Το 2017 σηματοδεύτηκε από μια επιστημονική ανακάλυψη-τομή, που απέσπασε το βραβείο Νόμπελ στην Φυσιολογία ή Ιατρική. Οι Michael Young, Jeffrey C. Hall και Michael Rosbash κατάφεραν να μελετήσουν το βιολογικό μας ρολόι και να αποσαφηνίσουν τον μοριακό του μηχανισμό, και για τον λόγο αυτό μοιράστηκαν το Νόμπελ Φυσιολογίας-Ιατρικής το 2017.



Τα ευρήματά τους εξηγούν τον τρόπο που τα φυτά, τα ζώα και οι άνθρωποι προσαρμόζουν τον βιολογικό τους ρυθμό έτσι ώστε αυτός να συγχρονίζεται με την 24ωρη περιστροφή της Γης. Για τον λόγο αυτό οι Michael Young και Michael Rosbash, που βρίσκονται φέτος στο Λιντάου, μονοπωλούν το ενδιαφέρον όλων. Έτσι γίνεται συνήθως με όλους τους νέους

Νομπελίστες, και ειδικότερα με τους συγκεκριμένους, που δείχνουν να μην έχουν καταφέρει ακόμη να βρουν τον κανονικό ρυθμό τους μετά την απονομή του βραβείου.

Με τη φράση *“We are the new kids on the block!”* (σε μοντέρνα απόδοση: «Είμαστε οι καινούργιοι στη γειτονιά!») μας συστήνεται ο Michael Rosbash, λίγο πριν αρχίσει τη διάλεξή του, αφού μας έχει καλημερίσει τουλάχιστον σε έξι γλώσσες. Είναι γνωστό, άλλωστε, πως είναι γλωσσομαθής. Έχει ανέβει στο βήμα με πολλά κέφια και ιδιαίτερο χιούμορ, για το οποίο φημίζεται εξάλλου. «Βρίσκει ακριβώς έναν τρόπο να αγγίξει τα πάντα με το χιούμορ», σχολιάζουν οι συνάδελφοί του.

Ο Καθηγητής Rosbash, όταν έλαβε το τηλεφώνημα για τη μεγάλη είδηση από τη Σουηδία στις πέντε τα ξημερώματα, είχε ήδη ξυπνήσει, εξαιτίας, όπως λέει, των μεταβολών - λόγω ηλικίας - στον κιρκάδιο ρυθμό του, και η αλήθεια είναι ότι ανησύχησε. *«Όταν το σταθερό*

τηλέφωνο χτυπά εκείνη την ώρα, συνήθως η είδηση είναι ότι κάποιος πέθανε», σχολιάζει γελώντας και συνεχίζει: «Όταν πληροφορήθηκα την καλή είδηση, ρώτησα: “Μου κάνετε φάρσα;” Δεν το πίστευα πραγματικά. Δεν το περίμενα. Μου κόπηκε η αναπνοή. Η γυναίκα μου μου είπε: “Πάρε μια βαθιά ανάσα!”».

Τελείως διαφορετικός από τους συναδέλφους του, ο Μάικλ Γιανγκ έχει το στυλ ενός ‘cool’ φοιτητή και εκπέμπει καλοσύνη και γλυκύτητα. Ο Αμερικανός Νομπελίστας σε εντυπωσιάζει με την πρώτη επαφή, γιατί είναι πολύ γελαστός, πολύ ψηλός και πολύ χαλαρός. Τόσο χαλαρός και ήρεμος που δείχνει πως τίποτα δεν μπορεί να διαταράξει αυτή την ηρεμία του, ούτε καν η είδηση απονομής ενός Νόμπελ...

«Μας κάλεσαν ξημερώματα στο σπίτι στη Ν. Υόρκη, αλλά δεν ακούσαμε ποτέ αυτό το τηλέφωνο, γιατί είχαμε ενεργοποιήσει τον τηλεφωνητή και κοιμόμασταν στο άλλο άκρο του σπιτιού», περιγράφει ο ίδιος τη στιγμή της ανακοίνωσης της μεγάλης είδησης, η οποία τελικά έφτασε στα αφτιά του μέσω κινητού τηλεφώνου από τον Πρόεδρο του Πανεπιστημίου Rockefeller στο δυναμικό του οποίου ανήκει. «Το βραβείο ήρθε χαράματα, για να μου αποσυντονίσει το βιολογικό μου ρολόι», σχολιάζει με χιούμορ κατά τη διάρκεια κοινής συνέντευξης τύπου στο Lindau, και συνεχίζει: «Εγώ έχω πάντως καλό ύπνο. Ξανακοιμήθηκα. Λειτουργεί φαίνεται καλά ο κιρκάδιος (ημερήσιος) ρυθμός μου!»

## Michael W. Young: Ο χρονομέτρης της ζωής

*«Το ανθρώπινο σώμα λειτουργεί διαφορετικά κατά τη διάρκεια της ημέρας από ό, τι της νύχτας - όπως συμβαίνει σε πολλούς οργανισμούς. Το φαινόμενο αυτό, που αναφέρεται ως κιρκάδιος (ημερήσιος) ρυθμός, είναι μια προσαρμογή στις δραστικές αλλαγές του περιβάλλοντος κατά τη διάρκεια του 24ωρου κύκλου της περιστροφής της Γης γύρω από τον δικό της άξονα», λέει ο Νομπελίστας Michael Young και εξηγεί πως μια πολύπλοκη αλυσίδα μοριακών αντιδράσεων μέσα στα κύτταρά μας διασφαλίζει ότι ορισμένες πρωτεΐνες συσσωρεύονται σε υψηλά επίπεδα τη νύχτα και υποβαθμίζονται κατά τη διάρκεια της ημέρας.*

Τα βιολογικά ρολόγια που μελετά ο επιστήμονας στο εργαστήριό του είναι ενεργά στους περισσότερους οργανισμούς, από τη μύγα των φρούτων *Δροσόφιλα* (*Drosophila melanogaster*) μέχρι τον άνθρωπο, και ελέγχουν καθημερινούς ρυθμούς της φυσιολογίας και της συμπεριφοράς τους. Στους ανθρώπους, η ημερήσια φάση συνοδεύεται από αύξηση της ενεργητικότητας και της θερμοκρασίας του σώματος και μείωση έως και αναστολή της έκκρισης διαφόρων ορμονών, ενώ, αντίθετα, η νυκτερινή φάση χαρακτηρίζεται από απόσυρση, ύπνο, μείωση της θερμοκρασίας του σώματος και αύξηση της έκκρισης των νυκτερινών ορμονών.



Τα εργαστηριακά ευρήματα δείχνουν πως ο κιρκάδιος ρυθμός σχετίζεται με τον ύπνο και τις διαταραχές της διάθεσης, όπως είναι η εποχιακή κατάθλιψη, καθώς και με το μεταβολισμό, τα επίπεδα ορμονών, τη θερμοκρασία, τη μάθηση και τη μνήμη. Η οποιαδήποτε διαταραχή στη σχέση του κιρκάδιου ρυθμού και του ρυθμού διακύμανσης μιας δραστηριότητας στον άνθρωπο επιφέρει μια «εσωτερική ανωμαλία» και επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την ψυχική διάθεση, τις σωματικές και νοητικές λειτουργίες, και γενικά την ανθρώπινη συμπεριφορά. *«Η έκφραση του 70% περίπου των γονιδίων μας ελέγχεται από το βιολογικό ρολόι. Φανταστείτε τον κιρκάδιο ρυθμό ως έναν πλανήτη γύρω από τον οποίο περιστρέφονται ως δορυφόροι οι περισσότερες λειτουργίες του οργανισμού μας»,* περιγράφει με παραστατικό τρόπο ο Καθηγητής.

~~~~~


Πριν από 300 περίπου χρόνια ο αστρονόμος Jean Jacques d'Ortous de Mairan παρατήρησε ότι τα φύλλα της μιμόζας ανοίγουν κατά τη διάρκεια της ημέρας και κλείνουν όταν αρχίσει να δύει ο ήλιος. Αναρωτήθηκε τότε τι θα συνέβαινε εάν το φυτό παρέμενε στο σκοτάδι για μερικά 24ωρα και επιχείρησε να πειραματιστεί πάνω σε αυτό. Ανακάλυψε τότε πως συνέχιζε να ακολουθεί τον δικό του βιολογικό ρυθμό ακόμη και όταν δεν το έβλεπε το φως της ημέρας. Άνοιγε τα φύλλα του και τα έκλεινε με τη δύση του ηλίου κανονικά, υποδεικνύοντας την ύπαρξη ενός εσωτερικού ρολογιού, που λειτουργούσε ανεξάρτητα από εξωτερικά ερεθίσματα.



Η μελέτη της μοριακής βάσης της κερκαδικής ρυθμικής λειτουργίας ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 1980 στο εργαστήριο του Young στο Πανεπιστήμιο Rockefeller στη Ν.Υόρκη και ταυτόχρονα στα εργαστήρια των Jeffrey C. Hall και Michael Rosbash στο Πανεπιστήμιο Brandeis στη Μασαχουσέτη. Οι ερευνητές βασίστηκαν σε προηγούμενη έρευνα των Seymour Benzer και Ronald Konopka, που είχε γίνει τη δεκαετία του 1970, κατά την οποία οι ερευνητές είχαν διαπιστώσει ότι μεταλλαγές σε ένα γονίδιο που αποκαλούσαν “*period*” («περίοδο») διατάραζαν το βιολογικό ρολόι στη μύγα των φρούτων *Δροσόφιλα*.

Το 1984 οι τρεις Νομπελίστες μέσα στα εργαστήριά τους απομόνωσαν αυτό το γονίδιο *period*, το οποίο κωδικοποιεί την PER, μια πρωτεΐνη που συσσωρεύεται στα κύτταρα τη νύχτα και μειώνεται κατά τη διάρκεια της ημέρας σύμφωνα με τον κερκάδιο ρυθμό. Με άλλα λόγια, συντίθεται τη νύχτα και αποδομείται την ημέρα με σταθερό ρυθμό. Έτσι τα επίπεδα της πρωτεΐνης PER παρουσιάζουν διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια ενός 24ωρου κύκλου, σε

συγχρονισμό με τον κερκάρδιο ρυθμό. Στη σταθερή ή μη παραγωγή της PER οφείλεται η κατηγοριοποίηση των ανθρώπων σε πρωινούς και νυκτερινούς τύπους.

Το ερώτημα όμως σχετικά με τη δημιουργία και διατήρηση τέτοιων κερκαδιανών διακυμάνσεων με τη μορφή ταλάντωσης παρέμενε αναπάντητο. Οι επιστήμονες υπέθεσαν ότι η μεγάλη ποσότητα της πρωτεΐνης PER μπλόκαρε την έκφραση του γονιδίου της, αποτρέποντας τη σύνθεση και συσσώρευση περισσότερων μορίων της. Για να γίνει αυτό, η πρωτεΐνη PER που παράγεται στο κυτταρόπλασμα, θα έπρεπε να φτάσει στον πυρήνα του κυττάρου, όπου βρίσκεται το γενετικό υλικό.

Οι Jeffrey Hall και Michael Rosbash είχαν δείξει ότι η πρωτεΐνη PER συσσωρεύεται στον πυρήνα κατά τη διάρκεια της νύχτας, αλλά το πώς πήγαινε εκεί δεν το γνώριζαν μέχρι το



1994 που ο Michael Young ανακάλυψε ένα δεύτερο γονίδιο, το “*timeless*” («*άχρονο*»), που κωδικοποιεί μια άλλη πρωτεΐνη, την TIM, που επίσης απαιτείται για τη λειτουργία ενός φυσιολογικού κερκάρδιου ρυθμού. Όταν η TIM συνδέεται με την PER δημιουργεί μαζί της ένα σταθερό διμερές συσσωμάτωμα, που μπορεί να εισέρθει στον πυρήνα του

κυττάρου και να καταστείλει τη γονιδιακή δραστηριότητα των γονιδίων *period* και *timeless*, οπότε, κατά συνέπεια, καταστέλλεται η πρωτεϊνοσύνθεση της PER και της TIM.

Υπήρχαν όμως και άλλα κομμάτια του παζλ, όπως το πώς καθορίζεται η περίοδος των διακυμάνσεων των επιπέδων της PER. Ο Young αναγνώρισε ένα άλλο γονίδιο, που το ονόμασε “*doubletime*” («*διπλόχρονο*»), το οποίο κωδικοποιεί την πρωτεΐνη DBT, η οποία ρυθμίζει τη συσσώρευση της πρωτεΐνης PER σύμφωνα με τον 24ωρο κύκλο. Η DBT μειώνει τον χρόνο ζωής της PER προσθέτοντάς της μια φωσφορυλιομάδα, που αποτελεί σήμα για την αποδόμησή της. Η DBT παράγεται σε σταθερή ποσότητα όλο το 24ωρο, οπότε στα αρχικά στάδια του 24ωρου κύκλου όταν αρχίζει να συντίθεται μικρή ποσότητα PER αυτή μαρκάρεται από την DBT και αποδομείται. Από κάποιο όριο και πάνω όμως, η παραγόμενη PER υπερτερεί της ποσότητας της DBT και μπορεί να συνδεθεί με την TIM όταν και η ποσότητα της TIM αυξηθεί αρκετά. Τα διμερή PER-TIM είναι σταθερά, καθώς η DBT δεν μπορεί να τα μαρκάρει για

αποδόμηση. Επιπλέον, τα διμερή PER-TIM αποκτούν την ικανότητα να εισέλθουν στον πυρήνα και να επηρεάσουν την έκφραση γονιδίων.

Ο κύκλος των γονιδίων έκλεισε προσωρινά το 1998 όταν ταυτοποιήθηκαν ακόμη δύο, τα *clk* ('clock', «ρολόι») και *cyc* ('cycle', «κύκλος») που ρυθμίζουν τη δραστηριότητα τόσο του *per* (*period*), όσο και του *tim* (*timeless*), ενώ μια άλλη ομάδα ανέδειξε τα γονιδιακά προϊόντα της αντίστροφης δραστηριότητας του βιολογικού ρολογιού. Όταν τα διμερή PER-TIM εισέρχονται στον πυρήνα ενώνονται με τα διμερή CLK-CYC, καταστέλλοντας τη δράση τους ως αναστολέων της έκφρασης των γονιδίων *per* και *tim*. Με την καταστολή της γονιδιακής τους έκφρασης, οι πρωτεΐνες PER και TIM δεν συντίθενται πια, οπότε κλείνει ο 24ωρος κύκλος της διακύμανσης της ποσότητάς τους.

Οι ερευνητές του κιρκάδιου ρυθμού έχουν ανακαλύψει ότι η σύνδεσή του με τον έξω κόσμο, δηλαδή με τον κύκλο φωτός-σκότους, είναι κατά κύριο λόγο αποτέλεσμα της δράσης της πρωτεΐνης CRY, που κωδικοποιείται από το γονίδιο *cry* («κρυπτόχρωμα», *cryptochrome*). Η CRY ως φωτοϋποδοχέας μπλε φωτός ρυθμίζει άμεσα την είσοδο του φωτός μέσα στο κιρκάδιο ρολόι. Η δέσμευση φωτονίων από την CRY το πρωί, για παράδειγμα όταν ξημερώνει, οδηγεί σε αλλαγή διαμόρφωσής της και αλληλεπιδρά με την πρωτεΐνη TIM επιταχύνοντας την αποδόμησή της δεύτερης. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μη ύπαρξη διμερών PER-TIM και την απορρύθμιση ολόκληρης της διαδικασίας του ρολογιού, με αποτέλεσμα τη μετατόπιση φάσης. Έτσι, η διαδικασία μπορεί να τρέξει σε συνεχές σκοτάδι, αλλά όχι με ακρίβεια, ενώ μετατοπίζεται στη σωστή ώρα κάθε μέρα με την επιδιόρθωση που επιφέρει το φως.



Τα τελευταία 30 χρόνια οι ερευνητές ανακάλυψαν ότι το κιρκάδιο ρολόι της *Drosophila melanogaster* (μύγα των φρούτων) λειτουργεί συνολικά μέσω του συντονισμού μιας μικρής ομάδας γονιδίων που περιλαμβάνει τα: *per* (*period*), *tim* (*timeless*), *dbt* (*double-time casein-kinase 1*), *clk* (*clock*), *cyc* (*cycle*), *sgg* (*shaggy*), *Pdp1* (*πρωτεΐνη 1 περιοχής PAR*), *vri* (*vrille*), *cry* (*cryptochrome*) και *ck2* (*καζεϊνική κινάση 2*). Μεταλλαγές σε οποιοδήποτε από αυτά τα γονίδια - έξι από τα οποία ταυτοποιήθηκαν για πρώτη φορά μέσα στο εργαστήριο του Young - μπορούν να επιμηκύνουν ή να συντομεύουν την περίοδο συμπεριφορικών, φυσιολογικών και μοριακών κιρκάδιων ρυθμών ή να τους καταργούν εντελώς.

Με άλλα λόγια, ένας αριθμός γενετικών μεταγραφών πρωτεϊνών και άλλων μοριακών παραγόντων, που ενεργοποιούνται εναλλακτικά, συντονίζουν αμέτρητα πρότυπα έκφρασης γονιδίων που κάνουν τα κύτταρα, τα όργανα και τα σώματά μας να συγχρονίζουν τους ρυθμούς τους με τις καθημερινές περιστροφές της Γης. Ορισμένα γονίδια ενεργοποιούνται σε συγκεκριμένες ώρες. Άλλα απενεργοποιούνται, ενώ ορισμένα γονίδια λειτουργούν ως κύριοι διακόπτες ελέγχου που ενεργοποιούν ή απενεργοποιούν άλλα σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές.



Οι μεταγενέστερες μελέτες από τους βραβευθέντες επιστήμονες, αλλά και από άλλους ερευνητές, ανέδειξαν επιπρόσθετες συνιστώσες αυτού του εξαιρετικά πολύπλοκου αυτορυθμιζόμενου δικτύου και ανακάλυψαν τον τρόπο επηρεασμού του από το φως. Στο εργαστήριο του Young επιβεβαιώθηκε αρχικά ότι τα γονίδια που συντονίζουν αυτό το μεγάλο κιρκάδιο πρόγραμμα επηρεάζουν σχεδόν κάθε πτυχή της βιολογίας της μύγας *Δροσόφιλα* και οι υποομάδες ενεργοποιούνται και απενεργοποιούνται σε φάσεις που συγχρονίζονται με κάθε ώρα της ημέρας και της νύχτας. Ο μοριακός μηχανισμός του βιολογικού ρολογιού θα μπορούσε να διερευνηθεί και σε μοντέλα κυτταρικών καλλιιεργειών.

Το βιολογικό ρολόι εμπλέκεται σε πολλές πτυχές της σύνθετης φυσιολογίας μας. Γνωρίζουμε πλέον ότι όλοι οι πολυκύτταροι οργανισμοί, μαζί με τους ανθρώπους, χρησιμοποιούν έναν παρόμοιο μηχανισμό για τον έλεγχο των κιρκάδιων ρυθμών. Μία σημαντική διαφορά στον άνθρωπο είναι ότι η πρωτεΐνη CRY ως ενεργοποιημένος φωτοϋποδοχέας ενώνεται με την πρωτεΐνη PER και εισέρχεται ως διμερές PER-CRY στον πυρήνα επηρεάζοντας την έκφραση γονιδίων. Ο Καθηγητής υποστηρίζει πλέον πως κάθε αναντιστοιχία στον ρυθμό μεταξύ βιολογικού ρολογιού και εξωτερικού περιβάλλοντος μπορεί να επηρεάσει την ευζωία κάθε οργανισμού.

«Τα περισσότερα από τα κύτταρά μας, π.χ. του εγκεφάλου, του δέρματος, των αγγείων, κ.ά., κουβαλούν αυτόν τον μηχανισμό. Η διατάραξη του βραχυπρόθεσμα επηρεάζει τη λειτουργία της μνήμης, ενώ μακροπρόθεσμα αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης ασθενειών, όπως διαβήτη τύπου 2, καρκίνου και καρδιαγγειακών παθήσεων», εξηγεί ο Νομπελίστας. Σύμφωνα με εκτιμήσεις ερευνητών από το περίπου 70% του κύκλου του γονιδιώματος θηλαστικών που είναι κάτω από

τον κirkάδιο έλεγχο, περίπου 10% έως 15% είναι στο ήπαρ και 10% σε κάθε ιστό που μελετάται. Πολλά γονίδια που εμπεριέχονται σε αυτό το 10% διαφέρουν από τον έναν ιστό στον άλλο.

«Δεν υπάρχει έρευνα χωρίς περιέργεια και φαντασία»

«Και να αλλάζουμε πλανήτη, θα κουβαλάμε μαζί τα βιολογικά ρολόγια μας. Και αφού τα κουβαλάμε, δεν μπορούμε να τα αγνοήσουμε», υποστηρίζει ο Καθηγητής, ο οποίος εκτός από τον μακροπρόθεσμο στόχο που έχει θέσει, που είναι η βελτίωση της υγείας των ανθρώπων, η επόμενη πρόκληση που αντιμετωπίζει είναι η διερεύνηση κάθε πτυχής του ύπνου. Οι επιστήμονες έχουν διαπιστώσει πολλές ομοιότητες στον μηχανισμό του ύπνου της μύγας *Δροσόφιλα* και των θηλαστικών.

«Γιατί κοιμόμαστε; Γιατί χρειάζεται ο ύπνος; Πώς ρυθμίζεται η ποσότητά του κάθε βράδυ;», είναι τα βασικά ερευνητικά ερωτήματα που απασχολούν τον Νομπελίστα. Νωρίτερα, κατά τη διάλεξή του, είχε παρουσιάσει μια διαφάνεια με ένα άτομο που έγραφε στον υπολογιστή υπό το φως του φεγγαριού, προσπαθώντας να εξηγήσει πώς το βιολογικό ρολόι απορρυθμίζεται καθώς ο φωτοϋποδοχέας CRY (που κωδικοποιείται από το γονίδιο του



κρυπτοχρώματος) δεν ενεργοποιείται με σταθερή περιοδικότητα, όταν ένας άνθρωπος εργάζεται με εναλλασσόμενες βάρδιες - γνωστό και σαν *shift work*- όπου η 8ωρη ημερήσια εργασία εναλλάσσεται με νυκτερινό 8ωρο.

Μία σημαντική διαταραχή που επίσης συνδέεται με την κirkαδιανή δυσλειτουργία είναι το επονομαζόμενο «Σύνδρομο της καθυστέρησης της φάσης του ύπνου» (*Delayed Sleep Phase Disorder, DSPD*), κατά το οποίο παρατηρείται δυσλειτουργία του κirkαδιανού βηματοδότη, που προκαλεί αδυναμία στο να συντονιστεί στη φάση του φυσιολογικού ρυθμού ημέρας - νύκτας. Τα άτομα με αυτό το σύνδρομο παρουσιάζουν δυσκολία επέλευσης του ύπνου κατά τις βραδινές ώρες, καθώς και διακοπής του κατά τις πρωινές ώρες – ή με απλά λόγια, μένουν άπννα σχεδόν μέχρι το πρωί και κοιμούνται κατόπιν έως το μεσημέρι ή ακόμη και νωρίς το απόγευμα.

«Προσδιορίσαμε πρόσφατα μια μεταλλαγή σε ένα από τα γονίδια που εμπλέκονται στη λειτουργία του κirkαδίου ρυθμού, το *CRY1 (cryptochrome)*, που σχετίζεται με τη διαταραχή

καθυστερημένης φάσης ύπνου (DSPD) στον άνθρωπο και η οποία επηρεάζει περίπου ένα στα 75 άτομα ευρωπαϊκής καταγωγής-όχι όμως φινλανδικής- ενώ ταυτόχρονα αποτελεί τη συχνότερη διαταραχή ύπνου κερκάρδιου ρυθμού στις ΗΠΑ (περίπου το 5% του πληθυσμού). Το DSPD



χαρακτηρίζεται από μια επίμονη και δυσδιάκριτη καθυστέρηση έναρξης του ύπνου και χρόνου μετατόπισης σε σχέση με τον κοινωνικό κανόνα. Με άλλα λόγια, καθυστερεί ο κύκλος ύπνου / αφύπνισης ενός ατόμου σε σχέση με τον εξωτερικό κύκλο ημέρας / νύχτας. Το άτομο δεν μπορεί να κοιμηθεί μέχρι τις μικρές ώρες, συνήθως κάπου μεταξύ 2 π.μ. και 6 π.μ., και κοιμάται αντίστοιχα περισσότερο κατά τη διάρκεια της ημέρας, συχνά καλύτερα το απόγευμα. Τα αποτελέσματά μας είναι συνεπή με τη δράση ενός αλληλόμορφου γονιδίου που κωδικοποιεί έναν κυρίαρχο,

υπερδραστήριο μεταγραφικό παράγοντα, ο οποίος μεταβάλλει τον ύπνο και τους κερκαδιανούς ρυθμούς, επιμηκύνοντας την περίοδο του κερκάρδιου ρολογιού. Το αλληλόμορφο αυτό έχει συχνότητα μέχρι 0,6% στον παγκόσμιο ανθρώπινο πληθυσμό, γεγονός που υποδηλώνει ότι επηρεάζει τη συμπεριφορά του ύπνου σε ένα σημαντικό τμήμα του», εξηγεί ο επιστήμονας.

Η μεγαλύτερη κατανόηση του μηχανισμού του βιολογικού ρολογιού θα οδηγήσει στη μεγαλύτερη κατανόηση πολλών λειτουργιών του κάθε ζωντανού οργανισμού. Στις σύγχρονες κοινωνίες οι άνθρωποι παραλείπουν γεύματα, παραβλέπουν την ανάγκη για ύπνο, δεν νοιάζονται για την ώρα της ημέρας που τρώνε ή κοιμούνται. Όλα αυτά βρίσκονται υπό μελέτη, καθώς ενισχύονται οι ενδείξεις πως η χρόνια απόκλιση μεταξύ του τρόπου ζωής μας και του ρυθμού που καθορίζεται από τον εσωτερικό μας χρονομέτρη συνδέεται με τον αυξημένο κίνδυνο διάφορων ασθενειών.

«Υποψιαζόμασταν καιρό τώρα πως μια ποικιλία μεταβολικών και ψυχιατρικών διαταραχών συνδέονταν με τον διαταραγμένο ύπνο, αλλά ήταν δύσκολο να καθοριστούν οι αιτιώδεις σχέσεις. Τώρα είμαστε σε θέση να ελέγξουμε εάν συγκεκριμένες μεταλλαγές που επηρεάζουν τον ύπνο ενοχοποιούνται και για άλλα ιατρικά προβλήματα», καταλήγει ο Νομπελίστας

~~~~~

Ο 70χρονος Michael Warren Young γεννήθηκε στο Μαϊάμι της Φλόριντα, αλλά μεγάλωσε στο Ντάλας. Είχε όμως προλάβει να αναπτύξει ένα πρώιμο ενδιαφέρον για τα ζώα, μερικά από τα οποία δραπέτευαν από τοπικούς ιδιωτικούς ζωολογικούς κήπους του Μαϊάμι.

Ένα βιβλίο του Δαρβίνου που του χάρισαν οι γονείς του ενίσχυσε το πρώιμο ενδιαφέρον του για την Επιστήμη της Βιολογίας, την οποία σπούδασε τελικά στο Πανεπιστήμιο του Τέξας στο Όστιν και εν συνεχεία εκπόνησε τη διδακτορική του διατριβή στη Γενετική. Στην πορεία, εργάστηκε στο πλάι του Burke Judd και, κάνοντας τα πρώτα του ερευνητικά βήματα στη Γενετική, επικεντρώθηκε στη μελέτη της μύγας των φρούτων *Drosophila*, η οποία αποδείχθηκε ανεκτίμητη για τους επιστήμονες, καθώς το γονιδίωμά της προσφέρει σημαντική γνώση για τις ανθρώπινες νόσους. Ο Young συνέχισε τη μεταδιδακτορική του έρευνα πάνω στο ανασυνδυασμένο DNA στην Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου Stanford, πριν μετακινηθεί στο Πανεπιστήμιο Rockefeller, όπου και παραμένει ως σήμερα.

Τον διαπρεπή Καθηγητή Βιολογίας τον συναρπάζουν τα μυστήρια της ζωής και επιδιώκει να βρίσκει απαντήσεις για αυτά. *«Αυτό που δεν ήταν ρεαλιστικό για το παρελθόν είναι αλήθεια για το παρόν»*, συμπληρώνει. Ομολογεί πως το Νόμπελ, παρόλο που τον χαροποίησε, δεν τον αποσυντόνισε ιδιαίτερα. Εξάλλου, όπως λέει, έχει καταφέρει να βρει ισορροπία μεταξύ προσωπικής ζωής και εργαστηρίου, αλλά και κατανόηση, αφού μοιράζεται τη ζωή του με μια σύζυγο, επίσης επιστήμονα. *«Για μένα η Επιστήμη είναι η καθημερινότητά μου. Εκτός από τη σύζυγό μου έχω δύο κόρες που κάνουν καριέρα ως επιστήμονες, αλλά και γαμπρούς ερευνητές»*, συμπληρώνει.

Το βραβείο λειτούργησε για αυτόν ως ένα επιπλέον κίνητρο για να συνεχίσει την Επιστήμη του και τον επιφόρτισε με μια πρόσθετη ευθύνη, αυτή του ρόλου-προτύπου. Τον ανησυχεί το γεγονός πως ο κόσμος αγνοεί πολλά από αυτά τα συναρπαστικά που συμβαίνουν μέσα στα ερευνητικά εργαστήρια και δεν χάνει ευκαιρία να μιλά ανοικτά για την Επιστήμη και να την υπερασπίζεται.

Η συζήτηση με τον Νομπελίστα Young κλείνει με μια αναφορά στην Ελλάδα, καθώς με έχει ήδη ρωτήσει για την καταγωγή μου και έχει ενθουσιαστεί με την απάντησή μου πως είμαι Ελληνίδα. *«Αγαπώ πολύ την Κρήτη»*, μου λέει. *«Έχω κάνει διακοπές επανειλημμένα στο Κολυμπάρι στα Χανιά και μπορεί να το επισκεφθώ ξανά κάποια στιγμή. Από την Κρήτη ήταν και ο μεγάλος επιστήμονας και εξαιρετικός συνάδελφος Φώτης Καφάτος. Είναι αισθητή η απουσία του από την επιστημονική κοινότητα...»*

## Michael Rosbash: Ένα έντομο με πέντε βραβεία Νόμπελ

«Πώς να πετάξει αυτό το ταπεινό έντομο έχοντας πέντε βραβεία Νόμπελ κρεμασμένα στο λαιμό του;», διερωτάται με χιούμορ ο 80χρονος Νομπελίστας Μάικλ Ρόσμπας από το βήμα του Lindau Nobel Laureate Meetings. Αναφέρεται ασφαλώς στη μύγα των φρούτων, που επιστημονικά ονομάζεται *Drosophila melanogaster*. Τα πειράματα πάνω στο δημοφιλές αυτό πειραματόζωο έχουν αποφέρει μέχρι στιγμής πέντε βραβεία Νόμπελ στη Φυσιολογία ή Ιατρική<sup>38</sup> σε ερευνητές, στους οποίους ο Rosbash, ως πέμπτος Νομπελίστας στη σειρά, δεν παραλείπει να αναφερθεί.

Η πρώτη του διαφάνεια απεικονίζει μια σοκολατένια τούρτα με κεράκια που γράφει: “It’s a great day for the 4<sup>th</sup> Nobel winner *Drosophila*!” «Είναι μια σημαντική μέρα για τη Δροσόφιλα. Για μας είναι ο 4<sup>ος</sup> Νομπελίστας με τον οποίο μοιραστήκαμε το βραβείο», εξηγεί ο Αμερικανός Γενετιστής και Χρονοβιολόγος. Ο ίδιος μοιράστηκε το 2017 μαζί με τους επίσης



Αμερικανούς Jeffrey C. Hall και Michael W. Young το βραβείο Νόμπελ Φυσιολογίας ή Ιατρικής για τις ανακαλύψεις τους σχετικά με το βιολογικό ρολόι του σώματος, ανοίγοντας καινούργια πεδία έρευνας, αλλά και ευαισθητοποίησης, σχετικά με τη σημασία του επαρκούς ύπνου. Ειδικότερα, οι τρεις επιστήμονες απέσπασαν τη μεγαλύτερη επιστημονική διάκριση για την ταυτοποίηση του γενετικού μηχανισμού του κιρκάδιου (ημερήσιου) ρυθμού, δηλαδή του βιολογικού μας ρολογιού, που μέχρι τώρα ήταν ένα είδος «μαύρου κουτιού» για την Επιστήμη.

~~~~~

Η λέξη «κιρκάδιος» προέρχεται από τις λατινικές λέξεις «circa», που σημαίνει «περίπου», και «diem», που σημαίνει «μέρα». Μολονότι ο κιρκάδιος ρυθμός είναι αποκλειστικά ενδογενής, με πολλά βιοχημικά μονοπάτια να εμπλέκονται στη ρύθμισή του, επηρεάζεται άμεσα, εξαιτίας της μεγάλης προσαρμοστικότητας που παρουσιάζει, από διάφορους εξωγενείς παράγοντες, όπως είναι η θερμότητα και το φως της ημέρας. «Είναι σαν

³⁸ Χάρη στη Δροσόφιλα αποσαφηνίστηκε ο ρόλος των χρωμοσωμάτων στην κληρονομικότητα από τον Thomas Morgan (1933), ανακαλύφθηκε η πρόκληση μεταλλαγών μέσω ακτινοβολιών από ακτίνες X από τον Hermann Muller (1946), διερευνήθηκε η λειτουργία ποικίλων γονιδίων από τη Christiane Nüsslein-Volhard (1995) και ανιχνεύθηκε ο μηχανισμός της έμφυτης ανοσίας από τον Jules Hoffman (2011).

να έχεις ένα ρολόι που κρατάει χρόνο μέσα στον εγκέφαλό μας, όπως ένα χρονόμετρο. Μπορείς να αναγνωρίσεις τον κιρκάδιο ρυθμό από το γεγονός ότι σε πιάνει ύπνος γύρω στις 10 ή 11 το βράδυ, ξυπνάς αυτόματα στις 7 το πρωί, “πέφτει” ο ρυθμός σου το μεσημέρι, γύρω στις 3 ή 4 το απόγευμα, και χρειάζεσαι ένα φλιτζάνι καφέ για να τονωθείς, από το γεγονός ότι αν ταξιδέψεις σε διαφορετικές χρονικές ζώνες ο οργανισμός σου χρειάζεται έναν χρόνο προσαρμογής. Όλα αυτά είναι εκδηλώσεις του κιρκαδιανού ρολογιού σου», εξηγεί ο Καθηγητής, ο οποίος περιγράφει ταυτόχρονα και τις βασικές ιδιότητες αυτού του μοναδικού βιολογικού χρονομέτρη: «Είναι αυτοσυντηρούμενο, αφού κατασκευάζει τα δικά του “γρανάζια”, επηρεάζεται από το φως και τη θερμοκρασία, προβλέπει εξωτερικά συμβάντα και διατηρεί την εσωτερική τάξη και συνοχή του οργανισμού, δηλαδή βάζει σε σειρά τις λειτουργίες του».

«Οι ιδέες είναι εύκολες και φτηνές και οι περισσότερες είναι λανθασμένες, αν δεν υποστηρίζονται από πειραματικά δεδομένα»

Ο Νομπελίστας ξεκινά πάντα τις εισηγήσεις του με αναφορά στους επιστήμονες Ronald Konopka και Seymour Benzer, οι οποίοι στις αρχές της δεκαετίας του 1970 παρατήρησαν ότι κάποιες μεταλλαγές σε ένα γονίδιο της μύγας των φρούτων, το οποίο αποκάλεσαν “period”, επηρεάζουν το κιρκάδιο ρολόι. Οι ίδιοι απομόνωσαν συγκεκριμένα τρεις μεταλλαγές, οι οποίες ήταν υπεύθυνες για μια παρατηρούμενη δραστική αλλαγή του κανονικού ρυθμού των 24 ωρών. Η μία ήταν αρρυθμική, η άλλη είχε περιοδικότητα 19 ωρών και η τρίτη 28 ωρών.

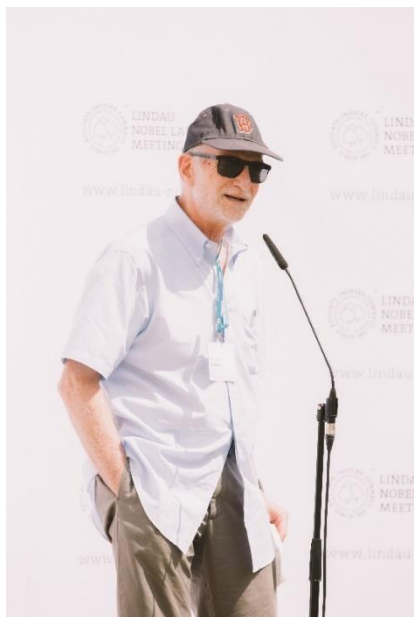
Οι ερευνητές παρατήρησαν, αφενός, πως τόσο ο ρυθμός εκκόλαψης ενός πληθυσμού *Δροσόφιλας* όσο και η κινητική δραστηριότητα των μεμονωμένων ατόμων επηρεάζονταν σημαντικά και, αφετέρου, πως σε όλες οι μεταλλαγές φάνηκε να εμπλέκεται το ίδιο λειτουργικό γονίδιο στο χρωμόσωμα X. Με άλλα λόγια, διαφορετικές εκφράσεις αυτού του γονιδίου εξαιτίας μεταλλαγών είχαν ως αποτέλεσμα να υπάρχουν μύγες με κιρκάδια ρολόγια που κινούνταν γρήγορα, αργά ή καθόλου, αλλά και μύγες με κανονικό ρυθμό. Οι γενετικές και βιοχημικές μελέτες από τότε - εξετάζοντας μια ποικιλία ειδών, συμπεριλαμβανομένων των *Drosophila*, των μυκήτων *Neurospora*, των χάμστερ και των ποντικών - έχουν αποκαλύψει την ύπαρξη ενός σχετικά καλά συντηρημένου εσωτερικού μηχανισμού χρονομέτρησης.

Σύμφωνα με τον Rosbash, οι εξελικτικές παρατηρήσεις υποδηλώνουν ότι τα κιρκάδια ρολόγια έχουν προκύψει τουλάχιστον δύο φορές, ίσως και περισσότερο: μία φορά σε προγόνους ζώων και μία φορά σε προγόνους κυανοβακτηρίων. Η ξεχωριστή προέλευση υποστηρίζεται από την πλήρη έλλειψη συντήρησης αλληλουχιών κυανοβακτηρίων και

προγονικών ζωικών οργανισμών, που υποδεικνύουν διαφορετικό γονιδιακό υπόστρωμα. Ο Νομπελίστας υποστηρίζει ότι αυτή η απλή φυλογενετική ποικιλομορφία των βιολογικών ρολογιών υπονοεί μια καθαρά κοινή προέλευση, που με τη σειρά της αποδεικνύει και τη σημασία του μοριακού αυτού μηχανισμού. Η συμβολή του στη διαδικασία της φυσικής επιλογής είναι τόσο ισχυρή που, αν συμβεί μια φορά τυχαία, επικρατεί.

Κατά τη διάρκεια της εξέλιξης των ειδών, τα περισσότερα έμβια όντα «ειδικεύτηκαν» στο να προσαρμόζονται καλύτερα στο περιβάλλον της ημέρας ή της νύκτας, αναπτύσσοντας δύο φάσεις ρυθμού και αντίστοιχα δύο βασικά βιολογικά ρολόγια, το ημερήσιο και το νυκτερινό. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνουν την ανάπτυξη ιδιοτήτων και μηχανισμών που τους επιτρέπουν ασφαλέστερη διαβίωση, αποφυγή κινδύνων και εξοικονόμηση ενέργειας. Το βιολογικό ρολόι είναι εξαιρετικά σημαντικό για όλα όσα κάνουμε, γιατί εξελιχτήκαμε σε έναν περιστρεφόμενο πλανήτη. Έτσι δεν προκαλεί έκπληξη το γεγονός ότι η φυσική επιλογή ευνοεί τους οργανισμούς που αναμένουν τις τακτικές αλλαγές στο φως και στο σκοτάδι ή στην κρύα και ζεστή θερμοκρασία, που είναι χαρακτηριστικό του περιστρεφόμενου πλανήτη μας.

~~~~~



Ο Rosbash άρχισε να διερευνά τη γενετική βάση του κιρκαδιανού ρυθμού στις μύγες φρούτων το 1982 και γρήγορα ξεκίνησε να δημοσιεύει άρθρα σχετικά με τους βιολογικούς ρυθμούς των εντόμων. Μαζί με τον Hall απομόνωσαν το γονίδιο *per* (“*period*”) στις μύγες των φρούτων, που ήταν υπεύθυνο για τη ρύθμιση των σωματικών δραστηριοτήτων κατά τη διάρκεια της νύχτας και της ημέρας. Οι δύο ερευνητές διαπίστωσαν ότι μια πρωτεΐνη που κωδικοποιείται από το γονίδιο, η PER, συσσωρεύεται κατά τη διάρκεια της νύχτας, για να επιτρέψει την ανάπαυση, και υποβαθμίζεται κατά τη διάρκεια της ημέρας, για να ωθήσει τον οργανισμό σε δραστηριότητες.

Αυτή η κυκλική αυξομείωση της πρωτεΐνης PER αποτελεί ένα κομβικό «γρανάζι» του εσωτερικού ρολογιού των μυγών, αλλά και των ανθρώπων.

Την ίδια εποχή, το εργαστήριο του Michael Young στο Πανεπιστήμιο Rockefeller διεξήγαγε ανεξάρτητα παρόμοια έρευνα. Μια δεκαετία αργότερα, ο Νομπελίστας Young ταυτοποίησε ένα άλλο γονίδιο, το *tim* (“*timeless*”), που κωδικοποιεί την πρωτεΐνη TIM, η



οποία προσδένεται στην PER και μαζί εισέρχονται στον πυρήνα του κυττάρου όπου και ρυθμίζουν την έκφραση του γονιδίου *per*. Και η έρευνα δεν σταμάτησε εκεί.

Τα τελευταία 30 χρόνια οι ερευνητές ανακάλυψαν ότι το κिरκάδιο ρολόι της *Drosophila melanogaster* λειτουργεί μέσω του συντονισμού μιας μικρής ομάδας γονιδίων που περιλαμβάνει τα: *per* (period), *tim* (timeless), *dbt* (double-time casein-kinase 1), *clk* (clock), *cyc* (cycle), *sgg* (shaggy), *Pdp1* (πρωτεΐνη 1 περιοχής PAR), *vri* (vrille), *cry* (cryptochrome) και *ck2* (καζεϊνική κινάση 2). Μεταλλάξεις σε οποιοδήποτε από αυτά τα γονίδια - έξι από τα οποία ταυτοποιήθηκαν για πρώτη φορά μέσα στο εργαστήριο του Young - μπορούν να επιμηκύνουν ή να συντομεύουν την περίοδο συμπεριφορικών, φυσιολογικών και μοριακών κिरκάδιων ρυθμών ή να τους καταργούν εντελώς.



*«Η μοριακή βάση του ρολογιού-ταλαντωτή βασίζεται σε μια περιοδική ενεργοποίηση συγκεκριμένων γονιδίων - τα οποία γνωρίζουμε πλέον - σε συγκεκριμένες ώρες της ημέρας. Το βασικό μοντέλο πρόκλησης αυτών των μοριακών διακυμάνσεων είναι ένας βρόχος αρνητικής ανάδρασης της ρύθμισης μεταγραφής και μετάφρασης, το TTFL (Transcription Translation Negative Feedback Loop), ο οποίος είναι πραγματικά το κέντρο του μηχανισμού χρονισμού του τρόπου που το κάθε γονίδιο ελέγχει τη δική του έκφραση. Στην ουσία, τα γονίδια που αποτελούν μέρος αυτού του βρόχου συνιστούν ένα αυτορυθμιζόμενο μοντέλο λειτουργίας, που αναστέλλει τη δική τους μεταγραφή (η γενετική πληροφορία, που είναι στη γλώσσα του DNA, μεταγράφεται στη γλώσσα του RNA) και μετάφραση (το στάδιο έκφρασης της γενετικής πληροφορίας με την*

πρωτεϊνοσύνθεση), όταν τα επίπεδα της πρωτεΐνης φτάνουν σε ένα κρίσιμο σημείο. Αποδεικνύεται ότι ο ίδιος μηχανισμός δουλεύει και στον άνθρωπο. Αυτά τα γονίδια αποτελούν πραγματικά ένα μεγάλο κομμάτι του γονιδιώματος», εξηγεί ο Νομπελίστας.

Στην ουσία το μοντέλο που περιγράφει ο Καθηγητής είναι απλό: δύο πρωτεΐνες, οι PER και TIM, καταστέλλουν τη δική τους μεταγραφή. Δύο άλλες, οι CLK και CYC, ενεργοποιούν τους αρνητικούς ρυθμιστές της μεταγραφής τους. Στις αρχές του κύκλου, όταν αυξάνονται τα επίπεδα του RNA, αυξάνονται και ενεργοποιούνται οι πρωτεΐνες και στη συνέχεια τελικά με προσωρινή καθυστέρηση, η οποία είναι σημαντική, μεταναστεύουν από το κυτταρόπλασμα στον πυρήνα και απενεργοποιούν τη δική τους μεταγραφή. Και καθώς απενεργοποιούν τη δική τους μεταγραφή, τα ποσοστά πέφτουν. Τα επίπεδα RNA αποσυντίθενται με μικρή ή καθόλου νέα σύνθεση. Τα επίπεδα των πρωτεϊνών αποσυντίθενται και, όταν φτάσουν αρκετά χαμηλά, ο κύκλος αρχίζει και πάλι.

***«Υπάρχουν τόσοι πολλοί διαφορετικοί τρόποι επιτυχίας στην  
Επιστήμη, αλλά μάλλον η επιμονή, η αμφιβολία και η φαντασία  
είναι οι καλύτεροι»***

Ο Rosbash είναι γιος εβραίων μεταναστών, που εγκατέλειψαν τη ναζιστική Γερμανία το 1938 και εγκαταστάθηκαν στην πόλη του Κάνσας, στο Μιζούρι. Αφού γεννήθηκε ο Νομπελίστας, η οικογένεια μετακόμισε στη Βοστώνη, όπου ο πατέρας βρήκε δουλειά ως κάντορ<sup>39</sup> σε μια Συναγωγή στο Μπρούκλιν της Μασαχουσέτης. Δυστυχώς ο Rosbash έχασε τον 42χρονο πατέρα του από καρδιακή προσβολή, όταν εκείνος βρισκόταν στην τρυφερή ηλικία των δέκα ετών και ο αδερφός του στα έξι. Αυτό το χτύπημα επηρέασε τη συναισθηματική σταθερότητα της οικογένειας, μέσα στην οποία ο ίδιος δυσκολεύτηκε να βρει ένα συναισθηματικό κέντρο βάρους και συνέχισε μια δύσκολη ζωή μέχρι να φύγει για σπουδές στα δεκαεπτά του.

---

<sup>39</sup> Είναι ένας μουσικός που οδηγεί τους ανθρώπους στους ψαλμούς ή στην προσευχή στη Συναγωγή. Τραγουδά σόλο στίχους ή περάσματα, στα οποία απαντά η χορωδία. Στην εβραϊκή θρησκευτική γλώσσα ονομάζεται και hazzan.



Σε αντίθεση με τους περισσότερους ερευνητές, το ενδιαφέρον του για την Επιστήμη δεν εντοπίζεται στην πρώιμη παιδική ηλικία, καθώς δεν του είχε κινήσει ιδιαίτερα την περιέργεια. Βρήκε τη Βιολογία πολύ πιο ενδιαφέρουσα στο γυμνάσιο, αν και είχε μεγαλύτερη προτίμηση στα Μαθηματικά.

*«Μου άρεσαν τα Μαθηματικά, αλλά στη συνέχεια με ‘αποπλάνησαν’ η Βιολογία και η Χημεία. Επέλεξα να πάω στο California Institute of Technology (Caltech) όχι μόνο λόγω της φήμης του, αλλά και επειδή ήταν 3000 μίλια μακριά από το σπίτι μου, στο Newton της Μασαχουσέτης. Είχα συνειδητοποιήσει ότι ένα νέο ξεκίνημα σε ένα καλό μέρος και μακριά από το σπίτι μου ήταν σημαντικό», αναφέρει σε συνέντευξή του ο Νομπελίστας.*

Αποφοίτησε από το Caltech το 1965 με πτυχίο στη Χημεία. Πέρασε έναν χρόνο (1965-66) στο Institut de Biologie Physico-Chimique στο Παρίσι με Υποτροφία Fulbright και έλαβε διδακτορικό δίπλωμα στη Βιοφυσική το 1970 από το Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης (MIT). Στη συνέχεια, αφού πέρασε 3 χρόνια (1971-74) κάνοντας μεταδιδακτορική έρευνα στη Γενετική στο Πανεπιστήμιο του Εδιμβούργου στη Σκωτία, μετακινήθηκε στο Πανεπιστήμιο Brandeis το 1974, όπου παραμένει ως σήμερα.

Η έρευνα του Rosbash επικεντρώθηκε αρχικά στον μεταβολισμό και την επεξεργασία του mRNA. Το mRNA είναι ο μοριακός δεσμός μεταξύ του DNA και της πρωτεΐνης. Στο Πανεπιστήμιο Brandeis γρήγορα έγινε φίλος με τον Jeffrey Hall. Σε συνέντευξη τύπου στο Lindau ο Rosbash είπε στους δημοσιογράφους ότι



με τον Hall τον συνδέουν δεσμοί αγάπης, καπνού, αλκοόλ και μπάσκετ. *«Παίζαμε πολλά παιχνίδια μπάσκετ μαζί και μετά τη λήξη του αγώνα πάντα καθόμασταν και συζητούσαμε. Και αυτό συνεχίστηκε για πολλά χρόνια, ώσπου κάποια στιγμή η συζήτηση σοβάρεψε και εκεί αποφασίσαμε να ενώσουμε τις δυνάμεις μας και να επιτεθούμε στους κίρκαδιανούς ρυθμούς της Drosophila, που ήταν ήδη ένα πρόβλημα Μοριακής Βιολογίας»,* εξηγεί ο Νομπελίστας, ο οποίος ομολογεί πως ο Hall τον εισήγαγε στη μελέτη- ορόσημο του Ron Konopka, που έδειξε ότι οι μεταλλάξεις στο γονίδιο *per* προκαλούν ασυνήθιστα μικρές ή μεγάλες ρυθμικές περιόδους ή οδηγούν σε αρρυθμικούς φαινότυπους.

~~~~~

Εκτός από την πιο πρόσφατη τιμητική διάκριση, ο Rosbash είναι αποδέκτης των Βραβείων Shaw (2013) για τη ΒιοΕπιστήμη και την Ιατρική, Wiley για τις Βιοϊατρικές Επιστήμες (2013), του Διεθνούς Βραβείου Gairdner του Καναδά (2012), του Massury (2012), του Louise Gross Horwitz (2011) για τη Βιολογία ή τη Βιοχημεία και του Βραβείου ΝευροΕπιστήμης του Ιδρύματος Peter και Patricia Gruber το 2009. Όμως το Νόμπελ, όπως λέει, διατάραξε τους βιολογικούς του ρυθμούς.

«Μου δημιούργησε περισσότερες υποχρεώσεις. Συνήθιζα, για παράδειγμα, να μη δουλεύω μετά το δείπνο, αλλά από τον περασμένο Οκτώβριο αναγκάζομαι να το κάνω. Ελπίζω, ωστόσο, να είναι προσωρινό. Γενικά δεν έχω αλλάξει τις συνήθειές μου και μπορώ να πω ότι στη συνολική πορεία μου κατάφερα να έχω μια ισορροπημένη ζωή. Να περνάω ποιοτικό χρόνο με τα παιδιά μου και τους φίλους μου, να ασχολούμαι με τα σπορ που αγαπώ, να ταξιδεύω», λέει ο επιστήμονας. Του αρέσει, επίσης, το διάβασμα και η πολιτική. Ενδιαφέρεται για τον τρόπο που λειτουργεί ο κόσμος και επισκέπτεται συχνά τη Χιλή, την πατρίδα της συζύγου του, επίσης επιστήμονα, η οποία είναι Χιλιανής καταγωγής.

Στην ερώτηση ποιο είναι το βασικό κίνητρο της ενασχόλησής του με την Επιστήμη, απαντά «η απλή περιέργεια», ενώ στο ερώτημα ποιο είναι το συστατικό της επιτυχίας, θα πει «η επιμονή, η υπομονή, η φαντασία και η αμφιβολία». Ασχολήθηκε με τη σχέση γονιδίων και συμπεριφοράς, γιατί πάντα αναρωτιόταν αν πολλά από όσα έπραττε ήταν αποτέλεσμα της γονιδιακής του φύσης ή της επιρροής του περιβάλλοντός του. Ο Νομπελίστας παρέμεινε ερευνητικά στο πεδίο της κερκαδιανής βιολογίας, γιατί «τα δεδομένα είναι εθιστικά», όπως είπε κάποιος από την ερευνητική ομάδα του. *«Νομίζω ότι είναι μια καλή αιτία»,* λέει ο ίδιος υποστηρίζοντας πως το να έχει κάποιος ένα εργαστήριο με συνεχή παραγωγή νέων δεδομένων και παρατήρηση νέων αποτελεσμάτων είναι πραγματικά αρκετά εθιστικό. Πάντα σημειώνεται πρόοδος, πάντα συμβαίνει κάτι καινούργιο και συναρπαστικό, που τον κρατάει κατά κάποιο τρόπο σε εγρήγορση.



Ωστόσο, επιμένει κατηγορηματικά: *«Η Επιστήμη δεν έχει shortcuts. Όλοι θέλουν να δουν γρήγορα αποτελέσματα στην έρευνά τους, και αυτό είναι λάθος, δεν γίνεται. Χρειάζεται υπομονή»*, συμπληρώνει. Αν του ζητήσεις συμβουλή θα σου δώσει την ίδια συμβουλή που δίνει και στα παιδιά του: *«Βρείτε το αστέρι σας, βρείτε κάτι που σας αρέσει και ακολουθήστε το. Πρέπει να κυνηγήσετε αυτό που αγαπάτε για να μη γυρίσετε μετά από 30 ή 40 χρόνια πίσω και πείτε “δεν το προσπάθησα”. Πρέπει να προσπαθείτε!»*

Η επόμενη ερευνητική «πρόκληση» που αντιμετωπίζει ο Καθηγητής αφορά τον ύπνο και τη βιοχημική αρχή στην οποία στηρίζεται η λειτουργία του. Ο ύπνος είναι γνωστό ότι ρυθμίζεται τόσο από εγγενείς παράγοντες, όπως η χρονική διάρκεια, όσο και από περιβαλλοντικούς, όπως η θερμοκρασία, το κρύο ή η ζέστη. Το πώς ακριβώς αυτοί οι παράγοντες είναι ενσωματωμένοι σε κυτταρικό επίπεδο είναι ένα «καυτό» θέμα προς διερεύνηση, δεδομένης της ύπαρξης των διαταραχών του ύπνου. Ερευνητές στο εργαστήριο του Rosbash συνεχίζουν να εκμεταλλεύονται τα γενετικά εργαλεία, το μοντέλο και την εξαιρετική κατανόηση των κιρκάδιων ρυθμών στη μύγα *Δροσόφιλα*.

Ο Νομπελίστας μάς δείχνει μια ειδική κατασκευή, το Flybox, που μοιάζει με κουτί από σοκολατάκια, μέσα στο οποίο μελετά την υπνική δραστηριότητα του εντόμου, με τη χρήση σύγχρονων μεθόδων, όπως είναι η οπτογενετική και η Tric-Luc recording. Με την οπτογενετική τροποποιεί τη δράση του εγκεφάλου, μέσω της επίδρασης του ηλεκτρισμού και με τις κατάλληλες συχνότητες, ανάλογα με την κυτταρική ομάδα που απευθύνονται. Η Tric-

Luc recording αποτελεί ένα μη επεμβατικό εργαλείο, που συνδέει τα προφίλ ασβεστίου συγκεκριμένων νευρώνων των μυγών με τη συμπεριφορά τους σε πραγματικό χρόνο.

«Η μύγα έχει περίπου 1 εκατομμύριο λιγότερους νευρώνες από τον άνθρωπο και μόνο 75 εμπλέκονται στον κερκάρδιο ρυθμό, συνιστώντας ένα μικρό και εύχρηστο ερευνητικά νευρικό κύκλωμα. Μας ενδιαφέρει πολύ να κατανοήσουμε τον λόγο και τον τρόπο του ύπνου», συμπληρώνει ο Καθηγητής.

Μια άλλη «πρόκληση» είναι να ταυτοποιήσει πλήρως τις ασθένειες που συνδέονται με την κερκάρδια βιολογία, αλλά και τον τρόπο. Αν ένα τόσο μεγάλο μέρος του γονιδιώματος βρίσκεται κάτω από τον κερκάρδιο έλεγχο, τότε πόσες οργανικές διαταραχές συνδέονται με τη διακοπή του κερκαρίου κύκλου και τι μπορεί να κάνει κάποιος γι' αυτό;

«Επίσης, η κατανόηση της αντιστάθμισης θερμοκρασίας - της ικανότητας των ρολογιών να διατηρούν σταθερότητα αυτή την περίοδο ανεξάρτητα από την εξωτερική θερμοκρασία - θα είναι το επόμενο πεδίο της έρευνάς μου», προσθέτει.

Γράφτηκε στον Τύπο πως η έρευνα του Rosbash τον ανέδειξε γρήγορα ως «αστέρι» στον επιστημονικό κόσμο. Αλλά οι συνάδελφοί του λένε ότι η επιτυχία του «δεν του πήρε τα μυαλά». Το εργαστήριό του απασχολεί πάνω από δώδεκα φοιτητές τον χρόνο και ο ίδιος έχει διατελέσει Πρόεδρος του Τμήματος Βιολογίας του Brandeis πολλές φορές, με πιο πρόσφατη θητεία το ακαδημαϊκό έτος 2017. Όσοι τον ζουν από κοντά λένε πως, εκτός από σημαντικός άνθρωπος, είναι και εξαιρετικά γενναιόδωρος επιστημονικά. Για να προσθέσουν πως είναι ένας από αυτούς τους ανθρώπους που σκέφτονται τα πάντα συνεχώς. Πως έχει άποψη για ό, τι βλέπει ο ήλιος. Και πως συνήθως έχει δίκιο.

Χαιρετώ τον Καθηγητή και απομακρύνομαι από την αίθουσα, δίνοντας τη σκυτάλη στον επόμενο συνάδελφό του που περιμένει για συνέντευξη. Στο μυαλό μου, ωστόσο, τριγυρίζει η τελευταία φράση που μου είπε: *«Μην παραξενευτείς αν σε δέκα χρόνια κυκλοφορήσει κάποιο φαρμακευτικό σκεύασμα που να ρυθμίζει τον κερκάρδιο ρυθμό!»*⁴⁰

~~~~~

Αυτό που απολαμβάνεις ως δημοσιογράφος στο Lindau Nobel Laureate Meetings είναι το γεγονός ότι εδώ αφήνεις πίσω σου τη μεγάλη αγωνία που νιώθεις κάθε φορά που κάνεις ένα

---

<sup>40</sup> Απόσπασμα της συνέντευξης δημοσιεύτηκε στον ιστότοπο in.gr στις 30/06/2019

ρεπορτάζ: μια αγωνία που αφορά την ανεύρεση της εγκυρότερης πηγής, από την οποία θα πάρεις τις πληροφορίες που χρειάζεσαι για να αφηγηθείς μια ιστορία επιστήμης. Και αυτό γιατί δεν χρειάζεται να μπει στη διαδικασία να αξιολογήσεις την πηγή σου με βάση την προηγούμενη αξιοπιστία της ή να ελέγξεις κατά πόσον ο άνθρωπος που έχεις απέναντί σου είναι σε θέση να γνωρίζει την πληροφορία που ζητάς. Εδώ φτάνεις στο αντίθετο άκρο. Δεν μπαίνεις καν στον πειρασμό της αμφισβήτησης. Ή μάλλον δεν τολμάς. Πώς να αμφισβητήσεις, για παράδειγμα, τον Νομπελίστα Jules Hoffmann, όταν σου λέει πως «*όποιος εναντιώνεται στον εμβολιασμό είναι εγκληματίας!*». Και δεν μπορείς να τον αμφισβητήσεις, γιατί τα επιστημονικά του επιτεύγματα είναι αυτά που «*έφεραν επανάσταση στην κατανόηση του ανοσοποιητικού συστήματος, με την ανακάλυψη των αρχών της λειτουργίας του*», χαρίζοντάς του ένα βραβείο Νόμπελ.



Ο Νομπελίστας, με αφορμή τη συζήτησή μας για τις λοιμώξεις, δεν μπορεί να μην αναφερθεί στο «καυτό» ζήτημα του αντι-εμβολιαστικού κινήματος, που αναπτύσσεται στην Ευρώπη και όχι μόνο, με το οποίο είναι απόλυτα αντίθετος. Όπως εκτιμά ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας, η ραγδαία εξάπλωση ξεχασμένων νόσων

οφείλεται σε σημαντικό βαθμό στην αντίστοιχη «εξάπλωση» αντι-εμβολιαστικών απόψεων, οι οποίες έχουν οδηγήσει στην κατάρρευση του «φράγματος» της εμβολιαστικής κάλυψης του πληθυσμού και κυρίως των παιδιών. Το αντι-εμβολιαστικό κίνημα βρίσκεται στο στόχαστρο των επιστημόνων και φυσικά και του Νομπελίστα, καθώς το θεωρεί υπεύθυνο για αυτή την πρωτοφανή για την εποχή μας κρίση της δημόσιας υγείας:

*«Από το τέλος του 1800 μέχρι σήμερα περίπου 1,5 δις ανθρώπων έχουν σωθεί από πολλές νόσους χάρη στους εμβολιασμούς. Αυτό τα λέει όλα. Δεν είναι δυνατόν στις μέρες μας να μην εμβολιάζονται οι άνθρωποι. Και δυστυχώς η αντι-εμβολιαστική τάση παρατηρείται ακόμη και σε γιατρούς και νοσηλευτές. Ευτυχώς στη Γαλλία το αντι-εμβολιαστικό κίνημα δεν είναι τόσο ισχυρό, αλλά σε άλλες χώρες αποτελεί έναν πραγματικό κίνδυνο. Και όλα ξεκίνησαν από κάποια μελέτη που συσχέτισε τα εμβόλια με τον αυτισμό, η οποία στην πορεία καταρρίφθηκε πλήρως. Δεν υπάρχει κανένας επιστημονικός λόγος που να ενθαρρύνει τον μη εμβολιασμό. Νομίζω πως ένα βασικό εργαλείο για τη μεταστροφή της κοινής γνώμης και την προστασία της δημόσιας υγείας είναι ο επιστημονικός εγγραμματισμός και η καταπολέμηση των ψευδών ειδήσεων (fake news).*

*Ο ανθρώπινος πολιτισμός έχει επενδύσει πολλά πάνω στην Επιστήμη για να επιτρέψει σε ψευδοεπιστημονικές πρακτικές να τα γκρεμίζουν όλα. Ο μεγαλύτερος κίνδυνος από τα εμβόλια σήμερα είναι ο μη εμβολιασμός».*



Η συνάντηση στο Lindau με τον Καθηγητή Jules A. Hoffmann μοιάζει λίγο με ραντεβουδάκι. Με μια μοναδική κομπόση και φινέτσα κοσμοπολίτη, που μαρτυρούν με την πρώτη ματιά τη γαλλική του καταγωγή, κάθεται χαλαρός στη βεράντα του εστιατορίου του Inselhalle στην άκρη

της λίμνης, λίγο πριν δύσει ο ήλιος. Απολαμβάνει το απογευματινό κοκτέιλ του και την υπέροχη θέα λίγο πριν σηκωθεί από την καρέκλα του, ως αληθινός τζέντλεμαν, για να με υποδεχτεί και στη συνέχεια να μου προσφέρει ένα ποτήρι δροσερό νερό.

Η χαρά του γίνεται μεγαλύτερη όταν του συστήνομαι. Αγαπά τους Έλληνες και το έχει αποδείξει και αυτός έμπρακτα, συνυπογράφοντας με τους υπόλοιπους Νομπελίστες το 2012 τη γνωστή ανοιχτή υποστηρικτική επιστολή με τίτλο «Υποστήριξη για την Ελλάδα» (Support for Greece), που απευθυνόταν στην Ευρωπαϊκή Ηγεσία.

Μου εξομολογείται πως αυτόν τον καιρό δουλεύει τη βιογραφία του πρωτοπόρου Έλληνα επιστήμονα Φώτη Καφάτου, ο θάνατος του οποίου τον Νοέμβριο του 2017 υπήρξε μια σημαντική απώλεια για τον επιστημονικό κόσμο. *«Ήταν ένας από τους σημαντικότερους επιστήμονες της γενιάς του και ένας πολύτιμος φίλος. Μου έχει ανατεθεί από τη Royal Society of Biology να εξιστορήσω το επιστημονικό του έργο, αλλά η αλήθεια είναι ότι δυσκολεύομαι και από ό, τι φαίνεται έχω αρκετό δρόμο μπροστά μου να διανύσω»*, εξηγεί ο Νομπελίστας.

Παράλληλα ασχολείται με την εκμάθηση ξένων γλωσσών, που του αρέσουν πολύ, και διαβάζει Ιστορία. Αυτή την εποχή ασχολείται με την εποχή του Βυζαντίου και με την Αρχαία Ρώμη. *«Αν δεν είχα ασχοληθεί με τη Βιολογία, σίγουρα θα ήμουν ιστορικός. Και φυσικά θα είχα μάθει αρχαία ελληνικά!»*, υπογραμμίζει με ιδιαίτερη έμφαση.

## Jules A. Hoffmann: Ο «έμφυτος» σωματοφύλακας

*«Γιατί οι ακρίδες και άλλα έντομα είναι ανθεκτικά σε τόσες πολλές διαφορετικές λοιμώξεις;», σίγουρα είναι μια από τις ερωτήσεις που ποτέ κάποιος δεν θα σκεφτόταν να κάνει. Και όμως, ο Γάλλος βιολόγος Ζυλ Χόφμαν έκανε στον εαυτό του αυτή την ερώτηση πριν από πενήντα περίπου χρόνια και το αποτέλεσμα της προσπάθειάς του να βρει και να κατανοήσει πλήρως την απάντηση ήταν ένα βραβείο Νόμπελ! Συγκεκριμένα μοιράστηκε το Νόμπελ Φυσιολογίας ή Ιατρικής το 2011 με τον Αμερικανό γενετιστή Bruce Beutler και τον επίσης Αμερικανό Καθηγητή Ανοσολογίας Ralph Steinman, γιατί, όπως ανέφερε και η ανακοίνωση της Επιτροπής του βραβείου, οι τρεις τους «έφεραν επανάσταση στην κατανόηση του ανοσοποιητικού συστήματος, ανακαλύπτοντας αρχές- "κλειδιά" της λειτουργίας του».*

Δυστυχώς ο τελευταίος έφυγε από τη ζωή εξαιτίας καρκίνου του παγκρέατος τρεις ημέρες πριν από την ανακοίνωση του βραβείου. Δεδομένου ότι η Επιτροπή Νόμπελ δεν γνώριζε το θάνατό του, εξακολουθεί να θεωρείται ως βραβευμένος. Κανονικά, το βραβείο δεν απονέμεται μεταθανάτια. Οι Hoffmann και Beutler όμως δεν χάνουν ευκαιρία να αναφέρονται στον αποθανόντα συνάδελφό τους δημόσια...

Η έρευνα του Νομπελίστα βοήθησε στον προσδιορισμό του μηχανισμού της έμφυτης ανοσίας, που είναι η πρώτη γραμμή άμυνας του ανθρώπινου οργανισμού και εξελικτικά η παλαιότερη. Συναντάται σε έντομα, φυτά και μύκητες και είναι μη ειδική, δηλαδή αναχαιτίζει τις επιθέσεις όλων των μικροοργανισμών με κοινό τρόπο.



Η έμφυτη ανοσία στερείται μνήμης και ενεργοποιεί στα σπονδυλωτά ζώα ένα δεύτερο είδος ανοσολογικής αντίδρασης, που ονομάζεται επίκτητη (προσαρμοστική) ανοσία. Αυτή διαθέτει μνήμη, είναι υπεύθυνη για τη δημιουργία αντισωμάτων και αποτελεί τη βασική αρχή του εμβολιασμού.

Σήμερα ο Hoffmann είναι Ομότιμος Διευθυντής Ερευνών του Le Centre national de la recherche scientifique, CNRS (Εθνικού Κέντρου Επιστημονικής Έρευνας της Γαλλίας) και Καθηγητής στο Πανεπιστήμιο του Στρασβούργου. Έχει δημιουργήσει το εργαστήριο “Endocrinology and Immunology of Insects” (Ενδοκρινολογία και Ανοσολογία των εντόμων),

ενώ για 12 χρόνια διηύθυνε το Ινστιτούτο Μοριακής και Κυτταρικής Βιολογίας του CNRS. Το ερευνητικό του έργο επικεντρώνεται στην ενδοκρινολογία και στην ανοσολογία των εντόμων, ενώ είναι ο επιστήμονας που καθιέρωσε τη μύγα των φρούτων *Δροσόφιλα (Drosophila)* ως έναν οργανισμό-μοντέλο στην έρευνα της έμφυτης ανοσίας και όχι μόνο.



Γενικότερα, το μοντέλο της *Δροσόφιλας* έχει επιτρέψει σε βιολόγους παγκοσμίως να σημειώσουν σημαντική ερευνητική πρόοδο, όχι μόνο στην αναπτυξιακή γενετική και την έμφυτη ανοσία, αλλά και στη μελέτη ορισμένων ανθρώπινων παθολογιών, καθώς και στην κατανόηση της μνήμης, της συμπεριφοράς, του ύπνου και των διατροφικών φαινομένων.

Κατά την ομιλία του ο Καθηγητής ανέφερε πως τα ίδια γενετικά δομικά στοιχεία του ανοσοποιητικού συστήματος που εντόπισε στα έντομα με τις μελέτες του βρίσκονται επίσης σε αχινούς και θαλάσσιες ανεμώνες, είδη των οποίων οι συγγενικοί πρόγονοι χρονολογούνται μεταξύ των πρώτων έμβιων οργανισμών που εποίκισαν τον πλανήτη. *«Καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι η έμφυτη ανοσία πρέπει να έχει εξελιχθεί με την εμφάνιση των πολυκυτταρικών οργανισμών πριν από 1 δισεκατομμύριο χρόνια»*, επισήμανε.

~~~~~

Μια γρήγορη ματιά στη βιογραφία του Hoffmann δείχνει ότι άρχισε να μελετά τις ακρίδες όταν εισήλθε στο Laboratory of General Biology at the Institute of Zoology (Εργαστήριο Γενικής Βιολογίας του Ινστιτούτου Ζωολογίας) του Pierre Joly στο πανεπιστήμιο του Στρασβούργου στη δεκαετία του 1960. Ο Joly τότε πραγματοποιούσε τότε πολλές μεταμοσχεύσεις ενδοκρινών οργάνων μεταξύ ακρίδων και έμενε έκπληκτος από το γεγονός ότι ποτέ καμιά δεν υπέκυπτε σε βακτηριακές λοιμώξεις κατά ή μετά το χειρουργείο. Φυσικά, τα πειράματα πραγματοποιούνταν υπό στείρες συνθήκες, αλλά ακόμη και έτσι, θα περίμενε κάποιος να δει κάποιες ακρίδες τουλάχιστον να εκδηλώνουν μετεγχειρητικές λοιμώξεις. Ο Hoffmann αφιέρωσε τη διδακτορική του διατριβή στη μελέτη αυτού του ανεξήγητου μέχρι τότε μυστηρίου.

Τώρα θα αναρωτηθεί κάποιος γιατί ένας επιστήμονας να ενδιαφέρεται τόσο πολύ για ακρίδες; *«Ίσως να μην έχετε ακούσει ποτέ για τα σμήνη πεινασμένων ακρίδων που έφαγαν τα πάντα κατά την πορεία τους στις Μεσοδυτικές Ηνωμένες Πολιτείες τη δεκαετία του 1930 ή που*

μερικές φορές πέφτουν βροχή σε αγροκτήματα στο Τσαντ, Μάλι, Νιγηρία και άλλα μέρη της δυτικής Αφρικής. Η ανίχνευση του μηχανισμού της ανθεκτικότητας των ακρίδων σε λοιμώξεις θα μπορούσε να έχει ένα σημαντικό πρακτικό όφελος για τη γεωργία», επισήμανε ο Hoffmann κατά τη διάλεξή του Lindau.

«Διατυπώστε ένα καλό ερευνητικό ερώτημα, δουλέψτε σκληρά και συγκεντρώστε τις σωστές πληροφορίες από τις κατάλληλες πηγές. Αυτό είναι το μυστικό της επιτυχίας»

Το 1996 ο Καθηγητής Hoffmann ανακάλυψε ότι ένα γονίδιο, το ‘Toll’, ήταν αναγκαίο για την ενεργοποίηση του ανοσοποιητικού μηχανισμού σε μύγες και πως η πρωτεΐνη ‘Toll’ που κωδικοποιούσε λειτουργούσε ως αγγελιοφόρος, προειδοποιώντας τον οργανισμό για την επερχόμενη εισβολή των μικροοργανισμών. Παρατήρησε πως όσες μύγες έφεραν μεταλλάξεις σε αυτό το γονίδιο δεν μπορούσαν να «αισθανθούν» και να πολεμήσουν τη λοίμωξη. Πέθαιναν λίγο μετά την προσβολή.



Μέσα στο εργαστήριό του αργότερα διαπίστωσε ότι μια άλλη πρωτεΐνη, γνωστή ως IMD (Immune Deficiency), βρισκόταν στο επίκεντρο μιας δεύτερης οδού διέγερσης του ανοσοποιητικού συστήματος που εντοπίστηκε στα έντομα. Αυτό σήμαινε ότι η οδός Toll χρησιμεύει ως ένας αισθητήρας ανίχνευσης μολυσματικών μικροοργανισμών, που ενεργοποιεί το ανοσοποιητικό σύστημα για φλεγμονώδεις αποκρίσεις, ενώ ταυτόχρονα βρέθηκε πως διαδραματίζει και σημαντικό ρόλο στην εμβρυική ανάπτυξη των εντόμων.

Η εργασία του Hoffmann ώθησε άλλους ερευνητές να αναζητήσουν υποδοχείς Toll-like (TLR), στα θηλαστικά, που δεν είναι τίποτε άλλο από διαμεμβρανικές πρωτεΐνες, οδηγώντας στην καλύτερη κατανόηση του ανοσοποιητικού συστήματος και στην πρόοδο της θεραπείας μικροβιακών μολύνσεων και φλεγμονωδών ασθενειών, όπως η νόσος του Crohn και ο καρκίνος. Ένας Toll-like υποδοχέας ανακαλύφτηκε το 1998 από τον Καθηγητή Beutler σε ποντίκια. Από τότε έχουν περιγραφεί στους ανθρώπους 11 τέτοιοι υποδοχείς (TLRs), που εκφράζονται σχεδόν σε όλους τους κυτταρικούς τύπους, παρουσιάζοντας βέβαια αποκλίσεις στα επίπεδα έκφρασής τους στους διάφορους ιστούς, και τρεις επιπλέον στα ποντίκια.

Πρόσφατες έρευνες καταδεικνύουν ότι η διέγερση των υποδοχέων TLR επάγει και αποπτωτικό θάνατο σε διάφορους κυτταρικούς τύπους, με πιθανό στόχο την απαλοιφή των προσβεβλημένων κυττάρων και συνεπακόλουθα και του μολυσματικού παράγοντα. Ωστόσο, εκτός από τα στοιχεία των παθογόνων μικροοργανισμών, οι TLR έχουν την ικανότητα να αναγνωρίζουν και να αντιδρούν σε ενδογενή μόρια των ιστών, γεγονός που συνέβαλε στην ενίσχυση της υπόθεσης ότι η ενεργοποίησή τους συμμετέχει στην παθογένεια αυτοάνοσων νοσημάτων.

Πολλές προσπάθειες ανάπτυξης φαρμάκων έχουν στοχοθετήσει αυτούς τους υποδοχείς και έχουν αναπτύξει στρατηγικές θεραπείας αυτοάνοσων ασθενειών, όπως για παράδειγμα της ρευματοειδούς αρθρίτιδας. Εργαστήρια σε όλο τον κόσμο εργάζονται πάνω σε νέες στρατηγικές για τη ρύθμιση των ανοσολογικών αποκρίσεων σε βακτηριακές ή ιογενείς λοιμώξεις.

~~~~~

Ο Jules Alphonse Hoffmann γεννήθηκε το 1941 στο Echternach του Λουξεμβούργου και μεγάλωσε κατά τη διάρκεια της δύσκολης μεταπολεμικής περιόδου. Ο πατέρας του ήταν Καθηγητής Βιολογίας σε γυμνάσιο και ένθερμος Εντομολόγος, και φυσικά το πρότυπό του. *«Εκείνος μου μετέδωσε το πάθος του για αυτή την εξαιρετικά διαφορετική ομάδα ζώντων οργανισμών και σε αυτόν οφείλεται το γεγονός ότι το επιστημονικό μου έργο έχει επικεντρωθεί στα μοντέλα των εντόμων»*, αναφέρει στη βιογραφία του.

Ο Καθηγητής σπούδασε Βιολογία και Χημεία στη Γαλλία και εκπόνησε τη διδακτορική του διατριβή στο εργαστήριο του Pierre Joly στο Πανεπιστήμιο του Στρασβούργου το 1969. Διετέλεσε Πρόεδρος της Γαλλικής Εθνικής Ακαδημίας Επιστημών και είναι μέλος αρκετών Ακαδημιών, μεταξύ των οποίων η Γερμανική, η Ρωσική και η Αμερικανική. Εκτός από το Νόμπελ έχει τιμηθεί επίσης το 2011 με το Χρυσό Μετάλλιο του CNRS, καθώς και με πολλά άλλα σημαντικά βραβεία, όπως το Βραβείο Rosenstiel για την ανοσία (2010), το Βραβείο Ιατρικής Keio (2011), το Βραβείο Ιατρικών Επιστημών Gairdner (2011) και το Βραβείο Επιστημών Ζωής και Ιατρικής Shaw (2011).

Ο ίδιος αναφέρει πως το 2011 βρισκόταν στη Σαγκάη όταν πληροφορήθηκε τη βράβειυσή του με το Νόμπελ: *«Ήμουν σε ένα μουσείο και στη συνέχεια είχα δείπνο με έναν Κινέζο φίλο. Κατά την επιστροφή μας στο ξενοδοχείο απολαμβάναμε τα πυροτεχνήματα, γιατί ήταν η περίοδος των κινεζικών εθνικών εορτών. Ενώ βρισκόμασταν ανάμεσα στο πλήθος ο φίλος*

μου δέχτηκε ένα τηλεφώνημα από έναν υπάλληλο του ξενοδοχείου, που μας είπε ότι πρέπει να επιστρέψουμε, χωρίς να αποσαφηνίσει τον λόγο, αναφέροντας απλά ότι ήταν εκεί δημοσιογράφοι που ήθελαν να με δουν. Έτσι πήραμε το μετρό για να επιστρέψουμε γρήγορα, γιατί το αυτοκίνητό μας δεν μπορούσε να προχωρήσει από τη λαοθάλασσα. Όταν φτάσαμε στο ξενοδοχείο, δημοσιογράφοι από το Reuters και από άλλα πρακτορεία μού έδωσαν συγχαρητήρια για το βραβείο Νόμπελ. Εγώ μετά το πρώτο σοκ καιγόμουν από περιέργεια να μάθω με ποιον το είχα μοιραστεί!». Όταν άκουσε πως οι άλλοι δύο ήταν οι Beutler και Steinman κατάλαβε ότι επρόκειτο για την έμφυτη ανοσία. Ο ίδιος περιγράφει πως οι Κινέζοι χάρηκαν πολύ για τη βράβευσή του και έστησαν ένα ολόκληρο πάρτι για να το γιορτάσουν. Ο Καθηγητής βρισκόταν στην Κίνα με τον Bruce Beutler για να παραλάβουν το βραβείο Shaw<sup>41</sup>, το οποίο μοιράστηκαν με τον Ρώσο βιοχημικό Ruslan Medzhitov.

Ο ίδιος εξομολογείται πως η βράβευση τού έδωσε μεγάλη χαρά και φυσικά αναγνωρισιμότητα και πως ήταν μια επιβράβευση της έρευνάς του, η οποία κατά καιρούς δέχτηκε αυστηρή κριτική. Μάλιστα με ρώτησε: «Και εσύ, αν δεν ήμουν Νομπελίστας, θα μου μιλούσες τώρα;» Του απαντώ ότι την ίδια ερώτηση μου την έχει ξανακάνει Νομπελίστας, και συγκεκριμένα ο Aaron Ciechanover, και η αλήθεια είναι ότι και τότε είχα νιώσει έκπληξη. «Ναι, μπορεί και να σας μιλούσα!», του απαντώ, «γιατί σίγουρα κάποιο σπουδαίο επιστημονικό επίτευγμα θα έκανε γνωστό το όνομά σας...»

«Σίγουρα πάντως δεν θα ήθελα να ανήκω στους επιστήμονες που απογοητεύονται κάθε Οκτώβριο», μου ανταπαντά ο Καθηγητής, προσθέτοντας πως το βραβείο δεν τον επηρέασε



καθόλου ως άνθρωπο. «Προσωπικά δεν άλλαξα σε τίποτα. Ωστόσο, διαφοροποιήθηκε ο τρόπος που με αντιμετωπίζουν οι άλλοι, ο οποίος τρόμαζε κυρίως τη σύζυγο και παιδιά μου (γελάει). Η βράβευση μού έδωσε τη δυνατότητα να κάνω πολλά ταξίδια, να μιλήσω για Επιστήμη και, γιατί όχι, να εμπνεύσω νέους ανθρώπους να την ακολουθήσουν. Στην αρχή κουράστηκα λίγο,

<sup>41</sup> Το Βραβείο Shaw είναι ένα ετήσιο βραβείο που από το 2004 απονέμεται από το αντίστοιχο ίδρυμα στο Χονγκ Κονγκ και τιμά διακεκριμένους επιστήμονες, ο καθένας στο ερευνητικό του πεδίο, με σημαντική συνεισφορά στην ακαδημαϊκή και επιστημονική έρευνα, για το καλό της ανθρωπότητας

*αλλά αργότερα βρήκα το ρυθμό μου. Να φανταστείτε, μέσα στα τρία χρόνια που ακολούθησαν από τη βράβευσή μου έδωσα 150 διαλέξεις παγκοσμίως!»*

Ο 78χρονος Καθηγητής Jules Hoffmann δείχνει να είναι ένας ευτυχισμένος και χορτάτος άνθρωπος, και αυτό το μαρτυρά και το μόνιμο χαμόγελο, που δεν σβήνει από το πρόσωπό του. Η ημερομηνία γέννησής του δεν φαίνεται να έχει σχέση με την ηλικία του, καθώς είναι πολύ ζωηρός, ευδιάθετος και γεμάτος ενέργεια. Έχει καταφέρει, όπως λέει, να ζήσει μια ισορροπημένη ζωή ανάμεσα στην έρευνα και την οικογένεια, και τώρα που έχει αποσυρθεί χαλαρώνει και χαίρεται τους ανθρώπους του περισσότερο. Έχει δύο παιδιά και τέσσερα εγγόνια, ενώ μου εκμυστηρεύεται πως τον επόμενο μήνα θα γιορτάσει την 50<sup>η</sup> επέτειο γάμου με τη σύζυγό του και θα πρέπει να της κάνει ένα ανάλογο δώρο.

Αν τον ρωτήσει κάποιος τι είναι αυτό που τον οδήγησε στην Επιστήμη και τον κρατάει σε εγρήγορση, θα πει η περιέργεια · αν τον ρωτήσει αν έχει πάρει απαντήσεις σε όλα του τα ερωτήματα, θα πει πως αυτό δεν θα γίνει ποτέ, γιατί όταν ένας επιστήμονας απαντά σε μια ερώτηση προκύπτουν άλλες δέκα · αν τον ρωτήσει, τέλος, ποιο θεωρεί ως το μεγαλύτερο επίτευγμα των επιστημόνων, θα πει το να καταφέρουν κάποια στιγμή να έχουν όλοι οι άνθρωποι σε κάθε γωνιά της γης πρόσβαση στην κατάλληλη ιατρική θεραπεία και να βρεθούν οι θεραπείες του καρκίνου και των νευροεκφυλιστικών νόσων.

Του καθηγητή Hoffman γενικά δεν του αρέσει να δίνει συμβουλές σε νέους ερευνητές, καθώς πιστεύει πως όλα ξεκινούν από την περιέργεια και συνεχίζουν με πολλή δουλειά, λίγη τύχη και μεγάλη ανταγωνιστικότητα. Για κάποια πράγματα όμως έχει μια πιο σαφή και απόλυτη θέση που μπορεί να εκληφθεί και ως παραίνεση: *«Πιστεύω πως τίποτε δεν θα καταφέρει τελικά ένας επιστήμονας, αν πρωτίστως δεν είναι ένας καλός άνθρωπος και αν δεν στηρίζει την Επιστήμη του πάνω σε ανθρωπιστικές αξίες...»*.<sup>42</sup>

---

<sup>42</sup> Απόσπασμα της συνέντευξης δημοσιεύτηκε στην εφημερίδα «Ναυτεμπορική» on line στις 17/02/2019

## Επίλογος

Τα Lindau Nobel Laureate Meeting παραδοσιακά ολοκληρώνονται με την καθιερωμένη δίωρη εκδρομή με πλοiάριο, κατόπιν πρόσκλησης του κρατιδίου της Βάδης-Βυρτεμβέργης, στο νησί Mainau στη Λίμνη της Κωνσταντίας, απέναντι από τη μικρή πόλη Λιντάου. Αυτή την τελευταία μέρα της συνάντησης, Νομπελίστες, νέοι ερευνητές και δημοσιογράφοι γίνονται όλοι μια ευχάριστη παρέα.

Οι συζητήσεις που ξεκινούν εν πλω συνεχίζονται και ολοκληρώνονται στο κάστρο της οικογένειας Bernadotte.



Φυσικά το ταξίδι στον κόσμο του βραβείου Νόμπελ δεν τελειώνει με τις συνεντεύξεις των Νομπελιστών στο Λιντάου. Αντίθετα, από εκεί

ξεκινά ένα άλλο ταξίδι. Διατηρείς σχέσεις με αρκετούς από τους Νομπελίστες, συναντιέσαι μαζί τους κατά καιρούς, ανταλλάσεις απόψεις και ιδέες, τους συμβουλεύεσαι, προβληματίζεσαι πάνω στην Επιστήμη.

Επιστρέφοντας στην Ελλάδα και στην καθημερινότητά μου από το Λιντάου, δεν ξέρω αν αισθάνομαι πιο ευφυής, σίγουρα όμως αισθάνομαι πιο πλούσια. Πιο πλούσια, γιατί έμαθα από όσα μου διηγήθηκαν σπουδαίοι άνθρωποι και διδάχθηκα από τις εμπειρίες τους. Έμαθα για την επιστήμη. Έμαθα για τους ανθρώπους. Έμαθα για τον εαυτό μου. Άκουσα, θαύμασα, ζήλεψα, συγκινήθηκα, χάρηκα, γέλασα. Και όταν συναναστρέφεσαι με εξαιρετικούς και ευφυείς ανθρώπους, το μόνο που μπορείς να αποκομίσεις είναι πολύτιμα μαθήματα, μαθήματα με ανεκτίμητη αξία, που προέρχονται από «ευφυείς περιπέτειες».





## Picture credits

Alfred Nobel. Copyright ©The Nobel Foundation..... σελ.12

Η πρώτη τελετή απονομής Nobel το 1901. Copyright ©The Nobel Foundation..... σελ.13

Τελετή απονομής Nobel το 2016. Copyright © Nobel Media AB 2016. Photo Alexander Mahmoud...σελ.14

Δυναμίτιδα. Copyright ©The Nobel Foundation..... σελ.15

Πορτρέτο του Alfred Nobel. Copyright ©The Nobel Foundation..... σελ.17

Άποψη του λιμανιού του Λιντάου. Copyright © Βάσω Μιχοπούλου..... σελ.20

Η πόλη του Λιντάου. Copyright © Βάσω Μιχοπούλου..... σελ.21

Η κοντέσα Bettina Bernadotte. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Julia Nimke..... σελ.22

Νέοι ερευνητές στους δρόμους του Λιντάου. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming..... σελ.23

Το Stadttheater, το δημοτικό θέατρο στο ιστορικό κέντρο της πόλης. Copyright © Βάσω Μιχοπούλου..... σελ.23

Ο Νομπελίστας William Moerner. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Julia Nimke..... σελ.24

65<sup>th</sup> Lindau Nobel Laureate Meeting 2015. Οι Νομπελίστες υπογράφουν τη *Διακήρυξη του Μαϊνάου για την Κλιματική Αλλαγή*. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming....σελ. 26

65<sup>th</sup> Lindau Nobel Laureate Meeting 2015. Αναμνηστική φωτογραφία των Νομπελιστών που υπέγραψαν τη *Διακήρυξη του Μαϊνάου για την Κλιματική Αλλαγή*. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming....σελ.27

Νομπελίστες με νέους ερευνητές. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Patrick Kunkel..... σελ.27

“Chill & Grill” στο Toskanapark. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming....σελ.28

Ο Νομπελίστας William Moerner. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Rolf Schultes..... σελ.30

Ο Νομπελίστας Moerner με τη συγγραφέα. Copyright © Βάσω Μιχοπούλου..... σελ.31

Ο Νομπελίστας Moerner παραλαμβάνει το Nobel το 2014. Copyright © Nobel Media AB 2014. Photo Alexander Mahmoud...σελ.32

Ο Νομπελίστας William Moerner. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.33

Ο Νομπελίστας Thomas Steitz. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Rolf Schultes..... σελ.36

Ο Νομπελίστας Thomas Steitz. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.37

Ο Νομπελίστας Thomas Steitz με τη συγγραφέα. Copyright © Βάσω Μιχοπούλου..... σελ.39

Ο Νομπελίστας Thomas Steitz. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Rolf Schultes..... σελ.40

Ο Νομπελίστας Thomas Steitz. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.42

Ο Νομπελίστας Aaron Ciechanover. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.44

Ο Νομπελίστας Aaron Ciechanover. Από το προσωπικό του αρχείο..... σελ.45

Ο Νομπελίστας Aaron Ciechanover. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.46

Ο Νομπελίστας Aaron Ciechanover. Από το προσωπικό του αρχείο..... σελ.48

Ο Νομπελίστας Aaron Ciechanover. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.50

Ο Νομπελίστας Aaron Ciechanover. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Julia Nimke ..... σελ.51

Ο Νομπελίστας Aaron Ciechanover με τη συγγραφέα. Copyright © Βάσω Μιχοπούλου..... σελ.52

Ο Νομπελίστας Ben Feringa. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Julia Nimke ..... σελ.53

Ο Νομπελίστας Ben Feringa. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Julia Nimke ..... σελ.54

Ο Νομπελίστας Ben Feringa. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Julia Nimke ..... σελ.55

Ο Νομπελίστας Ben Feringa με τη συγγραφέα. Copyright © Βάσω Μιχοπούλου..... σελ.56

Ο Νομπελίστας Ben Feringa παραλαμβάνει το Nobel το 2016. Copyright © Nobel Media AB 2016. Photo: Pi Frisk...σελ.58

Το Βαυαρικό λιοντάρι-έμβλημα του Λιντάου. Copyright © Βάσω Μιχοπούλου..... σελ.59

Ο φάρος στην είσοδο του λιμανιού του Λιντάου. Copyright © Βάσω Μιχοπούλου..... σελ.60

Ο Νομπελίστας Peter Agre. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Rolf Schultes..... σελ.62

Ο Νομπελίστας Peter Agre. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting..... σελ.64

Ο Νομπελίστας Peter Agre. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.64

Ο Νομπελίστας Peter Agre με τη συγγραφέα. Copyright © Βάσω Μιχοπούλου..... σελ.65

Ο Νομπελίστας Peter Agre. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Adrian Schröder ..... σελ.66

Ο Νομπελίστας Peter Agre. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.68

Ο Νομπελίστας Harald zur Hausen με τη συγγραφέα. Copyright © Βάσω Μιχοπούλου..... σελ.70

Ο Νομπελίστας Harald zur Hausen Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Rolf Schultes..... σελ.71

Ο Νομπελίστας Harald zur Hausen Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Rolf Schultes..... σελ.72

Ο Νομπελίστας Harald zur Hausen Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting ..... σελ.73

Το Γερμανικό Κέντρο Ερευνών για τον Καρκίνο (DKFZ) Copyright © Βάσω Μιχοπούλου..... σελ.75

Ο Νομπελίστας Harald zur Hausen Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.76

Ο Νομπελίστας George Smoot με τη συγγραφέα. Copyright © Βάσω Μιχοπούλου..... σελ.79

Ο Νομπελίστας George Smoot Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.80

Ο Νομπελίστας George Smoot Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Julia Nimke ..... σελ.81

Ο Νομπελίστας George Smoot Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Rolf Schultes ..... σελ.84

Ο πύργος-έμβλημα Mangenturm στο λιμάνι του Λιντάου. Copyright © Βάσω Μιχοπούλου..... σελ.88

To Inselhalle Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.89

Νέοι ερευνητές. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting..... σελ.90

Το διάσημο café-bistro Il Cavazzen Copyright © Βάσω Μιχοπούλου..... σελ.91

Το Μουσείο της Πόλης πάνω στην Marktplatz. Copyright © Βάσω Μιχοπούλου..... σελ.91

Ο Νομπελίστας Steven Chu Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Rolf Schultes ..... σελ.92

Ο Νομπελίστας Steven Chu Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Volker Steger ..... σελ.94

Ο Νομπελίστας Steven Chu Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.98

Ο Νομπελίστας Steven Chu Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.99

Ο Νομπελίστας Randy Schekman με τη συγγραφέα. Copyright © Βάσω Μιχοπούλου..... σελ.101

Ο Νομπελίστας Randy Schekman Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.103

Ο Νομπελίστας Randy Schekman Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.105

Ο Νομπελίστας Randy Schekman Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting ..... σελ.106

Ο Νομπελίστας Randy Schekman Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting ..... σελ.108

Γυναίκες στην έρευνα. Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Julia Nimke ..... σελ.110

Η Νομπελίστρια Elizabeth Blackburn με τη συγγραφέα. Copyright © Βάσω Μιχοπούλου..... σελ.112

Η Νομπελίστρια Elizabeth Blackburn Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Julia Nimke ..... σελ.113

Η Νομπελίστρια Elizabeth Blackburn Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Rolf Schultes ..... σελ.115

Η Νομπελίστρια Elizabeth Blackburn Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.116



Η Νομπελίστρια Elizabeth Blackburn Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.119

Νέοι ερευνητές Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Julia Nimke ..... σελ.120

Ο Νομπελίστας Yoshinori Ohsumi με τη συγγραφέα. Copyright © Βάσω Μιχοπούλου..... σελ.121

Ο Νομπελίστας Yoshinori Ohsumi Copyright © Tokyo Institute of Technology...122

Ο Νομπελίστας Yoshinori Ohsumi παραλαμβάνει το Nobel το 2016. Copyright © Nobel Media AB 2016. Photo: Pi Frisk...σελ.123

Ο Νομπελίστας Yoshinori Ohsumi Copyright © Tokyo Institute of Technology...124

Ο Νομπελίστας Yoshinori Ohsumi Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.125

Ο Νομπελίστας Yoshinori Ohsumi Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Julia Nimke ..... σελ.126

Ο Νομπελίστας Stefan Hell Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.129

Ο Νομπελίστας Stefan Hell Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.131

Ο Νομπελίστας Stefan Hell παραλαμβάνει το Nobel το 2014. Copyright © Nobel Media AB 2014. Photo: Alexander Mahmud...σελ.132

Ο Νομπελίστας Stefan Hell Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Adrian Schröder ..... σελ.133

Ο Νομπελίστας Stefan Hell Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.134

Ο Νομπελίστας Stefan Hell Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.136

Οι Νομπελίστες Michael Young και Michael Rosbash Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.137

Ο Νομπελίστας Michael Young Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.139

Ο Νομπελίστας Michael Young παραλαμβάνει το Nobel το 2017. Copyright © Nobel Media AB 2017. Photo: Alexander Mahmud...σελ.140

Ο Νομπελίστας Michael Young Copyright © Rockefeller University ..... σελ.141

O Νομπελίστας Michael Young Copyright © Rockefeller University ..... σελ.142

O Νομπελίστας Michael Young Copyright © Rockefeller University ..... σελ.143

O Νομπελίστας Michael Young με τη συγγραφέα. Copyright © Βάσω Μιχοπούλου..... σελ.144

O Νομπελίστας Michael Young Copyright © Rockefeller University ..... σελ.145

O Νομπελίστας Michael Rosbash Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Julia Nimke ..... σελ.147

O Νομπελίστας Michael Rosbash Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Julia Nimke ..... σελ.149

O Νομπελίστας Michael Rosbash παραλαμβάνει το Nobel το 2017. Copyright © Nobel Media AB 2017. Photo: Alexander Mahmud...σελ.150

O Νομπελίστας Michael Rosbash Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Julia Nimke ..... σελ.152

O Νομπελίστας Michael Rosbash Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.152

O Νομπελίστας Michael Rosbash Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.154

O Νομπελίστας Jules Hoffmann Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.156

O Νομπελίστας Jules Hoffmann με τη συγγραφέα. Copyright © Βάσω Μιχοπούλου..... σελ.157

O Νομπελίστας Jules Hoffmann Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.158

O Νομπελίστας Jules Hoffmann Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Rolf Schultes ..... σελ.159

O Νομπελίστας Jules Hoffmann Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.160

O Νομπελίστας Jules Hoffmann Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.162

Εκδρομή με πλοiάριο στο νησί Mainau Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Christian Flemming ..... σελ.164

Εκδρομή με πλοiάριο στο νησί Mainau Copyright © Lindau Nobel Laureate Meeting Photo Julia Nimke ..... σελ.165

**ΒΑΣΩ ΜΙΧΟΠΟΥΛΟΥ**

**ΕΥΦΥΕΙΣ ΠΕΡΙΠΕΤΕΙΕΣ**

*ΠΕΡΙΗΓΗΣΗ ΣΤΟΝ ΚΟΣΜΟ ΤΟΥ ΒΡΑΒΕΙΟΥ ΝΟΜΠΕΛ*

Copyright © ΒΑΣΩ ΜΙΧΟΠΟΥΛΟΥ

Αθήνα 2019

*Το βιβλίο προστατεύεται από τους νόμους προστασίας πνευματικών δικαιωμάτων. Απαγορεύεται η αναδημοσίευση και η αναπαραγωγή με οποιονδήποτε τρόπο, χωρίς γραπτή άδεια του συγγραφέα.*

ISBN: 978-618-00-1431-0