



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
UNIVERSITY OF WEST ATTICA

**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ**  
*«Προηγμένα Συστήματα και Μέθοδοι στη Βιοϊατρική  
Τεχνολογία»*

**ΒΙΟΗΘΙΚΗ ΚΑΙ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΑ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ**

**ΜΠΟΤΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΑ**  
Αριθμός Μητρώου: 2008

**Επιβλέπων Καθηγητής**  
**Κανδαράκης Ιωάννης**

## Η Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Ο Επιβλέπων Καθηγητής  
Ιωάννης Κανδαράκης

Γεώργιος Σαατσάκης

Αικατερίνη Βλαντόνη

### ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η υπογράφουσα Αναστασία Μπότου του Δημητρίου Μπότου, με αριθμό μητρώου:2008, φοιτήτρια του Τμήματος Μηχανικών Βιοϊατρικής της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας της διπλωματικής εργασίας με τίτλο “ΒΙΟΗΘΙΚΗ ΚΑΙ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΑ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ” και κάθε βοήθεια, την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία.

Επίσης, οι όποιες πηγές, από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών, που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο.

Επίσης, βεβαιώνω ότι, αυτή η εργασία, έχει συγγραφεί από εμένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας, τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης, αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του διπλώματός μου».

**Ημερομηνία**

**Η Δηλούσα**

**Αναστασία Μπότου**





**ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ:**

**Ευχαριστώ Τον Θεό και την οικογένειά μου, για την υποστήριξη τους και την υπομονή τους.**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η έννοια της ατομικής αυτονομίας δεν παρέχει μια ικανοποιητική προσέγγιση σε πολλά ηθικά ζητήματα που προκύπτουν στους τομείς της βιοτεχνολογίας, της ιατρικής και της επιστήμης, όπως για παράδειγμα τα ηθικά διλήμματα γύρω από τη χρήση εγκεφαλικών εμφυτευμάτων. Η ευρεία ερμηνεία της ατομικής αυτονομίας, σε μεγάλο βαθμό κατανοητή ως ενημερωμένη συγκατάθεσή μας, παρέχει κάποια λογική αλλά ανεπαρκή ηθική καθοδήγηση. Σύμφωνα με αυτήν την ερμηνεία, τα ηθικά ζητήματα και διλήμματα δεν μπορούν να επιλυθούν πραγματικά, και, συνήθως, επιβάλλονται όρια στην ατομική αυτονομία με στόχο την αποφυγή πρόκλησης βλάβης. Η ατομική αυτονομία σχετίζεται άμεσα, όπως θα γίνει σαφές από τα ευρήματα αυτής της εργασίας, με τη δυσπιστία (φόβο προς άγνωστη τεχνολογία, φόβο για ανθρώπινο λάθος, αμφιβολίες για πιθανές συνέπειες) που επικρατεί απέναντι στις υπάρχουσες και μελλοντικές ιατρικές τεχνολογίες. Παρόλο που τα εγκεφαλικά εμφυτεύματα μπορεί να προσφέρουν μακροχρόνια ανακούφιση σε πολλούς ασθενείς, η απόφαση να υποβληθεί κάποιος σε τέτοιου είδους επέμβαση παραμένει μια προσωπική επιλογή, καθώς υπάρχουν και κίνδυνοι επιπλοκών. Τα ευρήματα της παρούσας διπλωματικής εργασίας δείχνουν ότι απαιτείται ένα ευρύτερο ηθικό πλαίσιο για την αντιμετώπιση των περίπλοκων ηθικών ζητημάτων που προκύπτουν σε αυτούς τους τομείς, πέρα από την έννοια της ατομικής αυτονομίας.

## **SUMMARY**

The concept of individual autonomy does not provide a satisfactory approach to many ethical issues that arise in the fields of biotechnology, medicine and science, for example, the ethical dilemmas surrounding the use of brain implants. The broad interpretation of individual autonomy, largely understood as our informed consent, provides some reasonable but insufficient moral guidance. According to this interpretation, moral issues and dilemmas cannot really be resolved, and limits are usually imposed on individual autonomy. Autonomy with the aim of avoiding harm. Individual autonomy is directly related, as will become clear from the findings of this paper, to the mistrust (fear of unknown technology, fear of human error, doubts about possible consequences) prevailing towards existing and future medical technologies. Although brain implants can provide long-term relief for many patients, the decision to undergo this type of surgery remains a personal choice, as there are risks of complications. The findings of this thesis show that a broader ethical framework is needed to address the complex ethical issues that arise in these areas, beyond the concept of individual autonomy.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	4
SUMMARY .....	5
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	6
ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΙΣ.....	8
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	9
ΕΝΟΤΗΤΑ 1.....	12
1.1 ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΗΘΙΚΗΣ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΑ ΒΙΟΗΘΙΚΗΣ .....	12
1.2 ΜΕΤΑΜΟΣΧΕΥΣΕΙΣ ΟΡΓΑΝΩΝ ΚΑΙ ΗΘΙΚΗ.....	18
1.3 ΤΑΣΕΙΣ ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ.....	25
1.4 ΤΕΧΝΗΤΗ ΖΩΗ ΚΑΙ ΕΜΒΙΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ .....	29
ΕΝΟΤΗΤΑ 2.....	31
2.1 Ο ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΣ ΕΓΚΕΦΑΛΟΣ .....	31
2.2 ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΑ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ – ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ .35	
2.3 ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΑ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ ΚΑΙ ΝΟΣΟΣ ΤΟΥ ΠΑΡΚΙΝΣΟΝ.....	43
2.4 ΤΡΟΠΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΝΕΥΡΙΚΩΝ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΕΓΚΕΦΑΛΟ.....	47
2.5 ΜΕΛΕΤΗ: Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ DBS ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΔΥΣΤΟΝΙΑ .....	54
ΕΝΟΤΗΤΑ 3.....	59
3.1 ΡΙΣΚΑ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΕΜΦΥΤΕΜΑΤΩΝ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ .....	59
3.2 ΗΘΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΩΝ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΩΝ .....	61
3.2.1 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ .....	63
3.2.2 ΗΘΙΚΕΣ ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΩΝ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΩΝ .....	64
3.2.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΑ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΑ .....	66
3.3 ΕΘΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΑ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ.....	69
3.4 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΩΝ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ .....	75
3.5. ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΚΑΙ ΗΘΙΚΕΣ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ .....	80
3.5.1. ΗΘΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ DBS.....	82

3.5.2. Ο ΣΤΟΧΟΣ ΤΩΝ ΝΕΥΡΟΗΘΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΑΠΟΡΡΗΤΟΥ	82
.....	82
3.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	85
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ .....	88



## ΣΥΝΤΟΜΕΥΣΕΙΣ

1. BADS = Κλίμακα Δυστονίας Barry-Albright.
2. BFMDRS = Κλίμακα βαθμολογίας Burke-Fahn-Marsden Dystonia.
3. CHLA = Children's Hospital Los Angeles.
4. DBS = βαθιά διέγερση του εγκεφάλου.
5. GPi = globus pallidus interna.
6. IPG = εμφυτεύσιμη γεννήτρια παλμών.
7. STN = πυρήνας υποθαλάμου.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η Βιοηθική είναι ένα διεπιστημονικό πεδίο σπουδών, το οποίο παρουσιάζει άνθιση τις τελευταίες δεκαετίες στον χώρο της Ελλάδας μέσω προσπαθειών που γίνονται από σχετικούς φορείς δημόσιας και ιδιωτικής πρωτοβουλίας, οι οποίες επιδιώκουν να προάγουν το αντικείμενο και να το γνωστοποιήσουν στο ευρύ κοινό. Μάλιστα στην Τριτοβάθμια Εκπαίδευση υπάρχουν τμήματα τα οποία έχουν εντάξει στο εκπαιδευτικό τους πρόγραμμα μαθήματα που σχετίζονται με τον συγκεκριμένο πεδίο προκειμένου να προωθηθούν σχετικά ερευνητικά εγχειρήματα και να προβληθεί η ευρεία διεπιστημονικότητα του κλάδου της Βιοηθικής, καθιστώντας έτσι την παρουσία της ιδιαίτερος δυναμική. Η Εφαρμοσμένη Ηθική περικλείει μέσα της τον κλάδο της Βιοηθικής και επιζητεί να εξετάσει και ίσως και να επιλύσει τα ζητήματα που έχουν προκύψει εξαιτίας της ραγδαίας τεχνολογικής ανάπτυξης και των επιστημών γενικά.

Η Βιοηθική δεν συνιστά έναν ξεχωριστό επιστημονικό κλάδο. Πρόκειται, ουσιαστικά, για ένα πεδίο συνάντησης διαφόρων κλάδων της επιστήμης, οι οποίοι ασχολούνται με ηθικά, νομικά και κοινωνικά ερωτήματα τα οποία εγείρονται μέσα από τις εξελίξεις τόσο στην ιατρική όσο και στην Βιοτεχνολογία. Η Βιοηθική αφορά όλους τους πολίτες και απευθύνεται και σε ειδικές ομάδες όπως οι πολιτικοί, δημοσιογράφοι, οι περιβαλλοντολόγοι, οι διάφοροι αντιπρόσωποι επιχειρηματικών συμφερόντων, οι γιατροί καθώς και οι ίδιοι οι ασθενείς.

Στα πεδία της Βιοϊατρικής και Βιοηθικής ενυπάρχουν, όπως θα καταστεί σαφές στην παρούσα εργασία, πολλά ζητήματα τα οποία σχετίζονται με τα ατομικά δικαιώματα και την αυτονομία του εκάστοτε προσώπου. Πρόκειται για τις κυρίαρχες ιδέες ηθικού χαρακτήρα που συζητούνται έντονα, για παράδειγμα, στις περιπτώσεις των γενετικών μέχρι και των γηριατρικών δοκιμών. Οι βασικές ηθικές αρχές της Βιοηθικής είναι:

- Η αρχή της αυτονομίας: η οποία αναφέρεται στο δικαίωμα των ατόμων να λαμβάνουν αποφάσεις για τη ζωή τους και την ιατρική περίθαλψή τους.
- Η ευεργεσία (ή αγαθοεργία): η αρχή που απαιτεί από τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης να δρουν με σκοπό τη θεραπεία του ασθενή.
- Η «η αρχή του μη βλάπτειν» είναι μια αρχή που απαιτεί από τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης να αποφεύγουν να βλάπτουν τους ασθενείς τους.

- Η δικαιοσύνη: Αυτή η αρχή απαιτεί οι πόροι και τα οφέλη της υγειονομικής περίθαλψης να κατανέμονται δίκαια, έτσι ώστε όλοι να έχουν ίσες ευκαιρίες να λαμβάνουν την κατάλληλη υγειονομική περίθαλψη.
- Η ειλικρίνεια: Αυτή η αρχή απαιτεί από τους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης να λένε την αλήθεια στους ασθενείς και να τους παρέχουν ακριβείς πληροφορίες σχετικά με τις επιλογές υγείας και θεραπείας τους.<sup>1</sup>

Στον τομέα της Βιοηθικής, οι αρχές έρχονται συχνά σε σύγκρουση μεταξύ τους, ωστόσο ο ρόλος της Βιοηθικής είναι η σφαιρική ενημέρωση, όπως και το να συμβάλλει στον καθορισμό μιας βέλτιστης πορείας δράσης σε μια δεδομένη κατάσταση. Άλλωστε στα ηθικά διλήμματα, δεν υπάρχει μια σωστή απάντηση καθώς αυτή επηρεάζεται και πολλούς άλλους παράγοντες όπως το περιβάλλον που συμβαίνει, οι ατομικές ηθικές αξίες και προτεραιότητες κλπ. Επιπλέον, η Βιοηθική εξετάζει ευρύτερες κοινωνικές και πολιτισμικές αξίες και προοπτικές και επιδιώκει να εξισορροπήσει τις ανάγκες των ατόμων και της κοινωνίας στο σύνολό της. Ο σεβασμός της αυτονομίας και των δικαιωμάτων συνδέεται συχνά με την ιατρική πρακτική, η οποία αναζητά συστηματική ατομική συναίνεση για κάθε ξεχωριστή θεραπεία, για κάθε ιατρική ερευνητική μελέτη και για κάθε αποκάλυψη προσωπικών πληροφοριών. Οι ιατρικές πρακτικές έχουν απομακρυνθεί από προηγούμενες απόψεις που έθεταν τους επαγγελματίες σε κυρίαρχο ρόλο, ως τους μόνους που μπορούσαν να λάβουν αποφάσεις σχετικά με τα συμφέροντα των ασθενών. Η αναγνώριση του σεβασμού των δικαιωμάτων των ασθενών, καθώς και η έμφαση που δίνεται στην ηθική πτυχή της συγκατάθεσής τους, θεωρούνται πλέον καθιερωμένοι και υποχρεωτικοί τρόποι για τη διασφάλιση του σεβασμού της αυτονομίας όλων των ασθενών. Θα μπορούσε κανείς να υποστηρίξει ότι η αυξημένη προσοχή που δίνεται στα ατομικά δικαιώματα και την αυτονομία έχει αυξήσει την εμπιστοσύνη στον τρόπο που εφαρμόζεται και διαμορφώνεται η ιατρική, η βιοτεχνολογία και, ευρύτερα, η επιστήμη.

Όταν τα δικαιώματα και η αυτονομία ανήκουν εξ ολοκλήρου σε άτομα, τότε ο έλεγχος που έχουν τα άτομα στον τρόπο ζωής τους είναι μεγαλύτερος, παρέχοντάς τους τη δυνατότητα να αντιστέκονται τόσο σε θεσμικά πλαίσια όσο και σε απαιτήσεις τρίτων. Ωστόσο, παρά τις σημαντικές βελτιώσεις που έγιναν από τις ρυθμιστικές αρχές και τις

---

<sup>1</sup>Garcia, J. L. (2020, July). Virtues and principles in biomedical ethics. In *The Journal of Medicine and Philosophy: A Forum for Bioethics and Philosophy of Medicine* (Vol. 45, No. 4-5, pp. 471-503). US: Oxford University Press.

πολλές προσπάθειες που έγιναν από διάφορα μέρη για σεβασμό των δικαιωμάτων και της αυτονομίας των ατόμων, ακόμη και σήμερα εξακολουθεί να υπάρχει, σε κάποιες περιπτώσεις, έλλειψη εμπιστοσύνης στην ιατρική και τη Βιοτεχνολογία. Στις περιπτώσεις αυτές, καθίσταται εμφανής η δυσπιστία προς πολλούς ειδικούς και δημόσιες αρχές. Για παράδειγμα, σε πολλά μέρη του κόσμου, υπάρχει σημαντική δυσπιστία προς τις υπάρχουσες γενετικές τεχνολογίες. Αυτή η δυσπιστία επικεντρώνεται κυρίως σε γενετικές τεχνολογίες που αφορούν ανθρώπους, ζώα και φυτά, αλλά συνήθως οι αντιδράσεις αφορούν στην παρέμβαση στον άνθρωπο. Μέρος αυτής της δυσπιστίας σχετίζεται με τεχνολογίες που δεν είναι διαθέσιμες επί του παρόντος, αλλά ενδέχεται να είναι διαθέσιμες στο μέλλον, όπως η γενετική μηχανική για τον άνθρωπο ή οι γενετικές θεραπείες που παρεμβαίνουν στο γενετικό υλικό ενός ασθενούς.

Προς το παρόν, ωστόσο, αυτές οι νέες τεχνολογίες, οι οποίες είναι διαθέσιμες χάρη στην επικρατούσα βασική επιστήμη αλλά και στην τεχνολογία ανάλυσης DNA, χρησιμοποιούνται κυρίως για τη συλλογή, στη συνέχεια αποθήκευση και ερμηνεία ανθρώπινων γενετικών δεδομένων, καθώς και για τη σύνδεση αυτών των δεδομένων με άλλους τύπους δεδομένων. Μέχρι πρόσφατα, αυτές οι γενετικές τεχνολογίες χρησιμοποιούνταν αποκλειστικά για Βιοϊατρική έρευνα αλλά και για την κλινική γενετική. Ωστόσο, συχνά συζητάμε τα αποτελέσματα των γενετικών εξετάσεων σαν να ήταν ιατρικά αποτελέσματα, δηλαδή ως προσωπικά δεδομένα των ίδιων των ασθενών που θα πρέπει να ελέγχονται από συστήματα που διασφαλίζουν το ιατρικό απόρρητο.

Οι τεχνολογίες που θα εξετάσουμε σε αυτή την εργασία είτε χρησιμοποιούνται στην κλινική πρακτική, είτε πρόκειται να χρησιμοποιηθούν τα επόμενα χρόνια, θέτοντας πολλά πρακτικά αλλά και ηθικά διλήμματα. Τα εμφυτεύματα εγκεφάλου θεωρούνται ως μία νέα και επαναστατική τεχνολογία, η οποία συνδέεται με προσδοκίες για τον καλύτερο έλεγχο και την αντιμετώπιση ψυχιατρικών νοσημάτων και άλλων μη επιθυμητών καταστάσεων. Στη συνέχεια, θα εξετάσουμε θέματα σχετικά με την θεραπευτική αποτελεσματικότητα των εμφυτεύσιμων τεχνολογιών και θα εστιάζουμε στα ηθικά ζητήματα που προκύπτουν τόσο στο ιατρικό όσο και στο γενικότερο επιστημονικό πλαίσιο.

# ΕΝΟΤΗΤΑ1

## 1.1 ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΗΘΙΚΗΣ ΚΑΙ ΙΣΤΟΡΙΑ ΒΙΟΗΘΙΚΗΣ

Ο τομέας της Βιοηθικής έχει αναδείξει τη σημασία της ατομικής αυτονομίας και των ανθρωπίνων δικαιωμάτων τις τελευταίες δεκαετίες. Αυτά τα δικαιώματα παρέχουν ένα χρήσιμο πλαίσιο για τη Βιοηθική, καθώς παρέχουν λόγους σεβασμού της ατομικής αυτονομίας, θέτοντας παράλληλα όρια στη χρήση της. Ενώ ορισμένοι εξακολουθούν να υποστηρίζουν ιστορικές διακηρύξεις όπως η Οικουμενική Διακήρυξη των Ανθρωπίνων Δικαιωμάτων του 1948, αυτές οι εκκλήσεις έχουν μικρή σημασία στην ηθική φιλοσοφία λόγω της νομικής φύσης τους. Για παράδειγμα, το άρθρο 3 που διακηρύσσει το δικαίωμα στη ζωή, την ελευθερία και την ασφάλεια του ατόμου, παρόλο που αποτελεί σημαντική νομική δέσμευση, δεν προσφέρει ουσιαστική ηθική καθοδήγηση για πολύπλοκα ζητήματα όπως η ευθανασία. Ωστόσο, σήμερα υπάρχει συμφωνία για την επικύρωση αυτών των διακηρύξεων, οι οποίες έχουν επαναδιατυπωθεί και καταγραφεί σε επίσημες διακηρύξεις των Ηνωμένων Εθνών και έχουν επικυρωθεί από πολλές κυβερνήσεις. Αν και οι διακηρύξεις έχουν λάβει πολιτική νομιμότητα, αυτό δεν τις δικαιολογεί ηθικά. Η Βιοηθική δεν είναι ένας επιστημονικός τομέας όπου οι αρχές μπορούν να δικαιολογηθούν εύκολα, και η βάση σε αυτές τις διακηρύξεις δεν αρκεί για να θεμελιώσει μια αντίληψη για τα ανθρώπινα δικαιώματα. Ενώ τα δημοκρατικά κράτη μπορεί να νομιμοποιήσουν αυτές τις αρχές μέσω διαδικασιών επικύρωσης, τέτοιες διαδικασίες δεν αρκούν για να αποδείξουν την ηθική τους δικαιολόγηση.<sup>2</sup>

Η πλήρης κατανόηση των ηθικών επιπτώσεων των ανθρωπίνων δικαιωμάτων και της ατομικής αυτονομίας είναι απαραίτητη στον τομέα της Βιοηθικής. Είναι σημαντικό να εξετάσουμε τους ηθικούς λόγους για αυτές τις αρχές και να αναλύσουμε τις πιθανές εφαρμογές τους σε συγκεκριμένα σενάρια. Σε κάθε περίπτωση, είναι σημαντικό να αξιολογούνται προσεκτικά οι ηθικές επιπτώσεις της ατομικής αυτονομίας και των ανθρωπίνων δικαιωμάτων σε σχέση με άλλους ηθικούς παράγοντες. Επομένως, αν και

---

<sup>2</sup>Assembly UG. *Universal declaration of human rights*. UN General Assembly. 1948 Dec 10; 302(2):14-25.

τα ανθρώπινα δικαιώματα και η ατομική αυτονομία είναι σημαντικές έννοιες στη Βιοηθική, δεν μπορούν να υποστηριχθούν μόνο με δηλώσεις ή πολιτική εξουσιοδότηση. Η Βιοηθική απαιτεί μια ενδελεχή κατανόηση των ηθικών επιπτώσεων αυτών των αρχών και μια σχολαστική ανάλυση της εφαρμογής τους σε συγκεκριμένες περιστάσεις. Ο τομέας της Βιοηθικής πρέπει να συνεχίσει να αγωνίζεται για μια πιο ενδελεχή και λεπτή κατανόηση της ατομικής αυτονομίας και των ανθρωπίνων δικαιωμάτων για να προσφέρει αποτελεσματική κατεύθυνση στη λήψη ηθικών αποφάσεων.

Η Βιοηθική συνιστά έναν διεπιστημονικό τομέα ο οποίος ανήκει στην εφαρμοσμένη ηθική και συνδέεται κατά άμεσο τρόπο με την ηθική φιλοσοφία και, κατ' επέκταση, με τα ίδια τα ανθρώπινα δικαιώματα. Η Ιατρική Ηθική περιλαμβάνει περισσότερους από έναν κλάδους. Ένας από τους βασικότερους είναι ο τομέας της Βιοηθικής και της Εφαρμοσμένης Ηθικής, η οποία επικεντρώνεται κυρίως στην μελέτη και έρευνα των διλημμάτων και των προβλημάτων που διέπονται από ουσιώδη ηθική φύση και τα οποία προκύπτουν κατά άμεσο τρόπο από την ανεξέλεγκτη ανάπτυξη της Βιοτεχνολογίας και των Βιοεπιστημών. Αυτό που πρέπει να σημειωθεί είναι πως σε κάποιες περιπτώσεις αμφισβητείται τόσο η μεθοδολογία όσο και η αρμοδιότητα της εφαρμοσμένης ηθικής εξαιτίας του ότι δεν καθίσταται πάντοτε αντιληπτή ως εφαρμοσμένη φιλοσοφία. Ωστόσο, η Βιοηθική δεν προβαίνει στην εφαρμογή καθιερωμένων και νεότερων ηθικών θεωριών, αλλά οδηγείται στη συστηματική ανάλυση καταστάσεων σύμφωνα με αξίες οικουμενικού κύρους και, σεβόμενη την ελευθερία που διέπει τον τομέα της έρευνας, λαμβάνει σοβαρά υπόψιν της τα επιστημονικά δεδομένα, προκειμένου να προωθήσει το καλό της ανθρωπότητας και να διαμορφώσει γέφυρες μεταξύ της θεωρίας και της πράξης, όπως ακριβώς είναι τα δικαιώματα του ανθρώπου και η διασφάλιση της δικαιοσύνης.<sup>3</sup> Η Εφαρμοσμένη Ηθική χρησιμοποιείται κατά βάση για να ελέγξει και να αξιολογήσει τα τεχνολογικά επιτεύγματα και το κατά πόσο διακυβεύεται ο σεβασμός ως προς τα ανθρώπινα δικαιώματα, αν λάβουμε υπόψιν την επανάσταση στον βιοτεχνολογικό τομέα και το ευρύτερο κοινωνικό και πολιτισμικό πλαίσιο στις μεταπολεμικές κοινωνίες. Για αυτόν ακριβώς τον λόγο δημιουργήθηκαν τόσο σε Διεθνές όσο και σε Ευρωπαϊκό επίπεδο,

---

<sup>3</sup> Δραγώνα-Μονάχου, Μ., (2002). Ηθική και βιοηθική. *Επιστήμη και Κοινωνία: Επιθεώρηση Πολιτικής και Ηθικής Θεωρίας*, σελ. 23-26.

διακηρύξεις που σχετίζονταν με την εξασφάλιση της προστασίας αυτών των δικαιωμάτων.

Η Βιοηθική έχει καθιερωθεί εδώ και τριάντα χρόνια και σταδιακά έχει γίνει ένα μέρος όπου οι ανθρώπινες αξίες και η επιστημονική πρόοδος μπορούν να συναντηθούν και να συμφιλιωθούν. Ωστόσο, παρά το γεγονός ότι υπάρχει για τόσο μεγάλο χρονικό διάστημα, το περιεχόμενό της παραμένει αμφιλεγόμενο και συχνά ασαφές σε πολλούς ανθρώπους. Αυτό οφείλεται στην ασάφεια του όρου «βιοηθική», ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά με τον όρο «ηθική», αλλά ουσιαστικά διακρίνεται ως ένα σύνολο κανόνων, εννοιών και κρίσεων που αναλύουν τις ηθικές αρχές. Η εμφάνιση της βιοηθικής έχει κάνει την ηθική ακόμη πιο περίπλοκη, ιδιαίτερα καθώς νέα τεχνολογικά επιτεύγματα συνεχίζουν να εμφανίζονται στην κλινική πρακτική και στην καθημερινότητα των ασθενών. Η Βιοηθική ασχολείται με τα γενικά πρότυπα της ανθρώπινης αξιοπρέπειας και την προστασία των ατόμων στο πλαίσιο της Βιοϊατρικής έρευνας και των εφαρμογών της. Ως επαγγελματικός τομέας, η βιοηθική είναι απαραίτητη για τη διασφάλιση ότι η επιστημονική πρόοδος ευθυγραμμίζεται με τις ηθικές αξίες και αρχές. Απαιτεί μια διεπιστημονική προσέγγιση, συμπεριλαμβανομένης της φιλοσοφίας, του δικαίου, της ιατρικής και των κοινωνικών επιστημών και ασχολείται όχι μόνο με τις ηθικές επιπτώσεις της επιστημονικής έρευνας αλλά και με τις εφαρμογές της στην κοινωνία. Η κατανόηση της βιοηθικής είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση της ευθυγράμμισης της επιστημονικής προόδου και των ανθρώπινων αξιών. Συμπερασματικά, η βιοηθική είναι ένας δυναμικός τομέας που εξελίσσεται συνεχώς με την επιστημονική πρόοδο και τις κοινωνικές αλλαγές και η σημασία του έγκειται στην προαγωγή της ανθρώπινης αξιοπρέπειας και της κοινωνικής δικαιοσύνης.

Υπάρχουν ορισμένες θεμελιώδεις ηθικές αξίες που διέπουν ολόκληρο το φάσμα της Βιοηθικής και οι οποίες σχετίζονται με την ανθρώπινη ακεραιότητα και αξιοπρέπεια, την ελευθερία των προσώπων και την ευθύνη που χαρακτηρίζει τη συγκεκριμένη ελευθερία, την αλληλεγγύη και τις εφαρμογές της κοινωνικής δικαιοσύνης, καθώς επίσης και οι ηθικές αξίες της αυτονομίας, της ιδιωτικότητας και της συναίνεσης.<sup>4</sup> Υπάρχουν ορισμένοι τομείς της Βιοηθικής οι οποίοι σχετίζονται με άμεσο τρόπο με την ιατρική έρευνα και βρίσκουν εφαρμογή σε αρκετές θεραπευτικές παρεμβάσεις

---

<sup>4</sup>Monzon, J. E. (1999). Teaching ethical issues in biomedical engineering. *International Journal of Engineering Education*, 15(4), 276-281.

όπως είναι η υποβοηθούμενη αναπαραγωγή, οι έρευνες για τις θεραπείες του εγκεφάλου και οι μεταμοσχεύσεις. Ωστόσο, επειδή πολλοί τομείς έχουν και κοινωνικό αντίκτυπο, δεν θα πρέπει να παραβλέψουμε πως οι μηχανισμοί της βιοϊατρικής τεχνολογίας θα πρέπει να γίνονται κατανοητοί από τους ανθρώπους. Δηλαδή, να δίνονται απαντήσεις στα ερωτήματα εκείνα που ταλανίζουν την κοινή γνώμη, σχετικά με την αντίληψη των ηθικών εκείνων ζητημάτων που σχετίζονται με τις θεμελιώδεις ανθρώπινες αξίες. Ως παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε την αυτόματη μεταφορά των δεδομένων μέσω του μηχανικού συστήματος πληροφοριών το οποίο επηρεάζει άμεσα την προστασία της ιδιωτικής ζωής και τα προσωπικά δεδομένα, για αυτό και απαιτεί μια διαδικασία λεπτομερούς ανάλυσης των παρεχόμενων δεδομένων. Βιοηθικά ζητήματα τα οποία εναπόκεινται κατά κύριο λόγο στους βιολογικούς μηχανισμούς περιλαμβάνουν τη χρήση ζωικών, αλλά και ανθρώπινων υποκειμένων για πειράματα, αλλά και για σφάλματα σε σχέση με τις ηθικές αξίες στα οποία ορισμένες φορές υποπίπτει η επιστημονική κοινότητα. Από τα ανωτέρω στοιχεία μπορούμε εύλογα να καταλήξουμε στο συμπέρασμα πως η οποία σχετίζεται με τον τομέα της βιοηθικής επιστήμης δεν μπορεί να επικεντρώνεται αποκλειστικά και μόνο στα θέματα εκείνα που σχετίζονται με ένα συγκεκριμένο επάγγελμα, αλλά αντιθέτως θα πρέπει να είναι συμβατή με πλείστες επιστημονικές και διεπιστημονικές πρακτικές.

Γενικά, τα θέματα τα οποία θα πρέπει να καλύπτονται μέσα από ένα πρόγραμμα μελέτης της βιοηθικής φύσης αναφορικά με τους μηχανισμούς της Βιοϊατρικής σχετίζονται με τις ηθικές αξίες, δηλαδή με την περαιτέρω διερεύνηση περί του τί είναι σωστό και τί λάθος. Ένας ακόμη τομέας που αναφέρεται στη βιβλιογραφία είναι η χαρακτηριζόμενη ως περιγραφική ηθική (descriptiveethics), η οποία αναλύει την ηθική υπό το πρίσμα διαφορετικών πολιτισμικών και εθνικών περιβαλλόντων (Schneider, 2021). Επίσης, η κανονιστική ηθική, η οποία ενδιαφέρεται για τη φύση των κινήτρων που οδηγούν τους ανθρώπους να πράξουν με έναν συγκεκριμένο τρόπο. Τέλος, δεν θα πρέπει να λησμονήσουμε τη μηχανική ηθική (mechanicalethics) που ασχολείται με τη δημόσια υγεία και ασφάλεια, αλλά και με τη σύγκρουση των συμφερόντων (Schneider, 2021).

Η προβληματική της Ηθικής (ReflectionofEthics) εμφανίστηκε ήδη από την εποχή του Σωκράτη, μια εποχή, δηλαδή, κατά την οποία τα ερωτήματα ηθικής φύσης ήταν πλείστα και επεκτείνονταν σε όλους σχεδόν τους τομείς της καθημερινής ζωής των ανθρώπων, και όπου οι απαντήσεις δεν ήταν καθόλου εύκολο να απαντηθούν, παρά



μόνο εάν υπήρχε ουσιαστική επαφή με τον βαθύτερο πνευματικό κόσμο των ατόμων εκείνων που έθεταν τα συγκεκριμένα ερωτήματα. Κατά τον Αριστοτέλη, ο οποίος ασχολήθηκε συστηματικά με την ηθική, αυτή συνιστά τη διαμόρφωση ηθικού και ενάρετου χαρακτήρα, ο οποίος αντικατοπτρίζεται στις ίδιες τις πράξεις του και δεν αφορά τόσο πολύ την κατάκτηση της ίδιας της γνώσης και της αλήθειας. Αντίθετα, για τον Wittgenstein, δεν μπορούν να υπάρχουν συγκεκριμένες προτάσεις αληθείας που να σχετίζονται με την ηθική, καθώς το πραγματικό νόημα του κόσμου δεν βρίσκεται εντός του κόσμου αυτού, αλλά έξω από αυτόν και όταν κάνουμε λόγο για την ηθική, τότε χρειάζεται να χρησιμοποιούμε μόνο το πρώτο πρόσωπο, διότι η ίδια χαρακτηρίζεται από υπερβατικότητα.<sup>5</sup>

Η ιστορία της βιοηθικής μπορεί να αναχθεί στους αρχαίους πολιτισμούς όπως η Ελλάδα και η Ινδία, όπου οι ηθικοί προβληματισμοί ήταν κεντρικοί στην ιατρική πρακτική. Ωστόσο, το σύγχρονο πεδίο της βιοηθικής αναδύθηκε ως απάντηση στις ραγδαίες προόδους της ιατρικής τεχνολογίας και της επιστημονικής έρευνας κατά τον 20ό αιώνα. Ένα από τα βασικά γεγονότα που οδήγησαν στην ανάπτυξη της βιοηθικής ήταν οι Δίκες της Νυρεμβέργης, που έφεραν στο φως τα φρικτά ιατρικά πειράματα που έκαναν οι Ναζί σε κρατούμενους. Αυτό οδήγησε στη δημιουργία του Κώδικα της Νυρεμβέργης, ο οποίος έθεσε ηθικά πρότυπα για την ιατρική έρευνα και καθιέρωσε την αρχή της ενημερωμένης συναίνεσης.

Στις δεκαετίες του 1960 και του 1970, η ιατρική τεχνολογία συνέχισε να αναπτύσσεται και η αυξημένη συνειδητοποίηση των δικαιωμάτων των ασθενών οδήγησε στην ανάπτυξη ηθικών αρχών στον τομέα της ιατρικής έρευνας. Ως απάντηση σε αυτές τις εξελίξεις, δημοσιεύθηκε το 1979 η Έκθεση Belmont, η οποία σκιαγράφησε τις βασικές ηθικές αρχές για την έρευνα που αφορά ανθρώπινα υποκείμενα. Τις δεκαετίες του 1980 και του 1990, η πρόοδος στη γενετική μηχανική και τις τεχνολογίες αναπαραγωγής οδήγησε σε νέες ηθικές ανησυχίες, οι οποίες με τη σειρά τους οδήγησαν στην ανάπτυξη κατευθυντήριων γραμμών και κανονισμών που διέπουν τη γενετική έρευνα και διασφαλίζουν ότι διεξήχθη με ηθικό τρόπο. Σήμερα, η βιοηθική συνεχίζει να εξελίσσεται και να επεκτείνεται καθώς αναπτύσσονται νέες τεχνολογίες και ιατρικές πρόοδοι. Περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα ηθικών θεμάτων, συμπεριλαμβανομένης της ιατρικής έρευνας, των δικαιωμάτων των ασθενών, της φροντίδας στο τέλος της ζωής,

---

<sup>5</sup> Δραγώνα-Μονάχου, Μ. (2002). Ηθική και βιοηθική. *Επιστήμη και Κοινωνία: Επιθεώρηση Πολιτικής και Ηθικής Θεωρίας*, 1-26. doi.org/10.12681/sas.715, σ. 45.

της γενετικής και της τεχνολογίας αναπαραγωγής, μεταξύ άλλων. Η βιοηθική είναι ένας διεπιστημονικός τομέας που βασίζεται στη φιλοσοφία, το δίκαιο, την ιατρική και άλλους κλάδους και στόχος του είναι να διασφαλίσει ότι οι επιστημονικές και ιατρικές εξελίξεις χρησιμοποιούνται με τρόπο ηθικό, υπεύθυνο και με σεβασμό της ανθρώπινης αξιοπρέπειας.<sup>6</sup>

Ουσιαστικά δεν υπήρξε ποτέ έως και τις μέρες μας μια ομόφωνη αποδοχή αναφορικά με τις κανονιστικές αρχές και τις μεταηθικές θεωρίες, παρότι ικανοποιούνταν κάποια εσωτερικά κριτήρια, όπως είναι η σαφήνεια, η συνέπεια, η συνεκτικότητα και η οικονομία. Αναφορικά με τη Βιοηθική, εκείνη δεν επιδιώκει να προβεί στην εφαρμογή ηθικών θεωριών με γραμμικό τρόπο, αλλά αντιθέτως περιλαμβάνει και άλλα πεδία, όπως εκείνο της αρεταϊκής και της αφηγηματικής ηθικής και της ηθικής του διαλόγου. Μέσω της Βιοηθικής αναδείχθηκε η σημασία και η αξία των συναισθημάτων και η ίδια ήρθε σε αντιπαράθεση όχι μόνο με τον τομέα της μεταηθικής, αλλά και με πιο γενικευμένες μορφές της Ηθικής, οι οποίες εμμένουν αποκλειστικά και μόνο σε θεωρητικού τύπου προσεγγίσεις. Οι αρχές που διατυπώθηκαν με βάση τη Βιοηθική είχαν σκοπό να χρησιμοποιηθούν ως τρόπος ελέγχου των διαφόρων πρακτικών της ιατρικής επιστήμης, αλλά και του σεβασμού των ανθρωπίνων δικαιωμάτων και της υπεράσπισης αυτών σε μία οποιαδήποτε τεχνολογική έρευνα και μελέτη βιοεπιστημονικού είδους.

Ένας ακόμη στόχος της Βιοηθικής είναι η αποτίμηση των γεγονότων, προκειμένου να βοηθήσει και τους ανθρώπους να καθοδηγήσουν τις ενέργειές τους. Είναι κανονιστικά τα πλαίσια εντός των οποίων κινείται ο τομέας της Βιοηθικής, καθώς επίσης και οι προβληματισμοί αυτού του τομέα. Γενικά, θεωρείται πως η Βιοηθική καλύπτει εκείνον τον χώρο στον οποίο συναντώνται ουσιαστικά όλα εκείνα τα πεδία που είναι εφαρμοσμένα και ανήκουν στο χώρο των επιστημών. Μέσω της σύνδεσης της Βιοηθικής με τα σχετιζόμενα επιστημονικά πεδία, εγκρίνονται οι μελλοντικές εφαρμογές και θεραπείες ώστε να συμφωνούν με τις βασικές της αρχές. Η επιστημονική κοινότητα κινείται, επομένως, υπό το πλαίσιο μιας ασφαλούς παροχής τεχνολογικών επιτευγμάτων.<sup>7</sup> Μέχρι και σήμερα η Βιοηθική προσπαθεί να ανακαλύψει τον προσωπικό της δρόμο και να θέσει τα όρια της εμβέλειάς της. Κανείς δεν μπορεί

---

<sup>6</sup>Δραγώνα-Μονάχου, Μ. (2002). Ηθική και βιοηθική. *Επιστήμη και Κοινωνία: Επιθεώρηση Πολιτικής και Ηθικής Θεωρίας*, 1-26.doi.org/10.12681/sas.715σ. 45.

<sup>7</sup>Παπαδοπούλου, Ε. (2015). *Ειδικά θέματα Βιοηθική – Εφαρμοσμένη Ηθική*. Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών, σελ 18

να αμφισβητήσει την αναγκαιότητα της ύπαρξής της, ιδίως αν λάβει κανείς υπόψιν του την ραγδαία τεχνολογική ανάπτυξη και την ενσωμάτωση αυτής κατά σχεδόν απόλυτο τρόπο στη ζωή όλων των ανθρώπων.

## **1.2 ΜΕΤΑΜΟΣΧΕΥΣΕΙΣ ΟΡΓΑΝΩΝ ΚΑΙ ΗΘΙΚΗ**

Οι εξελίξεις οι οποίες έλαβαν χώρα στον τομέα της μεταμόσχευσης των οργάνων και της δωρεάς αυτών οδήγησαν στη γέννηση νέων ελπίδων σχετικά με τη θεραπεία κάποιων πολύ σοβαρών ασθενειών. Στις μέρες μας, πολλές μεταμοσχεύσεις οργάνων θεωρούνται ασφαλείς επεμβάσεις και δεν γίνονται αντιληπτές πια ως πειραματικές μέθοδοι, αλλά θεωρούνται θεραπευτικές επιλογές για πλείστους ανθρώπους που βρίσκονται σε άμεση ανάγκη και επιθυμούν να σώσουν τη ζωή τους. Η νεφρική ανεπάρκεια, οι παθήσεις που αφορούν το αναπνευστικό σύστημα και τα προβλήματα που αφορούν στο ήπαρ, είναι τα πιο βασικά μέρη στα οποία συνήθως πρέπει να γίνει μεταμόσχευση με τη βοήθεια ανθρώπων που είτε είναι στη ζωή είτε είναι κλινικά νεκροί και δωρίζουν τα όργανά τους. Παρόλα τα θετικά αποτελέσματα που προκύπτουν μέσω των μεταμοσχεύσεων και της κορυφαίας ελπίδας που στις περισσότερες περιπτώσεις παρέχουν, υπάρχουν και πολλά ηθικά διλήμματα που προκύπτουν, καθώς επίσης και πολλές αντιπαραθέσεις. Πιο συγκεκριμένα, στην περίπτωση δοτών μοσχευμάτων οι οποίοι είναι εν ζωή, η αυθόρμητη και αλτρουιστικού τύπου δωρεά οργάνων προς μεταμόσχευση ιδίως από την πλευρά των συγγενικών προσώπων συνιστά μια σύνθετη διαδικασία. Στη διαδικασία αυτή περιλαμβάνονται η προσεκτική αξιολόγηση, η ψυχολογική υποστήριξη, η διασφάλιση ελεύθερης βούλησης, η δίκαιη κατανομή των διαθέσιμων οργάνων και η ανάγκη προστασίας του δότη. Η χρήση των μοσχευμάτων εκείνων τα οποία προέρχονται από δότες οι οποίοι δεν συνιστούν συγγενικά πρόσωπα θα πρέπει να είναι τόσο από ηθικής όσο και από νομικής πλευράς τεκμηριωμένη και δικαιολογημένη, προκειμένου να είναι εφικτή η προστασία των εν ζωή δοτών. Σχετικά με τους δότες οι οποίοι απεβίωσαν, μείζον ζήτημα συνιστά το να έχει επέλθει ο θάνατος του εγκεφάλου. Λαμβάνοντας υπόψιν όλα τα προαναφερθέντα κατανοούμε πως είναι ουσιαστική η συμβολή των κατάλληλων κατευθυντήριων γραμμών και οδηγιών σχετικά με τις μεταμοσχεύσεις. Το Συμβούλιο της Ευρώπης το οποίο ασχολείται με τις μεταμοσχεύσεις έχει προβεί στη θέσπιση συγκεκριμένων

ηθικών κανόνων, προκειμένου να εξασφαλίσει και να διασφαλίσει όσο το δυνατόν τα δικαιώματα των δοτών. Είναι πολύ σημαντικό όλοι οι ειδικοί που ασχολούνται με τον τομέα αυτό των επεμβάσεων να εμπνέονται από την ηθική και εκείνα που αυτή προστάζει και να είναι συνεπείς σε όλες τις οδηγίες που τους παρέχονται.

Η Ιατρική Δεοντολογία, αλλά και η μετέπειτα θέσπιση συγκεκριμένης Νομοθεσίας ήταν μία απαραίτητη διαδικασία, διότι παρατηρήθηκε μια συστηματική κλινική εφαρμογή των μεταμοσχεύσεων και έπρεπε με κάποιον τρόπο να διασφαλιστούν τα δικαιώματα του δότη, είτε πρόκειται για ζώντα είτε για κάποιον ο οποίος έχει αποβιώσει. Επιπρόσθετα, οι διαδικασίες των μεταμοσχεύσεων επέφεραν και πολλές ηθικές υποχρεώσεις στο ιατρικό προσωπικό που ασχολείται με αυτές. Οι υποχρεώσεις που έχουν οι ιατροί στις ΜΕΘ, είναι πολύ σημαντικό να θεωρούνται εξίσου σημαντικές είτε αφορούν ασθενείς οι οποίοι έχουν πολλές πιθανότητες να επιβιώσουν είτε πρόκειται για εκείνους που έχουν υποστεί εγκεφαλικό θάνατο και θεωρούνται εγκεφαλικά νεκροί, αλλά παρόλα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως δότες και με τα όργανά τους να σώσουν κάποιους άλλους ασθενείς. Και σε αυτό το σημείο, λοιπόν, τίθεται το ζήτημα της σημαντικής υπάρξεως της Ιατρικής Δεοντολογίας και της Ηθικής.

Στο σημείο αυτό κρίνεται υψίστης σημασίας η αναφορά με έναν πιο αναλυτικό τρόπο στα είδη των δοτών. Πιο συγκεκριμένα, οι λόγοι για τους οποίους κατέστησαν αποδεκτοί οι δότες μοσχευμάτων των νεφρών οι οποίοι είναι εν ζωή, είναι πως αυτές οι μεταμοσχεύσεις των νεφρών μπορεί να αποτελέσουν το έναυσμα και για άλλες περιπτώσεις μεταμοσχεύσεων οργάνων και πως δίχως τη συμβολή και τα σπουδαία αποτελέσματα των μεταμοσχεύσεων εκείνων που προέρχονται από ανθρώπους ζώντες, τα μοσχεύματα από ανθρώπους που υπέστησαν εγκεφαλικό θάνατο δυστυχώς δεν θα επαρκούσαν για να καλύψουν τις πλείστες ανάγκες για εύρεση δότη. Η έλλειψη αυτή των χαρακτηριζόμενων ως πτωματικών μοσχευμάτων, καθιστά επομένως απαραίτητη τη συμβολή των ζώντων δοτών. Επιπλέον, δεν πρέπει να λησμονούμε το γεγονός πως οι περισσότερες θρησκείες που επικρατούν στην οικουμένη δέχονται τη διαδικασία και την ιδεολογία που κρύβεται πίσω από τις μεταμοσχεύσεις. Οι ωφέλειες που προκύπτουν από τις συγκεκριμένες επεμβάσεις είναι περισσότερες των κινδύνων που ενδέχεται να προκύψουν και, τέλος, η σημαντική συμβολή του τομέα της ηθικής περιορίζει το ενδεχόμενο της εμπορευματοποίησης. Οι δότες, οι οποίοι βρίσκονται στη ζωή και επιθυμούν να δωρίσουν τα όργανά τους, ενδέχεται να είναι συγγενείς του

ατόμου που θα επωφεληθεί από κάποιο όργανο, μπορεί να είναι ζώντες οι οποίοι δεν είναι συγγενείς του λήπτη αλλά παρόλα αυτά είναι συναισθηματικά δεμένοι μαζί του. Επίσης, μπορεί να είναι και άνθρωποι ζώντες που δεν είναι συγγενείς του ανθρώπου που θα λάβει το μόσχευμα, αλλά παρέχουν το όργανά τους απλά και μόνο χάρη στην αλτρουιστική τους φύση που τους προστάζει να προσφέρουν στον συνάνθρωπο χωρίς να λάβουν κάτι πίσω ως αντάλλαγμα. Ωστόσο, στην τελευταία αυτή περίπτωση, παρεμβάλλονται πολλοί ενδοιασμοί και θεωρείται πως ίσως μελλοντικά ο δότης ζητήσει οικονομικό αντάλλαγμα. Για αυτό συνήθως επικρατεί η άποψη πως με αλτρουιστικό τρόπο μπορούν να πράξουν μόνο άτομα του ίδιου οικογενειακού περιβάλλοντος με τον ασθενή. Τα χρήματα υπονομεύουν και ακόμα επηρεάζουν την ελεύθερη βούληση και τη μετέπειτα απόφαση του δότη, για αυτό και θεωρούνται απαγορευτικές οι ανταμοιβές δώρου στους ζώντες μη συγγενείς προκειμένου εκείνοι να παρέχουν στον λήπτη το όργανο που έχει ανάγκη. Μια ενέργεια τέτοιου είδους δεν διαφέρει σε τίποτα από την πώληση, γεγονός το οποίο φυσικά απαγορεύεται να πραγματοποιείται στις διαδικασίες των μεταμοσχεύσεων. Τέλος, λαμβάνοντας υπόψιν την ιερότητα από την οποία διέπεται κάθε ανθρώπινο σώμα δεν είναι πρέπον και ορθό να έχουμε το δικαίωμα να πουλάμε τα όργανα του σώματός μας με σκοπό τις οικονομικές απολαβές, καθώς αυτή η κατάσταση σχετίζεται άμεσα με την εμπορευματοποίηση και πρέπει να καθίσταται αδιαπραγμάτευτη και να γίνουν όλες οι απαιτούμενες ενέργειες προκειμένου να εκλείψουν όλες οι καταστάσεις τέτοιου είδους.

Αναφορικά με τους δότες εκείνους οι οποίοι απεβίωσαν, είναι σημαντικό να έχει προηγηθεί σε αυτούς εγκεφαλικός θάνατος προκειμένου το ιατρικό προσωπικό να προτείνει τη δωρεά των οργάνων του. Ο εγκεφαλικός θάνατος θεσπίστηκε από την ελληνική νομοθεσία και είναι συνώνυμος του θανάτου. Παρότι η αφαίρεση κάποιων οργάνων από έναν νεκρό δεν φέρνει στο προσκήνιο σημαντικά ηθικά διλήμματα, εντούτοις συνοδεύεται από ανάμεικτα συναισθήματα λόγω της ψυχολογικά και συναισθηματικά φορτισμένης ατμόσφαιρας εξαιτίας του πένθους που βιώνουν τα συγγενικά πρόσωπα του νεκρού. Το σώμα, όπως αυτό εμφανίζεται μετά τον οριστικό θάνατο του νεκρού, είναι εκείνο που θα συνοδεύει πάντα τις τελευταίες αναμνήσεις των συγγενικών και φιλικών προσώπων του και για αυτόν ακριβώς το λόγο είναι σε πολλές περιπτώσεις πολύ δύσκολο εκείνοι να δεχτούν οποιονδήποτε ακρωτηριασμό του σώματος του εκλιπόντος. Οι φίλοι και οι συγγενείς εκφράζουν τη δικαιολογημένη απαίτηση το σώμα του νεκρού να αντιμετωπιστεί με τον απαιτούμενο σεβασμό, καθώς

η απουσία σεβασμού ως προς το νεκρό σώμα συνεπάγεται για τους ίδιους έλλειψη σεβασμού και ως προς το πρόσωπο το οποίο κάποτε βρισκόταν εν ζωή.

Σχετικά με τη συγκατάθεση, οφείλουμε να αναφέρουμε πως κανένας δεν θεωρεί ανήθικη τη διαδικασία της μεταμόσχευσης. Μάλιστα, πολλοί άνθρωποι έχουν δηλώσει πως μετά τον ερχομό του θανάτου τους επιθυμούν να δωρίσουν τα όργανά τους σε ανθρώπους που το έχουν ανάγκη. Παρατηρείται, όμως, μεγάλη ασυμφωνία σχετικά με τα άτομα τα οποία διαθέτουν το δικαίωμα να παρέχουν τη συγκατάθεσή τους για τη δωρεά των οργάνων των νεκρών, όπως ακόμα και ο τρόπος με τον οποίο κάποιο άτομο θα εκφράσει τη συγκατάθεσή του ή και την άρνησή του να καταστεί μετά το θάνατό του δότης των οργάνων του. Σύμφωνα και με την Ελληνική Νομοθεσία<sup>8</sup>, δε μπορεί να νοηθεί καμία διάθεση των οργάνων του σώματος του νεκρού ανθρώπου, αν δεν έχει εκφράσει, όσο βρισκόταν στη ζωή, θέληση για κάτι τέτοιο, και μάλιστα με απόλυτα ελεύθερο και ενσυνείδητο τρόπο. Στην περίπτωση κατά την οποία δεν υπάρχει με καταγεγραμμένο τρόπο η συγκατάθεση που είχε δώσει ο άνθρωπος για δωρεά των οργάνων του και την άρνηση του ως προς τις δωρεές, τότε μετά το θάνατό του η οικογένειά του είναι εκείνη που οφείλει να εκφράσει και να δηλώσει την άποψη που είχε ο συγκεκριμένος άνθρωπος. Δεν θα υπήρχαν ηθικά διλήμματα, αν κάθε πολίτης των σύγχρονων κοινωνιών, εξέφραζε με ρητό και καταγεγραμμένο τρόπο την άρνησή να δωρίσει τα όργανά του μετά το θάνατό του. Προκειμένου να έχει ισχύ το σύστημα αυτό της άρνησης της συγκατάθεσης των προσώπων για δωρεά των οργάνων τους μετά το θάνατό τους, θα πρέπει να υπάρχει μία μόνιμη και συνεχής ενημέρωση του κοινού, έτσι ώστε να αποκτήσει όλες τις απαραίτητες γνώσεις περί της ισχύουσας νομοθεσίας σχετικά με τη διαδικασία των μεταμοσχεύσεων. Ακόμα και όταν η επιθυμία ενός νεκρού περί μεταμόσχευσης των οργάνων του είχε με ρητό τρόπο εκφραστεί, δεν θα πρέπει να αγνοείται από το ιατρικό προσωπικό η οικογένεια του νεκρού, διότι ήταν και εξακολουθεί να είναι ένα πολύ σημαντικό πρόσωπο για τους ίδιους.

---

<sup>8</sup>Lewis, A., Koukoura, A., Tsianos, G. I., Gargavanis, A. A., Nielsen, A. A., & Vassiliadis, E. (2021). Organ donation in the US and Europe: The supply vs demand imbalance. *Transplantation Reviews*, 35(2), 100585.

Η προστασία των ανθρωπίνων δικαιωμάτων στη μεταμόσχευση οργάνων διασφαλίζεται μέσω ενός συστήματος παρακολούθησης και ρύθμισης που συμπεριλαμβάνει τα ακόλουθα:

- Εθνικούς και διεθνείς νόμους και κανονισμούς, όπως η Διακήρυξη της Κωνσταντινούπολης για την εμπορία οργάνων και τον μεταμοσχευτικό τουρισμό οι οποίοι παρέχουν ένα πλαίσιο για ηθικές πρακτικές και την προστασία των ανθρωπίνων δικαιωμάτων στη μεταμόσχευση οργάνων.<sup>9</sup>
- Ιατρικές και δεοντολογικές κατευθυντήριες γραμμές, όπως αυτές που αναπτύχθηκαν από τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας (ΠΟΥ) και την Παγκόσμια Ιατρική Ένωση (WMA – World Medical Association), και οι οποίες παρέχουν καθοδήγηση στους επαγγελματίες υγείας σχετικά με τις ηθικές πρακτικές στη μεταμόσχευση οργάνων. Ανεξάρτητα εποπτικά όργανα, όπως το Δίκτυο Μεταμόσχευσης και Προμήθειας Οργάνων (OPTN) στις Ηνωμένες Πολιτείες, που παρακολουθούν και ρυθμίζουν την κατανομή των οργάνων για να διασφαλίσουν δικαιοσύνη και διαφάνεια ως προς του ασθενείς και τις μεταμοσχεύσεις στις οποίες υποβάλλονται.
- Μητρώα δωρητών τα οποία είναι εθνικές βάσεις δεδομένων πρόθυμων δωρητών οργάνων. Αυτά τα μητρώα μπορούν να βοηθήσουν στην αντιστοίχιση των δωρητών με τους δέκτες.
- Οι μηχανισμοί παρακολούθησης και αναφοράς, όπως το πρόγραμμα διαπίστευσης της Κοινής Επιτροπής Διεθνούς (JCI – Joint Commission International), τα οποία συμβάλλουν στη διασφάλιση ότι τα κέντρα μεταμόσχευσης συμμορφώνονται με τα διεθνή πρότυπα και τις βέλτιστες πρακτικές στη μεταμόσχευση οργάνων.<sup>10</sup>

Τα προαναφερθέντα μέτρα βοηθούν να διασφαλιστεί ότι τα ανθρώπινα δικαιώματα γίνονται σεβαστά και προστατεύονται κατά τη μεταμόσχευση οργάνων και ότι η διαδικασία μεταμόσχευσης διεξάγεται με ηθικό και δίκαιο τρόπο.

---

<sup>9</sup>Danovitch, G.M., Chapman, J., Capron, A.M., Levin, A., Abbud-Filho, M., Al Mousawi, M., Bennett, W., Budiani-Saberi, D., Couser, W., Dittmer, I. and Jha, V., (2013). Organ trafficking and transplant tourism: the role of global professional ethical standards—the 2008 Declaration of Istanbul. *Transplantation*, 95(11), pp.1306-1312.

<sup>10</sup>White, S. L., Hirth, R., Mahillo, B., Domínguez-Gil, B., Delmonico, F. L., Noel, L., ... & Leichtman, A. (2014). The global diffusion of organ transplantation: trends, drivers and policy implications. *Bulletin of the World Health Organization*, 92, 826-835.

Οι ανάγκες σε μοσχεύματα συνεχώς αυξάνονται και καθίσταται επιτακτική η ανάγκη μιας δίκαιης διάθεσης αυτών των μοσχευμάτων στους ασθενείς εξαιτίας του ότι ο αριθμός τους συνεχώς αυξάνεται. Το Εθνικό Σύστημα Υγείας αυτό που επιδιώκει να κάνει είναι να παρέχει ίσες ευκαιρίες παροχής υπηρεσιών υγείας σε όλους όσοι το έχουν ανάγκη. Σε αυτή τη βάση, η κατανομή των μοσχευμάτων τα οποία είναι διαθέσιμα θα πρέπει να διέπεται από πολύ αυστηρούς κανόνες και συνεχείς ελέγχους, αλλά και από αρκετά αυστηρά κριτήρια, η εφαρμογή των οποίων μελετάται και εξετάζεται από το ειδικό ιατρικό προσωπικό. Η ισότητα ευκαιριών των πολιτών στα μοσχεύματα οφείλει να έχει ως βασική προϋπόθεσή της τη μη διάκριση μεταξύ των ανθρώπων. Δηλαδή δεν πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν παράγοντες όπως η ηλικία, το φύλο, η κοινωνική και η οικονομική κατάσταση των ασθενών, όπως επίσης ούτε και τα ηθικά ή τα θρησκευτικά πιστεύω τους. Τα βασικά κριτήρια προκειμένου να χορηγηθούν στους λήπτες τα όργανα που χρειάζονται, οφείλουν να είναι εντελώς και με απόλυτο τρόπο καθορισμένα τους ασθενείς και το ιατρικό προσωπικό θα πρέπει να παρέχει στους εν δυνάμει λήπτες όλες εκείνες τις πληροφορίες που χρειάζονται, προκειμένου να γνωρίζουν σε ποια σειρά ακριβώς βρίσκονται στον κατάλογο αναμονής μέχρι να έρθει η δική τους σειρά ώστε να λάβουν το μόσχευμα. Τα συστήματα υγείας μπορεί να παρέμβουν στην ανάληψη των μοσχευμάτων, ειδικά σε περιπτώσεις που υπάρχουν σχετικοί περιορισμοί στη διαθεσιμότητά τους. Στα συστήματα αυτά τα οποία έχουν διαμορφώσει μια δομή με αυτόν ακριβώς τον τρόπο είναι σημαντικό όλα τα μέλη του κοινωνικού συνόλου να μπορούν να θεωρηθούν δότες δυνητικού τύπου, εκτός φυσικά από εκείνους οι οποίοι έχουν δηλώσει πως δεν επιθυμούν μετά τον θάνατό τους να καταστούν δότες των οργάνων τους. Ακόμα και αν έχουμε μία διαφορετική ιδεολογία σχετικά με τη δωρεά οργάνων, είναι σημαντικό να σεβόμαστε την άποψη εκείνων που έχουν δηλώσει αρνητές της συγκεκριμένης θέσης, παρόλο που ενδεχομένως να μην κατανοούμε ακριβώς όλους εκείνους τους λόγους που τον οδήγησαν σε αυτή την απόφαση.

Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να γίνει μια αναφορά σχετικά με τον ίδιο τον ορισμό του θανάτου. Η ίδια η δυνατότητα λήψης του μοσχεύματος από τον νεκρό είναι εκείνη που εγείρει και το ουσιαστικό ερώτημα σχετικά με το πώς μπορεί να οριστεί ο θάνατος. Η θέση την οποία γενικά υιοθετούν οι ιατροί σε τέτοιες περιπτώσεις είναι καθαρά επιστημονική, όμως έρχονται στο προσκήνιο και αντιδράσεις συναισθηματικού, ψυχολογικού και ψυχικού είδους, ακόμα και θρησκευτικού, οι οποίες με τη σειρά τους



θέτουν τα δικά τους ερωτήματα. Κάποια από τα βασικά ερωτήματα που αφορούν στα μοσχεύματα και έρχονται στην επιφάνεια είναι πρώτον, αν μπορεί να υπάρξει ουσιαστική συσχέτιση μεταξύ της διατήρησης ορισμένων κυττάρων και της ζωής ενός ατόμου. Ακόμα ένα βασικό ερώτημα που τίθεται είναι το εάν ο θάνατος συνιστά ένα συμβάν με στιγμιαία μορφή ή αν είναι ένα γεγονός που διέπεται από ακαθόριστη διάρκεια και επίσης, αν πρέπει να τον σκεφτόμαστε ως κάτι μη αναστρέψιμο εξαιτίας κάποιας μόνιμης βλάβης ή ως κάτι που έχει τη δυνατότητα να επανέλθει, ιδίως όταν παρέχεται στον ασθενή άμεση βοήθεια, όπως το μασάζ στην καρδιά. Η Ιατρική Επιστήμη καλείται να δώσει όσο το δυνατόν πιο συγκεκριμένες και κατανοητές απαντήσεις πάνω στα ζητήματα αυτά και απαντά πως ο οριστικός θάνατος επέρχεται στον άνθρωπο, όταν ο τελευταίος υποστεί μια εγκεφαλική βλάβη η οποία είναι μη αναστρέψιμου τύπου. Ο εγκεφαλικός αυτός θάνατος συνιστά το σημαντικότερο μέρος για τη λήψη της απόφασης σχετικά με την αφαίρεση των οργάνων και τη μετέπειτα δωρεά τους, τα οποία όργανα αν αφαιρεθούν μετά την παύση της καρδιάς κρίνονται στην πλειονότητά τους ως ακατάλληλα προς μεταμόσχευση. Τα κριτήρια εκείνα σύμφωνα με τα οποία διαπιστώνεται ο θάνατος σε έναν άνθρωπο ο οποίος επρόκειτο να καταστεί δότης των οργάνων του είναι πολύ πιο αυστηρά συγκριτικά με τα κριτήρια εκείνα σύμφωνα με τα οποία διαπιστώνεται ο θάνατος ενός ανθρώπου που δεν επιθυμεί να γίνει δότης και θα εκδοθεί απλά το πιστοποιητικό του θανάτου του. Πάντως, και στις δύο περιπτώσεις, θα πρέπει, λαμβάνοντας υπόψιν τον σεβασμό απέναντι στους νεκρούς, τα κριτήρια του θανάτου να συμπληρώνονται με μεγάλη προσοχή και με σχολαστικό τρόπο, προκειμένου να μην υπάρξουν λάθη και σχετικές διενέξεις.

Προκειμένου να γίνει η ορθή και οριστική διάγνωση του εγκεφαλικού θανάτου, είναι σημαντικό να συμμετέχουν τρεις έμπειροι πάνω σε αυτό το ζήτημα ιατροί, μεταξύ των οποίων δεν θα πρέπει σε καμία περίπτωση να υπάρχει ιεραρχική σχέση μεταξύ τους<sup>5</sup>. Πιο αναλυτικά, θα πρέπει να υπάρχει ο υπεύθυνος για τον συγκεκριμένο ασθενή ιατρός ο οποίος ελέγχει συστηματικά την κατάστασή του, ένας νευροχειρουργός ή νευρολόγος ώστε να κρίνει την κατάσταση σύμφωνα με τις γνώσεις της ειδικότητά τους και ένας αναισθησιολόγος. Θα πρέπει και οι τρεις αυτοί ιατροί να έχουν λάβει την ειδικότητά τους επίσημα τα τελευταία δύο έτη τουλάχιστον και, κανένας από τους τρεις τους δεν θα πρέπει να είναι μέλος της μεταμοσχευτικής ομάδας. Στην περίπτωση κατά την οποία οι τρεις τους διαφωνούν ως προς την ύπαρξη ή μη του εγκεφαλικού θανάτου του ασθενούς, δεν προκύπτει κάποια διάγνωση, αλλά πραγματοποιούνται σχετικές κλινικές

δοκιμές δίνουν πληροφορίες σχετικά με την κλινική εικόνα του ατόμου που νοσηλεύεται.

Όπως αναφέρθηκε και σε άλλο σημείο του παρόντος Κεφαλαίου, η αύξηση των αναγκών για μοσχεύματα τα τελευταία χρόνια οδήγησε στην ανάπτυξη πρακτικών εμπορευματοποίησης των οργάνων (organ trafficking) και αυτό το γεγονός, με τη σειρά του, στη θέσπιση αυστηρότερων κανόνων και νόμων που διέπουν τις αρχές των μεταμοσχεύσεων. Το Συμβούλιο της Ευρώπης θέσπισε, επομένως, συγκεκριμένους κανόνες που αφορούν στη συγκεκριμένη αυτή διαδικασία, οι οποίοι κανόνες δεσμεύουν τόσο τους πολίτες μια κοινωνίας όσο και τις ίδιες τις Κυβερνήσεις και τους σχετικούς φορείς. Πρόκειται για κανόνες που γίνονται αντιληπτοί ως απολύτως απαραίτητοι, προκειμένου να διασφαλιστεί η Ηθική σχετικά με τα απόρρητα στοιχεία του προσώπου που έχει αποφασίσει να είναι δότης, με την εμπορευματοποίηση, καθώς επίσης και με τη διαφάνεια και τον αντικειμενικό και δίκαιο τρόπο αντιμετώπισης των προσώπων εκείνων που βρίσκονται στον κατάλογο αναμονής, έως ότου λάβουν ειδοποίηση για εύρεση δότη και λήψη των οργάνων, που είναι απαραίτητα για την εξασφάλιση της επιβίωσής τους.<sup>11</sup>

### **1.3 ΤΑΣΕΙΣ ΕΜΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ**

Κατά τη διάρκεια του 21<sup>ου</sup> αιώνα τον οποίο διανύουμε, έχουμε τη δυνατότητα με βάση τις πολύπλευρες εξελίξεις, να παρατηρήσουμε μία διαφορετική προσέγγιση που σχετίζεται με τη ζωή και τις επιστήμες υγείας και που αποκτά τη μορφή της σύμφωνα ε τέσσερις διαφορετικές τεχνολογίες. Αυτές είναι η τεχνολογία της πληροφορικής, η νανοτεχνολογία, η τεχνολογία που σχετίζεται με τις γνωσιακές επιστήμες και η Βιοτεχνολογία. Η συνεχής αλληλεπίδραση ανάμεσα στις φυσικές και τις βιολογικές επιστήμες οδήγησε στη σύγκλιση των ανωτέρω μορφών τεχνολογικής ανάπτυξης, αλλά και στη μετέπειτα εξέλιξη του τομέα της βιολογίας σε τεχνολογία και της ίδιας της τεχνολογίας σε εξέλιξη του τομέα της βιολογίας. Οι ειδικοί και οι επιστήμονες που ασχολούνται διεξοδικώς με τον τομέα της βιο-μηχανικής έχουν εκκινήσει εδώ και αρκετές δεκαετίες να μελετούν και να ερευνούν την πλειονότητα των έμβιων όντων με

---

<sup>11</sup>Καλλάκη, Α. (2020). Η εμπορία οργάνων ως κοινωνικό φαινόμενο και η ποινική αντιμετώπισή του.

όρους μηχανικής, και μέσω της συγκεκριμένης διαδικασίας προέκυψε η προαναφερθείσα εξέλιξη της βιολογίας σε τεχνολογία.<sup>12</sup> Από την άλλη πλευρά, η εξέλιξη της τεχνολογίας στη βιολογία σχετίζεται με τη βαθύτερη και ουσιαστικότερη κατανόηση τόσο των βιολογικών όσο και των γνωστικών διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα στις επιστήμες της βιολογίας, οι οποίες και συνιστούν βασική και ουσιώδη πηγή έμπνευσης των επιστημών της μηχανικής.

Όταν κάνουμε λόγο για Βιοϊατρική μηχανική, τότε ουσιαστικά αναφερόμαστε στη σύγκλιση και την εφαρμογή των αρχών της μηχανικής στην ανθρώπινη βιολογία, αλλά και την ιατρική, προκειμένου να αναπτυχθούν εκείνες οι τεχνολογίες που θα βελτιώσουν την περίθαλψη των ασθενών ανά τον κόσμο. Σε αυτόν τον τομέα περιλαμβάνονται εφαρμογές από τη φυσιολογία και την απεικόνιση ιστών σε μοριακό επίπεδο με απώτερο στόχο την ανακατασκευή των ιστών και των οργάνων. Σε τεχνικό επίπεδο, οι μηχανικοί βιοϊατρικής, οι οποίοι συνιστούν αναγνωρισμένο κλάδο επαγγελματιών υγείας, μπορούν να θεωρηθούν επαγγελματίες υγείας έμμεσου τύπου. Αυτό συμβαίνει διότι τα πρωτόκολλα, οι διαδικασίες, αλλά και οι τεχνολογίες τις οποίες αναπτύσσουν συμβάλλουν σχεδόν καθοριστικά στη συνδιαμόρφωση σύγχρονων ιατρικών πρακτικών. Ωστόσο, παρότι κάποιες φορές η Βιοϊατρική μηχανική εξισώνεται με τη βιολογική μηχανική, η πρώτη βρίσκεται σε ένα πιο στενό πεδίο εφαρμογής συγκριτικά με τη δεύτερη. Η βιολογική μηχανική είναι ένας τομέας της επιστήμης που ασχολείται με τον ανασχεδιασμό βιολογικών συστημάτων. Χρησιμοποιεί τις αρχές της μηχανικής και της βιολογίας για να κατασκευάσει νέα βιολογικά συστήματα ή να τροποποιήσει υπάρχοντα με σκοπό τη δημιουργία βιολογικών συστημάτων με επιθυμητές εφαρμογές για συγκεκριμένες ιδιότητες. Βασικά της εργαλεία αποτελούν οι κλάδοι της γενετικής μηχανικής, της συνθετικής βιολογίας και της βιοπληροφορικής.

Τα ηθικά διλήμματα και τα προβλήματα που προκύπτουν σήμερα στον τομέα της Βιοϊατρικής μηχανικής μελετώνται και ερευνώνται από τους τομείς της ιατρικής ηθικής, της ηθικής της μηχανικής και της βιοηθικής. Οι ηθικές ευθύνες των Βιοϊατρικών μηχανικών, οι οποίες είναι αντίστοιχες με τις ευθύνες των γιατρών, ρυθμίζονται μέσα από την τήρηση των προτύπων της ιατρικής άσκησης και της

---

<sup>12</sup>Dhanker, R., Hussain, T., Tyagi, P., Singh, K. J., & Kamble, S. S. (2021). The emerging trend of bio-engineering approaches for microbial nanomaterial synthesis and its applications. *Frontiers in Microbiology*, 12, 638003.

βιοηθικής. Εκτός από άλλα εγγενή ζητήματα στην πρακτική τους, οι μηχανικοί βιοϊατρικής διέπονται από μια επίπονη ευθύνη πρόβλεψης των συνεπειών των τεχνολογικών τους σχεδίων για την ιατρική πρακτική, διασφαλίζοντας πως τα σχέδια αυτά υποστηρίζουν τις ηθικές αρχές της ιατρικής πρακτικής. Οι ηθικές αρχές της βιοηθικής οι οποίες περιγράφηκαν στο κεφάλαιο της εισαγωγής, είναι η αρχή της αυτονομίας, η αρχή της ευεργεσίας, η αρχή της αποφυγής βλάβης και πόνου και η αρχή της δικαιοσύνης. Οι περισσότερες θεραπείες με τις οποίες ασχολείται ο εν λόγω τομέας της βιοηθικής αφορούν ζητήματα θεραπείας των σωματικών κυττάρων, έτσι ώστε να διορθωθούν οι γενετικοί τόποι που είτε έχουν υποστεί βλάβη ή δεν είναι λειτουργικοί. Οι γενετικοί αυτοί τόποι, οι οποίοι περιλαμβάνουν γονίδια ή ρυθμιστές γονιδίων μετά από τη διόρθωση και την τροποποίηση γίνονται σε λειτουργικοί. Αρκετά μεγάλος αριθμός γενετικά τροποποιημένων προϊόντων εφαρμόζονται τελικά στην κλινική πρακτική, προκειμένου να δοκιμαστούν σε θεραπείες για τον διαβήτη, τον καρκίνο, αλλά και για άλλες νευροεκφυλιστικές διαταραχές. Από δεοντολογικής άποψης, τα ζητήματα αυτά είναι αμφιλεγόμενα και σε πολλές περιπτώσεις εγείρουν αντιρρήσεις, εξαιτίας του κινδύνου που ενέχουν αναφορικά με κληρονομικές γονιδιωματικές τροποποιήσεις, οι οποίες ενδεχομένως να προκληθούν και να μεταβιβαστούν στις επόμενες γενεές. Προς το παρόν, τουλάχιστον, δεν έχουν προβλεφθεί εξολοκλήρου οι μελλοντικές συνέπειες και παρενέργειες αυτών των διαδικασιών, αλλά υφίστανται σοβαρές ανησυχίες πως αυτό το συγκεκριμένο είδος της μηχανικής παραβιάζει θεμελιώδη δικαιώματα αναφορικά με τα παιδιά εκείνα τα οποία δεν έχουν γεννηθεί.<sup>13</sup>

Από τα ανωτέρω, καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως υπάρχει άμεση ανάγκη ανάδειξης της σημασίας της βιοηθικής, βιοπολιτικής κατάστασης, προκειμένου να θεσπιστούν οι ανάλογοι κανόνες στα πλαίσια του κοινωνικού συνόλου. Η απόδοση της πολιτικής πτυχής στις εξελίξεις οι οποίες λαμβάνουν χώρα στον τομέα της Εμβιομηχανικής, προϋποθέτει όχι απλά την προαγωγή των επιστημονικών προβληματισμών και του δημόσιου λόγου, αλλά και μια πιο συστηματική μέριμνα για την αντιμετώπιση της αβεβαιότητας που προκύπτει στα πλαίσια των εξελίξεων της βιο-μηχανικής. Για να καταστεί εποικοδομητική και πρόσφορη αυτή η αντιμετώπιση, είναι σημαντικό οι πολιτικοί, τα Κοινοβούλια και οι φορείς οι οποίοι ασχολούνται με τον τομέα αυτό να δώσουν μια μεγαλύτερη έμφαση και προσοχή στην εμπειρία των θεσμικών φορέων και

---

<sup>13</sup>Moffat, S. (2017). Ethics of Biomedical Engineering: The Unanswered Questions. *SignificancesBioeng. Biosci*, 1(1), 10-31031. Pp. 2

των οργάνων εκείνων που ασχολούνται συστηματικά με ζητήματα ρυθμιστικής φύσης, αλλά και με τις ασάφειες των ζητημάτων αυτών.<sup>14</sup>

Γενικότερα, η βιοηθική ασχολείται με τον τομέα των νευροεπιστημών και εξετάζει τα ηθικά ζητήματα που συνδέονται με τη νευροβιολογική έρευνα πάνω στις ηθικές σκέψεις, στις αξιολογήσεις, στη λήψη ορθών αποφάσεων και στη συμπεριφορά. Οι νευροεπιστήμες συμβάλλουν κατά πολύ στην κατανόηση τόσο της ηθικής ανάπτυξης του εκάστοτε ατόμου όσο και στα συγκινησιακά και νοητικά χαρακτηριστικά στοιχεία της ηθικής απόφασης και των ηθικών συλλογισμών που προηγούνται της απόφασης αυτής. Η υπεύθυνη πρακτική των νευροεπιστημών, έχει ως απαραίτητη προϋπόθεση τη λήψη ηθικών αποφάσεων η οποία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ουσιαστική και ορθή κατανόηση των ηθικών προβλημάτων καθώς επίσης, και από την ανάλυση των υπάρχοντων θεραπειών και της αποτελεσματικότητά τους. Επίσης, σημαντικό ρόλο διαδραματίζουν και οι εξειδικευμένοι σε αυτή την επιστήμη επαγγελματίες υγείας. Όλα τα προαναφερθέντα στοιχεία είναι σαφές πως επηρεάζονται από την ευφυΐα, την εκπαίδευση, την ενσυναίσθηση και τον τρόπο σκέψης των ανθρώπων, αλλά και από σημαντικούς βιολογικούς παράγοντες όπως είναι τα αντανεκλαστικά, οι νεοπλασίες του εγκεφάλου και οι ορμόνες. Οι νευροεπιστήμες χαρακτηρίζονται και αντιμετωπίζονται ως μια γνώση η οποία καθίσταται απαραίτητη για τον ενεργό πολίτη του μέλλοντος, καθώς αυτές οι νέες γνώσεις αναμένεται να έχουν έναν μεγάλο κοινωνικό αντίκτυπο.

Μέσω των νέων εξελίξεων της νευροεπιστήμης, θα τεθούν υπό σοβαρή αμφισβήτηση οι παραδοσιακοί τρόποι αντιμετώπισης των θεραπειών και οι άνθρωποι θα ξεκινήσουν να αντιλαμβάνονται με διαφορετικό τρόπο τόσο την ίδια έννοια του εαυτού τους όσο και τη βαθύτερη λειτουργία της ελεύθερης βούλησής τους, στοιχεία βασικά πάνω στα οποία στηρίζονται όλες οι διαπροσωπικές σχέσεις, οι αποφάσεις σχετικά με τα ηθικά ζητήματα και η απονομή της δικαιοσύνης. Πρόκειται για θεμελιώδεις σχέσεις που καθορίζουν την κοινωνική συνοχή και την ευδαιμονία που διέπει και χαρακτηρίζει τα μέλη που αποτελούν την κοινωνία. Δεν είναι λάθος να αναφερθεί πως πάρα πολλοί άνθρωποι, είτε ανήκουν στην ιατρική κοινότητα είτε όχι, εκμεταλλεύονται αυτή την αλματώδη ανάπτυξη της τεχνολογίας και κάνουν κατάχρηση των επεμβατικών μελετών του εγκεφάλου με τέτοιον τρόπο που απειλούν βασικά ανθρώπινα

---

<sup>14</sup>STOA, «Δημιουργώντας την τέλεια ζωή - Προκλήσεις για την ευρωπαϊκή διακυβέρνηση στον τομέα της βιο-μηχανικής του 21ου αιώνα», σελ. 17.

δικαιώματα, δηλαδή επεμβαίνουν στα προσωπικά δεδομένα ενός ανθρώπου, όπως είναι οι ίδιες οι νοητικές ικανότητες και δυνατότητές του και τα συναισθήματά του. Ο πιο μεγάλος κίνδυνος πηγάζει από τις αυξημένες δυνατότητες της τεχνολογίας, πάνω στον έλεγχο του εγκεφάλου μας. Βρισκόμαστε, βέβαια, ακόμα πολύ μακριά από το να μπορεί κάποιος να έχει άμεση πρόσβαση στον τρόπο με τον οποίο σκεφτόμαστε και να προβεί έτσι στον έλεγχο των σκέψεων μας. Υφίσταται, ωστόσο, ένας ορατός κίνδυνος που σχετίζεται με το ενδεχόμενο να υπάρξει η δυνατότητα να πραγματοποιηθεί ο εγκεφαλικός έλεγχος στο μέλλον. Το γεγονός αυτό μπορεί να επιφέρει αβεβαιότητα, παρά τις δυνατότητες που έχει η τεχνολογία στη θεραπεία μέσω των εμφυτευμάτων σε περιπτώσεις που η φαρμακευτική αγωγή θεωρήθηκε αποτυχημένη.<sup>15</sup>

## **1.4 ΤΕΧΝΗΤΗ ΖΩΗ ΚΑΙ ΕΜΒΙΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ**

Βασιζόμενοι στο προηγούμενο Κεφάλαιο είναι σημαντικό να αναφέρουμε πως η βιολογία σημειώνει σημαντική ανάπτυξη στον τομέα της τεχνολογίας με τη συμβολή σημαντικών μηχανικών μέσων τα οποία επιτρέπουν τη διαδικασία νέων και εκτεταμένων επεμβάσεων σε πολλούς έμβιους οργανισμούς. Υπάρχει, επίσης, μετεξέλιξη της τεχνολογίας στον τομέα της βιολογίας, χάρη στη δημιουργία εφαρμογών με ανθρώπινα στοιχεία και χαρακτηριστικά, όπως είναι οι δυνατότητες γνώσης και μάθησης και οι διάφορες ικανότητες που σχετίζονται με την αυτό-οργάνωση. Οι περισσότεροι τομείς του βιο-μηχανικού πεδίου όπως είναι η δημιουργία τεχνητής ζωής, ακόμα και σήμερα φαντάζουν ως προοπτικές του μέλλοντος.

Σύμφωνα με τους μακροπρόθεσμους στόχους που έχουν τεθεί και αφορούν το σώμα και τη μηχανική του έχει παρατηρηθεί μια μεταβολή των ιατρικών προτύπων. Πλέον υπάρχει η τάση της ανάπτυξης του αναγεννητικού ιατρικού τομέα σε αντίθεση με τον τομέα της ιατρικής που σχετίζεται με την αποκατάσταση των λειτουργιών του σώματός μας. Η αναγεννητική ιατρική προϋποθέτει, όπως είναι άλλωστε φυσικό, την αναγέννηση των ιστών των οργάνων των ανθρώπων και, τέλος, στοχεύει στη διαμόρφωση οργάνων τεχνητών, τα οποία θα προέρχονται μόνο μέσα από κατάλληλα μέσα βιολογικού τύπου. Βασικός στόχος της εμβιομηχανικής για τα επόμενα χρόνια

---

<sup>15</sup>Κωστόπουλος, Γ. (2015). Νευροηθική. Αναρτήθηκε 23 Δεκεμβρίου, 2021, σελ. 6.

είναι να διαμορφωθούν τα χαρακτηριζόμενα ως πολυδύναμα βλαστοκύτταρα, τα οποία θα είναι τεχνητές κατασκευές, αλλά θα συμπεριφέρονται ακριβώς όπως και οι έμβιοι οργανισμοί στην καθημερινότητά τους.

Μια άκρως ουσιώδης μηχανική προσέγγιση στο πεδίο εκείνο που σχετίζεται με τη διερεύνηση και τη μελέτη του ανθρώπινου εγκεφάλου. Στην προσέγγιση αυτή γίνεται μια προσπάθεια εξομοίωσης του εγκεφάλου με το λογισμικό των αναπαραστάσεων οι οποίες είναι εικονικές, αλλά και με το βιολογικό λογισμικό ενός τεχνητού, όπως ονομάζεται, νευρωνικού δικτύου. Με τον τρόπο αυτό συνδέεται ο τομέας της τεχνολογίας της πληροφορίας, αλλά και ο τομέας εκείνος που αφορά τη νευρολογική επιστήμη, με απώτερο σκοπό την ουσιαστικότερη κατανόηση της λειτουργίας του εγκεφάλου μας. Η τεχνητή νοημοσύνη συνιστά τον τομέα εκείνο στον οποίο κάνουν την εμφάνισή τους υλοποιήσεις της τεχνητής ζωής, και στον οποίο οι σχετικοί ερευνητές μελετούν την ανάπτυξη και την πρόοδο ανθρωποειδών, ζωοειδών, ακόμα και κοινωνικού τύπου ρομπότ, τα οποία διακρίνονται από επικοινωνιακές ικανότητες, αλλά και από δυνατότητες εκμάθησης νέων καταστάσεων και προσαρμογής σε αυτές.

## ΕΝΟΤΗΤΑ 2

### 2.1 Ο ΑΝΘΡΩΠΙΝΟΣ ΕΓΚΕΦΑΛΟΣ

Ο εγκέφαλος από κοινού με τον νωτιαίο μυελό συνιστούν το κεντρικό νευρικό σύστημα, αποτελώντας ένα πολύπλοκο σύστημα, το οποίο είναι υπεύθυνο και υπόλογο για το οτιδήποτε κάνουμε. Ο εγκέφαλος και το κεντρικό νευρικό σύστημα ελέγχουν όλα αυτά που κάνουμε με ενσυνείδητο τρόπο, όπως το περπάτημα και την ομιλία, αλλά και όλα εκείνα τα οποία κάνουμε ασυνείδητα, όπως είναι η αναπνοή, η όσφρηση, η όραση και η ακοή, αλλά και τα συναισθήματα, οι μνήμες και οι σκέψεις τις οποίες καθημερινά κάνουμε. Όταν κάνουμε λόγο για το όργανο του εγκεφάλου, ουσιαστικά μιλάμε για μια μαλακή και σπογγώδη μάζα η οποία αποτελείται από νευρικά κύτταρα και συνδεδεικούς ιστούς. Τα κύρια τμήματα αυτού του οργάνου, όπως θα αναφερθεί και σε άλλα μέρη της παρούσας εργασίας είναι τα εγκεφαλικά ημισφαίρια, το στέλεχος και η παρεγκεφαλίδα. Τα μέρη αυτά συνεργάζονται μεταξύ τους, αλλά αυτό δεν σημαίνει πως το κάθε ένα από αυτά δεν έχει τη δική του ειδική και συγκεκριμένη λειτουργία.

Πιο συγκεκριμένα, τα εγκεφαλικά ημισφαίρια που αποτελούν και το μεγαλύτερο μέρος του εγκεφάλου, χρησιμοποιούν τις πληροφορίες που μας παρέχουν οι αισθήσεις μας προκειμένου να προβούν στην ενημέρωσή μας αναφορικά με το τί συμβαίνει και διενεργείται στο περιβάλλον γύρω μας, έτσι ώστε να βοηθήσουν το σώμα μας να αντιδράσει με τον κατάλληλο για εκείνο τρόπο. Το δεξί ημισφαίριο του εγκεφάλου μας ελέγχει την αριστερή πλευρά του σώματος μας, ενώ το αριστερό ημισφαίριο ελέγχει την κίνηση και την αντίδραση των μυών της δεξιάς πλευράς του σώματος και σχετίζεται και με τον έλεγχο της ομιλίας, των συναισθημάτων, αλλά και με τις λειτουργίες της ανάγνωσης, της γραφής και της ομιλίας. Η παρεγκεφαλίδα, από τη δική της πλευρά, προβαίνει στον έλεγχο της ισορροπίας, και των πολύπλοκων κινήσεων του σώματος όπως είναι το βάδισμα αλλά και η κατάσταση της ομιλίας. Το συγκεκριμένο τμήμα του εγκεφάλου είναι ζωτικής σημασίας αναφορικά με τις ομαλές και επιδέξιες κινήσεις του σώματος. Πιο συγκεκριμένα, θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως «μικρός εγκέφαλος» της οποίας η περίπλοκη κυτταρική αρχιτεκτονική έχει χαρτογραφηθεί με πολύ μεγάλη λεπτομέρεια. Ενδεχόμενες βλάβες του τμήματος αυτού ενδέχεται να οδηγήσουν σε ασυντόνιστες κινήσεις, απώλειες της ισορροπίας, συγκεχυμένη ομιλία,



αλλά και σε διάφορα είδη γνωστικών δυσκολιών. Επίσης, δεν θα πρέπει να παραβλεφθεί το γεγονός πως η παρεγκεφαλίδα συνιστά σημείο υψίστης σημασίας και για την ίδια τη μάθηση και την προσαρμογή. Χαρακτηρίζεται από μια κανονική και φλοιώδη διάταξη και φαίνεται να έχει εξελιχθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορεί να συγκεντρώνει πολύ μεγάλες ποσότητες των πληροφοριών από τα κατάλληλα αισθητήρια συστήματα, από τις φλοιώδεις κινητικές περιοχές, το νωτιαίο μυελό, καθώς επίσης και από το τμήμα εκείνο του εγκεφαλικού στελέχους. Ο ρόλος του στελέχους του εγκεφάλου είναι η σύνδεση του οργάνου αυτού με τον νωτιαίο μυελό, ενώ προβαίνει και τον έλεγχο της δίψας, της θερμοκρασίας του σώματος, της αναπνοής, καθώς επίσης και της πίεσης του αίματος. Ο εγκέφαλος, όπως είναι άλλωστε φυσικό, προστατεύεται από τα οστά του κρανίου και μέσα από την κάλυψη των τριών λεπτών υμένων που ονομάζονται μήνιγγες του εγκεφάλου και διαχωρίζονται στη σκληρή, την αραχνοειδή και την χοριοειδή. Τέλος, το εγκεφαλονωτιαίο υγρό έχει την ικανότητα να προστατεύει τον εγκέφαλο από διαφόρων ειδών τραντάγματα και το ίδιο αυτό υγρό παράγεται από ειδικά κύτταρα, τις χαρακτηριζόμενες ως κοιλίες, οι οποίες βρίσκονται μέσα στις κοιλότητες αυτού του οργάνου.<sup>16</sup>

Οι νευροεπιστήμονες εκείνοι οι οποίοι μελετούν την ανάπτυξη και εξέλιξη του ανθρώπινου εγκεφάλου, προβαίνουν και στην εξέταση μιας ευρείας ποικιλίας ζώων, όπως τα ψάρια, οι βάτραχοι, ποντίκια, συγκεντρώνοντας με αυτό τον τρόπο πλείστες πληροφορίες για μοριακά και κυτταρικά συμβάντα. Μάλιστα στα ψάρια τα κύτταρα του εγκεφάλου τους είναι διαφανή και επιτρέπουν στους επιστήμονες να παρακολουθούν την εξέλιξή τους. Τα ποντίκια αναπαράγονται με πολύ ταχείς ρυθμούς και το γονιδίωμά τους είναι χαρτογραφημένο, ενώ για τους βατράχους οι μελέτες που έχουμε στη διάθεσή μας αναφορικά με τα γενετικά τους στοιχεία είναι ελάχιστες. Ωστόσο, τα σχετικά μεγάλα έμβρυα του συγκεκριμένου είδους επιτρέπουν κάποιους μικροχειρουργικούς χειρισμούς, όπως η παρακολούθηση και η εξέταση του τί ακριβώς συμβαίνει όταν τα κύτταρα μετακινούνται σε θέσεις τις οποίες θα μπορούσαμε να χαρακτηρίσουμε ως μη φυσιολογικές.<sup>17</sup> Δεν θα πρέπει να λησμονείται το γεγονός πως η κυτταρική διαίρεση συνιστά το πρώτο βήμα της ανάπτυξης του εγκεφάλου, ενώ, ακόμα ένα βασικό βήμα είναι η κυτταρική διαφοροποίηση, διαδικασία κατά την οποία

---

<sup>16</sup>Μήττα, Π. (1997). Το δικαίωμα ενημέρωσης του ασθενή. Θεσσαλονίκη: Σύλλογος Καρκινοπαθών Μακεδονίας – Θράκης, σελ 6

<sup>17</sup>British Neuroscience Association, “European Dana Alliance for the Brain SCIENCE OF THE BRAIN AN INTRODUCTION FOR YOUNG STUDENTS”, pp 22

τα μεμονωμένα κύτταρα διακόπτουν τη διαδικασία της διαίρεσης και αποκτούν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, όπως είναι αυτά των νευρώνων ή των νευρογαλιοακών κυττάρων. Μέσω αυτής της διαφοροποίησης τα πράγματα διατάσσονται με χωρικό τρόπο και διαφορετικά είδη των νευρώνων αποκτούν τη δυνατότητα να μεταναστεύσουν σε διάφορες θέσεις μέσω της διαδικασίας εκείνης, η οποία χαρακτηρίζεται ως σχηματισμός των προτύπων. Το πρώτο και πιο σημαντικό γεγονός των προτύπων λαμβάνει χώρα κατά την τρίτη εβδομάδα της κύησης, όπου ένα μικρό τμήμα κυττάρων στο τμήμα της ανώτερης επιφάνειας της διπλοστοιβάδας έχει την εντολή να κατασκευάσει ολόκληρο τον ανθρώπινο εγκέφαλο, όπως και το νωτιαίο μυελό. Τα κύτταρα αυτά σχηματίζουν μια δομή σε σχήμα ρακέτας του τένις η οποία ονομάζεται νευρική πλάκα, το μπροστινό μέρος της οποίας προορίζεται για τον σχηματισμό του εγκεφάλου, ενώ το πίσω μέρος διέπεται από την ικανότητα σχηματισμού του νωτιαίου μυελού.

Η μοναδικότητα αλλά και η πολυπλοκότητα των λειτουργιών του εγκεφάλου καθενός από εμάς σε διάφορα και ξεχωριστά επίπεδα, από τις μυϊκές λειτουργίες μέχρι και την διαμόρφωση των συναισθημάτων, συνιστά μία από τις πιο ύψιστες προκλήσεις που αφορούν με άμεσο τρόπο τις σύγχρονες έρευνες. Η συνεργασία μεταξύ διαφορετικών και ξεχωριστών ειδικοτήτων -πειραματικών, κλινικών, μαθηματικών - σε μια κοινή προσπάθεια νευροεπιστημονικού τύπου και τα πρόσφατα επιτεύγματα, ιδιαίτερα με τεχνικές της μοριακής βιολογίας και τις μη επεμβατικές απεικονίσεις του εγκεφάλου οδήγησαν σε ραγδαίες εξελίξεις στην επιστημονική γνώση που σχετίζεται με τον εγκέφαλο. Αγγίζουμε σταδιακά πλείστους στόχους, όπως είναι η περαιτέρω κατανόηση των μηχανισμών εκείνων οι οποίοι σχετίζονται άμεσα με την αίσθηση, την κίνηση, την ανάπτυξη του εγκεφάλου, την εξάρτηση από εθιστικές ουσίες, αλλά και τη μάθηση. Κάποια από τα ευρήματα αυτά θα όφειλε να λάβει υπόψη του το εκπαιδευτικό μας σύστημα. Όμως κάποιου άλλου είδους στόχοι, όπως είναι η κατανόηση σχετικά με τον τρόπο μέσω του οποίου λαμβάνουμε τις αποφάσεις μας ή εκείνον που σχετίζεται με το πώς απελευθερώνουμε τη φαντασία μας, αποδεικνύονται ακόμα πιο μακρινοί έπειτα από την ανάλυση που αφορά στις πολύπλοκες συνιστώσες οι οποίες και τις συνθέτουν.

Ταυτόχρονα ανοίγονται κάποιες νέες προοπτικές που σχετίζονται με τον θεραπευτικό τρόπο των νευροψυχιατρικών νόσων μέσα από την ίδια την αναγνώριση του παθοφυσιολογικού τους μηχανισμού είτε ακόμα και μέσα από την ενίσχυση της μεθόδου εκείνης που σχετίζεται με την παρακολούθηση της νόσου και την ανακάλυψη

καινούριων θεραπευτικών μεθόδων, για παράδειγμα μέσω της εμφύτευσης κυττάρων τα οποία είναι νευροβλαστικά. Η τεχνολογία της ψηφιακής μορφής επιτρέπει σε σχεδόν όλους τους επιστήμονες όλων των επιστημονικών και ιατρικών κλάδων να εγκαταλείψουν τις παραδοσιακές θεωρίες που σχετίζονται με τον εγκέφαλο και να στραφούν σε νέες τεχνολογίες οι οποίες διέπονται από την ικανότητα να απεικονίσουν τον εγκέφαλο κατά τη διάρκεια που το όργανο αυτό είναι ενεργό. Οι έρευνες του εγκεφάλου χαρακτηρίζονται από σημαντική χρησιμότητα, ιδίως από τη στιγμή εκείνη κατά την οποία άρχισαν να στηρίζονται σε διαδικασίες διεπιστημονικού είδους. Κατέστη σχετικά με γρήγορο τρόπο αντιληπτό πως μια σταδιακή εξέλιξη και πρόοδος του οργάνου του εγκεφάλου παρακολούθησε την εξέλιξη των ειδών μέσω της αύξησης του βάρους του συγκριτικά με άλλα όργανα του σώματος, ιδιαίτερα με την εμφάνιση των πρώτων θηλαστικών και με αποκορύφωμα τον ίδιο τον άνθρωπο.

Με την τεράστια συμβολή της εξελικτικής διαδικασίας, κάποιες από τις περιοχές του οργάνου αυτού εξειδικεύθηκαν με ξεχωριστό και διαφορετικό τρόπο στα ζώα, ενώ παράλληλα αναπτύχθηκαν νέες περιοχές στον εγκέφαλο που είχαν ως βασικό τους ρόλο την επιτέλεση διαφορετικών λειτουργιών. Οι πιο πολλές από τις παλαιότερες περιοχές διατηρήθηκαν κατά τη διάρκεια και τη διαδικασία της εξέλιξης, όμως προοδευτικά και με το πέρασμα του χρόνου, καταλάμβαναν σιγά σιγά ολοένα και μικρότερο τμήμα του εγκεφάλου. Για παράδειγμα, μπορεί να γίνει αναφορά στη διατήρηση στον άνθρωπο όλων εκείνων των πρωτεύουσών αισθητικών περιοχών που σχετίζονται με την αφή και την όραση. Ωστόσο, ένα αρκετά πιο μεγάλο τμήμα του εγκεφάλου καταλαμβάνεται από τον μετωπιαίο, τον βρεγματικό και τον κροταφικό λοβό, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τις ανώτερες λειτουργίες του νου μας. Η αποδοχή της εξέλιξης των ειδών μας έκανε να υποψιαστούμε τη συνολική δύναμη των ζωικών προδιαγραφών του οργάνου του εγκεφάλου μας. Ο τριπλός εγκέφαλος ο οποίος καθίσταται ενστικτώδης, όπως ακριβώς στα ερπετά, συναισθηματικός, όπως στα θηλαστικά που ήρθαν στην ύπαρξη τον πρώτο καιρό, αλλά και νοητικός είναι και στον άνθρωπο συνιστούν κάποια βασικά στοιχεία που προκύπτουν μέσα από τη διαδικασία της εξέλιξης. Για κανένα άλλο όργανο του σώματός μας δεν υπήρξε τόσο σημαντική η ανατροφοδοτική σχέση όσο αυτή ανάμεσα στην ανάπτυξη του εγκεφάλου και την επιβίωση του είδους. Το συμπέρασμα αυτό μπορεί να το διαπιστώσει κάποιος, αν στρέψει το βλέμμα του σε όλες εκείνες τις θεμελιώδεις λειτουργίες του εγκεφάλου, όπως είναι για παράδειγμα ο κυρίαρχος ρόλος τον οποίο διαδραματίζει το όργανο αυτό

όσον αφορά στην οργάνωση της κίνησης, αλλά και πολύ περισσότερο στην ίδια την πρόβλεψη των αποτελεσμάτων των κινήσεων αυτών.

Η θεωρία του κβαντικού εγκεφάλου προτείνει μια ριζοσπαστικά διαφορετική προσέγγιση στην κατανόηση της λειτουργίας του ανθρώπινου εγκεφάλου. Σύμφωνα με αυτήν, ο εγκέφαλος μπορεί να θεωρηθεί ως ένα κβαντικό σύστημα, όπου η νευρωνική δραστηριότητα αντιστοιχεί σε κβαντικές διεργασίες και φαινόμενα όπως υπερπλοκή και σύμπλεξη. Οι νοητικές λειτουργίες θεωρείται ότι προκύπτουν από αυτές τις κβαντικές αλληλεπιδράσεις, ενώ προτείνεται ακόμα και η ύπαρξη κβαντικής συνείδησης. Αν και αμφιλεγόμενη, αυτή η προσέγγιση ανοίγει νέους ορίζοντες στην κατανόηση της ανθρώπινης σκέψης.

## **2.2 ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΑ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ – ΧΡΗΣΙΜΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ**

Η ηλεκτρική διέγερση μέσω υψηλής συχνότητας των πλείστων εγκεφαλικών κυκλωμάτων έχει κερδίσει μεγάλο ποσοστό εφαρμογής και επιτυχίας αναφορικά με τη θεραπεία νευρολογικών διαταραχών, ιδίως χάρη στην πολύ υψηλή αποτελεσματικότητα συγκριτικά με κάποιες άλλες επεμβάσεις νευροχειρουργικού είδους. Τα πλεονεκτήματα της περιλαμβάνουν ότι είναι σε μικρότερο βαθμό επεμβατική, διέπεται από ρυθμιζόμενα χαρακτηριστικά και είναι αναστρέψιμη. Οι πρώτες ενδείξεις για την αποτελεσματικότητά της είναι εμφανείς σε μελέτες ασθενών με ψυχιατρικά προβλήματα, οι οποίοι δεν ανταποκρίνονταν στις κλασικές θεραπείες που σχετίζονται με τις ιδεοψυχαναγκαστικές διαταραχές και την κατάθλιψη.<sup>11</sup> Αυτό διαπιστώνεται από τη δημοσίευση ολοένα και πιο αυξημένου αριθμού μελετών, σχετικών με τα εμφυτεύματα του εγκεφάλου (DBS-DeepBrainStimulation), τα οποία αναφέρονται με διεξοδικό τρόπο στην αποτελεσματικότητα των εμφυτευμάτων αυτών για τη θεραπεία της κατάθλιψης. Η εφαρμογή των συγκεκριμένων εμφυτευμάτων, από δεοντολογικής άποψης υπόκειται στην εφαρμογή των ηθικών αξιών οι οποίες είναι οι εξής:

- Την παραβίαση της ιδιωτικότητας: αφού το εμφύτευμα πιθανόν να συλλέγει πληροφορίες σχετικά με τις σκέψεις, τις μνήμες και τις αισθήσεις ενός ατόμου.

- Την αυτονομία: πιθανόν να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο ή την τροποποίηση των σκέψεων ενός ατόμου.
- Ασφάλεια: το εμφύτευμα μπορεί να προκαλέσει σωματικές βλάβες ή να έχει παρενέργειες
- Ισότητα: Πιθανόν να επιδεινώσει τις υπάρχουσες κοινωνικές και οικονομικές ανισότητες
- Ευθύνη: Δεν είναι ξεκάθαρο ποιος είναι ο υπεύθυνος σε περιπτώσεις που υπάρχει φθορά.

Τα DBS συνιστούν μια σύνθετη θεραπευτική προσέγγιση η οποία περιλαμβάνει ιατρικές και χειρουργικές διαδικασίες, αλλά και ενεργές εμφυτεύσιμες συσκευές ιατρικού τύπου. Έχουν σχεδιαστεί προκειμένου να προκύπτει επιλεκτική διέγερση σε διάφορες περιοχές του εγκεφάλου και μάλιστα σε διαφορετικά βάθη στον εγκέφαλο, με την παροχή σε αυτές τις περιοχές ηλεκτρικού ρεύματος μέσω της χρησιμοποίησης εμφυτευμένων ηλεκτροδίων που συνδέονται με τον βηματοδότη της καρδιάς. Όπως καθίσταται εμφανές, τα εμφυτεύματα αυτά απαιτούν εξειδικευμένες ιατρικές δεξιότητες, δηλαδή νευροχειρουργικές τεχνογνωσίες οι οποίες υποστηρίζονται από τεχνικές απεικόνισης του εγκεφάλου. Επίσης απαιτείται και ένα σύστημα στερεοτακτικής καθοδήγησης, όπως επίσης και η χρήση ενεργών συσκευών οι οποίες προκαλούν φυσικό αποτέλεσμα στον οργανισμό του κάθε ανθρώπου που έχει επιλεγεί για την συγκεκριμένου τύπου επέμβαση εμφυτευμάτων στον εγκέφαλό του. Ωστόσο είναι ιδιαίτερα σημαντικό να τονιστεί ότι επειδή τα DBS είναι αρκετά ετερογενή, κάθε ένα από αυτά πρέπει να εξετάζεται ξεχωριστά από ηθικής άποψης.<sup>18</sup>

Παρόλο που οι πιο πολλές τρέχουσες ηθικές θέσεις παρέχουν μια τεκμηριωμένη άποψη που διασφαλίζει την διατήρηση των ηθικών κανόνων σχετικά με την εφαρμογή εμφυτευμάτων στον τομέα της ψυχιατρικής, δεν έχουν πάψει να εγείρονται απορίες και διλήμματα σχετικά με το αν και κατά πόσο αυτά έχουν τη δυναμική να διαφοροποιήσουν ή και να αλλοιώσουν την προσωπικότητα του ανθρώπου στον οποίο εφαρμόζονται. Ο κίνδυνος περί αλλαγής ή αλλοίωσης της προσωπικότητας ο οποίος είναι καθαρά δυνητικός δεν μπορεί πραγματικά να ληφθεί ως δεοντολογικό κριτήριο, προκειμένου να υπάρξουν δεοντολογικοί περιορισμοί κατά τη χρήση των εμφυτευμάτων στην ψυχιατρική. Ο βασικός λόγος είναι ότι η σταδιακή τροποποίηση

---

<sup>18</sup>Desmoulin-Canselier, S. (2019). Patient's lived experience with DBS between medical research and care: some legal implications. *Medicine, Health Care and Philosophy*, 22(3), pp. 376.

της διάθεσης και της γνωστικής συμπεριφοράς ενός ασθενή δεν συνιστούν ανεπιθύμητες και συμπτωματικές παρενέργειες των εμφυτευμάτων. Αντιθέτως αποτελούν επιδιωκόμενα αποτελέσματα του συγκεκριμένου είδους επεμβάσεων.<sup>19</sup> Αναφορικά με τα προαναφερθέντα δεοντολογικά κριτήρια είναι σημαντικό να επισημανθεί πως τα DBS πρέπει να έχουν τη δυνατότητα να ωφελούν τον ασθενή, δηλαδή να μπορούμε να κάνουμε λόγο για την ύπαρξη της αρχής της ευεργεσίας και να μην προκαλεί βλάβη στον ασθενή, δηλαδή να ικανοποιείται και η αρχή της μη βλάβης. Είναι σημαντικό, επίσης, οι παρεμβάσεις αυτές να αντανakλούν τις ατομικές προτιμήσεις των ασθενών, δηλαδή να τηρείται και η αρχή ως προς τον σεβασμό για την προσωπική αυτονομία. Από αυτό συνεπάγεται πως ίσως θα μπορούσε να υπάρξει κάποιο είδος δεοντολογικής υποχρέωσης της εκτέλεσης DBS σε ασθενείς με ψυχιατρικά προβλήματα, ιδίως όταν τα οφέλη είναι περισσότερα από τις βλάβες που ενδέχεται να προκληθούν.

Προκειμένου τα εμφυτεύματα εγκεφάλου να αποδειχθούν εξολοκλήρου ωφέλιμα για τον ασθενή, απαιτείται πρώτα να έχουν καταστεί πιο αποτελεσματικά από τις κλασικές αφαιρετικές χειρουργικές επεμβάσεις και παρεμβάσεις στο όργανο του εγκεφάλου. Όπως προαναφέρθηκε, σχετικά πρόσφατες μελέτες πάνω στην ιδεοψυχαναγκαστική διαταραχή και την κατάθλιψη έφεραν στο προσκήνιο τα πρώτα στοιχεία αναφορικά με την αποτελεσματικότητα των εμφυτευμάτων, τουλάχιστον σε ορισμένους από τους ασθενείς<sup>20</sup>. Οι ασθενείς αυτοί επιλέχθηκαν με βάση την υψηλή ανθεκτικότητά τους στην θεραπεία των φαρμάκων αλλά και στην ψυχοθεραπεία και τα ευρήματα ήταν αρκετά κατατοπιστικά. Σύμφωνα με την έρευνα που δημοσιεύθηκε, πολλοί από αυτούς τους ασθενείς, σε ποσοστό περίπου 70%, απέτυχαν να ανταποκριθούν στην φαρμακευτική αγωγή ακόμα και μετά από χρόνια, ενώ δεν πρέπει να παραληφθεί ο γεγονός πως κάποιοι άλλοι από τους ασθενείς κατόρθωσαν να ανταποκριθούν στην αγωγή των DBS μετά από αρκετά χρόνια, όπου και άρχισαν να εμφανίζονται τα πρώτα αποτελέσματα του συγκεκριμένου τύπου θεραπείας.<sup>21</sup> Για να μπορέσουμε κάποια στιγμή να κάνουμε λόγο για ουσιαστική και πραγματική αποτελεσματικότητα των εμφυτευμάτων, θα πρέπει να υπάρξει βελτίωση στις κλίμακες της αξιολόγησης της

---

<sup>19</sup>Synofzik, M., & Schlaepfer, T. E. (2011). Electrodes in the brain—ethical criteria for research and treatment with deep brain stimulation for neuropsychiatric disorders. *Brain Stimulation*, 4(1), 7-16.

<sup>20</sup>Drobisz, D., & Damborská, A. (2019). Deep brain stimulation targets for treating depression. *Behavioural brain research*, 359, 266-273.

<sup>21</sup>Okun, M. S., & Foote, K. D. (2010). Parkinson's disease DBS: what, when, who and why? The time has come to tailor DBS targets. *Expert review of neurotherapeutics*, 10(12), 1847-1857.

ιδεοψυχαναγκαστικής διαταραχής, η οποία βελτίωση να μην είναι απλώς αφηρημένη, αλλά να συνδέεται με την ουσιαστική και ρεαλιστική βελτίωση του ασθενούς και της ποιότητας της ζωής του. Ωστόσο, το γεγονός της αποκατάστασης κάποιων φυσιολογικών παραμέτρων ή και κάποιων φυσικών και γνωστικών λειτουργιών του ασθενούς δεν συνεπάγεται αναγκαία πως ο ασθενής είναι ουσιαστικά σε καλύτερη κατάσταση αναφορικά με το όφελος το οποίο έχει λάβει από τα εμφυτεύματα.

Στο σημείο αυτό δεν πρέπει να παραβλέψουμε τους κινδύνους (βραχυπρόθεσμους ή και μακροπρόθεσμους) οι οποίοι ενδέχεται να προκύψουν και οι οποίοι κίνδυνοι έχουν άμεση σχέση με τα εμφυτεύματα στον εγκέφαλο των ασθενών. Οι κίνδυνοι αυτοί, ωστόσο, ενδέχεται να εμφανιστούν ακόμα και στο ψυχοκοινωνικό πλαίσιο εντός του οποίου κινείται ο εκάστοτε ασθενής. Εξακολουθεί ακόμα και σήμερα να παραμένει ασαφές κατά πόσο κάποιοι ψυχοκοινωνικοί ή και βιολογικοί κίνδυνοι προκύπτουν από αυτή καθαυτή τη διέγερση του εγκέφαλου ή από μια δευτερογενούς είδους αντίδραση της διέγερσης αυτής ή ακόμα και από μια υποκείμενη προοδευτική νόσο στην περίπτωση των νευροεκφυλιστικών διαταραχών. Δεν θα πρέπει να ξεχνάμε πως μια τελική αξιολόγηση του κινδύνου, αλλά και του οφέλους δεν δύναται να πραγματοποιηθεί για το DBS γενικά, αλλά θα πρέπει κάθε DBS να λαμβάνεται ξεχωριστά υπόψιν από κάποιο άλλο.<sup>22</sup> Η ξεχωριστή αξιολόγηση είναι υψίστης σημασίας, διότι κάθε φορά τίθεται διαφορετικός στόχος που πρέπει να επιτευχθεί και σε διαφορετικά σημεία του εγκεφάλου (εσωτερική κάψα, κατώτερος θαλαμικός μίσχος). Επομένως, είναι εύλογο το συμπέρασμα πως διαφορετικοί στόχοι θα επιφέρουν και διαφορετικές αναλογίες ως προς την παροχή αποτελεσματικότητας ή βλάβης στον εκάστοτε ασθενή. Το DBS κατά τον ευρύτερο ορισμό του, συνιστά μια πολύ ασαφή κατηγορία σχετικά με τη συζήτηση κινδύνου και οφέλους, γεγονός το οποίο είναι αρκετά σημαντικό να λαμβάνεται υπόψιν στις επιστημονικές συζητήσεις αναφορικά με την ψυχιατρική DBS ή σε μελλοντικές επιστημονικές συγκρίσεις της DBS με άλλες διαφορετικές μορφές θεραπείας. Είναι σημαντικό πως στις ανεπιθύμητες παρενέργειες που προκύπτουν από τη χρήση DBS δεν έχουν αναφερθεί όλες εκείνες που πιθανόν να προκύψουν από συνδυασμό με άλλη φαρμακευτική αγωγή, όπως είναι για παράδειγμα οι σεξουαλικές παρενέργειες, οι διαταραχές του ύπνου και οι νυχτερινές επιδρώσεις και η διέγερση.

---

<sup>22</sup>Drobisz, D., & Damborská, A. (2019). Deep brain stimulation targets for treating depression. *Behavioural brain research*, 359, 266-273.

Η υποψηφιότητα ενός ασθενούς για την εφαρμογή εγκεφαλικών εμφυτευμάτων είναι σημαντικό να αξιολογείται από μια επιτροπή που να είναι διεπιστημονική, στην οποία θα συμμετέχει και ένας ψυχίατρος ανεξάρτητα από τους μόνιμους γιατρούς που φροντίζουν τον ασθενή. Αυτή η διαδικασία επιτρέπει τη συγκέντρωση πολλών ειδικών για τη μελέτη του ασθενούς αναφορικά με τα μεταβλητά στοιχεία της νόσου, τις επιλογές αξιών που υπάρχουν, αλλά και τα επιστημονικά στοιχεία που μπορούν να αξιολογηθούν προς περαιτέρω διερεύνηση της νόσου για την μετέπειτα αξιολόγηση του οφέλους αλλά και της βλάβης, καταστάσεων που υπάρχουν με δυνητικό τρόπο και επηρεάζουν το ψυχοκοινωνικό πλαίσιο του ασθενούς. Η συμμετοχή του προαναφερθέντος ανεξάρτητου ψυχίατρου έχει τη δυνατότητα να προσφέρει όχι μόνο μια νέα και ανεξάρτητη προοπτική για τη συγκεκριμένη περίπτωση του ασθενούς, αλλά ακόμα και να διασφαλίσει πως οι διαδικασίες εμφυτευμάτων δεν εξαρτώνται μόνο από τις συστάσεις και τα πλείστα οικονομικά συμφέροντα που σε πολλές περιπτώσεις ενδιαφέρουν το ιατρικό προσωπικό. Ας μη ξεχνάμε πως τα οικονομικά συμφέροντα διαδραματίζουν έναν πολύ σημαντικό ρόλο στα πρώιμα στάδια των συγκεκριμένων εφαρμογών DBS.<sup>23</sup> Αν η διεπιστημονική επιτροπή καταλήξει, έπειτα από συστηματική μελέτη και έρευνα, στο συμπέρασμα πως οι πιθανές βλάβες είναι περισσότερες από τα οφέλη τα οποία ενδεχομένως προκύψουν, έχει τη δυνατότητα να αρνηθεί την επέμβαση εγκεφαλικών εμφυτευμάτων, ακόμα και αν ο ασθενής την απαιτεί. Σε αυτές τις καταστάσεις οι υποχρεώσεις οι οποίες βασίζονται στις αξίες της ευεργεσίας μπορούν να παρακάμψουν τις υποχρεώσεις εκείνες οι οποίες στηρίζονται στις αρχές και τις αξίες της αυτονομίας. Είναι σημαντικές οι τελικές αποφάσεις της επιτροπής αναφορικά με τέτοια ζητήματα, ιδίως όταν ο ασθενής αντιμετωπίζει σοβαρά ψυχιατρικά προβλήματα τα οποία δεν του επιτρέπουν να έχει ξεκάθαρη και ορθή κρίση σε ζητήματα τέτοιου είδους, διότι τόσο οι προτιμήσεις όσο και οι απαιτήσεις του είναι πολύ πιθανόν να επηρεάζονται από τη ψυχική νόσο που από την οποία πάσχουν και από τις υπάρχουσες διαταραχές της προσωπικότητάς τους.

Λόγω της σημαντικής απουσίας γνώσεων που έχουμε αναφορικά με ζητήματα εμφυτευμάτων στον εγκέφαλο τόσο σχετικά με τους μακροπρόθεσμους όσο και τους βραχυπρόθεσμους κινδύνους που αυτά τα εμφυτεύματα ενέχουν, τα DBS που σχετίζονται με τα ψυχιατρικά ζητήματα είναι ορθό και πρέπον να εφαρμόζονται προς

---

<sup>23</sup>Synofzik, M., & Schlaepfer, T. E. (2011). Electrodes in the brain—ethical criteria for research and treatment with deep brain stimulation for neuropsychiatric disorders. *Brain Stimulation*, 4(1), 7-16.



το παρόν μόνο σε εξειδικευμένα ακαδημαϊκά κέντρα τα οποία θα απαρτίζονται μόνο από ειδικούς που έχουν μεγάλη εμπειρία όσον αφορά στις θεραπείες πάνω σε διαταραχές οι οποίες είναι ανθεκτικές και δεν μπορούν να αντιμετωπιστούν με ευκολία. Από την πλευρά τους, οι ασθενείς είναι αρκετά σημαντικό να εγγράφονται σε πρωτόκολλα αναφοράς τα οποία είναι τυποποιημένα και να τεκμηριώνουν τις σημαντικές επιδράσεις της θεραπείας, δίχως να περιορίζονται μόνο στα συμπτώματα και τις ανεπιθύμητες ενέργειες οι οποίες εκδηλώνονται. Επιπροσθέτως, είναι σημαντικό να τους εξασφαλίζεται μια ιδιαίτερος στενή, αλλά και τυποποιημένη διεπιστημονική παρακολούθηση που θα εξασφαλίζει την αποτελεσματικότητα αλλά και τις ενδεχόμενες παρενέργειες και θα μπορεί να ανιχνεύει κάποια τυχαία απενεργοποίηση των μπαταριών των εμφυτευμάτων. Επίσης, μια στενή παρακολούθηση δύναται να επιτρέψει την επίλυση της υπομανίας, η οποία συνιστά μια από τις βασικές παρενέργειες που ίσως εκδηλωθούν μετά τη εφαρμογή στον ασθενή των εμφυτευμάτων στον εγκέφαλό του, ιδίως όταν εκείνος πάσχει από σοβαρά ψυχιατρικά προβλήματα. Τέλος, η συγκεκριμένη παρακολούθηση μπορεί να ανιχνεύσει τον αυτοκτονικό ιδεασμό και να αποτρέψει τον ασθενή από περαιτέρω σχετικές ενέργειες που μπορούν καταστούν επικίνδυνες για τη ζωή του. Και αυτή η παρακολούθηση θα πρέπει να πραγματοποιείται σε ακαδημαϊκά κέντρα, προκειμένου να αποφεύγονται λανθασμένες τοποθετήσεις ηλεκτροδίων και ανεπάρκειες σχετικά με την υπο ανίχνευση αυτών.

Οι μελέτες DBS που διενεργούνται σε μεμονωμένους ασθενείς οι οποίοι δεν πληρούν τα βασικά κριτήρια που αφορούν στη συμπερίληψη των συγκεκριμένων πρωτοκόλλων μελέτης, είναι σημαντικό να περιορίζονται σε κέντρα που διαθέτουν εκτενή και μακροχρόνια εμπειρία τόσο ως προς τη διάγνωση όσο και ως προς την αντιμετώπιση των ψυχιατρικών διαταραχών. Κάθε ξεχωριστή μελέτη περίπτωσης θα πρέπει να καταγράφεται σε ένα μητρώο κλινικών δοκιμών που είναι ολοκληρωμένο. Μάλιστα, οι αποδείξεις για την αποτελεσματικότητα των εμφυτευμάτων στον εγκέφαλο πάνω σε διάφορες ασθένειες ψυχιατρικές ασθένειες βασίζονται σε αυτές τις μεμονωμένες περιπτώσεις μελέτης ή ακόμα και σε μικρές σειρές τέτοιων περιπτώσεων. Όμως, δεν πρέπει να ξεχνάμε πως κάποια από αυτά τα στοιχεία υπάρχει η περίπτωση και η πιθανότητα να έχουν διαστρεβλωθεί εξαιτίας κυρίως κάποιων θετικών ή αρνητικών αποτελεσμάτων στα οποία έχει πραγματοποιηθεί υπεραναφορά σχετικά με αυτές τις μεμονωμένες περιπτώσεις έρευνας και μελέτης. Ένα μητρώο το οποίο είναι

ολοκληρωμένο, θα συμβάλλει στην αποτελεσματική ενημέρωση και άλλων ερευνητών, αλλά και κριτών και ψυχιάτρων που ασχολούνται με διεξοδικό τρόπο με τα συγκεκριμένα ζητήματα και, φυσικά, θα αποτελέσει πηγή ενημέρωσης ακόμα και για τους ίδιους τους ασθενείς. Ανεξάρτητα από τα προαναφερθέντα στοιχεία, πρέπει να σημειωθεί πως σε γενικότερο πλαίσιο απαιτούνται περαιτέρω κατευθυντήριες γραμμές για τα εμφυτεύματα εγκεφάλου, διότι αυτός είναι και ο μοναδικός τρόπος προκειμένου να μειωθούν στο ελάχιστο οι λανθασμένες ατομικές εκτιμήσεις που αφορούν στην αναλογία ωφέλειας και βλάβης των ασθενών και να αυξηθεί σταδιακά η συνοχή, αλλά και η διαφάνεια στο επίπεδο της λήψης σχετικών με το ζήτημα αυτό αποφάσεων. Επιπροσθέτως, είναι υψίστης σημασίας η δημοσίευση των αποτελεσμάτων αναφορικά με τα εμφυτεύματα, έτσι ώστε να αποφεύγεται στο μέλλον κάθε μεροληπτική στάση και να εξασφαλιστεί η υψηλή ποιότητα των αναφορών αυτών. Μπορεί κατά την παρούσα στιγμή όλα αυτά τα αιτήματα να εμφανίζονται ως κάτι το ασήμαντο και το μη αξιοπρόσεκτο, ωστόσο, στο μέλλον τέτοιου είδους παρεμβάσεις θα μεταφερθούν από τα μικρά ακαδημαϊκά κέντρα σε μεγαλύτερα και πιο εξειδικευμένα Πανεπιστημιακά νοσοκομεία, διότι εκεί θα είναι και ο μοναδικός χώρος στον οποίο θα πραγματοποιούνται δοκιμές ελεγχόμενου είδους, καθώς είναι οι μόνες που μπορούν να διασφαλίσουν και να καθορίσουν την πραγματική αποτελεσματικότητα των εμφυτευμάτων στον ανθρώπινο οργανισμό.

Ο αριθμός των μελετών που αυτή τη στιγμή έχουμε διαθέσιμες και σχετίζονται με τα εμφυτεύματα και με τις παρενέργειες που ενδεχομένως αυτά τα εμφυτεύματα μπορούν να προκαλέσουν στον ανθρώπινο οργανισμό είναι ανεπαρκής και αυτή η κατάσταση θα μπορούσε να βελτιωθεί μέσω μιας καλύτερης και πιο αποτελεσματικής επικοινωνίας και συνεργασίας μεταξύ νευροχειρουργών και ψυχιάτρων/ψυχολόγων. Σύμφωνα με τις μελέτες που έως σήμερα έχουν αναλυθεί, απαιτείται η ύπαρξη ενός προτύπου ρυθμίσεων των ηλεκτροδίων, το οποίο θα πρέπει να ακολουθείται σε κάθε τέτοια χειρουργική παρέμβαση.<sup>24</sup> Πιο αναλυτικά, οι περισσότερες από τις παρενέργειες που παρουσιάζονται εξαρτώνται κατά κύριο λόγο από την τάση. Τα επίπεδα της τάσης τα οποία είναι πάνω από το λειτουργικό κατώφλι και εφαρμόζονται στο δεξί τμήμα του εγκεφάλου μετά την διαδικασία της εμφύτευσης, ενδέχεται να επιφέρουν ως αποτέλεσμα την εξάπλωση του σήματος σε περιοχές του εγκεφάλου οι οποίες είναι

---

<sup>24</sup>Zarzycki, M. Z., & Domitrz, I. (2020). Stimulation-induced side effects after deep brain stimulation—a systematic review. *Acta Neuropsychiatrica*, 32(2), 57-64.

απομακρυσμένες και να προκληθεί εξαιτίας αυτής της εξάπλωσης αναστολή των γύρω νευρικών δομών. Δεν θα πρέπει να ξεχνάμε, όμως, πως η τάση θα πρέπει να βρίσκεται σε ένα επαρκές επίπεδο αν θέλουμε να επιτευχθεί ουσιαστική αλλαγή στη διαταραχή του ασθενούς, και αυτό, διότι, μια πολύ μικρή διέγερση θα οδηγούσε αναπόφευκτα σε μικρή έως και μηδενική ανταπόκριση. Μάλιστα, σε μια περίπτωση μανίας ενός ασθενούς με ιδεοψυχαναγκαστική διαταραχή, έπειτα από εμφυτεύματα στον εγκέφαλο, παρατηρήθηκε μείωση της εντάσεως των συμπτωμάτων. Κατά τη διαδικασία της παρακολούθησης, διαπιστώθηκε πως η προσαρμογή των εμφυτευμάτων στον εγκέφαλο οδήγησε σε ουσιαστική εξάλειψη των παροδικών επεισοδίων που σχετίζονται τόσο με την μανία όσο και με την κατάθλιψη, αλλά και με την εμφάνιση του άγχους. Οι βέλτιστες, λοιπόν, ρυθμίσεις που αφορούν στα ηλεκτρόδια, θα πρέπει να έρχονται στο προσκήνιο ως απολύτως αποτελεσματικές και ασφαλείς για τους ασθενείς. Ωστόσο, συνήθως προκύπτουν κάποια προβλήματα που σχετίζονται με τη συνδεσιμότητα. Επομένως, σωστό πρότυπο θα πρέπει να υπάρχει και τον τομέα της τοποθέτησης των ηλεκτροδίων, προκειμένου να γίνει με απολύτως σωστό τρόπο η χαρτογράφηση του εγκεφάλου του ασθενούς. Στο σημείο αυτό κρίνεται απαραίτητο να τονίσουμε πως η ανάλυση των ανεπιθύμητων παρενεργειών, ιδίως στην διαταραχή της κατάθλιψης, μετά την ενσωμάτωση των εμφυτευμάτων στον εγκέφαλο είναι σε κάποιο βαθμό προβληματική, κυρίως εξαιτίας της πιθανής εξέλιξης της διαταραχής. Από την εμφύτευση αυτή των ηλεκτροδίων ή ακόμα και την επιδείνωση της μείζονος καταθλιπτικής διαταραχής, θα μπορούσαν να προκληθούν ακόμα και περιπτώσεις πιθανών αυτοκτονιών. Θα μπορούσαμε να δηλώσουμε πως οι ανεπιθύμητες ενέργειες που προκαλούνται μετά την εμφύτευση των ηλεκτροδίων στον εγκέφαλο παρατηρούνται κατά κύριο λόγο σε περιπτώσεις ασθενών οι οποίοι είναι αρκετά ανθεκτικοί απέναντι στη θεραπεία.<sup>25</sup> Οι περιεγχειρητικές και μετεγχειρητικές παρενέργειες μπορούν να χαρακτηριστούν ως σχεδόν αναπόφευκτες στις παρεμβάσεις που είναι νευροχειρουργικού είδους. Επίσης, μπορούν να προκύψουν κάποιες τεχνικές επιπλοκές, από προβλήματα που σχετίζονται με το υλικό, όπως είναι η αστοχία του καλωδίου. Ωστόσο, οι πιο απρόβλεπτες παρενέργειες είναι εκείνες που έχουν σχέση με τα αποτελέσματα της διέγερσης. Αυτός ακριβώς ο τομέας των παρενεργειών θα είναι

---

<sup>25</sup>Zarzycki, M. Z., & Domitrz, I. (2020). Stimulation-induced side effects after deep brain stimulation—a systematic review. *Acta Neuropsychiatrica*, 32(2), 57-64.

και το επίκεντρο των αναθεωρήσεων στις οποίες θα βασιστούν οι ειδικοί, καθώς πρόκειται για έναν τομέα με ελάχιστο αριθμό ερευνών.

Τα εμφυτεύματα μπορεί να αποδειχθούν εξαιρετικά αποτελεσματικά σε κάποιους ασθενείς με ψυχιατρικά ζητήματα οι οποίοι έχουν επιλεγεί με αυστηρά κριτήρια και οι οποίοι είχαν αποδειχθεί εξαιρετικά ανθεκτικοί όσον αφορά στην εφαρμογή παραδοσιακών μεθόδων φαρμακευτικής και ιατρικής αγωγής. Ουσιαστικά, δεν έχουν προκύψει, τουλάχιστον προς το παρόν, ηθικές αντιρρήσεις αναφορικά με τα εμφυτεύματα. Χρησιμοποιούνται και σε αυτές τις επεμβάσεις τα ίδια ακριβώς κριτήρια τα οποία εφαρμόζονται στις αξιολογήσεις άλλων Βιοϊατρικών παρεμβάσεων. Όλα αυτά τα κριτήρια ακόμα και σήμερα δεν έχουν ακόμη συγκεκριμενοποιηθεί, εξαιτίας κυρίως της έλλειψης επιστημονικών δεδομένων, αλλά και των ανεκπλήρωτων έως σήμερα απαιτήσεων ηθικού είδους. Θα πρέπει σιγά σιγά να αρχίσουν να σταθμίζονται με λεπτομερή τρόπο τόσο τα οφέλη όσο και οι ενδεχόμενοι κίνδυνοι, προκειμένου να προληφθούν επικίνδυνα για τη ζωή του ασθενούς συμβάντα. Οι επεμβάσεις που σχετίζονται με τα εμφυτεύματα του εγκεφάλου, συνιστούν παρεμβάσεις πολλά υποσχόμενες για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής τόσο των ασθενών με ψυχιατρικά προβλήματα όσο και των συγγενών αυτών των ασθενών και αποτελούν νόμιμου χαρακτήρα θεραπευτικές προσεγγίσεις για κάποιες από τις πιο γνωστές ψυχιατρικές διαταραχές που εμφανίζονται με μεγαλύτερο επιπολασμό στο γενικό πληθυσμό.

### **2.3 ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΑ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ ΚΑΙ ΝΟΣΟΣ ΤΟΥ ΠΑΡΚΙΝΣΟΝ**

Όπως ήδη κατέστη σαφές, τα εμφυτεύματα του εγκεφάλου περιλαμβάνουν τη χειρουργική τοποθέτηση ενός λεπτού σύρματος με τέσσερις ηλεκτρικού τύπου επαφές στην άκρη, σε μια πολύ συγκεκριμένη και πολύ προσεκτικά επιλεγμένη περιοχή του εγκεφάλου του ανθρώπου. Αυτό το καλώδιο έχει την ονομασία DBS και υπάρχουν τρία διαφορετικά μέρη του εγκεφάλου στα οποία αυτό το καλώδιο μπορεί να τοποθετηθεί, ο έσω σφαιροειδής πυρήνας, ο θάλαμος και ο υποθαλαμικός πυρήνας. Το πιο βασικό πλεονέκτημα του συγκεκριμένου καλωδίου είναι πως δεν καταστρέφει τους εγκεφαλικούς ιστούς με μόνιμο τρόπο, διότι η διαδικασία αυτή είναι με δυνητικό τρόπο αναστρέψιμη και δεν μπορεί να προκαλέσει βλάβη σε κάποιον ιστό του εγκεφάλου.

Πιο αναλυτικά, εάν ένας ασθενής έχει προβεί σε χειρουργική επέμβαση που αφορά την χαρακτηριζόμενη ως παλίνδρομη αποτομή, είναι πολύ πιθανόν να αναπτύξει ανεπαρκή και θολή, κατά κάποιον τρόπο ομιλία, την οποία δεν θα είναι δυνατόν στο μέλλον να βελτιώσει. Αντιθέτως με τα DBS, υπάρχει η δυνατότητα ρύθμισης αυτών των δυσλειτουργιών στον εγκέφαλο, η οποία θα επιφέρει συνολική βελτίωση της ομιλίας. Ωστόσο, δεν πρέπει να παραβλέψουμε το γεγονός πως το ίδιο το καλώδιο μπορεί να καταστεί επιβλαβές για τους ιστούς του εγκεφάλου του ασθενούς, επομένως η προσαρμογή των ρυθμίσεων δεν εγγυάται πως πάντοτε θα υπάρχει βελτίωση είτε της ασαφούς ομιλίας είτε κάποιων άλλων παρενεργειών, αλλά δεν παύει η πιθανότητα της βελτίωσης να είναι κατά πολύ μεγαλύτερη σε σύγκριση με άλλες διαδικασίες, όπως είναι οι παλλιδотоμές. Το καλώδιο DBS, όπως θα αναφερθεί και σε άλλα μέρη της παρούσας εργασίας, συνδέεται με μια συσκευή η οποία έχει κοινά στοιχεία με τον βηματοδότη, και πραγματοποιείται εμφύτευση της στην περιοχή του στήθους, κάτω ακριβώς από την κλείδα. Αυτή η συσκευή η οποία ονομάζεται εμφυτεύσιμη γεννήτρια παλμών, περιέχει τόσο την μπαταρία όσο και την πηγή της συσκευής του υπολογιστή, η οποία συσκευή παράγει τους ηλεκτρικούς παλμούς που θα μεταφερθούν μέσω του συγκεκριμένου καλωδίου στο όργανο του εγκεφάλου. Το σύστημα αυτό έχει τη δυνατότητα και να ενεργοποιηθεί αλλά και να απενεργοποιηθεί τόσο από τον κλινικό ιατρό που έχει υπό την επίβλεψή του τον ασθενή όσο και από τον ίδιο τον ασθενή χωρίς κάποιον περιορισμό ως προς αυτό το ζήτημα. Επιπλέον, ο κλινικός ιατρός έχει την ικανότητα να διαλέξει ποιο από τα τέσσερα ηλεκτρόδια πρέπει να ενεργοποιηθεί έτσι ώστε να προκληθεί στην κατάλληλη περιοχή η κατάλληλη ηλεκτρική διέγερση. Η συγκεκριμένη διαδικασία ανοίγει όλους τους δρόμους, έτσι ώστε να υπάρξει ηλεκτρική διέγερση σε ένα, οποιοδήποτε, πολύ συγκεκριμένο τμήμα του εγκεφάλου χωρίς να επηρεαστούν τα υπόλοιπα τμήματα του οργάνου.<sup>26</sup> Τα εμφυτεύματα DBS παρέχουν δύο βασικά πλεονεκτήματα. Πρώτον, μειώνει τον χρόνο τον οποίο ένας ασθενής περνάει σε μια κατάσταση που μπορούμε να την χαρακτηρίσουμε off, ιδίως, όταν τα οφέλη της φαρμακευτικής αγωγής έχουν μειωθεί και τα άτομα είναι ανίκανα να σηκωθούν από το σημείο στο οποίο κάθονται, είναι τρεμάμενα, άκαμπτα και πολύ αργά. Δεύτερον, η εφαρμογή των εμφυτευμάτων ηλεκτρικής διέγερσης στον εγκέφαλο μειώνουν τη χρήση της φαρμακευτικής αγωγής, και, συνεπακόλουθα, τις ανεπιθύμητες ενέργειες

---

<sup>26</sup>Dy, M. E., Chang, F. C., Jesus, S. D., Anselm, I., Mahant, N., Zeilman, P., ... & Waugh, J. L. (2016). Treatment of ADCY5-associated dystonia, chorea, and hyperkinetic disorders with deep brain stimulation: a multicenter case series. *Journal of Child Neurology*, 31(8), 1027-1035.

αυτής της χρήσης. Τέλος, το όφελος από τη χειρουργική αυτή επέμβαση φαίνεται να διατηρείται για τουλάχιστον τέσσερα χρόνια.<sup>27</sup>

Η εν τω βάθει εγκεφαλική διέγερση συνιστά μια χειρουργική παρέμβαση η οποία χρησιμοποιείται και για τη θεραπεία της Νόσου του Πάρκινσον. Το καλώδιο, το οποίο όπως προαναφέρθηκε, έχει τέσσερα ηλεκτρόδια, εισάγεται σε απόλυτα ακριβείς θέσεις του εγκεφάλου που είναι οι κύριες υπεύθυνες για την κίνηση. Με αυτό τον τρόπο ρυθμίζονται τα ανώμαλα κύτταρα του εγκεφάλου τα οποία είναι υπεύθυνα για το τρέμουλο των χεριών καθώς και για τα προβλήματα τα σχετικά με τη βαδισή, των ανθρώπων εκείνων που πάσχουν από αυτή την ασθένεια. Με τα εμφυτεύματα του εγκεφάλου δεν μπορεί η νόσος του Πάρκινσον να θεραπευτεί ή να διακοπεί πλήρως η εξέλιξή της, αλλά υπάρχει η δυνατότητα να ανακουφιστούν σε αρκετά μεγάλο βαθμό τα συμπτώματά της και να βελτιωθεί αισθητά η ποιότητα της ζωής των ασθενών που ταλανίζονται από τη συγκεκριμένη νόσο. Τα σύγχρονα καλώδια εμφυτευμάτων αναπτύχθηκαν στη χώρα της Γαλλίας το 1987 και η διαδικασία αυτή αποτέλεσε το αποκορύφωμα της έρευνας που διενεργούνταν επί πολλές δεκαετίες από ένα πλήθος ερευνητών που ασχολήθηκαν με την μελέτη του εγκεφάλου. Είναι σημαντικό να επισημανθεί, πως, παρόλο που τα DBS καθίστανται αρκετά επωφελή για πολλούς ασθενείς, εντούτοις δεν είναι για όλους, καθώς είναι λίγοι εκείνοι οι οποίοι κατόρθωσαν μέσω των συγκεκριμένων εμφυτευμάτων να ανακτήσουν επαρκώς το περπάτημα, το βάδισμα, αλλά και όλες τις λειτουργίες της σκέψης τους. Ηδιάρκεια της ωφέλειας των εμφυτευμάτων διαφοροποιείται και ποικίλει από ασθενή σε ασθενή, αλλά στην πλειονότητα των περιπτώσεων διαρκεί για πολλά χρόνια, ακόμα και μετά το πέρας της δεκαετίας. Γενικά, η επιτυχία των εμφυτευμάτων, εξαρτάται, όπως είναι εύλογο να διαπιστωθεί, από πλείστους παράγοντες, όπως είναι η επιλογή των ασθενών, οι κατάλληλες προσδοκίες αυτών, η ακριβής τοποθέτηση του καλωδίου DBS, αλλά και ο ενδεδειγμένος προγραμματισμός, προκειμένου να εντοπιστούν και να προσδιοριστούν οι βέλτιστες παράμετροι της διέγερσης. Το DBS που χαρακτηρίζεται από υψηλή συχνότητα αντιμετωπίζεται ως μια μέθοδος η οποία δημιουργεί προσωρινού τύπου λειτουργικές βλάβες μέσω της αναστολής της στοχευόμενης περιοχής με ηλεκτρικό ρεύμα. Ωστόσο, αποδίδει ένα ως επί το πλείστον μικτό, αλλά και απρόβλεπτο μοτίβο αναστολής των κυτταρικών σωμάτων και ενεργοποίηση των αξόνων που ενδέχεται να οδηγήσουν σε αντίθετα αποτελέσματα. Επιπροσθέτως, εντός της περιοχής που είναι

---

<sup>27</sup>Perlmutter, J. S., & Mink, J. W. (2006). Deep brain stimulation. *Annu. Rev. Neurosci.*, 29, pp. 232.

και το βασικό σημείο στο οποίο στοχεύουν τα ηλεκτρόδια, πολλοί νευρώνες αντιμετωπίζονται με ακριβώς ίδιο τρόπο παρόλο που διέπονται από διαφορετικά βιοχημικά χαρακτηριστικά. Στη νόσο του Πάρκινσον, ενώ οι πιο συνηθισμένες φαρμακευτικές θεραπείες αντιμετωπίζουν την ανισορροπία που προκαλείται στο νευρικό δίκτυο εξαιτίας της έλλειψης της ντοπαμίνης που είναι υπεύθυνη για την παραγωγή, αλλά και για τον έλεγχο της κίνησης, τα ηλεκτρόδια DBSεπεμβαίνουν με τρόπο άμεσο σε έναν κόμβο του ίδιου του νευρικού δικτύου. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την εφαρμογή των ηλεκτροδίων στον εγκέφαλο για τη θεραπεία της νόσου του Πάρκινσον, είναι ιδιαίτερος ικανοποιητικά, ωστόσο σε κάποιες περιπτώσεις ενδέχεται να προκληθούν κάποιες ανεπιθύμητες συμπεριφορικές, συναισθητικές ή και γνωστικές παρενέργειες. Η ερευνητική κοινότητα η οποία ασχολείται με τα εμφυτεύματα του εγκεφάλου και την αποτελεσματικότητά τους στη νόσο του Πάρκινσον, έχει αναγνωρίσει την πολυπλοκότητα που συνδέεται με αυτές τις θεραπευτικές προσεγγίσεις και έχει αρχίσει να αφιερώνει ένα πολύ μεγάλο μέρος της προσοχής της σε τέτοιου είδους αναδυόμενα ζητήματα.

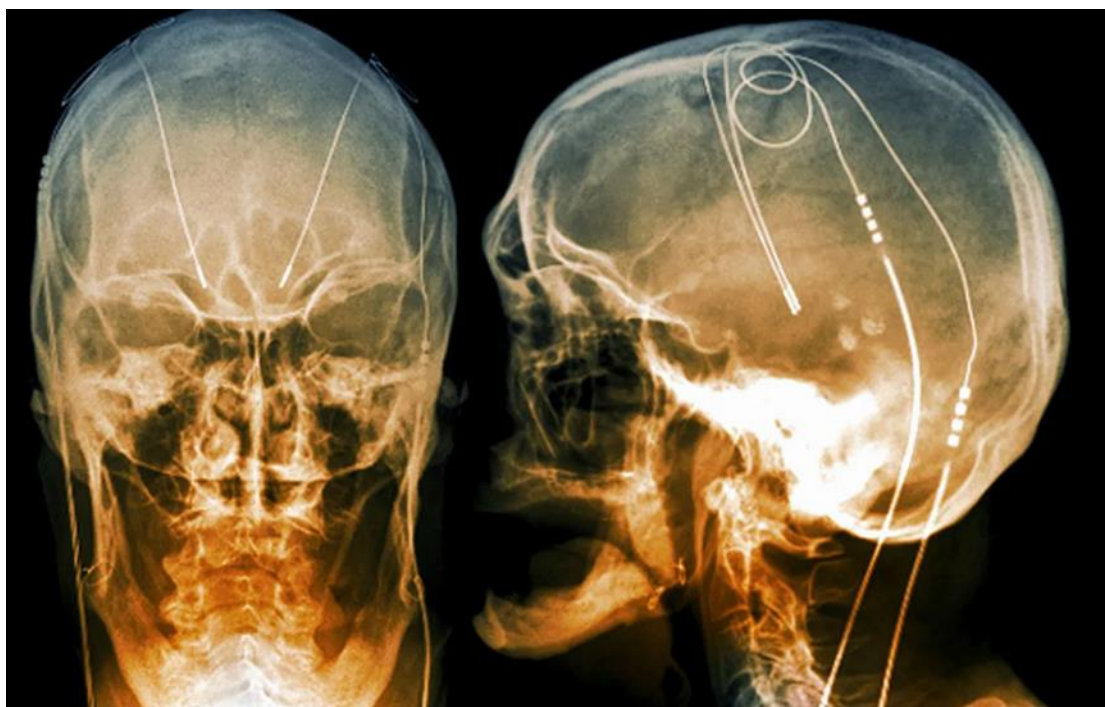
Αν και υπάρχουν κάποιες κατευθυντήριες γραμμές που είναι διαθέσιμες για τον προγραμματισμό, δεν υπάρχουν πρωτόκολλα τα οποία είναι σαφώς τεκμηριωμένα και επικυρωμένα. Κάποια βασικά στοιχεία τα οποία μπορούν να οδηγήσουν σε μια επιτυχημένη εφαρμογή των εμφυτευμάτων είναι η σωστή διαμόρφωση των ηλεκτροδίων, η σύνθετη αντίσταση στο ηλεκτρικό σύστημα καθώς επίσης και, ο έλεγχος της μπαταρίας. Γίνονται κάποιες προσπάθειες οι οποίες είναι αυξανόμενες και προωθούν την τρέχουσα προσέγγιση που σχετίζεται με το προγραμματισμό DBS. Με τη συμβολή της έλευσης της χαρακτηριζόμενης ως κλασματοποιημένης τεχνολογίας που εφαρμόζεται στις μέρες μας, καθίσταται πλέον εφικτή η καταγραφή των κινητικών συμπτωμάτων, τονώνονται οι επιθυμητές δομές του εγκεφάλου και αποφεύγονται ανεπιθύμητες διεγέρσεις των κοντινών ανατομικών δομών του οργάνου αυτού. Από τα ανωτέρω συνάγεται το συμπέρασμα πως υπάρχει ένα ενδιαφέρον που είναι αυξανόμενο και σχετίζεται με την ανάπτυξη ηλεκτρονικών και καθοδηγούμενων πρωτοκόλλων.<sup>28</sup>

---

<sup>28</sup>Wagle Shukla, A., Zeilman, P., Fernandez, H., Bajwa, J. A., & Mehanna, R. (2017). DBS programming: an evolving approach for patients with Parkinson's disease. *Parkinson's Disease*, 2017. Pp. 9

## 2.4 ΤΡΟΠΟΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΝΕΥΡΙΚΩΝ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΩΝ ΣΤΟΝ ΕΓΚΕΦΑΛΟ

Τα νευρικά εμφυτεύματα χρησιμοποιούνται για βαθιά διέγερση του εγκεφάλου, διέγερση του κεντρικού νεύρου και προσθετικά ελεγχόμενα από το μυαλό.

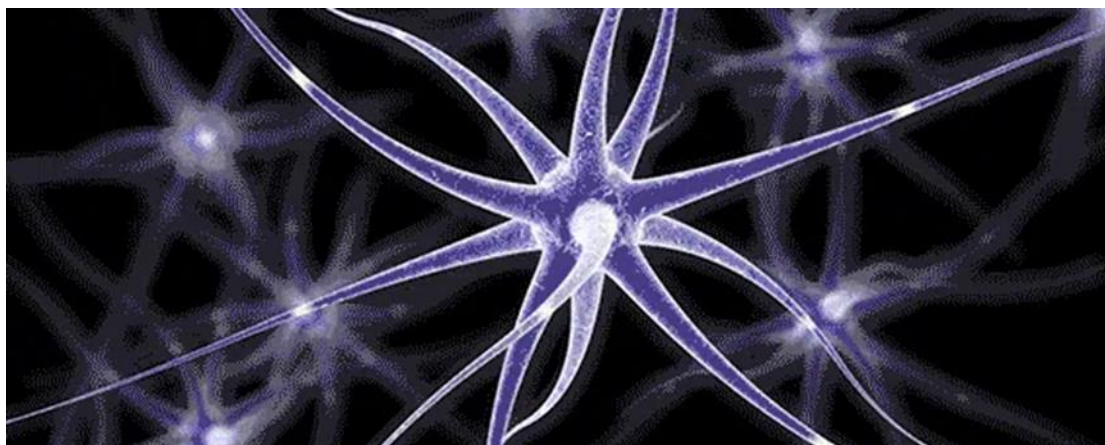


*Εικόνα 10* Οι ακτινογραφίες ενός ασθενούς με νόσο του Πάρκινσον δείχνουν τα ηλεκτρόδια διέγερσης DBS εμφυτευμένου στον εγκέφαλο. Τα ηλεκτρόδια αυτά έχουν την ιδιότητα να εκπέμπουν ηλεκτρικά ερεθίσματα για τη θεραπεία των κινητικών συμπτωμάτων της νόσου. *Πηγή: Aparna, 2017.*

Ένα νευρικό εμφύτευμα θα μπορούσε, σε πολλά χρόνια από τώρα, να διαβάσει και να επεξεργαστεί τις σκέψεις ενός ατόμου. Τα νευρικά εμφυτεύματα χρησιμοποιούνται ήδη για τη θεραπεία ασθενειών, την αποκατάσταση του σώματος μετά από τραυματισμό, τη βελτίωση της μνήμης, την επικοινωνία με τα προσθετικά άκρα και πολλά άλλα. Το νευρικό εμφύτευμα είναι μια συσκευή που βρίσκεται μέσα στο σώμα και αλληλεπιδρά με νευρώνες. Οι νευρώνες είναι κύτταρα που επικοινωνούν στη γλώσσα του ηλεκτρισμού. Εκπέμπουν ηλεκτρικούς παλμούς σε συγκεκριμένα μοτίβα, όπως ο



κώδικας Μορς. Ένα εμφύτευμα είναι μια ανθρώπινη συσκευή που τοποθετείται μέσα στο σώμα μέσω χειρουργικής επέμβασης ή ένεσης.

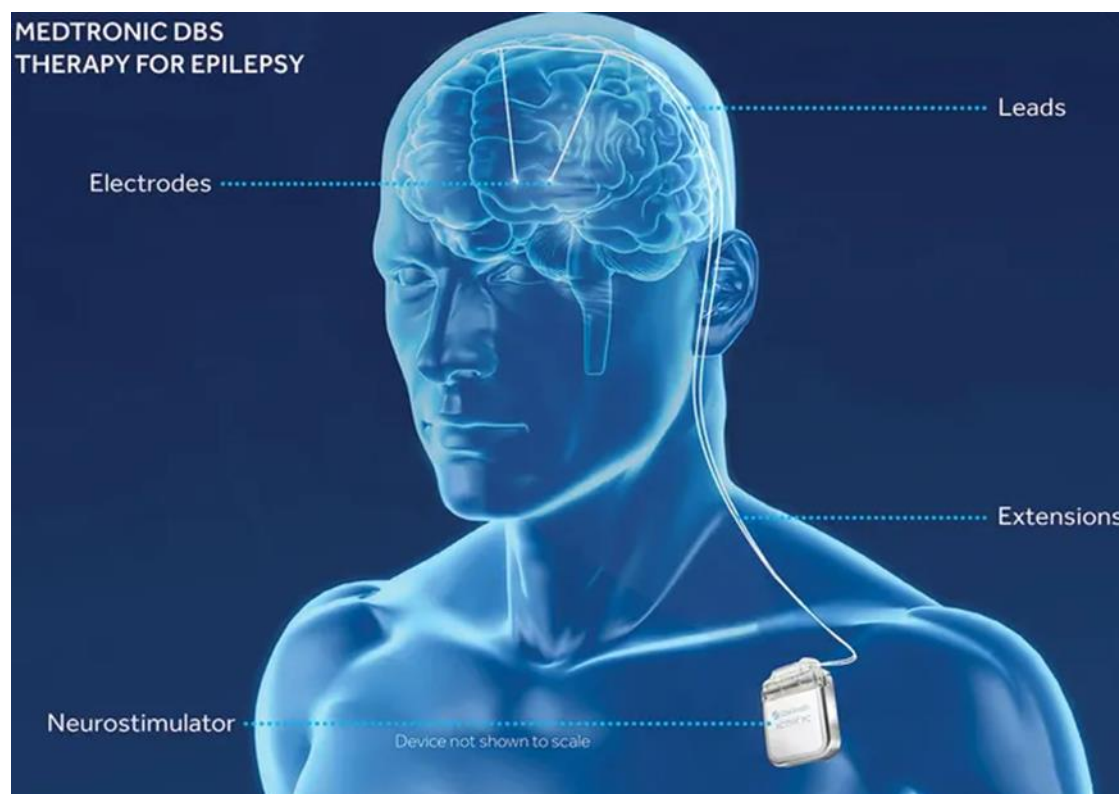


*Εικόνα 2 Ένας νευρώνας ενεργοποιείται, εκπέμπει μια ηλεκτρική ώθηση που μπορεί να καταγραφεί από ένα ηλεκτρόδιο. Πηγή: Aarna, 2017.*

Ένα νευρικό εμφύτευμα, λοιπόν, είναι μια συσκευή - συνήθως ένα ηλεκτρόδιο κάποιου είδους - που εισάγεται στο σώμα, έρχεται σε επαφή με ιστούς που περιέχουν νευρώνες και αλληλεπιδρά με αυτούς τους νευρώνες με κάποιο τρόπο. Με αυτές τις συσκευές, είναι δυνατό να καταγραφεί η φυσική νευρωνική δραστηριότητα, επιτρέποντας στους ερευνητές να παρατηρήσουν τα πρότυπα με τα οποία επικοινωνούν υγιή νευρωνικά κυκλώματα. Τα νευρικά εμφυτεύματα μπορούν επίσης να στείλουν παλμούς ηλεκτρικής ενέργειας στους νευρώνες, υπερισχύοντας των φυσικών μοτίβων πυροδότησης και αναγκάζοντας τους νευρώνες να επικοινωνούν με διαφορετικό τρόπο.

Τα νευρικά εμφυτεύματα επιτρέπουν στους επιστήμονες να εισβάλλουν στο νευρικό σύστημα. Η διαδικασία αυτή, η οποία ονομάζεται και νευροδιαμόρφωση, συνίσταται σε παρεμβάσεις που περιλαμβάνουν νευρικά εμφυτεύματα έχουν τη δυνατότητα να γίνουν εξαιρετικά ισχυρά ιατρικά εργαλεία. Έχει δυνατότητες ελέγχου της σκέψης, της όρασης, της ακοής, της κίνησης και της ούρησης. Ελέγχει επίσης πολλές ακούσιες διαδικασίες όπως η λειτουργία οργάνων και το φλεγμονώδες, αναπνευστικό, καρδιαγγειακό και ανοσοποιητικό σύστημα του σώματος. Πώς χρησιμοποιούνται τα νευρικά εμφυτεύματα; Μία από τις πιο καθιερωμένες κλινικές χρήσεις των νευρικών εμφυτευμάτων είναι σε μια θεραπεία που ονομάζεται βαθιά εγκεφαλική διέγερση ή DBS. Σε αυτή τη θεραπεία, τα ηλεκτρόδια τοποθετούνται χειρουργικά βαθιά στον

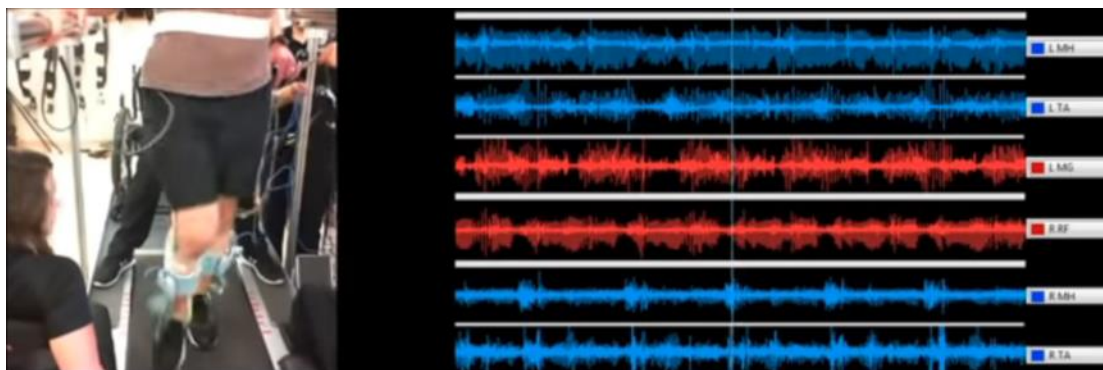
εγκέφαλο, όπου διεγείρουν ηλεκτρικά συγκεκριμένες δομές σε μια προσπάθεια να μειώσουν τα συμπτώματα διαφόρων διαταραχών που βασίζονται στον εγκέφαλο.



*Εικόνα 3* Το σύστημα DBS της Medtronic χρησιμοποιείται συχνότερα σήμερα για τη θεραπεία των κινητικών συμπτωμάτων της νόσου του Πάρκινσον. *Πηγή: Aparna, 2017.*

Η Αμερικανική Υπηρεσία Τροφίμων και Φαρμάκων (FDA) ενέκρινε για πρώτη φορά τη χρήση του DBS το 1997 για βασικό τρόμο. Έκτοτε, ο FDA ή άλλες παγκόσμιες ρυθμιστικές αρχές έχουν εγκρίνει το DBS για τη νόσο του Πάρκινσον, τη δυστονία, τις εμβοές, την επιληψία, την ιδεοψυχαναγκαστική διαταραχή και τον νευροπαθητικό πόνο. Το DBS διερευνάται επίσης ως θεραπεία για το σύνδρομο Tourette και ψυχιατρικές διαταραχές όπως η κατάθλιψη. Εκτιμάται ότι περισσότεροι από 150.000 άνθρωποι παγκοσμίως έχουν λάβει εμφύτευμα DBS. Οι ερευνητές έχουν επίσης αφιερώσει πολύ χρόνο στη χειραγώγηση του λόφου του αξονίου (AxonHillock) χρησιμοποιώντας νευρικά εμφυτεύματα. Το κόλπο του νεύρου συνδέει τα περισσότερα από τα βασικά μας όργανα με το στέλεχος του εγκεφάλου και οι ερευνητές εισβάλλουν σε αυτήν την επικοινωνία σε μια προσπάθεια να θεραπεύσουν την καρδιακή

ανεπάρκεια, το εγκεφαλικό επεισόδιο, τη ρευματοειδή αρθρίτιδα, τη νόσο του Crohn, την επιληψία, τον διαβήτη τύπου 2, την παχυσαρκία, την κατάθλιψη, την ημικρανία και άλλες παθήσεις.



*Εικόνα 4* Οι ασθενείς που είχαν παραλύσει λόγω τραυματισμών του νωτιαίου μυελού περπάτησαν ξανά με τη βοήθεια της διέγερσης της σπονδυλικής στήλης. *Πηγή: Aparna, 2017.*

Μερικά από τα πιο συναισθηματικά συγκινητικά πειράματα που περιλαμβάνουν νευρικά εμφυτεύματα έχουν έρθει με τη διέγερση του νωτιαίου μυελού, γνωστή και ως επισκληρίδιο διέγερση. Η θεραπεία επέτρεψε σε άτομα με παράλυση στο κάτω μέρος του σώματός τους να κινούνται, να στέκονται, ακόμη και να περπατούν σε μικρή απόσταση για πρώτη φορά μετά από τραυματισμούς του νωτιαίου μυελού. Τα συστήματα επιτρέπουν στους ακρωτηριασμένους να ελέγχουν ρομποτικά χέρια, χέρια και πόδια - με στοιχειώδεις τρόπους - χρησιμοποιώντας τις σκέψεις τους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με ένα νευρικό εμφύτευμα στον εγκέφαλο ή στο άκρο πάνω από τον ακρωτηριασμό. Μερικά από αυτά τα ρομποτικά άκρα μπορούν επίσης να παρέχουν αισθητηριακή ανατροφοδότηση διεγείροντας τα νεύρα ακριβώς πάνω από τον ακρωτηριασμό, δίνοντας στον χρήστη μια αίσθηση του τι αγγίζει. Η ερευνητική ομάδα του BrainGate χρησιμοποίησε νευρικά εμφυτεύματα για να επιτρέψει σε άτομα με τετραπληγία να ελέγχουν δρομείς υπολογιστών και βραχίονες ρομπότ. Οι ερευνητές έχουν ενισχύσει επιτυχώς την ικανότητα μνήμης των ανθρώπων για συγκεκριμένες εργασίες, διεγείροντας τις δομές του εγκεφάλου με ακριβείς τρόπους. Τετραπληγικά άτομα με εμφυτεύματα εγκεφάλου χειρίζονται υπολογιστές και πληκτρολογούν προτάσεις χρησιμοποιώντας μόνο τις σκέψεις τους. Υπάρχει ένας αλγόριθμος που μπορεί να καθορίσει τη διάθεση ενός ατόμου με βάση μόνο τη δραστηριότητα του εγκεφάλου. Μερικές εταιρείες έφεραν επιτυχώς στην αγορά εμφυτεύματα που

διορθώνουν τη νευρική επικοινωνία μεταξύ του ματιού και του εγκεφάλου. Ο ElonMusk λέει ότι η εταιρεία του Neuralink σχεδιάζει να συγχρονίσει τους εγκεφάλους μας με AI μελλοντικά θα προσπαθήσει να συγχρονίζει τον ανθρώπινο εγκέφαλο με εφαρμογές τεχνητής νοημοσύνης.<sup>29</sup>

Η επεμβατικότητα οποιουδήποτε εμφυτεύματος περιορίζει τη χρήση του. Είναι δύσκολο να δικαιολογηθεί χειρουργική επέμβαση στον εγκέφαλο ή στη σπονδυλική στήλη, εκτός εάν ένα άτομο έχει σοβαρή ιατρική ανάγκη. Έτσι, οι μηχανικοί επινοούν συνεχώς καλύτερες συσκευές που φτάνουν βαθιά στο σώμα με μικρότερη επίδραση στους ιστούς. Ο DavidMcMullen υποστηρίζει ότι «Όλα έχουν να κάνουν με τη μείωση του χειρουργικού φόρτου, την αύξηση της χρόνιας φύσης του εμφυτεύματος, και προσπαθούμε συνεχώς να πάρουμε μικρότερα ηλεκτρόδια που καλύπτουν μια ευρύτερη περιοχή του εγκεφάλου».<sup>30</sup>

Αντιμετώπιση της κατάθλιψης με βαθιά διέγερση του εγκεφάλου. Βαθιά διέγερση εγκεφάλου (DBS): Ακολουθούν τρία πράγματα που γνωρίζουμε για τη βαθιά εγκεφαλική διέγερση (DBS) ως θεραπεία για σοβαρή κατάθλιψη: Οι βασικές αρχές της αντιμετώπισης της σοβαρής κατάθλιψης μέσω DBS είναι οι εξής:

1. Όταν τα εμφυτεύματα εγκεφάλου που μοιάζουν με βηματοδότη βοηθούν τα άτομα με κατάθλιψη, να γίνονται δραματικά καλύτερα. «Έχω ασθενείς που έκαναν τα εμφυτεύματά τους πριν από 10 χρόνια τώρα», λέει η HelenMayberg, καθηγήτρια ψυχιατρικής και νευρολογίας στο Πανεπιστήμιο Emory και κορυφαία ερευνητής στο DBS για την κατάθλιψη. Προσθέτει ότι «Αυτοί οι άνθρωποι γίνονται καλά και μένουν καλά».
2. Δυστυχώς, δεν βοηθούν όλους. Πειραματικές δοκιμές από την Mayberg και άλλους είχαν σταθερά ένα υποσύνολο ανθρώπων που απλά δεν ανταποκρίνονται στη θεραπεία.
3. Οι ερευνητές πρέπει να καταλάβουν γιατί μερικοί καταθλιπτικοί ασθενείς ανταποκρίνονται στο DBS ενώ άλλοι όχι, διαφορετικά τα πειράματά τους δεν θα οδηγήσουν ποτέ σε μια πραγματικά πρακτική αντιμετώπιση.

---

<sup>30</sup>McMullen, D. P. (2018). Where to target? The precision medicine approach to brain stimulation. *Biological Psychiatry*, 84(1), e1-e2.

Για τη θεραπεία του Πάρκινσον, τα ηλεκτρόδια τοποθετούνται σε μια περιοχή του εγκεφάλου που εμπλέκεται στην κίνηση. Ενώ ο μηχανισμός δράσης του DBS είναι ακόμα ασαφής, πολλοί πιστεύουν ότι οι σταθεροί ερεθιστικοί παλμοί παρακάμπτουν ελαττωματικά πρότυπα ηλεκτρικής δραστηριότητας στην περιοχή του εγκεφάλου. Για την κατάθλιψη, πολλές έρευνες και συζητήσεις έχουν επικεντρωθεί στην εύρεση του κατάλληλου στόχου για διέγερση.



Η εγχείρηση για τη βαθιά εγκεφαλική διέγερση (DBS) εγκρίθηκε για πρώτη φορά το 1997 για τη θεραπεία του τρόμου της νόσου του Πάρκινσον (PD), και στη συνέχεια το 2002 για τη θεραπεία των προχωρημένων συμπτωμάτων του Πάρκινσον. Πιο πρόσφατα, το 2016, η εγχείρηση DBS εγκρίθηκε για τα πρώτα στάδια της PD - για άτομα που είχαν PD για τουλάχιστον τέσσερα χρόνια και έχουν κινητικά συμπτώματα που δεν ελέγχονται επαρκώς με φαρμακευτική αγωγή.

Στη χειρουργική επέμβαση DBS, τα ηλεκτρόδια εισάγονται σε μια στοχευμένη περιοχή του εγκεφάλου, χρησιμοποιώντας μαγνητική τομογραφία και καταγραφές της δραστηριότητας των εγκεφαλικών κυττάρων κατά τη διάρκεια της διαδικασίας. Μια δεύτερη διαδικασία πραγματοποιείται για την εμφύτευση μιας IPG, μπαταρίας γεννήτριας παλμών (όπως βηματοδότη). Το IPG τοποθετείται κάτω από την κλείδα ή στην κοιλιά. Το IPG παρέχει ηλεκτρική ώθηση σε μέρος του εγκεφάλου που εμπλέκεται στην κινητική λειτουργία. Σε όσους υποβάλλονται σε χειρουργική επέμβαση DBS δίνεται ένας ελεγκτής για να ενεργοποιήσει ή να απενεργοποιήσει τη συσκευή. Όπως όλες οι εγχειρήσεις εγκεφάλου, το DBS ενέχει έναν μικρό κίνδυνο μόλυνσης, εγκεφαλικού, αιμορραγίας ή επιληπτικών κρίσεων. Η χειρουργική επέμβαση DBS μπορεί να σχετίζεται με μειωμένη ευκρίνεια της ομιλίας. Ένας μικρός

αριθμός ατόμων με PD έχουν βιώσει γνωστική πτώση μετά από χειρουργική επέμβαση DBS. Είναι σημαντικό ένα άτομο με PD να εξετάζει τη χειρουργική επέμβαση DBS να ενημερώνεται για τη διαδικασία και να είναι ρεαλιστικό στις προσδοκίες του.

Το σύστημα DBS αποτελείται από τρία εξαρτήματα:

- Ο ηλεκτροδιεγέρτης (ονομάζεται επίσης ηλεκτρόδιο) είναι ένα λεπτό, μονωμένο σύρμα που εισάγεται μέσω ενός μικρού ανοίγματος στο κρανίο και εμφυτεύεται στον εγκέφαλο. Η άκρη του ηλεκτροδίου βρίσκεται εντός της στοχευμένης περιοχής του εγκεφάλου.
- Η προέκταση είναι ένα μονωμένο σύρμα που περνά κάτω από το δέρμα του κεφαλιού, του λαιμού και του ώμου, συνδέοντας το καλώδιο με τον νευροδιεγέρτη.
- Ο νευροδιεγέρτης (το πακέτο μπαταριών) είναι το τρίτο συστατικό και συνήθως εμφυτεύεται κάτω από το δέρμα κοντά στην κλείδα. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να εμφυτευτεί χαμηλότερα στο στήθος ή κάτω από το δέρμα πάνω από την κοιλιά.. Αυτό εφαρμόζεται στην πρωτεύουσα δυστονία, η οποία βασίζεται σε νευροχημικές διαταραχές που συνοδεύονται από διαρθρωτικές αλλαγές στην εγκεφαλική λειτουργία. Τα τελευταία χρόνια, έχει αποδειχτεί ότι η βλάβη του νωτιαίου μυελού και των περιφερικών νεύρων (συχνά υποκλινική) μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη της δυστονίας.

Η χειρουργική παρέμβαση εφαρμόζεται σε ασθενείς στους οποίους η συνεχής δοκιμή ιατρικής θεραπείας απέτυχε. Βαθιά εγκεφαλική διέγερση (DBS), ειδικά του globuspallidusinterna (GPi), έχει αποδειχθεί εξαιρετικά αποτελεσματική στην πρωτογενή γενικευμένη δυστονία. Υπάρχουν πολύ λιγότερα στοιχεία για τη χρήση του DBS σε ασθενείς με δευτεροπαθή δυστονία. Ωστόσο, δεδομένου του μεγάλου αριθμού ασθενών με δευτερογενή δυστονία, το σημαντικό βάρος για τους ασθενείς είναι σημαντικό να διερευνήσουμε τη χρήση του DBS στη σφαίρα της δευτερογενούς δυστονίας.

Η εγκεφαλική παράλυση σχετίζεται με πολυάριθμους τύπους νευρολογικής βλάβης, συμπεριλαμβανομένης της δυστονίας. Μερικοί ασθενείς με δυστονία έχουν επωφεληθεί από μη επεμβατικές μεθόδους νευρικής διέγερσης, όπως η διαδερμική ηλεκτρική νευρική διέγερση (TENS), η οποία ρυθμίζει τον κινητικό φλοιό μέσω αισθητηριακών προσαγωγών και περιφερικών νευρική διέγερση (PNS), η οποία δρα

στο υποφλοιώδες επίπεδο. Ωστόσο, για παιδιά με σοβαρές μορφές δυστονίας, η εγκεφαλική διέγερση (DBS) παραμένει μία από τις λίγες επιλογές για σημαντική βελτίωση. Ενώ συνεχίζεται η έρευνα για το DBS βοηθάει στο να αυξήσει την αποτελεσματικότητα και την ασφάλειά του, ωστόσο είναι σημαντικό να αναζητήσουμε μη επεμβατικές ή ελάχιστα επεμβατικές μεθόδους που θα μπορούσαν να έχουν παρόμοια αποτελεσματικότητα.

Η δυστονία στα παιδιά ορίζεται ως μια κινητική διαταραχή στην οποία ακούσιες συνεχείς ή μυϊκές συσπάσεις προκαλούν συστροφικές και επαναλαμβανόμενες κινήσεις, μη φυσιολογικές στάσεις ή και τα δύο. Μπορεί να ταξινομηθεί ως πρωτογενής ή δευτερογενής. Ο μηχανισμός της παιδικής δυστονίας είναι άγνωστος, αλλά μπορεί να περιλαμβάνει ανισορροπία μεταξύ ντοπαμινεργικών και ραβδωτών χολινεργικών του μεσεγκεφάλου που σηματοδοτούν μη φυσιολογικά μοτίβα υποφλοιώδους δραστηριότητας, υπερβολική αύξηση των βασικών γαγγλίων ή περιφερικού βρόχου ή μειωμένη εστίαση της μυϊκής δραστηριότητας.

## **2.5 ΜΕΛΕΤΗ: Η ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ DBS ΣΕ ΑΣΘΕΝΕΙΣ ΜΕ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΗ ΔΥΣΤΟΝΙΑ**

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζουμε την ανασκόπηση περιπτώσεων εφαρμογής του DBS σε ασθενείς με δευτερογενή δυστονία του νευροχειρουργού Olaya και των συνεργατών του.<sup>31</sup> Στην αναδρομική ανασκόπηση εξετάζουν την περίπτωση 9 ασθενών με δευτερογενή δυστονία που έλαβαν θεραπεία με DBS μεταξύ Φεβρουαρίου 2011 και Φεβρουαρίου 2013. Τα προεγχειρητικά και μετεγχειρητικά βίντεο βαθμολογήθηκαν χρησιμοποιώντας την κλίμακα Barry-Albright Dystonia (BADSD) και Burke-Fahn-Marsden Dystonia Rating Scale (BFMDRS) από νευρολόγο που ειδικεύεται στις κινητικές διαταραχές. Επιπλέον, οι οικογένειες των ασθενών συμπλήρωσαν ένα ερωτηματολόγιο για να εκτιμήσουν το αντιληπτό όφελος του DBS. Εννέα ασθενείς με δευτερογενή δυστονία (6 άνδρες και 3 γυναίκες) συμπεριλήφθηκαν σε αυτή τη μελέτη. Οι ηλικίες τους κυμαίνονταν από 6 έως 20 χρόνια (μέσος όρος 15,1 ± 5,51 έτη [SD]). Η

---

<sup>31</sup>Olaya, J. E., Christian, E., Ferman, D., Luc, Q., Krieger, M. D., Sanger, T. D., & Liker, M. A. (2013). Deep brain stimulation in children and young adults with secondary dystonia: the Children's Hospital Los Angeles experience. *Neurosurgical focus*, 35(5), E7.

δευτεροπαθής δυστονία διαγνώστηκε από έναν έμπειρο παιδονευρολόγο και οι ασθενείς αξιολογήθηκαν επίσης από δύο νευροχειρουργούς. Η μελέτη αυτή είναι από τις πιο σημαντικές στη διερεύνηση της θεραπείας της δευτερεύουσας δυστονίας με βάση το DBS.<sup>32</sup>

#### Διαδικασία:

Η βαθιά εγκεφαλική διέγερση του globuspallidusinterna (GPi) πραγματοποιήθηκε από έναν νευροχειρουργό. Πολλοί συγγραφείς έχουν περιγράψει τη χειρουργική διαδικασία λεπτομερώς. Ο ασθενής υπό έντονη νάρκωση (ενδοφλέβια χορήγηση προποφόλης) εκτός από τοπική αναισθησία, τοποθετείται στο κεφάλι του ασθενούς ένα πλαίσιο Cosman-Roberts-Wells. Στον παιδιατρικό πληθυσμό, το πάχος του κρανιακού θόλου λαμβάνεται υπόψη κατά την τοποθέτηση καρφίτσων και παιδιά κάτω των 5 ετών έχουν αποκλειστεί από αυτή τη διαδικασία. Λαμβάνονται με CT(ComputedTomography–Αξονική Τομογραφία)και οι εικόνες συνδυάζονται με εικόνες MR (MagneticResonance)σταθμισμένες με T1 και T2 που έχουν ληφθεί προηγουμένως για να βοηθήσουν στη στόχευση του μεταγεννητικού GPi. Λόγω του αντιληπτού κινδύνου του νεφρικού συστήματος, η ενδοφλέβια αντίθεση δεν χρησιμοποιείται κατά τη λήψη εικόνων CT ή MR. Μέσω του πλαισίου της κεφαλής, η κεφαλή του ασθενούς είναι προσαρτημένη στο χειρουργικό τραπέζι με τον ασθενή σε ημι-καθιστική θέση.

Μόλις αρχίσει η εγχείρηση, η αναισθησία (προποφόλη και δεξμεδετομιδίνη) διακόπτεται. Για κάθε νέο ασθενή σχεδιάζεται μια διμερής διαδικασία εμφύτευσης GPi. Το κυρίαρχο ημισφαίριο είναι γενικά η πρώτη πλευρά που στοχεύει. Εμφυτεύεται μια διαμόρφωση συστοιχίας 3 μικροηλεκτροδίων που αποτελείται από μια κεντρική, μεσαία και οπίσθια τροχιά. Η κεντρική τροχιά αντιπροσωπεύει την υπολογιζόμενη θέση DBS χρησιμοποιώντας τόσο άμεση όσο και έμμεση στόχευση του GPi και η έσω τροχιά αντιπροσωπεύει τον στόχο της οπτικής οδού. Εάν εντοπιστεί μια επαρκής απόσταση διασύνδεσης 4 mm μέσω του GPi με ελάχιστες παρενέργειες μακροδιέγερσης, χρησιμοποιούμε ένα μόνο μικροηλεκτρόδιο για την αντίθετη διαδικασία. Σε όλες τις περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκαν μόνιμα τετραπολικά

---

<sup>32</sup>Olaya, J. E., Christian, E., Ferman, D., Luc, Q., Krieger, M. D., Sanger, T. D., & Liker, M. A. (2013). Deep brain stimulation in children and young adults with secondary dystonia: the Children's Hospital Los Angeles experience. *Neurosurgical focus*, 35(5), E7.



ηλεκτρόδια Medtronic Model. Προτιμήθηκε μια εμφυτεύσιμη γεννήτρια παλμών (IPG) Medtronic Activa PC, αλλά για μικρά παιδιά συστήθηκε το Activa SC. Στον παρακάτω πίνακα βλέπουμε τα χειρουργικά εμφυτεύματα και τους στόχους

Patient	Lead	Target	Battery
ΑΣΘΕΝΗΣ 1	Medtronic 3387	GPi	Activa PC
ΑΣΘΕΝΗΣ 2	Medtronic 3387	GPi	Kinetra
ΑΣΘΕΝΗΣ 3	Medtronic 3387	STN, GPi	Activa PC
ΑΣΘΕΝΗΣ 4	Medtronic 3387	GPi	Activa SC
ΑΣΘΕΝΗΣ 5	Medtronic 3387	GPi	Activa PC
ΑΣΘΕΝΗΣ 6	Medtronic 3387	GPi	Activa SC
ΑΣΘΕΝΗΣ 7	Medtronic 3387	GPi	Activa SC
ΑΣΘΕΝΗΣ 8	Medtronic 3387	GPi	Activa Rechargeable
ΑΣΘΕΝΗΣ 9	Medtronic 3387	GPi	Activa PC

Εκτός από αυτό το χειρουργικό πρωτόκολλο, δεδομένου του υψηλού ποσοστού λοιμώξεων σε παιδιατρικούς ασθενείς που υποβάλλονται σε χειρουργική επέμβαση DBS, θεσπίσαμε επίσης ένα αυστηρό πρωτόκολλο αντιβιοτικών. Η βανκομυκίνη και η κεφταζιδίμη χορηγήθηκαν προεγχειρητικά και η ενδοφλέβια θεραπεία με αυτά τα 2 φάρμακα συνεχίστηκε για 72 ώρες. Οι ασθενείς παρέμειναν στο νοσοκομείο για 3 ημέρες κατά την ολοκλήρωση αυτής της θεραπείας. Επιπλέον, οι ασθενείς έλαβαν θεραπεία με στοματική χορήγηση δικλοξακιλλίνης για 2 εβδομάδες από την στιγμή που πήραν το εξιτήριο. Η γεννήτρια παλμών εμφυτεύτηκε μετά την ολοκλήρωση αυτού του σχήματος.

#### Αποτελέσματα της μελέτης:

Η μέση ηλικία στην εμφύτευση μονάδας DBS ήταν 15,1 έτη (εύρος 6-20 ετών). Ο μέσος χρόνος παρακολούθησης για την αξιολόγηση του BADS από την εμφύτευση μπαταρίας ήταν 3,8 μήνες (διάμεσος 3 μήνες). Ο μέσος χρόνος παρακολούθησης για την υποκειμενική αξιολόγηση του οφέλους ήταν 10,6 μήνες (διάμεσος 9,5 μήνες). Οι μέσες βαθμολογίες BADS βελτιώθηκαν κατά 9% από 26,5 σε 24 ( $p = 0,04$ ) και οι μέσες βαθμολογίες BFMDRS βελτιώθηκαν κατά 9,3% ( $p = 0,055$ ). Αξιοσημείωτο, ακόμη και

σε ασθενείς με ελάχιστη λειτουργική βελτίωση, φάνηκε να μειώνονται οι συσπάσεις και οι σπασμοί που οδηγούσαν σε βελτιωμένη άνεση. Δεν υπήρχαν επιπλοκές όπως λοιμώξεις ή αιμάτωμα σε αυτή τη σειρά περιπτώσεων. Στην υποκειμενική αξιολόγηση παροχών, 3 οικογένειες ασθενών ανέφεραν «καλό» όφελος, 4 ανέφεραν «ελάχιστο» όφελος και 1 δεν ανέφεραν όφελος.

Patient	Age	Sex	Etiology
ΑΣΘΕΝΗΣ 1	20	M	ABI
ΑΣΘΕΝΗΣ 2	16	M	εγκεφαλική παράλυση
ΑΣΘΕΝΗΣ 3	20	M	εγκεφαλική παράλυση
ΑΣΘΕΝΗΣ 4	10	M	Kernicterus
ΑΣΘΕΝΗΣ 5	20	F	εγκεφαλική παράλυση
ΑΣΘΕΝΗΣ 6	20	M	εγκεφαλική παράλυση
ΑΣΘΕΝΗΣ 7	19	F	εγκεφαλική παράλυση
ΑΣΘΕΝΗΣ 8	6	M	εγκεφαλική παράλυση
ΑΣΘΕΝΗΣ 9	16	F	Kernicterus

Kernicterus είναι μια σπάνια αλλά σοβαρή επιπλοκή του μη θεραπευμένου ίκτερου στα μωρά. Προκαλείται από την υπερβολική χολερυθρίνη που βλάπτει τον εγκέφαλο ή το κεντρικό νευρικό σύστημα. Η χολερυθρίνη μπορεί να βλάψει τον εγκέφαλο και τον νωτιαίο μυελό, κάτι που μπορεί να είναι απειλητικό για τη ζωή του παιδιού. Η εγκεφαλική βλάβη που προκαλείται από υψηλά επίπεδα χολερυθρίνης ονομάζεται επίσης εγκεφαλοπάθεια χολερυθρίνης.

ABI=Anoxicbraininjury

Η ανοξική εγκεφαλική βλάβη είναι ένας τύπος εγκεφαλικής βλάβης που συνήθως δεν προκαλείται από ένα χτύπημα στο κεφάλι αλλά αντίθετα, η ανοξική εγκεφαλική βλάβη

συμβαίνει όταν ο εγκέφαλος στερείται οξυγόνου. Μπορεί ο εγκέφαλος να έμεινε χωρίς οξυγόνο για πολύ καιρό, τα νευρικά κύτταρα αρχίζουν να πεθαίνουν μέσω μιας διαδικασίας που ονομάζεται απόπτωση. Και παρόλο που ο κυτταρικός θάνατος είναι ένα φυσιολογικό μέρος της ανθρώπινης εμπειρίας, όταν ένας μεγάλος αριθμός εγκεφαλικών κυττάρων πεθαίνει ταυτόχρονα, οι ασθενείς μπορεί να μείνουν με μειωμένη εγκεφαλική λειτουργία. Εάν συνεχιστεί η στέρηση οξυγόνου, οι ανοξικές εγκεφαλικές βλάβες μπορεί ακόμη και να αποβούν μοιραίες.

#### Συμπεράσματα της μελέτης:

Αυτά τα πρώτα αποτελέσματα της διέγερσης GPi σε μια σειρά 9 ασθενών υποδηλώνουν ότι το DBS είναι χρήσιμο στη θεραπεία της δευτερογενούς γενικευμένης δυστονίας σε παιδιά και νέους ενήλικες. Αντικειμενικές βελτιώσεις στις βαθμολογίες BADS και BFMDRS καταδεικνύονται σε μερικούς ασθενείς με γενικευμένη δευτερογενή δυστονία αλλά όχι σε άλλους. Απαιτούνται μεγαλύτερες μελέτες παρακολούθησης του DBS για δευτερογενή δυστονία, που να εστιάζουν στην ηλικία του ασθενούς, το ιστορικό, και τα πρότυπα της δυστονίας, για να μάθουν ποιοι ασθενείς θα ανταποκριθούν καλύτερα στο DBS.

## ΕΝΟΤΗΤΑ 3

### 3.1 ΡΙΣΚΑ ΚΑΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΕΜΦΥΤΕΜΑΤΩΝ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ

Κάθε επιστημονική εξέλιξη, ιδιαίτερα όταν συνδυάζεται με επεμβατικές μεθόδους θεραπείας, παρουσιάζει μειονεκτήματα. Ωστόσο, επειδή η πρόοδος και η εξέλιξη δεν πρέπει να εμποδιστούν, οι ερευνητές και οι μελετητές θα πρέπει να διέπονται από την υποχρέωση της κοινοποίησης των ευρημάτων τους τόσο στην επιστημονική ιατρική κοινότητα όσο και στο σύνολο της κοινής γνώμης. Είναι πολύ σημαντική η στήριξη από πλευράς πολιτών των δημιουργικών και των επιθυμητών κατευθύνσεων των ερευνών που αφορούν στον ανθρώπινο εγκέφαλο, αλλά και ο έλεγχος από την πλευρά των πολιτών των εφαρμογών στις οποίες προβαίνει με σταθερά και εξελικτικά βήματα η επιστημονική κοινότητα. Οι πολίτες δεν θα πρέπει να περιορίζονται απλά στο στάδιο της ενημέρωσης, καθώς έχουν να κερδίσουν πολλά από τέτοιου είδους διαδικασίες, οι οποίες επί το πλείστον έχουν ως απώτερο σκοπό τους να βελτιώσουν την ποιότητα της ζωής του κοινωνικού συνόλου μέσω δραστικών και αποτελεσματικών παρεμβάσεων για την υγεία των ασθενών. Ο εγκέφαλος εξελίσσεται ως βασικό εργαλείο της προσαρμογής, ωστόσο, τις τελευταίες δεκαετίες καλούμαστε να προσαρμοστούμε σε ιδιαίτερες συνθήκες οι οποίες ξεπερνούν και διαφοροποιούνται από τις συνθήκες εκείνες τις οποίες ο εγκέφαλος μέχρι σήμερα είχε μάθει να αντιμετωπίζει. Η δημιουργία νέων νευρικών συνάψεων προηγείται της επιτυχημένης προσαρμογής του εγκεφάλου, συνεπώς η τελευταία καθίσταται εξαιρετικά αργή. Επίσης, πολύ συχνά εκφράζεται μια ανησυχία, η οποία σχετίζεται με την ύπαρξη και την εμφάνιση ενός λάθους που θα είναι μη αναστρέψιμο και θα ακολουθεί από δω και στο εξής το ανθρώπινο είδος με συνέπεια ο άνθρωπος να οδηγηθεί σε οικολογικές, αλλά και σε κοινωνικού είδους κρίσεις, φτάνοντας ακόμα και στο σημείο να καταστρέψει ολόκληρο τον πλανήτη. Ωστόσο, όπως έχει διαπιστωθεί από μελέτες και σύγχρονες έρευνες πάνω στο όργανο του εγκεφάλου, η φύση του ανθρώπινου είδους χαρακτηρίζεται από μια δυναμική και πολύπλοκη διάδραση μεταξύ των γενετικών και εξελικτικών, αλλά και των περιβαλλοντικών καθοριζόμενων δυνατοτήτων και ικανοτήτων μας, που δεν είναι δυνατόν όλοι αυτοί οι παράγοντες να οδηγήσουν σε ένα πεπρωμένο σκοτεινό με αρνητικές μόνο συνέπειες για την εξέλιξη της ανθρώπινης φύσης. Μάλιστα, δεν πρέπει

να παραβλέψουμε το γεγονός πως η ανθρώπινη επινοητικότητα συνιστά ουσιαστικά την μοναδική ελπίδα που μπορεί να μας οδηγήσει μακριά από τα αδιέξοδα που κάνουν την εμφάνιση τους ήδη από τις απαρχές της ανθρώπινης ύπαρξης.

Τώρα, πιο συγκεκριμένα, οι κίνδυνοι σοβαρών ή ακόμα και μόνιμων επιπλοκών στον ανθρώπινο οργανισμό μετά την εφαρμογή εμφυτευμάτων στον εγκέφαλο του ανθρώπου είναι εξαιρετικά χαμηλοί και μικροί. Ο κίνδυνος μάλιστα για πρόκληση θανάτου μετά την εμφύτευση υπολογίζεται σε ένα μικρότερο ποσοστό του ενός τοις εκατό. Υφίσταται ένας πολύ μικρός κίνδυνος εμφάνισης εγκεφαλικής αιμορραγίας και εγκεφαλικού επεισοδίου, ο οποίο αγγίζει ένα ποσοστό του 2%. Ενώ οι περισσότερες από τις επιπλοκές που ενδεχομένως θα προκύψουν, δεν θα δημιουργήσουν μακροπρόθεσμες επιπτώσεις στον άνθρωπο, κάποιες από αυτές τις επιπλοκές θα χαρακτηρίζονται από κάποια μόνιμα συμπτώματα, όπως είναι τα εγκεφαλικά επεισόδια, το μούδιασμα, η αδυναμία, η όχι καλή ομιλία και η θολή όραση. Τα άτομα τα οποία κατά τη διάρκεια της ζωής τους είχαν κάποιο ιστορικό με αιμορραγικά προβλήματα, θα είναι εκείνα τα οποία θα εμφανίζουν υψηλότερο κίνδυνο για πρόκληση των εγκεφαλικών επεισοδίων κατά τη διαδικασία εμφυτευμάτων στον εγκέφαλό τους. Μια σπάνια, αλλά όχι και τόσο απίθανη επιπλοκή των DBS συνιστά η υδροκεφαλία, η οποία δημιουργείται από συσσώρευση υγρού στο όργανο του εγκεφάλου, που έχει συνήθως ως αποτέλεσμα τη δημιουργία αυξημένης πίεσης στον ασθενή που υποβάλλεται στην επέμβαση. Εάν αναπτυχθεί η συγκεκριμένη συνθήκη, ο νευροχειρουργός ενδέχεται να χρειαστεί να προβεί στην τοποθέτηση μιας παράκαμψης, έτσι ώστε να ανακατευθύνει το υγρό και να πέσει η πίεση του ασθενούς.

Κάποιες προσωρινές επιπλοκές οι οποίες θεωρούνται αναστρέψιμες και ενδεχομένως να προκύψουν από την ηλεκτρική διέγερση που προκαλούν τα εμφυτεύματα είναι οι ακόλουθες: Αλλαγές στη διάθεση, τη σκέψη και τη μνήμη, σύγχυση, κατάθλιψη, άγχος, ψευδαισθήσεις, ή ακόμα και έντονες εναλλαγές στη διάθεση με κύριο χαρακτηριστικό τον πολύ έντονο ενθουσιασμό σε διάφορες καταστάσεις. Τα συμπτώματα αυτά, τα οποία ουσιαστικά είναι ψυχιατρικού είδους, ενδέχεται κατά πάσα πιθανότητα να μειωθούν εντός των πρώτων ημερών και εβδομάδων που ακολουθούν της επέμβασης. Ωστόσο, στην περίπτωση κατά την οποία τα συμπτώματα αυτά επιμείνουν, μπορούν να διορθωθούν και να βελτιωθούν μέσω της φαρμακευτικής αγωγής ή ακόμα και της καταλληλότερης προσαρμογής της ηλεκτρικής διέγερσης στον εγκέφαλο. Άτομα με πλείστα ψυχιατρικά και γνωστικά προβλήματα, όπως είναι η σοβαρού τύπου

κατάθλιψη και η άνοια, πολλές φορές δεν πληρούν τα απαραίτητα κριτήρια ούτως ώστε να προβούν σε τέτοιου είδους επεμβάσεις με εμφυτεύματα. Μάλιστα, κάποια ασθενείς με τέτοια σοβαρά συμπτώματα που υποβλήθησαν σε αυτές τις επεμβάσεις, εμφάνισαν αυτοκτονικές στάσεις και διέπραξαν ακόμα και αυτοκτονίες.<sup>33</sup>

Στις μέρες μας όλες οι συσκευές εγκεφαλικών ηλεκτροδίων παλμοδοτούν με συστηματικό και τακτικό τρόπο, ακριβώς όπως και ένα ρολόι. Τα ηλεκτρόδια δεν τοποθετούνται απλά σε ένα σωστό σημείο, αλλά πολύ περισσότερο έχουν τη δυνατότητα να στοχεύουν και να διεγείρουν τα σωστά κύτταρα, γεγονός το οποίο παρέχει τη δυνατότητα στον ιατρό να αποφύγει όλες τις ενδεχόμενες παρενέργειες και να ενισχύσει ακόμα περισσότερο τα πιθανά οφέλη για τον κάθε άνθρωπο. Στο προσεχές μέλλον ενδέχεται να είμαστε σε θέση να αντιμετωπίζουμε συγκεκριμένου τύπου και είδους συμπτώματα, σε πραγματικό χρόνο και με ακόμα πιο έξυπνες και αποτελεσματικές συσκευές διέγερσης του εγκεφάλου, έτσι ώστε να καταπολεμηθεί η νόσος του Πάρκινσον όσο εξελιγμένη και δύσκολη και αν είναι.

### **3.2 ΗΘΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΩΝ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΩΝ**

Όταν κάνουμε λόγο για Βιοηθική, αναφερόμαστε παράλληλα στα νομικά και κοινωνικά ζητήματα τα οποία αυτή περικλείει. Ωστόσο, θα πρέπει να σημειωθεί πως ο τομέας αυτός έχει αρκετές ασάφειες που σχετίζονται με τα ιατρικά θέματα και τις τεχνολογικές εξελίξεις επάνω σε αυτόν τον τομέα. Η Βιοτεχνολογία διαδραματίζει έναν ρόλο υψίστης σημασίας σχετικά με τα ηθικά πρότυπα τα οποία διαμορφώνονται για αυτό και θα πρέπει να λαμβάνει σοβαρά υπόψη της όλες τις πιθανές συνέπειες που προκύπτουν μέσα από τη συστηματική εφαρμογή της. Τα εγκεφαλικά εμφυτεύματα είναι σημαντικό να εντάσσονται στις νομικές διατάξεις και σε ό,τι αυτές προβλέπουν, δίχως να αποκλίνουν, διότι μόνο τότε η αξιοποίηση των τεχνολογιών αυτών θα μπορούσε να θεωρηθεί υπεύθυνη και να υπόκειται σε όλες εκείνες τις νομικές ευθύνες που αναφέρονται σχετικά με τη χρήση των συγκεκριμένων βιοτεχνικών διαδικασιών. Είναι υψίστης σημασίας, δηλαδή, να ακολουθούνται συγκεκριμένες κατευθυντήριες

---

<sup>33</sup>Okun, M. S., & Zeilman, P. R. (2014). Parkinson's Disease: Deep Brain Stimulation a Practical Guide for Patients and Families. National Parkinson Foundation, Incorporated. pp.20

γραμμές.<sup>34</sup> Οι κανονιστικές δεοντολογικές αρχές που διέπουν τα συγκεκριμένα ζητήματα είναι και εκείνες οι οποίες ουσιαστικά συνθέτουν τις ευθύνες των επαγγελματιών.

Στο σημείο αυτό είναι σημαντικό να αναφέρουμε πως όταν κάποιες κλινικές δοκιμές κάποιου φαρμακευτικού προϊόντος αποτυγχάνουν, οι συμμετέχοντες σταματούν άμεσα να λαμβάνουν το συγκεκριμένο φάρμακο και αποχωρούν. Ωστόσο, όσον αφορά ανθρώπους οι οποίοι συμμετείχαν σε πιο πρώιμες κλινικές μελέτες για τα ψυχιατρικά ζητήματα που αντιμετωπίζουν και αυτές απέτυχαν, δυστυχώς για αυτούς δεν είναι τόσο εύκολο να προχωρήσουν και να εξελιχθούν. Ως παράδειγμα, μπορούμε να αναφέρουμε τη νευρολόγο Mayberg, από το Πανεπιστήμιο της Ατλάντα, η οποία εμφύτευσε μεταλλικού τύπου ηλεκτρόδια βαθιά μέσα στον εγκέφαλο κάποιων ανθρώπων σε μια περιοχή η οποία έχει την ονομασία «25». Αυτή η επέμβαση αρχικά προοριζόταν να πραγματοποιηθεί σε διακόσια άτομα, ωστόσο η μελέτη απέτυχε να δείξει σημαντικά θετικά αποτελέσματα στους ασθενείς, και για αυτό σταμάτησε η εφαρμογή της στα πρώτα ενενήντα άτομα. Παρόλη τη αποτυχία των εμφυτευμάτων, οι σαράντα τέσσερις από τους ενενήντα ασθενείς θέλησαν με δική τους πρωτοβουλία να διατηρήσουν τα εμφυτεύματά τους αυτά, αλλά και τις επεμβατικές εκείνες συσκευές οι οποίες απαιτούν συνεχή ιατρική παρακολούθηση. Η συγκεκριμένη επιλογή αυτών των ασθενών έφερε στο προσκήνιο κάποια ηθικά διλήμματα, τα οποία σχετίζονταν κατά κύριο λόγο με το ποιος ακριβώς πρέπει να είναι ο υπεύθυνος εκείνος που θα επιβλέπει αυτή τη μακροχρόνια περίθαλψη. Οι προκλήσεις αυτές είναι πιθανόν να καταστούν ακόμα πιο συχνές λόγω κυρίως του πολλαπλασιασμού των εφαρμογών των εμφυτευμάτων σε καταστάσεις ιδεοψυχαναγκαστικής διαταραχής και τραυματικών εγκεφαλικών βλαβών. Με βάση αυτά τα στοιχεία, είναι υψίστης σημασίας να υιοθετηθούν νέες και κοινά αποδεκτές από την επιστημονική κοινότητα κατευθυντήριες οδηγίες αναφορικά με τις συγκεκριμένες μελέτες.<sup>35</sup>

---

<sup>34</sup>Monzon, J. E. (1999). Teaching ethical issues in biomedical engineering. *International Journal of Engineering Education*, 15(4), pp. 276

<sup>35</sup>Underwood, E. (2017). Brain implant trials spur ethical discussions.

### **3.2.1 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ**

Οι παρασκευαστές των φαρμάκων πολύ συχνά είναι σημαντικό να προβαίνουν στην αξιολόγηση των φαρμακευτικών σκευασμάτων, προκειμένου να έχουν την έγκριση ώστε να συνεχίσουν την παροχή κάποιων πειραματικού τύπου φαρμάκων στους ασθενείς εκείνους οι οποίοι συμμετέχουν σε κλινικές δοκιμές, ακόμα και στις περιπτώσεις εκείνες που η εταιρεία επιμένει να σταματήσει η χορήγηση των φαρμάκων αυτών. Αλλά οι συσκευές εκείνες, όπως είναι τα εμφυτεύματα του εγκεφάλου, παρουσιάζουν ένα πολύ πιο σύνθετο πρόβλημα. Αναφορικά με το προαναφερθέν παράδειγμα, η εμφύτευση των ηλεκτροδίων στον εγκέφαλο σταμάτησε όταν, το 2012, οι άνθρωποι στους οποίους είτε είχε απενεργοποιηθεί η εμφυτευμένη συσκευή στον εγκέφαλό τους είτε λάμβαναν ενεργό διέγερση της συσκευής αυτής, δυστυχώς δεν παρουσίασαν καμία ουσιαστική διαφορά μεταξύ τους. Αυτό, φυσικά, αποτέλεσε και ο τέλος της συγκεκριμένης διαδικασίας για το BROADEN. Υπήρξαν, ωστόσο, κάποιες ενέργειες μέσω των οποίων αφαιρέθηκαν δύο από τα ηλεκτρόδια που εμφυτεύτηκαν στον εγκέφαλο και έπειτα, τα ηλεκτρόδια αυτά, συνδέθηκαν σε μια μπαταρία η οποία εμφυτεύτηκε κάτω ακριβώς από το σημείο της κλείδας. Με βάση αυτό το γεγονός κάποιιοι ασθενείς διαπίστωσαν πως η συγκεκριμένου τύπου διέγερση τους βοήθησε, ενώ πάνω από τριάντα από αυτούς τους ασθενείς επεσήμαναν πως ανταποκρίθηκαν αποτελεσματικά στη θεραπεία. Με τη συμβολή της συγκεκριμένης θεραπευτικής παρέμβασης διαπιστώθηκε μια βελτίωση σε ένα ποσοστό περίπου 40% των ψυχιατρικών ασθενειών της κατάθλιψης, και μάλιστα, σε κάποιες των περιπτώσεων, παρατηρήθηκε σημαντική ύφεση των περιστατικών καταθλιπτικών επεισοδίων. Οι συμμετέχοντες στη συγκεκριμένη κλινική μελέτη, είχαν συμφωνήσει εκ των προτέρων να αναλαμβάνουν οι ίδιοι την οικονομική κάλυψη της συντήρησης της συσκευής, στην περίπτωση εκείνη κατά την οποία επιλέξουν να προβούν στην περαιτέρω κράτησή της, ωστόσο το ζήτημα του κόστους είναι πολύ σημαντικό και έρχεται συνεχώς στο προσκήνιο, όπως υποστηρίζει η Mayberg.<sup>36</sup> Η ίδια υποστηρίζει πως θεωρεί ηθική ευθύνη της να παρέχει στους ασθενείς κυρίως με το να πείσει τις ασφαλιστικές εταιρείες να καλύψουν ένα σημαντικό ποσοστό του κόστους που σχετίζεται με τη θεραπεία της κατάθλιψης, καθώς αυτή η διαδικασία, τουλάχιστον προς το παρόν, δεν έχει εγκριθεί από τον Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων των Ηνωμένων Πολιτειών

---

<sup>36</sup>Underwood, E. (2017). Brain implant trials spur ethical discussions.



της Αμερικής. Είναι πολύ σημαντική έστω μια μικρή κάλυψη του κόστους των συγκεκριμένων επεμβάσεων στον εγκέφαλο, ειδικά από τη στιγμή που η κάθε μια από αυτές τις παρεμβάσεις στον ανθρώπινο οργανισμό κοστίζει από είκοσι έως και πενήντα χιλιάδες δολάρια. Είναι προφανές πως τα οικονομικά αυτά ζητήματα δεν έχουν αντιμετωπιστεί ως προς την ουσία και τη ρίζα τους, παρόλο που κάποιοι χρηματοδότες από την Αμερική, όπως είναι η Υπηρεσία των Προηγμένων Ερευνητικών Προγραμμάτων της Άμυνας, έχουν προβεί σε κάποιου είδους οικονομικές ενισχύσεις αναφορικά με τις δοκιμές που σχετίζονται με τα εμφυτεύματα εγκεφάλου. Είναι σημαντικό να διαμορφωθούν μακροπρόθεσμα σχέδια οικονομικής υποστήριξης ασθενών που τους γίνεται ενσωμάτωση επεμβατικών συσκευών.

### **3.2.2 ΗΘΙΚΕΣ ΠΡΟΕΚΤΑΣΕΙΣ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΩΝ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΩΝ**

Μία πρακτική είναι η αφαίρεση των εμφυτευμάτων μετά από ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, ωστόσο δεν είναι κάτι για το οποίο πρέπει να εφαρμόζεται μετά από τη συγκατάθεση των ασθενών, καθώς πρόκειται για μια όχι και τόσο ηθική ενέργεια το να αναγκάζουμε κάποιον να υποβάλλεται σε χειρουργία απλά και μόνο για την απόδοση οικονομικού οφέλους (προκειμένου να χρησιμοποιηθούν από άλλους ασθενείς). Ανεξάρτητα, όμως από την οικονομική πτυχή του συγκεκριμένου ζητήματος, υπάρχει και εκείνη η πτυχή που αφορά στην συγκατάθεση των ασθενών και το κατά πόσο αυτή γίνεται ενσυνείδητα, ειδικά σε περιπτώσεις που οι ασθενείς πάσχουν από κατάθλιψη ή εξαιτίας άλλων εγκεφαλικών διαταραχών χαρακτηρίζονται από χαμηλή συνείδηση. Δεν ξέρουμε, δηλαδή, κατά πόσο δύνανται να δώσουν συνειδητή συγκατάθεση για επεμβάσεις σχετικά με τα εμφυτεύματα εγκεφάλου στον οργανισμό τους, ακόμα και μετά από λεπτομερή ενημέρωση σχετικά με αυτές τις επεμβάσεις. Οι ερευνητές, επιπλέον, επιδιώκουν να ενημερώσουν όσο το δυνατόν πιο ορθά και αποτελεσματικά τους πιθανούς συμμετέχοντες σε αυτές τις δοκιμές αναφορικά με τον μεγάλο, και σε πολλές περιπτώσεις, άγνωστο βαθμό των μακροπρόθεσμων συνεπειών και επιπτώσεων στις διαδικασίες διέγερσης του εγκεφάλου.

Είναι σημαντικό να επισημανθεί πως στη Γαλλία οι ασθενείς έχουν πια τη δυνατότητα να συμβουλευόμαστε, και μάλιστα με συστηματικό τρόπο, έναν ψυχίατρο, προκειμένου

να αποφασίσουν αν τελικά θα υποβληθούν στις συγκεκριμένες επεμβάσεις που σχετίζονται με την εφαρμογή εμφυτευμάτων. Συχνά υπάρχει και ένας ψυχολόγος στο προσωπικό της υγειονομικής ομάδας που σχετίζεται με την περίθαλψη, ο οποίος παρακολουθεί και έπειτα αξιολογεί τους ασθενείς οι οποίοι ενδέχεται να προχωρήσουν στην επέμβαση. Μερικές φορές, μάλιστα ο ασθενής επιτρέπεται να έρθει σε άμεση επαφή και με άλλους ιατρούς που έχουν εξειδικευτεί σε ζητήματα που ενδιαφέρουν και επηρεάζουν τον ίδιο, όπως για παράδειγμα η διατροφή ή και οποιοδήποτε άλλο πεδίο το οποίο ο ασθενής αισθάνεται χρήσιμο για την αντιμετώπιση του προβλήματος που καλείται να αντιμετωπίσει. Δεν πρέπει να παραλειφθεί πως ορισμένες ιατρικές ομάδες παρέχουν συμβουλευτική καθοδήγηση, έτσι ώστε να βρεθούν λύσεις σε προσωπικά προβλήματα του ασθενούς τα οποία είναι πολύ πιθανόν να δυσχεραίνουν ακόμα περισσότερο την ποιότητα της ζωής του.

Οι επεμβάσεις τον εγκέφαλο αντιμετωπίζονται ακόμη και σήμερα με σκεπτικισμό, ίσως δικαιολογημένα, ιδίως αν ληφθεί υπόψη πως από το χρονικό διάστημα από το 1930 μέχρι και το 1950, οι περισσότεροι ασθενείς με ψυχικές διαταραχές υποβάλλονταν σε λοβοτομή. Πρόκειται για μια διατομή χειρουργικού είδους η οποία αφορά τους νευρικούς ιστούς που συνδέουν τον προμετωπιαίο λοβό του οργάνου του εγκεφάλου με τις περιοχές εκείνες που είναι υποφλοιώδεις. Ως αποτέλεσμα της λοβοτομής, δεν προέκυπτε κάποια ουσιαστική βελτίωση της ποιότητας της ζωής των ασθενών αυτών, αλλά αντιθέτως οι περισσότεροι από αυτούς γίνονταν εντελώς απαθείς μετά το πέρας της συγκεκριμένης χειρουργικής επέμβασης. Πλέον, τέτοιου είδους χειρουργικές διαδικασίες ανήκουν στο παρελθόν και μάλιστα, έχει υιοθετηθεί η άποψη πως σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να αντιμετωπίζονται και να περιορίζεται σημαντικά η λειτουργικότητα των ασθενών αυτών, προκειμένου να μπορεί το οικείο τους περιβάλλον να τους μεταχειριστεί με περισσότερη ευκολία. Όπως αναφέρθηκε και σε άλλα σημεία της παρούσας εργασίας, η βαθιά εγκεφαλική διέγερση η οποία βασίζεται στα εγκεφαλικά εμφυτεύματα, διαφέρει από τη διαδικασία της λοβοτομής σε πλείστα σημεία. Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για μια επεμβατική διαδικασία υψηλής ακρίβειας η οποία σε καμία περίπτωση δεν καταστρέφει τους εγκεφαλικούς ιστούς όπως έκανε η λοβοτομή. Επιπροσθέτως, πρόκειται, όπως ήδη κατέστη σαφές, για μια αναστρέψιμη διαδικασία στην οποία κατά κανόνα τα ηλεκτρόδια δύνανται να αφαιρεθούν από τον εγκέφαλο του εκάστοτε ανθρώπου στον οποίο αυτά είχαν εμφυτευθεί. Τέλος, σε αντίθεση με τη λοβοτομή, ο ασθενής στις επεμβάσεις που σχετίζονται με τα

εμφυτεύματα εγκεφάλου, έχει τη δυνατότητα να προβεί στην επιλογή εμφύτευσής τους και αυτή η επιλογή από μόνη της συνιστά μία πολύ μεγάλη εξέλιξη της ιατρικής επιστήμης, συγκριτικά με τον τρόπο αντιμετώπισης των ανθρώπων οι οποίοι στο παρελθόν εμφάνισαν κάποιες ψυχικές ανισορροπίες και αστάθειες.

### **3.2.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΩΝ ΜΕΛΕΤΩΝ ΓΙΑ ΤΑ ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΑ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΑ**

Με δεδομένο πως τα εμφυτεύματα του εγκεφάλου παραμένουν μια μη τυποποιημένη θεραπευτική μέθοδος, οι εφαρμογές της παραμένουν σε πειραματικό στάδιο και φέρνουν στο προσκήνιο την προστασία του ευάλωτου πληθυσμού μέσω του σεβασμού των θεμελιωδών ηθικών αρχών, οι οποίες σχετίζονται με την μη παράβαση του καθήκοντος από την πλευρά των ειδικών ιατρών, την ικανότητα των ερευνητών και τον σεβασμό στην αυτονομία και τη δικαιοσύνη που πρέπει να χαρακτηρίζει τη ζωή των ασθενών. Οι ασθενείς που δεν θα έπρεπε να έχουν επιλεγεί και όμως επιλέχθηκαν να υποβληθούν σε αυτού του είδους τις επεμβάσεις, ενδέχεται να αντιμετωπίσουν κάποιους πολύ σοβαρούς κινδύνους, ιδίως όταν αυτές οι διαδικασίες πραγματοποιούνται από κάποιους μη ειδικευμένους ερευνητές, οι οποίοι χρησιμοποιούν πρωτόκολλα με ελάχιστη συστηματική παρακολούθηση και χωρίς κακή μεθοδολογική προσέγγιση. Υψίστης σημασίας επομένως, είναι τα πρωτόκολλα σύμφωνα με τα οποία επιλέγονται τα άτομα για αυτού του είδους τις κλινικές δοκιμές, διότι είναι ο μοναδικός τρόπος να οδηγηθούν όλοι στη μέγιστη δυνατή επιθυμητή έκβαση. Όλα τα προαναφερθέντα είναι πολύ σημαντικά, καθώς οι ασθενείς που ενδιαφέρονται για νευρικά εμφυτεύματα έχουν συνήθως σοβαρές ασθένειες και ταλανίζονται από πολλές συννοσηρότητες, όπως είναι οι διπολικές διαταραχές και οι διαταραχές της προσωπικότητά τους. Κρίνονται, επομένως, ύψιστης σημασίας οι διαβουλεύσεις με ψυχολόγους και επιστήμονες της βιοηθικής, ο διεξοδικός και σχολαστικός έλεγχος, η αριστεία και η απόλυτη επάρκεια στον τομέα της χειρουργικής, η χρήση τυποποιημένων κλιμάκων αξιολόγησης, καθώς επίσης και η πλήρης τεκμηρίωση των αποφάσεων και των αποτελεσμάτων από την πλευρά των ειδικών ιατρών. Θα μπορούσαμε να χαρακτηρίσουμε ως σημαντική την ανάδειξη μιας ανεξάρτητης επιτροπής, προκειμένου να αξιολογούνται επαρκώς κάθε φορά αυτές οι ενοποιητικές και ενίοτε ανταγωνιστικές μεταξύ τους αρχές. Είναι πολύ σημαντικό τα κριτήρια επιλογής των ασθενών να εποπτεύονται και από μια επιτροπή

επαναξιολόγησης, η οποία ουσιαστικά θα συνιστά ένα θεσμικό συμβούλιο. Είναι σημαντικό να συνεργάζονται όλοι οι αρμόδιοι φορείς με απώτερο στόχο την ανάπτυξη των απαραίτητων στρατηγικών που θα είναι ευνοϊκές τόσο για την συγκατάθεση όσο και για την προσέλκυση νέων ασθενών, τηρώντας, φυσικά, όλες εκείνες τις διαδικασίες που σχετίζονται με την ασφάλεια. Οι υποψήφιοι ασθενείς να πρέπει να διέπονται από τις ψυχικές και σωματικές ικανότητες που θα τους επιτρέπουν να συναινέσουν όσον αφορά στη συμμετοχή τους σε σχετικές έρευνες και να υποβάλλονται σε ενδελεχείς νευροψυχολογικές εξετάσεις, διότι με αυτό τον τρόπο ενδέχεται να έρθουν στην επιφάνεια κάποια γνωστικά ελλείμματα των ασθενών ή ακόμα και συννοσηρότητες ψυχιατρικού είδους, οι οποίες αναγκαστικά θα τους απέκλειαν από την εγγραφή τους σε τέτοιου τύπου επεμβατικές διαδικασίες που σχετίζονται με τα εμφυτεύματα στον εγκέφαλό τους.<sup>37</sup>

Κάποιες άλλες εκτιμήσεις επιλογής των ασθενών περιλαμβάνουν την οικογένεια του εκάστοτε ασθενή, την κοινωνική υποστήριξη και τις προσωπικές προσδοκίες του και θα πρέπει τόσο τα ίδια τα άτομα που συμμετέχουν στις δοκιμές όσο και οι οικογένειές τους να διέπονται από ρεαλιστικές προσδοκίες. Δεδομένου πως ένας από τους πιο βασικούς σκοπούς των συγκεκριμένων δοκιμών είναι να ελεγχθεί η αποτελεσματικότητά τους, οι ασθενείς είναι πολύ σημαντικό να έχουν κατά νου πως υπάρχει κάποια πιθανότητα αποτυχίας που μπορεί να μην έχουν προβλέψει. Εάν κάποιος ασθενής αναμένει μετά την επέμβαση να παρατηρήσει απόλυτη ύφεση της ασθένειάς του και αντ' αυτού καταστεί είτε μερικώς είτε εξολοκλήρου μη ανταποκρινόμενος σε αυτή τη θεραπεία που υποβλήθηκε, ενδέχεται οι συνέπειες της συγκεκριμένης κατάστασης να είναι εξαιρετικά επιβλαβείς τόσο για την ψυχική όσο και για την σωματική ευημερία του. Έτσι, λοιπόν, συνιστά επιτακτική ανάγκη να τονίζεται στους ασθενείς να απαντούν σε θεμελιώδη ερωτήματα σχετικά με τη διαδικασία και τη σκέψη τους για αυτή, καθώς επίσης και να απαντούν σε ζητήματα που σχετίζονται με το πώς οι ίδιοι προσδιορίζουν αυτού του είδους την επεμβατική διαδικασία και τί αναμένουν μετά το πέρας της. Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες<sup>21</sup> που έχουν γίνει έχει τεκμηριωθεί πως ακόμα και τα πιο ελεγμένα άτομα τα οποία υποβλήθησαν σε τέτοιου είδους ενέργειες, εν τέλει απογοητεύτηκαν από τα

---

<sup>37</sup>Grant, R. A., Halpern, C. H., Baltuch, G. H., O'Reardon, J. P., & Caplan, A. (2014). Ethical considerations in deep brain stimulation for psychiatric illness. *Journal of Clinical Neuroscience*, 21(1), pp. 5

αποτελέσματα της επέμβασης, διότι δεν παρατήρησαν υψηλά ποσοστά επιτυχίας, αλλά απλά μια σημαντική βελτίωση των συμπτωμάτων των ασθενειών τους. Η συνεχής και ουσιαστική κοινωνική υποστήριξη και η ψυχοθεραπεία είναι πολύ σημαντικές και για τους ασθενείς, αλλά και για τις οικογένειες αυτών, διότι ενδέχεται να καθίσταται απαραίτητο οι οικογένειες αυτές να αφιερώνουν σημαντικά ποσά ψυχικών αποθεμάτων και ενέργειας στην όλη διαδικασία, αλλά και σημαντικά οικονομικά ποσά τόσο στην προεγχειρητική όσο και στη μετεγχειρητική κατάσταση των συγγενών τους.

Επομένως, σε αυτές τις περιπτώσεις, ο πειραματικός χαρακτήρας των θεραπειών μέσω εμφυτευμάτων, δεν συγκρούεται με κανέναν τρόπο με την ίδια την αποστολή του νοσοκομείου να παρέχει την απαραίτητη κοινωνική βοήθεια στους ασθενείς που τη χρειάζονται. Κάποιες πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει πως τα βασικά κριτήρια επιτυχίας μιας έρευνας βασίζονται κατά κύριο λόγο σε εκτιμήσεις οι οποίες σχετίζονται πάνω από όλα με τη θεραπεία<sup>23</sup>. Υπάρχουν πλείστα στοιχεία ερευνών τα οποία έχουν αποδείξει πως η περιεγχειρητική περίοδος είναι καθοριστική τόσο για την αποτελεσματικότητα της θεραπείας όσο και για βελτίωση του ποσοστού αυτής της αποτελεσματικότητας της θεραπείας. Η επιλογή μάλιστα, μεταξύ εγρήγορσης ή καταστολής κατά τη διάρκεια της χειρουργικής διαδικασίας μπορεί να διερευνηθεί με βάση την εμπειρία του ασθενούς. Το επόμενο βήμα που είναι απαραίτητο να ακολουθηθεί, είναι οι ίδιοι οι ιατροί να προβούν στη διαδικασία επαναπροσδιορισμού των κριτηρίων που αφορούν στην απόδειξη της αποτελεσματικότητας βασιζόμενοι τόσο στην ικανοποίηση όσο και στην ανατροφοδότηση των ασθενών. Η παραπάνω διαδικασία, μας φανερώνει την ενεργό συμμετοχή που έχουν οι ίδιοι οι ασθενείς τόσο στη διαδικασία της έρευνας όσο και στη διαδικασία της θεραπείας τους. Προκειμένου τέτοιες επεμβατικές διαδικασίες στον εγκέφαλο να στεφθούν από επιτυχία, είναι πολύ σημαντικό το ιατρικό προσωπικό να προβεί στη δημιουργία αξιόπιστων στοιχείων, τα οποία εξαρτώνται από την κλινική ικανότητα των ίδιων αυτών ιατρών, αλλά και των ερευνητών να μετρήσουν και να λάβουν υπόψιν τις κλινικές βελτιώσεις που οι ίδιοι οι ασθενείς θεωρούν άκρως σημαντικές για τον εαυτό τους.<sup>38</sup>

---

<sup>38</sup>Desmoulin-Canselier, S. (2019). Patient's lived experience with DBS between medical research and care: some legal implications. *Medicine, Health Care and Philosophy*, 22(3), pp 380.

### 3.3 ΕΘΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΑ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ

Οι διαταραχές εκείνες οι οποίες σχετίζονται με την κατάσταση του εθισμού είναι οι πιο συχνές ψυχικές διαταραχές σε πλείστες ανεπτυγμένες χώρες. Αν και πολλές περιπτώσεις που σχετίζονται με τον εθισμό μπορούν να εξαλειφθούν σχεδόν στο έπακρον δίχως κάποια θεραπεία σε άτομα νεαρής ηλικίας, σε κάποιες άλλες περιπτώσεις ενδέχεται να καταστούν χρόνιες, ακόμα και υποτροπιάζουσες αυτές οι διαταραχές, ειδικά υπό την πίεση των ευθυνών, των υποχρεώσεων και της αδυναμίας αντιμετώπισης παθήσεων με παρόμοια συμπτώματα. Μέσω των φαρμακευτικών και των ψυχοκοινωνικών επεμβατικών θεραπειών, μπορεί να μειωθεί σε κάποιο βαθμό η σοβαρότητα των προβλημάτων που υφίστανται, ωστόσο οι θεραπείες αυτές έχουν αρκετές παρενέργειες, όπως για παράδειγμα η καταστολή, η ναυτία, οι διαταραχές ύπνου, οι γνωστικές δυσλειτουργίες και άλλες ανεπιθύμητες ενέργειες, που μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά την ποιότητα ζωής των ασθενών. Πολλές φορές, μάλιστα, οι εθισμοί στις ναρκωτικές ουσίες είναι τόσο ισχυροί, που είναι πιθανόν να οδηγήσουν το άτομο σε ακραίες και κοινωνικά μη αποδεκτές συμπεριφορές. Μπορεί, δηλαδή ο ανεπίλυτος εθισμός από τις ναρκωτικές ουσίες να καταστεί μια πολύ σημαντική αιτία πρόκλησης κοινωνικών δεινών.<sup>39</sup> Με βάση τις συγκεκριμένες καταστάσεις επιλέγονται, λοιπόν, κάποιες δοκιμές βαθιάς εγκεφαλικής διέγερσης οι οποίες στα έχουν ηθική και επιστημονική βάση, και οι οποίες για να εφαρμοστούν είναι σημαντικό να πληρούνται κάποια κριτήρια πολύ συγκεκριμένα, όπως είναι οι εξουθενωτικές μορφές εθισμού που διέπουν το άτομο, αλλά και ο υψηλός κίνδυνος νοσηρότητας και θανάτου που υπάρχει όταν αυτός ο εθισμός είναι ακραίος.

Πολλές φορές, επομένως, ανεξάρτητα από τις περιπτώσεις κατάθλιψης και ψυχιατρικών διαταραχών, τα εμφυτεύματα εγκεφάλου ενσωματώνονται στον ανθρώπινο οργανισμό, προκειμένου να υπάρξει μια πιθανή θεραπεία του εθισμού σε διάφορες εθιστικές ουσίες, όπως είναι τα ναρκωτικά. Οι επεμβάσεις που σχετίζονται με τα εμφυτεύματα θεωρούνται περισσότερο αναστρέψιμες συγκριτικά με τις αφαιρετικές νευροχειρουργικές εγχειρήσεις, αλλά αυτό το γεγονός δεν συνεπάγεται πως δεν ενέχουν και εκείνες σημαντικούς και πολύ σοβαρούς κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία. Μια ανασκόπηση τόσο των προκλινικών όσο και των κλινικών

---

<sup>39</sup>Hall, W., & Carter, A. (2011). Is deep brain stimulation a prospective "cure" for addiction? F1000 Medicine Reports, 3.

στοιχείων που έχουν προκύψει από τη χρήση των εμφυτευμάτων για τη θεραπεία των εθισμών στα ζώα, έχουν δείξει πως προκειμένου να είμαστε σίγουροι πως αυτές οι θεραπείες θα είναι αποτελεσματικές σε ανθρώπους με διάφορους εθισμούς, είναι σημαντικό πρώτα να διαπιστωθεί και να διασφαλιστεί τόσο η αποτελεσματικότητα όσο και η ασφάλεια των συγκεκριμένων μεθόδων στα ζώα μέσω ευρύτερων και περισσότερων ερευνών. Τα άτομα εκείνα τα οποία είναι σε μεγάλο βαθμό εθισμένα, πολλές φορές ζητούν με απεγνωσμένο τρόπο να υποβληθούν σε τέτοιου είδους θεραπευτικές παρεμβάσεις, ιδίως όταν η προσωπική τους προσπάθεια για αποχή αποτυγχάνει συνεχώς. Κάτι τέτοιο, βέβαια, μπορεί να τους οδηγήσει ακόμα και στη χρήση επικίνδυνων ιατρικών εφαρμογών, πριν αυτές δοκιμαστούν και εγκριθούν από την ιατρική κοινότητα.<sup>40</sup> Μάλιστα, οι ασθενείς οι οποίοι έχουν προβεί σε μακροχρόνια χρήση ναρκωτικών εθιστικών ουσιών ενδέχεται να έχουν προκαλέσει στον οργανισμό τους σοβαρά γνωστικά ελλείμματα με αποτέλεσμα να μην δύνανται να δώσουν τη συγκατάθεσή τους για την θεραπεία τους, ιδίως όταν βρίσκονται σε μια οξεία κατάσταση στέρησης ή ακόμα και σε κατάσταση μέθης.

Υπάρχουν περιπτώσεις κατά τις οποίες κάποια εθισμένα άτομα δεν είναι εύκολο να πεισθούν να συμμετάσχουν σε μια θεραπευτική διαδικασία, επομένως κάποιες ήπιες μορφές εξαναγκασμού και ενθάρρυνσης των κινήτρων για συμμετοχή όχι μόνο δεν είναι ανήθικες, αλλά σε τέτοιες καταστάσεις κρίνονται ως υψίστης σημασίας προκειμένου να σωθεί ο ασθενής. Πολλές φορές, μάλιστα, ζητείται από αυτά τα άτομα να δεχθούν τη θεραπεία έτσι ώστε να αποφύγουν την ποινή φυλάκισης για τη χρήση των ναρκωτικών ουσιών ή να χρησιμοποιήσουν τις διαδικασίες των συγκεκριμένων αυτών θεραπειών για να αποφυλακιστούν με αναστολή. Ωστόσο, αυτό που κατά κύριο λόγο επισημαίνεται στη μελέτη των Carteretal., είναι να μην υφίσταται η παροχή θεραπειών με εμφυτεύματα με τη μορφή νομικού εξαναγκασμού, αλλά, ιδίως στα πρώτα στάδια εφαρμογής της, να περιοριστεί στους ασθενείς εκείνους οι οποίοι δεν έχουν με νομικό τρόπο εξαναγκαστεί να εισέλθουν σε τέτοιου είδους θεραπευτικές μεθόδους.<sup>41</sup> Σε αρκετές χώρες του κόσμου τα άτομα που είναι εξαρτημένα, διαθέτουν πολύ μικρή δυνατότητα επιλογής όσον αφορά τις θεραπευτικές μεθόδους που θα τους εφαρμοστούν. Ως παράδειγμα μπορούμε να αναφέρουμε τις νευροχειρουργικές

---

<sup>40</sup>Carter, A., Bell, E., Racine, E., & Hall, W. (2011). Ethical issues raised by proposals to treat addiction using deep brain stimulation. *Neuroethics*, 4, 129-142.

θεραπείες που εφαρμόστηκαν τόσο στη Ρωσία όσο και στην Κίνα για τις οποίες και υπήρξαν σοβαρές αμφιβολίες σχετικά με το κατά πόσο οι ασθενείς είχαν δώσει τη συγκατάθεσή τους και έπειτα από εκτενή ενημέρωση πριν υποβληθούν στις εκάστοτε χειρουργικές επεμβάσεις. Σε αυτές τις δύο χώρες οι πολιτικές που εφαρμόζονται για την αντιμετώπιση της εξάρτησης που διέπει τα εθισμένα άτομα είναι ιδιαίτερες αυστηρές και περιλαμβάνουν ακόμα και φυλάκιση προκειμένου οι ασθενείς αυτοί να κατορθώσουν με τον συγκεκριμένο τρόπο να αποτοξινωθούν. Από την άλλη πλευρά στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής η Εθνική Επιτροπή για την Προστασία του Ανθρώπου, έχει τονίσει πως οποιεσδήποτε νευροχειρουργικές παρεμβάσεις θα πρέπει να εφαρμόζονται στα άτομα με απώτερο στόχο το όφελος των ατόμων αυτών και όχι το γενικευμένο όφελος της κοινωνίας και των θεσμικών ελέγχων. Επομένως, τα κίνητρα για την εφαρμογή των εμφυτευμάτων θα πρέπει να στρέφονται προς το καλό των ασθενών και όχι προς διάφορους θεσμικούς ή και κοινωνικούς στόχους και σκοπούς. Αναλυτικότερα, τα κίνητρα για την χρήση εμφυτευμάτων μπορεί να διαχωριστούν σε δύο βασικές κατηγορίες: ιατρικά και μη ιατρικά.

Τα ιατρικά κίνητρα περιλαμβάνουν:

- Αποκατάσταση της αισθητηριακής ή κινητικής λειτουργίας (π.χ. κοχλιακά εμφυτεύματα, εν τω βάθει εγκεφαλική διέγερση)
- Αντιμετώπιση νευρολογικών διαταραχών (όπως η επιληψία και η κατάθλιψη)
- Παρακολούθηση της εγκεφαλικής δραστηριότητας για ιατρικούς σκοπούς (π.χ. ενδοκρανιακό ΗΕΓ)

Τα μη ιατρικά κίνητρα περιλαμβάνουν:

- Την ενίσχυση των γνωστικών ή σωματικών ικανοτήτων,
- Τη διευκόλυνση της αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή
- Τον έλεγχο των προσθετικών συσκευών αποτελούν ερευνητικούς σκοπούς

Η χαρακτηριζόμενη ως βαθιά εγκεφαλική διέγερση, η οποία επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης των εμφυτευμάτων στον εγκέφαλο, αναπτύχθηκε αρχικά με στόχο την αποτελεσματική αντιμετώπιση της νόσου του Πάρκινσον, ωστόσο έχει τη δυνατότητα να εφαρμοστεί και για την αντιμετώπιση της ιδεοψυχαναγκαστικής διαταραχής και της κατάθλιψης. Αναφορικά με την εφαρμογή εμφυτευμάτων για την αντιμετώπιση του



εθισμού, η οποία ξεκίνησε από τα 2000 και συνεχίζει να αποτελεί και σήμερα μία πιθανή θεραπευτική μέθοδο, έρχονται στο προσκήνιο πλείστα ηθικά διλήμματα και ζητήματα, τα οποία σχετίζονται κυρίως με την ασφάλεια και την αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων αυτών σε άτομα που αντιμετωπίζουν τέτοια προβλήματα. Το DBS, όπως έχει ήδη καταστεί σαφές, είναι μια επέμβαση η οποία περιλαμβάνει την εισαγωγή μικροηλεκτροδίων σε κάποιες συγκεκριμένες περιοχές του εγκεφάλου του ανθρώπου, έτσι ώστε να διαμορφωθεί μια δραστηριότητα νευρικού χαρακτήρα. Η βασική υπόθεση σε όλη αυτή τη διαδικασία είναι η επίλυση κάποιας ηλεκτρικής ανισορροπίας στο επίπεδο του βασικού γάγγλια. Οι θεραπείες τέτοιου είδους εφαρμόστηκαν για πρώτη φορά στη χώρα της Γαλλίας από ιατρούς που ειδικεύονταν στον τομέα της νευροχειρουργικής και από τότε αυτές οι θεραπείες άρχισαν να εφαρμόζονται στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, καθώς επίσης και στον Καναδά. Συνήθως γίνεται εισαγωγή των ηλεκτροδίων στους υποθαλαμικούς πυρήνες του εγκεφάλου οι οποίοι συνδέονται με μια ελεγχόμενη μπαταρία που έχει τον ρόλο του διεγέρτη του συγκεκριμένου οργάνου και κάποιες φορές τόσο ο ασθενής όσο και ο ιατρός έχουν τη δυνατότητα να προβούν στη χρήση αυτής της μπαταρίας, προκειμένου να ελέγξουν τα κινητικά συμπτώματα του ασθενή που συνδέονται με τη διαταραχή του.

Σύμφωνα με τους ειδικούς, ο κύκλος του εθισμού χαρακτηρίζεται από τρία βασικά στάδια, την κραιπάλη ή την χαρακτηριζόμενη ως κατάσταση μέθης, την απόσυρση η οποία συνήθως ακολουθείται από αρνητικά συναισθήματα και την ανησυχία της οποίας μέρος συνιστά και η ίδια η πρόβλεψη για το τί θα συμβεί στο μέλλον στο συγκεκριμένο άτομο, και η οποία πρόβλεψη χαρακτηρίζεται τόσο από παρορμητικότητα όσο και από ψυχαναγκαστικότητα.<sup>42</sup> Θεωρείται πως στο στάδιο της μέθης ο πυρήνας του εγκεφάλου διαδραματίζει κεντρικό ρόλο από κοινού με την κοιλιακή τμηματική περιοχή, ενώ το τμήμα της εκτεταμένης αμυγδαλής του εγκεφάλου θεωρείται ως κεντρικό στο στάδιο που σχετίζεται με την απόσυρση. Οι κύριες εγκεφαλικές δομές που μπλέκονται με το στάδιο της υποτροπής είναι εκείνες που περιλαμβάνουν τον μετωπιαίο φλοιό, τον υπόκαμπο, την αμυγδαλή, το ραβδωτό σώμα, αλλά και τη νησίδα. Οι δομές αυτές του εγκεφάλου έχουν άμεση σχέση και εμπλέκονται με τις χαρακτηριζόμενες ως υποκειμενικές εμπειρίες των ναρκωτικών ουσιών, ενώ ο διαταραγμένος ανασταλτικός άγχος σχετίζεται κατά κύριο λόγο με τον κατώτερο

---

<sup>42</sup>DiClemente, C. C., Schlundt, D., & Gemmell, L. (2004). Readiness and stages of change in addiction treatment. *American journal on addictions*, 13(2), 103-119.

μετωπιαίο έλικα και τον ραχιαίο προμετωπιαίο φλοιό. Όλες οι προαναφερθείσες εγκεφαλικές δομές θα μπορούσαν να αποτελέσουν πιθανούς στόχους για τα εμφυτεύματα του εγκεφάλου. Οι αποτελεσματικές εφαρμογές των συγκεκριμένων εμφυτευμάτων θα μπορούσαν να αποφέρουν τα βέλτιστα στις περιοχές των νευροανατομικών κυκλωμάτων που απαντώνται και στα τρία προαναφερθέντα στάδια της εθιστικής διαδικασίας. Γενικώς, τα εμφυτεύματα στον εγκέφαλο μπορούν να καταστούν αποτελεσματικά, όταν αυτά εφαρμόζονται σύμφωνα με τους βασικούς κανόνες της βιοηθικής και παραμέτρους που περιλαμβάνουν την προσεκτική επιλογή του ασθενούς, την υπεύθυνη αναφορά και δημοσίευση των αποτελεσμάτων των εμφυτευμάτων μέσω επισήμων επιστημονικών δημοσιεύσεων, καθώς και την ελεύθερη και διόλου εξαναγκαστική επιλογή αντιμετώπισης του εθισμού των ατόμων με τη συμβολή των συγκεκριμένων εμφυτευμάτων. Ιδιαίτερα η επιλογή των ασθενών πρέπει να γίνεται με υπευθυνότητα και ιδιαίτερη προσοχή εξαιτίας των σοβαρών σωματικών, αλλά και κοινωνικών προβλημάτων που πολύ συχνά συνοδεύουν τις χρόνιες εξαρτήσεις από τις εθιστικές ουσίες όπως είναι τα ναρκωτικά και το αλκοόλ.<sup>43</sup>

Τα προκλινικά στοιχεία αναφορικά με τα εμφυτεύματα του εγκεφάλου για την αντιμετώπιση του εθισμού προέρχεται κατά κύριο λόγο από μελέτες οι οποίες διενεργήθηκαν σε ζώα. Τα εμφυτεύματα αυτά σε διάφορες περιοχές του εγκεφάλου είχαν ως αποτέλεσμα την μειωμένη λήψη πολλών και διαφορετικών ουσιών συμπεριλαμβανομένου του αλκοόλ, της κοκαΐνης και των οπιούχων. Πρέπει να τονισθεί, εδώ, πως η αυτοχορήγηση της κοκαΐνης στους αρουραίους μειώθηκε μετά από τη διέγερση του υποθαλαμικού πυρήνα του εγκεφάλου τους. Επίσης, ανεξάρτητα από την κοκαΐνη, η εφαρμογή των κατάλληλων εμφυτευμάτων μπορεί να οδηγήσει και στην ελάττωση της αυτοχορήγησης των οπιούχων. Πιο πρόσφατες μελέτες έδειξαν πως τα εμφυτεύματα εξασθένησαν την ανάγκη για επιστροφή στην ηρωίνη και γενικότερα στην αναζήτηση ναρκωτικών ουσιών από την πλευρά των συγκεκριμένων ζώων στα οποία πραγματοποιήθηκε το πείραμα αυτό. Μάλιστα, δεν υπήρξε μακροπρόθεσμη επιρροή όσον αφορά στη σωματική δραστηριότητά τους. Οι πρώτες μελέτες που διεξήχθησαν αναφορικά με τον χειρουργικό τρόπο θεραπείας του εθισμού, επικεντρώθηκαν στο μεγαλύτερο ποσοστό τους στην αφαίρεση, την υποθαλαμοτομή,

---

<sup>43</sup>Luigjes, J. V., Van Den Brink, W., Feenstra, M. V., Van Den Munckhof, P., Schuurman, P. R., Schippers, R., ... & Denys, D. (2012). Deep brain stimulation in addiction: a review of potential brain targets. *Molecular psychiatry*, 17(6), pp.580

καθώς και στην εκτομή. Γενικά, μελέτες οι οποίες επικεντρώνονται στην αφαίρεση διάφορων περιοχών και τμημάτων του εγκεφάλου αποδίδουν μεικτού τύπου αποτελέσματα τα οποία είναι πολύ πιθανόν να οφείλονται στις μικρές διαφορές που υφίστανται μεταξύ των μελετών αυτών. Υπάρχουν διαφορές στις μεθοδολογικές προσεγγίσεις των σχετικών μελετών οι οποίες αφορούν κυρίως το δείγμα, τα μέτρα έκβασης, τις αναφερόμενες παρενέργειες και. Η παρακολούθηση είναι πιθανόν να πραγματοποιείται λόγω της τυποποίησης των θεσμικών πρωτοκόλλων και την ανάγκη για διατήρηση της συσκευής. Τέλος, η πιο ορθή και σωστή κατανόηση του νευροψυχολογικού υποβάθρου της εκάστοτε νόσου θα έχει ως αποτέλεσμα και τη βελτίωση της επιλογής των στόχων που τίθενται προς πραγμάτωση.

Από όλα τα προαναφερθέντα στοιχεία μπορεί με εύλογο τρόπο να συναχθεί το συμπέρασμα πως θα ήταν αρκετά πρόωρο να δοκιμαστούν βαθιές εγκεφαλικές διεγέρσεις στις θεραπείες που σχετίζονται με τον εθισμό, τουλάχιστον με βάση τα στοιχεία που στηρίζονται στις ήδη πραγματοποιημένες ζωικές δοκιμές. Έχει υπάρξει προς το παρόν μικρός αριθμός επιλεγμένων περιπτωσιολογικών μελετών, αλλά και στοιχεία από μελέτες νευροχειρουργικής οι οποίες δεν είναι ελεγχόμενες και που σχετίζονται με τον εθισμό στην ουσία της ηρωίνης. Προς το παρόν, λοιπόν, πραγματοποιούνται κάποιες μελέτες και έρευνες σε ζώα και σε κάποια άτομα, προκειμένου να κατορθώσουμε στο μέλλον να προβούμε στη χρήση βαθιάς εγκεφαλικής διέγερσης μέσω εμφυτευμάτων στο όργανο του εγκεφάλου για να αντιμετωπίσουμε ριζικά τα προβλήματα εκείνα που σχετίζονται με τον εθισμό των ατόμων στις ναρκωτικές ουσίες. Μέσα σε αυτά τα πλαίσια, κρίνεται ορθό να ελαχιστοποιηθεί σταδιακά η δημοσιοποίηση μόνο θετικών και καλών, αναφορικά με την εφαρμογή εμφυτευμάτων, αποτελέσματα, και να έρθουν στο προσκήνιο όλες οι γνώσεις που έχουμε για αυτά, είτε αρνητικές είτε θετικές. Ωστόσο, όπως κατέστη ήδη σαφές, ακόμα και αν πληρούνται οι προϋποθέσεις για την εφαρμογή τους και τα ίδια αποδειχθούν εντελώς ασφαλής μέθοδος, το υψηλό κόστος που συνεπάγονται δεν μπορεί να βοηθήσει όπως πρέπει τις δημόσιες χρηματοδοτήσεις συγκριτικά με τις φαρμακευτικές δοκιμές και θεραπείες.

Αναλυτικότερα, όσον αφορά το κόστος των εμφυτευμάτων εγκεφάλου, αυτό μπορεί να ποικίλλει πολύ ανάλογα με τον τύπο του εμφυτεύματος, την πολυπλοκότητα της διαδικασίας και το πού εκτελείται. Τα ιατρικά εμφυτεύματα εγκεφάλου, όπως οι συσκευές DBS για τη θεραπεία της νόσου του Πάρκινσον, μπορεί να κοστίζουν από

20.000 έως 100.000 δολάρια ή και περισσότερο. Αυτό περιλαμβάνει το κόστος του ίδιου του εμφυτεύματος, καθώς και τα έξοδα χειρουργικής επέμβασης, τα έξοδα νοσηλείας και τη φροντίδα παρακολούθησης. Ορισμένα ή όλα αυτά τα έξοδα μπορεί να καλύπτονται από την ασφάλιση ενός ατόμου, ανάλογα με το συμβόλαιο και τη συγκεκριμένη διαδικασία. Τα μη ιατρικά εμφυτεύματα εγκεφάλου, όπως αυτά που χρησιμοποιούνται για τη γνωστική βελτίωση ή την αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή, είναι συνήθως πιο πειραματικά και ενδέχεται να μην καλύπτονται από ασφάλιση. Το κόστος αυτών των συσκευών μπορεί να κυμαίνεται από μερικές χιλιάδες δολάρια για μια απλή συσκευή έως δεκάδες χιλιάδες δολάρια για ένα πιο προηγμένο εμφύτευμα. Επιπλέον, πρέπει να ληφθεί υπόψη το κόστος εμφύτευσης και συντήρησης της συσκευής. Η χειρουργική διαδικασία για την εμφύτευση ενός εμφυτεύματος εγκεφάλου μπορεί να είναι περίπλοκη και μπορεί να απαιτεί ομάδα ειδικών, αυξάνοντας το συνολικό κόστος. Η παρακολούθηση και η συντήρηση της συσκευής ενδέχεται επίσης να απαιτούν πρόσθετα έξοδα, όπως αντικατάσταση μπαταρίας και ενημερώσεις λογισμικού. Συμπερασματικά, το κόστος ενός εμφυτεύματος εγκεφάλου μπορεί να ποικίλλει σημαντικά ανάλογα με τη συγκεκριμένη διαδικασία και τις περιστάσεις του ατόμου. Είναι σημαντικό να λαμβάνονται υπόψη όλα τα κόστη που σχετίζονται με ένα εμφύτευμα εγκεφάλου, συμπεριλαμβανομένου του ίδιου του εμφυτεύματος, των χειρουργικών αμοιβών, των εξόδων νοσηλείας, της παρακολούθησης φροντίδας και της συντήρησης.<sup>44</sup>

### **3.4 ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΕΜΦΥΤΕΥΜΑΤΩΝ ΕΓΚΕΦΑΛΟΥ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ**

Κατά τις τελευταίες δεκαετίες οι έρευνες αναφορικά με τα εμφυτεύματα του εγκεφάλου παρέχουν μια άμεση διεπαφή μεταξύ του εγκεφάλου και των ιατρικών συσκευών που έχουν κατασκευαστεί από τον ανθρώπινο παράγοντα. Όλα αυτά βοηθούν και συμβάλλουν στην παρακολούθηση της δραστηριότητας του εγκεφάλου σε πραγματικό χρόνο, όπως επίσης και στην ανίχνευση εγκεφαλικών μοτίβων ή εγκεφαλικών

---

<sup>44</sup>Chen, T., Mirzadeh, Z., Lambert, M., Gonzalez, O., Moran, A., Shetter, A. G., & Ponce, F. A. (2017). Cost of deep brain stimulation infection resulting in explantation. *Stereotactic and Functional Neurosurgery*, 95(2), 117-124.

κυμάτων, αλλά και τις μεταβολές στις οποίες κάθε χρήστης προβαίνει, προκειμένου να επικοινωνήσει με τον έξω κόσμο. Υπάρχει ένας αλγόριθμος για τη διαδικασία της μετάφρασης αυτών των εγκεφαλικών μοτίβων μέσω ενός κωδικοποιημένου ελέγχου ο οποίος μπορεί να δοθεί σε ιατρική συσκευή και εκείνη να οδηγηθεί σε ανατροφοδότηση λόγω αυτής της εισόδου του σήματος στον εγκέφαλο. Αυτή η ανατροφοδότηση στην περιοχή του εγκεφάλου συμβάλλει στην περαιτέρω βελτίωση της επόμενης σειράς των εγκεφαλικών μοτίβων. Για να επιτευχθούν όλες οι προαναφερθείσες διαδικασίες και να υπάρξει άμεση διεπαφή μεταξύ εγκεφάλου και μηχανής, είναι σημαντικό τα εμφυτεύματα του εγκεφάλου να στοχεύουν σε έναν σκόπιμο έλεγχο και αυτή η επαφή να είναι άμεση, δηλαδή το σύστημα θα πρέπει να βασίζεται στη δραστηριότητα η οποία καταγράφεται άμεσα από τον εγκέφαλο και η επεξεργασία να πραγματοποιείται σε πραγματικό χρόνο. Σε αυτό το στάδιο είναι σημαντικό η επεξεργασία του σήματος να επιτυγχάνεται σε απευθείας σύνδεση και να αποδίδει σήμα επικοινωνίας ή ελέγχου. Τέλος, σημαντική είναι και η ανατροφοδότηση, καθώς ο κάθε χρήστης πρέπει να λαμβάνει ανατροφοδοτήσεις αναφορικά με την επιτυχία ή την αποτυχία των προσπαθειών του να επικοινωνήσει ή να ελέγξει την γενικότερη πορεία της υγείας του ασθενή.

Για να θεωρηθεί επιτυχής η εφαρμογή των εμφυτευμάτων του εγκεφάλου αναφορικά με τη βελτίωση της ποιότητας της ζωής των ατόμων τα οποία πάσχουν από κινητικές αναπηρίες οι σχετικές προσεγγίσεις των εμφυτευμάτων θα πρέπει να φιλοξενούν, να διακρίνουν, να ερμηνεύουν και να υπακούουν στα πολλαπλά σήματα και στους αντίστοιχους ελέγχους για τις ταυτόχρονες κινήσεις. Για παράδειγμα, ένα άτομο θα πρέπει να μπορεί να είναι σε θέση τέτοια ώστε όχι μόνο να αγγίζει και να πιάνει ένα αντικείμενο, αλλά να μπορεί επίσης να το μετακινήσει προς μία επιθυμητό για το ίδιο κατεύθυνση.<sup>45</sup>

Στο συγκεκριμένο σημείο κρίνεται ως σημαντική η αναφορά στην ερευνητική δραστηριότητα της εταιρείας Neuralink, η οποία προέβη στην ανάπτυξη μιας ρομποτικής μεθόδου εισαγωγής εμφυτευμάτων κάποιων εύκαμπτων ανιχνευτών. Τα ρομπότ αυτά της νευροχειρουργικής επιστήμης εκτελούν εμφυτεύσεις οι οποίες υπόσχονται υψηλού βαθμού ακρίβεια και ελαχιστοποιούν τις αποκλίσεις συγκριτικά με τις χειρουργικές επεμβάσεις. Επιπροσθέτως, αποφεύγουν την επαφή με τα αιμοφόρα

---

<sup>45</sup>Manish Khare, “Prospect of Brain-Machine Interface in Motor Disabilities: The Future Support for Multiple Sclerosis Patient to Improve Quality of Life”, pp 308.

αγγεία σε ένα αρκετά υψηλό ποσοστό και με αυτό τον τρόπο μειώνουν τις πιθανότητες φλεγμονής, αλλά και άλλων ενδεχόμενων παρενεργειών, όπως είναι οι βλάβες στους βιολογικούς ιστούς. Η κεφαλή εισαγωγής του ρομπότ περιέχει μία βελόνα και μία τσιμπίδα, εργαλεία τα οποία συνεργάζονται προκειμένου να σταθεροποιήσουν κάθε ηλεκτρόδιο και έπειτα να το εισάγουν με ξεχωριστό τρόπο, όπως ακριβώς θα έκανε και μία ραπτομηχανή. Η βελόνα κινείται από ένα γραμμικό κινητήρα, ο οποίος καθιστά ελεγχόμενη την ταχύτητα της εισαγωγής και της ανάσυρσης. Η κεφαλή εισαγωγής περιλαμβάνει επίσης μια σειρά οπτικών συσκευών, όπως αισθητήρες θέσεως του εγκεφάλου, μονάδες φωτός, αλλά και στερεοσκοπικές κάμερες διαφορετικών γωνιών για την υποβοήθηση του προσανατολισμού και της ιδιαίτερης λειτουργίας αυτού. Επόμενος στόχος της Neuralink είναι το να προβεί σε εμφυτεύσεις εγκεφάλου με ενσύρματη ή ασύρματη σύνδεση ή να επιλέξει μία εναλλακτική μέθοδο έτσι ώστε τα εμφυτεύματα να μπορούν να χρησιμοποιήσουν την ενέργεια του ίδιου του σώματος. Επιπλέον, υπάρχει ο στόχος τα ηλεκτρόδια να κατασκευάζονται σε μικρότερα μεγέθη και να διέπονται από επικαλυμμένους χημικούς παράγοντες οι οποίοι θα ελαχιστοποιούν τη διέγερση των ιστών.<sup>46</sup>Μάλιστα η ίδια εταιρεία έχει άδεια από το FDA ώστε να προβεί σε κλινικές δοκιμές, στις οποίες θα χρησιμοποιηθούν ρομπότ έτσι ώστε να εμφυτεύσουν ολόκληρο το σύστημα της συλλογής και της επεξεργασίας δεδομένων στο εσωτερικό τμήμα του κρανίου ενός παράλυτου ασθενούς. Αυτή η διαδικασία θα του επιτρέπει να ελέγχει τόσο το κινητό τηλέφωνό του όσο και τον υπολογιστή του. Μόλις οι παραπάνω διαδικασίες επιλυθούν με τη βοήθεια κατάλληλων τεχνολογικών βελτιώσεων, υπάρχουν σημαντικές ενδείξεις πως θα μπορέσουν να ενσωματωθούν τέλεια στο ανθρώπινο σώμα και θα αποδειχθούν ασφαλείς με την πάροδο των ετών και μάλιστα με πολύ καλή βιο-ικανότητα. Τα εμφυτεύματα εγκεφάλου της Neuralink έχουν σχεδιαστεί για να είναι χαμηλής ισχύος και ελάχιστα επεμβατικά, με στόχο να κάνουν τη διαδικασία εμφύτευσης όσο το δυνατόν πιο ασφαλή και απλή. Τα εμφυτεύματα προορίζονται να τοποθετηθούν στον εγκέφαλο χρησιμοποιώντας μια ρομποτική χειρουργική διαδικασία και προορίζονται να χρησιμοποιηθούν για ποικίλες εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένου του ελέγχου προσθετικών συσκευών, της βελτίωσης των γνωστικών ικανοτήτων και της θεραπείας νευρολογικών καταστάσεων. Από το 2021, τα εμφυτεύματα εγκεφάλου του Neuralink βρίσκονται ακόμη σε πειραματική φάση και δεν είναι ακόμη διαθέσιμα προς πώληση.

---

<sup>46</sup>Yuchen Wu, “Brain-Computer Interface-Progress and Prospects”, pp 6.

Η εταιρεία διεξάγει σχετική έρευνα για να προωθήσει την τεχνολογία και να αποδείξει τη σκοπιμότητα και την ασφάλεια των συσκευών της.<sup>47</sup>

Αναφορικά με τα συστήματα DBS, αυτά έχουν αποδειχθεί συναρπαστικά και αποτελεσματικά εργαλεία για την αντιμετώπιση μιας σειράς αρνητικών καταστάσεων για τους ασθενείς και μάλιστα υπάρχουν βάσιμοι λόγοι στους οποίους μπορούμε να σταθούμε προκειμένου να διαπιστώσουμε πως ο τομέας αυτός τώρα αρχίζει δειλά να προβαίνει στην αξιοποίηση όλων των δυνατοτήτων του. Οι στοχευμένες αυτές επεμβάσεις έχουν την ικανότητα να προσεγγίσουν μία πολύ μεγαλύτερου τύπου ακρίβεια συγκριτικά με τις φαρμακολογικές προσεγγίσεις στον τομέα των νευρολογικών διαταραχών. Ωστόσο, μια τόσο ισχυρή τεχνολογική προσέγγιση θα συνοδεύεται από τον κίνδυνο σοβαρών αρνητικών αποτελεσμάτων για την υγεία του ασθενούς στην περίπτωση εκείνη κατά την οποία εφαρμοστεί με μη ελεγχόμενο και μη εξειδικευμένο τρόπο. Ίσως ο πιο προφανής τρόπος μέσω του οποίου θα αναπτυχθούν και θα εξελιχθούν τα DBS είναι οι συνεχείς βελτιώσεις όσον αφορά στον σχεδιασμό των εμφυτευμάτων αυτών, συνεχίζοντας φυσικά αυτή την τάση που υπάρχει από τότε που εφευρέθηκαν οι εμφυτεύσιμες συσκευές της ηλεκτροδιέγερσης. Η χημική μηχανική, έτσι όπως αυτή θα διαμορφωθεί στο μέλλον, θα συμβάλλει σε μία βελτιωμένη διάρκεια ζωής της μπαταρίας, αλλά και στον σχεδιασμό ακόμα πιο σύνθετων προγραμμάτων διέγερσης. Μάλιστα, μερικές από αυτές τις σταδιακές εξελίξεις θα επιτρέψουν αλλαγές στην τεχνολογία IPG (ImplantablePulseGenerators), όπως είναι το ιστορικό άλμα από τη διαδερμική επαγωγή σε πλήρως εμφυτευμένα IPG με μπαταρία, ενώ παράλληλα κάποιοι μελετητές υποστηρίζουν απλά τη βελτίωση των σχεδίων των IPG.<sup>48</sup> Το IPG αποτελείται από μία θήκη τιτανίου με προεξοχή από πολυμερές βιοσυμβατό στο οποίο μπορούν να συνδεθούν τα ηλεκτρόδια και το μεγαλύτερο εξάρτημα εντός αυτής της θήκης είναι η μπαταρία. Η μπαταρία αυτή ελέγχεται από ηλεκτρονικά συστήματα τα οποία παρέχουν ρεύμα στα ηλεκτρόδια μέσα από καθορισμένη συχνότητα, παλμούς και τάση ρεύματος.

Ο τομέας της στερεοτακτικής και της λειτουργικής νευροχειρουργικής έχει αναπτυχθεί με ραγδαίο τρόπο κατά τις τέσσερις τελευταίες δεκαετίες. Έχουν πραγματοποιηθεί σημαντικές εξελίξεις στις απεικονίσεις της υψηλής ανάλυσης, της τρακτογραφίας,

---

<sup>47</sup>Dadia, T., & Greenbaum, D. (2019). Neuralink: the ethical 'Rhythmic of Reading and Writing to the brain. *AJOB neuroscience*, 10(4), 187-189.

<sup>48</sup>Pycroft, L., Stein, J., & Aziz, T. (2018). Deep brain stimulation: An overview of history, methods, and future developments. *Brain and neuroscience advances*, 2, 2398212818816017, pp 4.

καθώς και λειτουργικής μαγνητικής τομογραφίας. Αυτές οι εξελίξεις στον τεχνολογικό τομέα που σχετίζεται με τα εμφυτεύματα περιλαμβάνουν ακόμα διεγχειρικές απεικονιστικές καθοδηγήσεις και επιβεβαιώσεις των στόχων. Επιπλέον, υπήρξαν κάποιες τεχνολογικές εξελίξεις στις ίδιες τις συσκευές, αν σκεφθεί κανείς πως οι εσωτερικές γεννήτριες παλμών έχουν διάρκεια ζωής τεσσάρων ετών και διατίθενται με διαδερμικό τρόπο κάποια επαναφορτιζόμενα IPG. Με τις εξελίξεις που έχουν λάβει χώρα στον προγραμματισμό της διέγερσης είναι πολύ σημαντικό να έχουν τόσο οι ασθενείς όσο και το ιατρικό προσωπικό πλείστες επιλογές. Οι εμφυτευμένες συσκευές καταγραφής έχουν τη δυνατότητα να ανοίξουν τους δρόμους για περαιτέρω έρευνες και μελέτες αναφορικά με τις νευρολογικές ασθένειες, αλλά και σχετικές με τις υποκείμενες ηλεκτροφυσιολογικές αλλαγές. Η περαιτέρω κατανόηση της υποκείμενης βιολογίας θα επιτρέψει μελλοντικά στους ερευνητές να προβούν στην έρευνα και τη συσχέτιση της ανώμαλης ηλεκτροφυσιολογίας με την ίδια τη συμπεριφορά του ανθρώπου. Αυτή η κατάσταση θα μπορούσε με τη σειρά της να οδηγήσει στη διαμόρφωση ιατρικών συσκευών και όχι μηχανών οι οποίες θα παρέχουν ηλεκτρική διέγερση σε πραγματικό χρόνο (η διέγερση πραγματοποιείται ταυτόχρονα με την καταγραφή ή παρατήρησή της). Μάλιστα, ορισμένα από τα ηλεκτρόδια τα οποία είναι εμπορικά διαθέσιμα έχουν την ικανότητα να προσφέρουν μια κατευθυνόμενη παροχή ρεύματος και να επιτρέψουν, όπως αναφέρθηκε και σε άλλο σημείο της παρούσας εργασίας, αλλαγές σε συγκριμένες περιοχές του εγκεφάλου.<sup>49</sup>

Ως προς τις μελλοντικές προοπτικές, έχει υποστηριχθεί ότι στο μέλλον θα είναι εφικτό να υπάρξει πρόβλεψη των συμπεριφορών, ακόμα και των πράξεων των ανθρώπων με τη συμβολή των τεχνικών απεικονίσεων του εγκεφάλου και μέσω της σύγκρισης αυτών των παρεχόμενων δεδομένων με τους στατιστικούς εκείνους πίνακες οι οποίοι αφορούν τον μέσο όρο, ακριβώς όπως κάνουμε όταν μετράμε το ύψος και το βάρος μας. Τέτοιες προοπτικές αντιμετωπίζονται κριτικά τόσο ως προς την επιστημονική τους θεμελίωση αλλά και ως προς τα ηθικά και κοινωνικά ζητήματα που θα αναδείξουν. Για παράδειγμα, ο έλεγχος της συμπεριφοράς του ανθρώπου δεν είναι συμβατός με τις ηθικές αρχές που έχουμε αναφέρει. Αναφέρουμε ότι προς υποστήριξη τέτοιων μελετών, έχει αναφερθεί ότι σε μια κοινωνία που είναι εξορθολογισμένη, θα

---

<sup>49</sup>Lee, D. J., Lozano, C. S., Dallapiazza, R. F., & Lozano, A. M. (2019). Current and future directions of deep brain stimulation for neurological and psychiatric disorders: JNSPG 75th Anniversary Invited Review Article. *Journal of neurosurgery*, 131(2),pp 339.



μπορούσαν να διεξαχθούν συστηματικές μελέτες με συμμετέχοντες που ήταν στην παιδική ηλικία, προκειμένου να εντοπιστούν οι πιθανές κλίσεις τους σε τομείς όπως η μουσική, ο αθλητισμός ή τα μαθηματικά. Δηλαδή, ότι θα μπορούσαν να γίνουν οι απαραίτητες προσαρμογές στα μαθήματα για να τους βοηθήσουν να αξιοποιήσουν πλήρως αυτές τις εγγενείς κλίσεις.

Όλα αυτά τα επεμβατικά συστήματα τα οποία εφαρμόζονται σε πειραματική βάση στα εργαστήρια και σε χειρουργικές εφαρμογές έχουν τη δυνατότητα και τη δυναμική εκείνη που χρειάζεται προκειμένου να αγγίζουν τα ύψιστα επίπεδα της εμπορικής αγοράς και να αποκτήσουν κυρίαρχη θέση σε αυτή, κυρίως χάρη στην υψηλού τύπου ακρίβεια και ασφάλεια που δύνανται να διασφαλίσουν στους ασθενείς. Όλες οι προκλήσεις της τεχνολογίας, της ηθικής και της νευροεπιστήμης θα μπορούσαν να επιλυθούν μελλοντικά με την συνεισφορά της βιοηθικής. Υπάρχει η ελπίδα στο μέλλον τα εμφυτεύματα αυτά να μην περιορίζονται μόνο στην ανακούφιση των ασθενειών των χρηστών, αλλά η εφαρμογή τους να επεκταθεί και σε άλλους τομείς της καθημερινής ζωής με απώτερο στόχο τη βελτίωση της ποιότητάς της και την περαιτέρω διευκόλυνση της ανθρωπότητας στο σύνολό της.

### **3.5. ΒΙΟΪΑΤΡΙΚΟΙ ΜΗΧΑΝΙΚΟΙ ΚΑΙ ΗΘΙΚΕΣ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΙΣ**

Η ταχέως εξελισσόμενη τεχνολογία BCI (brain-computer interfaces) λειτουργεί με την εμφύτευση μιας σειράς ηλεκτροδίων είτε στην επιφάνεια είτε εσωτερικά στον κινητικό φλοιό ενός ατόμου, μια περιοχή του εγκεφάλου που εμπλέκεται στον σχεδιασμό και την εκτέλεση κινήσεων. Η δραστηριότητα του εγκεφάλου καταγράφεται ενώ το άτομο εμπλέκεται σε γνωστικές εργασίες, όπως το να φαντάζεται ότι κινεί το χέρι του, και αυτές οι καταγραφές χρησιμοποιούνται για να οδηγήσουν το ρομποτικό μέλος.

Εάν οι νευροεπιστήμονες μπορούσαν να διακρίνουν ξεκάθαρα τις προθέσεις ενός ατόμου από την ηλεκτρική δραστηριότητα που καταγράφουν στον εγκέφαλο και μετά να δουν ότι ταίριαζε με τις ενέργειες του ρομπότ, οι ηθικές ανησυχίες θα ελαχιστοποιούνταν. Αυτό όμως δεν ισχύει, όπως αναφέραμε. Οι νευρωνικοί συσχετισμοί των ψυχολογικών φαινομένων είναι ανακριβείς και ελάχιστα κατανοητοί,

πράγμα που σημαίνει ότι τα σήματα από τον εγκέφαλο επεξεργάζονται όλο και περισσότερο από λογισμικό τεχνητής νοημοσύνης (ArtificialIntelligence, AI).<sup>50</sup>

Ο PhilippKellmeyer, νευρολόγος και νευροηθικός στο Πανεπιστήμιο του Φράιμπουργκ, στη Γερμανία, επισημαίνει ότι η εφαρμογή αλγορίθμων τεχνητής νοημοσύνης και μηχανικής μάθησης για την ανάλυση και την αποκωδικοποίηση της νευρικής δραστηριότητας έχει «στροβιλίσει ολόκληρο το πεδίο». Υπογραμμίζει την εργασία στην οποία τέτοιο λογισμικό ερμήνευσε τη νευρική δραστηριότητα που συνέβαινε ενώ τα άτομα με επιληψία έβγαζαν σιωπηλά λέξεις και στη συνέχεια χρησιμοποίησαν αυτές τις πληροφορίες για να δημιουργήσουν συνθετικούς ήχους ομιλίας. «Πριν από δύο ή τρία χρόνια», αναφέρει, «θα λέγαμε ότι αυτό δεν θα ήταν ποτέ δυνατό, ή ήταν τουλάχιστον 20 χρόνια μακριά». Ωστόσο, αναφέρει ότι η χρήση εργαλείων τεχνητής νοημοσύνης εισάγει επίσης ηθικά ζητήματα για την αντιμετώπιση των οποίων οι ρυθμιστικές αρχές έχουν μικρή εμπειρία.<sup>51</sup>

Το λογισμικό μηχανικής μάθησης μαθαίνει να αναλύει δεδομένα δημιουργώντας αλγόριθμους που δεν μπορούν να προβλεφθούν και που είναι δύσκολο ή αδύνατο να κατανοηθούν. Αυτό εισάγει μια άγνωστη και ίσως ακαταλόγιστη διαδικασία μεταξύ των σκέψεων ενός ατόμου και της τεχνολογίας που ενεργεί για λογαριασμό του. Οι προγραμματιστές συνειδητοποιούν ότι οι προσθέσεις λειτουργούν πιο αποτελεσματικά όταν ορισμένοι υπολογισμοί αφήνονται σε συσκευές BCI και όταν αυτές οι συσκευές προσπαθούν να προβλέψουν τι θα κάνει ο χρήστης στη συνέχεια. Τα οφέλη της εκφόρτωσης υπολογισμών είναι προφανή. Φαινομενικά απλές πράξεις, όπως το να πιάσεις ένα φλιτζάνι καφέ, είναι στην πραγματικότητα πολύ περίπλοκες: οι άνθρωποι υποσυνείδητα εκτελούν πολλούς υπολογισμούς. Η τοποθέτηση προθέσεων με αισθητήρες και μηχανισμούς για την αυτόνομη δημιουργία συνεκτικών κινήσεων διευκολύνει τους χρήστες να εκτελούν εργασίες. Αλλά αυτό σημαίνει επίσης ότι πολλά από αυτά που κάνουν τα ρομποτικά μέλη δεν κατευθύνονται στην πραγματικότητα από τον χρήστη.

---

<sup>50</sup> Vedam-Mai, V., Deisseroth, K., Giordano, J., Lazaro-Munoz, G., Chiong, W., Suthana, N., ... & Okun, M. S. (2021). Proceedings of the eighth annual deep brain stimulation think tank: advances in optogenetics, ethical issues affecting DBS research, neuromodulatory approaches for depression, adaptive neurostimulation, and emerging DBS technologies. *Frontiers in Human Neuroscience*, 15, 169.

<sup>51</sup> Gilbert, F., & Lancelot, M. (2021). Incoming ethical issues for deep brain stimulation: when long-term treatment leads to a 'new form of the disease'. *Journal of Medical Ethics*, 47(1), 20-25.

### 3.5.1. ΗΘΙΚΑ ΖΗΤΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ DBS

Επειδή τα συμπτώματα πολλών εγκεφαλικών ασθενειών έρχονται και παρέρχονται, οι τεχνικές παρακολούθησης του εγκεφάλου χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο για τον άμεσο έλεγχο των ηλεκτροδίων DBS, έτσι ώστε η διέγερση να παρέχεται μόνο όταν χρειάζεται. Τα ηλεκτρόδια καταγραφής —όπως αυτά που προειδοποιούν για επικείμενες κρίσεις— παρακολουθούν την εγκεφαλική δραστηριότητα για να προσδιορίσουν πότε συμβαίνουν ή πρόκειται να εμφανιστούν συμπτώματα. Αντί απλώς να ειδοποιούν τον χρήστη για την ανάγκη να αναλάβει δράση, ενεργοποιούν ένα διεγερτικό ηλεκτρόδιο για να ακυρώσει αυτή τη δραστηριότητα. Εάν είναι πιθανή μια κρίση, το DBS καταπραΰνει την αιτιολογική δραστηριότητα. εάν η δραστηριότητα που σχετίζεται με τρόμο αυξάνεται, το DBS καταστέλλει την υποκείμενη αιτία.

Ένα τέτοιο σύστημα κλειστού βρόχου εγκρίθηκε από τον Οργανισμό Τροφίμων και Φαρμάκων για την επιληψία το 2013, και τέτοια συστήματα για τη νόσο του Πάρκινσον πλησιάζουν πιο κοντά στην κλινική. Για τους νευροηθικούς, μια ανησυχία είναι ότι η εισαγωγή μιας συσκευής λήψης αποφάσεων στον εγκέφαλο κάποιου εγείρει ερωτήματα σχετικά με το αν αυτό το άτομο παραμένει αυτοδιοικούμενο, ειδικά όταν αυτά τα συστήματα κλειστού βρόχου χρησιμοποιούν όλο και περισσότερο λογισμικό ΑΙ που προσαρμόζει αυτόνομα τις λειτουργίες του. Στην περίπτωση μιας συσκευής για την παρακολούθηση της γλυκόζης του αίματος που ελέγχει αυτόματα την απελευθέρωση ινσουλίνης για τη θεραπεία του διαβήτη, μια τέτοια λήψη αποφάσεων για λογαριασμό ενός ασθενούς συναντά λιγότερες αντιρρήσεις. Αλλά οι παρεμβάσεις στον εγκέφαλο, καθώς αφορούν την έκφραση της βούλησης του ατόμου, δεν είναι πάντα ευπρόσδεκτες.

Για παράδειγμα, ένα άτομο που χρησιμοποιεί ένα σύστημα κλειστού βρόχου για να διαχειριστεί μια διαταραχή της διάθεσης μπορεί να βρεθεί ανίκανο να έχει μια αρνητική συναισθηματική εμπειρία, ακόμη και σε μια κατάσταση στην οποία θα μπορούσε να θεωρηθεί φυσιολογική, όπως μια κηδεία. Η συσκευή διαχείρισης επιληψίας που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνα του Gilbert σχεδιάστηκε για να διατηρεί τον έλεγχο των ασθενών εκπέμποντας μια προειδοποίηση για επικείμενες κρίσεις, η οποία επέτρεπε στον ασθενή να επιλέξει εάν θα λάβει φάρμακα. Παρόλα αυτά, για πέντε από τους έξι παραλήπτες, η συσκευή έγινε σημαντικός παράγοντας λήψης αποφάσεων στη ζωή τους. Ένας από τους έξι συνήθως αγνοούσε τη συσκευή. Ο ασθενής 6 το αποδέχτηκε ως αναπόσπαστο μέρος του νέου του εαυτού, ενώ τρεις αποδέκτες, χωρίς να

αισθάνονται ότι η αίσθηση του εαυτού τους είχε μεταβληθεί ριζικά, ήταν θετικοί στο να βασιστούν στο σύστημα. Ωστόσο, ένας άλλος βυθίστηκε σε κατάθλιψη και ανέφερε ότι η συσκευή BCI «με έκανε να νιώσω ότι δεν είχα κανέναν έλεγχο». Ο ερευνητής αναφέρει συμπερασματικά ότι ο ασθενής έχει την τελική απόφαση αλλά μόλις συνειδητοποιήσει ότι η συσκευή είναι πιο αποτελεσματική στο συγκεκριμένο πλαίσιο, δεν θα ακούσει καν τη δική του κρίση αλλά θα βασιστεί στη συσκευή.<sup>52</sup>

### **3.5.2. Ο ΣΤΟΧΟΣ ΤΗΣ ΝΕΥΡΟΗΘΙΚΗΣ ΚΑΙ ΤΑ ΘΕΜΑΤΑ ΑΠΟΡΡΗΤΟΥ**

Ο στόχος της νευροηθικής για την μεγιστοποίηση του οφέλους από τις αναδύμενες τεχνολογίες και την ελαχιστοποίηση της βλάβης έχει από καιρό εδραιωθεί στην ιατρική πρακτική. Η ανάπτυξη τεχνολογιών προς πώληση απευθείας στους καταναλωτές υπόκειται σε ελάχιστη επίβλεψη. Με τις εταιρείες τεχνολογίας να διερευνούν τώρα τη σκοπιμότητα των συσκευών BCI μαζικής αγοράς, η Ipsca αναφέρει ότι αυτή είναι μια σημαντική στιγμή. «Όταν μια τεχνολογία βρίσκεται στο αρχικό της στάδιο», λέει, «είναι πολύ δύσκολο να προβλέψεις τα αποτελέσματα αυτής της τεχνολογίας. Αλλά όταν η τεχνολογία είναι ώριμη - όσον αφορά το μέγεθος της αγοράς ή την απορρύθμιση - μπορεί να είναι πολύ κοινωνικά εδραιωμένη για να τη βελτιώσει κάποιος».

Θεωρητικά, υπάρχει πλέον επαρκής γνώση για να ενεργούμε με ενημερωμένο τρόπο, προτού χρησιμοποιηθεί ευρέως η νευροτεχνολογία. Ένα ζήτημα που αντιμετωπίζει η μηχανικός βιοϊατρικής τεχνολογίας είναι το απόρρητο. Οι πληροφορίες για τον εγκέφαλο είναι ίσως η πιο οικεία και ιδιωτική από όλες τις πληροφορίες. Τα ψηφιακά αποθηκευμένα νευρωνικά δεδομένα θα μπορούσαν να κλαπουν από χάκερ ή να χρησιμοποιηθούν ακατάλληλα από εταιρείες στις οποίες οι χρήστες παραχωρούν πρόσβαση. Οι ανησυχίες των νευροηθικών αναγκάζουν τους προγραμματιστές να προσέχουν την ασφάλεια των συσκευών τους, να προστατεύουν πιο επιμελώς τα δεδομένα των καταναλωτών και να σταματήσουν να απαιτούν πρόσβαση σε προφίλ μέσων κοινωνικής δικτύωσης και άλλες πηγές προσωπικών πληροφοριών ως προϋπόθεση για τη χρήση μιας συσκευής. Ωστόσο, καθώς η καταναλωτική νευροτεχνολογία κερδίζει δύναμη, η διασφάλιση ότι τα πρότυπα απορρήτου είναι αποδεκτά παραμένει ως πρόκληση.<sup>53</sup>

---

<sup>52</sup> Anumanchipalli, G. K., Chartier, J., & Chang, E. F. (2019). Speech synthesis from neural decoding of spoken sentences. *Nature*, 568(7753), 493-498.

<sup>53</sup> Kostick-Quenet, K., Kalwani, L., Koenig, B., Torgerson, L., Sanchez, C., Munoz, K. & Lazaro-Munoz, G. (2022). Researchers' ethical concerns about using adaptive deep brain stimulation for enhancement. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16, 813922.

Τα ζητήματα απορρήτου κατέχουν εξέχουσα θέση στις συστάσεις που εκπονούνται από διάφορες ομάδες εργασίας, συμπεριλαμβανομένων μεγάλων έργων νευροεπιστήμης και επιτροπών που συγκροτούνται από ανεξάρτητους φορείς. Θεωρείται ότι υπάρχει ακόμη σημαντική δουλειά που πρέπει να γίνει. Η μήτρα της παραδοσιακής ηθικής, η οποία εστιάζει στην αυτονομία, τη δικαιοσύνη και συναφείς έννοιες, δεν θα είναι αρκετή. Χρειάζεται επίσης μια ηθική και μια φιλοσοφία αλληλεπιδράσεων ανθρώπου-τεχνολογίας. Πολλοί νευροηθικοί πιστεύουν ότι η δυνατότητα άμεσης πρόσβασης στον εγκέφαλο θα καταστήσει απαραίτητη την ενημέρωση των βασικών ανθρωπίνων δικαιωμάτων.<sup>54</sup>

Ο Maslen ήδη βοήθησε στη διαμόρφωση του κανονισμού BCIdevice. Πραγματοποίησε συζητήσεις με την Ευρωπαϊκή Επιτροπή σχετικά με κανονισμούς που καλύπτουν μη επεμβατικές συσκευές διαμόρφωσης εγκεφάλου που πωλούνται απευθείας στους καταναλωτές. Ο Maslen ενδιαφέρθηκε για την ασφάλεια αυτών των συσκευών, οι οποίες καλύπτονταν μόνο από πρόχειρους κανονισμούς ασφαλείας.<sup>55</sup> Αν και τέτοιες συσκευές είναι απλές, περνούν ηλεκτρικά ρεύματα μέσα από το τριχωτό της κεφαλής των ανθρώπων για να ρυθμίσουν την εγκεφαλική δραστηριότητα. Ο Maslen βρήκε αναφορές ότι τους προκαλούσαν εγκαύματα, πονοκεφάλους και οπτικές διαταραχές. Αναφέρει, επίσης, ότι κλινικές μελέτες έχουν δείξει ότι, αν και η μη επεμβατική ηλεκτρική διέγερση του εγκεφάλου μπορεί να ενισχύσει ορισμένες γνωστικές ικανότητες, αυτό μπορεί να έχει το κόστος των ελλειμμάτων σε άλλες πτυχές της γνώσης. Ο Maslen και οι συνάδελφοί του διατύπωσαν συστάσεις προς τις ευρωπαϊκές ρυθμιστικές αρχές που εξέταζαν τη ρύθμιση διαφόρων οιονεί ιατρικών προϊόντων, όπως συσκευές αποτρίχωσης με λέιζερ. Οι ρυθμιστικές αρχές συμφώνησαν με τις συστάσεις που πρότειναν: οι νέοι κανονισμοί πρέπει να ενισχύσουν τα πρότυπα ασφαλείας, αλλά και (σε αντίθεση με τα ιατροτεχνολογικά προϊόντα) οι καταναλωτές πρέπει να παραμείνουν ελεύθεροι να αποφασίσουν εάν οι συσκευές αποφέρουν τα οφέλη που ισχυρίζονται οι κατασκευαστές τους.<sup>56</sup>

---

<sup>54</sup> Gilbert, F., & Lancelot, M. (2021). Incoming ethical issues for deep brain stimulation: when long-term treatment leads to a 'new form of the disease'. *Journal of Medical Ethics*, 47(1), 20-25.

<sup>55</sup> Anumanchipalli, G. K., Chartier, J., & Chang, E. F. (2019). Speech synthesis from neural decoding of spoken sentences. *Nature*, 568(7753), 493-498.

<sup>56</sup> Muñoz, K. A., Kostick, K., Sanchez, C., Kalwani, L., Torgerson, L., Hsu, R., ... & Lázaro-Muñoz, G. (2020). Researcher perspectives on ethical considerations in adaptive deep brain stimulation trials. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14, 578695.

### 3.6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Μελετώντας προσεκτικά τα στοιχεία, όπως αυτά αναλύθηκαν στην παρούσα εργασία, διαπιστώνουμε πως ο τομέας της βιοηθικής αντλεί γνώσεις από διάφορους τομείς, όπως εκείνος της ψυχιατρικής, της κοινωνιολογίας, της ψυχολογίας, αλλά και του δικαίου. Μπορεί να υποστηριχθεί πως η νευροηθική επικεντρώνεται σε δύο βασικές παραμέτρους. Πιο αναλυτικά, η πρώτη παράμετρος αφορά τα ζητήματα εκείνα τα οποία σχετίζονται με τις νέες τεχνολογίες και τις τεχνικές που εφαρμόζονται χάρη στις εξελίξεις των νευροεπιστημών. Η δεύτερη παράμετρος, η οποία παρουσιάζει και το μεγαλύτερο ενδιαφέρον, σχετίζεται με τους τρόπους με τους οποίους αυτές οι νέες γνώσεις αξιοποιούν τους κανόνες της βιοηθικής, ξεκαθαρίζοντας με αυτό τον τρόπο παραδοσιακά φιλοσοφικά θέματα.

Η ικανότητα παρέμβασης στον εγκέφαλο και, συνεπώς, στον ίδιο το νου, θα μπορούσε να υποστηριχθεί πως συνδέεται άμεσα με τη δυνατότητα που αποκτά κάποιος τρίτος να παρεμβαίνει στο βαθύτερα συναισθήματα, τις σκέψεις και τις πτυχές του εαυτού μας, δηλαδή στα στοιχεία της ελεύθερης βούλησης και της προσωπικής ταυτότητας μέσα στο χρόνο. Σε κάποιες περιπτώσεις υποστηρίζεται η άποψη πως κάποια μεταφυσικά ερωτήματα που αφορούν τους τρόπους με τους οποίους οι νευροεπιστημονικές εξελίξεις δύνανται να επηρεάσουν την άποψή μας για φιλοσοφικές έννοιες όπως οι ανωτέρω, είναι σημαντικό να χρειάζεται να τεκμηριωθούν με καθαρά επιστημονικό τρόπο.<sup>57</sup> Σε αυτές τις περιπτώσεις επεμβάσεων στο όργανο του εγκεφάλου είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψιν η σχέση μεταξύ των εγκεφαλικών καταστάσεων και των καταστάσεων εκείνων που σχετίζονται με το νου, αλλά και η σημασία του αυθεντικού εαυτού σε σχέση με τη νευροδιαμόρφωση.

Μέσα από την περαιτέρω ανάλυση της παρούσας εργασίας, οι κλινικοί ιατροί είναι σημαντικό να συζητούν με τους ασθενείς τους τις προσδοκίες αλλά και τα οφέλη που θα προκύψουν πριν από τη χειρουργική διαδικασία ή ακόμα και να προσφέρουν στη διάθεσή τους μία ομάδα ασθενών οι οποίοι ήδη έχουν υποβληθεί σε τέτοιου είδους επεμβατικές διαδικασίες, προκειμένου όλοι μαζί να εκφράσουν την άποψη, τη γνώμη, τις εμπειρίες, τους φόβους τους και κάθε τους σκέψη. Αυτός θα ήταν ένας τρόπος οι ασθενείς που πρόκειται να υποβληθούν σε DBS να αναπτύξουν περισσότερο

---

<sup>57</sup>Focquaert, F. (2009). Bioethics and the Brain. *Philosophical Psychology*, 22(3), pp 398

ρεαλιστικές προσδοκίες αναφορικά με τα εμφυτεύματα εγκεφάλου και τις μελλοντικές επιδράσεις αυτών στην ποιότητα της ζωής και της υγείας τους. Επίσης, θα ήταν ένας τρόπος να κατανοήσουν επαρκέστερα τις τεχνικές πληροφορίες που λαμβάνουν από τους κλινικούς ιατρούς σχετικά με τα εμφυτεύματα και τη συμβολή αυτών στη θεραπεία διαφόρων διαταραχών, όπως αυτές που αναφέρθηκαν στην παρούσα εργασία (Πάρκινσον, κατάθλιψη, ιδιοψυχαναγκαστική διαταραχή, και άλλων).

Τα αποτελέσματα, όπως αυτά έχουν προκύψει από κάποιες συγκεκριμένες μελέτες, υποδηλώνουν πως παρόλο που κάποιοι από τους ασθενείς αισθάνονται ευγνώμονες για τα αποτελέσματα των DBS στην ποιότητα της ζωής τους, ωστόσο δεν θα επέλεγαν τη συγκεκριμένη θεραπευτική μέθοδο για να θεραπεύσουν κάποια νόσο κατά τα πρώιμα στάδια της. Επιπλέον, υπήρξε η διαπίστωση πως οι άνδρες ασθενείς ήταν περισσότερο θετικοί στο να υποβληθούν σε τέτοιου είδους επεμβάσεις συγκριτικά με τις γυναίκες κατά τα πρώιμα στάδια κάποιας νόσου. Ο βασικός λόγος που τους ώθησε στο να προχωρήσουν σχετικά νωρίς σε αυτή την επέμβαση ήταν η εμπιστοσύνη την οποία επέδειξαν στις συστάσεις των θεραπόντων ιατρών ότι το DBS θα ήταν ευεργετικό για την υγεία τους και θα επιβράδυνε την εξέλιξη της νόσου. Κάποιοι λόγοι για τους οποίους οι ασθενείς αυτοί δεν προέβαιναν σε αυτή τη συμφωνία σε ένα προγενέστερο στάδιο ήταν πως πρώτον, δεν θεωρούσαν τους εαυτούς τους αρκετά άρρωστους και, δεύτερον, επειδή ένιωθαν πως σε κάποιο βαθμό η φαρμακευτική αγωγή την οποία ακολουθούσαν τους βοηθούσε. Βέβαια, είναι σημαντική η αναφορά πως χρειάζεται ακόμα περισσότερη έρευνα μελλοντικά, με ακόμα μεγαλύτερο δείγμα ανθρώπων, προκειμένου να υπάρξει καλύτερη κατανόηση αναφορικά με τους παράγοντες εκείνους οι οποίοι διαμορφώνουν και καθορίζουν την προθυμία των ασθενών να υποστηρίξουν την πρώιμη συμμετοχή τους σε αυτού του είδους τις επεμβατικές διαδικασίες εξετάζοντας τόσο τις προσωπικές αξίες τους όσο και τις επιθυμίες τους σχετικά με τις επιθυμητές για εκείνους θεραπευτικές μεθόδους.<sup>58</sup>

Διάφορα εργαλεία αξιολόγησης τα οποία εφαρμόστηκαν σε ασθενείς που υποβλήθηκαν σε θεραπευτικές τεχνικές μέσω εμφυτευμάτων στον εγκέφαλό τους έδειξαν πως τα DBS συνέβαλαν στη μείωση των συναισθηματικών περιορισμών, αλλά και στη βελτίωση άλλων πτυχών της ευημερίας των που σχετίζονταν με την ποιότητα της ζωής τους, όπως είναι η συμμετοχή στις κοινωνικές δραστηριότητες, στα χόμπι,

---

<sup>58</sup>Cabrera, L. Y., Kelly-Blake, K., & Sidiropoulos, C. (2020). Perspectives on deep brain stimulation and its earlier use for Parkinson's disease: A qualitative study of us patients. *Brain Sciences*, 10(1), 34, pp 9.

αλλά και στα ενδιαφέροντά τους. Ορισμένοι από τους ασθενείς έθεσαν χαμηλού επιπέδου προσδοκίες υποστηρίζοντας πως αναμένουν η εμφύτευση να μη τους βλάψει, ενώ κάποιοι άλλοι έθεσαν αρκετά υψηλότερες προσδοκίες, αναμένοντας ακόμα και να θεραπευτούν οριστικά από τα κατάλληλα εμφυτεύματα εγκεφάλου.<sup>59</sup> Βέβαια, πρόκειται για αποτελέσματα τα οποία θα πρέπει να αποδειχθούν και αυτά σε μεγαλύτερο ποσοστό και εύρος μελλοντικά. Εν τέλει, η απόφαση να υποβληθεί κάποιος σε DBS είναι μία προσωπική επιλογή του ασθενή. Δεκάδες χιλιάδες άτομα ανά τον κόσμο έχουν ήδη υποβληθεί σε τέτοιου είδους επεμβατικές διαδικασίες και βίωσαν μακροχρόνια ανακούφιση από ανεπιθύμητα συμπτώματα. Ωστόσο, όπως προαναφέρθηκε, η απόφαση για χειρουργική επέμβαση ή οποιουδήποτε άλλου τρόπου εγκεφαλικής παρέμβασης στο συγκεκριμένο όργανο, δεν γίνεται τόσο εύκολα αποδεκτή από όλους, καθώς υφίσταται και ο δυνητικός κίνδυνος των επιπλοκών, ακόμα και αν αυτός παραμένει σε σχετικά πολύ χαμηλά ποσοστά. Το DBS συνιστά μια διαδικασία επιλογής και λαμβάνεται υπόψιν με γνώμονα τη βελτίωση της ποιότητας ζωής που επιθυμούν οι ασθενείς εκείνοι οι οποίοι ταλανίζονται από συγκεκριμένου τύπου ασθένειες. Λόγω του ότι αυτές οι επεμβάσεις και ο επακόλουθος προγραμματισμός τους περιλαμβάνουν πολύπλοκες διαδικασίες είναι πολύ σημαντικό οι ασθενείς να επιλέγουν ένα χειρουργικό κέντρο εξοικειωμένο με αυτές τις καταστάσεις το οποίο θα έχει στη διάθεσή τους όλους τους απαραίτητους πόρους και θα πληροί όλες τις συνθήκες ασφαλείας.

---

<sup>59</sup>Hariz, G. M., Lindberg, M., & Bergenheim, A. T. (2002). Impact of thalamic deep brain stimulation on disability and health-related quality of life in patients with essential tremor. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 72(1), pp 51.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

### Α. ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Αντωνιάδης, Α. (2010). Θέματα αναισθησιολογίας και Εντατικής Ιατρικής. Εταιρεία Αναισθησιολογίας και Εντατικής Ιατρικής Βορείου Ελλάδος, τόμος 20. Τεύχος 10

Δραγώνα-Μονάχου, Μ. (2002). Ηθική και βιοηθική. Επιστήμη και Κοινωνία: Επιθεώρηση Πολιτικής και Ηθικής Θεωρίας, 1-26.[doi.org/10.12681/sas.715](https://doi.org/10.12681/sas.715)

Κωστόπουλος, Γ. (2015). Νευροηθική. Αναρτήθηκε 23 Δεκεμβρίου, 2021 από <https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/MED1029/Bioethics-Kostopoulos-2015.pdf>

Μήττα, Π. (1997). Το δικαίωμα ενημέρωσης του ασθενή. Θεσσαλονίκη: Σύλλογος Καρκινοπαθών Μακεδονίας - Θράκης

Παπαδοπούλου, Ε. (2015). Ειδικά θέματα Βιοηθική – Εφαρμοσμένη Ηθική. Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών

O' Neill, O.(2011). Αυτονομία και Εμπιστοσύνη στη Βιοηθική. Αθήνα: Αρσενίδης

Slob, M.,Raeymaekers, P.,Rondia, K. (2005). Διάλογος για τον εγκέφαλοκαι τη νόσηση- Αφορμές προβληματισμού και συζήτησης γύρω από τις επιστήμες του εγκεφάλου.

STOA (2012). Δημιουργώνταςτηντέλειαζωή - Προκλήσεις για την Ευρωπαϊκή Διακυβέρνηση στον τομέα της βιο-μηχανικής του 21ου αιώνα.Doi: 10.2861/13991

### Β. ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

Anumanchipalli, G. K., Chartier, J., & Chang, E. F. (2019). Speech synthesis from neural decoding of spoken sentences. Nature, 568(7753), 493-498.Dobrzański, L. A., Dobrzańska-Danikiewicz, A. D., & Dobrzański, L. B. (2021).

Assembly, U. G. (1948). Universal declaration of human rights. UN General Assembly, 302(2), 14-25.

Beauchamp TL. Methods and principles in biomedical ethics. Journal of Medical ethics. 2003 Oct 1;29(5):269-74.

British Neuroscience Association, .European Dana Alliance for the Brain. (2003). SCIENCE OF THE BRAIN AN INTRODUCTION FOR YOUNG STUDENTS. Retrieved 23 December, 2021 from [https://www.bna.org.uk/static/uploads/resources/BNA\\_English.pdf](https://www.bna.org.uk/static/uploads/resources/BNA_English.pdf)

Cabrera, L. Y., Kelly-Blake, K., & Sidiropoulos, C. (2020). Perspectives on deep brain stimulation and its earlier use for Parkinson's disease: A qualitative study of us patients. *Brain Sciences*, 10(1), 34.

Carter, A., Bell, E., Racine, E., & Hall, W. (2011). Ethical issues raised by proposals to treat addiction using deep brain stimulation. *Neuroethics*, 4, 129-142.

Carter, L. P., Weinand, M. E., & Oommen, K. J. (1993). Cerebral blood flow (CBF) monitoring in intensive care by thermal diffusion. *Monitoring of Cerebral Blood Flow and Metabolism in Intensive Care*, 43-46.

Chen, T., Mirzadeh, Z., Lambert, M., Gonzalez, O., Moran, A., Shetter, A. G., & Ponce, F. A. (2017). Cost of deep brain stimulation infection resulting in explantation. *Stereotactic and Functional Neurosurgery*, 95(2), 117-124.

Dadia, T., & Greenbaum, D. (2019). Neuralink: the ethical 'Rhythmic of Reading and Writing to the brain. *AJOB neuroscience*, 10(4), 187-189.

Danovitch, G.M., Chapman, J., Capron, A.M., Levin, A., Abbud-Filho, M., Al Mousawi, M., Bennett, W., Budiani-Saberi, D., Couser, W., Dittmer, I. and Jha, V., (2013). Organ trafficking and transplant tourism: the role of global professional ethical standards—the 2008 Declaration of Istanbul. *Transplantation*, 95(11), pp.1306-1312.

Desmoulin-Canselier, S. (2019). Patient's lived experience with DBS between medical research and care: some legal implications. *Medicine, Health Care and Philosophy*, 22(3), 375-386.

Dhanker, R., Hussain, T., Tyagi, P., Singh, K. J., & Kamble, S. S. (2021). The emerging trend of bio-engineering approaches for microbial nanomaterial synthesis and its applications. *Frontiers in Microbiology*, 12, 638003.

DiClemente, C. C., Schlundt, D., & Gemmell, L. (2004). Readiness and stages of change in addiction treatment. *American journal on addictions*, 13(2), 103-119.

Drobisz, D., & Damborská, A. (2019). Deep brain stimulation targets for treating depression. *Behavioural brain research*, 359, 266-273.

Dy, M. E., Chang, F. C., Jesus, S. D., Anselm, I., Mahant, N., Zeilman, P., ... & Waugh, J. L. (2016). Treatment of ADCY5-associated dystonia, chorea, and hyperkinetic disorders with deep brain stimulation: a multicenter case series. *Journal of Child Neurology*, 31(8), 1027-1035.

Filkowski, M. M., Mayberg, H. S., & Holtzheimer, P. E. (2016). Considering eligibility for studies of deep brain stimulation for treatment-resistant depression: insights from a clinical trial in unipolar and bipolar depression. *The journal of ECT*, 32(2), 122.

Focquaert, F. (2009). Bioethics and the Brain. *Philosophical Psychology*, 22(3), 397-401.

Garcia, J. L. (2020, July). Virtues and principles in biomedical ethics. In *The Journal of Medicine and Philosophy: A Forum for Bioethics and Philosophy of Medicine* (Vol. 45, No. 4-5, pp. 471-503). US: Oxford University Press.

Grant, R. A., Halpern, C. H., Baltuch, G. H., O'Reardon, J. P., & Caplan, A. (2014). Ethical considerations in deep brain stimulation for psychiatric illness. *Journal of Clinical Neuroscience*, 21(1), 1-5.

Hall, W., & Carter, A. (2011). Is deep brain stimulation a prospective "cure" for addiction?. *F1000 Medicine Reports*, 3.

Hariz, G. M., Lindberg, M., & Bergenheim, A. T. (2002). Impact of thalamic deep brain stimulation on disability and health-related quality of life in patients with essential tremor. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 72(1), 47-52.

Jabłonska, M. R. (2021). 5 Artificial Neuralin Network. *Data Science in Engineering and Management: Applications, New Developments, and Future Trends*, 49.

Kataria, A., Sharma, R., Sharma, S., Singh, B., Kaur, G., & Yakubu, C. M. (2021). Recent applications of bio-engineering principles to modulate the functionality of proteins in food systems. *Trends in Food Science & Technology*, 113, 54-65.

Khare, M., Singh, A. V., & Zamboni, P. (2014). Prospect of brain machine interface in motor disabilities: the future support for multiple sclerosis patient to improve quality of life. *Annals of medical and health sciences research*, 4(3), 305-312.

Kostick-Quenet, K., Kalwani, L., Koenig, B., Torgerson, L., Sanchez, C., Munoz, K., & Lazaro-Munoz, G. (2022). Researchers' ethical concerns about using adaptive deep brain stimulation for enhancement. *Frontiers in Human Neuroscience*, 16, 813922.

Lee, D. J., Lozano, C. S., Dallapiazza, R. F., & Lozano, A. M. (2019). Current and future directions of deep brain stimulation for neurological and psychiatric disorders: JNSPG 75th Anniversary Invited Review Article. *Journal of neurosurgery*, 131(2), 333-342.

Lewis, A., Koukoura, A., Tsianos, G. I., Gargavanis, A. A., Nielsen, A. A., & Vassiliadis, E. (2021). Organ donation in the US and Europe: The supply vs demand imbalance. *Transplantation Reviews*, 35(2), 100585.

Luigjes, J. V., Van Den Brink, W., Feenstra, M. V., Van Den Munckhof, P., Schuurman, P. R., Schippers, R., ... & Denys, D. (2012). Deep brain stimulation in addiction: a review of potential brain targets. *Molecular psychiatry*, 17(6), 572-583.

McMullen, D. P. (2018). Where to target? The precision medicine approach to brain stimulation. *Biological Psychiatry*, 84(1), e1-e2.

Moffat, S. (2017). Ethics of Biomedical Engineering: The Unanswered Questions. *Significances Bioeng. Biosci*, 1(1), 10-31031.

Monzon, J. E. (1999). Teaching ethical issues in biomedical engineering. *International Journal of Engineering Education*, 15(4), 276-281.

Muñoz, K. A., Kostick, K., Sanchez, C., Kalwani, L., Torgerson, L., Hsu, R., & Lázaro-Muñoz, G. (2020). Researcher perspectives on ethical considerations in adaptive deep brain stimulation trials. *Frontiers in Human Neuroscience*, 14, 578695.

Okun, M. S., & Foote, K. D. (2010). Parkinson's disease DBS: what, when, who and why? The time has come to tailor DBS targets. *Expert review of neurotherapeutics*, 10(12), 1847-1857.

Olaya, J. E., Christian, E., Ferman, D., Luc, Q., Krieger, M. D., Sanger, T. D., & Liker, M. A. (2013). Deep brain stimulation in children and young adults with secondary dystonia: the Children's Hospital Los Angeles experience. *Neurosurgical focus*, 35(5), E7.

Pycroft, L., Stein, J., & Aziz, T. (2018). Deep brain stimulation: An overview of history, methods, and future developments. *Brain and neuroscience advances*, 2, 2398212818816017.

Schneider, M., Vayena, E., & Blasimme, A. (2021). Digital bioethics: introducing new methods for the study of bioethical issues. *Journal of Medical Ethics*.

Synofzik, M., & Schlaepfer, T. E. (2011). Electrodes in the brain—ethical criteria for research and treatment with deep brain stimulation for neuropsychiatric disorders. *Brain Stimulation*, 4(1), 7-16.

Underwood, E., (2017). Brain implant trials spur ethical discussions. Vol 358, Issue 6364.

Vedam-Mai, V., Deisseroth, K., Giordano, J., Lazaro-Munoz, G., Chiong, W., Suthana, N., ... & Okun, M. S. (2021). Proceedings of the eighth annual deep brain stimulation think tank: advances in optogenetics, ethical issues affecting DBS research, neuromodulatory approaches for depression, adaptive neurostimulation, and emerging DBS technologies. *Frontiers in Human Neuroscience*, 15, 169.

Wagle Shukla, A., Zeilman, P., Fernandez, H., Bajwa, J. A., & Mehanna, R. (2017). DBS programming: an evolving approach for patients with Parkinson's disease. *Parkinson's Disease, 2017*. Synofzika, M., Schlaepfer, T. (2011). Electrodes in the brain Ethical criteria for research.

Wu, Y. (2021). Brain-Computer Interface-Progress and Prospects. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 271, p. 04027). EDP Sciences.

Zarzycki, M. Z., & Domitrz, I. (2020). Stimulation-induced side effects after deep brain stimulation—a systematic review. *Acta neuropsychiatrica*, 32(2), 57-64.