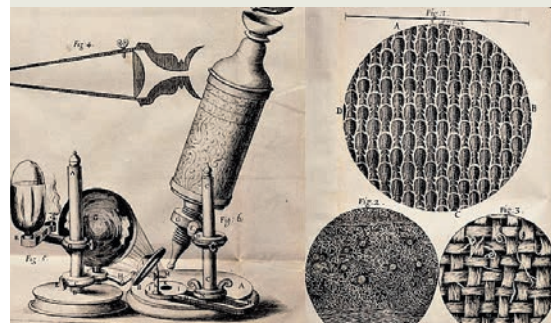


ΙΣΤΟΡΙΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ

Η γνώση είναι ωφέλιμη (;)

Οι άνθρωποι του 21ου αιώνα είμαστε εξοικειωμένοι με τις συζητήσεις σχετικά με την ωφελιμότητα της επιστήμης και με το ότι πηγάζει από μια «ρομαντική» τάση του ανθρώπου να αναζητά την αλήθεια και την αρμονία. Άνθρωποι διαφορετικών εποχών, όμως, μοιράζονταν την ίδια πεποίθηση;

▶▶ 8


Νεάντερταλ και σύγχρονοι άνθρωποι: Μια συναρπαστική ιστορία συνύπαρξης και εξέλιξης

Οι Νεάντερταλ είναι οι πιο κοντινοί μας συγγενείς. Συνυπήρχαν με τους Homo Sapiens για δεκάδες χιλιάδες χρόνια, διασταυρώθηκαν μεταξύ τους και απέκτησαν απογόνους. Επομένως, όλοι οι ανατομικά σύγχρονοι άνθρωποι μη αφρικανικής καταγωγής φέρουν στο γενετικό τους υλικό ίχνη από Νεάντερταλ. Οι εξελικτικά πιο κοντινοί μας συγγενείς φαίνεται ότι συμβάλλουν στη διαμόρφωση αρκετών χαρακτηριστικών μας αλλά και στην υγεία μας.

▶▶ 4-5

ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ ΤΗΣ ΖΩΗΣ

Ένας αόρατος κόσμος έρχεται στο φως

Παρά την κυρίαρχη παρουσία των μικροοργανισμών στον πλανήτη μας η συντριπτική πλειοψηφία δεν έχει απομονωθεί και καλλιεργηθεί στο εργαστήριο. Με μια νέα ερευνητική προσέγγιση, αξιοποιώντας τη διαθέσιμη γνώση σχετικά με το γενετικό υλικό των βακτηρίων *Saccharibacteria* και με τη βοήθεια της βιοπληροφορικής, κατόρθωσαν να «ψαρέψουν» τους επιθυμητούς οργανισμούς και εν τέλει να τους καλλιεργήσουν για πρώτη φορά στο εργαστήριο.

▶▶ 6



ΕΡΕΥΝΑ

Ύπνος και διατροφή, μια αμφίδρομη σχέση

Σύμφωνα με τους ερευνητές, είναι εξαιρετικά δύσκολο να επιλέξουμε υγιεινές τροφές όταν είμαστε εξαντλημένοι όσο κι αν κατανοούμε τη σημασία της σωστής διατροφής. Η διατροφή και ο ύπνος συνδέονται μέσα από διαφορετικούς μηχανισμούς οι οποίοι αποτελούν ευρύ αντικείμενο έρευνας.

▶▶ 7

Πολυμηνυματική αστρονομία: Νέα παράθυρα στο Σύμπαν

Το ορατό στα μάτια μας φως δεν αρκεί για ν' αποκαλύψουμε τα μυστικά του Σύμπαντος. Γι' αυτόν τον λόγο η Αστροφυσική στηρίζεται, τις τελευταίες δεκαετίες, και σε άλλους «αγγελιοφόρους». Δύο πρόσφατες ανακαλύψεις, η ανίχνευση εξαιρετικά υψηλών ενεργειών νετρίνο και η ανίχνευση των βαρυτικών κυμάτων, σηματοδότησαν την έναρξη της εποχής της Πολυμηνυματικής Αστρονομίας.

▶▶ 2-3





Καταφύγια

ΣΤΗΝ ΙΣΤΟΡΙΑ του ανθρώπινου πολιτισμού πάντα υπήρχαν σημεία επιστροφής. Είτε επρόκειτο για κοσμογονικές αλλαγές είτε για τοπικές αναστατώσεις, ο κόσμος πάντα διατηρούσε την ανάμνηση αυτού που υπήρχε πριν - όχι μόνο ως αφήγηση, αλλά και ως υλική υπόσταση. Αυτό δεν σημαίνει ότι μετά από βαθιές ρήξεις της χρονικής συνέχειας ο κόσμος μπορούσε να ξαναγίνει όπως ήταν πριν. Μπορούσε όμως να *δείξει* πώς ήταν πριν και να προσφέρει σε όσους το επιθυμούσαν την επιλογή να δημιουργήσουν μια εναλλακτική πραγματικότητα εκκινώντας από μια προγενέστερη αφετηρία. Αν η ιστορία του Κατακλυσμού είναι η αρχετυπική ιστορία των κοσμογονικών αλλαγών που διαμόρφωσαν την Γη, η ιστορία της Κιβωτού είναι η αρχετυπική ιστορία των καταφυγίων. Σπάνια το συνειδητοποιούμε, αλλά πρόκειται για δύο διαφορετικές ιστορίες, οι οποίες συνυφάνονται όπως η θεία οργή με τη θεία πρόνοια. Σε μια εποχή που το νέο δεν αποτελεί αξία, αλλά κίνδυνο -και η εποχή αυτή καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος της ανθρώπινης Ιστορίας-, η θεία πρόνοια εκδηλώνεται με τη μέριμνα για την ύπαρξη καταφυγίων.

Οι μνημονικές δομές που εμφανίζονται στο εσωτερικό των ανθρώπινων κοινοτήτων, αλλά και οι θύλακες διατήρησης βιολογικών δειγμάτων από προγενέστερα εξελικτικά στάδια αποτυπώνουν αυτή τη λειτουργία. Δεν πρόκειται για αντίσταση στην αλλαγή, αλλά για μια ζωτική σημασία *πλευστικότητα*. Αν η αλλαγή οδηγήσει στην εξάλειψη, τότε θα πρέπει πάντα να υπάρχει η δυνατότητα εναλλακτικών επιλογών που θα διασώσουν το είδος. Αποτελεί κοινό τόπο, εξάλλου, ότι το είδος χάνεται οριστικά όταν χαθούν τα καταφύγια του. Επίσης, δεδομένου ότι δεν υπάρχει τρόπος να ελεγχθεί αν μια αλλαγή οδήγησε στο βέλτιστο αποτέλεσμα, η ύπαρξη καταφυγίων επιτρέπει τον διαρκή πειραματισμό για αναζήτηση καλύτερων λύσεων προσαρμογής. Από αυτή την άποψη, τα καταφύγια δεν αποτελούν λύσεις ατομικής σωτηρίας ή διάσωσης ενός πληθυσμού από έναν έκδηλο κίνδυνο, αλλά προϋποθέσεις επιβίωσης των ειδών. Είναι αποθέματα γονιδίων και μιμιδίων τα οποία επιτρέπουν τη χάραιξη εναλλακτικών διαδρομών συλλογικής ευημερίας.

Τα τελευταία χρόνια γίνεται μεγάλη συζήτηση για την Ανθρωπόκαινο, τη γεωλογική εποχή κατά την οποία οι συνέπειες των ανθρώπινων επιλογών αποκτούν πλανητικές διαστάσεις. Η συζήτηση αφορά, σε μεγάλο βαθμό, το ερώτημα αν όντως η Ανθρωπόκαινος αποτελεί γεωλογική εποχή. Κι αν ναι, ποιο είναι το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της; Η απόληξη είναι, ασφαλώς, πολύ δύσκολη, γιατί προϋποθέτει μια εποπτεία που κανείς δεν διαθέτει σήμερα. Θα μπορούσαμε, ωστόσο, να σκεφτούμε την Ανθρωπόκαινο ως την κορύφωση μιας διαδικασίας που οδηγεί στην κατάργηση των καταφυγίων. Οι συνέπειες των ανθρώπινων επιλογών είχαν πάντα πλανητικές διαστάσεις, αλλά η επιθετική κανονικοποίηση που επιφέρει ο όψιμος καπιταλισμός εξαλείφει όλους τους μνημονικούς θύλακες που στο παρελθόν επέτρεπαν τη δοκιμή εναλλακτικών σεναρίων βιολογικής και κοινωνικής προσαρμογής. Η Ανθρωπόκαινος σηματοδοτεί την είσοδο σε μια εποχή χωρίς σημεία επιστροφής, όπου η πολιτική του τετελεσμένου ορίζει την κανονικότητα ενός ανέστιου κόσμου.

M.Π.

Πολυμηνυματική αστρο νομία: Νέα παράθυρα στο Σύμπαν

Ζούμε στην αυγή μιας πολλά υποσχόμενης περιόδου για την επιστήμη της Αστροφυσικής, την εποχή της Πολυμηνυματικής. Αστρονομίας (Π.Α.). Χιλιάδες επιστήμονες από όλο τον κόσμο ασχολούνται με αστροφυσικά αντικείμενα τα οποία ανιχνεύουμε όχι μόνο μέσω του φωτός αλλά και με άλλους «αγγελιοφόρους», όπως υπερκαινοφανών νετρίνα, κοσμικές ακτίνες καθώς και με τα γνωστά πλέον βαρυτικά κύματα, που αποτελούν ταλαντώσεις του χωροχρόνου. Οι ανιχνεύσεις αφορούν βίαια και ενεργητικά φαινόμενα τα οποία συμβαίνουν στο Σύμπαν και αποτελούν αντικείμενο μελέτης της Αστροφυσικής Υψηλών Ενεργειών. Η Π.Α. είναι ένας σχετικά καινούργιος κλάδος της έρευνας, ο οποίος εμπλοτίζεται συνεχώς, που ξεκίνησε πριν από περίπου 32 χρόνια, όταν η ανίχνευση φωτονίων από μια έκρηξη υπερκαινοφανούς (βλ. Ενθετο «Πρίσμα» #22: «Ο υπερκαινοφανής SN1987a») συνοδεύτηκε από την ανίχνευση κοσμικών νετρίνων. Δύο πρόσφατες ανακαλύψεις, η ανίχνευση εξαιρετικά υψηλών ενεργειών νετρίνων και η ανίχνευση των βαρυτικών κυμάτων, οι οποίες συνοδεύτηκαν και από την παρατήρηση φωτονίων, σηματοδότησαν την έναρξη της εποχής της Πολυμηνυματικής Αστρονομίας.

Κοσμικοί επιταχυντές: Οι στόχοι της Πολυμηνυματικής Αστρονομίας

Τα αντικείμενα μελέτης της Π.Α. βρίσκο-

νται εντός ή εκτός του Γαλαξία και θα μπορούσαμε να τα χαρακτηρίσουμε ως κοσμικούς επιταχυντές, μια και κύριο χαρακτηριστικό τους είναι η επιτάχυνση σωματιδίων σε σχετικιστικές ταχύτητες (δηλαδή σε ταχύτητες οι οποίες πλησιάζουν αρκετά την ταχύτητα του φωτός). Εντός του Γαλαξία οι πηγές οι οποίες μας ενδιαφέρουν είναι οι αστέρες νετρονίων, οι εκρήξεις υπερκαινοφανών καθώς και τα διπλά συστήματα εκπομπής ακτίνων Χ (συστήματα που αποτελούνται από ένα άστρο κι από ένα συμπαγές αντικείμενο, όπως μια αστρική μαύρη τρύπα, ένας αστέρας νετρονίων ή ένας λευκός νάνος). Εκτός του Γαλαξία αντικείμενα μελέτης αποτελούν τα κέντρα ενεργών γαλαξίων, οι επονομαζόμενοι Ενεργοί Γαλαξιακοί Πυρήνες, αντικείμενα που περιέχουν μια υπερμεγέθη μελανή οπή και χαρακτηρίζονται από τα μεγάλα ποσά ενέργειας που απελευθερώνονται και από την έντονη μεταβολή της λαμπρότητάς τους. Επιπλέον, άλλες πηγές της Π.Α. είναι οι εκλάμψεις ακτίνων γάμμα, οι οποίες είναι εκρήξεις που διαρκούν έως και κάποια δευτερόλεπτα, εκλύουν τεράστια ποσά ενέργειας και μπορεί να δημιουργούνται είτε με συγχωνεύσεις συμπαγών αντικειμένων είτε με κατάρρευση υπερμαζικών αστεριών (αστέρια με μάζα μεγαλύτερη από δέκα ηλιακές μάζες).

Φως: Ο πρώτος αγγελιοφόρος

Ο βασικότερος ανιχνευτής φωτονίων είναι το ανθρώπινο μάτι. Παρ' όλα αυτά, αυτό δεν είναι αρκετό για ν' ανακαλύψουμε τα «μυστικά» του Σύμπαντος, όπου το αόρατο στα μάτια μας φως κυριαρχεί. Το

ηλεκτρομαγνητικό φάσμα εκτείνεται από την περιοχή των ραδιοσυχνοτήτων έως και τις ακτίνες γάμμα, ενώ το οπτικό τμήμα καλύπτει ένα εξαιρετικά μικρό εύρος αυτού. Η γήινη ατμόσφαιρα λειτουργεί ως απορροφητής της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας, επιτρέποντας μόνο στα ραδιοκύματα και τα οπτικά φωτόνια να φτάσουν στην επιφάνεια του πλανήτη. Οι υπόλοιπες συχνότητες απορροφούνται από τα στοιχεία της ατμόσφαιρας, ενώ εμείς, μπορούμε να ανιχνεύσουμε φωτόνια ακτίνων γάμμα μέσω της αλληλεπίδρασής τους στην ατμόσφαιρα και την παραγωγή ακτινοβολίας Cherenkov (ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία η οποία παράγεται όταν ένα φορτισμένο σωματίδιο κινείται σε ένα μέσο με ταχύτητα μεγαλύτερη της ταχύτητας του φωτός σ' αυτό).

Τα πρώτα οπτικά τηλεσκόπια κατασκευάστηκαν στην Ολλανδία το 1608, ενώ ο Γαλιλαίος ήταν εκείνος που τα χρησιμοποίησε για πρώτη φορά σε αστρονομικές παρατηρήσεις. Ακολουθούν παρατηρήσεις φωτονίων στο υπέρυθρο από τον Χέρσελ το 1800, ενώ το 1801 ο Ρίτερ πραγματοποιεί την πρώτη του παρατήρηση στο υπεριώδες. Η πρώτη παρατήρηση ραδιοκυμάτων πραγματοποιείται από τον Τζάνσκι το 1932 και αφορά σήματα του Γαλαξία μέσω ακτινοβολίας σύγχροτρον (πρόκειται για την εκπομπή φωτονίων που παράγεται από κίνηση σχετικιστικών σωματιδίων μέσα σε μαγνητικά πεδία). Στις ακτίνες Χ η πρώτη ανίχνευση πραγματοποιείται το 1948. Η συστηματική καταγραφή όμως αστρονομικών παρατηρήσεων στις ακτίνες Χ ξεκινάει από το 1958, με τη χρή-

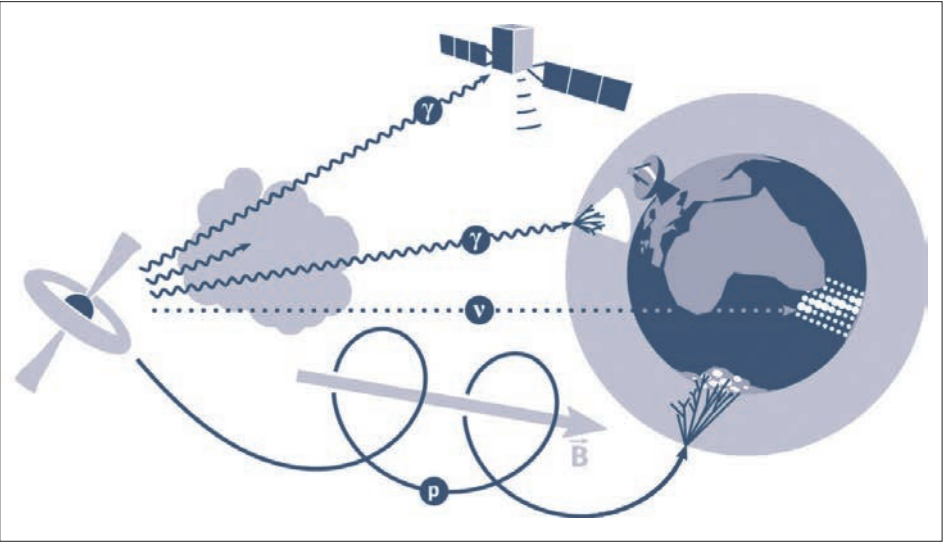
ση πυραύλων. Τέλος, η πρώτη ανίχνευση ακτίνων γάμμα πραγματοποιήθηκε το 1961 από το διαστημόπλοιο Explorer 11. Στις περισσότερες περιπτώσεις αρχικά το αντικείμενο που προσφερόταν για μελέτη ήταν το πιο κοντινό άστρο στη Γη, δηλαδή ο Ήλιος. Σημαντικό είναι να αναφέρουμε ότι παρατηρώντας κάποια αστροφυσική πηγή σε διαφορετικές συχνότητες, μπορούμε να πάρουμε διαφορετική πληροφορία γι' αυτήν καθώς «αποκαλύπτονται» διαφορετικοί φυσικοί μηχανισμοί.

Κοσμικές ακτίνες: Σωματίδια «χαμένα» στο Διάστημα

Οι κοσμικές ακτίνες, σε αντίθεση μ' αυτό που υποδηλώνει το όνομά τους (το οποίο παραπέμπει σε φως και διατηρείται για ιστορικούς λόγους), αφορούν κυρίως πρωτόνια και πυρήνες βαρύτερων στοιχείων. Ανιχνεύτηκαν για πρώτη φορά το 1912 από τον Χες, ο οποίος πραγματοποιήσε πτήση με αερόστατο προκειμένου να ανακαλύψει αν προέρχονταν από το Διάστημα ή από τη Γη. Αν τα μάτια μας μπορούσαν να δουν φωτόνια διαφορετικών συχνοτήτων από το οπτικό, τότε θα μπορούσαν να παρατηρήσουν τα πυροτεχνήματα που προκαλεί η κοσμική ακτινοβολία στην ατμόσφαιρα, τους λεγόμενους καταιονισμούς. Ένα σωματίδιο υψηλών ενεργειών εισέρχεται στην ατμόσφαιρα, αλληλεπιδρά με τα μόρια της, δημιουργώντας δευτερογενή σωματίδια τα οποία με τη σειρά τους αλληλεπιδρούν παράγοντας επιπλέον σωματίδια κ.ο.κ. Το πρόβλημα της κοσμικής ακτινοβολίας είναι ότι δεν μπορούμε να γνωρίζουμε από ποια πηγή ξεκίνησε το ταξίδι της. Ο λόγος είναι απλός: πρόκειται για φορτισμένα σωματίδια τα οποία ταξιδεύουν στον ενδογαλαξιακό χώρο, ο οποίος περιέχει μαγνητικά πεδία, με αποτέλεσμα τα σωματίδια να διαχέονται και να χάνουν την όποια κατευθυντικότητα είχαν αρχικά. Παρατηρήτρια όπως το Pierre Auger στην Αργεντινή, το οποίο καλύπτει μια έκταση περίπου ίση με την επιφάνεια της Ρόδου, ανιχνεύουν σωματίδια κοσμικής ακτινοβολίας υψηλών ενεργειών σε καθημερινή βάση. Τα δεδομένα τα οποία καταγράφονται σχετίζονται με θεωρητικά μοντέλα προκειμένου να ανακαλυφθούν οι πηγές οι οποίες παράγουν κοσμικές ακτίνες καθώς και ο πληθυσμός αυτών.

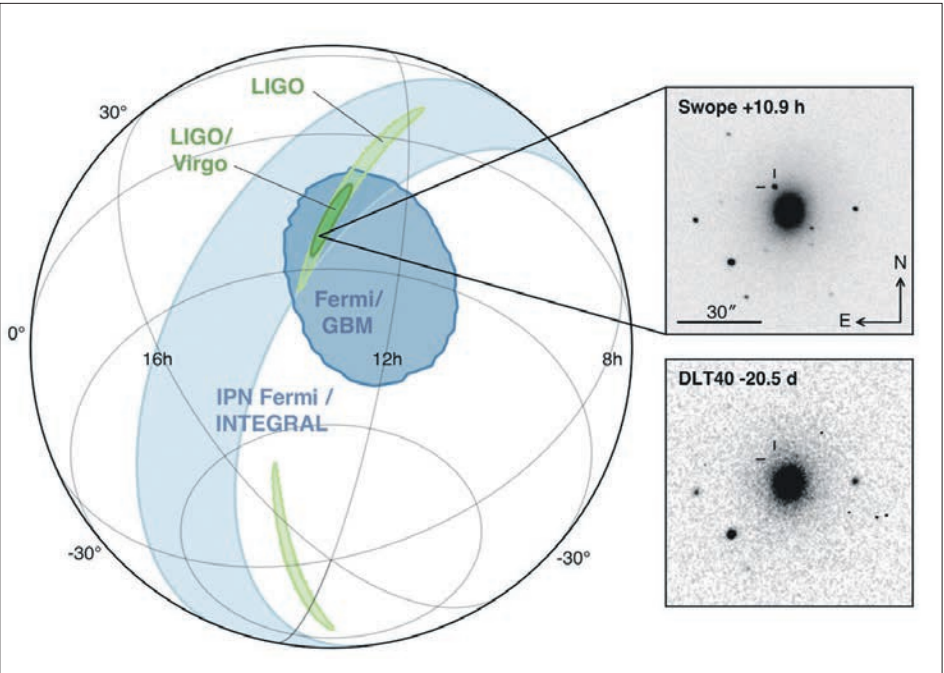
Νετρίνο: Ένας αόρατος επισκέπτης

Η ιστορία των νετρίνων είναι πολύ ενδιαφέρουσα από μόνη της. Πρακτικά ξεκινάει το 1930, όταν επιστήμονες παρατηρούν κάποιες ραδιενεργές διασπάσεις, στις οποίες φαίνεται να μην ικανοποιείται η διατήρηση της ενέργειας. Μάλιστα, ο Μπορ, ένας από τους πρωτεργάτες της Κβαντομηχανικής, θα είναι από τους πρώτους που θα υποστηρίξουν ότι ο νόμος αυτός μπορεί να μην ισχύει σε μικροσκοπικό επίπεδο και ίσως να χρειάζεται να εγκαταλειφθεί. Από την άλλη, ο Πάουλι προτείνει την όχι και τόσο συνηθισμένη για την εποχή λύση, που θέλει τη «χαμένη» ενέργεια να μεταφέρεται από ένα νέο σωματίδιο που δεν είχε παρατηρηθεί μέχρι τότε και θα ονομαστεί «νετρίνο» (αντι-νετρίνο για την ακρίβεια). Θα



Καλλιτεχνική απεικόνιση των κοσμικών αγγελιοφόρων από έναν Ενεργό Γαλαξιακό Πυρήνα. Διακρίνονται τα φωτόνια (γ), τα νετρίνα (ν) και η κοσμική ακτινοβολία (p) καθώς και τα αντίστοιχα παρατηρητήρια (πηγή: <https://www.iihe.ac.be/cecube>)

χρηαστούν τουλάχιστον είκοσι χρόνια για την πρώτη πειραματική επιβεβαίωση των «μυστηριωδών» αυτών σωματιδίων, τα οποία αλληλεπιδρούν πολύ ασθενώς με την ύλη. Ας αναλογιστούμε ότι αυτή τη στιγμή μας διαπερνάει ένας πολύ μεγάλος αριθμός νετρίνων χωρίς να αλληλεπιδρούν καθόλου μαζί μας. Η πρώτη παρατήρηση νετρίνου γίνεται το 1956 σε πειράματα Πυρηνικής Φυσικής, ενώ η παρατήρηση νετρίνο αστρονομικής προέλευσης, από τον Ήλιο, γίνεται το 1968 (πειράμα Homestake στις ΗΠΑ). Πέρα από τα ηλιακά νετρίνα, το 1987 έγινε η πρώτη η ανίχνευση κοσμικών νετρίνων από έκρηξη υπερκαινοφανούς, η οποία τα συσχετίζει με το τέλος της ζωής των αστεριών. Οι πρόσφατες ανακαλύψεις νετρίνων υψηλών ενεργειών τα συνδέουν και με τους υπόλοιπους κοσμικούς επιταχυντές που αναφέραμε προηγουμένως.



Η ταυτοποίηση της περιοχής εκπομπής των βαρυτικών κυμάτων, της εκπομπής ακτίνων γάμμα και οπτικών φωτονίων του γεγονότος GW170817. Το κύριο διάγραμμα απεικονίζει με πράσινο τις περιοχές ανιχνεύσεις βαρυτικών κυμάτων, με μπλε τις ακτίνες γάμμα, ενώ δίπλα φαίνονται οι εικόνες της πηγής όπως φαίνονται στο οπτικό μήκος κύματος. Ο συνδυασμός αυτών προσφέρει τον εντοπισμό της συγκεκριμένης πηγής στο επίπεδο του ουρανού (πηγή: <https://arxiv.org/abs/1710.05833>)

σημια έχουμε καταγεγραμμένα έντεκα γεγονότα ανίχνευσης βαρυτικών κυμάτων, με τα περισσότερα να συσχετίζονται με μαύρες τρύπες οι οποίες συγχωνεύονται.

Ο συνδυασμός της πληροφορίας: GW170817 και IC170922

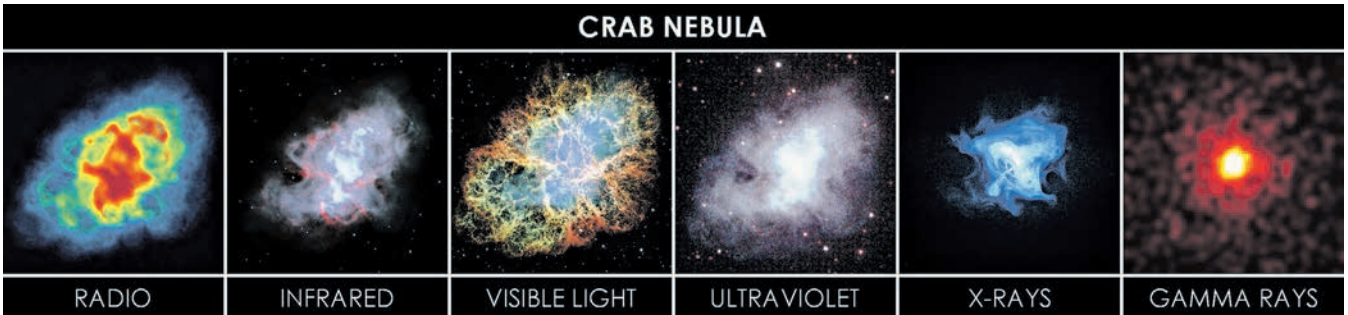
Στις 17 Αυγούστου του 2017 καταγράφηκε ένα βαρυτικό κύμα (GW170817). Τυχαία το τηλεσκόπιο ακτίνων γάμμα Fermi, το οποίο βρίσκεται σε τροχιά εκτός της γήινης ατμόσφαιρας, ήταν στραμμένο στην περιοχή του ουρανού απ' όπου εκτέμφθηκε το βαρυτικό κύμα και κατέγραψε με χρονική υστέρηση 1,7 δευτερολέπτην μια έκλαμψη ακτίνων γάμμα. Η ανακάλυψη αυτή ήταν ιδιαίτερος σημαντική, καθώς ήταν η πρώτη φορά που υπήρχε συνδυασμός ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας με ταυτόχρονη ανίχνευση βαρυτικών κυμάτων που προήλθε από συγχώνευση δύο αστέρων νετρονίων. Αμέσως μετά την ανακοίνωση αυτής της ανίχνευσης δημοσιεύθηκαν περίπου εβδομήντα εργασίες προκειμένου να την ερμηνεύσουν. Δύο χρόνια μετά έχουν συγγραφεί εκατοντάδες εργασίες με αφορμή αυτό το γεγονός.

Σε μια άλλη περίπτωση, στις 22 Σεπτεμβρίου του 2017, ανιχνεύθηκε ένα νετρίνο υψηλών ενεργειών (IC170922) από τους φωτοπολλαπλασιαστές του πειράματος IceCube στον Νότιο Πόλο. Με βάση αυτή την ανίχνευση, το δίκτυο AMON (Astrophysical Multimessenger Observatory Network) ενεργοποίησε παρατηρητήρια σε όλο τον κόσμο ώστε να κοιτάζουν στη συγκεκριμένη διεύθυνση στον ουρανό. Το αποτέλεσμα ήταν ότι η ανίχνευση του νετρίνο συνοδεύονταν από ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που κατέγραψε και το τηλεσκόπιο Fermi. Η ανάλυση των δεδομένων οδήγησε με μεγάλη πιθανότητα στο συμπέρασμα ότι η πηγή η οποία μπορεί να σχετίζεται με την παραπάνω εκπομπή είναι ένας Ενεργός Γαλαξιακός Πυρήνας, ο TXS-0506+056, ο οποίος βρίσκεται στον αστερισμό του Ωριώνα. Η ανακάλυψη αυτή ήταν πολύ σημαντική για την Αστροφυσική Υψηλών Ενεργειών, καθώς έθεσε τις βάσεις στη συσχέτιση των νετρίνων μ' αυτές τις πηγές.

The frontiers...

Η αναβάθμιση, η επέκταση των παρατηρητηρίων των κοσμικών αγγελιοφόρων καθώς και η δημιουργία νέων, η εξέλιξη των οργάνων και της ευαισθησίας τους θα συνεισφέρουν στην εγκαθίδρυση της Πολυμηνυματικής Αστρονομίας. Η επιβεβαίωση, η απόρριψη αλλά και η δημιουργία νέων θεωριών της Αστροφυσικής Υψηλών Ενεργειών θα μας φέρει πιο κοντά στην κατανόηση των κοσμικών επιταχυντών αλλά και του Σύμπαντος. Σε αναμονή των σπουδαίων που έρχονται, λοιπόν!

ΣΤΕΛΛΑ Σ. ΜΠΟΥΛΑ,
υποψήφια δίδακτωρ Αστροφυσικής,
Τμήμα Φυσικής,
Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών



Το νεφέλωμα του Καρκίνου αποτυπωμένο σε διαφορετικές ενέργειες. Στις ακτίνες Χ και γάμμα διακρίνεται ο αστέρας νετρονίων που το τροφοδοτεί ενεργειακά (βασισμένο στο αρχείο: Crab Nebula in multiwavelength.png by Torres997Radio: NRAO/AUI and M. Bietenholz; NRAO/AUI and J.M. Uson, T.J. CornwellInfrared: NASA/JPL-Caltech/R. Gehrz (University of Minnesota) Visible: NASA, ESA, J. Hester and A. Loll (Arizona State University) Ultraviolet: NASA/Swift/E. Hovest, PSUX-ray: NASA/CXC/SAO/F. Seward et al. Gamma: NASA/DOE/Fermi LAT/R. Buehler [CC BY-SA 3.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>)])

Συνδεθείτε με το «Πρίσμα» στο Facebook:
www.facebook.com/PRISMASCIENCEMAGAZINE/



ΣΥΝΤΑΚΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

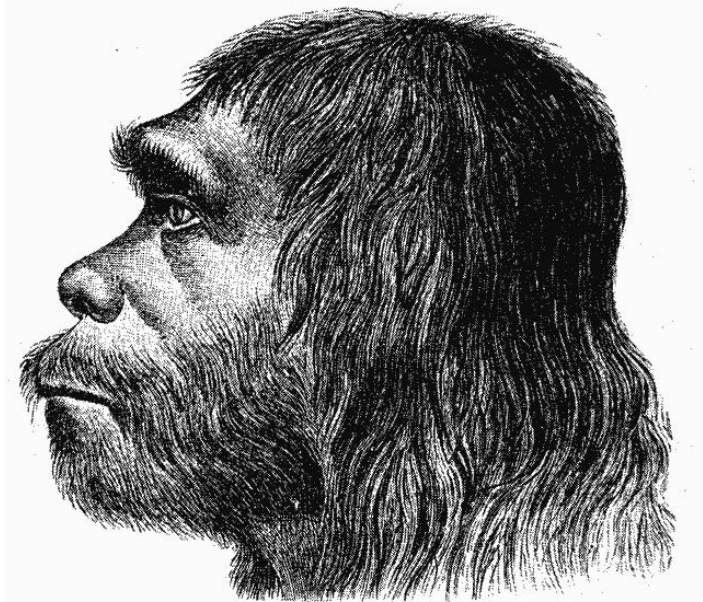
Λήδα Αρνέλλου, Διδάκτωρ Επικοινωνίας της Επιστήμης
Γιάννης Κοντογιάννης, Διδάκτωρ Αστροφυσικής
Μανώλης Πατηνιώτης, Καθηγητής Ιστορίας των Επιστημών ΕΚΠΑ
Δημήτρης Πετάκος, Διδάκτωρ Ιστορίας των Επιστημών
Μαρία Τσίπη, Διδάκτωρ Γενετικής

ΝΕΑΝΤΕΡΤΑΛ ΚΑΙ ΣΥΓΧΡΟΝΟΙ ΑΝΘΡΩΠΟΙ

Εκατόν εξήντα χρόνια μετά την έκδοση του διάσημου βιβλίου «Η καταγωγή των ειδών» του Καρόλου Δαρβίνου, η προέλευση και η διασπορά του ανθρώπινου είδους εξακολουθεί να αποτελεί αντικείμενο έντονου ενδιαφέροντος. Είναι πλέον αποδεκτό από το σύνολο της επιστημονικής κοινότητας ότι οι ανατομικά σύγχρονοι άνθρωποι εμφανίστηκαν πρώτα στην Αφρική πριν από 200.000 χρόνια περίπου, ενώ η ακριβής τοποθεσία παραμένει αμφιλεγόμενη, με νεότερα δεδομένα να προτείνουν την Μποτσουάνα ως τόπο καταγωγής όλων των σύγχρονων ανθρώπων. Οι Νεάντερταλ είναι, από εξελικτικής άποψης, οι πιο κοντινοί μας συγγενείς. Ζούσαν στην περιοχή της Ευρασίας για περισσότερο από 300.000 χρόνια, πριν φτάσουν εκεί από την Αφρική οι πρώτοι σύγχρονοι άνθρωποι. Από τα διαθέσιμα απολιθώματα γνωρίζουμε ότι εξαφανίστηκαν περίπου πριν από 30.000 χρόνια. Οι Νεάντερταλ έφτιαχναν πολύπλοκα εργαλεία και στολίδια και έθαβαν τους νεκρούς τους, συμπεριφορές που αρχικά οι επιστήμονες απέδιδαν μόνο στους Homo sapiens. Σύμφωνα με αρκετά επιστημονικά δεδομένα, οι Homo sapiens και οι Νεάντερταλ συνυπήρχαν για δεκάδες χιλιάδες χρόνια, διασταυρώθηκαν μεταξύ τους και απέκτησαν απογόνους. Έτσι προέκυψαν οι πρόγονοι των σύγχρονων ανθρώπων, εκτός από τους Αφρικανούς. Επομένως, όλοι οι ανατομικά σύγχρονοι άνθρωποι μη αφρικανικής καταγωγής φέρουν στο γενετικό τους υλικό ίχνη από Νεάντερταλ.

Η συνεισφορά της Γενετικής

Η μελέτη των απολιθωμάτων έδωσε σημαντικές πληροφορίες για την εξέλιξη του ανθρώπινου είδους, όμως ο καταλύτης υπήρξε η χρήση μοριακών τεχνικών ανάλυσης του γονιδιώματος αρχαίων και σύγχρονων ανθρώπων. Οι τεχνικές ανάκτησης αρχαίου DNA βελτιώθηκαν σημαντικά και έτσι το 2008 δημοσιεύτηκε ολόκληρη η αλληλουχία του μιτοχονδριακού DNA από οστό Νεάντερταλ 38.000 χρόνων που εντοπίστηκε σε σπήλαιο της Κροατίας. Μόλις λίγα χρόνια μετά, το 2010, δημοσιεύτηκε για πρώτη φορά η αλληλουχία ολόκληρου του γονιδιώματος του Νεάντερταλ από τη μελέτη αρκετών οστών που εντοπίστηκαν στην Κροατία, τη Ρωσία, την Ισπανία και τη Γερμανία. Η γνώση αυτή επέτρεψε τη σύγκριση του γενετικού υλικού των Νεάντερταλ και των σύγχρονων ανθρώπων και την εξαγωγή συμπερασμάτων που αφορούν την εξέλιξη του ανθρώπινου είδους. Έτσι έγινε γνωστό ότι οι Νεάντερταλ διασταυρώθηκαν με τους Homo sapiens και έκαναν απογόνους. Οι επιστήμονες επίσης κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι περίπου 2% του γενετικού υλικού των σύγχρονων ανθρώπων, εκτός από τους ανθρώπους αφρικανικής καταγωγής, προέρχεται από τους Νεάντερταλ. Σύμφωνα με δύο μελέτες που δημοσι-



Πηγή Wikimedia Commons

Αντίγραφο από κρανίο Νεάντερταλ από σπήλαιο στο Γιβραλτάρ της Ισπανίας (πηγή Wikimedia Commons).

εύτηκαν σχεδόν ταυτόχρονα στα περιοδικά «Nature» και «Science», παρά το μικρό ποσοστό του DNA των Νεάντερταλ στους σύγχρονους ανθρώπους, η συμβολή τους υπήρξε σημαντική. Κομβικός σταθμός στη διερεύνηση της επίδρασης του νεαντερτάλιου DNA αποτέλεσε η μελέτη των χαρακτηριστικών ενός πολύ μεγάλου και επομένως στατιστικά σημαντικού αριθμού ανθρώπων σε συνδυασμό με το γονιδιώμα τους. Για τον λόγο αυτό επιστρατεύτηκαν χιλιάδες άνθρωποι, και συγκεκριμένα μελετήθηκαν χαρακτηριστικά και το γενετικό υλικό από περισσότερα από 28.000 άτομα ευρωπαϊκής καταγωγής. Στη συνέχεια μελετήθηκαν οι ιατρικοί φάκελοι και οι πληροφορίες από το γενετικό υλικό 112.000 Βρετανών εθελοντών από την περίφημη βιοτράπεζα του Ηνωμένου Βασιλείου U.K. Biobank.

Το DNA των Νεάντερταλ επηρεάζει χαρακτηριστικά και συμπεριφορές

Τα χαρακτηριστικά που κληρονόμησαν οι σύγχρονοι άνθρωποι από τους Νεάντερταλ και το πώς αυτά τους επηρεάζουν αποτελούν ένα σημείο με ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τους εξελικτικούς βιολόγους. Φαίνεται ότι τμήματα του γενετικού μας υλικού, που προέρχονται από τους Νεάντερταλ, περιέχουν γονίδια που σχετίζονται με την παραγωγή κερατίνης, μιας πρωτεΐνης που βρίσκεται στο δέρμα, στα νύχια και τα μαλλιά μας. Θεωρείται ότι τα χαρακτηριστικά αυτά μπορεί να ωφέλησαν τους πρόγονούς μας μετά την έξοδό τους από την Αφρική να προσαρμοστούν στο νέο τους περιβάλλον, που χαρακτηριζόταν από διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες και χαμηλότερα επίπεδα υπεριώδους ακτινοβολίας. Σ' αυτό το περιβάλλον είχαν ήδη προσαρμοστεί οι Νεάντερταλ διότι βρίσκονταν εκεί πολύ καιρό πριν. Επιπλέον, συγκεκριμένες γενετικές αλλαγές που προέρχο-

νται από τους Νεάντερταλ εντοπίζονται σε γονίδια που σχετίζονται με ασθένειες, όπως ο διαβήτης τύπου 2, η νόσος του Crohn's και ο συστηματικός ερυθηματώδης λύκος. Παρ' όλα αυτά, το πώς επιδρούν αυτές οι γενετικές αλλαγές στους σημερινούς ανθρώπους παραμένει ένα άλυτο μυστήριο.

Η έρευνα του Τόνι Κάπρα και της ομάδας του κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το DNA που κληρονομήσαμε από τους Νεάντερταλ επηρεάζει το δέρμα, το ανοσοποιητικό σύστημα και τον μεταβολισμό μας. Γενετικές αλλαγές των Νεάντερταλ σχετίζονται με αυξημένη πήξη του αίματος και ενδέχεται να ωφέλυσαν τους πρόγονους μας στο κυνήγι άγριων ζώων ή σε τραυματισμούς ή στη γέννα. Δεν ισχύει όμως το ίδιο για τους σύγχρονους ανθρώπους με το κατά πολύ αυξημένο προσδόκιμο ζωής, στους οποίους μπορεί να αυξάνει τον κίνδυνο για εγκεφαλικό επεισόδιο.

Από τη μελέτη των 112.000 Βρετανών βρέθηκε ότι το DNA των κοντινών μας εξαφανισμένων συγγενών επηρεάζει, εκτός από το χρώμα των μαλλιών και του δέρματος, το ύψος αλλά και διάφορες συμπεριφορές, όπως τη σχέση μας με το κάπνισμα, τον ύπνο και την κατάθλιψη. Σύμφωνα με άλλες μελέτες, τρία γονίδια που προέρχονται από τους Νεάντερταλ σχετίζονται με την ικανότητα του ανοσοποιητικού συστήματος να αντιμετωπίζει παθογόνους μικροοργανισμούς, όπως βακτήρια και μύκητες.



Η σύγκριση του γενετικού υλικού μας με αυτό των Νεάντερταλ με τη βοήθεια της Γενετικής και της Μοριακής Βιολογίας δείχνει ότι μας επηρεάζουν ακόμα και σήμερα. Οι πιο εξελικτικά κοντινοί μας συγγενείς φαίνεται ότι συμβάλλουν στην διαμόρφωση αρκετών χαρακτηριστικών μας αλλά και στην υγεία μας. Τα αρχαία τμήματα DNA που εξακολουθούμε να κουβαλάμε στο γενετικό μας υλικό πιθανότατα ήταν ωφέλιμα για τους ανθρώπους που ζούσαν στην Ευρασία πριν από χιλιάδες χρόνια. Όμως σήμερα, με τόσο διαφορετικό περιβάλλον και τρόπο ζωής, μπορεί να μας ζημιώνουν παρά να μας ωφελούν.

Ενδεικτική βιβλιογραφία

- Green, R.E., et al., «A complete Neandertal mitochondrial genome sequence determined by high-throughput sequencing», Cell, 2008. 134(3): p. 416-26.
- Green, R.E., et al., «A draft sequence of the Neandertal genome», «Science», 2010. 328(5979): p. 710-722.
- Simonti, C.N., et al., «The phenotypic legacy of admixture between modern humans and Neandertals», «Science», 2016. 351(6274): p. 737-41.
- Dannemann, M. and J. Kelso, «The Contribution of Neanderthals to Phenotypic Variation in Modern Humans», Am J Hum Genet, 2017. 101(4): p. 578-589.

M.T.



ΒΙΒΛΙΟπαρουσίαση

Ψηλαφίζοντας την καταγωγή και την εξέλιξη του ανθρώπου

Σβάντε Παίμπο: «Ο άνθρωπος του Νεάντερταλ», Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης

Η γλώσσα της Γενετικής συνεχίζει να παραμένει ένα δύσκολο και δυσνόητο πεδίο για το ευρύ κοινό παρά τον τεράστιο θησαυρό γνώσης που κρύβει μέσα της. Με το βιβλίο του «Ο άνθρωπος του Νεάντερταλ. Ιχνηλατώντας τα γονίδια μιας χαμένης μορφής ανθρώπου» (μεταφράστηκε πρόσφατα στη χώρα μας από τις Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης), ένας από τους κορυφαίους γενετιστές, ο Σουηδός Σβάντε Παίμπο, καταφέρνει να μας ταξιδέψει με έναν άμεσο και κατανοητό λόγο στον συναρπαστικό κόσμο της έρευνας γύρω από την καταγωγή και την εξέλιξη του ανθρώπου.

Στο βιβλίο του, ο Παίμπο περιγράφει την προσωπική του μακροχρόνια διαδρομή από τα πρώτα του χρόνια στο εργαστήριο ως μεταπτυχιακός φοιτητής μέχρι το 2010, οπότε έγινε παγκοσμίως γνωστός δημοσιεύοντας την αλληλουχία του γονιδιώματος του Νεάντερταλ.

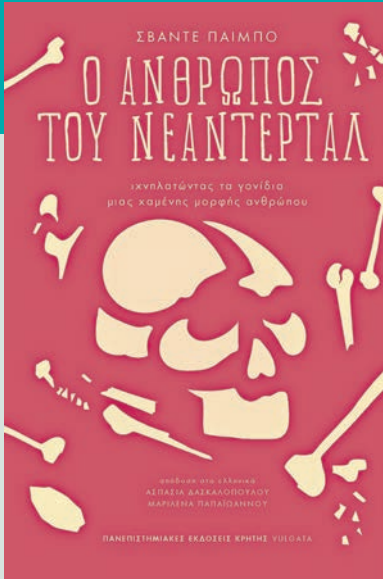
Εν αρχή ην οι αιγυπτιακές μούμιες

Η ιστορία του συγγραφέα όμως δεν ξεκινά από τους Νεάντερταλ, αλλά από τις αιγυπτιακές μούμιες. Ανήσυχος και διερευνητικό πνεύμα, ο Παίμπο έκανε μια μάλλον παράδοση αρχή, σπουδάζοντας Ιατρική ενώ περνούσε τα καλοκαίρια του στο Μουσείο της Στοκχόλμης μελετώντας τον αρχαίο αιγυπτιακό πολιτισμό. Ως διδακτορικός ερευνητής σε εργαστήριο της Ουψάλας είχε ως αντικείμενο έρευνας τη δομή και τη δράση μιας ιικής πρωτεΐνης και έτσι ήρθε σε επαφή με τις καινοτόμες για την εποχή τεχνικές κλωνοποίησης και τροποποίησης του DNA. Εκεί σκέφτηκε μια λαμπρή ιδέα: ότι το αρχαίο DNA, εάν μπορούσαμε να το ανακτήσουμε από ευρήματα ανασκαφών, θα μπορούσε να μελετηθεί με συστηματικό και ελεγχόμενο τρόπο με τις ταχύτερα αναπτυσσόμενες μοριακές τεχνικές. Οι αιγυπτιακές μούμιες ήταν ο πρώτος του στόχος. Υπέθεσε ότι ελάχιστα DNA ενδέχεται να είχε επιβιώσει με τη διαδικασία της ταρίχευσης, κατά την οποία απομακρύνεται το νερό, που είναι απαραίτητο για τη δράση ουσιών που διασπούν το DNA. Για να ελέγξει την υπόθεσή του, ένα καλοκαίρι, κρυφά από όλους στο εργαστήριο, επιχείρησε να μουμοποιήσει ένα κομμάτι μοσχαρίσιου σκυτωπού και να εξάγει DNA από αυτό και τα κατάφερε!

Για περισσότερο από μια δεκαετία ασχολήθηκε με την εξαγωγή DNA από εξαφανισμένα θηλαστικά, όπως οι αρκούδες των σπηλαίων, τα μαμούθ και οι βραδυπόδες. Οι δυσκολίες ήταν πολλές. Το λιγοστό γενετικό υλικό που κατορθώνει να επιβιώσει από τη διαδικασία της αποσύνθεσης που ξεκινά με τον θάνατο υφίσταται με την πάροδο του χρόνου χημικές βλάβες που δυσκολεύουν ακόμα περισσότερο τη μελέτη του. Επίσης, τα διαθέσιμα εργαλεία που είχαν στα χέρια τους οι επιστήμονες για την ανάλυσή του ήταν ευαίσθητα στην επιμόλυνση από γενετικό υλικό των σύγχρονων ανθρώπων, που βρίσκεται σχεδόν παντού. Παρ' όλα αυτά, ο Παίμπο κατόρθωσε να εξάγει DNA από εξαφανισμένες μορφές ζωής, ενώ ήδη από το 1985 απέδωσαν οι πρώτοι καρποί: δημοσίευσε στο περιοδικό «Nature» τα αποτελέσματά του από τη μελέτη DNA που εξήγαγε από αιγυπτιακή μούμια.

Το ιερό δισκοπότηρο

Ο Παίμπο στράφηκε επίσης στη μελέτη του γενετικού υλικού των ιθαγενών της βορειοαμερικανικής ηπείρου, τα αποτελέσματα της οποίας επιβεβαίωσαν την πεποίθησή του ότι η γενετική ποικιλότητα ήταν ανέκαθεν χαρακτηριστικό του ανθρώπινου είδους. Ωστόσο,



για τον Παίμπο το ιερό δισκοπότηρο ήταν η μελέτη της καταγωγής του ανθρώπου. Ο ίδιος και η ομάδα του είναι οι πρώτοι που εξήγαγαν και αλληλούχησαν τμήματα DNA από ένα εξαφανισμένο είδος άνθρωπου, τους Νεάντερταλ. Μελετώντας το μιτοχονδριακό DNA και στη συνέχεια το DNA του πυρήνα των κυττάρων από τμήματα οστών απολιθωμένων Νεάντερταλ, ο Παίμπο θέλησε να απαντήσει σε ερωτήματα που αφορούσαν τον τρόπο ζωής και τα αίτια της εξαφάνισής τους. Επίσης, ήθελε να προσδιορίσει τις γενετικές διαφορές που ευθύνονται για τη διαφορετική εξελικτική πορεία που ακολούθησε ο σύγχρονος άνθρωπος. Όταν κατόρθωσε με την ερευνητική του ομάδα να αλληλουχήσει ολόκληρο το γονιδίωμα του Νεάντερταλ, κατέληξε σε συμπεράσματα που προκάλεσαν έντονες αντιδράσεις όχι μόνο στην επιστημονική κοινότητα αλλά και σε ένα ευρύτερο κοινό. Άλλωστε, το πώς σχετίζονται οι Νεάντερταλ με τους ανατομικά σύγχρονους ανθρώπους ήταν πεδίο σύγκρουσης των επιστημόνων για πολλά χρόνια. Η πληροφορία από το γενετικό τους υλικό μπορούσε να δώσει όμως αδιάσειστα στοιχεία. Αποδείχθηκε ότι με τους Νεάντερταλ μοιραζόμαστε έναν κοινό πρόγονο, ο οποίος έζησε πριν 600.000 χρόνια. Οι Homo sapiens εξελίχθηκαν στην Αφρική και κάποια στιγμή μετακινήθηκαν προς την Ευρώπη, όπου συνάντησαν τους Νεάντερταλ και έκαναν μαζί τους απογόνους. Έτσι, το DNA των Νεάντερταλ αναμείχτηκε με το γενετικό υλικό των σύγχρονων ανθρώπων και ίχνη του εξακολουθούν να υπάρχουν στους ανθρώπους εκτός της Αφρικής.

Τα αποτελέσματα της έρευνάς του τον καθιέρωσαν στη διεθνή επιστημονική κοινότητα και έγιναν ευρέως γνωστά σε όλο τον πλανήτη. Παρ' όλα αυτά, όπως περιγράφει και ο ίδιος με σαφήνεια, ο δρόμος κάθε άλλο παρά εύκολος ήταν. Στη διάρκεια της ερευνητικής του πορείας ήρθε αντιμέτωπος με δυνατές συγκινήσεις, εκπλήξεις αλλά και λάθη, απογοητεύσεις και ίντριγκες. Η περιγραφή της ερευνητικής διαδρομής του Παίμπο εμπλουτίζεται με ιστορίες από την προσωπική του ζωή και αντανακλά τις απόψεις του αλλά και τις ιστορικές και κοινωνικές συνθήκες της εποχής του. Ωστόσο, η ουσιαστική συνεισφορά του βιβλίου είναι ότι, μέσα από την αφήγηση των διάφορων γεγονότων που καθόρισαν την έρευνα και την ακαδημαϊκή του πορεία, καταγράφεται η ιστορία ενός νέου, ταχύτερα αναπτυσσόμενου επιστημονικού πεδίου, της Μοριακής Βιολογίας. Η έρευνά του βασίστηκε στη μεγάλη ανακάλυψη της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης το 1983, που δικάως περιγράφεται από τον συγγραφέα ως «αληθινή τεχνική επανάσταση». Πλέον μπορούσε κανείς στο εργαστήριο να δημιουργήσει τρισεκατομμύρια αντίγραφα θεωρητικά από μόνο ένα μόριο DNA. Γι' αυτήν την πανίσχυρη τεχνική, που πλέον είναι ευρέως διαδεδομένη στα ερευνητικά και διαγνωστικά εργαστήρια, στον ερευνητή Κέρι Μούλις απονεμήθηκε το Βραβείο Νόμπελ Χημείας. Παράλληλα βελτιώθηκαν πολύ οι μεθοδολογίες που ανέλυναν την αλληλουχία του DNA και η διαθέσιμη τεχνολογία, ενώ βρισκόταν σε εξέλιξη το Πρόγραμμα Χαρτογράφησης του Ανθρώπινου Γονιδιώματος, ένα πολύ σημαντικό διεθνές πρότζεκτ με πάρα πολλές εφαρμογές, που ολοκληρώθηκε το 2003, από το οποίο έγινε γνωστή ολόκληρη η αλληλουχία του γενετικού υλικού του ανθρώπου. Οι ανακαλύψεις αυτές σημάδεψαν το έργο όχι μόνο του Παίμπο, αλλά όλης της επιστημονικής κοινότητας και έμελε να σηματοδοτήσουν μια νέα ιστορία στην έρευνα και την Ιατρική.

M.T.

ΝΕΑ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΩΝ ΣΤΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ

Ένας αόρατος κόσμος έρχεται στο φως

Να αλλάξουν τον τρόπο που αντιλαμβάνομαστε τον φυσικό μας κόσμο επιχείρησαν σε πρόσφατη μελέτη τους ερευνητές, καθώς καλλιέργησαν για πρώτη φορά μικροοργανισμούς, χρησιμοποιώντας μια διαφορετική προσέγγιση.

Η ζωή στον πλανήτη μας χαρακτηρίζεται από την κυρίαρχη παρουσία των μικροοργανισμών, των οργανισμών δηλαδή που παρά το μικροσκοπικό μέγεθός τους επηρεάζουν με πολλούς και διαφορετικούς τρόπους τον φυσικό μας κόσμο. Παρόλα αυτά η συντριπτική πλειοψηφία δεν έχει απομονωθεί και καλλιεργηθεί στο εργαστήριο. Με μια καινοτόμα ερευνητική προσέγγιση, οι επιστήμονες επιδιώκουν να χαράξουν έναν νέο δρόμο ώστε να έρθει στο φως ένας αόρατος, μέχρι τώρα, κόσμος.

Μικροσκοπικοί οργανισμοί με τεράστια σημασία

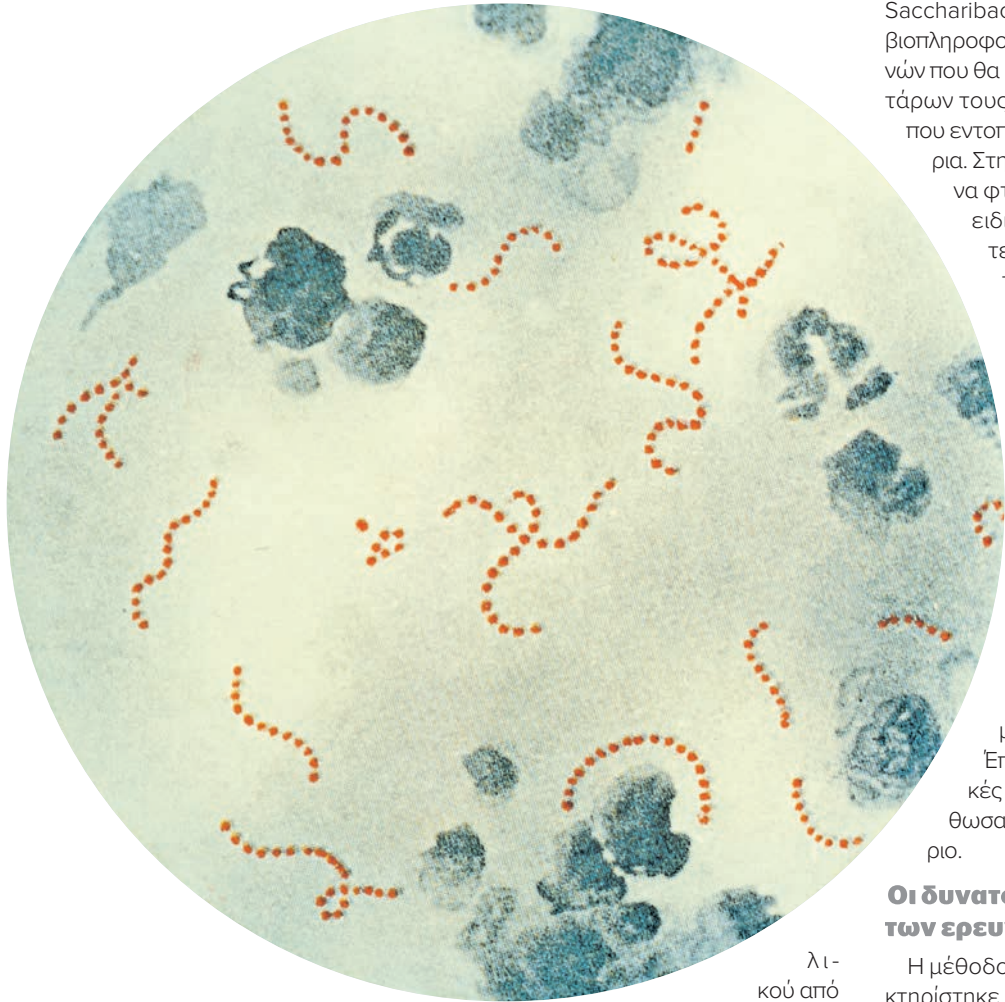
Οι μικροοργανισμοί, οι οργανισμοί δηλαδή, που δεν είναι ορατοί με γυμνό μάτι, βρίσκονται παντού γύρω μας αλλά και μέσα μας και διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο σε αναρίθμητες βιολογικές διαδικασίες. Έχουν εποικίσει τη γη, ακόμα και στα πιο αφιλόξενα για τη ζωή μέρη της, όπως είναι οι θερμοπηγές, τα ηφαίστεια, τα μεγάλα βάθη των ωκεανών και οι πολικές περιοχές. Μάλιστα εμφανίστηκαν στη γη πριν από δισεκατομμύρια χρόνια, πολύ πριν εμφανιστούν οι πιο πολύπλοκες μορφές ζωής, δηλαδή τα ζώα και τα φυτά. Ο κόσμος των μικροβίων παρουσιάζει εξαιρετική ποικιλομορφία και περιλαμβάνει τα βακτήρια, τους μύκητες, τα αρχαία, τα πρωτόζωα και τους ιούς.

Οι μικροοργανισμοί έχουν μεγάλη επίδραση στην ιστορία του πλανήτη μας και επηρεάζουν τον άνθρωπο με πολλούς τρόπους, άλλοτε επωφελείς κι άλλοτε επιβλαβείς. Ορισμένα αποικοδομούν τη νεκρή οργανική ύλη και συντελούν στην ανακύκλωση των συστατικών της, άλλα είναι άρνητα συνδεδεμένα με την διατροφή μας ή την παραγωγή ενέργειας, ενώ κάποια ευθύνονται για πληθώρα ασθενειών που πλήττουν τα έμβια όντα, συμπεριλαμβανομένου και τον άνθρωπο.

Η μυστηριώδης «σκοτεινή ύλη» της βιολογίας

Παρά τη μεγάλη επίδρασή τους στους υπόλοιπους οργανισμούς, ένα μικρό μόνο μέρος από αυτά έχουν κατορθώσει οι επιστήμονες να απομονώσουν και να καλλιεργήσουν στο εργαστήριο. Υπολογίζεται ότι λιγότερο από 1% των βακτηριακών ειδών έχει καλλιεργηθεί στο εργαστήριο, παρά την αξιοσημείωτη πρόοδο της επιστημονικής κοινότητας στην μικροβιολογία. Ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι ερευνητές είναι η αδυναμία να προσδιορίσουν τις ακριβείς συνθήκες υπό τις οποίες ζουν, αναπτύσσονται και πολλαπλασιάζονται οι προς μελέτη μικροοργανισμοί, προκειμένου να τις προσομοιάσουν στο εργαστήριο. Ένα ακόμα εμπόδιο αποτελεί η δυσκολία να απομονώσουν κύτταρα ενός συγκεκριμένου είδους καθώς αυτά σχηματίζουν κοινότητες και αλληλεπιδρούν με πολλά διαφορετικά είδη μικροοργανισμών.

Τις τελευταίες δεκαετίες, η ανάπτυξη τεχνικών γενετικής και μοριακής βιολογίας επιτρέπει την απευθείας απομόνωση και ανάλυση του γενετικού υ-



Saccharibacteria και χρησιμοποιώντας εργαλεία βιοπληροφορικής, υπέθεσαν την δομή των πρωτεϊνών που θα έφεραν αυτοί στην επιφάνεια των κυττάρων τους. Οι πρωτεΐνες αυτές έχουν περιοχές που εντοπίζονται μόνο στα συγκεκριμένα βακτήρια. Στη συνέχεια χρησιμοποίησαν ποντίκια για να φτιάξουν αντισώματα που δεσμεύονταν ειδικά στις υποτιθέμενες αυτές πρωτεΐνες, εκμεταλλευόμενοι την ικανότητα του ανοσοποιητικού συστήματος των ζώων να παράγει αντισώματα που δεσμεύονται σε πρωτεΐνες της επιφανείας κυττάρων-στόχων. Τα αντισώματα απομονώθηκαν από τα ζώα και σιμάνθηκαν με φθορίζουσες χρωστικές. Στη συνέχεια αναμείχθηκαν με τα δείγματα από την στοματική κοιλότητα. Στο σημείο αυτό τα σημασμένα αντισώματα προσδέθηκαν στις πρωτεΐνες της επιφανείας των κυττάρων των βακτηρίων Saccharibacteria. Έτσι μπόρεσαν να «ψαρέψουν» τους επιθυμητούς οργανισμούς από το σύνολο των μικροοργανισμών που βρίσκονταν εκεί. Έπειτα δοκίμασαν διάφορες καλλιεργητικές μεθόδους και υλικά και εν τέλει κατόρθωσαν να τους καλλιεργήσουν στο εργαστήριο.

Οι δυνατότητες και οι προκλήσεις των ερευνητών

Η μέθοδος που ανέπτυξαν οι ερευνητές χαρακτηρίστηκε ως προσέγγιση «αντίστροφης γενωμικής» διότι βασίστηκε σε διαθέσιμη γνώση σχετικά με το γενετικό υλικό των υπό μελέτη βακτηρίων προκειμένου να προβλεφθούν πρωτεΐνες που φέρουν στην επιφάνειά τους και να παραχθούν αντισώματα ειδικά για αυτές. Παρά την επιτυχή εφαρμογή της για τα βακτήρια Saccharibacteria η μέθοδος έχει περιορισμούς, που σχετίζονται με την επιλογή των υποτιθέμενων πρωτεϊνών για την παραγωγή αντισωμάτων. Οι πρωτεΐνες που επιλέγονται μπορεί να υπάρχουν σε μικρές ποσότητες στα κύτταρα και να είναι δύσκολο να ανιχνευτούν. Μια άλλη πρόκληση για τους ερευνητές είναι η επιλογή των καταλληλότερων συνθηκών και μέσων καλλιέργειας προκειμένου να πολλαπλασιαστούν επιτυχώς οι μικροοργανισμοί.

Μια διαφορετική ερευνητική προσέγγιση με σημαντικά αποτελέσματα

Αυτός ήταν ο σκοπός της Karissa Cross και της ερευνητικής της ομάδας. Οι επιστήμονες επιχείρησαν να καλλιεργήσουν για πρώτη φορά τα βακτήρια του γένους Saccharibacteria. Τα βακτήρια αυτά εντοπίζονται σε διάφορα μέρη της γης, στο έδαφος και στο θαλασσινό νερό αλλά και στη στοματική κοιλότητα του ανθρώπου, σε μικρό όμως ποσοστό σε σχέση με τους υπόλοιπους μικροοργανισμούς και για αυτό το λόγο η απομόνωση και η καλλιέργειά τους αποτελεί δύσκολο εγχείρημα. Αυξημένες αποικίες από αυτά τα βακτήρια έχουν σχετιστεί με παθολογικές καταστάσεις, όπως η περιοδοντίτιδα και η φλεγμονώδης νόσος του εντέρου.

Οι ερευνητές αρχικά συνέλλεξαν υγρά από την στοματική κοιλότητα υγιών ατόμων και ατόμων με περιοδοντίτιδα. Αξιοποιώντας τη διαθέσιμη γνώση σχετικά με το γενετικό υλικό των βακτηρίων

Σας έχει τύχει ποτέ να γυρίζετε στο σπίτι μετά από μια κουραστική ημέρα στη δουλειά και να αισθανστείτε μια ακαταμάχητη όρεξη για πατατάκια; Απ' ό,τι φαίνεται, συμβαίνει συχνά. Σύμφωνα με τους ερευνητές, είναι εξαιρετικά δύσκολο να επιλέξουμε υγιεινές τροφές όταν είμαστε εξαντλημένοι όσο κι αν κατανοούμε τη σημασία της σωστής διατροφής. Η διατροφή και ο ύπνος συνδέονται μέσα από διαφορετικούς μηχανισμούς, οι οποίοι αποτελούν ευρύ αντικείμενο έρευνας.

Έλλειψη ύπνου και διατροφική συμπεριφορά

Σε έρευνα που δημοσιεύτηκε τον Σεπτέμβριο του 2019 στο επιστημονικό περιοδικό «American Journal of Lifestyle Medicine», ερευνητές του Πανεπιστημίου Στάνφορντ στην Αμερική παρουσιάζουν τα αποτελέσματα μελέτης που διεξήχθη σε 245 γιατρούς του Στάνφορντ στην οποία διαπίστωσαν ότι μια πιο υγιεινή διατροφή σχετίζεται με μειωμένες παρενέργειες από την έλλειψη ύπνου. Μία από τις συγγραφείς του άρθρου, η κλινική διατροφολόγος Μάριαμ Χαμίντι, έστρεψε το ενδιαφέρον της στη σύνδεση της διατροφής με τον ύπνο παρατηρώντας αλλαγές στη δική της διατροφική συμπεριφορά στη διάρκεια προηγούμενης έρευνας. Συγκεκριμένα, στο πλαίσιο της έρευνας εκείνης χρειάστηκε να ξενυχτάει μέχρι τις 5 το πρωί, ενώ παράλληλα κρατούσε στο γραφείο της προμήθειες υγιεινών και ανθυγιεινών σνακ. Μετά από ένα διάστημα άρχισε να παρατηρεί κάτι περίεργο για τις λιγούρες που ένιωθε. Γύρω στις 6 με 7 το απόγευμα άρχιζε να έχει λιγούρα για πατατάκια. Μάλιστα, μερικές φορές θα έτρωγε δύο ή τρεις σακούλες, παρ' όλο που γνώριζε ότι δεν ήταν μια υγιεινή επιλογή.

Η Χαμίντι είναι ερευνήτρια στο Κέντρο Well MD της Ιατρικής Σχολής του Στάνφορντ, στο οποίο καταβάλλουν προσπάθειες, μεταξύ άλλων, για την προαγωγή υγείας των γιατρών. Έτσι, λοιπόν, ενδιαφέρεται ιδιαίτερα για την περίπλοκη σχέση μεταξύ του ύπνου και της διατροφικής συμπεριφοράς. Για τους γιατρούς η έλλειψη ύπνου είναι μέρος της δουλειάς τους, αφού συχνά δουλεύουν συνεχόμενα για πολλές ώρες και έχουν εναλλασσόμενες βάρδιες. Η Χαμίντι στο παρελθόν είχε εργαστεί και ως διατροφικός σύμβουλος της αεροπορικής εταιρείας Air Canada Rouge, σε ένα πρόγραμμα που στόχευε να βελτιώσει τη διαίτα των πιλότων για να βοηθήσει στην καταπολέμηση της κόπωσης. Όπως οι γιατροί, έτσι και οι πιλότοι αντιμετωπίζουν παρόμοιες προκλήσεις όσον αφορά τον επαρκή ποιοτικό ύπνο. Ερευνητές έχουν μελετήσει πώς μπορεί να βελτιωθεί ο ύπνος μειώνοντας τις ώρες εργασίας ή αλλάζοντας το πρόγραμμα της δουλειάς και τις βάρδιες, αλλά λίγες έρευνες έχουν γίνει που να εξετάζουν πώς οι αλλαγές στη διατροφή μπορεί να βοηθήσουν στην ποιότητα του ύπνου.

Εμπόδια στην προσπάθεια για υγιεινή διατροφή

Όπως όλοι όσοι δουλεύουν πολλές ώρες ή με εντατικούς ρυθμούς, έτσι και οι γιατροί αντιμετωπίζουν αρκετά εμπόδια στο να ακολουθούν μια υγιεινή διατροφή στη δουλειά. Εκτός από τον φόρτο εργασίας, που συνεπάγεται την έλλειψη χρόνου, επιπλέον η πρόσβαση σε υγιεινά γεύματα, σνακ και ροφήματα δεν είναι εύκολη. Τα ευρήματα της εν λόγω έρευνας υποδεικνύουν ότι παρέχοντας υγιεινές διατροφικές επιλογές στον χώρο εργασίας, οι ερ-

Ύπνος και διατροφή, μια αμφίδρομη σχέση



γοδότες θα μπορούσαν να βοηθήσουν ουσιαστικά. Η έλλειψη ύπνου μπορεί να οδηγήσει στη λεγόμενη ομίχλη ή σύγχυση του εγκεφάλου (brainfog), κατάσταση στην οποία μειώνεται η εγρήγορση και νιώθουμε σε σύγχυση, εμφανίζουμε δυσκολία συγκέντρωσης και ευερεθιστότητα. Απ' ό,τι έδειξε η έρευνα, η καλή διατροφή βοηθά στην αντιμετώπιση των παραπάνω συμπτωμάτων και ως εκ τούτου βοηθά τους γιατρούς να παρέχουν καλύτερες υπηρεσίες στους ασθενείς.

Φυσικά, η τάση για ανθυγιεινά σνακ δεν περιορίζεται στους γιατρούς, αλλά συμβαίνει στους περισσότερους από εμάς όταν είμαστε εξαντλημένοι ή μετά από έλλειψη ύπνου. Η μελέτη του Στάνφορντ περιέχει επισκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας σχετικά με προηγούμενες έρευνες που μελετούν τις πιθανές αιτίες πίσω από τις «λιγούρες» για ανθυγιεινές επιλογές όταν είμαστε κουρασμένοι.

Ο ρόλος της φυσιολογίας

Η φυσιολογία μας παίζει καθοριστικό ρόλο στις επιλογές που κάνουμε, άρα η συμπεριφορά μας, υπό αυτό το πρίσμα, δεν είναι ανεξήγητη. Όταν είμαστε κουρασμένοι, αναζητούμε τη ζάχαρη, η οποία παρέχει μια γρήγορη λύση στο αίσθημα της κόπωσης αυξάνοντας προσωρινά τα επίπεδα σακχάρου στο αίμα. Παράλληλα, η έλλειψη ύπνου τείνει να



μειώνει την εκτελεστική λειτουργία του εγκεφάλου επηρεάζοντας τις δεξιότητες λήψης αποφάσεων και τη δύναμη της θέλησης. Η έρευνα δείχνει επίσης ότι οι αλλαγές που προκαλούνται από την έλλειψη ύπνου στις ορμόνες που ρυθμίζουν την όρεξη και τη λειτουργία του εγκεφάλου μπορούν περαιτέρω να οδηγήσουν στην επιθυμία να αυξήσουμε τα επίπεδα ενέργειας επιλέγοντας τρόφιμα και σνακ με υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα, νάτριο, λίπος και κορεσμένα λιπαρά.

Η επίδραση της καλής διατροφής

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, είναι σαφές πώς η ιδιαιτερότητα κάποιων επαγγελματιών, σε συνδυασμό με τη λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού, μας σπρώχνει μερικές φορές σε ανθυγιεινές επιλογές και κάνει πιο δύσκολο το να ακολουθήσουμε ένα ισορροπημένο πρόγραμμα διατροφής. Ωστόσο, έρευνες που έχουν γίνει στο παρελθόν ανέδειξαν ότι η βελτίωση της διατροφής βοηθά να περιορίσουμε την κόπωση βελτιώνοντας τόσο τις γνωστικές λειτουργίες όσο και την ποιότητα του ύπνου.

Η διατροφή επδρά στις γνωστικές επιδόσεις μέσα από διάφορους μηχανισμούς που περιλαμβάνουν τη ρύθμιση των ορμονών, των νευροδιαβιβαστών και της ροής του αίματος καθώς και τη μείωση του οξειδωτικού στρες και της φλεγμονής. Η επίδραση της διατροφής στην ποιότητα του ύπνου αποδίδεται στον ρόλο των διατροφικών παραγόντων στη ρύθμιση του κικαρδικού ρυθμού και τη σύνθεση των ορμονών και των νευροδιαβιβαστών που εμπλέκονται στη ρύθμιση του ύπνου. Η αύξηση της πρόσληψης λαχανικών και η μείωση των προστιθέμενων σακχάρων και των κορεσμένων λιπαρών συμβάλλουν στη μείωση των επιπτώσεων της στέρησης του ύπνου.

Εργασία και καλή διατροφή

Η εύκολη πρόσβαση σε υγιεινά σνακ και γεύματα κατά τη διάρκεια της ημέρας και ένα περιβάλλον που προσφέρει πολλές υγιεινές επιλογές μπορούν να συνεισφέρουν καθοριστικά στη μείωση της κόπωσης κατά τη διάρκεια της ημέρας, οδηγώντας σε καλύτερη απόδοση στην εργασία, αλλά και σε καλύτερη ποιότητα ζωής συνολικά. Μια ενδιαφέρουσα πρόταση, λοιπόν, είναι, αντί για τα συνηθισμένα αναψυκτικά, γλυκά και αλμυρά σνακ που βρίσκει κανείς εύκολα στους χώρους εργασίας, οι εργοδότες να προσφέρουν φρούτα, λαχανικά, ξηρούς καρπούς και χυμούς κάνοντας πιο εύκολο για τους εργαζόμενους να κάνουν υγιεινές επιλογές στη διατροφή. Πιο υγιεινές επιλογές προάγουν την καλύτερη συνολική υγεία, βοηθούν στην πνευματική επίδοση και την παραγωγικότητα, ενώ μειώνουν και τα συμπτώματα της κόπωσης. Σε κάθε περίπτωση, είναι μια πρακτική με πολλαπλά οφέλη για όλες τις πλευρές.

Λ.Α.

Πηγές:
Wu Tsai Neurosciences Institute, Stanford University: neuroscience.stanford.edu/
American Journal of Lifestyle Medicine (AJLM): journals.sagepub.com/home/ajl

Η γνώση είναι ωφέλιμη (;)

Μέρος πρώτο

«Τι κακό υπάρχει στο να είναι εφαρμοσμένη η επιστήμη ή ακόμη και επικερδής;»

«Κανένα, αρκεί το κίνητρο να είναι η αναζήτηση της αλήθειας. Σ' αυτό έγκειται ο σκοπός της επιστήμης».

«Ενδιαφέρουσα άποψη εκ μέρους κάποιου που κάνει σταυροφορία ενάντια στα δεινά της τεχνολογίας, πάτερ Τζος».

«Δεν είμαι κατά της τεχνολογίας, δόκτωρ. Είμαι κατά αυτών που τη θεοποιούν εις βάρος της ανθρωπίνης αλήθειας».

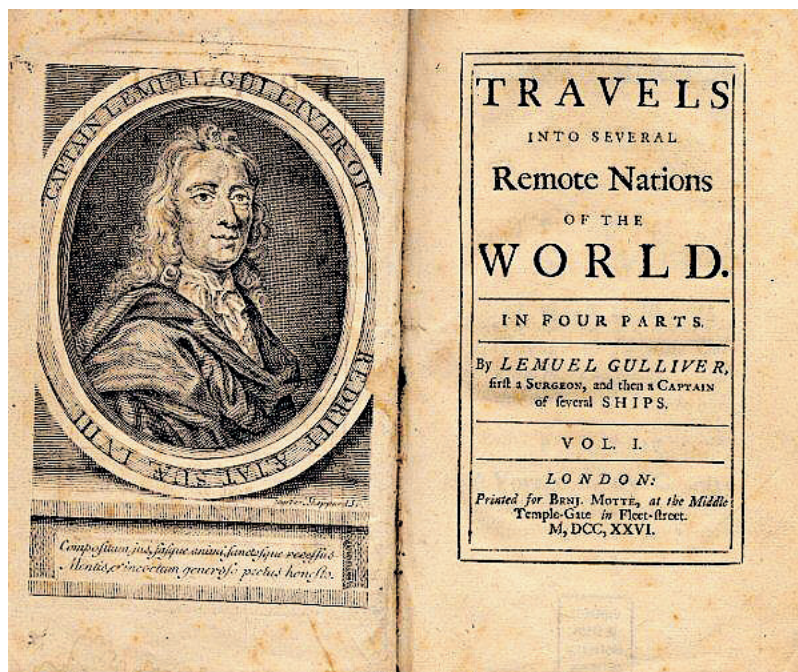
Ώψεις της επιστήμης στη νεωτερικότητα

Ο παραπάνω διάλογος είναι από την ταινία «Contact» («Επαφή») του Ρόμπερτ Ζεμέκис (1997). Ο διάλογος γίνεται ανάμεσα σε έναν τεχνοκράτη επιστήμονα και έναν πάστορα που εκπροσωπεί την πλευρά της θρησκείας. Ωστόσο, ο πάστορας δεν είναι θρησκόληπτος ή φανατικός, αλλά θεωρεί ότι η επιστήμη και η θρησκεία μοιράζονται κοινούς σκοπούς, που δεν είναι άλλοι από την αναζήτηση της αλήθειας. Σε παλιότερο άρθρο είχαμε κάνει αναφορά και στο εξαιρετικό δοκίμιο του Ανρί Πουανκαρέ «Η αξία της επιστήμης» (1904). Ο Γάλλος φυσικός και φιλόσοφος σημειώνει το εξής: «Ο άνθρωπος της επιστήμης δεν μελετά τη φύση διότι κάτι τέτοιο είναι χρήσιμο. Τη μελετά διότι του αρέσει και του αρέσει διότι η φύση είναι όμορφη... Αναφέρομαι σ' εκείνη την πιο κρυφή ομορφιά που εκπορεύεται από την αρμονική τάξη των μερών και που μπορεί να γίνει αντιληπτή από την ευφυΐα».

Ακόμη κι αν δεν έχετε δει την ταινία ή δεν έχετε διαβάσει Πουανκαρέ, είναι βέβαιο ότι δεν αντικρίζετε κάτι πρωτόγνωρο σ' αυτές τις απόψεις. Οι άνθρωποι της νεωτερικότητας και, πιο συγκεκριμένα, του 21ου αιώνα είμαστε εξαιρετικά εξοικειωμένοι με τις συζητήσεις σχετικά με το πόσο ωφέλιμη είναι η επιστήμη αλλά και με το ότι αυτή η ωφελιμότητα πηγάζει από μια «ρομαντική» τάση του ανθρώπου να αναζητά την αλήθεια και την αρμονία. Επίσης, είμαστε εξοικειωμένοι και με τη δεοντολογική «διαφωνία» μεταξύ ωφέλιμης επιστήμης ή «αγνής» αναζήτησης της αλήθειας για τον κόσμο. Ο ιστορικός, αναπόφευκτα, θα αναρωτηθεί: άνθρωποι διαφορετικών εποχών μοιράζονται την ίδια πεποίθηση; Θεωρούσαν, δηλαδή, ότι η επιστήμη είναι η αναζήτηση της αλήθειας του κόσμου που, παρεμπιπτόντως, μπορεί να έχει και ένα ωφέλιμο αποτύπωμα στην καθημερινότητά μας; Διαφωνούσαν πάντα για ποιο από τα δύο χαρακτηριστικά είναι πιο σημαντικό; Ας δούμε μερικά παραδείγματα.

Ώψεις της ωφελιμότητας στην πρώιμη νεότερη περίοδο

Σε μια πραγματεία που έγραψε για το «Edinburgh Review» το 1837, ο ποιητής, πολιτικός και ιστορικός Τόμας Μπάμπινγκτον Μακόλεϊ έκανε μια ενδιαφέρουσα αξιολόγηση σχετικά με τη γενική κατεύθυνση της νέας φιλοσοφίας του



Φράνσις Μπέικον (1561 - 1626) και πώς διαφοροποιούνταν από όσα είχαν προηγηθεί: «Δύο λέξεις αποτελούν το βασικό στοιχείο της βακωνικής διδασκαλίας, Ωφελιμότητα και πρόοδος. Η αρχαία Φιλοσοφία απαξίωνε να είναι ωφέλιμη και ήταν ικανοποιημένη να είναι στάσιμη. Κατά κύριο λόγο, ασχολήθηκε με θεωρίες ηθικής τελείωσης. (...) Δεν μπορούσε να καταδεχτεί το ταπεινό καθήκον να υπηρετεί την αρωγή των ανθρώπων». Επομένως, με τον Μπέικον έχουμε μια νέα επιστήμη, την ωφέλιμη. Το ερώτημα είναι: όλοι όσοι μελετούσαν τη φύση επιθυμούσαν μια γνώση ωφέλιμη για την κοινωνία με την έννοια που εννοούμε σήμερα το «ωφέλιμο»; Τα πράγματα είναι λίγο διαφορετικά από το πώς μας τα παρουσιάζει ο Μακόλεϊ.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η σάτιρα του Τζόνθαναν Σουίφτ για την πειραματική επιστήμη της Βασιλικής Εταιρείας, η οποία παρουσιάζεται στα «Ταξίδια του Γκιούλιβερ». Στο ταξίδι του προς τη Λαπούτα, ο Γκιούλιβερ επισκέπτεται τη μεγάλη ακαδημία του Λαγκάδο, όπου συναντά μερικούς περιέργους χαρακτήρες, οι οποίοι ασχολούνται με μια ποικιλία απίθανων έργων - εξαγωγή ηλιαχτίδων από αγγούρια, μαλάκωμα μαρμάρου για να χρησιμοποιείται στα μαξιλάρια, παραγωγή έγχρωμου υφάσματος από ιστούς αράχνης, κατασκευή σπιτιών από την οροφή προς τα κάτω και πολλά άλλα σχέδια για τα οποία ο Γκιούλιβερ ομολογεί με ειλικρίνεια ότι «δεν είναι αρκετά ικανός να κατανοήσει». Οι περιπαικτικές παρατηρήσεις του Σουίφτ για την έπαρση της νέας πειραματικής επιστήμης αποτελεί, ενδεχομένως, την πιο γνωστή περίπτωση επίθεσης στην ωφελιμότητα των επιστημών, παρ' όλο που αυτές οι παρατηρήσεις δεν ήταν ούτε πρωτοφανείς ούτε ασυνήθιστες. Στα μέσα του 17ου αιώνα, ο Τζέιμς Χάρινγκτον (1611 - 1677) είχε γράψει για την πειραματική λέσχη της Οξφόρδης (έναν πρόδρομο της Βασιλικής Εταιρείας) ότι ήταν «καλοί σε δύο πράγμα-

Στο ταξίδι του προς τη Λαπούτα, ο Γκιούλιβερ επισκέπτεται τη μεγάλη ακαδημία του Λαγκάδο, όπου συναντά μερικούς περιέργους χαρακτήρες, οι οποίοι ασχολούνται με μια ποικιλία απίθανων έργων - εξαγωγή ηλιαχτίδων από αγγούρια, μαλάκωμα μαρμάρου για να χρησιμοποιείται στα μαξιλάρια, παραγωγή έγχρωμου υφάσματος από ιστούς αράχνης, κατασκευή σπιτιών από την οροφή προς τα κάτω...



τα, να συρρικνώσουν ένα κράτος και να πολλαπλασιάσουν μια ψείρα». Ο θεολόγος της Οξφόρδης Ρόμπερτ Σάουθ (1634 - 1716), ο οποίος ομοίως δεν εντυπωσιάστηκε από τις μελέτες με το μικροσκόπιο του Ρόμπερτ Χουκ, του Χένρι Πάουερ και άλλων, παρατήρησε με οξυδέρκεια ότι τα μέλη της Βασιλικής Εταιρείας «δεν θαυμάζουν τίποτα πέρα από ψύλλους, ψείρες και τους εαυτούς τους». Ακόμη και ο βασιλιάς της Αγγλίας στο δεύτερο μισό του 17ου αιώνα, ο Κάρολος II, λέγεται ότι γέλασε πολύ δυνατά με τα κατορθώματα των αρχικών μελών, που φαίνονταν να απασχολούνται με τόσο ανούσιες δραστηριότητες όπως «τη ζύγιση του αέρα».

Ωφέλιμο;

Επομένως, το πρώτο πράγμα που μας έρχεται να πούμε είναι ότι η ωφελιμότητα, έτσι όπως την εννοούμε σήμερα τουλάχιστον, δεν αποτελούσε πάντα σκοπό της επιστήμης. Αυτό είναι αλήθεια. Όμως, κανείς έως τον 17ο αιώνα, όταν προέκυψαν δηλαδή μερικοί μυστήριοι διανοητές που μελετούσαν τις ψείρες ή ζύγιζαν τον αέρα, δεν είχε σκεφτεί ότι η επιστήμη θα μπορούσε να είναι χρήσιμη; Αυτό το απλό ερώτημα μας φέρνει αντιμέτωπους με μια αναγκαστική διερεύνηση των όρων «επιστήμη» και «ωφελιμότητα». Είχαν και οι δύο πάντα την ίδια σημασία; Με την επιστήμη έχουμε ασχοληθεί σε αρκετά άρθρα και έχουμε επιχειρήσει να αναδείξουμε την πολυσημία και τους διαφορετικούς όρους συγκρότησης και αναφοράς που είχε σε διαφορετικές περιόδους ή και σε διαφορετικούς τόπους. Θα σταθούμε, επομένως, στον όρο της «ωφελιμότητας». Έως τώρα, έχουμε καταλήξει σε δύο σημαντικά συμπεράσματα. Κατά τον 17ο αιώνα, αναδύεται μια νέα ωφελιμότητα, εκείνη του Μπέικον, που μοιάζει αρκετά με τη σημερινή. Το δεύτερο συμπέρασμα είναι πως η βακωνική ωφελιμότητα δεν είναι αυτονόητη για τους σύγχρονους του Μπέικον και επιδέχεται κριτικής. Γιατί να συμβαίνει αυτό; Μήπως οι άνθρωποι δεν ήθελαν να ωφελούνται από τη νέα γνώση; Δύσκολα θα απαντούσε κάποιος καταφατικά σ' αυτό. Επομένως, το πιθανότερο είναι ότι αντιλαμβάνονταν με διαφορετικούς όρους έως τότε αυτόν τον όρο ή ότι και η βακωνική ωφελιμότητα είχε διαφορετικό περιεχόμενο από εκείνο που της αποδίδουμε. Το ερώτημα που θα θέσουμε και θα επιχειρήσουμε να απαντήσουμε στο επόμενο άρθρο είναι: τι ήταν αυτό που θεωρούσαν οι άνθρωποι ωφέλιμο έως τον 17ο αιώνα; Ας δώσουμε ένα στοιχείο για το επόμενο άρθρο. Ο Τζόζεφ Γκάνβιλ, μέλος της Βασιλικής Εταιρείας στο δεύτερο μισό του 17ου αιώνα, επισήμανε ότι «η αληθινή Φιλοσοφία (...) θα βοηθήσει και θα προάγει την αρετή μας και την ευτυχία μας και θα μας οδηγήσει να ζήσουμε σύμφωνα μ' αυτή». Με τον όρο «αληθής» εννοεί τη νέα Πειραματική Φιλοσοφία που ασχολείται με αληθινά πράγματα, παρά με έννοιες ή ορισμούς.