

JOHANNES KRAUSE
THOMAS TRAPPE

ΤΟ ΤΑΞΙΔΙ ΤΩΝ ΓΟΝΙΔΙΩΝ ΜΑΣ
Πώς η μετανάστευση διαμόρφωσε
τις σύγχρονες κοινωνίες

ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΔΙΟΠΤΡΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	
Οστά	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	
Οι επίμονοι μετανάστες	49
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	
Οι μετανάστες είναι το μέλλον	81
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	
Παράλληλες κοινωνίες	115
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	
Νεαροί και μόνοι άντρες	135
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	
Οι Ευρωπαίοι βρίσκουν μια γλώσσα	167
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7	
Πατριαρχικές δομές	189
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8	
Φέρνουν την πανούκλα	211
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9	
Νέος Κόσμος, νέες επιδημίες	251
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ	
Το τέλος του άσπρου και μαύρου	281
ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ	317
ΠΗΓΕΣ	329
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	353
ΔΙΚΑΙΩΜΑΤΑ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ	357

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Κάτι ανάλογο δεν είχε ζήσει η Ευρώπη μέχρι τότε. Το ρεύμα των μεταναστών που, περνώντας από τα Βαλκάνια, προωθείται στο κέντρο της ηπείρου, σηματοδότησε μια πραγματική –εδώ στ’ αλήθεια ταιριάζει η φράση– αλλαγή εποχών. Τίποτα δεν ήταν όπως παλιά. Αμέτρητες αγροτικές εκτεταμένες οικογένειες ήρθαν και ήθελαν κυρίως ένα πράγμα: να κατακτήσουν καινούρια γη. Οι Ευρωπαίοι, που ήταν εγκατεστημένοι εκεί από παλιά, δεν είχαν επιλογή. Αρχικά υποχώρησαν, αργότερα ο παλιός ευρωπαϊκός πολιτισμός εξαφανίστηκε. Οι άνθρωποι που στο εξής θα κατοικούσαν στην Ευρώπη ήταν διαφορετικοί από εκείνους τους οποίους είχαν εκτοπίσει – μια ανταλλαγή πληθυσμών.

Από το καθοριστικό αυτό μεταναστευτικό κύμα έχουν περάσει 8.000 χρόνια, ωστόσο μόλις πρόσφατα μάθαμε περισσότερα: Εξοπλισμένοι με μια επαναστατική τεχνολογία, κονιορτοποιήσαμε παμπάλαια οστά και από το γενετικό τους υλικό αποστάξαμε τις ιστορίες που αφηγούμαστε στο βιβλίο αυτό. Ο νέος επιστημονικός κλάδος της αρχαιογενετικής εφαρμόζει στην ιατρική ανεπτυγμένες μεθόδους προκειμένου να αποκρυπτογραφήσει παλιό γενετικό υλικό, το οποίο κάποιες φορές φτάνει να είναι ηλικίας εκατοντάδων χιλιάδων ετών. Ο κλάδος αυτός μόλις τώρα αρχίζει να

αναπτύσσεται, ωστόσο το μέχρι τώρα κέρδος σε γνώσεις είναι τεράστιο. Στα ανθρώπινα οστά ενός μακρινού παρελθόντος αναγνωρίζουμε όχι μόνο το γενετικό προφίλ των ανθρώπων στους οποίους ανήκαν, αλλά και το πώς εξαπλώθηκαν οι κληρονομικές τους καταβολές, από πού δηλαδή και πότε ήρθαν οι πρόγονοί μας. Η άφιξη των ανθρώπων από την Ανατολία πριν από 8.000 χρόνια είναι ένα μόνο από τα πολλά μεταναστευτικά ρεύματα στην ιστορία της ηπείρου μας. Η αρχαιογενετική δείχνει ότι δεν υπάρχουν άνθρωποι με «καθαρές» ευρωπαϊκές ρίζες και μάλλον δεν υπήρξαν ποτέ. Έχουμε όλοι μας μεταναστευτικό υπόβαθρο και για το υπόβαθρο αυτό μιλάνε τα γονίδιά μας.

Όταν το 2014 τεκμηριώσαμε τη μετανάστευση από την Ανατολία κατά τη λίθινη εποχή, δεν φανταζόμασταν πόσο επίκαιρο θα γινόταν το θέμα αργότερα. Το καλοκαίρι του 2015 ένα μεταναστευτικό κύμα έφτασε στην Κεντρική Ευρώπη περνώντας από τα Βαλκάνια, πράγμα που είχε ως συνέπεια να προκληθούν αναταραχές σε πολλά ευρωπαϊκά κράτη, των οποίων οι μακροπρόθεσμες πολιτικές επιπτώσεις δεν μπορούν να προβλεφθούν ακόμη. Το ουσιαστικό, αθώο «Θα τα καταφέρουμε» χώρισε τότε την κοινωνία σε εν μέρει ασυμφιλίωτα στρατόπεδα. Σήμερα η φράση αυτή αναφέρεται μόνο ως καρικατούρα από όσους είναι αντίθετοι με τη μετανάστευση και για να εκφράσει το ακριβώς αντίθετο. Η μαζική μετανάστευση, υποστηρίζουν, δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί και δεν είναι κάτι που κανείς πρέπει να το αποδεχτεί τόσο εύκολα. Ακόμα και από τις συζητήσεις του συμφώνου των Ηνωμένων Εθνών για τη μετανάστευση φάνηκε πόσο

επίκαιρο είναι το θέμα αυτό. Στη Γερμανία δυνάμωσαν οι εκκλήσεις να μη γίνει δεκτή η συνθήκη και πολλά κράτη δεν την υποστήριξαν, επειδή δεν περιόριζε τη μετανάστευση, αλλά την προήγε. Πρόκειται για πολιτικές αντιπαραθέσεις, στις οποίες η αρχαιογενετική δεν πρέπει να παίξει τον ρόλο του διαιτητή, και δεν το θέλει άλλωστε. Μπορεί όμως να βοηθήσει να μπουν κάποια πράγματα στη θέση τους. Και να κατανοήσουμε την Ευρώπη ως αυτό που αναμφίβολα είναι: μια ιστορία προόδου που εκτείνεται στις χιλιετίες, η οποία χωρίς τη μετανάστευση και την κινητικότητα των ανθρώπων θα ήταν αδύνατη.

Η ιδέα για το βιβλίο αυτό γεννήθηκε στα τέλη του «προσφυγικού καλοκαιριού», το 2015. Σε πολλές κοινωνικές συζητήσεις που έγιναν έκτοτε, η αρχαιογενετική μπορεί να συμβάλει – θα πήγαινε μάλιστα χαμένος ο κόπος των ερευνητών, αν αυτή η γνώση παρέμενε αφημένη στη σκόνη των οστών. Τα μεγάλα μεταναστευτικά κύματα, που διαμόρφωσαν την Ευρώπη από τους πανάρχαιους χρόνους, αλλά και εκείνα που ξεκίνησαν από εδώ και ίδρυσαν τον δυτικό κόσμο, αποτελούν θέμα των επόμενων σελίδων. Πραγματευόμαστε σε αυτές, μεταξύ άλλων, την αιώνια διαδρομή των Βαλκανίων και τις συγκρούσεις που υπάρχουν από αμνημονεύτων χρόνων και οι οποίες συνδεόνται με τη μετανάστευση. Θα εξηγήσουμε γιατί οι πρώτοι Ευρωπαίοι είχαν σκούρο δέρμα. Και γιατί με τις αναλύσεις του γονιδιώματος μπορεί μεν κανείς να τοποθετήσει μεμονωμένους Ευρωπαίους σε έναν χάρτη, οι λαοί ή οι εθνικότητες όμως δεν μπορούν να απομονωθούν γενετικά. Τεντώνουμε ένα τόξο από την εποχή των

παγετώνων, κατά την οποία άρχισε το γενετικό ταξίδι των Ευρωπαίων, και φτάνουμε μέχρι σήμερα, που βρισκόμαστε πολύ κοντά στο να πάρουμε την εξέλιξή μας στα ίδια μας τα χέρια. Μάλιστα στο βιβλίο αυτό δεν θα συζητηθούν μόνο πολιτικές διαμάχες αλλά και θα συνοψιστούν για πρώτη φορά σε γερμανόφωνο έργο οι γνώσεις της αρχαιογενετικής σχετικά με την ιστορία της Ευρώπης.

Για συζητήσεις του τύπου άσπρο ή μαύρο, δεν είναι κατάλληλες οι νέες γνώσεις. Αναμφίβολα οι μετανάστες διαμόρφωσαν την Ευρώπη και αναμφισβήτητα οι συνοδευόμενες απορρίψεις έφεραν πολλή δυστυχία μαζί τους, για παράδειγμα για τους κυνηγούς και τους συλλέκτες, οι οποίοι εκτοπίστηκαν από τους γεωργούς της Ανατολίας. Η ιστορία της μετανάστευσης είναι και ιστορία θανατηφόρων ασθενειών, η ιστορία της πανούκλας για παράδειγμα, η οποία φτάνει μέχρι πίσω στη λίθινη εποχή. Είναι αρκετά πιθανό να άνοιξε έναν διάδρομο θανάτου μέσα από την Ευρώπη και να διευκόλυνε εκείνους τους ανθρώπους των οποίων οι απόγονοι εισήγαγαν αργότερα την εποχή του χαλκού. Το βιβλίο, έχουμε επίγνωση αυτού, προσφέρει επιχειρήματα σε εκείνους που είναι ανοιχτοί απέναντι στη μετανάστευση, καθώς και σε εκείνους που θέλουν να επιβάλουν αυστηρά όρια. Ελπίζουμε ότι μετά την ανάγνωση του βιβλίου κανείς δεν θα μπορεί να αρνηθεί ότι η κινητικότητα είναι στη φύση του ανθρώπου. Το καλύτερο για τους συγγραφείς θα ήταν φυσικά αν οι αναγνώστες πλησίαζαν την άποψή τους, ότι δηλαδή η επί χιλιετίες δοκιμασμένη παγκόσμια κοινωνία θα είναι και στο μέλλον το

κλειδί της προόδου, και για την Ευρώπη, αν όχι κυρίως γι' αυτήν.

Για το βιβλίο αυτό εργάστηκαν δύο συγγραφείς: Ο Johannes Krause, ο οποίος από το επόμενο κεφάλαιο αναλαμβάνει τον ρόλο του πρωτοπρόσωπου αφηγητή. Είναι ένας από τους πιο αναγνωρισμένους ειδικούς (για λόγους μετριοφροσύνης αυτό το γράφει ο δεύτερος συγγραφέας) στον τομέα της αρχαιογενετικής παγκοσμίως και διευθυντής του Ινστιτούτου Μαξ Πλανκ για την Ανθρώπινη Ιστορία στην Ιένα. Έργο του δεύτερου συγγραφέα, του Thomas Trappe, δεν ήταν μόνο να συμπυκνώσει τη συγκεντρωμένη γνώση του Krause σε μια συμπαγή αφήγηση, αλλά και να την εντάξει σε ένα σύγχρονο πλαίσιο και να την τοποθετήσει στις επίκαιρες πολιτικές συζητήσεις. Ο Trappe συνεργάστηκε επανειλημμένως τα προηγούμενα χρόνια με τον Krause δημοσιογραφικά, ενώ ασχολήθηκε επιπλέον με τον εθνικισμό και με τον εθνοφυλετικό τρόπο σκέψης των σημερινών ημερών. Σε πολλές συζητήσεις των δύο συγγραφέων δημιουργήθηκε η επιθυμία να συνενώσουν την επιστήμη και τις επίκαιρες συζητήσεις στο ίδιο βιβλίο.

Θα ξεκινήσουμε με μια γρήγορη διαδρομή μέσα από τις βασικές γνώσεις της αρχαιογενετικής. Και με το οστό ενός δακτύλου, το οποίο επηρέασε σημαντικά την επιστημονική σταδιοδρομία του Krause. Μας γνώρισε, με τρόπο εντελώς απροσδόκητο, έναν νέο τύπο ανθρώπου – και απέδειξε έμμεσα τη συγγένεια των πρώτων Ευρωπαίων με τον άνθρωπο του Νεάντερταλ.

Κεφάλαιο 1



Οστά

Ένα δάχτυλο από τη Σιβηρία μας οδηγεί
στον καινούριο Αρχάνθρωπο.
Γενετιστές με διάθεση χρυσωρύχων έχουν
θαυματοργά μηχανήματα. Ο Αδάμ και
η Εύα ζούσαν χώρια. Ο άνθρωπος του
Νεάντερταλ ήταν μια πλάνη. Το Τζουράσικ
Παρκ τους τρελαίνει όλους.
Ναι, είμαστε όλοι συγγενείς
με τον Κάρολο τον Μέγα.



Οστά

Σπήλαιο Ντενίσοβα

Άνθρωποι του Ντενίσοβα

Καρπάθια

Μαύρη Θάλασσα

Καύκασος

Κασπία Θάλασσα

Περίπου 500.000 χρόνια πριν

Άνθρωποι του Νεάντερταλ

Περίπου 270.000 χρόνια πριν

Μεσόγειος

Οροσειρά του Ταύρου

Πρώτοι σύγχρονοι άνθρωποι

Περίπου 600.000 χρόνια πριν

Πρόγονοι των Νεάντερταλ και Ντενίσοβαν

Όρη Ζάγκρος



Ένα κόκαλο πάνω στο γραφείο

Το ακροδάχτυλο που βρήκα ένα πρωί του χειμώνα του 2009 πάνω στο γραφείο μου ήταν απλώς το αξιοθρήνητο υπόλειμμα ενός δακτύλου. Το νύχι έλειπε, το δέρμα, έτσι κι αλλιώς, ήταν ουσιαστικά μόνο η άκρη του επάνω οστού ενός δακτύλου, όχι μεγαλύτερο από το κουκούτσι του κερασιού. Ανήκε, όπως ανακάλυψα αργότερα, σε κορίτσι πέντε έως επτά ετών. Το ακροδάχτυλο ήταν μέσα σε έναν, συνηθισμένο στο εμπόριο, ενισχυμένο φάκελο και ερχόταν από μακριά, από το Νοβοσιμπίρσκ. Δεν χαίρονται όλοι όταν, πριν ακόμα πουν καλά καλά καφέ, βρίσκουν πάνω στο γραφείο τους αποκομμένα σημεία ενός σώματος από τη Ρωσία. Εγώ χάρηκα όμως.

Πριν από περίπου μια δεκαετία, το 2000, ο Αμερικανός πρόεδρος Μπιλ Κλίντον είχε δώσει στον Λευκό Οίκο μια συνέντευξη Τύπου, κατά την οποία έπειτα από δεκάχρονες εργασίες και τρισεκατομμύρια επενδύσεις στο «Πρότζεκτ του ανθρώπινου γονιδίου» ανακοινώθηκε η αποκρυπτογράφηση του ανθρώπινου γονιδιώματος. Το DNA έγινε τότε θέμα παντού, η FAZ δημοσίευε στην επιφυλλίδα της τις ακολουθίες του ανθρώπινου γονιδιώματος – την ατέλειωτη σειρά των βάσεων A, T, C και G, από τις οποίες αποτελείται το DNA. Πολλοί συνειδητοποίησαν ξαφνικά εκείνη την εποχή τη σημασία την οποία θα αποκτούσε στο μέλλον η γενετική. Επικρατούσε πάντως η άποψη ότι μπορούμε να διαβάζουμε το DNA ενός ανθρώπου σαν να ήταν κατασκευαστικό σχέδιο.

Το 2009 η επιστήμη βρέθηκε πολύ πιο κοντά σ' αυτόν τον στόχο. Εκείνη την εποχή δούλευα στο Ινστιτούτο Μαξ Πλανκ της Λιψίας ως υποψήφιος διδάκτορας της Εξελικτικής Ανθρωπολογίας, γνωστής και με το ακρωνύμιο MPI-EVA (IMP-ΕΞΑ). Το Ινστιτούτο αυτό ήταν τότε η παγκοσμίως πρώτη διεύθυνση για άντρες και γυναίκες επιστήμονες, οι οποίοι, με τη βοήθεια εξαιρετικά αποτελεσματικής τεχνικής, ήθελαν να βρουν την ακολουθία του DNA από παλιά κόκαλα. Είχαν προηγηθεί δεκαετίες προσπαθειών γενετικής έρευνας, χάρη στην οποία κατέστη για πρώτη φορά δυνατόν, με τη βοήθεια του δακτυλικού οστού που ήταν πάνω στο γραφείο μου, να μεταγραφεί κατά κάποιον τρόπο η ιστορία της γένεσης της ανθρωπότητας. Διότι το εύρημα από τη Σιβηρία παρέπεμπε στα υπολείμματα 70.000 ετών ενός κοριτσιού, το οποίο ανήκε σε μια μέχρι τότε άγνωστη μορφή αρχανθρώπου. Αυτό μαρτυρούσαν τα ορισμένα χιλιοστόγραμμα σκόνης από οστά – και μια εξαιρετικά σύνθετη μηχανή ακολουθιών. Λίγα μόνο χρόνια νωρίτερα θα ήταν τεχνικά αδιανόητο να συμπεράνει κανείς από ένα μικροσκοπικό ακροδάχτυλο σε ποιον ανήκε. Και το κομμάτι του οστού δεν μας έδειχνε μόνο αυτό. Μάθαμε και τι συνέδεε το κορίτσι μ' εμάς τους ανθρώπους που ζούμε σήμερα – και σε τι διέφερε από εμάς.

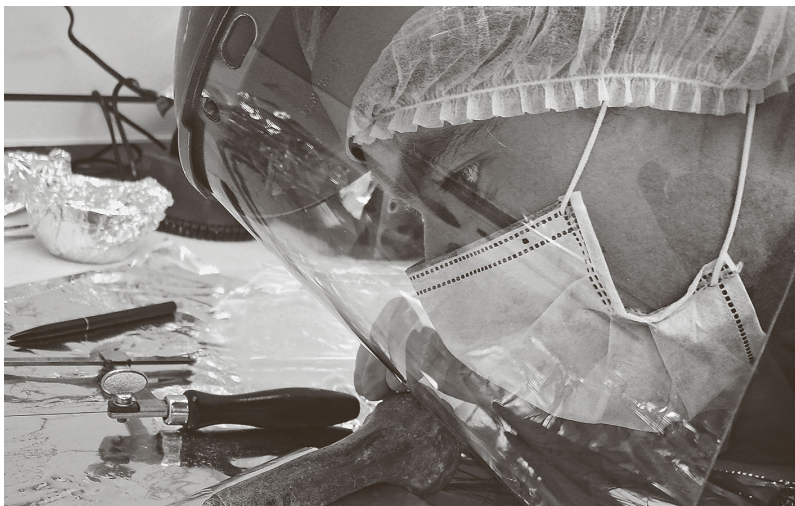
Ένα δισεκατομμύριο την ημέρα

Το DNA ως κατασκευαστικό πλάνο είναι γνωστό εδώ και πάνω από εκατό χρόνια. Το 1953 ο Τζέιμς Ουότσον και ο

Φράνσις Κρικ ύστερα από προεργασία της Ρόζαλιντ Φράνκλιν ανακάλυψαν τη δομή του, πράγμα για το οποίο εννέα χρόνια αργότερα πήραν το Νόμπελ Ιατρικής (η Φράνκλιν είχε ήδη πεθάνει, στη νεαρή ηλικία των 37 ετών). Η ιατρική ήταν επίσης εκείνη που συνέβαλε έκτοτε στην έρευνα του DNA και τελικά προανήγγειλε την έναρξη του πρότζεκτ για το ανθρώπινο γονιδίωμα.

Ορόσημο για να αποκρυπτογραφηθεί το DNA, για να μπορέσει να διαβαστεί, υπήρξε στη δεκαετία του 1980 η ανάπτυξη της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμερών.¹ Αυτή η διαδικασία είναι μια από τις βάσεις των σημερινών μηχανισμών αλληλουχίας, οι οποίοι διαλέγουν την ακολουθία των βάσεων ενός μορίου DNA. Από την αλλαγή της χιλιετίας και έπειτα, οι μηχανισμοί αλληλουχίας εξελίχτηκαν ταχύτατα. Όποιος θυμάται τον παλιό του Commodore 64 και σήμερα χρησιμοποιεί έξυπνο τηλέφωνο, μπορεί να φανταστεί σε γενικές γραμμές πόσο γρήγορα προχωράει η τεχνολογία και στη γενετική.

Μερικοί αριθμοί μας επιτρέπουν να φανταστούμε σε τι διαστάσεις κινούμαστε όταν πρόκειται για την αποκρυπτογράφηση του DNA: το ανθρώπινο γονιδίωμα αποτελείται από 3,3 δισεκατομμύρια βάσεις.² Για να αποκρυπτογραφηθούν οι κληρονομικές πληροφορίες ενός ανθρώπου χρειάζονταν το 2003, όταν τελείωσε το πρότζεκτ του ανθρώπινου γονιδιώματος, περισσότερα από δέκα χρόνια.³ Σήμερα δημιουργούμε στο εργαστήριό μας ένα τρισεκατομμύριο ζεύγη βάσεων την ημέρα. Ο αριθμός παραγωγής των μηχανισμών πολλαπλασιάστηκε τα προηγούμενα δώδεκα χρόνια κατά εκατοντάδες



Ο Johannes Krause παίρνει δείγμα DNA από το οστό του άνω βραχίονα του ανθρώπου του Νεάντερταλ



Ο μεγαλύτερος κίνδυνος κατά την ανάλυση είναι η μόλυνση. Για να αποφευχθεί αυτό, τα δείγματα των οστών παίρνονται σε προστατευτικά καλύμματα και σε αεροστεγείς χώρους.

εκατομμύρια, ώστε σήμερα σε έναν και μόνο μηχανισμό αλληλουχίας να μπορούμε να αποκωδικοποιήσουμε τον απίθανο αριθμό των 300 ανθρωπίνων γονιδιωμάτων σε μία μέρα. Σε δέκα χρόνια θα αποκωδικοποιούνται παγκοσμίως με σχετική βεβαιότητα τα γονιδιώματα εκατομμυρίων ανθρώπων· οι δε μελλοντικές εξελίξεις σχεδόν πάντα υποτιμούνταν μέχρι τώρα. Οι ακολουθίες DNA αξιολογούνται όλο και πιο γρήγορα και με όλο και μικρότερο κόστος και αποτελούν έτσι επιλογή του καθενός. Στο μεταξύ η εξέταση ενός γονιδιώματος κοστίζει λιγότερο από μια μεγάλη αιματολογική εικόνα – είναι λογικό ότι για τους νέους γονείς σύντομα θα αποτελεί ρουτίνα η αποκρυπτογράφηση του γονιδιώματος του νεογέννητου μωρού τους. Η αλληλουχία του DNA προσφέρει αδιανόητες δυνατότητες, για παράδειγμα την έγκαιρη διάγνωση γενετικής προδιάθεσης για συγκεκριμένες ασθένειες, και η δυναμική πρόκειται να αυξηθεί.⁴

Ενώ η ιατρική αποκρυπτογραφεί τα γονιδιώματα ανθρώπων που ζουν σήμερα, ώστε να καταλάβει καλύτερα τις ασθένειες και στη βάση αυτή να αναπτύξει νέες θεραπείες και νέα φάρμακα, οι αρχαιογενετιστές χρησιμοποιούν τις τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί στη γενετική, προκειμένου να αναλύσουν αρχαιολογικά ευρήματα –παλιά οστά, δόντια αλλά και δείγματα του εδάφους– και, μέσω του DNA που βρίσκουν, να εξαγάγουν συμπεράσματα για την καταγωγή ανθρώπων που έχουν πεθάνει προ πολλού. Για την αρχαιολογία ανοίγουν έτσι εντελώς νέοι δρόμοι. Διαφορετικά απ' ό,τι συνέβαινε μέχρι τώρα, η αρχαιολογία δεν εξαρτάται πλέον μόνο από θεωρίες και ερμηνείες, αλλά μπορεί, για παράδειγμα, να τεκμηριώνει

μετακινήσεις ανθρώπων στη βάση γενετικών αναλύσεων. Η αποκρυπτογράφηση παλιών DNA έχει για την αρχαιολογία τη σημασία μιας άλλης τεχνολογικής επανάστασης, η οποία φτάνει στη δεκαετία του 1950 του προηγούμενου αιώνα. Τότε ο προσδιορισμός της ηλικίας των αρχαιολογικών ευρημάτων τέθηκε σε εντελώς καινούρια βάση με τη μέθοδο του ραδιοάνθρακα. Με τη μέθοδο αυτή μπορούσαν να χρονολογηθούν για πρώτη φορά με αξιοπιστία ανθρώπινα υπολείμματα, έστω κι αν αυτό δεν ήταν δυνατόν να γίνει με ακρίβεια έτους.⁵ Η αρχαιογενετική καθιστά μάλιστα τώρα δυνατή την ανάγνωση σε μέρη του σκελετού και διακρίνουμε σχέσεις, για τις οποίες δεν ξέραμε τίποτα, δεν ξέραμε σε ποιους ανήκουν τα οστά. Τα ανθρώπινα υπολείμματα, εκ των οποίων κάποια ήταν θαμμένα στη γη για αρκετές δεκάδες χιλιάδες χρόνια, γίνονται έτσι πολύτιμοι αγγελιαφόροι του παρελθόντος. Πάνω τους είναι γραμμένες οι ιστορίες των προγόνων μας, που θα σας τις διηγηθούμε –κάποιες για πρώτη φορά– σ’ αυτό το βιβλίο.

Πρόοδος μέσω μετάλλαξης

Η νεαρή επιστήμη της αρχαιογενετικής μπορεί να μας βοηθήσει να βρούμε απαντήσεις σε κάποια από τα παλιότερα και πιο ουσιαστικά ερωτήματα της ιστορίας της ανθρωπότητας: Τι είναι αυτό που μας κάνει ανθρώπους; Από πού ερχόμαστε; Πώς γίναμε αυτοί που είμαστε σήμερα;

Ένας από τους σημαντικούς πρωτοπόρους του τομέα

αυτού είναι ο Σβάντε Πεέμπο, διευθυντής από το 1999 του Ινστιτούτου Μαξ Πλανκ για την Εξελικτική Ανθρωπολογία στη Λιψία. Ως γιατρός ο Πεέμπο εξήγαγε το 1984 κατά τη διάρκεια της αναγόμευσής του σε διδάκτορα στο σουηδικό πανεπιστήμιο της Ουψάλας –λίγο πολύ τις νύχτες κρυφά στο εργαστήριο– DNA από μια αιγυπτιακή μούμια. Ήταν η αρχή μιας μεγάλης καριέρας. Το 2003 ο Πεέμπο με πήρε ως τελειόφοιτο στη Λιψία. Όταν δύο χρόνια αργότερα τέθηκε το θέμα της εύρεσης ενός θέματος για τη διπλωματική μου, μου πρότεινε να αποκρυπτογραφήσω μαζί με την ομάδα του το γονιδίωμα του ανθρώπου του Νεάντερταλ. Στην πραγματικότητα σκέτη τρέλα: Με τα τότε επίπεδα της τεχνολογίας ένα τέτοιο εγχείρημα θα απαιτούσε δεκαετίες, επιπλέον θα έπρεπε να κονιορτοποιήσουμε δεκάδες κιλά πολύτιμων οστών του ανθρώπου του Νεάντερταλ. Εμπιστευόμουν όμως τον Πεέμπο και την ικανότητά του να αξιολογήσει ρεαλιστικά το πρότζεκτ. Δέχτηκα την πρόταση. Η απόφαση αποδείχτηκε σωστή. Χάρη στη συναρπαστικά γρήγορη εξέλιξη της τεχνικής αλληλουχίας ολοκληρώσαμε την εργασία τρία χρόνια αργότερα, και μάλιστα με πολύ λιγότερη εργασία πάνω σε οστά.

Αυτή την εποχή έφτασε στα χέρια του και το κομμάτι του δακτύλου από το Αλτάι. Αυτού του είδους τα οστά είναι φορείς δεδομένων της αρχαιογενετικής, από τα οποία μπορούμε να εξαγάγουμε πολλά συμπεράσματα. Ανήκε άραγε ο αρχάνθρωπος από τον οποίο ήταν το οστό στους άμεσους προγόνους μας ή μήπως η γραμμή του κάποια στιγμή εξαφανίστηκε; Τα γονιδιώματα των αρχανθρώπων γίνονται έτσι το καλούπι πάνω στο οποίο τοποθετούμε το σημερινό μας

DNA. Ως επιστήμονες μας ενδιαφέρουν οι θέσεις στις οποίες το καλούπι δεν ταιριάζει πλέον. Συγκεκριμένα, πρόκειται για τις θέσεις στις οποίες έχει αλλάξει το DNA μας, τα σημεία στα οποία έχει μεταλλαχτεί. Έστω κι αν η λέξη έχει για πολλούς δυσάρεστη χροιά, η μετάλλαξη είναι η κινητήρια δύναμη της εξέλιξης και ο λόγος για τον οποίο ο άνθρωπος και ο χιμπατζής κοιτάζουν με θαυμασμό ο ένας τον άλλο, με έναν φράχτη όμως ανάμεσά τους. Για την αρχαιογενετική οι μεταλλάξεις αποτελούν ορόσημο στην ιστορία της ανθρωπότητας.

Στον χρόνο που χρειάζεστε για να διαβάσετε αυτό το κεφάλαιο θα αλλάξει χημικά το DNA των κυττάρων του σώματός σας, επειδή καταστρέφεται διαρκώς και πρέπει να ανανεωθεί, στο δέρμα, στο έντερο, παντού. Όταν κατά τη διαδικασία αυτή κάτι πάει στραβά, μιλάμε για μεταλλάξεις. Συμβαίνουν πολύ συχνά, πράγμα που δεν μας εκπλήσσει ενόψει της υψηλής συχνότητας της ανανέωσης των κυττάρων. Κατά κανόνα οι μεταλλάξεις αποκαθίστανται αμέσως από το σώμα, αυτό ωστόσο δεν λειτουργεί πάντα. Αν οι μεταλλάξεις παρουσιαστούν στους γαμέτες, στο σπέρμα και στις ωοθήκες δηλαδή, μπορεί να μεταδοθούν κληρονομικά στην επόμενη γενιά. Εδώ παρεμβαίνει μια προστατευτική λειτουργία του σώματος: Οι γαμέτες με μεταλλάξεις, οι οποίες προκαλούν σοβαρές ασθένειες, συνήθως νεκρώνονται. Σε περιπτώσεις μικρότερων μεταλλάξεων αντιθέτως δεν είναι απαραίτητο ότι αυτό θα συμβεί. Τότε κληροδοτείται υπό συνθήκες κάποια γενετική τροποποίηση.⁶

Οι γενετικές τροποποιήσεις που οδηγούν σε περισσότερους απογόνους εξαπλώνονται γρηγορότερα στους

πληθυσμούς, διότι μεταφέρονται συχνότερα. Το γεγονός, για παράδειγμα, ότι ένας άνθρωπος έχει λιγότερες τρίχες από τα μακρινά ξαδέλφια του, τους πονγκίδες, είναι μάλλον το αποτέλεσμα πολλών μεταλλάξεων – αντί για τρίχες αναπτύσσονται ιδρωτοποιοί αδένες. Με αυτό το καινούριο σύστημα δροσί-σματος ο αρχάνθρωπος με τις λιγοστές τρίχες άντεχε να τρέχει περισσότερο, να κυνηγάει καλύτερα και να το βάζει στα πόδια, ζούσε συνεπώς πιο πολλά χρόνια και είχε μεγαλύτερες ελπίδες να πολλαπλασιαστεί. Οι αρχάνθρωποι, με κληρονομική ιδιότητα τις περισσότερες τρίχες, έμεναν αντίθετα απέξω και εξαφανίστηκαν. Οι περισσότερες μεταλλάξεις ωστόσο δεν έχουν κάποιον συγκεκριμένο σκοπό και δεν οδηγούν πουθενά. Είτε δεν έχουν κανένα αποτέλεσμα για τον οργανισμό ή τον βλάπτουν και θεωρούνται αρνητικές, που σημαίνει ότι ξεδιαλέγονται. Οι σπάνιες περιπτώσεις κατά τις οποίες οι αλλαγές αποδεικνύονται χρήσιμες για την επιβίωση και την αναπαραγωγή θεωρούνται απεναντίας θετικές. Τέτοιου είδους μεταλλάξεις εξαπλώνονται και προωθούν διαρκώς την ανάπτυξη. Η εξέλιξη είναι επομένως ένας συνδυασμός συμπτώσεων υπό τους όρους ενός σταθερού τεστ στην πράξη.

Ο αρχάνθρωπος σας χαιρετά

Μια ματιά στο κληρονομικό υλικό παλαιών οστών μοιάζει για την αρχαιογενετική με ένα ταξίδι μέσα σε μηχανή του χρόνου: Βάσει του DNA των προγόνων μας που έζησαν πριν από αρκετές δεκάδες χιλιάδες χρόνια μπορούμε να

αναγνωρίσουμε ποιες μεταλλάξεις έχουν παρατηρηθεί στον σημερινό άνθρωπο και ποιες ιδιότητες χάθηκαν. Σε τέτοιου είδους γνώση ελπίζαμε όταν αναλύαμε το δακτυλικό οστό από τη Ρωσία.

Ο Ανατόλι Ντερεβιάνκο, ένας από τους σημαντικότερους αρχαιολόγους της Ρωσίας, βρήκε το ηλικίας 70.000 ετών οστό στο σπήλαιο Ντενίσοβα, σε ύψος περίπου 700 μέτρων στο Αλτάι. Η οροσειρά βρίσκεται περισσότερα από 35.000 χιλιόμετρα ανατολικά της Μόσχας, στα ρωσικά σύνορα με την Κίνα, το Καζακστάν και τη Μογγολία, και συνεπώς στο κέντρο της Ασίας. Το σπήλαιο Ντενίσοβα δεν είναι απλώς ένας αγαπημένος ταξιδιωτικός προορισμός, αλλά εδώ και χρόνια μια πηγή για τους επιστήμονες, που βρίσκουν τακτικά εκεί οστά και κάθε λογής αντικείμενα φτιαγμένα από ανθρώπινο χέρι κατά τη λίθινη εποχή. Ταυτόχρονα είναι πλεονέκτημα το γεγονός ότι στο Αλτάι επικρατεί σιβηρικό κλίμα, τέτοιο που δεν μπορεί να το φανταστεί κανείς, διότι το ψύχος διατηρεί τα ευρήματα σε πολύ καλή κατάσταση. Από τότε που ο Σβάντε Πεέμπο, μερικοί συνάδελφοι και εγώ ήρθαμε στην περιοχή για να συναντήσουμε τον Ντερεβιάνκο, ξέρω ότι στους μείον 42 βαθμούς σχηματίζονται στο δέρμα παγοκρύσταλλοι.

Στο εργαστήριο της Λιψίας το οστό του δακτύλου από το Αλτάι υπέστη μια διαδικασία που διεξάγεται χιλιάδες φορές. Ανοίγεται μια μικρή τρύπα στο οστό, η σκόνη που προκύπτει εν συνεχεία τοποθετείται σε ένα ειδικό υγρό, όπου τελικά τα μόρια του DNA απελευθερώνονται από τη σκόνη. Πολλά πειράματα δεν κάναμε στη συγκεκριμένη περίπτωση, διότι

μπορούσαμε να αφαιρέσουμε μόνο δέκα χιλιοστόγραμμα σκόνης, που αντιστοιχούν σε ένα ψίκουλο ψωμιού. Θεωρήσαμε πως είχαμε να κάνουμε με ένα συνηθισμένο οστό ενός σύγχρονου ανθρώπου, ίσως και με το οστό ενός ανθρώπου του Νεάντερταλ. Η μηχανή έδωσε ξαφνικά όμως ορισμένα αποτελέσματα, με τα οποία αρχικά δεν ήξερα τι να κάνω. Το DNA δεν ταίριαζε ούτε με αυτό του σύγχρονου ανθρώπου ούτε με αυτό του ανθρώπου του Νεάντερταλ. Συγκάλεσα βιαστικά την ομάδα μας, για να τους παρουσιάσω τα αινιγματικά αποτελέσματα. «Τι λάθος έκανα;» ρώτησα. Εξετάσαμε μαζί ξανά και ξανά τα δεδομένα. Στο τέλος κατέστη τελικά σαφές: Δεν είχα κάνει λάθος. Όταν αργότερα τηλεφώνησα στον προϊστάμενό μου, του ζήτησα να καθίσει. «Σβάντε, νομίζω ότι βρήκαμε τον *homo erectus*». Ο *homo erectus* είναι ο κοινός πρόγονος του σύγχρονου ανθρώπου και του ανθρώπου του Νεάντερταλ, και μέχρι τώρα δεν υπάρχουν αποκωδικοποιημένα DNA. Ήμασταν, έτσι πίστευα τότε, οι πρώτοι που τα είχαν καταφέρει.

Τι είχαμε δει στο DNA του δακτυλικού οστού; Διέφερε από το γενετικό υλικό του σημερινού ανθρώπου σε διπλάσια σημεία απ' ό,τι το DNA του ανθρώπου του Νεάντερταλ σε σχέση με το δικό μας. Αυτό θα σήμαινε ότι ο άνθρωπος από το σπύλαιο Ντενίσοβα και ο άνθρωπος του Νεάντερταλ είχαν ακολουθήσει προ πολλού ξεχωριστούς εξελικτικούς δρόμους συγκριτικά με τον άνθρωπο του Νεάντερταλ και τον σύγχρονο άνθρωπο. Οι υπολογισμοί που κάναμε τότε παρουσίαζαν ότι πριν από περίπου ένα εκατομμύριο χρόνια εξελίχτηκαν από τον *homo erectus* στην Αφρική δύο



Το σπήλαιο Ντενίσοβα στα σιβηρικά όρη Αλτάι, όπου βρέθηκαν τα οστά του δακτύλου του κοριτσιού. Στο σπήλαιο αυτό έζησαν και οι πρώτοι σύγχρονοι άνθρωποι και άνθρωποι του Νεάντερταλ.

ξεχωριστές γραμμές. Από τη μια προέκυψαν ο άνθρωπος του Νεάντερταλ και ο σύγχρονος άνθρωπος, ενώ η άλλη εξελίχτηκε στην Ασία στον άνθρωπο του Ντενίσοβα. Και αυτό ανέτρεπε πολλές από τις βεβαιωμένες γνώσεις της εξελικτικής έρευνας, μεταξύ άλλων τη βεβαιότητα ότι πριν από 70.000 χρόνια εκτός από τον πρώιμο σύγχρονο άνθρωπο και τον άνθρωπο του Νεάντερταλ δεν ζούσε καμία άλλη μορφή αρχανθρώπου στον πλανήτη.

Τα δεδομένα μας παραπλάνησαν όμως, πράγμα που τότε δεν ξέραμε ακόμα. Και έτσι διηγηθήκαμε στην πρώτη μας δημοσίευση σχετικά με το Ντενίσοβα, η οποία κυκλοφόρησε

τον Μάρτιο του 2010 στο περιοδικό *Nature* –το Άγιο Δισκοπότηρο των εξειδικευμένων περιοδικών–, αυτή την ιστορία. Ο κόσμος άλλαξε αμέσως γύρω μου, θυμάμαι ακόμα πολλές ομάδες με κάμερες να στέκονται ταυτόχρονα στο εργαστήριό μας. Για μια ολόκληρη εβδομάδα έδινα τηλεφωνικές συνεντεύξεις για την ανακάλυψη του «ανθρώπου του Ντενίσοβα», όπως είχαμε βαφτίσει τον αρχάνθρωπό μας. Ύστερα από λίγες εβδομάδες όμως, αρχίσαμε να αμφιβάλλουμε αν τα δεδομένα τα οποία είχαμε δημοσιεύει ευσταθούσαν. Ή καλύτερα: αν τα είχαμε ερμηνεύσει σωστά.

Μισά άχρηστα, μισά κατασκευαστικό σχέδιο

Όταν μιλάμε για τα γονίδια του ανθρώπου και εννοούμε το γονιδίωμα, αυτό στην πραγματικότητα δεν είναι επιστημονικά σωστό – μόνο ένα μικρό μέρος από τα 3,3 δισεκατομμύρια βασικά ζεύγη του γονιδιώματός μας είναι γονίδια. Αυτό το 2% είναι γονίδια αρμόδια να κωδικοποιούν τις πρωτεΐνες, είναι συνεπώς τα σχέδια για περίπου 30 τρισεκατομμύρια κύτταρα, τα συστατικά στοιχεία του σώματός μας.⁷ Μόνο 19.000 περίπου γονίδια έχει συνολικά ο άνθρωπος και αυτός είναι ένας εκπληκτικά μικρός αριθμός. Μια αμοιβάδα, ένας μικροσκοπικός μονοκύτταρος οργανισμός δηλαδή, έχει 30.000 γονίδια, ένα κοινό πεύκο έχει πάνω από

50.000. Ο αριθμός των γονιδίων δεν είναι καθοριστικός για το πόσο σύνθετος είναι ένας οργανισμός. Διότι σε οργανισμούς με κυτταρικό πυρήνα, οι πληροφορίες από ένα γονίδιο μπορούν να συνδυάζονται σε διαφορετικά συστατικά στοιχεία, το γονίδιο δεν είναι απαραίτητα αρμόδιο για μία μόνο λειτουργία του σώματος. Στους πρωτόγονους οργανισμούς, για παράδειγμα στα βακτήρια, δημιουργείται, αντιθέτως, ένα συστατικό στοιχείο από ένα γονίδιο συνήθως μόνο, το οποίο κατά κανόνα αναλαμβάνει μόνο έναν ρόλο. Θα μπορούσε να πει κανείς ότι τα γονίδια των ανθρώπων, αλλά και των περισσότερων ζώων, είναι μια πολύ μικρή ομάδα με εξαιρετικά καλό ομαδικό παιχνίδι.

Το 50% του ανθρώπινου γονιδιώματος είναι –όπως σε έναν πολύ μεγάλο σκληρό δίσκο– κατειλημμένο από κουταμάρες, ακολουθίες DNA που δεν επιτελούν κάποιον ορατό για μας σκοπό. Εκτός από τα γονίδια, σημαντικό ρόλο παίζουν οι μοριακοί διακόπτες, αποτελούν περίπου το 10% της εξαιρετικά περίπλοκης δομής των γονιδιωμάτων. Αυτοί οι διακόπτες ενεργοποιούνται και απενεργοποιούνται μέσω «παραγόντων μεταγραφής» και φροντίζουν ώστε κάθε μέρος του σώματός μας να παράγει κάθε φορά τις σωστές πρωτεΐνες – και όχι, για παράδειγμα, τα κύτταρα των δακτύλων μας να θεωρούν πως είναι στομαχικά κύτταρα και να παράγουν οξύ. Διότι ουσιαστικά όλα τα κύτταρα ενός ανθρώπου

λαμβάνουν τις ίδιες πληροφορίες από τις οποίες πρέπει στη συνέχεια να ξεχωρίσουν τις σχετικές.

Για την αρχαιογενετική, το φαινόμενο των άχρηστων συστατικών μερών των γονιδιωμάτων αξίζει χρυσάφι, διότι μόνο χάρη σ' αυτά μπορεί να λειτουργήσει το λεγόμενο γενετικό ρολόι. Οι επιστήμονες μετρούν τις μεταλλάξεις σε ολόκληρο το γονιδίωμα και εξάγουν έτσι συμπεράσματα για το πότε, για παράδειγμα, διαιρέθηκαν δύο πληθυσμοί – όσο πιο πίσω βρίσκεται αυτό το σημείο τόσο περισσότερες διαφορές έχουν συγκεντρωθεί στο DNA. Αν ολόκληρο το γονιδίωμα αποτελείτο από γονίδια, τότε ο αριθμός των διαφοροποιήσεων, των μεταλλάξεων δηλαδή, δεν θα εξαρτιόταν από τη διάρκεια του διαχωρισμού, αλλά από το πόσο διαφέρει το περιβάλλον των δύο πληθυσμών. Έτσι οι Αφρικανοί έχουν λιγότερες τροποποιήσεις από τους απογόνους τους που έφυγαν από την Αφρική. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα γονίδια εκείνων που έφυγαν έπρεπε να προσαρμοστούν σε καινούριες εξωτερικές συνθήκες, ενώ εκείνα των Αφρικανών όχι ή τουλάχιστον όχι τόσο πολύ. Παρ' όλα αυτά στα γονιδιώματα των σύγχρονων Αφρικανών αυτά εμφανίζονται, εκτός από το 2% των γονιδίων, περίπου σε τόσες πολλές μεταλλάξεις, όπως και σε όλους τους άλλους ανθρώπους στον κόσμο. Ο λόγος: στο μεγάλο «άχρηστο κομμάτι» του γονιδιώματος υπάρχουν, όπως και

στα γονίδια, μεταλλάξεις, όχι όμως θετική ή αρνητική επιλογή. Από τους τελευταίους κοινούς μας προγόνους έχουν συγκεντρωθεί μεταλλάξεις στον καθένα μας στον ίδιο βαθμό. Το γενετικό ρολόι λειτουργεί επομένως πάντα – ανεξάρτητα από το πόσο διαφορετικά εξελίσσονται τα πραγματικά γονίδια δύο συγκρινόμενων μεταξύ τους πληθυσμών.

Η μητέρα όλων των γονιδίων

Οι αμφιβολίες για την ερμηνεία του DNA των Ντενίσοβαν, όπως γνωρίζουμε σήμερα, ήταν δικαιολογημένες. Ο τρόπος με τον οποίο μπορέσαμε αργότερα να ανακαλύψουμε την πραγματική, όχι λιγότερο εκπληκτική ιστορία, που κρυβόταν από πίσω, αποτελεί παράδειγμα για το πόσο γρήγορα εξελίχτηκε η αρχαιογενετική τα προηγούμενα χρόνια – και πώς αναφέρονταν ξανά και ξανά βεβαιότητες οι οποίες εν μέρει υπήρχαν στην αρχαιογενετική για δεκαετίες. Διότι αποδείχτηκε το εξής: Ακριβώς επειδή ερμηνεύσαμε λανθασμένα τα δεδομένα του Αλτάι, μπορέσαμε να αποκαλύψουμε ένα ακόμα μεγαλύτερο λανθασμένο συμπέρασμα της έρευνας του πρωτόγονου ανθρώπου. Το DNA του Ασιάτη ανθρώπου της Ντενίσοβα μας παρείχε –έμμεσα, αλλά με σαφήνεια– μια τελείως καινούρια ματιά στην εποίκιση της Ευρώπης από τον σύγχρονο άνθρωπο. Και μάθαμε ότι πριν από εκατοντάδες

χιλιάδες χρόνια συνάντησε τον άνθρωπο του Νεάντερταλ. Και ότι έκαναν σεξ.

Για να αναπαραστήσουμε το γενεαλογικό δέντρο του κοριτσιού της Ντενίσοβα, χρησιμοποιήσαμε για την πρώτη δημοσίευση το DNA των μιτοχονδρίων, τα οποία χαρακτηρίζονται και ως εργοστάσια των κυττάρων. Τα DNA των μιτοχονδρίων είναι απλώς ένα μικροσκοπικό μέρος του γονιδιώματός μας. Ενώ σήμερα η ακολουθία των πολύ πιο εκτεταμένων και σχετικών πυρηνικών DNA είναι σπάνταρ, πριν από το 2010 οι επιστήμονες επανέρχονταν συνήθως στο DNA των μιτοχονδρίων, ώστε να εξοικονομήσουν πολύ χρόνο και μεγάλο κόστος.⁸ Μπορεί το DNA των μιτοχονδρίων να μην προσφέρει πολύ λεπτομερή αποτελέσματα, είναι όμως πολύ βοηθητικό για την παραγωγή γενεαλογικού δέντρου. Αφενός όλοι οι άνθρωποι κληρονομούν το DNA των μιτοχονδρίων από τη μητέρα τους, αφετέρου προστίθεται με αξιοπιστία, κατά μέσο όρο κάθε 3000 χρόνια, και μία μετάλλαξη του DNA των μιτοχονδρίων, που μεταδίδεται στην επόμενη γενιά – στη διάρκεια 3000 ετών κληροδοτούνται συνεπώς στη θηλυκή γραμμή ταυτόσημα DNA μιτοχονδρίων. Συγκρίνοντας τα DNA των μιτοχονδρίων δύο ατόμων, μπορεί κανείς να υπολογίσει πότε έζησε η τελευταία κοινή τους πρόγονος – μιλάμε στην περίπτωση αυτή για το «γενετικό ρολόι». Το DNA των μιτοχονδρίων του σημερινού ανθρώπου οδηγεί σε μία και μοναδική πρόγονο, μια «αρχέγονη μητέρα». Έζησε πριν από περίπου 160.000 χρόνια και στη γενετική ονομάζεται «μιτοχονδριακή Εύα». Υπάρχει και το αντίθετο, ο

«αρχέγονος Αδάμ», στον οποίο οδηγούν τα χρωμοσώματα Υ που μεταφέρονται από πατέρα σε γιο. Ωστόσο, ο Αδάμ έζησε 200.000 πριν την αρχέγονη Εύα, οι δυο τους δεν ήταν επ' ουδενί ζευγάρι.⁹

Υπήρχε ορισμένος λόγος για τον οποίο στις πρώτες δημοσιεύσεις σχετικά με την Ντενίσοβα δεν θέλαμε να περιμένουμε την ακολουθία του πυρηνικού DNA. Ο Ανατόλι Ντερεβιάνκο είχε, πέρα από εμάς, ένα ακόμα κόκαλο δακτύλου στο εργαστήριό του και φοβόμασταν ότι οι συνάδελφοί μας θα μπορούσαν να μας προλάβουν με κάποια δημοσίευση. Κανονικά μια τέτοια ερμηνεία δεν αποτελεί πρόβλημα, αφού τόσο από το μιτοχονδριακό όσο και από το πυρηνικό DNA μπορεί να διαβαστεί το γενετικό ρολόι.¹⁰ Το πυρηνικό DNA βαθαίνει σημαντικά τις γνώσεις σχετικά με το μιτοχονδριακό DNA, κατά κανόνα όμως δεν τις αντικρούει. Ακριβώς αυτό ωστόσο ίσχυε στην περίπτωση του κοριτσιού της Ντενίσοβα, διότι το πυρηνικό DNA έδειχνε ένα εντελώς διαφορετικό γενεαλογικό δέντρο. Σύμφωνα με αυτό, οι Ντενίσοβαν δεν διαχωρίζονταν από τους κοινούς προγόνους του σύγχρονου ανθρώπου και του ανθρώπου του Νεάντερταλ, τον *homo erectus* δηλαδή, αλλά πολύ αργότερα από τη γραμμή του ανθρώπου του Νεάντερταλ. Τα νέα δεδομένα έλεγαν συνεπώς ότι αρχικά διαχωρίστηκε μια γραμμή από τους προγόνους του σημερινού ανθρώπου, ώστε αργότερα να διαχωριστεί σε ανθρώπους της Ντενίσοβα και ανθρώπους του Νεάντερταλ. Οι πρόγονοι του σύγχρονου ανθρώπου προχώρησαν στην Ευρώπη, ενώ η άλλη μορφή προς την Ασία. Αυτό ήταν πολύ λογικό με βάση τα όσα ξέρουμε

σήμερα. Έλειπε ακόμα μια σχετική διόρθωση, για την οποία θα έπρεπε να περιμένουμε άλλα έξι χρόνια.

Η αντίφαση μεταξύ μιτοχονδριακού και πυρηνικού DNA λύθηκε από εύρημα αρχαϊκού ανθρώπου στη Σίμα ντε λος Ουέσος (που σημαίνει «τρύπα των οστών») στη βόρεια Ισπανία. Γενετικά ερευνήθηκε το 2016 από την ομάδα εργασίας του Σβάντε Πέεμπο, τα οστά ήταν περίπου 420.000 ετών και βάσει του πυρηνικού τους DNA μπόρεσαν να αντιστοιχιστούν στον άνθρωπο του Νεάντερταλ. Το κλου: Μέχρι τότε πίστευαν ότι εκείνη την εποχή δεν υπήρχε άνθρωπος του Νεάντερταλ στην Ευρώπη. Διότι με όλα τα οστά του ανθρώπου του Νεάντερταλ που είχαν εξεταστεί μέχρι τότε, υπολογίστηκε βάσει του μιτοχονδριακού DNA ότι αυτή η μορφή ανθρώπου είχε διαχωριστεί το πολύ πριν από 400.000 χρόνια από τους προγόνους μας στην Αφρική. Το εύρημα της Ισπανίας μαρτυρούσε μια μετανάστευση¹¹ που έγινε πολύ νωρίτερα και επομένως ότι κάτι δεν πήγαινε καλά με τους παλιούς υπολογισμούς. Εκτός αυτού, στη δημοσίευση αναφερόταν ότι το μιτοχονδριακό DNA του Ισπανού Νεάντερταλ δεν συμφωνεί με εκείνο που γνωρίζαμε από άλλους, πολύ κατοπινούς ανθρώπους του Νεάντερταλ. Αντίθετα, το μιτοχονδριακό DNA του Ισπανού έμοιαζε με εκείνο του κοριτσιού της Ντενίσοβα. Και αυτή ήταν η καθοριστική ένδειξη.

Το λανθασμένο συμπέρασμα προέκυψε στις πρώτες δημοσιεύσεις σχετικά με την Ντενίσοβα, πράγμα που ξεκαθαρίστηκε ξαφνικά, επειδή πήραμε ως σημείο αναφοράς το μιτοχονδριακό DNA του ύστερου Νεάντερταλ, που προφανώς δεν αντιστοιχούσε πια σε εκείνο του αρχέγονου Νεάντερταλ.

Τα νεαρότερα άτομα είχαν αποκτήσει στο γενετικό τους υλικό προφανώς, κάποια στιγμή μετά τον χρόνο ζωής του Ισπανού Νεάντερταλ, ένα διαφορετικό μιτοχονδριακό DNA – και μάλιστα από έναν πρώιμο σύγχρονο άνθρωπο, ή μάλλον από μια πρώιμη σύγχρονη γυναίκα. Ένας άνθρωπος του Νεάντερταλ ζευγάρωσε στην Ευρώπη ή στη γειτονική Εγγύς Ανατολή με τη γυναίκα αυτή, ως εκ τούτου το μιτοχονδριακό DNA έδειχνε μια στενή συγγένεια ανάμεσα στον ύστερο άνθρωπο του Νεάντερταλ και τον σύγχρονο άνθρωπο. Οι Ντενίσοβαν στην Ασία έμειναν αντίθετα αναμεταξύ τους –τουλάχιστον κατά την εποχή του κοριτσιού της Ντενίσοβα δεν φαίνονται γενετικά ίχνη πρόσμιξης– και διατήρησαν στο μιτοχονδριακό και στο πυρηνικό DNA τη σχετικά στενή συγγένεια με τον αρχέγονο Νεάντερταλ. Με βάση τις καινούριες γνώσεις τα δεδομένα του μιτοχονδριακού και του πυρηνικού DNA ταίριαζαν απόλυτα. Μόνο που η μέχρι τότε γνωστή ακτίνα χρόνου των διαχωρισμών έπρεπε να προσαρμοστεί λίγο ακόμα. Έτσι οι Νεάντερταλ και οι Ντενίσοβαν μπορεί να είχαν χωριστεί ήδη πριν από μισό εκατομμύριο χρόνια και όχι, όπως είχε υποτεθεί αρχικά, πριν από 300.000 χρόνια. Ο διαχωρισμός της κοινής γραμμής του ανθρώπου του Νεάντερταλ και του Ντενίσοβαν θα πρέπει με τη σειρά της να είχε λάβει χώρα πριν από 600.000 χρόνια και όχι πριν από 450.000.

Η ανακάλυψη ότι ο Ντενίσοβαν έφερε το μιτοχονδριακό DNA του αρχέγονου Νεάντερταλ και ότι οι κατοπινοί Νεάντερταλ είχαν πλησιάσει τον σύγχρονο άνθρωπο με συγκίνησε όχι μόνο ως επιστήμονα, αλλά και προσωπικά. Ένας από τους λόγους για τους οποίους με ενθουσίαζε ο



Αναπαράσταση ενός ανθρώπου του Νεάντερταλ στο Μουσείο Νεάντερταλ στο Μέτμαν. Οι περισσότεροι από τους σημερινούς ανθρώπους φέρουν γονίδια του Νεάντερταλ, έστω κι αν πρόκειται για μόνο 2% περίπου.

πρωτόγονος άνθρωπος σχετίζεται με την ιστορία της ιδιαίτερης πατρίδας μου, του Λαϊνεφέντε, στο Άιχσφελντ της Θουριγγίας. Διότι εκεί, μερικούς δρόμους από το πατρικό μου, γεννήθηκε ο Γιόχαν Καρλ Φούλροτ, ο άνθρωπος που ανακάλυψε τον Νεάντερταλ. Όταν ήμουν έφηβος, ο Φούλροτ ήταν για μένα είδωλο. Το γεγονός ότι κάποια μέρα θα μπορούσα να συμπληρώσω, κατά ένα μικρό μέρος, το έργο του ούτε καν που το ονειρευόμουν τότε.

Τα άγρια χρόνια πέρασαν

Η ανακάλυψη του Ντενίσοβαν και η εκ νέου ανακάλυψη του Νεάντερταλ δείχνουν πόσο γρήγορα εξελίχτηκε η αρχαιογενετική τον τελευταίο καιρό και ότι μάλλον θα συνεχίσει να εξελίσσεται. Η επιστήμη αυτή, έστω κι αν μόλις τώρα έχει αρχίσει να παίρνει φόρα, έχει πάψει πλέον να είναι παιδί. Ή ακόμα καλύτερα: έχει αφήσει πίσω της την εφηβεία. Διότι στην ιστορία αυτού του καινούριου ερευνητικού κλάδου ανήκει και μια άγρια φάση, κατά την οποία από έναν, κάποιες φορές, μη ορθολογικό ενθουσιασμό προόδου δημοσιεύτηκαν και παράλογες μελέτες. Αυτές ήταν και η αιτία που πολλοί γενετιστές μέχρι πριν από μερικά χρόνια είχαν αμφιβολίες σχετικά με το αν μπορούσαν να αποκωδικοποιηθούν με τρόπο αξιόπιστο παλιά DNA. Η υπερβολική ευφορία είχε λίγο να κάνει και με μια από τις μεγαλύτερες κινηματογραφικές επιτυχίες του Στίβεν Σπίλμπεργκ.

Τα ελάχιστα κόκαλα είναι κατάλληλα για μια ακολουθία,

διότι γι' αυτό πρέπει να είναι καλά διατηρημένο το DNA. Η ακτινοβολία, η ζέστη και η υγρασία είναι οι μεγαλύτεροι εχθροί τους, ο δε μεγαλύτερος απ' όλους είναι ο χρόνος. Όσο περισσότερο καιρό παραμένει εκτεθειμένο ένα οστό, τόσο λιγότερο πιθανό είναι να βρούμε σ' αυτό χρήσιμα DNA. Κάποια DNA αντίθετα μπορούν πάντα να ανιχνευτούν. Προέρχονται από βακτήρια που κατοικούν στο θαμμένο οστό, από αρχαιολόγους που το ξέθαψαν και από όλους εκείνους που απλώς το πλησίασαν, για παράδειγμα σε ένα μουσείο. Το DNA μοιράζεται με παρόμοια αποτελεσματικότητα όπως η άμμος σε ένα εξοχικό σπίτι κοντά στη θάλασσα, ακατάπαυστα επομένως και μέχρι την τελευταία γωνία. Για παράδειγμα, στη δεκαετία του ογδόντα, το DNA που πήρε ο Σβάντε Πεέμπο από τη μούμια του δεν προερχόταν –αυτό σήμερα είναι σίγουρο– από την Αίγυπτο, αλλά από τη Σουηδία, από τον ίδιο δηλαδή.

Παρ' όλα αυτά ξέσπασε τη δεκαετία του ενενήντα ένα πραγματικό κύμα από ακολουθίες DNA. Το θέμα αυτό είχε ισχύ στο κοινό και αποτέλεσε ένα πολλά υποσχόμενο θέμα έρευνας, τουλάχιστον από τη στιγμή που σύμφωνα με μεγάλα μέρη της κοινής γνώμης θα μπορούσε κανείς από παλιά κουνούπια μέσα σε κεχριμπάρι να επαναφέρει στη ζωή δεινοσαύρους – επειδή έτσι το παρουσίαζε το *Τζουράσικ Παρκ* του Σπίλμπεργκ. Πολλά από εκείνα που είχαν σχηματίσει ακολουθίες σε παλιά DNA δεν άξιζαν το χαρτί στο οποίο είχαν τυπωθεί οι σχετικές μελέτες. Τις περισσότερες φορές επρόκειτο για μολυσμένα απολιθώματα και ακόμα και τα δείγματα που οι επιστήμονες μεταχειρίστηκαν με τη

μέγιστη προσοχή δεν αποκλειόταν να έχουν μολυνθεί με το DNA από βακτήρια και ερευνητές. Στα τέλη της δεκαετίας του 1980 υπήρχαν μεν ήδη επιστημονικά κριτήρια για την αυθεντικότητα παλιών DNA, πολλοί επιστήμονες όμως δεν τα λάμβαναν υπόψη τους.

Η τεχνολογική επανάσταση κατά τις μηχανές ακολουθιών από τα μέσα της πρώτης δεκαετίας του 21ου αιώνα κατέστησε, λόγω της εξαιρετικά μεγαλύτερης παραγωγής δεδομένων, πολύ ευκολότερο να αποκλειστούν οι μολύνσεις. Μια επιπλέον επιτυχία παρατηρήθηκε το 2009 σε μια μελέτη του MPI-EVA, για την οποία ήμουν υπεύθυνος. Αποκωδικοποιήσαμε για πρώτη φορά το πλήρες μιτοχονδριακό DNA ενός ανθρώπου της εποχής των παγετώνων, που προερχόταν από τη δυτική Ρωσία. Το σημαντικότερο στην εργασία αυτή ήταν, όπως βλέπουμε τώρα τα πράγματα, το μεθοδολογικό κομμάτι. Αναπτύξαμε μια διαδικασία που αναλύει τις βλάβες στο ανθρώπινο DNA και σήμερα είναι στάνταρ στην αρχαιογενετική. Κατά τη μέθοδο αυτή εξετάζονται συγκεκριμένα τμήματα βλάβης, που προκύπτουν αξιόπιστα, αφού το DNA με το πέρασμα του χρόνου καταστρέφεται ομοιόμορφα – όσο πιο προχωρημένη η καταστροφή τόσο πιο παλιό το DNA. Έτσι μπορούμε να εξαγάγουμε ένα είδος επιταγής καθαρότητας για παλιά DNA. Αν υπάρχουν τμήματα βλάβης, που μας επιτρέπουν να καταλήξουμε σε νεαρό DNA, το δείγμα είναι μολυσμένο και δεν πρέπει να εξεταστεί περαιτέρω. Στον άνθρωπο της εποχής των παγετώνων από τη Ρωσία μπορέσαμε έτσι να αποδείξουμε για πρώτη φορά ότι το DNA του δεν ήταν μολυσμένο.