

## ΔΙΑΛΕΞΗ LECTURE

# Εγκέφαλος και συνείδηση

ΑΡΧΕΙΑ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΙΑΤΡΙΚΗΣ 2008, 25(1):16-23  
ARCHIVES OF HELLENIC MEDICINE 2008, 25(1):16-23

**Α.Κ. Παπανικολάου**

*Center of Clinical Neurosciences,  
Houston, Texas 77030, USA*

Brain and Conscience

### Λέξεις ευρητηρίου

Διεγχειρητική χαρτογράφηση  
Εγκέφαλος  
Νευροαπεικόνιση  
Πρόληψη λόγου

Ένα από τα σοβαρότερα σφάλματα που θα μπορούσε κάποιος να διαπράξει την εποχή που ήμουν φοιτητής ήταν να συνδέσει, μέσα στην ίδια φράση, τις λέξεις «εγκέφαλος» και «συνείδηση». Διότι, βλέπετε, τότε ξέραμε όλοι μας, και προπάντων οι ψυχολόγοι, ότι η συνείδηση είναι ένας μύθος ή ένα επιφανόμενο, όπως την είχε χαρακτηρίσει από τις αρχές του 20ού αιώνα ο Thomas Huxley. Δηλαδή, μια λέξη άδεια· μια λέξη χωρίς πραγματικό αντίκρισμα.

Παρήλθαν όμως της παντογνωσίας οι χρόνοι και σιγά-σιγά παραδεχθήκαμε όλοι το πασιφανές: ότι δηλαδή η συνείδηση είναι κάθε άλλο παρά «έπος αέριον». Εκτός και αν είμαστε διατεθειμένοι να θεωρήσουμε την αφή, την όραση, την ακοή, το λόγο (κι εδώ εννοώ και τη γλώσσα και τη νόηση) εκφράσεις ομοίως κενές περιεχομένου. Επειδή η ακοή, η αφή, η όραση, η γλώσσα και η νόηση δεν μπορεί παρά να είναι, τουλάχιστον εν μέρει, λειτουργίες του συνειδέναι, εφόσον πολλά από τα παράγωγά τους, τουλάχιστον στην περίπτωση του ανθρώπου, είναι συνειδητές εμπειρίες.

Βέβαια, υπάρχει και η άποψη ότι η συνείδηση είναι μια λειτουργία ανεξάρτητη από τη νόηση και τις πέντε αισθήσεις με εντελώς δικό της εγκεφαλικό μηχανισμό, ο οποίος δρα ανεξάρτητα από αυτούς των άλλων λειτουργιών. Πράγμα μάλλον παράδοξο, επειδή σημαίνει ότι μπορεί να έχουμε συνειδητές εμπειρίες που δεν είναι ούτε νοητικές ούτε αισθητικές.

Κάποιοι μάλιστα έχουν αποφανθεί, κυρίως βάσει των ψυχογονικών επιπτώσεων της διατομής του μεσολοβίου,

ότι η επιπρόσθετη αυτή λειτουργία, η συνείδηση, δεν είναι άλλη από τη λειτουργία πρόσληψης και εκφοράς του λόγου. Μια εκδοχή που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι, ελλείψει γλώσσας, εκλείπει και η συνείδηση και στο συμπέρασμα ότι μόνον το είδος άνθρωπος που διαθέτει γλώσσα διαθέτει συνείδηση.

Όπως όμως και να έχει το πράγμα, είναι πλέον φανερό ότι η συνείδηση, ως λειτουργία, είτε ως προέκταση άλλων λειτουργιών είτε ως αυτόνομη οντότητα, όντως υφίσταται. Η ύπαρξή της, βέβαια, προϋποθέτει την ύπαρξη του αντίστοιχου εγκεφαλικού μηχανισμού, όπως την προϋποθέτει κάθε άλλη βιολογική ή ψυχογονική λειτουργία.

Αλλά από την εποχή που χωρίσαμε την ανθρώπινη φύση σε ψυχή και σώμα, εδώ και αιώνες, έως τις ημέρες μας, όταν συνδέει κάποιος μέσα στην ίδια φράση τις λέξεις «μηχανισμός» και «συνείδηση», πάντα διακινδυνεύει να πυροδοτήσει διαμαρτυρίες του ίδιου σθένους, αν και αντίθετου ιδεολογικού προσήμου, από αυτές που, όπως είπα, άκουγα όταν ήμουν φοιτητής και οι οποίες τότε εξέφραζαν το απόλυτο κράτος του αφελούς συμπεριφορισμού του Watson και του Skinner και του άκρατου και ακραίου υλισμού της πλειονότητας των νευροφυσιολόγων.

Εάν συνδέσει λοιπόν κάποιος μέσα στην ίδια φράση τις λέξεις «μηχανισμός» και «συνείδηση», πιθανότατα θα ακούσει ενστάσεις του είδους:

«Πώς είναι ποτέ δυνατόν η άυλη, η καθαρά νοητή επίγνωση, αυτό το άρρητο ποιόν της ανθρώπινης εμπειρίας, να είναι

παράγωγο ενός οποιουδήποτε υλικού μηχανισμού».

Εύλογη, από μια σκοπιά, η ένσταση. Όμως, επειδή ακόμα και η συντομότερη ανάλυσή της απαιτεί περιπλανήσεις στους λαβύρινθους της οντολογίας, για τις οποίες ούτε εγώ ούτε, φαντάζομαι, και εσείς έχετε ιδιαίτερη διάθεση απόψε, θα αρκεστώ να καθησυχάσω τους τυχόν διαμαρτυρόμενους λέγοντας ότι αυτό που προτείνω εδώ είναι απλό και αδιαφιλονίκητο. Θέλω να πω, φιλοσοφικά ή ιδεολογικά, ουδέτερο. Κάτι που ακόμα και οι μαχόμενοι ιδεαλιστές δεν είναι δυνατόν να αρνηθούν. Ότι δηλαδή κάποιος εγκεφαλικός μηχανισμός είναι αναγκαίος (και όχι, αναγκαστικά, αναγκαίος και ικανός, δηλαδή αυτάρκης), απλά και μόνον αναγκαίος, για να προκύψουν συνειδητές εμπειρίες.



Φαντάζομαι λοιπόν ότι με μια τέτοια πρόταση δεν διαφωνεί κανένας. Αλλά, όσους από εσάς τυχαίνει να ενδιαφέρει μια πιο ενδελεχής ανάλυση αυτού του θέματος, τους παραπέμπω στο αφιέρωμα του περιοδικού «Σύγχρονα Θέματα».

Και επειδή ακούω ότι το τεύχος αυτό έχει εξαντληθεί, τους παραπέμπω επίσης στην ιστοσελίδα που βλέπετε, όπου τα ίδια κείμενα που περιέχονται στο αφιέρωμα είναι εκεί αναρτημένα.

Αφήνω λοιπόν εδώ τη διαφάνεια για να σημειώσετε όσοι θέλετε τη διεύθυνση και προχωρώ σε δύο διευκρινίσεις, που έπρεπε να είχαν γίνει από ώρα: Τι ακριβώς σημαίνει ο όρος «λειτουργία» και τι «μηχανισμός». Λοιπόν, με τον όρο λειτουργία εννοώ απλώς τον αλγόριθμο παραγωγής φαινομένων του ίδιου είδους –κάτι ανάλογο του λογισμικού των ηλεκτρονικών υπολογιστών– το πρόγραμμα, με άλλα λόγια, βάσει του οποίου παράγονται συγκεκριμένα, διακριτά αλλά ομοειδή φαινόμενα (ακουστικές εμπειρίες, ας πούμε).

Με εγκεφαλικό «μηχανισμό», από το άλλο μέρος, εννοώ

το σύνολο των νευρωνικών κυκλωμάτων μέσα στα οποία είναι ενσωματωμένοι και μέσω των οποίων εκφράζονται αυτοί οι αλγόριθμοι, αυτά τα προγράμματα. Κάτι ανάλογο των ηλεκτρονικών εξαρτημάτων των υπολογιστών και κάτι επίσης ανάλογο αυτού που κάποτε ονομάζαμε «εγκεφαλικό κέντρο» (κέντρο προσοχής, κέντρο μνήμης κ.ο.κ.) αλλά με δύο βασικές διαφορές. Πρώτον, τη διαφορά ότι οι μηχανισμοί δεν εδράζονται εξολοκλήρου σε ένα σημείο του εγκεφάλου όπως τα πρώην κέντρα, αλλά είναι πολυεστιακοί: τα διάφορα μέρη τους είναι κατανεμημένα σε πολλά σημεία του εγκεφάλου. Δεύτερον, και το κυριότερο, ότι κάθε μέρος οποιουδήποτε μηχανισμού ενδέχεται να συμμετέχει σε μηχανισμούς διαφορετικών λειτουργιών, δεν είναι δηλαδή αποκλειστικό εξάρτημα ενός μόνο μηχανισμού (θα σας δείξω αργότερα παραδείγματα τέτοιων «εξαρτημάτων» που έχουν αποκαλυφθεί με τις νευροαπεικονιστικές μεθόδους).

Αλλά, πριν πάμε στα νευροαπεικονιστικά δεδομένα, ας ολοκληρώσουμε, στο μέτρο πάντα του εφικτού, το θέμα που αφήσαμε μετέωρο: Είναι, λοιπόν, η συνείδηση μια ανεξάρτητη από τις άλλες λειτουργία ή είναι, στον άνθρωπο τουλάχιστον, προέκταση της κάθε αισθητικής λειτουργίας και της λειτουργίας του λόγου; (και εδώ με «λόγο» πάλι εννοώ και ομιλία και νόηση).

Τίποτα στην υποκειμενική μας εμπειρία δεν συνάδει με την πρώτη εκδοχή. Δεν φαίνεται να υπάρχουν ενδείξεις ότι η λειτουργία του συνειδέναί δρα ανεξάρτητα από τις άλλες λειτουργίες. Όταν έχουμε επίγνωση, πάντα έχουμε επίγνωση συγκεκριμένων αισθητών ή νοητών πραγμάτων, ποτέ επίγνωση γενικώς και αορίστως· ποτέ επίγνωση κανενός πράγματος. Η δε επίγνωση των αισθητών είναι επίγνωση παραγώγων ή μίας αισθήσεως ή, συνηθέστερα, ενός συνδυασμού περισσότερων της μίας.

Επιπλέον, αν και συνήθως η συνειδητή εμπειρία όποιου αισθητού συνοδεύεται από τη συνειδητή γνώση του ονόματός του, είναι επίσης δυνατόν να βιώνουμε όψεις του κόσμου γύρω μας που ή δεν μπορούμε ή δεν ενδιαφερόμαστε να τις κατονομάσουμε, είτε αυτόματα και αντανακλαστικά, είτε εσκεμμένα. Και αυτό σημαίνει ότι η λειτουργία της συνειδήσεως, αν πρόκειται για μια ανεξάρτητη λειτουργία, δεν μπορεί να ταυτιστεί με τη γλωσσική λειτουργία.

Έχουμε βέβαια και επίγνωση πραγμάτων νοητών, επίγνωση της έννοιας «αξιοπρέπεια» παραδείγματος χάρη ή της ιδέας «τετραγωνική ρίζα του 2», στις οποίες, πέρα από τη νόηση, δεν συμμετέχει κάποια αίσθηση, αν και μπορεί να συμμετέχει η φαντασία.

Παρεμπιπτόντως, αυτό το αναφέρω, και είναι σχετικό με το θέμα μας, επειδή υπάρχουν ενδείξεις ότι οι εγκεφαλικοί μηχανισμοί των επιμέρους αισθήσεων ενεργοποιούνται

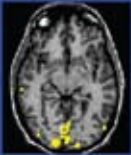
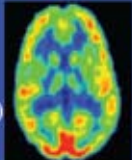
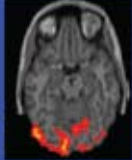
επιλεκτικά όταν έχουμε αντίστοιχου είδους νοητές εικόνες. Οι ίδιες εγκεφαλικές περιοχές φαίνεται να ενεργοποιούνται και όταν βλέπει και όταν φαντάζεται κάποιος την όψη ενός αντικειμένου.

Αλλά, για να επανέλθω, τόσο στην περίπτωση των νοητών όσο και στην περίπτωση των αισθητών που είπαμε προηγουμένως, δεν φαίνεται να υπάρχει επίγνωση ανεξάρτητη των λειτουργιών της νοήσεως, της γλώσσας και της φαντασίας.

Τα κλινικά δεδομένα επίσης φαίνονται πιο συμβατά με την εκδοχή ότι η συνείδηση δεν είναι αυτόνομη και ανεξάρτητη από τις άλλες λειτουργίες αλλά ένα μέρος, μια όψη, μια προέκταση, όπως μόλις είπα, της λειτουργίας του λόγου (νοουμένου ως νόηση αλλά και ως ομιλία) και ως προέκταση κάθε αισθητικής λειτουργίας, Διότι, ως γνωστόν, εγκεφαλικές βλάβες, εστιακές ή μη, ποτέ δεν αναστέλλουν τη συνείδηση αφήνοντας ανέπαφες τις λειτουργίες του λόγου, της αφής, της ακοής και των λοιπών αισθήσεων. Αντιθέτως, βλάβες στον εγκέφαλο, ειδικά εστιακές, προκαλούν απώλεια εμπειριών κάποιου συγκεκριμένου είδους, εξ ου και οι διάφορες αφασίες και αγνωσίες.

Στο ίδιο συμπέρασμα οδηγούν και τα δεδομένα της ψυχολογίας και της νευροφυσιολογίας, περιλαμβανομένων και εκείνων των νευροαπεικονιστικών μεθόδων, στα οποία θα αναφερθώ στη συνέχεια. Στο συμπέρασμα, δηλαδή, ότι κάθε εγκεφαλικός μηχανισμός που έχει ως τώρα περιγραφεί, και ο οποίος άπτεται της λειτουργίας του συνειδένα, είναι ταυτόχρονα μηχανισμός είτε του λόγου (διττώς πάλι εννοούμενου) είτε της μιας ή της άλλης αισθητικής λειτουργίας ή κάποιου συνδυασμού λειτουργιών.

**ΤΡΕΙΣ ΕΚΦΑΝΣΕΙΣ ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΕΩΣ  
ΤΡΙΑ ΕΙΔΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ  
ΤΡΙΑ ΕΙΔΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗΣ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΕΩΣ**

- regional increase in neuronal signaling (MEG) **ΤΟΠΙΚΗ ΑΥΞΗΣΗ ΝΕΥΡΟΝΙΚΗΣ ΣΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΕΩΣ (ΜΑΓΝΗΤΟΕΓΚΕΦΑΛΟΓΡΑΦΙΑ)** 
- regional increase in cell metabolism (PET) **ΤΟΠΙΚΗ ΑΥΞΗΣΗ ΜΕΤΑΒΟΛΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΝΕΥΡΩΝΩΝ (ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΜΕΣΩ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΠΟΖΙΤΡΟΝΙΩΝ)** 
- regional increase in oxygenated blood flow (fMRI and PET) **ΤΟΠΙΚΗ ΑΥΞΗΣΗ ΑΙΜΑΤΙΚΗΣ ΡΟΗΣ (ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ ΜΕΣΩ ΕΚΠΟΜΠΗΣ ΠΟΖΙΤΡΟΝΙΩΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΤΟΜΟΓΡΑΦΙΑ)** 

Ποια είναι λοιπόν αυτά τα σχετικά με το θέμα νευροαπεικονιστικά δεδομένα και πώς συλλέγονται; Όταν εκτελείται μια λειτουργία, οι διάφορες δομές ή τα κυκλώματα που απαρτίζουν τον εγκεφαλικό της μηχανισμό ενεργοποιούνται με ιδιαίτερη, στην κάθε περίπτωση, ένταση, χρονική σειρά και διάρκεια. Ενεργοποίηση δε σημαίνει, πρώτον, επιτάχυνση του ρυθμού επικοινωνίας των νευρώνων μέσω ηλεκτροχημικών σημάτων, δεύτερον, αύξηση του ρυθμού του μεταβολισμού γλυκόζης και οξυγόνου στα ενεργοποιημένα κύτταρα και, τρίτον, αύξηση του ρυθμού αιματώσεως των ίδιων (ενεργοποιημένων) νευρωνικών κυκλωμάτων. Καθεμιά από αυτές τις τρεις διαδοχικές φάσεις της ενεργοποίησης συνεπάγεται ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, η οποία εν είδει συγκεκριμένου και ιδιόμορφου για την κάθε λειτουργία χωρο-χρονικού σχηματισμού είναι δυνατόν να καταγραφεί με τις μεθόδους λειτουργικής νευροαπεικόνισης: Με τη μαγνητοεγκεφαλογραφία, ο σχηματισμός της νευρωνικής επικοινωνίας, με την τομογραφία μέσω εκπομπής ποζιτρονίων, αυτός του μεταβολισμού και του ρυθμού τοπικής αιματικής ροής, ο οποίος καταγράφεται επίσης με τη λειτουργική μαγνητική τομογραφία.

Οι σχηματισμοί αυτοί αντιστοιχούν και στην ενεργοποίηση των επιμέρους μηχανισμών και στα παράγωγά τους, δηλαδή τις συγκεκριμένες εμπειρίες. Βέβαια, δεδομένου ότι ο εγκέφαλος διεκπεραιώνει εκ παραλλήλου άγνωστο αλλά εν πάση περιπτώσει μεγάλο αριθμό φυσιολογικών και ψυχολογικών λειτουργιών (από τις οποίες, ως γνωστόν, ελάχιστες είναι συνειδητές), ο σχηματισμός που αντιστοιχεί σε κάθε εμπειρία και στους μηχανισμούς παραγωγής της αποτελεί ένα μικρό μόνο μέρος της συνολικής ενέργειας που καταγράφεται ανά πάσα στιγμή, επειδή, στο σύνολό της, η καταγραφόμενη ενέργεια προέρχεται από τους ενεργοποιημένους μηχανισμούς όλων των λειτουργιών που τυχάνει να διεκπεραιώνονται εκ παραλλήλου. Ως εκ τούτου, ο σχηματισμός μιας οποιασδήποτε λειτουργίας δεν είναι διακριτός και αναγνωρίσιμος κάθε φορά που προκύπτει, γιατί είναι αναμειγμένος με όλους τους άλλους. Για να γίνει διακριτός ο οποιοσδήποτε επιμέρους σχηματισμός, απαιτείται μια επιπρόσθετη διαδικασία, την οποία θα περιγράψω σε λίγο.

Στο μεταξύ, κάθε φορά που ενεργοποιείται ο μηχανισμός μιας λειτουργίας, ο σχηματισμός που προκύπτει είναι και λίγο διαφορετικός, δεδομένου ότι ποτέ κάποια εμπειρία δεν επαναλαμβάνεται αυτούσια. Αν λοιπόν υπάρχει αντιστοιχία εμπειριών και σχηματισμών, μέρος μόνον του σχηματισμού επαναλαμβάνεται, συγκεκριμένα αυτό που αντιστοιχεί στα επαναλαμβανόμενα γνωρίσματα της όποιας εμπειρίας, σε αυτά που μας επιτρέπουν να αναγάγουμε την κάθε εμπειρία σε κάποιο είδος. Παράδειγμα: Βλέπω αυτό το αντικείμενο. Το ξαναβλέπω. Οι δύο εμπειρίες είναι παράγωγα της ίδιας

λειτουργίας και είναι, επιπλέον, του ίδιου είδους – του είδους «μικρόφωνο». Αλλά η δεύτερη οπτική εμπειρία δεν είναι απολύτως ίδια με την πρώτη – αν όχι για άλλο λόγο, τουλάχιστον γιατί η δεύτερη είναι εμπλουτισμένη από την ανάμνηση της προηγούμενης της, επειδή η δεύτερη αναδύεται στο ευρύτερο πλαίσιο που περιλαμβάνει την προηγούμενη εμπειρία.

«ποταμώ γαρ ουκ ἔστιν  
εμβήναι δις τω αὐτώ»

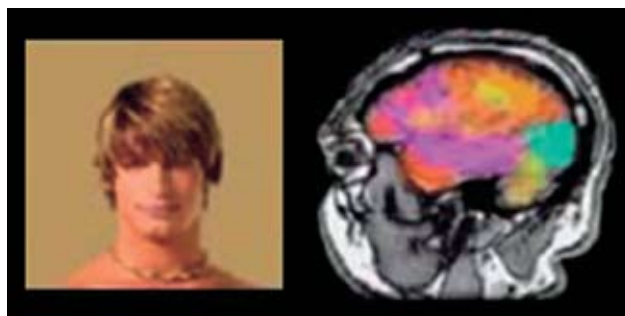
είχε πει ο Ηράκλειτος, που είχε εντρυφήσει σε τέτοιες λεπτομέρειες. Αλλά, είπαμε, μπορεί η εμπειρία να μην επαναλαμβάνεται αυτούσια, εν μέρει όμως επαναλαμβάνεται όπως ακριβώς και η λειτουργία που την παράγει. Επομένως, ο σχηματισμός ενεργοποίησης του μηχανισμού της λειτουργίας έχει κατά βάση επαναλαμβανόμενη μορφή. Το ζητούμενο λοιπόν είναι πώς να το διαχωρίσουμε από το πλέγμα όλων των άλλων με τους οποίους συνυπάρχει. Αυτός ο διαχωρισμός ή η εξαγωγή του σχηματισμού που μας ενδιαφέρει από τη συνολική ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που εκπορεύεται από τον εγκέφαλο επιτυγχάνεται με εναλλακτικές τεχνικές, που όλες τους στηρίζονται στη λογική της εξαγωγής φυσιολογικών σημάτων από το φυσιολογικό θόρυβο. Στην ίδια λογική που βασίζεται η καταγραφή των κοινών προκλητών δυναμικών.

Συγκεκριμένα: Επανάληψη της λειτουργίας σε τακτά και γνωστά διαστήματα συνεπάγεται ότι η καταγραφή της συνολικής ακτινοβολίας σε αυτούς τους συγκεκριμένους χρόνους θα εμπεριέχει πάντα τον επαναλαμβανόμενο σχηματισμό από τη στιγμή της έναρξής του έως το τέλος του, αλλά πάντα διαφορετικές φάσεις όλων των άλλων σχηματισμών των οποίων η έναρξη δεν είναι συγχρονισμένη με αυτήν του σχηματισμού που μας ενδιαφέρει. Οπότε, προσθέτοντας αλγεβρικά την καταγεγραμμένη ακτινοβολία, αρχίζοντας από τη στιγμή που ενεργοποιείται ο μηχανισμός της λειτουργίας που μας ενδιαφέρει και ο οποίος καταγράφεται ακέραιος στην κάθε επανάληψη, ο μεν σχηματισμός αυτός γίνεται εμφανής ως αλγεβρικό άθροισμα, οι δε άλλοι που δεν ενεργοποιούνται με την ίδια χρονική τάξη μηδενίζονται ως φυσιολογικός θόρυβος.

Και επειδή πολύ φοβάμαι ότι μπλέξαμε εδώ σε λεκτικούς λαβύρινθους, θα σας δείξω τη διαδικασία παραστατικότερα με εικόνες. Έστω ότι θέλουμε να ταυτοποιήσουμε το μηχανισμό αναγνώρισης αντικειμένων, το μηχανισμό που παράγει συνειδητές οπτικές εμπειρίες. Προκαλούμε λοιπόν την τέλεση αυτής της λειτουργίας καλώντας τον εξεταζόμενο να κοιτάζει εικόνες γνωστών αντικειμένων μία τη φορά και καταγράφοντας κάθε φορά και προσθέτοντας αλγεβρικά την καταγραφόμενη ακτινοβολία, τη μαγνητική ροή στην προκειμένη περίπτωση, σταδιακά βλέπουμε να

εξεχωρίζει καθαρότερα ο επαναλαμβανόμενος σχηματισμός που αντιστοιχεί σ' αυτή τη λειτουργία.

Όπως βλέπετε σε αυτή την καρικατούρα, ο εγκεφαλικός μηχανισμός που διαφαίνεται απαρτίζεται και από μέρη (ή «εξαρτήματα») που είναι κοινά σε κάθε λειτουργία που προϋποθέτει ανάλυση οπτικών ερεθισμάτων (ινιακός φλοιός) και από μέρη κοινά σε κάθε λειτουργία που συνεπάγεται αναγνώριση του ερεθίσματος (κάτω κροταφοϊνιακή περιοχή), καθώς επίσης και η περιοχή Broca, η οποία είναι αναγκαία και για την εκφορά του λόγου αλλά και για την υποσυνείδητη έστω, και αυτόματη, κατονομασία του αντικειμένου που αναγνωρίζεται.



Με αυτόν τον τρόπο απεικονίζεται το περίγραμμα των μηχανισμών κάθε λειτουργίας. Με τον ίδιο τρόπο ενδεχομένως θα μπορούσε να απεικονιστεί και ο σχηματισμός ενός είδους παραγώγου της λειτουργίας. Ενός είδους, επαναλαμβάνω, δηλαδή όχι μιας συγκεκριμένης εμπειρίας αλλά των κοινών χαρακτηριστικών παρόμοιων εμπειριών τα οποία καθορίζουν το είδος τους. Ο σχηματισμός, για παράδειγμα, του είδους της οπτικής εμπειρίας που ονομάζουμε «μικρόφωνο» ή «τραπέζι» ή «τριαντάφυλλο» με την επανάληψη, δηλαδή, του ίδιου ερεθίσματος.

Δεν σας δείχνω όμως το περίγραμμα του σχηματισμού αυτού ή οποιουδήποτε άλλου που να αντιστοιχεί σε οποιοδήποτε είδος εμπειρίας, για τον απλούστατο λόγο ότι ούτε εγώ ούτε κάποιος άλλος δεν έχει καταγράψει τέτοιο πράγμα ως τώρα, κι ας ακούγονται πού και πού από διάφορους διάφορα. Όσο για το γιατί δεν έχουμε ακόμα καταφέρει να απεικονίσουμε το σχηματισμό μιας έννοιας (δηλαδή ενός είδους εμπειριών), εδώ συντρέχουν τεχνικοί λόγοι, τους οποίους δεν θα ήταν ιδιαίτερα ενδιαφέρον να συζητήσουμε απόψε. Αλλά όποιοι και να είναι αυτοί οι λόγοι, το γεγονός παραμένει, ότι δηλαδή κανένας έως τώρα δεν έχει απεικονίσει το σχηματισμό καμιάς απολύτως έννοιας.

Ενδεχομένως, όμως, κάποιος συνάδελφος που θα καλέσετε σ' αυτό εδώ το συνέδριο του χρόνου ή μετά από δέκα χρόνια να σας δείξει σχηματισμούς οι οποίοι να

αντιστοιχούν, αν όχι σε αφηρημένες έννοιες ή αν όχι σε τριαντάφυλλα, τουλάχιστον σε κάποιες ευρύτερες κατηγορίες αισθητών αντικειμένων.

Αλλά ποτέ κανένας δεν θα έρθει να σας δείξει σχηματισμούς που να αντιστοιχούν στην άλφα ή στη βήτα συγκεκριμένη εμπειρία ενός συγκεκριμένου ατόμου. Ένα σχηματισμό που να αντιστοιχεί, για παράδειγμα, στη φευ-



γαλέα οπτικο-οσφρητική αίσθηση ενός συγκεκριμένου ρόδου χρωματισμένου, συγκινησιακά και συνειρμικά, από την ιδιαιτερότητα της ανεπανάληπτης στιγμής, εξορυγμένου από το πολύμορφο, το πρωτεύικό και αεί ανανεούμενο ρεύμα του συνειδησιακού γίνεσθαι οποιουδήποτε ατόμου.

Στην περίπτωση όμως που κάποιος εμφανιστεί κομίζων σχηματισμούς τέτοιους, μεμονωμένων στιγμών της υποκειμενικής μας ιστορίας, θα ήταν νομίζω φρόνιμο, πριν πιστέψουμε τον ισχυρισμό του, να του ζητήσουμε να μας εξηγήσει πώς είναι δυνατόν να αναγνωρίσει κάποιος κάτι το ανεπανάληπτο, εφόσον η αναγνώριση πάντα προϋποθέτει επανάληψη και εφόσον οι συγκεκριμένες εμπειρίες και επομένως οι αντίστοιχοί τους σχηματισμοί είναι φύσει ανεπανάληπτες και ανεπανάληπτοι;

Αλλά ας μη χρονοτριβήσουμε άλλο με αφελή σενάρια επιστημονικής φαντασίας· ας προσγειωθούμε ξανά στην καθόλου ευκαταφρόνητη πραγματικότητα. Στο τι έχει ήδη επιτευχθεί και το τι είναι εφικτό να επιτευχθεί με τις νευροαπεικονιστικές μεθόδους.

Το περίγραμμα κάποιων μηχανισμών έχει ήδη καταγραφεί. Οι περισσότεροι από αυτούς ήταν ήδη γνωστοί και η νευροαπεικόνιση απλώς δείχνει τη δυναμική τους όψη και διάρθρωση που είναι αδύνατο να καταδειχθεί με τις κλασικές κλινικές ή επεμβατικές πειραματικές μεθόδους. Οι σχηματισμοί που θα σας δείξω έχουν όλοι καταγραφεί με τη μέθοδο της μαγνητοεγκεφαλογραφίας στο εργαστήριό

ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ ΣΙΜΟΣ PH.D.	LARRY KRAMER M.D.
EDUARDO CASTILLO PHD	JAMES WHELESS M.D.
SHIRIN SARKARI PH.D.	JAMES BAUMGARTNER M.D.
JOSHUA BREIER PH.D.	HOWARD KIM M.D.
DISHENG MEN M.D. PH.D.	VIJAY MAGGIO M.D.
WENBO ZHANG M.D.	NITIN TANDON M.D.
REBECCA BILLINGSLEY-MARSHALL PH.D.	ANTONY PASSARO B.A.
WILLIAM MAGGIO M.D.	VANESSA FULLER B.S.
JENIFER JURANEK PH.D.	SHELLY FITZGERALD B.A.
EKATERINA PATARAIA M.D. PH.D.	DAVID MOLFESSE M.A.
ΓΙΩΡΓΟΣ ΖΟΥΡΙΔΑΚΗΣ PH.D.	KIMBERLY HUGHES B.A.
PAULA ALVAREZ PH.D.	MARIBEL BRIONES
ZHIMIN LI PH.D.	PETER MOLFESSE M.A.
HIDEAKI ISHIBASHI M.D.	SELENE DOMINGUEZ B.A.

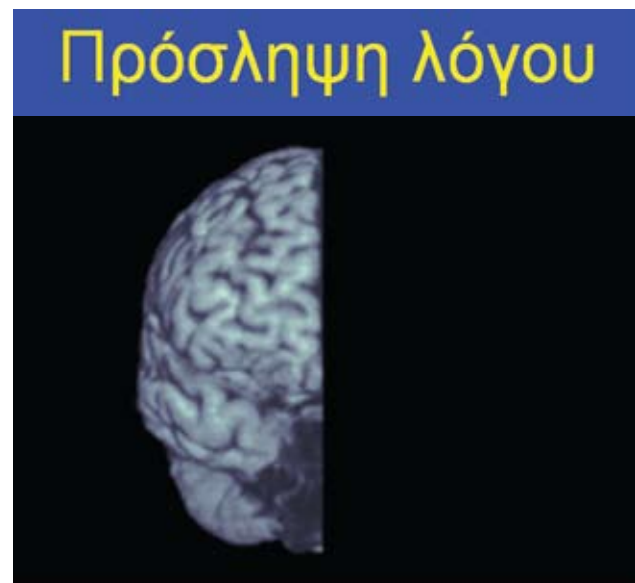
μου, στο Houston.

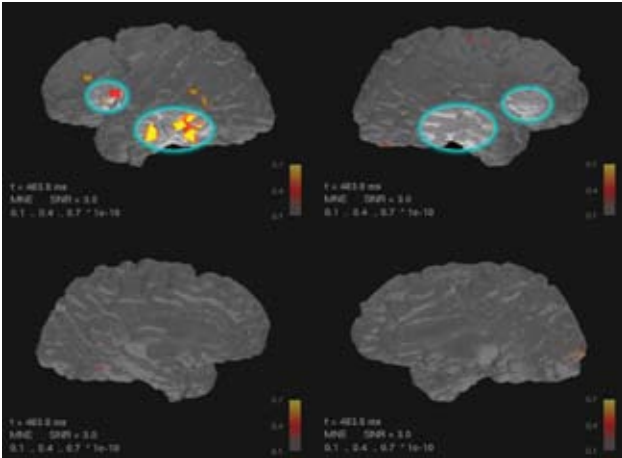
Και το ότι έχουν καταγραφεί, ελεγχθεί και επαληθευτεί, οφείλεται στους συνεργάτες μου που βλέπετε εδώ, και ειδικότερα τον Παναγιώτη Σίμο, τους οποίους θέλω άλλη μία φορά να ευχαριστήσω και να συγχαρώ.

Ιδού λοιπόν πρώτα οι σχηματισμοί που αντιστοιχούν στις βασικές αισθητικές αποκρίσεις του φλοιού (όχι αναγκαστικά στην αναγνώριση και την ταυτοποίηση των ερεθισμάτων).

Ιδού ο σχηματισμός πρόσληψης λόγου με τα δύο του κύρια χαρακτηριστικά: την επικράτηση του αριστερού ημισφαιρίου και την ενεργοποίηση της πίσω μοίρας της άνω κροταφικής έλικας (περιοχή Wernicke).

Ιδού ο σχηματισμός του συνδυασμού δύο λειτουργιών: αναγνώρισης, πρώτον, και κατονομασίας, δεύτερον, οπτι-

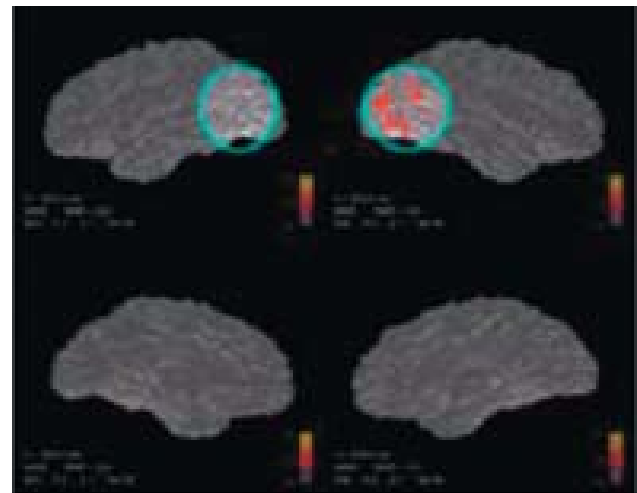
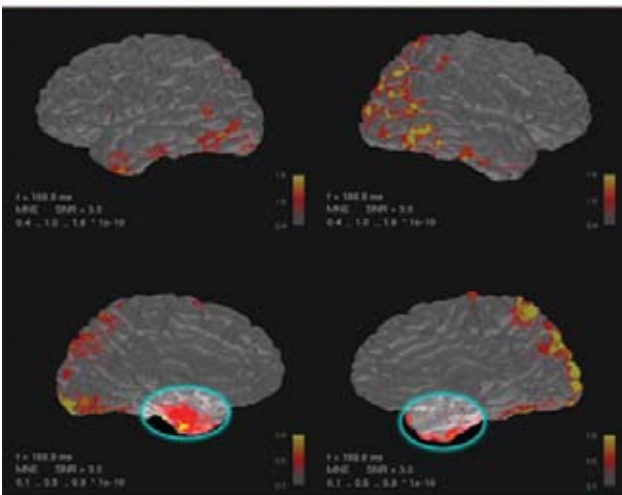




σε μισό sec από την εμφάνιση του οπτικού ερεθίσματος, την ενεργοποίηση της περιοχής Broca, που διαμεσολαβεί την κατονομασία των αντικειμένων, έστω και αυτόματη και νοητή, δηλαδή χωρίς άρθρωση λόγου.

Ιδού, τώρα, το περίγραμμα του σχηματισμού που φαίνεται ότι αντιστοιχεί στην παραγωγή συναισθημάτων με αφορμή ερεθίσματα όπως αυτά εδώ, με κύριο γνώρισμα την ενεργοποίηση της έσω μοίρας των κροταφικών λοβών, που αποτελούν μέρος του μεταιχμιακού συστήματος. Εδώ, αν προσέξατε, είπα «φαίνεται», γιατί τα πειράματα είναι πρόσφατα και η αξιοπιστία των σχηματισμών δεν έχει ελεγχθεί επαρκώς.

Ιδού τώρα ο σχηματισμός που αντιστοιχεί στη διεργασία αντίληψης του περιεχομένου χωρο-οπτικών αναπτυγμάτων, που απαιτεί τον υπολογισμό του αριθμού κουκκίδων με μία μόνο ματιά, ο οποίος χαρακτηρίζεται από ιδιαίτερα έντονη ενεργοποίηση του δεξιού ινιακού και βρεγματικού φλοιού.



Και εδώ το περίγραμμα του σχηματισμού της διεργασίας αφαίρεσης αριθμών

6  
-3

κών ερεθισμάτων.

Διακρίνετε την ενεργοποίηση του ινιακού και βρεγματικού λοβού, καθώς και την ενεργοποίηση της βασικής επιφάνειας της κροταφοϊνιακής περιοχής αμφοτερόπλευρα –ενδεικτικής της πρώτης λειτουργίας– και στη συνέχεια, μέσα

με ευδιάκριτη τη συμμετοχή του αριστερού τώρα ημισφαιρίου.

Αρκετά νομίζω αυτά, για να έχετε μια γενική ιδέα. Αλλά τι χρησιμεύουν όλα αυτά, δεδομένου ότι οι φιλοδοξίες των

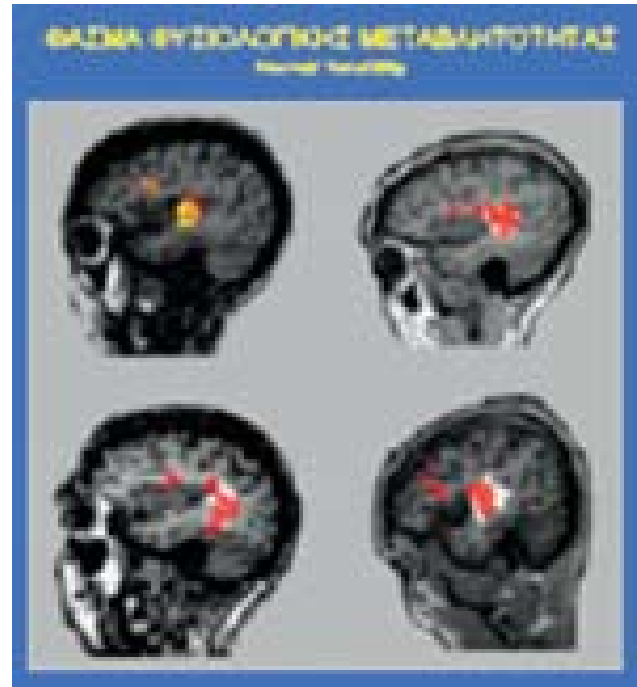
περισσότερων από εμάς τους ερευνούντες είναι εντελώς διαφορετικές απ’ αυτές του «μεγάλου αδελφού» της γνωστής νουβέλας του Orwell, και καθόλου δεν μας συγκινεί ο ρόλος του κατασκόπου των ψυχών – ρόλος έτσι κι αλλιώς ανέφικτος και παρά φύση.

Μας χρησιμεύουν αρχικά για την κατανόηση της δομής του ανθρώπινου ψυχισμού: Ποιες από τις ψυχονητικές λειτουργίες που υποθέτουμε τον συναπαρτίζουν έχουν νευροφυσιολογική εγκυρότητα, δηλαδή διακριτούς εγκεφαλικούς μηχανισμούς, και ποιες όχι, ποιες δηλαδή είναι μόνον κατ’ όνομα λειτουργίες, απλά ονόματα που σηματοδοτούν αφηρημένες κυρίως έννοιες, όπως «ευφυΐα», «ηθική», «ευλάβεια» κ.λπ. Ποιες είναι οι αλληλοσυνδέσεις των μηχανισμών των διαφόρων λειτουργιών· ποια μέρη τους είναι αναγκαία για να προκύψει συνειδητή εμπειρία και ποια όχι ... στα ερωτήματα αυτά ουκ έστιν τέλος.

Αλλά οι απεικονίσεις αυτές έχουν επίσης πρακτική αξία. Θα αναφέρω μόνο μία από τις κλινικές τους εφαρμογές: την προεγχειρητική χαρτογράφηση του φλοιού. Την ταυτοποίηση, δηλαδή, των περιοχών του φλοιού των αναγκαίων για βασικές αισθητικοκινητικές και γλωσσικές λειτουργίες, καθώς επίσης τη θέση και την έκτασή τους σε σχέση προς τη βλάβη (τον όγκο, τη δυσπλασία, την εστία επιληψίας κ.λπ.) που πρόκειται να αφαιρεθεί χειρουργικά. Τώρα, γιατί αυτού του είδους η πληροφόρηση πριν από τη χειρουργική επέμβαση είναι χρήσιμη, είναι προφανές:

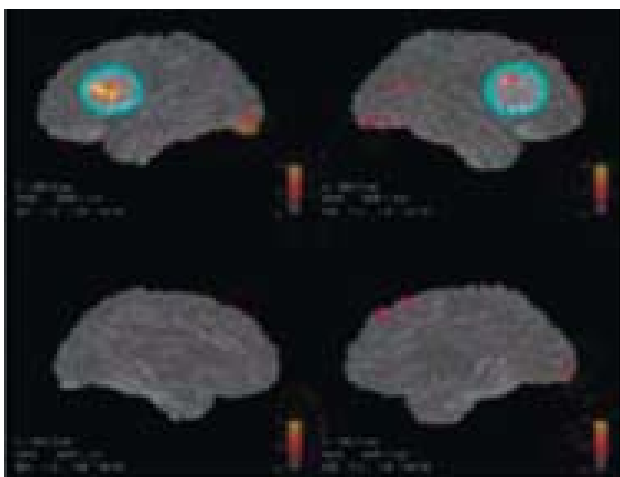
Πρώτον, η λειτουργική τοπογραφία του εγκεφάλου είναι μόνον κατά προσέγγιση γνωστή. Τα ακριβή όρια κάθε περιοχής είναι εν πολλοίς άγνωστα και διαφέρουν από άτομο σε άτομο.

Δεύτερον, η θέση των επιμέρους μηχανισμών, ακόμα και για τόσο βασικές λειτουργίες όπως η σωματαίωση, αποκλίνουν, ενίοτε δραματικά, σε περιπτώσεις βλάβης,



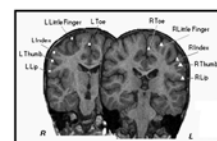
από τις αναμενόμενες –από αυτές δηλαδή που βλέπουμε στα εγχειρίδια– λόγω σταδιακής λειτουργικής αναδιοργάνωσης του φλοιού, όπως σε αυτή την περίπτωση της αρτηριοφλεβώδους δυσπλασίας που έχει μετατοπίσει το σωματαίωτικό ανθρωπάριο από τη φυσιολογική του θέση, όπως φαίνεται στο επάνω μέρος της εικόνας, ή όπως σε αυτή την περίπτωση κύστης στον αριστερό κροταφικό λοβό, που έχει μετατοπίσει το μηχανισμό της γλώσσας από την περιοχή Wernicke σε δύο διαφορετικά σημεία του κροταφικού λοβού.

Πριν από την προεγχειρητική χαρτογράφηση, η χειρουργική επέμβαση στην πρώτη περίπτωση εθεωρείτο, και δικαιολογημένα, άκρως παρακινδυνευμένη, γιατί η

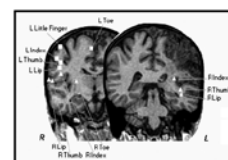


Plasticity in primary somatosensory functions: reorganization induced by AVM  
**ΑΝΑΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΣΩΜΑΤΑΙΣΘΗΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΙΚΟΥ ΦΛΟΙΟΥ ΣΕ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΑΡΤΗΡΙΟΦΛΕΒΩΔΟΥΣ ΔΥΣΠΛΑΣΙΑΣ**

Normal subject  
 N1

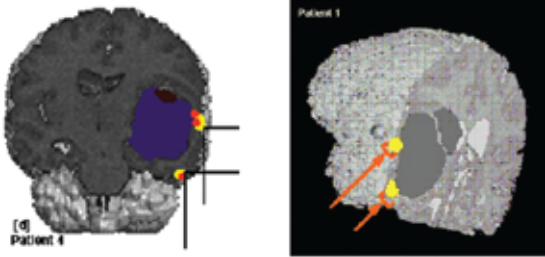


Patient with AVM

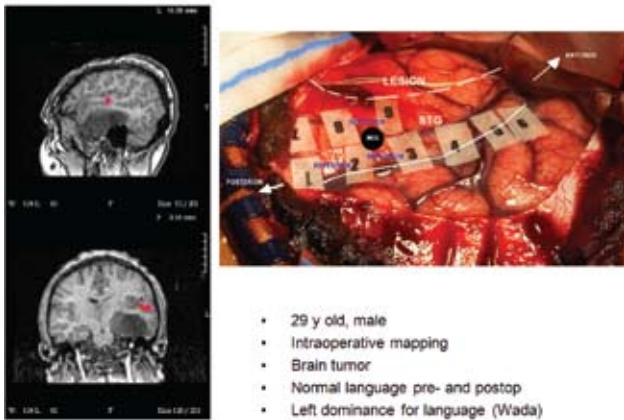


**ΠΑΡΑΤΥΠΗ ΔΙΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΟΥ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ ΠΡΟΣΛΗΨΕΩΣ ΛΟΓΟΥ**

Atypical representation of linguistic function. 25 yo male xanthoastrocytoma



**Διεγχειρητική χαρτογράφηση**



βλάβη καταλάμβανε όλο τον, εξ υποθέσεως, κινητικό και σωματισθητικό φλοιό και η αφαίρεσή της αναμενόταν να προκαλέσει ημιπάρεση. Στη δεύτερη περίπτωση, βλάβη του πλάγιου σημείου του φλοιού μάλλον θα προκαλούσε

δυσφασία. Η προεγχειρητική χαρτογράφηση σε αυτές τις δύο περιπτώσεις και σε δεκάδες πλέον περιπτώσεων, μειώνει την πιθανότητα μετεγχειρητικής νοσηρότητας.

Επιπλέον, η αναμενόμενη αντικατάσταση των επεμβατικών διεγχειρητικών μεθόδων λειτουργικής χαρτογράφησης του φλοιού, μέσω ηλεκτρικού ερεθισμού, που κατ' ανάγκη χρησιμοποιείται τώρα ευρέως, στα περισσότερα νευροχειρουργικά κέντρα, με μη επεμβατική, προεγχειρητική χαρτογράφηση, θα μειώσει περαιτέρω τη νοσηρότητα, μειώνοντας τη διάρκεια των επεμβάσεων και, επομένως, την πιθανότητα λοιμώξεων.

Πέραν αυτής, υπάρχουν και άλλες πρακτικές εφαρμογές των νευροαπεικονιστικών μεθόδων, όπως στην ταυτοποίηση παράτυπων σχηματισμών που απαντούν σε παιδιά με αναπτυξιακές δυσχέρειες όπως η δυσλεξία και που θα διευκολύνουν στο μέλλον τη σωστή διάγνωση και ενδεχομένως την αντικειμενική εκτίμηση της επάρκειας διαφόρων μεθόδων αποκατάστασης ή θεραπείας.

Ωστόσο, παράθεση των πρακτικών αυτών εφαρμογών είναι εκτός θέματος απόψε. Τις αναφέρω μόνο για να μη σας δημιουργήσω την εσφαλμένη εντύπωση ότι οι ψυχολόγοι, οι ψυχίατροι, αλλά και οι νευροφυσιολόγοι και οι νευροεπιστήμονες γενικά ασχολούνται με το δίπτυχο συνείδηση-εγκέφαλος χάρη μόνον του Αριστοτελικού θαυμάζουν και του φιλοσοφείν.

*Corresponding author:*

A.C. Papanicolaou, Center Clinical Neurosciences, 1333 Mour-sund street, Suite H114, Houston, Texas 77030, USA, Tel.: 713-797-7571, Fax: 713-797-7590  
e-mail: Andrew.C.Papanicolaou@uth.tmc.edu

