

Ο ΚΟΣΜΟΣ ΜΑΣ

Ο κόσμος
ως υπόθεση
(α)συμμετρίας

ΓΙΩΡΓΟΣ Χ. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ

ΠΟΛΛΟΙ ΑΠΟ ΕΜΑΣ ΖΟΥΜΕ ΜΕ ΤΗΝ ΑΚΡΑΔΑΝΤΗ ΠΕΠΟΙΘΗΣΗ ΟΤΙ

κατακλυζόμαστε από ένα Σύμπαν συμμετρικό, έναν κόσμο με ίσες ποσότητες και ποιότητες αριστερού και δεξιού. Είναι όμως πράγματι έτσι; Είναι ο κόσμος ίδιος και ίσος δεξιά και αριστερά; Η θέση ενός αντικειμένου στο χώρο έχει απόλυτη σημασία, όπως υποστήριζε ο Ισαάκ Νεύτων, ή αποκτά σημασία μόνο όταν εξετάζεται σε σχέση με τη θέση άλλων αντικειμένων, όπως πίστευε ο Gottfried Wilhelm Leibniz; Η αμφίπλευρη συμμετρία, που διακρίνουμε στα μυρμήγκια, στις πεταλούδες, στους σκαντζόχοιρους, στους πάνθηρες, στους ελέφαντες, στους ανθρώπους, αλλά και στους θεούς μας, είναι άραγε μια αυτονόητη πραγματικότητα ή μήπως άλλη μια πλάνη που καλά θα κάνουμε να την αφήσουμε απείραχτη, για να μην προσθέσουμε μία ακόμα αχρείαστη έγνοια στο βαρφορτωμένο από ψευδοπροβλήματα ημερολόγιό μας; Ο καλλιτέχνης που αιώνες τώρα απευθύνεται επίμονα σε ένα τόσο διαφορετικό κοινό, το οποίο, ως γνωστόν, αγνοεί παντελώς, αποτυπώνει άραγε στα έργα του τη συμμετρία που ανακαλύπτει στη φύση ή μήπως η συμμετρία έχει μια αισθητική αξία η οποία υπερβαίνει και αδιαφορεί για την πραγματικότητα που την υποστηρίζει ή τη διαψεύδει;

Φυσικά... προβλήματα

ΕΠΙΔΙΩΚΟΝΤΑΣ ΟΥΣΙΑΣΤΙΚΟ στοχασμό στην κατεύθυνση των παραπάνω ερωτημάτων, ας ξεκινήσουμε με την παράθεση δύο γνωστών προβλημάτων που μπορεί να αντιμετωπίσει ο... καθένας!

Πρόβλημα 1 (Ozma)

Υποθέστε ότι έχετε την ευκαιρία να επικοινωνήσετε (τηλεφωνικά, ψηφιακά ή με κώδικα Μορς) με κάποιες άγνωστες εξωγήινες οντότητες που επιβαίνουν σε ένα μακρινό διαστημόπλοιο. Μπορείτε να τους δώσετε να καταλάβουν τη σημασία της λέξης «αριστερά» εάν δεν μοιράζεστε ή παρατηρείτε μαζί τους κάποιο μη συμμετρικό αντικείμενο; Επιτρέπεται να πείτε ότι θέλετε και οι συνομιλητές σας να κάνουν όποιο πείραμα θέλουν. Υπάρχει τρόπος να διαφοροποιήσουν το «αριστερά» από το «δεξιά» εάν δεν μοιράζονται μαζί σας κάτι μη συμμετρικό στο οποίο να αναφερθείτε;

Πρόβλημα 2 (έμβρυο)

Υποθέστε τώρα ότι βρίσκεστε ως έμβρυο σε ένα άλλο «διαστημόπλοιο», στη μήτρα της μητέρας που σας κυοφορεί, και επείγεστε να μάθετε ποιο ημιμόριο του σώματός σας είναι το αριστερό και ποιο το δεξιό, προκειμένου να κάνετε τις απαραίτητες διευθετήσεις οργάνων (λόγου χάρη, καρδιάς, σπλήνα, ήπατος κ.λπ.) στη σωστή πλευρά. Με ποιον τρόπο θα αποφύγετε τελικά —εσείς και άλλοι συνομήλικόι σας— να επιλέξετε τη λάθος πλευρά του σώματος στην τοποθέτηση των οργάνων, πράγμα που ενδεχομένως θα απέβαινε μοιραίο; Προτού σπεύσετε να πείτε ότι αυτό είναι δουλειά των γονιδίων, δηλαδή του DNA, θυμηθείτε ότι το DNA, όπως και κάθε άλλη γλώσσα κωδικοποίησης πληροφορίας, περιέχει μονοδιάστατες πληροφορίες που μπορούν να «πουν» αλλά όχι να

δείξουν προς τα αριστερά ή προς τα δεξιά. Επομένως, τα γονίδια δεν μπορούν από μόνα τους να πληροφορήσουν το εμβρυϊκό σώμα που πρέπει να τοποθετήσει την καρδιά.

Στη διαφοροποίηση του αριστερού από το δεξιό πρέπει να εμπλέκεται αυτό που υπό την ευρεία έννοια ονομάζουμε περιβάλλον.

Το περιβάλλον, ως μακροχώρος και μικροχώρος, ανήκει, ως γνωστόν, στην αρμοδιότητα των φυσικών, αυτών δηλαδή που, ενώ καυχώνται για τη μοναδικότητα της επιστήμης τους, συνεχίζουν να μας φορτώνουν με κοσμικά και υπαρξιακά ενδεχόμενα τα οποία αδυνατούμε παντελώς να διαχειριστούμε. Οι φυσικοί, λοιπόν, μέχρι το 1957 πίστευαν ακράδαντα στη «διατήρηση της ομοτιμίας», δηλαδή στην απόλυτη συμμετρία δεξιού-αριστερού. Τη χρονιά όμως εκείνη, η μαντάμ Chien-Shiung Wu απέδειξε πειραματικά ό,τι είχαν λίγους μήνες νωρίτερα προτείνει οι συμπατριώτες της Tsung-Dao Lee και Chen Ning Yang. Ότι, δηλαδή, η ασθενής πυρηνική δύναμη, μία από τις τέσσερις δυνάμεις της φύσης (ηλεκτρομαγνητική, ισχυρή πυρηνική, ασθενής πυρηνική και βαρυτική), δεν υπακούει στην αρχή διατήρησης της ομοτιμίας, αλλά αντίθετα επιδεικνύει ειδική προτίμηση προς τα αριστερά. Το συνταρακτικό αυτό γεγονός, που προς το παρόν παρέχει και τον μόνο τρόπο (πειραματικής) αντιμετώπισης του παραπάνω προβλήματος Ozma (όπως το είχε ονομάσει ένας συντάκτης του *Scientific American*), οδήγησε τον μεν νομπελίστα Wolfgang Pauli να αναρωτηθεί μήπως «ο Θεός είναι ελαφρώς αριστερόχειρας», τον δε, επίσης νομπελίστα, Abdus Salam να ισχυριστεί ότι το Σύμπαν είναι «έναν κύκλωμα με αριστερό μάτι». Αλήθεια ή όχι, η Φύση πάντως δεν φαίνεται να αισθάνεται υποχρεωμένη να ακολουθεί τους κανόνες της ανθρώπινης κοινής λογικής, και αυτό επιτρέπει, αν δεν επιβάλλει, αφενός την επανεξέταση της κωμικοτραγικής διάστασης της δεξιάς και αριστερής πραγματικότητας του ανθρώπου και αφετέρου τη διερεύνηση της σημασίας που μπορεί να έχει η «αριστερόφρων» ασθενής πυρηνική δύναμη στη διαμόρφωση των όποιων κρυμμένων ασυμμετριών της φύσης (μας). Υπάρχουν όμως τέτοιες; Πού και πώς εκδηλώνονται;

Ασυμμετρίες στη ζωή και στον Κόσμο

A. Τα χειρόμορφα μόρια

Μια από τις πρώτες επαναστατικές ανακαλύψεις που άλλαξαν δραστικά τη βιοχημεία είναι η ανακάλυψη, το 1848, από τον Louis Pasteur ότι, ενώ το άλας του τρυγικού οξέος που παράγεται κατά τη φυσική μετατροπή του κρασιού σε ξίδι αποτελείται από κρυστάλλους οι οποίοι στρέφουν το πολωμένο φως προς τα αριστερά, εκείνο που παράγεται με βιομηχανικό τρόπο δεν επηρεάζει την πορεία του πολωμένου φωτός. Λίγα χρόνια μετά διαπιστώθηκε ότι τα βακτήρια μπορούν να επιζήσουν παρουσία του πρώτου αλλά όχι του δεύτερου, και αρκετά χρόνια αργότερα έγινε σαφές ότι όλα (πλην ενός) τα αμινοξέα —τα τριδιάστατα μόρια από τα οποία αποτελούνται οι πρωτεΐνες του σώματος των ζωντανών οργανισμών— μπορούν να υπάρξουν στο εργαστήριο σε δύο κατοπτρικά συμ-

μετρικές (χειρο)μορφές, τα ονομαζόμενα στερεοϊσομερή ή εναντιομερή. Η μία μορφή χαρακτηρίζεται ως L (από το *laevus*: αριστερό), διότι στρέφει το πολωμένο φως προς τα αριστερά, και η δεύτερη ως D (από το *dexterus*: δεξιό), διότι στρέφει το πολωμένο φως προς τα δεξιά. Η εντυπωσιακότερη όμως διαπίστωση ήταν ότι, ενώ στο εργαστήριο τα αμινοξέα μπορεί να υπάρξουν σε οποιαδήποτε από τις δύο μορφές, οι πρωτεΐνες όλων σχεδόν των ζωντανών οργανισμών του πλανήτη αποτελούνται από τα αριστερόστροφα L-αμινοξέα (αντίθετα, τα σάκχαρα του σώματος είναι τύπου D). Δηλαδή, τα κυριότερα δομικά υλικά του σώματος είναι αποκλειστικά ενός τύπου, γεγονός που σημαίνει ότι ο ίδιος ο περίφημος γενετικός κώδικας —ο οποίος, ως γνωστόν, το μόνο που κάνει είναι να κωδικοποιεί πρωτεΐνες από αμινοξέα— και όλος ο κυτταρικός μηχανισμός μετάφρασης βασίζονται αποκλειστικά σε υλικά ενός είδους, τα L-αμινοξέα. Αν και είναι πλέον γνωστό ότι βα-

Διάστημα, ενώ η αντίστροφη ασυμμετρία να παρατηρείται σε κάποιον απομακρυσμένο διαστημικό χώρο.

Τα ευρήματα από τους μετεωρίτες επιβάλλουν, και από αυτή την πλευρά, την εξέταση της υπόθεσης ότι η ζωή ήρθε «ως μόλυνση» από το Διάστημα. Εάν οι μετεωρίτες που αποδεδειγμένα προσέκρουσαν στην «πρωτόγονη» Γη μετέφεραν σε αυτήν L-αμινοξέα, τότε μένει ανοικτό το ενδεχόμενο να εμφύτευσαν τους πρώτους σπόρους ζωής. Από αυτή την άποψη, εξαιρετικό ενδιαφέρον παρουσιάζει μια κατηγορία μικροοργανισμών που ανακαλύφθηκαν σχετικά πρόσφατα, τα εξτρεμόφιλα βακτήρια, τα οποία φαίνεται ότι βρίσκονται φυλογενετικά πολύ κοντά προς τις πρώτες μορφές ζωής, τα Αρχαία. Τα εξτρεμόφιλα, λοιπόν, αντιθέτως από τα υπόλοιπα συνηθισμένα σήμερα βακτήρια και ομοίως με τους άλλους πολυκύτταρους οργανισμούς της Γης, περιέχουν πρωτεΐνες συντιθέμενες από L-αμινοξέα. Ακόμη πιο εντυπωσιακά, περιέχουν και

Η Φύση δεν φαίνεται ΥΠΟΧΡΕΩΜΕΝΗ να ακολουθεί τους κανόνες της ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ κοινής λογικής

κτάρια, μύκητες και αμφίβια έχουν πρωτεΐνες που περιέχουν D-αμινοξέα, καθώς και ότι ελεύθερα D-αμινοξέα μπορεί να υπάρξουν σε διάφορα ζώα, συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπου, έχει καταστεί απολύτως σαφές ότι *η ζωή στη Γη είναι παντελώς εξαρτημένη από τα L-αμινοξέα*.

Πώς δημιουργήθηκε άραγε αυτή η ασυμμετρία στις προτιμήσεις της ζωής; Από τύχη; Από ένα τυχαίο γεγονός στις πρώτες χημικές αντιδράσεις της δημιουργίας της ζωής, το οποίο στη συνέχεια αναπαρήγαγε ατελείωτες φορές η βιολογία; Ή μήπως η υπεροχή των L-αμινοξέων οφείλεται στην αριστερή προτίμηση που δείχνει η ασθενής πυρηνική δύναμη; Ασφαλώς απάντηση δεν μπορεί προς το παρόν να δοθεί. Ωστόσο, η πειραματική απόδειξη της μη διατήρησης της ομοτιμίας αποδεικνύει ότι τα δύο φαινομενικώς κατοπτρικά L- και D-αμινοξέα δεν μπορεί να είναι απολύτως κατοπτρικά, διότι και στις δύο μορφές αμινοξέων τα άτομά τους είναι «αριστερόφρονα», γεγονός που ίσως σημαίνει ότι τα ασταθή D-αμινοξέα διασπώνται ευκολότερα, με συνέπεια να προκαλείται προοδευτικά υπεροχή των L-αμινοξέων.

Εάν το παραπάνω σενάριο ερμηνείας της σαρωτικής επικράτησης των αριστερόστροφων αμινοξέων είναι αληθινό, θα έπρεπε τα L-αμινοξέα να υπερτερούν σε όλο το Σύμπαν. Συμβαίνει όμως κάτι τέτοιο; Ίσως ναι. Οι ελάχιστοι βιολογικά ενδιαφέροντες μετεωρίτες που έφτασαν στη Γη από τα βάθη του Διαστήματος αποδείχθηκε ότι περιέχουν σε συντριπτικό ποσοστό L-αμινοξέα, διαπίστωση που σημαίνει ότι η προτίμηση σε αυτά δεν είναι τοπική ιδιοτροπία της Γης αλλά κοσμικό φαινόμενο. Ίσως, δηλαδή, κάποιες ασύμμετρες διαδικασίες —προφανώς στο επίπεδο της χημείας και της φυσικής— να εκτυλίχθηκαν και να εκτυλίσσονται σε πολύ μεγαλύτερο κομμάτι του Διαστήματος από αυτό που μπορούμε ακόμα να ελέγξουμε. Παραμένει βέβαια προς διερεύνηση το ενδεχόμενο η συγκεκριμένη ασυμμετρία να αφορά το γειτονικό προς εμάς

λίγα ελεύθερα D-αμινοξέα παρόμοια με αυτά που διαπιστώνονται στον εγκέφαλο κυρίως των θηλαστικών. Είναι σαφές ότι χρειαζόμαστε πολλές απαντήσεις ακόμα.

B. Το ασύμμετρο σώμα

Επιπόλαιη μακροσκοπική εξέταση του σώματος των ζώων και του ανθρώπου δημιουργεί αρχικά την εντύπωση ότι αυτό χαρακτηρίζεται από απόλυτη αμφίπλευρη συμμετρία. Προσεκτικότερη όμως εξέταση αποκάλυπτει πλήθος ανατομικών και λειτουργικών διαφορών μεταξύ αριστερού και δεξιού ημίσεως. Και δεν είναι μόνο η επιλεκτική τοποθέτηση όλων των άζυγων οργάνων (λόγου χάρη, καρδιά, ήπαρ, σπλήνας) στη μία πλευρά του σώματος. Στην πράξη, όλα τα όργανα που υπάρχουν σε ζεύγη (δόντια, μάτια, χέρια, πόδια, πνεύμονες, όρχεις κ.λπ.) διαφέρουν λίγο ή πολύ από άποψη θέσης ή μορφής. Ακόμη και τα δύο ημιμόρια του προσώπου διαφέρουν μεταξύ τους!

Τι είναι όμως αυτό που επιτρέπει στους ιστούς και τα όργανα της αριστερής ή της δεξιάς πλευράς του σώματος να «γνωρίζουν» και να «επιλέγουν» τη θέση τους στο αναπτυσσόμενο σώμα; Όταν το 1995 ο Mike Levin και οι συνεργάτες του παρείχαν τις πρώτες ενδείξεις ότι υπάρχουν γονίδια με ασύμμετρη έκφραση, και ότι η τοποθέτηση της καρδιάς μπορεί να οφείλεται στην επιλεκτική έκφραση γονιδίων (και επομένως των πρωτεϊνών που κωδικοποιούν) αριστερά του κομβίου του Hensen στη μέση γραμμή του πρώιμου εμβρύου κοτόπουλου, προκάλεσαν έντονη ερευνητική δραστηριότητα στο πεδίο. Στα εντυπωσιακά αποτελέσματα που ήδη προέκυψαν συγκαταλέγεται και το ότι τα κύτταρα στο κομβίο του Hensen των εμβρύων τρωκτικών φέρουν (μονο)κροσσούς που περιστρέφονται σαν προπέλες, δημιουργώντας ένα διαρκές ρεύμα (μορφογενετικών παραγόντων;) προς τα αριστερά. Αυτό είναι προς το παρόν το κυρίαρχο μοντέλο για την εξήγηση

της ικανότητας των εμβρυϊκών ιστών να διακρίνουν το αριστερό από το δεξιό, και η πιθανή λύση στο «πρόβλημα έμβρυο». Είναι ενδιαφέρον ότι σε σπάνιες περιπτώσεις συγγενών ανωμαλιών της κινητικότητας των κυτταρικών κροσσών, μεταξύ των συμπτωμάτων συγκαταλέγεται και η αναστροφή θέσης (*situs inversus*) των οργάνων του σώματος. Μένει να αποδειχθεί εάν η δομική ασυμμετρία των κροσσών (που αποτελούνται από L-αμινοξέα) ευθύνεται εν τέλει για την ασυμμετρία του εμβρύου. Ένα εναλλακτικό μοντέλο ερμηνείας της πρώιμης εμβρυϊκής ασυμμετρίας την αποδίδει σε ασύμμετρη προή ιόντων, η οποία οφείλεται σε επιλεκτική μετακίνηση κινητικών πρωτεϊνών (κιννοϊνών) κατά μήκος του κυτταρικού σκελετού.

Τις πολλές ανατομικές διαφορές μεταξύ αριστερού και δεξιού ημιμορίου συμπληρώνουν οι εξίσου πολλές λειτουργικές διαφορές μεταξύ των μελών των δύο πλευρών του σώματος.

Κάθε εγκεφαλικό ΗΜΙΣΦΑΙΡΙΟ έχει ανεξάρτητη και διαφορετική ΑΝΤΙΛΗΨΗ για το εγώ και το περιβάλλον μας

Γνωρίζουμε ότι το 10% περίπου των ανθρώπων στη Δύση (11,6% των αντρών και 8,6% των γυναικών) είναι αριστερόχειρες, ενώ περίπου το 20% προτιμούν να χρησιμοποιούν το αριστερό τους πόδι (φέρ' ειπείν, για να κλοτοπίσουν μια μπάλα), το 30% βασίζονται περισσότερο (χωρίς να το συνειδητοποιούν) στο αριστερό τους μάτι και το 40% χρησιμοποιούν προνομιακά το αριστερό τους αφτί. Γιατί άραγε; Είναι θέμα γενετικών προδιαγραφών ή περιβαλλοντικών επιρροών; Άγνωστο προς το παρόν. Η προτίμηση στη χρήση του χεριού μπορεί να διαπιστώνεται με σαφώς κατά τον δεύτερο χρόνο της ζωής, αλλά μπορεί να ανιχνευτεί υπερηχογραφικά από τη δέκατη ή δωδέκατη βδομάδα της εμβρυϊκής ζωής! Ωστόσο, αν και σαφές ότι οι γονείς επηρεάζουν τις προτιμήσεις του παιδιού τους (οι πιθανότητες να γίνει ένα παιδί αριστερόχειρας είναι 9,5% όταν οι γονείς του είναι και οι δύο δεξιόχειρες, 19,5% όταν ο ένας γονιός είναι δεξιόχειρας και ο άλλος αριστερόχειρας, και 26,1% όταν και οι δύο είναι αριστερόχειρες), καμία γενετική μελέτη δεν έχει αποδειξει τον γενετικό χαρακτήρα της προτίμησης. Εξάλλου, ένα στα πέντε ζευγάρια μονοζυγωτών διδύμων χαρακτηρίζεται από διαφορετική προτίμηση των διδύμων στη χρήση του χεριού.

Το βέβαιο πάντως είναι ότι η κατηγοριοποίηση του πληθυσμού με κριτήριο την έκταση των λειτουργικών διαφορών μεταξύ αριστερού και δεξιού ημιμορίου του σώματος ακολουθεί το «πρότυπο της καμπάνας»: πολλοί άνθρωποι εμφανίζουν μικρές διαφορές, λιγότεροι άνθρωποι εμφανίζουν μεγαλύτερες διαφορές και, τέλος, πολύ λίγοι άνθρωποι εμφανίζουν μεγάλες διαφορές.

Γ. Η πλαγίωση του εγκεφάλου και του νου

Οι μικρές ή μεγάλες λειτουργικές διαφορές μεταξύ αριστερής και δεξιάς πλευράς του σώματος φανερώνουν αντίστοιχες διαφορές μεταξύ δεξιού και αριστερού ημισφαιρίου του εγκεφάλου.

Προσεκτική και πολυετής εξέταση ανθρώπων υγιών (λόγου χάρη, με δοκιμασία αμυτάλης ή δικωτική ακοή) ασθενών (έπειτα από εγκεφαλική βλάβη) και χειρουργημένων (με διατομή των συνδέσμων των ημισφαιρίων) οδήγησε σε εντυπωσιακές διαπιστώσεις.

Η πιο εντυπωσιακή από αυτές σηματοδοτήθηκε αναντίρρητα από την ανακοίνωση, το 1864, του γάλλου παθολογοανατόμου Pierre-Paul Broca ότι «ομιλούμε με το αριστερό ημισφαίριο», και την εν συνεχεία απόδειξη ότι το 96% των δεξιόχειρων έχουν τα κέντρα του λόγου στο αριστερό ημισφαίριο, όπως εξάλλου και το 70% των αριστερόχειρων. Από τότε, η θεωρία της εγκεφαλικής συμμετρίας αντικαταστάθηκε από τη θεωρία της λειτουργικής ασυμμετρίας των δύο ημισφαιρίων, η οποία έφτασε μάλιστα μέχρι του σημείου να θεωρεί ότι ο άνθρωπος εγκέφαλος, ως άλλος Τζέκιλ και Χάιντ, αποτελείται από ένα εξελιγμένο/πολιτισμένο αριστερό ημισφαίριο και

ένα μη εξελιγμένο/ζωώδες δεξιό ημισφαίριο, το οποίο παραμένει ακαλλιέργητο και κυβερνάται από ένστικτα και ορμές. Πέρα από τη μη σωστή δραματοποίηση των όποιων διαφορών των ημισφαιρίων, σήμερα γνωρίζουμε ότι η πράγματι υφιστάμενη «πλαγίωση», δηλαδή η διαφορά λειτουργικής εξειδίκευσης των δύο ημισφαιρίων, μπορεί να σχηματισθεί ως μια γενετικά προκαθορισμένη ασυμμετρία, με ένα αριστερό-ομιλούν ημισφαίριο, το οποίο αναλύει σειριακά και λογικά, και ένα δεξιό-βουβό ημισφαίριο, το οποίο λειτουργεί ενστικτωδώς, συναισθηματικά και ολιστικά. Ένα αριστερό ημισφαίριο που θεωρείται κυρίαρχο, επειδή φιλοξενεί το «γραφείο Τύπου» του ανθρώπου και ελέγχει το συνήθως πιο επιδέξιο δεξιό ημιμόριο του σώματος, και ένα δεξιό ημισφαίριο που φαίνεται υποταγμένο, αλλά ξέρει καλύτερα τον κόσμο και ελέγχει την εξωλεκτική επικοινωνία και έκφραση.

Η παρατηρούμενη πλαγίωση, εντονότερη στον άντρα, είναι προφανώς αποτέλεσμα δομικών ασυμμετριών. Τα δύο εγκεφαλικά ημισφαίρια ανθρώπου και ζώων εμφανίζουν μακροσκοπικές ασυμμετρίες (όγκου, λοβών, ελίκων, πάχους φλοιού κ.λπ.), μικροσκοπικές ασυμμετρίες (φέρ' ειπείν κυτταροαρχιτεκτονικής οργάνωσης, δενδριτικών διακλαδώσεων) και νευροχημικές ασυμμετρίες (δοπαμινεργικής και νοραδρενεργικής ευαισθησίας). Εντούτοις, οι εκτεταμένες συνδέσεις και η συνεργασία μεταξύ των δύο ημισφαιρίων στον φυσιολογικό εγκέφαλο δεν επιτρέπουν την ανίχνευση όλων των λειτουργικών διαφορών τους. Κάθε ημισφαίριο πλεονεκτεί ή υστερεί στην επιτέλεση ενός έργου. Φαίνεται πιθανό ότι, ανάλογα με το επιτελούμενο έργο, το ένα από τα δύο ημισφαίρια κυριαρχεί στο άλλο και χαρακτηρίζει τη συμπεριφορά —και γιατί όχι τον ίδιο τον άνθρωπο. Αυτό φαίνεται ξεκάθαρα σε πειράματα με χιμαιρικές εικόνες: Όταν χιμαιρικές εικόνες προσώπου, του οποίου το αριστερό ήμισυ είναι αντρικό και το δεξιό γυναικείο, επιδεικνύονται σε ασθενείς που έχουν υπο-

στεί χειρουργική διατομή των συνδέσμων των δύο εγκεφαλικών ημισφαιρίων, τότε οι ασθενείς αναγνωρίζουν μεν λεκτικά (δηλαδή με το αριστερό ημισφαίριό τους) το πρόσωπο ως αντρικό (διότι το αριστερό ημισφαίριο δέχεται οπτικές πληροφορίες από το δεξιό οπτικό πεδίο = άντρας), αλλά όταν καλούνται να δείξουν αυτό που βλέπουν, επιλέγοντας από μία σειρά πλήρων προσώπων, δείχνουν ένα γυναικείο πρόσωπο (διότι στην πραγματοποίηση αυτού του έργου κυριαρχεί το δεξιό τους ημισφαίριο, το οποίο δέχεται οπτικές πληροφορίες από το αριστερό οπτικό πεδίο = γυναίκα). Ο καταμερισμός ρόλων και ευαισθησίας των δύο ημισφαιρίων αναδεικνύεται και από τη διαφοροποιημένη συμπτωματολογία ασθενών με παρόμοιες βλάβες στο αριστερό ή στο δεξιό ημισφαίριο, καθώς και από τη διαφορετική αποτελεσματικότητα κάθε ημισφαιρίου σε ασθενείς με οξεία οξιζοφρένεια ή με κατάθλιψη.

Οι σημαντικές λειτουργικές διαφορές που εμφανίζουν τα απομονωμένα ημισφαίρια αποδεικνύουν ότι κάθε ημισφαίριο έχει ανεξάρτητη και διαφορετική αντίληψη για το εγώ και το περιβάλλον μας. Η αντίληψη του εαυτού μας ως ενιαίου έλλογου όντος εξαρτάται από τη μη συνειδητή επικοινωνία των δύο συν-/ανταγωνιστικών κόσμων τους οποίους φιλοξενούν οι δύο πλευρές του εγκεφάλου μας! Από αυτή την άποψη, το εκπαιδευτικό μας σύστημα και η κυρίαρχη διδακτική στρατηγική, που συνήθως απευθύνονται μονόπλευρα στο αριστερό-ομιλούν ημισφαίριο, όχι μόνο παραγνωρίζουν και δεν αξιοποιούν τις δυνατότητες του δεξιού ημισφαιρίου, αλλά έχουν ως αποτέλεσμα τη διαμόρφωση προσωπικοτήτων και κοινωνιών (ή πολιτισμών) άνισα ανεπτυγμένων.

Δ. Οι ασύμμετροι πολιτισμοί

Η λέξη «συμμετρία» είναι, ως γνωστόν, αρχαιοελληνικής προέλευσης. Ωστόσο, δεν έχουν μόνο οι Έλληνες την «τάση να δέχονται τη συμμετρία ως ένα είδος τελειότητας», όπως λέει ο Richard Feynman. Όλοι οι αρχαίοι λαοί (ιδιαίτερα οι Σουμέριοι) και όλοι οι γνωστοί πολιτισμοί αγαπούσαν και αγαπούν τη συμμετρία, ίσως επειδή ο ανθρώπινος εγκέφαλος αναζητά επίμονα αυτό που δεν έχει! Είναι εντυπωσιακό το γεγονός ότι όπου ο Θεός εικονογραφείται ως σύμβολο αλήθειας και δικαιοσύνης εμφανίζεται πάντοτε σε μετωπική συμμετρική όψη, όχι σε πλάγια. Ενώ όμως ο άνθρωπος αναζητά την αμφίπλευρη συμμετρία, παράλληλα εκδηλώνει μια βάνουση προκατάληψη υπέρ της μίας και εναντίον της άλλης πλευράς του κόσμου του. Η συμβολική προτίμηση υπέρ της δεξιάς πλευράς αυτού του κόσμου, ή ακόμη και του άλλου κόσμου (!), διατρέχει σχεδόν όλους τους πολιτισμούς και τις θρησκείες.

Με εξαίρεση τους —έτσι και αλλιώς ακατανόητους σήμερα— αρχαίους Έλληνες και άλλους λαούς, οι οποίοι επέλεξαν (μάλλον κατ' ευφημισμόν) να συνδέσουν ετυμολογικά την έννοια «αριστερός» με θετικής (εύσημης) αντίληψης λέξεις (όπως «άριστος»), όλοι σχεδόν οι υπόλοιποι λαοί σχηματίζουν την ίδια λέξη από αρνητικής σημασίας (κακόσημες) ρίζες, ενώ ταυτίζουν τη λέξη και την έννοια «δεξιός» με το «ορθό», το «σωστό», το «καλό». Έτσι εξηγείται ίσως γιατί στην ινδοευρωπαϊκή πρωτογλώσσα δεν υπάρχει λέξη για το «αριστερό», αφού ως τέτοιο θεωρείται το «μη δεξιό», «μη κανονικό».

Το συμβολικό σύστημα δεξιό-αριστερό συνδέεται με τα συμβολικά συστήματα καλό-κακό και αρσενικό-θηλυκό. Η πεποίθηση των αρχαίων Ελλήνων (και όχι μόνο) ότι τα αγόρια προέρχονται από τον δεξιό όρχι ενώ τα κορίτσια από τον αριστερό, η ταύτιση του δεξιού χεριού με το αντρικό χέρι και του αριστερού χεριού με το γυναικείο σε κάποιες γλώσσες της Αφρικής, αλλά και η άποψη του Φρόιντ ότι «είναι προφανής η αναγωγή του δεξιού και του αριστερού στο αρσενικό και στο θηλυκό, αντίστοιχα», αποκαλύπτουν μία ενιαία αντίληψη που διατρέχει όλους τους πολιτισμούς σε όλες τις ιστορικές περιόδους. Ανταλλάσσουμε χειραψία με το δεξιό χέρι μας και τοποθετούμε τους τιμώμενους καλεσμένους δεξιά μας· οι χριστιανοί πιστεύουν ότι η Εύα δημιουργήθηκε από την αριστερή πλευρά του Αδάμ, ότι ο Χριστός μας ευλογεί με το δεξιό χέρι και ότι στη Δευτέρα Παρουσία οι αμνοί θα κάθονται δεξιά και τα ερίφια αριστερά του Πατρός-Θεού· οι μουσουλμάνοι πιστεύουν ότι «δεν πρέπει κάποιος να τρώει ή να πίνει με το αριστερό χέρι, επειδή αυτοί είναι τρόποι του Σατανά», και οι Εβραίοι ότι «είναι το δεξιό χέρι του Κυρίου που επιτρέπει να γίνουν όσα πρέπει». Αντίστοιχα, κάποιιοι άλλοι πιστεύουν ότι, ενώ το δεξιό χέρι ευθύνεται για τις εμφανείς δουλειές που γίνονται πάνω από τη μέση του σώματος, το αριστερό χέρι προορίζεται για τις «βρόμικες» (όπως είναι το χάιδεμα των γυναικείων γεννητικών οργάνων από τον άντρα κατά την ερωτική συνομιλία)!

Η βαθιά διαφοροποίηση του αριστερού από το δεξιό στο πανίσχυρο πολιτισμικό σύστημα συμβολισμών δεν φαίνεται να συνδέεται με κάποια προφανή διαφοροποίηση του φυσικού κόσμου. Επομένως, πρέπει να προέρχεται από τον ίδιο τον εγκέφαλό μας. Άραγε και από τους νόμους της φυσικής που κυβερνούν και αυτόν;

Το ενδιαφέρον και η σκοπιμότητα των ερωτημάτων για τις μικρές ή μεγάλες διαφορές του χώρου και του κόσμου μας είναι μια υπόθεση που αφορά τον καθένα μας, αλλά προφανώς με διαφορετικό τρόπο. Αρκεί να θυμηθούμε ότι, ενώ ο Louis Pasteur πίστευε πως η ασυμμετρία της ζωής αντικατοπτρίζει την ασυμμετρία του κόσμου, και ο Χόρχε Λούις Μπόρχες διακήρυττε ότι «η πραγματικότητα αρέσκειται στις συμμετρίες και στους ανεπαίσθητους αναχρονισμούς», ο Μάρτιν Χάιντεγκερ διάλεγε τη σοφή διαπίστωση ότι ο Ερμής του Πραξιτέλη θα παραμένει αριστούργημα ανεξάρτητα εάν ο χώρος γύρω μας είναι αντικειμενικός ή υποκειμενικός.

Ο Γιώργος Χ. Παπαδόπουλος είναι καθηγητής στην Κτηνιατρική Σχολή του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Ερευνά την κατασκευή του εγκεφάλου και διδάσκει λειτουργική οργάνωση του νευρικού συστήματος σε προπτυχιακούς και μεταπτυχιακούς φοιτητές κτηνιατρικής, ιατρικής και ψυχολογίας.

ΓΙΑ ΠΕΡΑΙΤΕΡΩ ΜΕΛΕΤΗ

M. Levin, "The embryonic origins of left-right asymmetry", *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*, 15:197-206, 2004.

C. McManus, *Right hand, left hand*, Harvard University Press, 2002.

Γ.Χ. Παπαδόπουλος, «Μία αθώα αρμονική πλάνη», στο *Υποθέσεις αλήθειας*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 2006.

Ε. Σαββάκη, *Οι παράλληλοι εαυτοί μας*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης, 2η έκδ., 1997.