

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΕΛΕΥΘΕΡΝΑ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ
ΨΥΧΟΛΟΓΙΑΣ



ΤΟΜΟΣ ΕΚΤΟΣ
ΡΕΘΥΜΝΟ 2013

Αντί Προλόγου

Ανδρέας Καστελλάκης¹

Το ειδικό αυτό τεύχος του περιοδικού "Ελεύθερα" είναι αφιερωμένο στη νευροεπιστήμη της συμπεριφοράς και περιλαμβάνει μια σειρά άρθρα που καλύπτουν επιμέρους πτυχές του πεδίου.

Η νευροεπιστήμη είναι ένα ευρύ διεπιστημονικό πεδίο που συνδέει μεταξύ άλλων την επιστήμη της βιολογίας με αυτήν της ψυχολογίας με βασικό συνδετικό κρίκο τον εγκέφαλο. Όπως γνωρίζουμε σήμερα το όργανο αυτό κάθε άλλο από απλό μπορεί να θεωρηθεί καθώς απαρτίζεται από περίπου 100 δισεκατομμύρια νευρικά κύτταρα που συνδέονται μεταξύ τους με εκατοντάδες τρισεκατομμύρια συνάψεις. Αναπόφευκτα το πεδίο μελέτης της νέας αυτής επιστήμης είναι ιδιαίτερα ευρύ, εκτεινόμενο από το επίπεδο των μορίων έως αυτό του νου. Συνοπτικά αντνακλά την ποικιλομορφία των επιμέρους πεδίων που συνθέτουν αυτή τη νεοπαγή επιστήμη και εκτείνονται από τα πεδία της μοριακής βιολογίας, της γενετικής, της βιοχημείας, της φυσιολογίας και εκτείνονται σε αυτά της ψυχιατρικής, της ψυχολογίας, της φιλοσοφίας καθώς και άλλων επιστημονικών πεδίων. Επιπλέον στην ανάπτυξη της συνέβαλε και συμβάλλει η αλματώδης ανάπτυξη της τεχνολογίας σε πεδία όπως αυτά της γονιδιωματικής, της πρωτεομικής, της μεταβολονομικής, της επιγραφομικής, της επιγονιδιωματικής, της βιοπληροφορικής και άλλων πεδίων (βλ. Insel & Landis, 2013). Πέραν της σύγκλισης αυτής το σημαντικότερο ίσως είναι η αλλαγή στην οπτική της προσέγγισης παλαιών

¹ Αναπληρωτής Καθηγητής Ψυχοφυσιολογίας, Εργαστήριο Νευροεπιστημών & Συμπεριφοράς, Τμήμα Ψυχολογίας, Πανεπιστήμιο Κρήτης, e-mail: kastellakis@uoc.gr

ερωτημάτων με νέους καινοτόμους και ευρηματικούς τρόπους που επέτρεψαν την ραγδαία ανάπτυξη αυτού του επιστημονικού πεδίου. Γενικότερα η ανάδυση αυτού του επιστημονικού πεδίου προκάλεσε σημαντικές αναδιατάξεις σε προϋπάρχοντα επιστημονικά πεδία, ανάλογες των οποίων ελάχιστες φορές έχουν παρατηρηθεί στην ιστορία των επιστημών (Καστελλάκης, 2006· Κωστόπουλος, 1985). Σήμερα πλέον υπάρχει διάχυτη η φιλοδοξία πως τις επόμενες δεκαετίες οι γνώσεις που θα σωρευτούν θα διευρύνουν τους ορίζοντες μας επιτρέποντας μια βαθύτερη κατανόηση της λειτουργίας του εγκεφάλου και του νου τόσο σε φυσιολογικές όσο και σε παθοφυσιολογικές καταστάσεις. Τις τελευταίες δεκαετίες άλλωστε η φιλοδοξία αυτή αποτυπώνεται γλαφυρά και στον αριθμό των βραβείων Νόμπελ που έχουν απονεμηθεί σε επιστήμονες που ασχολούνται με έρευνα του εγκεφάλου (δείτε σχετικά: Chudler's web site).

Προκλήσεις και πρόοδος

Η πορεία της κατανόησης της δομής και λειτουργίας του εγκεφάλου ξεκίνησε ως γνωστόν σε ιδιαίτερα παραγωγικούς ρυθμούς τη δεκαετία του 1990 η οποία χαρακτηρίστηκε ως "δεκαετία του εγκεφάλου" και έκτοτε συνεχίζεται το ίδιο παραγωγικά λόγω και της σημαντικής χρηματοδότησης που απολαμβάνουν οι σχετικοί τομείς έρευνας. Σε αυτό συνέβαλαν αφ' ενός η επίγνωση για το κοινωνικό και οικονομικό κόστος των διαταραχών της λειτουργίας του εγκεφάλου και αφ' ετέρου η πίστη πως οι διαταραχές αυτές δεν αποτελούν πλέον ανυπέρβλητο πρόβλημα (Anonymous, 1999), παρά την πολυπλοκότητα και του απλούστερου νευρικού συστήματος (Koch & Laurent, 1999).

Είναι γνωστό ότι πολλοί άνθρωποι στον κόσμο σήμερα πάσχουν από σοβαρά νευρολογικά ή ψυχιατρικά νοσήματα και επίσης ότι το κόστος για τους πάσχοντες, τις οικογένειες τους και την κοινωνία είναι αβάστακτο. Το κόστος αυτό δεν περιορίζεται

μόνο σε οικονομικό. Ο Παγκόσμιος Οργανισμός Υγείας εκτιμά ότι μόνο το άμεσο οικονομικό κόστος των ψυχιατρικών νοσημάτων αντιπροσωπεύει παγκοσμίως μια επιβάρυνση της τάξεως του 12% για τη Δημόσια Υγεία (WHO, 2003). Για την ίδια περίοδο το άμεσο οικονομικό κόστος στον Καναδά για ένδεκα νευρολογικές καταστάσεις υπολογίζεται σε 2,3 δισεκατομμύρια δολάρια (Canadian Institute for Health Information, 2007). Οι εκτιμήσεις αυτές σήμερα θεωρούνται μετριοπαθείς καθώς τα δεδομένα από μια πιο πρόσφατη μελέτη για την Ευρώπη ανεβάζει το κόστος μόνο για το έτος 2010 για το σύνολο των διαταραχών της εγκεφαλικής λειτουργίας σε 798 δισεκατομμύρια ευρώ, εκ των οποίων το 37% αφορά άμεσες ιατρικές δαπάνες (Olesen, Gustavsson, Svensson, Wittchen & Jönsson, 2012). Μάλιστα όπως αναφέρεται στην έρευνα αυτή το μέσο ευρωπαϊκό κόστος ανά άτομο εκτιμάται πως κυμαίνεται από 285 € για την κεφαλαλγία σε περίπου 30.000 € για τα νευρομυϊκά νοσήματα (Olesen et al., 2012). Αντίστοιχα τα δεδομένα από ΗΠΑ μόνο για τη νόσο Alzheimer υποδεικνύουν μια αύξηση του κόστους νοσηλείας των πασχόντων κατά 300% για το 2014 σε σχέση με το 2004 (Alliance for Aging Research, 2009). Ανησυχητικά δεδομένα για την ίδια νόσο προκύπτουν και από αντίστοιχες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στην Κίνα (Wang, Cheng, Zhang, Bai, Zeng, Cui et al., 2008). Οι προβολές των σημερινών δεδομένων στο μακρινό 2050 σε συνδυασμό με τη γήρανση του πληθυσμού ανεβάζουν το ετήσιο κόστος μόνο για τις ΗΠΑ ειδικά για τη νόσο Alzheimer στο επίπεδο του ενός τρισεκατομμυρίου δολαρίου (Alzheimer Association, 2010). Ταυτόχρονα άλλα στοιχεία υποδεικνύουν ότι η καθυστέρηση εμφάνισης της νόσου κατά έξι με επτά χρόνια θα προκαλέσει μείωση δαπανών της τάξεως των 444 δισεκατομμυρίων δολαρίων για τις ΗΠΑ έως το 2050 (Alliance for Aging Research, 2009). Αντίστοιχα υψηλό είναι το κόστος (έμμεσο και άμεσο) και για τη νόσο Parkinson στις ΗΠΑ (Kowal, Dall, Chakrabarti, Storm, & Jain, 2013) και φυσικά της

κατάθλιψης, αν αναλογιστούμε και τα επιδημιολογικά δεδομένα της νόσου (βλ. Berto, D' Ilario, Ruffo, Di Virgillio, & Rizzo, 2000).

Επιπλέον το γεγονός ότι νοσήματα όπως οι επιληψίες, οι άνοιες, τα αγγειακά εγκεφαλικά επεισόδια, οι ψυχωσικές διαταραχές αλλά και άλλες διαταραχές επηρεάζουν πτυχές τις συμπεριφοράς των πασχόντων διαμορφώνοντας συνθήκες "στιγματισμού" και κοινωνικής απομόνωσης, καθιστά πιο επιτακτική την ανάγκη για την εξεύρεση μιας λύσης. Το κόστος αυτό (έμμεσο) δύσκολα μπορεί να εκτιμηθεί, αν και κάποιες αρκετές προσπάθειες έχουν καταβληθεί και κάποια ενδιαφέροντα στοιχεία παρουσιάζονται σε μια σχετικά πρόσφατη έκθεση του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας (Dua, Cumbreira, Mathers, & Saxena, 2006). Η λύση φυσικά δε θα μπορούσε να είναι ανεξάρτητη μιας εμβάθυνσης στις γνώσεις μας για τη λειτουργία του εγκεφάλου και φυσικά στη διαμόρφωση ενός πλαισίου πολιτικής υγείας (Dua, Janca, Kale, Montero, Muscetta, & Peden, 2006). Αντίστοιχα ζητήματα τίθενται και για άλλες διαταραχές (αγχώδεις διαταραχές, κατάθλιψη, σχιζοφρένεια και εξάρτηση από ουσίες) που πλήττουν κυρίως μικρότερες ηλικίες.

Η εμβάθυνση αυτή συντελείται σταδιακά μέσω της ανάπτυξης του πεδίου της γνωστικής νευροεπιστήμης που συνδυάζει ταυτόχρονα τρόπους ανάλυσης που προέρχονται από τα πεδία της νευροεπιστήμης και της ψυχολογίας και αξιοποιεί τις σύγχρονες τεχνικές απεικόνισης του εγκεφάλου κατά τη διάρκεια εκτέλεσης συμπεριφορικών και γνωστικών έργων. Τα δεδομένα που προκύπτουν μας επιτρέπουν να συσχετίζουμε γνωστικές διεργασίες με ανατομικά δεδομένα του εγκεφάλου (βλ. Poldrack, 2008· Sarter, Berntson, & Cacioppo, 1996). Παρά την πρόοδο που έχει συντελεστεί τα τελευταία χρόνια εξακολουθούν να υπάρχουν σημαντικές προκλήσεις για τα επόμενα χρόνια όπως το πώς η δραστηριότητα του εγκεφάλου δημιουργεί τον νου ή τις ανώτερες νοητικές λειτουργίες (Koch & Laurent, 1999· Nilipour, 2012).

Επιπλέον η ολοκλήρωση της χαρτογράφησης του ανθρωπίνου γονιδιώματος (σε συνδυασμό με άλλες τεχνικές) και με δεδομένο ότι ένα πολύ μεγάλο μέρος των γονιδίων αυτών εκφράζονται και στον εγκέφαλο ή αποκλειστικά στον εγκέφαλο έδωσε ώθηση στην κατανόηση των μηχανισμών εγκεφαλικής ανάπτυξης (Huang, Jeon, Sedmak, Pletikos, Vasung, Xu, Yarowsky, Richards, Kostović, Šestan, & Mori, 2013· Konrad, Firk, & Uhlhaas, 2013) και την καλλιέργεια προσδοκιών για τη χάραξη πολιτικής υγείας (Johnson, Blum, Giedd, 2009) ή τη σκιαγράφηση ενδοφαινότυπων που συνδέονται με συγκεκριμένες ψυχιατρικές διαταραχές (Puls & Gallinat, 2008) και προφανώς έχουν αποκτήσει κλινικό ενδιαφέρον (Patrick, 2014). Επιπλέον σημαντική πρόοδος έχει συντελεστεί και στο επίπεδο της συσχέτισης γενετικών και απεικονιστικών δεδομένων (Te, Schumann, & Feng, 2013) καθώς και στο πεδίο της δημιουργίας ζωικών προτύπων συγκεκριμένων νόσων ή διαταραχών μέσω του χειρισμού ορισμένων γονιδίων (Salgado & Sandner, 2013) και αυτό της μελέτης των βλαστικών κυττάρων που αναδεικνύει δυνατότητες αξιοποίησης τους στο μέλλον για τη θεραπεία διαφόρων νευροεκφυλιστικών νόσων (Sykova & Forostyak, 2013).

Ταυτόχρονα ενδιαφέροντα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι η εν τω βάθει εγκεφαλική διέγερση (DBS) μπορεί να αξιοποιηθεί στην αντιμετώπιση της νόσου Parkinson, αν και πειραματικά δεδομένα υποδεικνύουν πιθανές μελλοντικές εφαρμογές της στην αντιμετώπιση της ψυχαναγκαστικής-καταναγκαστικής διαταραχής, του συνδρόμου Tourette, της εξάρτησης από ουσίες και της κατάθλιψης (Krack, Hariz, Baunez, Guridi, & Obeso, 2010· Luigjes, de Kwaastieniet, de Koning, Oudijn, van den Munckhof, Schuurman, & Denys, 2013· Williams & Okun, 2013). Αντίστοιχα ενδιαφέροντα δεδομένα υποδεικνύουν ότι η εφαρμογή του διακρανιακού εγκεφαλικού ερεθισμού (TBS) σε άτομα που πάσχουν από νευρολογικές ή και ψυχιατρικές διαταραχές θα μπορούσε να έχει θεραπευτικό αποτέλεσμα (βλ. Nuffield Council on

Bioethics, 2013). Ομοίως υπάρχουν ενδιαφέροντα αποτελέσματα αξιοποίησης εγκεφαλικών σημάτων και υπολογιστικής επιστήμης για τη δημιουργία ρομποτικών προσθετικών μελών σε άτομα με αναπηρίες (βλ. Nuffield Council on Bioethics, 2013).

Παράλληλα με αυτά η εφαρμογή της νανοτεχνολογίας στη νευροεπιστήμη φαίνεται να ανοίγει δρόμους και να προσφέρει ευκαιρίες τόσο για την κατανόηση βασικών μηχανισμών της νευροβιολογίας και νευροπαθολογίας, όσο και για άμεσες κλινικές εφαρμογές όπως αυτές της νευρωνικής αναγέννησης και της διέλευσης φαρμακευτικών σκευασμάτων μέσω του αιματοεγκεφαλικού φραγμού (Silva, 2006).

Πέρα όμως από τις εφαρμογές σε θέματα υγείας ενδιαφέρουσες προοπτικές αποκτά και η γεφύρωση της εκπαίδευσης με τη νευροεπιστήμη. Αν και η ιδέα αυτή είναι σχετικά παλαιά, τα τελευταία χρόνια μια σειρά ακαδημαϊκών προγραμμάτων εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης καθιερώνονται σε διάφορα κορυφαία πανεπιστήμια ανά τον κόσμο, ενώ έχουν δημιουργηθεί και σχετικά επιστημονικά περιοδικά (βλ. Τριάρχου & Κουτσοκλένης, 2013). Σε ένα συνεχώς μεταβαλλόμενο περιβάλλον όπου οι απαιτήσεις των κοινωνιών για περισσότερη γνώση βάσιμη εκτίμηση είναι πως η εκπαίδευση θα συνεχίσει να αναδεικνύεται σε κομβικό παράγοντα για κοινωνική πρόοδο και αλλαγή. Αυτό θεωρητικά μπορεί να επιτευχθεί καλύτερα μέσω της ενσωμάτωσης των νέων τεχνολογιών σε εκπαιδευτικά συστήματα, τα οποία θα διέπονται από παιδαγωγικές αρχές.

Παράλληλα διαφαίνεται η πιθανή αξιοποίηση της λεγόμενης νευροτεχνολογίας σε πτυχές της ζωής μας όπως η απόδοση δικαιοσύνης (Aharoni, Funk, Sinnott-Armstrong, & Gazzaniga, 2008· Bandes, 2010· Greene & Cohen, 2004), σε διεργασίες που αφορούν λήψη αποφάσεων οικονομικού χαρακτήρα (Ariely & Berns, 2010· Levallois, Clithero, Wouters, Smidts, & Huettel, 2012), στη θωράκιση της εθνικής ασφάλειας (Kalbfleisch & Forsythe, 2011) ή ακόμα και τη μελέτη της τέχνης μέσω της νευροεπιστήμης δια της

λεγόμενης "νευροαισθητικής" (Chatterjee, 2010· Ishizu & Zeki, 2011· Vessel, Starr, & Rubin, 2012).

Σε γενικές γραμμές με προοπτική την επίλυση μιας σειράς ζητημάτων, όπως αυτά που αναφέρθηκαν πιο πάνω, αναμένεται τα επόμενα χρόνια να πραγματοποιηθούν μεγαλύτερες επενδύσεις σε ερευνητικά προγράμματα που θα στοχεύουν στην προσομοίωση του ανθρωπίνου εγκεφάλου (Human Brain Project). Για να επιτευχθεί αυτά θα πρέπει να συλλεχθούν και να αξιοποιηθούν όλα τα δυνατά δεδομένα που προκύπτουν από την ερευνητική και κλινική δραστηριότητα στις νευροεπιστήμες σήμερα καθώς και η πρόοδος που έχει συντελεστεί στο πεδίο της υπολογιστικής επιστήμης και της βιοπληροφορικής. Η ευόδωση ενός τέτοιου εγχειρήματος θα επιτρέψει μια ασφαλέστερη διάγνωση εγκεφαλικών διαταραχών και μια περισσότερο εξατομικευμένη θεραπευτική προσέγγιση (Walker, 2012).

Φόβοι και προβληματισμοί

Βεβαίως τα όσα αναφέρθηκαν προηγουμένως, αν και διαμορφώνουν μια ιδιαίτερα θετική προοπτική για την επίλυση υπαρκτών προβλημάτων δε σημαίνει ότι δε δημιουργούν σκεπτικισμό, προβληματισμό ή και φόβους για το πώς θα μπορούσαν να αξιοποιηθούν στο μέλλον και από ποιόν.

Όμως ανεξάρτητα από τους όποιους σκεπτικισμούς, προβληματισμούς ή και φόβους σημαντικό πρόβλημα των ημερών μας εξακολουθεί να παραμένει η λανθασμένη παρουσίαση, η υπεραπλούστευση ή η λανθασμένη ερμηνεία ερευνητικών πορισμάτων μέσω του μη επιστημονικού ηλεκτρονικού και έντυπου τύπου. Η κατάσταση βεβαίως είναι λίγο καλύτερη απ' ό,τι πριν λίγα χρόνια, όμως απαιτείται να γίνει ακόμα πιο οργανωμένη προσπάθεια ενημέρωσης του κοινού για ζητήματα που θα επηρεάσουν τη ζωή του στο μέλλον καθώς η αύξηση της γνώσης και η επέλαση της τεχνολογίας προκαλούν κοινωνικούς μετασχηματισμούς (βλ. James & Benedikter,

2011· Καστελλάκης & Παναγής, 2000). Παρά ταύτα ακόμη και στον επιστημονικό τύπο διατυπώνονται επιφυλάξεις σχετικά με τη βασιμότητα πολλών ευρημάτων που στηρίζονται αποκλειστικά σε γενετικά δεδομένα και φαίνεται να αγνοούν την επίδραση περιβαλλοντικών παραγόντων μέσω επιγενετικών μηχανισμών στην έκφραση για παράδειγμα των ψυχιατρικών διαταραχών (βλ. Tsankova, Renthal, Kumar, Nestler, 2007).

Η πρόοδος αυτή και το γεγονός ότι επιτελείται κατά βάση σε συγκεκριμένες αναπτυγμένες οικονομικά κοινότητες σε συνδυασμό με την περιορισμένη διάχυση των όποιων ωφελημάτων αυτής της έρευνας σε άλλες κοινωνίες αποτέλεσε τη βάση για την ανάπτυξη μιας σειράς προβληματισμών που άπτονται δεοντολογικών, νομικών, κοινωνικών ή ηθικών ζητημάτων (Wadman, 1997).

Πολλές φορές κατά το παρελθόν στο πλαίσιο μιας επιταχυνόμενης προσπάθειας εφαρμογής της παραγόμενης γνώσης παραγνωρίστηκαν ή υποτιμήθηκαν ζητήματα που τελικά επέφεραν ανεπιθύμητες ενέργειες στους ανθρώπους που εφαρμόστηκαν. Η αξιοποίηση των διαφόρων ψυχοφαρμάκων αλλά και άλλων επεμβατικών μεθόδων μας έδειξαν ότι οι προσδοκίες δεν επιβεβαιώνονται στο βαθμό που αναμένονται. Γι' αυτό και σήμερα διατυπώνονται σημαντικές αιτιάσεις για όλα τα θέματα που αναφέρθηκαν προηγουμένως (Rose, 2005). Για παράδειγμα στο συγκεκριμένο σύγγραμμα διατυπώνεται έντονη κριτική για την υπερσυνταγογράφηση της ριταλίνης στην αντιμετώπιση της διαταραχής της ελλειμματικής προσοχής και υπερκινητικότητας (ΔΕΠΥ) σε μικρά παιδιά στις ΗΠΑ όπου διαγιγνώσκονται αριθμητικά 10πλάσια παιδιά σε σχέση με τη Μ. Βρετανία. Είναι γνωστό άλλωστε πως το φαινόμενο της προκλητής ζήτησης φαρμάκων είναι παγκόσμιο και πολλές φορές σχετίζεται με σχέσεις εξάρτησης των θεραπόντων ιατρών από φαρμακευτικές εταιρείες. Στην προκειμένη περίπτωση τα παιδιά υποβάλλονται σε λανθασμένη φαρμακευτική αγωγή θέτοντας σε κίνδυνο την

υγεία τους για να κερδίσουν κάποιοι. Αντίστοιχοι προβληματισμοί διατυπώνονται και τη μέθοδο DBS σε ό,τι αφορά τις κοινωνικές επιπτώσεις από την μαζικότερη αξιοποίηση της μεθόδου (Bell, Mathieu, Racine, 2009). Επομένως αυτό που προέχει είναι η ασφάλεια και η καταλληλότητα των εφαρμοζόμενων καινοτομιών και φυσικά η αποφυγή κατάχρησης της εφαρμογής τους. Ενδιαφέροντες προβληματισμοί για όλα αυτά και πολλά ακόμα θέματα διατυπώνονται στην έκδοση του Nuffield Council on Bioethics με τίτλο "Novel neurotechnologies: Intervening in the brain".

Αντίστοιχα το αυξημένο ενδιαφέρον για επενδύσεις στην νευροτεχνολογία από το Υπουργείο Άμυνας των ΗΠΑ και προφανώς και άλλων υπερδυνάμεων δημιουργεί δικαιολογημένη ανησυχία τόσο στην ακαδημαϊκή κοινότητα όσο και στο ευρύ κοινό (βλ. James & Benedikter, 2011).

Στο πλαίσιο επίσης της σύζευξης της εκπαίδευσης με τη νευροεπιστήμη διατυπώνονται αιτιάσεις για μη ρεαλιστικές υποσχέσεις σχετικά με τη δυνατότητα της νευροεπιστήμης να απαντήσει σε πρακτικά ζητήματα διδασκαλίας. Γι' αυτό και αρκετοί παραμένουν επιφυλακτικοί σε αυτές τις προσπάθειες χαρακτηρίζοντάς τες ως ένα είδος μάρκετινγκ σε μια εποχή όπου η νευροεπιστήμη είναι "ευπώλητος" (βλ. Hook & Farah, 2013). Στο ίδιο άρθρο επισημαίνονται οι κίνδυνοι αποδοχής μη υποκείμενων σε κριτική επεξεργασία μεθοδολογικών προσεγγίσεων που υποτίθεται βασίζονται σε εκπαιδευτικές διαδικασίες που "αξιοποιούν" τον εγκέφαλο ("brain-based" teaching methods). Γι' αυτό και η προσπάθεια των νευροεπιστημόνων να μεταλαμπαδεύσουν τα ευρήματά τους σε μη εξοικειωμένα με τις νευροεπιστήμες κοινά θα πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεγμένη και μεθοδική.

Αντίστοιχος σκεπτικισμός επικρατεί και στο πεδίο της αλληλεπίδρασης της νευροεπιστήμης με την απονομή της δικαιοσύνης καθώς δεν αποκλείεται να συμβούν αλλαγές στην οπτική της θεώρησης της ατομικής μας ευθύνης σε εγκληματικές

ενέργειες με βάση την πιθανολογούμενη αναθεώρηση φιλοσοφικών θεμάτων όπως αυτά της ελεύθερης βούλησης (Greene & Cohen, 2004).

Με βάση αυτά εκτιμάται ότι η ανθρωπότητα βρίσκεται ένα "βήμα" πριν την μετάβαση στη "μετα-ανθρωπότητα". Εύλογο λοιπόν είναι μπροστά σε ένα τέτοιο σημείο καμπής της ιστορίας της ανθρωπότητας να διατυπώνονται σκεπτικισμοί και προβληματισμοί για αυτή τη μετάβαση.

Βιβλιογραφία

Aharoni E, Funk C, Sinnott-Armstrong W, Gazzaniga M. (2008). Can neurological evidence help courts assess criminal responsibility? Lessons from law and neuroscience. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1124, 145-160.

Alliance for Aging Research (2009). *The Silver Book: Neurological Disease*. Washington, DC: Alliance for Aging Research. Retrieved from www.silverbook.org/uploads/images/neurologicalDieaseSilverbookNov2009.pdf

Alzheimer Association (2010). *Changing the Trajectory of Alzheimer's Disease: A National Imperative*. Washington, DC: Alzheimer Association. Retrieved from www.alz.org/documents_custom/trajectory.pdf.

Anonymous (1999). Celebrating a decade of progress (Editorial). *Nature Neuroscience*, 2(6), 487.

Ariely, D., & Berns, G. S. (2010). Neuromarketing: the hope and hype of neuroimaging in business. *Nature Reviews Neuroscience*, 11(4), 284–292.

Bandes, S.A. (2010). The promise and pitfalls of neuroscience for criminal law and procedure: Conclusion. *Ohio State Journal of Criminal Law*, 8, 119-122.

- Bell, E., Mathieu, G., & Racine, E. (2009). Preparing the ethical future of deep brain stimulation. *Surgical Neurology* 72, 577-586.
- Berto, P., D' Ilario, D., Ruffo, P., Di Virgillio, R., & Rizzo, F. (2000). Depression: Cost-of-illness studies in the international literature: a review. *The Journal of Mental Health Policy and Economics*, 3, 3-10.
- Canadian Institute for Health Information (2007). *The Burden of Neurological Diseases, Disorders and Injuries in Canada*. Ottawa, Canada: CIHI. Retrieved from https://secure.cihi.ca/free_products/BND_e.pdf.
- Chatterjee, A. (2010). Neuroaesthetics: A coming of age story. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 23.1, 53-62.
- Chudler, E.H. (n.d.). Nobel Prize - Neuroscience. Retrieved from <https://faculty.washington.edu/chudler/nobel.html>
- Dua, T., Cumbreira, M.G., Mathers, C., & Saxena, S. (2006). Global burden of neurological disorders: Estimates and projections. In Campanini, B. (Ed.), *Neurological Disorders: Public Health Challenges* (pp. 27-39). Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- Dua, T., Janca, A., Kale, R., Montero, F., Muscetta, A., & Peden, M. (2006). Public Health Principles & Neurological Disorders. In Campanini, B. (Ed.), *Neurological Disorders: Public Health Challenges* (pp. 7-25). Geneva, Switzerland: World Health Organization.
- Geelen, J. (2012). *The Emerging Neurotechnologies: Recent Developments and Policy Implications*. Ottawa: Policy Horizons Canada. Retrieved from http://www.horizons.gc.ca/sites/default/files/Publication-alt-format/2012-0124_eng.pdf

- Greene, J., & Cohen, J. (2004). For the law, neuroscience changes nothing and everything. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences*, 359(1451):1775-1785.
- Hook, C.J., & Farah, M.J. (2013). Neuroscience for educators: What are they seeking, and what are they finding? *Neuroethics*, 6, 331-341.
- Huang, H., Jeon, T., Sedmak, G., Pletikos, M., Vasung, L., Xu, X., Yarowsky, P., Richards, L.J., Kostović, I., Šestan, N., & Mori, S. (2013). Coupling diffusion imaging with histological and gene expression analysis to examine the dynamics of cortical areas across the fetal period of human brain development. *Cerebral Cortex*, 23, 2620–2631.
- Insel, T., & Landis, S.C. (2013). Twenty-Five years of progress: The view from NIMH and NINDS. *Neuron*, 80, 561-567.
- Ishizu, T., & Zeki, S. (2011). Toward a brain-based theory of beauty. *PLoS One*, 6(7), e21852.
- James, G. & Benedikter, R. (2011). An early - and necessary - flight of the owl of Minerva: Neuroscience, neurotechnology, human sociocultural boundaries, and the importance of neuroethics. *Journal of Evolution & Technology*, 22(1), 110-115.
- Johnson, S.B., Blum, R.W., & Giedd, J.N. (2009). Adolescent Maturity and the Brain: The Promise and Pitfalls of Neuroscience Research in Adolescent Health Policy. *Journal of Adolescent Health*, 45(3), 216-221
- Kalbfleisch, M.L., & Forsythe, C. (2011). Instantiating the progress of neurotechnology for applications in national defense intelligence. *Synesis: A Journal of Science, Technology, Ethics, and Policy*, 2(1), T:9-T:16.

- Καστελλάκης, Α. (2006). Βιοψυχολογία: Συνδετικός κρίκος ψυχολογίας και νευροεπιστημών. Στο Φ. Βλάχος, Φ. Μπονώτη, Π. Μεταλλίδου, Ε. Δερμιτζάκη, & Α. Ευκλείδη (Επιμ. Έκδ.), *Ανθρώπινη συμπεριφορά και εκπαίδευση, Επιστημονική Επετηρίδα Ψυχολογικής Εταιρείας Βορείου Ελλάδας* (Τόμ. 4, σ. 1-15). Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Καστελλάκης, Α., & Παναγής, Γ. (2000). Η κοινωνική προσφορά της βιοψυχολογίας: Προσδοκίες και προβληματισμοί. Στο Ι. Νέστορος, Β. Πεσμαζόγλου, & Μ. Σαματάς (Επιμ. Έκδ.), *Σύγχρονα Ρεύματα στις Κοινωνικές Επιστήμες: Κοινωνιολογία, Οικονομία, Ψυχολογία* (σ. 337-353). Αθήνα: Τυπωθήτω Γ. Δαρδανός.
- Koch, C. & Laurent, G. (1999). Complexity and the nervous system. *Science*, 284, 96-98.
- Konrad, K., Firk, C., & Uhlhaas, P.J. (2013). Brain Development During Adolescence: Neuroscientific Insights Into This Developmental Period. *Deutsches Ärzteblatt International*, 110(25), 425–431.
- Kowal, S.L., Dall, T.M., Chakrabarti, R., Storm, M.V., & Jain, A. (2013). The Current and Projected Economic Burden of Parkinson's Disease in the United States. *Movement Disorders*, 28(3), 311-318.
- Krack, P., Hariz, M.I., Baunez, C., Guridi, J., Obeso, J.A., (2010). Deep brain stimulation: from neurology to psychiatry? *Trends in Neurosciences*, 33(10), 474-484.
- Κωστόπουλος, Γ. (1985). Οι νευροεπιστήμες σήμερα. Στο Ελληνική Εταιρεία για τις Νευροεπιστήμες (Επιμ. Έκδ.), *Πρακτικά της 1ης Πανελλήνιας Συνάντησης για τις Νευροεπιστήμες στην Ελλάδα* (σ. 15-22). Πάτρα: Ο Επιμελητής Έκδοσης.

- Levallois, C., Clithero, J. A., Wouters, P., Smidts, A., & Huettel, S. A. (2012). Translating upwards: linking the neural and social sciences via neuroeconomics. *Nature Reviews. Neuroscience*, *13*(11), 789–797.
- Luigjes, J., de Kwaasteniet, B.P., de Koning, P.P., Oudijn, M.S., van den Munckhof, P., Schuurman, P.R., & Denys, D. Surgery for psychiatric disorders. *World Neurosurgery*, *80*(3-4), S31.e17- S31.e28.
- Nilipour, R. (2012). The Challenges of Cognitive Neuroscience in the 21st Century. *Basic and Clinical Neuroscience*, *3*(5), 3-4.
- Nuffield Council on Bioethics (2013). *Novel neurotechnologies: intervening in the brain*. London: Nuffield Council on Bioethics. Retrieved from <http://nuffieldbioethics.org/publications/>
- Olesen, J., Gustavsson, A., Svensson, M., Wittchen, H.-U., & Jönsson, B. (2012). The economic cost of brain disorders in Europe. *European Journal of Neurology*, *19*, 155–162.
- Patrick, C.J. (2014). Genetics, neuroscience, and psychopathology: Clothing the emperor. *Psychophysiology*, *51*(12), 1333-1334.
- Poldrack, R.A. (2008). The role of fMRI in cognitive neuroscience: where do we stand? *Current Opinion in Neurobiology*, *18*(2), 223-227.
- Puls, I. & Gallinat, J. (2008). The Concept of Endophenotypes in Psychiatric Diseases Meeting the Expectations? *Pharmacopsychiatry*, *41*, S37-S43.
- Rose S. (2005). *The Future of the Brain: The Promise and Perils of Tomorrow's Neuroscience*. New York: Oxford University Press
- Salgado, J.V., & Sandner, G. (2013). A critical overview of animal models of psychiatric disorders: challenges and perspectives. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, *35*, S77–S81.

- Sarter, M., Berntson, G.G., & Cacioppo, J.T. (1996). Brain imaging and cognitive neuroscience: Toward strong inference in attributing function to structure. *American Psychologist*, 51(1), 13-21.
- Silva, C.A. (2006). Neuroscience nanotechnology: progress, opportunities and challenges. *Nature Reviews. Neuroscience*, 7(1), 65-74.
- Sykova, E., & Forostyak, S. (2013). Stem Cells in Regenerative Medicine. *Laser Therapy*, 22(2), 87-92.
- Te, T., Schumann, G., & Feng, J. (2013). Imaging genetics - towards discovery neuroscience. *Quantitative Biology*, 1(4), 227-245.
- Τριάρχου, Λ., & Κουτσοκλένης, Α. (2014). Εισαγωγή. Στο S.R. Cajal (Ed.) *Σκέψεις Παιδαγωγικής* (σελ. 9-31). Αθήνα: Εκκρεμές.
- Tsankova, N., Renthal, W., Kumar, A., Nestler, E.J. (2007). Epigenetic regulation in psychiatric disorders. *Nature Reviews. Neuroscience*, 8, 355-367.
- Vessel, E.A., Starr, G.G., & Rubin, N. (2012). The brain on art: intense aesthetic experience activates the default mode network. *Frontiers in Human Neuroscience*, 6, 66.
- Wadman, M. (1997). Business booms for guides to biology's moral maze. *Nature (London)*, 389, 58-659.
- Walker, R. (Ed.) (2012). *The Human Brain Project: A Report to the European Commission*. Retrieved from https://www.humanbrainproject.eu/documents/10180/17648/TheHBPReport_LR.pdf
- Wang, G., Cheng, Q., Zhang, S., Bai, L., Zeng, J., Cui, P.J., Zhang, T., Sun, Z.K., Ren, R.J., Deng, Y.L., Xu, W., Wang, Y., & Chen, S.D. (2008). Economic impact of

dementia in developing countries: an evaluation of Alzheimer-type dementia in Shanghai, China. *Journal of Alzheimer's Disease*, 15(1), 109-115.

Williams, N.R., & Okun, M.S. (2013). Deep brain stimulation (DBS) at the interface of neurology and psychiatry. *Journal of Clinical Investigation*, 123(11), 4546-4556.

World Health Organization (2003). *Mental Health Policy and Service Guidance Package-The Mental Health Context*. Geneva, Switzerland: WHO.