

## Ερευνώντας τη σχέση εγκεφάλου και νου

Ο Γάλλος νευροεπιστήμονας *Jean-Pierre Changeux* μιλάει για τη «συνείδηση»

Συνέντευξη στην **ΑΣΠΑΣΙΑ ΔΑΣΚΑΛΟΠΟΥΛΟΥ**

**Πριν από περίπου 50 χρόνια**, έγινε ο πρώτος νευροεπιστήμονας που κατάφερε να απομονώσει τις δομές εκείνες στον εγκέφαλο που κάνουν δυνατή την επικοινωνία μεταξύ των εγκεφαλικών κυττάρων. Στο ευρύ κοινό έγινε γνωστός για τις απόψεις του γύρω από τη σχέση νου και εγκεφάλου. Έχει λάβει δεκάδες διεθνή επιστημονικά βραβεία, έχει ανακηρυχθεί επίτιμος διδάκτωρ σε πάνω από 10 κορυφαία πανεπιστήμια του κόσμου, είναι συγγραφέας 600 επιστημονικών άρθρων και πολλών βιβλίων. Ο κορυφαίος Γάλλος νευροεπιστήμονας *Jean-Pierre Changeux*, ομότιμος καθηγητής στο *College de France* και στο Ινστιτούτο Παστέρ της Γαλλίας, μιλάει στην «Κ» για την πρόσβαση στη συνείδηση.

### -Τι είναι συνείδηση;

- Η «συνείδηση» είναι μια ασαφής λέξη, που έχει πολλές διαφορετικές έννοιες. Η χρήση της ως αφηρημένης έννοιας, για παράδειγμα «όταν είμαι ξύπνιος έχω συνείδηση», αναφέρεται στην κατάσταση που συνήθως ονομάζεται αφύπνιση ή εγρήγορση και υπόκειται σε πολλές διαβαθμίσεις, από την κωματώδη κατάσταση, για παράδειγμα, μέχρι τον βαθύ ύπνο ή την πλήρη εγρήγορση. Η χρήση της λέξης με τη συγκεκριμένη έννοιά της, για παράδειγμα «δεν είχε συνείδηση ότι φοράει μπλε γραβάτα», αναφέρεται στη συνειδητή επεξεργασία μιας συγκεκριμένης πληροφορίας. Από την πληθώρα ερεθισμάτων που μπαίνουν κάθε δεδομένη

*Το πολιτισμικό και το κοινωνικό περιβάλλον μπορεί να αφήνει ίχνη στην οργάνωση του δικτύου του εγκεφάλου, σταθεροποιώντας ή/και καταργώντας συνάψεις».*

χρονική στον εγκέφαλο μας, μόνο ένα πολύ μικρό κομμάτι πληροφορίας γίνεται συνειδητό.

### - Νους και εγκέφαλος. Πότε ταυτίζονται και πότε διαφοροποιούνται;

- Εγώ βλέπω τον νου σαν μία λειτουργία του εγκεφάλου, σαν μέρος της φυσιολογίας του. Δεν υπάρχει καμία απόδειξη, κατά την άποψή μου, ότι αποκλίνουν οποιαδήποτε στιγμή. Για παράδειγμα, η διαδικασία η οποία οδηγεί στην οπτική αντίληψη ξεκινάει με την ενεργοποίηση των οπτικών υποδοχέων στον αμφιβληστροειδή από ακτίνες φωτός. Αυτή η ενεργοποίηση οδηγεί σε αλλαγές που δίνουν ένα νευρικό ερέθισμα, το οποίο ταξιδεύει μετά σαν ηλεκτρικό σήμα στον εγκέφαλο και αποκτά πρόσβαση στη συνείδηση. Ο εγκέφαλος, όμως, διακατέχεται επίσης και από αυθόρμητες δραστηριότητες οι οποίες μπορεί να καταλήξουν επίσης στη γένεση συνειδητών απεικονίσεων.

### - Στην ομιλία σας στην Αθήνα θα μιλήσετε για την πρόσβαση στη συνείδηση. Πρόσβαση στη συνείδηση σημαίνει και πρόσβαση στις σκέψεις;

- Ακριβώς, η σκέψη είναι μία συνειδητή διαδικασία. Όταν γεγονότα που συμβαίνουν στον έξω κόσμο γίνονται αντιληπτά, αμέσως αυτά γίνονται διαθέσιμα στη διαδικασία της σκέψης.

### Διάβασμα της σκέψης

#### - Μπορούν οι επιστήμονες σήμερα να διαβάσουν τις σκέψεις;

- Σήμερα κανείς δεν μπορεί να διαβάσει πλήρως τις σκέψεις. Παρ' όλα αυτά, νέες τεχνικές ιατρικής απεικόνισης δίνουν ήδη καταγραφές σε σημεία του εγκεφάλου που μπορούν να συσχετιστούν με το είδος της εικόνας που πέφτει στην αντίληψη του

θεατή, όπως για παράδειγμα εάν βλέπει ένα πρόσωπο ανθρώπου, ένα πουλί ή ένα αεροπλάνο. Στο προσεχές μέλλον, όμως, αναμένεται μεγάλη πρόοδος σε αυτόν τον τομέα.

**- Πώς μπορείτε να διαπιστώσετε ποια πληροφορία εισέρχεται τελικά στη συνείδηση και ποια περνάει «απαρατήρητη»;**

- Έχουν γίνει πολλά πειράματα με σκοπό να καταγραφεί η πρόσβαση στη συνείδηση. Ένα από αυτά ονομάζεται συγκάλυψη (masking). Για παράδειγμα, μία λέξη που αναβοσβήνει αστραπιαία, για δέκατα του χιλιοστού του δευτερολέπτου είναι αισθητή με την όραση, δηλαδή συνειδητή, όταν παρουσιάζεται μεμονωμένα. Αντίθετα, γίνεται υποκειμενικά άορατη, δηλαδή μη συνειδητή, όταν την διαδέχεται ένα δεύτερο ερέθισμα, όπως για παράδειγμα γεωμετρικά σχήματα, τα οποία λειτουργούν σαν μάσκα. Κατά τη διάρκεια αυτών των πειραμάτων, οι συμμετέχοντες υποβάλλονται σε Λειτουργική Μαγνητική Τομογραφία, μαγνητική δηλαδή τομογραφία που καταγράφει, εκτός από τη μορφολογία και τις λειτουργίες του εγκεφάλου. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων αυτών φανερώνουν πολύ



**Ο κορυφαίος** Γάλλος νευροεπιστήμονας Jean-Pierre Changeux, ομότιμος καθηγητής στο Collège de France και στο Ινστιτούτο Παστέρ της Γαλλίας, μιλάει στην «Κ» για την πρόσβαση στη συνείδηση.

πιο έντονη δραστηριότητα σε συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου στην περίπτωση που αυτός επεξεργάζεται μία συνειδητή πληροφορία, σε σύγκριση με μία μη συνειδητή.

### **Το μέλλον**

**- Πώς οι εξελίξεις στις νευροεπιστήμες θα αλλάξουν το μέλλον της ανθρωπότητας;**

- Δεν μου είναι δυνατό να κάνω προβλέψεις. Γι' αυτόν τον λόγο, μάλιστα, με διακατέχει μεγάλη ανησυχία όσον αφορά σε ζητήματα ηθικής που εγείρονται γενικά από την πρόοδο των νευροεπιστημών, αλλά και συγκεκριμένα από το Ευρωπαϊκό Πρόγραμμα Ανθρώπινος Εγκέφαλος (Human Brain Project).

**- Εδώ και πολλά χρόνια έχετε τονίσει ότι ο εγκέφαλος συνεχώς αλλάζει. Πώς θα είναι ο εγκέφαλος του ανθρώπου του μέλλοντος;**

- Το 1973, μαζί με τους Philippe Courregge και Antoine Danchin, προτείναμε μία θεωρία που έλεγε ότι το φυσικό, το κοινωνικό και το πολιτισμικό περιβάλλον μπορεί να αφήνει ίχνη στην οργάνωση του δικτύου του εγκεφάλου, σταθεροποιώντας ή/και καταργώντας συνάψεις, δηλαδή ενώσεις μεταξύ των εγκεφαλικών κυττάρων. Η επιλεκτική σταθεροποίηση των συνάψεων είναι σαν μάθηση μέσω δοκιμής και λάθους και στην ουσία μοιάζει με την εξελικτική διαδικασία. Όπως αναφέρω στο βιβλίο μου *Ο νευρωνικός άνθρωπος*, «το να μαθαίνεις σημαίνει να σβήνεις».

Για τον άνθρωπο του μέλλοντος, προτεραιότητα έχει η εκπαίδευση. Η εκπαίδευση παίζει σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση της ανάπτυξης του εγκεφάλου του παιδιού και το προετοιμάζει, όπως και πολλούς από εμάς, για ένα μη προβλέψιμο μέλλον. Πιο συγκεκριμένα, μέσα από την επιστημονική εκπαίδευση ο άνθρωπος ανακαλύπτει αντικειμενικά τον κόσμο, ενώ μέσα από την ηθική αλλά και «κοσμική» εκπαίδευση, βιώνει τι σημαίνει ανθρώπινα δικαιώματα και διασφαλίζει μία καλή, αν όχι καλύτερη, ζωή στο μέλλον, κάνοντας προσπάθειες ώστε να μειωθούν οι διαμάχες που μαστίζουν σήμερα τον πλανήτη μας.

Ο καθηγητής Jean-Pierre Changeux θα μιλήσει για τις «Πειραματικές και θεωρητικές προσεγγίσεις της πρόσβασης στη συνείδηση» την Πέμπτη 22 Μαΐου στις 19.00, στο Μέγαρο Μουσικής Αθηνών. Το πρωί της ίδιας μέρας θα πραγματοποιήσει επιστημονικό σεμινάριο στο Ίδρυμα Ιατροβιολογικών Ερευνών της Ακαδημίας Αθηνών.

# Τι μας διδάσκει η χορήγηση αναισθητικού για τη συνείδηση

Της MAGGIE KOERTH-BAKER  
THE NEW YORK TIMES

**Πριν από περίπου** μία δεκαετία, μία 43χρονη γυναίκα υπεβλήθη σε χειρουργική επέμβαση για υστερεκτομή. Η εγχείρηση ξεκίνησε και όλα έδειχναν να κυλούν ομαλά, μέχρι τη φοβερή εκείνη στιγμή που η αναισθησία σταμάτησε να δρα. Η γυναίκα ούτε μπορούσε να ανοίξει τα μάτια της ούτε να κουνήσει τα δάχτυλά της. Προσπάθησε να αναπνεύσει, αλλά ακόμα και αυτό το βασικό αντανακλαστικό δεν φαινόταν να λειτουργεί· στον λαιμό της είχε τοποθετηθεί ένας σωλήνας. Ήταν ξύπνια πάνω στο χειρουργικό τραπέζι, αλλά παγωμένη, χωρίς να μπορεί να πει σε κανέναν τι της συμβαίνει.

Πολλά τέτοια τρομακτικά περιστατικά έχουν αναφερθεί σε έρευνες σχετικές με την αναισθησία, καθώς η χορήγηση αναισθητικού είναι ισορροπία σε τεντωμένο σχοινί. Μεγάλη ποσότητα μπορεί να σκοτώσει, ενώ μικρή μπορεί να οδηγήσει σε περιστατικά όπως το παραπάνω. Για κάθε 1.000 ασθενείς που υποβάλλονται σε γενική αναισθησία, ένας με δύο δεν είναι τόσο αναισθητικοί όσο φαίνονται. Οι άνθρωποι αυτοί θυμούνται τους γιατρούς να μιλούν και νιώθουν το χειρουργικό μαχαίρι, ενώ το σώμα τους είναι ακίνητο και απαθές. Για το άτυχο αυτό 0,13% των ασθενών δεν υπάρχει αποτελεσματική λύση, αφού η συνείδηση δεν είναι κάτι που μπορεί να μετρηθεί.

Σύμφωνα με τον Τζορτζ Μασάουερ, καθηγητή Αναισθησιολογίας στην Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου του Μίσιγκαν, υπάρχουν δύο αλληλένδετα μυστήρια γύρω από την αναισθησία. «Πρώτον, δεν μπορούμε να καταλάβουμε πλήρως πώς δρουν τα αναισθητικά, τουλάχιστον σε νευρολογική βάση, και δεύτερον, στην πραγματικότητα δεν μπορούμε ακόμα να καταλάβουμε ούτε τι είναι η συνείδηση ούτε πώς τη δημιουργεί ο εγκέφαλος», λέει ο δρ Μασάουερ. Εφ' όσον λοιπόν λείπει ένας ακριβής τρόπος μέτρησης της συνείδησης, οι αναισθησιολόγοι καταγράφουν κάποιες ενδείξεις της, όπως για παράδειγμα την παρουσία συγκεκριμένων εγκεφαλικών κυμάτων, κάποιες φυσικές αντιδράσεις ή την ευαισθησία στον πόνο. Αν οποιαδήποτε από αυτές κάνει την εμφάνισή της, τότε οι γιατροί ρυθμίζουν ανάλογα τη δοσολογία.

*Έχει αποδειχθεί ότι τα αισθητήρια δίκτυα του εγκεφάλου ανθρώπων σε νάρκωση παραμένουν τοπικά λειτουργικά, παρότι η ενδοεγκεφαλική επικοινωνία έχει καταρρεύσει.*

## Ερεθίσματα

Ο Μάικλ Αλκάιρ, καθηγητής Αναισθησιολογίας στο Πανεπιστήμιο της Καλιφόρνιας, στο Ιρβιν, ήταν από τους πρώτους επιστήμονες που, από τη δεκαετία του '90, άρχισαν να μελετούν πώς η νευρική λειτουργία σχετίζεται με τη συνείδηση. «Αν ο ασθενής έχει τις αισθήσεις του, συγκεκριμένα ερεθίσματα μπορούν να ταξιδέψουν σε όλο τον εγκέφαλο», λέει ο δρ Αλκάιρ αναφερόμενος στα πρόσφατα αποτελέσματα μιας ερευνητικής ομάδας από το Πανεπιστήμιο του Σάο Πάολο της Βραζιλίας και του Ουισκόνσιν στο Μάντισον των ΗΠΑ. «Στην αντίθετη περίπτωση που ο ασθενής δεν έχει τις αισθήσεις του, το ίδιο ερέθισμα εμφανίζεται τοπικά στον εγκέφαλο και σύντομα σβήνει», προσθέτει ο Αλκάιρ.

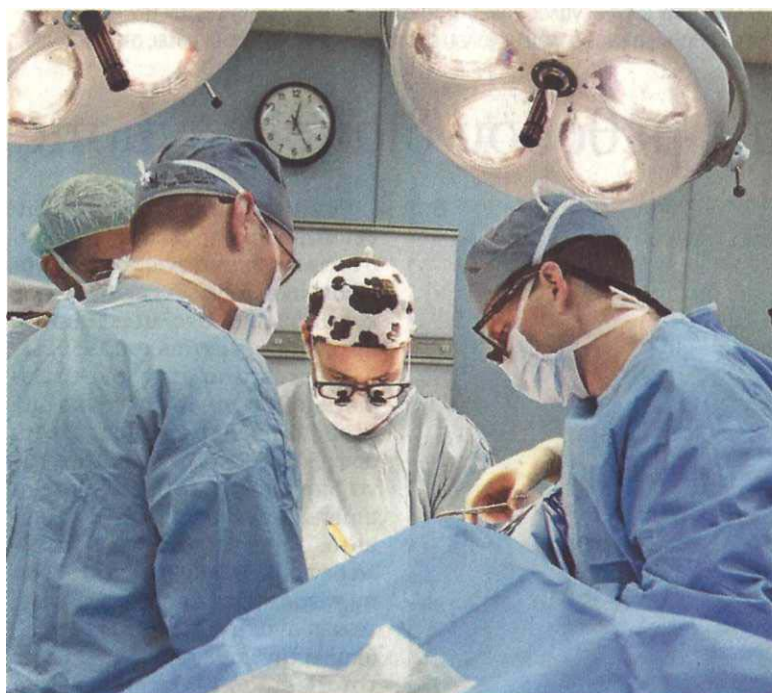
Αυτή η ανακάλυψη συναρπάζει τον Αλκάιρ, επειδή ενισχύει την υπάρχουσα θεωρία για τη λειτουργία της συνείδησης. Ο Μασάουερ έχει επανειλημμένως αποδείξει, σε αντίθεση με την κοινή λογική, ότι τα αισθητήρια δίκτυα του εγκεφάλου ανθρώπων που δεν έχουν τις αισθήσεις τους παραμένουν τοπικά λειτουργικά, παρότι η ενδοεγκεφαλική επικοινωνία έχει καταρρεύσει. Με άλλα λόγια, τα φώτα στο σπίτι είναι ανοιχτά, αλλά το ίντερνετ και οι γραμμές τηλεφώνου έχουν κοπεί.

Η παραπάνω αμερικανοβραζιλιάνικη έρευνα θα μπορούσε να καταδεικνύει ότι όταν απουσιάζει η συνείδηση, τα διαφορετικά μέρη του εγκεφάλου δεν συνδέονται μεταξύ τους και έτσι το σήμα πεθαίνει. Από αυτό προκύπτει, επίσης, ότι τα αναισθητικά λειτουργούν καλύτερα, όταν κόβουν αυτήν την επικοινωνία. Πώς γίνεται, όμως, όλη αυτή η ανθρώπινη εμπειρία να προκύπτει από ένα τόσο μικρό ηλεκτρικό σήμα;

Οι νευροεπιστήμονες γνωρίζουν ότι η συνείδηση δεν κατοικεί σε ένα μόνο μέρος του εγκεφάλου και η μελέτη της παρουσιάζει πολλές δυσκολίες για τους ερευνητές. Τον τελευταίο αιώνα, λοιπόν, είχαν ασχοληθεί με αυτήν περισσότερο οι φιλόσοφοι, οι οποίοι επίσης δεν φαίνεται να συμφωνούν σε πολλά. Για παράδειγμα, ο φιλόσοφος Τζον Σιρλ περιγράφει τις αισθήσεις σαν μία καθαρά υποκειμενική εμπειρία: αυτό που έχεις όταν ξυπνάς το πρωί και χάνεται όταν κοιμάσαι το βράδυ (ή όταν πεθαίνεις, εξαρτάται από το πόσο άσχημη ήταν η μέρα σου). Ο φιλόσοφος Ντανιέλ Ντένετ έγραψε το βιβλίο *Η ερμηνεία της συνείδησης*, στο οποίο, σε αντίθεση με τον Σιρλ, υποβαθμίζει τελείως την υποκειμενική διάσταση της συνείδησης.

Και παρότι οι επιστήμονες δεν έδιναν ιδιαίτερη σημασία σε αυτές τις φιλοσοφικές συζητήσεις για το μεγαλύτερο μέρος του 20ού αιώνα, όταν η αναισθησία άρχισε να διερευνάται πιο συστηματικά, αποτέλεσε απόδειξη του ότι οι επιστήμονες είναι απαραίτητο να μελετήσουν σε μεγαλύτερο βάθος τη λειτουργία της συνείδησης. «Δεν φτάνει να μην αντιδρά ο ασθενής στον πόνο για να υποθέσεις ότι δεν έχει τις αισθήσεις του», λέει ο αναισθησιολόγος Στιούαρτ Χάμεροφ από το Πανεπιστήμιο της Αριζόνα των ΗΠΑ, που το 1994 διοργάνωσε το πρώτο διεπιστημονικό συνέδριο, στο οποίο έφερε κοντά επιστήμονες και φιλοσόφους και έθεσε τις βάσεις για την έκτοτε διερεύνηση των δεσμών μεταξύ αναισθησίας και συνείδησης. Και αυτό διότι ενώ ο εγκέφαλος είναι απαραίτητος για να υπάρξει συνείδηση, πιθανώς να μη «χρειάζεται» εγκέφαλος για να αισθανθεί κανείς πόνο.

Όλο και περισσότερες έρευνες σχετικά με το τι συμβαίνει στον εγκέφαλο υπό την επίρεια αναισθητικών προτείνουν ότι η σύνθεση και η ενσωμάτωση πληροφοριών σε διαφορετικά μέρη του εγκεφάλου είναι ο καλύτερος τρόπος να μετρήσεις τη συνείδηση. Σε μία έρευνα που δημοσιεύθηκε τον περασμένο Ιούνιο στο επιστημονικό περιοδικό *Anesthesiology*, ο δρ Μασάουερ προτείνει ότι τα μηχανήματα μέτρησης των αναισθησιολόγων θα ήταν πιο αποτελεσματικά αν αντί να καταγράφουν την παρουσία ηλεκτρικών σημάτων που παράγονται στον εγκέφαλο, καταγράφουν πώς αυτά τα ηλεκτρικά σήματα κινούνται μέσα στον εγκέφαλο. Μία τέτοια συσκευή ίσως να μπορούσε να εξαλείψει το 0,13% των περιπτώσεων των άτυχων ασθενών που είναι «ξύπνιοι» στο χειρουργικό τραπέζι.



Σε κάθε 1.000 ασθενείς που υποβάλλονται σε γενική αναισθησία, ένας με δύο δεν είναι τόσο αναισθητικοί όσο φαίνονται. Οι άνθρωποι αυτοί θυμούνται τους γιατρούς να μιλούν και νιώθουν το χειρουργικό μαχαίρι, ενώ το σώμα τους είναι ακίνητο και