



ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ**

« Ο ρόλος της Νευροεκπαίδευσης στην διδασκτική της Πληροφορικής »

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αλσιώνα Ιμέρα

Επιβλέπων : Παναγιώτης Βλάμος

Καθηγητής Ιονίου Πανεπιστημίου

Κέρκυρα, Φεβρουάριος 2019



ΙΟΝΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΑ
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ

« Ο ρόλος της Νευροεκπαίδευσης στην διδασκτική της Πληροφορικής »

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Αλσιώνα Ιμέρα

Επιβλέπων : Παναγιώτης Βλάμος

Καθηγητής Ιονίου Πανεπιστημίου

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 8η Φεβρουαρίου 2019.

.....

Παναγιώτης Βλάμος

Καθηγητής Ιονίου Πανεπ.

.....

Κάτια Κερμανίδου

Καθηγητής Ιονίου Πανεπ.

.....

Θεμιστοκλής Έξαρχος

Καθηγητής Ιονίου Πανεπ.

Κέρκυρα, Φεβρουάριος 2019

(Υπογραφή)

.....

Αλσιώνα Ιμέρα

MSc. Τεχνολογίες Πληροφορικής και Πληροφοριακά Συστήματα

© 2019 – All rights reserved

Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια έχουμε παρατηρήσει την άνοδο ενός επιστημονικού τομέα που φέρνει κοντά νευροεπιστήμονες και εκπαιδευτικούς. Καθώς οι νέες τεχνολογίες όπως η χαρτογράφηση του εγκεφάλου και η σάρωση συνεχίζουν να προάγουν την κατανόηση του ανθρώπινου εγκεφάλου, ένας υποτομέας εμπειρογνομόνων εφαρμόζει τα ευρήματα αυτά στην τάξη.

Αντί να βασίζονται σε παραδοσιακές ή ατομικές υποθέσεις σχετικά με τη μάθηση, η εκπαίδευση αρχίζει να αντιμετωπίζεται περισσότερο σαν επιστήμη. Η νέα πειθαρχία, η νευροεκπαίδευση, χρησιμεύει στην εφαρμογή της επιστημονικής μεθόδου στο σχεδιασμό των προγραμμάτων σπουδών και στις στρατηγικές διδασκαλίας. Αυτό έρχεται με προσπάθειες για μια πιο αντικειμενική κατανόηση της μάθησης που βασίζεται σε αποδεικτικά στοιχεία.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να παρουσιάσει με απλό και κατανοητό τρόπο τις βασικές έννοιες της εκπαιδευτικής νευροεπιστήμης καθώς και την εφαρμογή της στον τομέα της πληροφορικής.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου κ. Παναγιώτη Βλάμο για την ευκαιρία, την συνεργασία και την καθοδήγησή που μου παρείχε καθώς και τους γονείς μου και τον αδερφό μου για την αγάπη τους, συναισθηματική, ηθική και οικονομική συμπαράσταση που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	5
Ευχαριστίες.....	6
1.1 Ο ανθρώπινος εγκέφαλος	11
1.1.1 Λειτουργίες του εγκεφάλου.	11
1.1.2 Δομή και Χαρακτηριστικά του εγκεφάλου	12
1.1.3 Νευρώνες και Νευρογλοιακά κύτταρα	14
1.1.4 Λειτουργία και ανάπτυξη του εγκεφάλου	15
1.2 Τεχνικές μελέτης της δομής και λειτουργίας του εγκεφάλου	16
1.2.1 Επεμβατικές Μέθοδοι	17
1.2.2 Μελέτες σε ζώα	18
1.2.3 Μη επεμβατικές τεχνικές απεικόνισης και μέτρησης	18
1.2.3.1 Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG).....	19
1.2.3.2 Φασματοσκοπία Εγγύς Υπερύθρου NIRS.....	24
1.2.3.3 Προκλητά δυναμικά ERP	24
1.2.3.4 Μαγνητική τομογραφία, MRI	27
1.2.3.5 Λειτουργική μαγνητική τομογραφία, f-MRI	28
1.3 Νευρομύθοι	29
1.3.1 Αριστερός εγκέφαλος εναντίον δεξιού εγκεφάλου.....	29
1.3.2 Η διατροφή κάνει τη διαφορά στη μάθηση	31
1.3.3 Τα ιχθυέλαια βελτιώνουν τη μάθηση	33
1.3.4 Η σωματική άσκηση ενισχύει τη μάθηση.....	34
1.3.5 Τα παιδιά έχουν διαφορετικό τρόπο μάθησης	35
1.3.6 Η εκμάθηση δύο γλωσσών προσφέρει ένα πλεονέκτημα στο σχολείο	36
1.3.7 Τα κορίτσια και τα αγόρια έχουν διαφορετικές γνωστικές ικανότητες.....	36
1.3.8 Τα βίαια βιντεοπαιχνίδια κάνουν τα παιδιά πιο βίαια	37
1.3.9 Χρησιμοποιούμε μόνο το 10% του εγκεφάλου μας	38
1.3.10 Τα καλά ξεκούραστα παιδιά είναι καλύτερα στο σχολείο	38
1.3.11 Μπορείτε να εκπαιδεύσετε τον εγκέφαλό σας με ψηφιακά μέσα	39
1.3.12 Τα παιδιά είναι καλύτερα στα μαθήματα εάν γεννηθούν το φθινόπωρο	40
1.3.13 Η Νοημοσύνη είναι σταθερή	42
2. Μεθοδολογία	42
3. Νευροεκπαίδευση.....	43
3.1 Πως η Νευροεκπαίδευση μπορεί να αλλάξει τη Μάθηση.....	46
3.2 Πλεονεκτήματα της μελέτης της νευρολογικής έρευνας.....	48
4.Νευροεπιστήμη και Τεχνολογία.....	50

4.1 Η τεχνολογία αλλάζει τον εγκέφαλο	50
4.2 Η εφαρμογή της πληροφορικής στη νευροεπιστήμη	51
4.3 Παραδείγματα Νευροπληροφορικής	52
4.3.1 <i>National Center for Biotechnology Information (NCBI)</i>	52
4.3.2 <i>Neuroscience Database Gateway (NDG)</i>	53
4.3.3 <i>Representative Human Brain Projects (HBP)</i>	54
4.3.4 <i>SenseLab</i>	55
4.3.5 <i>Brainmaps.org</i>	56
4.3.6 <i>The Van Essen lab</i>	57
4.3.7 <i>Laboratory of Neuro Imaging 2007</i>	57
4.4 Κατανόηση του εγκεφάλου μέσω της νευροπληροφορικής	58
4.5 Νευροτεχνολογία: Τρέχουσες εξελίξεις	61
4.5.1 <i>Πληροφορική στη νευρολογική φροντίδα</i>	65
4.5.2 <i>Πληροφορική στις νευροεκφυλιστικές ασθένειες</i>	66
4.6 Νευροεκπαίδευση: Ευρήματα	66
4.7 Συμπεράσματα	71
Βιβλιογραφία	76

1.Εισαγωγή στην Νευροεκπαίδευση

Καθημερινά δεχόμαστε πληθώρα πληροφοριών. Οι τηλεοράσεις, το ραδιόφωνο, τα περιοδικά, οι εφημερίδες, το διαδίκτυο, μας βομβαρδίζουν με παντός είδους πληροφορίες, που όσο και αν προσπάθουμε να τους αντισταθούμε, πάντα καταφέρνουν να μας επηρεάζουν. Όλοι μας λαμβάνουμε πληροφορίες για το περιβάλλον στο οποίο ζούμε, μέσω ποικίλων αισθητικών υποδοχέων.

Οι αισθητικοί υποδοχείς είναι μετατροπείς και μεταφορείς πληροφορίας, από τον φυσικό κόσμο, σε αυτόν του νού, όπου ερμηνεύεται η πληροφορία, δημιουργώντας μια εικόνα και αντίληψη του κόσμου. Οι πληροφορίες από τους υποδοχείς μετασχηματίζονται από τον εγκέφαλο σε αισθήσεις ή εντολές κίνησης, αλλά επίσης μπορούν να αποθηκευτούν και να ανακληθούν (μνήμη).

Ο εγκέφαλος είναι ένα πολύπλοκο όργανο το οποίο αποτελεί μέρος του Νευρικού Συστήματος, αποτελείται από δισεκατομμύρια νευρώνες. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος είναι από τις πιο πολύπλοκες και αινιγματικές δημιουργίες.

Τη δομή και τη λειτουργία του ανθρώπινου εγκέφαλου και του νευρικού συστήματος, εξετάζει το περίπλοκο και γρήγορα αναπτυσσόμενο πεδίο της Νευροεπιστήμης. Η έρευνα στον τομέα των νευροεπιστημών βασίζεται στην κυτταρική και μοριακή βιολογία, στην ανατομία και στη φυσιολογία, στην ανθρώπινη συμπεριφορά και στη γνωστική λειτουργία, προκειμένου να παράσχει πληροφορίες για το πώς λειτουργεί ο εγκέφαλος. Η νευροεπιστήμη είναι ο χώρος όπου η ψυχολογία συναντά την βιολογία για να κατανοήσουμε καλύτερα τις φυσικές, ψυχολογικές και νευρολογικές συνθήκες υγείας. Οι προσομοιώσεις υπολογιστών, η απεικόνιση και άλλα εργαλεία, δίνουν στους ερευνητές και τους ιατρικούς εμπειρογνώμονες νέα στοιχεία σχετικά με τη φυσική ανατομία του εγκεφάλου και τη σχέση του με το υπόλοιπο μυαλό και σώμα.

Η Νευροεπιστήμη ως πειθαρχία δεν υπήρχε μέχρι τα τέλη του 20^{ου} αιώνα. Προέκυψε ως αποτέλεσμα των προσπαθειών πολλών επιστημών που συνωμότησαν για να φωτίσουν τη δομή του νευρικού συστήματος, τον τρόπο επικοινωνίας μέσα σε αυτό, της σχέσης του με τα αντανακλαστικά και με την πιο σύνθετη συμπεριφορά, καθώς και με την αντιληπτική εμπειρία.

... Η νευροεπιστήμη είναι ένας νεολογισμός των τελευταίων χρόνων: ο όρος εισήχθη στη δεκαετία του 1960, από τον Αμερικανό επιστήμονα Francis Otto Schmitt, ως ένας όρος που υποδηλώνει μια διεπιστημονική ερευνητική ομάδα που ερευνούσε τη λειτουργία του εγκεφάλου. Χάρη στην ραγδαία πρόοδο των υπολογιστών, των υπολογιστικών μεθόδων, τις σύγχρονες τεχνικές απεικόνισης, ο ταχύς ρυθμός των εξελίξεων στη Νευροεπιστήμη είναι εκπληκτικός.

Μια από τις πιο σημαντικές λειτουργίες του εγκεφάλου, που ήρθε στην επιφάνεια χάρη στις νευροεπιστήμες, είναι η “πλαστικότητα του εγκεφάλου” που αναφέρεται στην ικανότητα του νευρικού συστήματος να αλλάζει τη δομή και τη λειτουργία του,

καθ'όλη τη διάρκεια της ζωής του,ως αντίδραση στην ποικιλομορφία του περιβάλλοντος. Είναι αυτή η ικανότητά του,που του επιτρέπει να “μαθαίνει”.

Τις τελευταίες δεκαετίες έχουμε δει την άνοδο ενός διεπιστημονικού τομέα που φέρνει κοντά νευροεπιστήμονες και εκπαιδευτικούς. Καθώς οι τεχνολογίες όπως η χαρτογράφηση του εγκεφάλου και η σάρωση συνεχίζουν να προάγουν την κατανόηση του ανθρώπινου εγκεφάλου, ένας υποτομέας εμπειρογνομόνων εφαρμόζει τα ευρήματα αυτά στην τάξη.

Αντί να βασίζονται σε παραδοσιακές ή ατομικές υποθέσεις σχετικά με τη μάθηση, η εκπαίδευση αρχίζει να αντιμετωπίζεται περισσότερο σαν επιστήμη. Η νέα πειθαρχία, η νευροεκπαίδευση, χρησιμεύει στην εφαρμογή της επιστημονικής μεθόδου στο σχεδιασμό των προγραμμάτων σπουδών και στις στρατηγικές διδασκαλίας. Αυτό έρχεται με προσπάθειες για μια πιο αντικειμενική κατανόηση της μάθησης που βασίζεται σε αποδεικτικά στοιχεία.

Είκοσι χρόνια πριν, στο "Education and the Brain: A Bridge Too Far "(1997), ο John Bruer προειδοποίησε ότι "πρέπει να είμαστε επιφυλακτικοί για τον ισχυρισμό ότι η νευροεπιστήμη έχει πολλά να μας διδάξει για την εκπαίδευση[1]. Ωστόσο, ακόμη και εκείνη τη στιγμή,πολλοί εκπαιδευτικοί ερευνητές διαφώνησαν με αυτήν την άποψη και υποστήριξαν ότι αγνοώντας πώς είναι δομημένος ο εγκέφαλος και το πώς λειτουργεί είναι ένα ορατό. λάθος . Ο ίδιος υποστήριξε ότι ήταν δυνατό να γεφυρωθεί το χάσμα μεταξύ νευροεπιστήμης και της γνωστικής επιστήμης, όπως και το χάσμα μεταξύ της γνωστικής επιστήμης και της εκπαίδευσης, αλλά το συνολικό χάσμα μεταξύ της νευροεπιστήμης και της εκπαίδευσης ήταν πολύ μεγάλο για να γεφυρωθεί, δεδομένου πως ήταν -όπως ο ίδιος τη χαρακτηρίζει- «μια γέφυρα υπερβολικά μακριά». Το σημαντικό σημείο είναι ότι υπάρχουν τουλάχιστον τρία ξεχωριστά επίπεδα[2]

Πιο συγκεκριμένα:

- Στο πρώτο επίπεδο, οι επιστήμονες ανησυχούν για την εσωτερική λειτουργία του εγκεφάλου. Αυτό είναι το επίπεδο της «νευροεπιστήμης» όπου διάφορες πτυχές της βιολογίας, της φυσιολογίας και της χημείας ασχολούνται με τη δομή, την οργάνωση και την ανάπτυξη του εγκεφάλου ως φυσικού οργανισμού.
- Το δεύτερο επίπεδο, αντιμετωπίζει τον εγκέφαλο ως ένα «μαύρο κουτί», μελετημένο εξωτερικά. Αυτό είναι το επίπεδο της «ψυχολογίας», ιδιαίτερα στην πειραματική και γνωστική μορφή της, και ενδιαφέρεται για το αντίκτυπο στη συμπεριφορά που έχουν διάφοροι τύποι ερεθισμάτων -που εφαρμόζονται μέσα σε καθορισμένο πλαίσιο.
- Στο τρίτο επίπεδο ασχολούμαστε με την πρακτική εφαρμογή της γνώσης για την ανθρώπινη συμπεριφορά για την προώθηση της αποτελεσματικής διδασκαλίας και μάθησης. Αυτό είναι το βασίλειο της "εκπαίδευσης"που είναι τόσο κοινωνική όσο και επιστημονική.

Η μελέτη του εγκεφάλου έχει χρησιμοποιήσει διάφορες μεθόδους ερευνών. Κάθε μέθοδος έχει τα δυνατά και τα αδύνατα σημεία της και παράγει αποτελέσματα, τα οποία πρέπει να ερμηνευτούν με προσοχή.

Για παράδειγμα:

1. Μελέτες πάνω σε αρουραίους έχουν δείξει ότι «εμπλουτισμένα» με ερεθίσματα περιβάλλοντα αυξάνουν την πυκνότητα των συνάψεων.
2. Μελέτες σε γάτες και μαϊμούδες αναφέρουν πως μερικές λειτουργίες υποβάλλονται σε «κρίσιμες περιόδους» για την ανάπτυξη τους.
3. Μελέτες τεχνικών απεικόνισης της ανάπτυξης του ανθρώπινου εγκεφάλου, έχουν δείξει ότι η ανάπτυξη συνεχίζεται μέχρι και το αρχικό-πρώιμο στάδιο της ενηλικίωσης.
4. Μελέτες τεχνικών απεικόνισης σε ενήλικες, έχουν δείξει συνεχή πλαστικότητα στον ενηλικιωμένο ανθρώπινο εγκέφαλο.

Ολοκληρώνοντας τη σύντομη εισαγωγή θα πρέπει να αναφερθούμε και στο γεγονός ότι υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός «νεύρο-μύθων» οι οποίοι χρειάζεται να κατατριφθούν. Αυτοί περιλαμβάνουν ιδέες όπως «δεξιοί και αριστεροί εγκέφαλοι», «κρίσιμες περιόδους» κατά την διάρκεια της πρώιμης ηλικίας καθώς και «εμπλουτισμένα περιβάλλοντα» για τα νεαρά παιδιά. Στη συνέχεια θα συζητήσουμε τι γνωρίζουμε για τον εγκέφαλο, πώς το γνωρίζουμε και τι έχουν να μας προτείνουν ορισμένες σημαντικές νευροεπιστημονικές μελέτες για τον εγκέφαλο και τη μάθηση. Κλείνοντας αυτή τη σύντομη εισαγωγή θα πρέπει να υπενθυμίσουμε πως πρέπει να είμαστε ιδιαίτερα προσεκτικοί κατά τη διάκριση μεταξύ της νευροεπιστήμης, της ψυχολογίας, και της εκπαίδευσης, καθώς και επιφυλακτικοί 6 για το πώς μπορούμε να ερμηνεύσουμε τα ευρήματα από τη μια επιστημονική περιοχή στην άλλη.

1.1 Ο ανθρώπινος εγκέφαλος

Μέσα στο κεφάλι μας, με βάρος περίπου 1.5 kg, βρίσκεται ένα εκπληκτικό, ζωντανό όργανο, που αποτελείται από δισεκατομμύρια μικροσκοπικά κύτταρα. Μας δίνει τη δυνατότητα να αισθανόμαστε τον κόσμο γύρω μας, να σκεφτόμαστε και να μιλάμε. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος είναι το πιο πολύπλοκο όργανο του σώματος και κατά κοινή ομολογία το πιο πολύπλοκο πράγμα στον κόσμο. Ο εγκέφαλος μας μπορεί να κάνει πολλά αλλά όχι τα πάντα. [3]

Το μυαλό αποτελεί μέρος του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος (ΚΝΣ) και είναι το πιο ογκώδες και γνωστό τμήμα του εγκεφάλου. Βρίσκεται στο μπροστινό και ανώτερο τμήμα της κρανιακής κοιλότητας και υπάρχει σε όλα τα σπονδυλωτά όντα. Μέσα στο κρανίο, ο εγκέφαλος πλέει σε ένα διαυγές υγρό που ονομάζεται εγκεφαλονωτιαίο υγρό, το οποίο επιτελεί λειτουργίες προστασίας, τόσο φυσικές όσο και ανοσολογικές.

1.1.1 Λειτουργίες του εγκεφάλου.

Ως ουσιαστικό τμήμα του εγκεφάλου και του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος (ΚΝΣ), το μυαλό θα μπορούσε να οριστεί ως ο υπεύθυνος για τη διαχείριση και τη ρύθμιση των περισσότερων λειτουργιών του σώματος και του νου.. Από ζωτικές λειτουργίες, όπως η αναπνοή ή η λειτουργία των καρδιακών παλμών, περνώντας στον

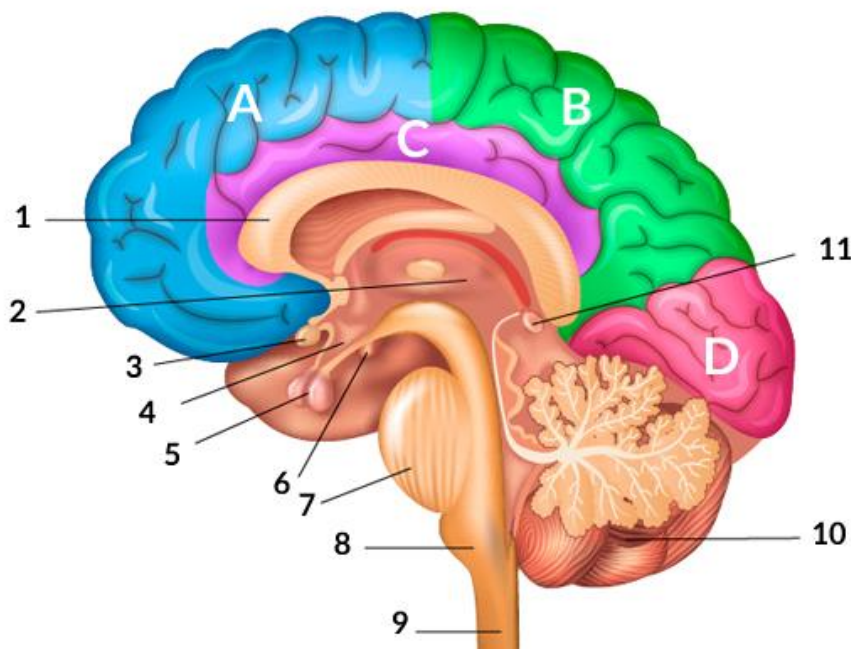
ύπνο, την πείνα ή τη δίψα, μέχρι και ανώτερες λειτουργίες, όπως η λογική, η μνήμη, η προσοχή, ο έλεγχος των συναισθημάτων και της συμπεριφοράς.[3]

Μερικές από τις λειτουργίες που πραγματοποιεί ο εγκέφαλος είναι:

- Ο έλεγχος ζωτικών λειτουργιών: Όπως ο έλεγχος της θερμοκρασίας, της αρτηριακής πίεσης, του καρδιακού ρυθμού, της αναπνοής, του ύπνου, του φαγητού.
- Λαμβάνει, επεξεργάζεται, ενσωματώνει και ερμηνεύει όλες τις πληροφορίες που παίρνει από τις αισθήσεις: Την όραση, την ακοή, τη γεύση και την οσμή.
- Ελέγχει τις κινήσεις που κάνουμε και τη στάση του σώματος: Περπάτημα, τρέξιμο, ομιλία, ορθοστασία.
- Είναι υπεύθυνος για τα συναισθήματά μας και τη συμπεριφορά μας.
- Μας επιτρέπει να σκεφτόμαστε, να συλλογίζομαστε, να νιώθουμε, να υπάρχουμε...
- Ελέγχει τις ανώτερες νοητικές λειτουργίες: Τη μνήμη, τη μάθηση, την αντίληψη, τις εκτελεστικές λειτουργίες...

*“Οι άνθρωποι πρέπει να γνωρίζουν ότι ο εγκέφαλος είναι αποκλειστικά υπεύθυνος για τις χαρές, τις απολαύσεις, το γέλιο και τη διασκέδαση, τη θλίψη, την απόγνωση και το θρήνο. Και χάρη στον εγκέφαλο, ειδικά, έχουμε αποκτήσει τη σοφία και τη γνώση και βλέπουμε, ακούμε και γνωρίζουμε τι είναι αηδιαστικό και τι είναι όμορφο, τι είναι κακό και τι είναι καλό, τι είναι γλυκό και τι άγευστο... Και χάρη σε αυτό το όργανο τρελαινόμαστε και παραληρούμε και οι φόβοι και οι τρόμοι μας επιτίθενται... Πρέπει να ανεχόμαστε όλα αυτά, όταν ο εγκέφαλος δεν είναι υγιής ... Και υπό αυτή την έννοια είμαι της γνώμης ότι η εσωτερική άσκηση του ανθρώπου είναι η μεγαλύτερη δύναμη”*Ιπποκράτης (s.IV aC) Περί ιερής νόσου.

1.1.2 Δομή και Χαρακτηριστικά του εγκεφάλου



Σχήμα 1-1 Ο ανθρώπινος εγκέφαλος (Πηγή :www.cognifit.com)

Όλα τα σπονδυλωτά ζώα έχουν εγκέφαλο, και αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη:

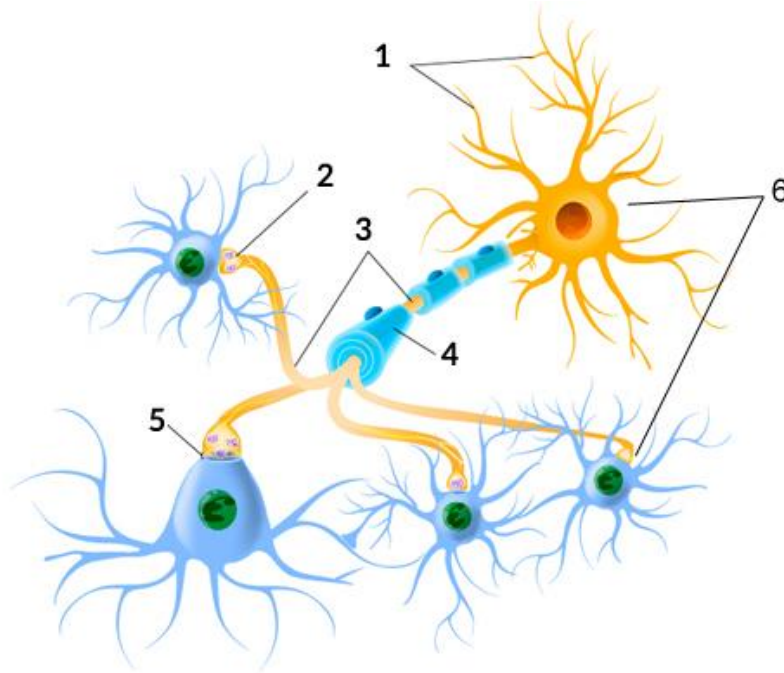
- **Ο εγκέφαλος**, αποτελείται από φλοιώδεις και υποφλοιώδεις δομές. Οι φλοιώδεις δομές ή εγκεφαλικός φλοιός διαιρούνται σε διαφορετικούς λοβούς: μετωπικός (Α),

βρεγματικός (B), κροταφικός(C), ινιακός (D), χρονικός και νήσος του Reil (αυτά τα δύο είναι κρυμμένες στην εικόνα). Επιπλέον, αυτοί οι λοβοί χωρίζονται στη μέση σε δύο ημισφαίρια: το δεξί και το αριστερό. Οι υποφλοιώδεις δομές αναφέρονται σε εκείνες που είναι κάτω από τον εγκεφαλικό φλοιό, όπως ο μεσολόβιος (1) που συνδέει τα δύο ημισφαίρια, ο θάλαμος (2), τα βασικά γάγγλια, η αμυγδαλή, ο ιππόκαμπος και οι θηλοειδούς προεξοχής φορείς (6). Ο εγκέφαλος είναι υπεύθυνος για την ενσωμάτωση όλων των πληροφοριών που λαμβάνονται από τα αισθητήρια όργανα και οργανώνουν μια απάντηση. Ελέγχει τις κινητικές λειτουργίες, τις συναισθηματικές και όλες τις ανώτερες γνωστικές λειτουργίες: τον συλλογισμό, την συναισθηματική έκφραση, τη μνήμη, τη μάθηση...

- **Παρεγκεφαλίτιδα(10):** Είναι το δεύτερο μεγαλύτερο όργανο του εγκεφάλου και εμπλέκεται στον ορθοστατικό έλεγχο και την κυκλοφορία κυρίως, αλλά εκτελεί επίσης ορισμένες γνωστικές λειτουργίες.
- **Υποθάλαμος(4)** και < strong> υπόφυση (5), υπεύθυνοι για τις σπλαχνικές λειτουργίες όπως η ρύθμιση της θερμοκρασίας του σώματος και βασικές συμπεριφορές όπως η διατροφή, η σεξουαλική απόκριση, η αναζήτηση ευχαρίστησης, η επιθετική απόκριση...
- **Η επίφυση (11):** είναι υπεύθυνη (μεταξύ άλλων σπλαχνικών λειτουργίες) για το συγχρονισμό της απελευθέρωσης της μελατονίνης ορμόνης και τη ρύθμιση του ύπνου/εγρήγορσης, για το οποίο συντονίζεται με το οπτικό χίασμα (3).
- **Το εγκεφαλικό στέλεχος:** αποτελείται από το νωτιαίο μυελό (9), το μυελό(8), την προεξοχή (7) και τον μεσεγκέφαλο. Το εγκεφαλικό στέλεχος ελέγχει τις αυτόματες λειτουργίες, όπως η πίεση του αίματος ή ο καρδιακός ρυθμός, τις κινήσεις των άκρων και τις σπλαχνικές λειτουργίες, όπως η πέψη ή η ούρηση.

Στον ανθρώπινο εγκέφαλο, ο εγκεφαλικός φλοιός είναι ένας από τους πιο προηγμένους και πολύπλοκους που υπάρχουν. Όχι μόνο έχει το μεγαλύτερο μέγεθος από άλλα είδη, αλλά επίσης τυλίγεται και διπλώνει γύρω από τον εαυτό του περισσότερες φορές σχηματίζοντας αύλακες που δίνουν αυτήν την τόσο χαρακτηριστική τσαλακωμένη εμφάνιση. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος ζυγίζει περίπου 1.4-1.5 κιλά και ο όγκος του είναι περίπου 1130 cc στις γυναίκες και 1260 cc στους άνδρες. Ο εγκέφαλος καλύπτεται από μεμβράνες, που ονομάζονται μήνιγγες, οι οποίες το προστατεύουν από χτυπήματα στο κρανίο. Για μεγαλύτερη προστασία ο εγκέφαλος «επιπλέει» στο εγκεφαλονωτιαίο υγρό. Εκτιμάται ότι ο ανθρώπινος εγκέφαλος αποτελείται από περισσότερα από 100 τρισεκατομμύρια νευρικά κύτταρα, νευρογλοιακά κύτταρα και νευρώνες.

1.1.3 Νευρώνες και Νευρογλοιακά κύτταρα



Σχήμα 1-2 Σχηματική αναπαράσταση νευρώνων (Πηγή :www.cognifit.com)

Οι νευρώνες είναι εξειδικευμένα κύτταρα για τη λήψη, την επεξεργασία και την μετάδοση πληροφοριών. Το κάνουν αυτό μέσω ηλεκτροχημικών σημάτων (νευρικές ωθήσεις) που ονομάζονται δυναμικό δράσης. Οι νευρώνες σχηματίζονται από τρία μέρη:

- **Σώμα (6):** είναι το κύριο τμήμα του κυττάρου, που περιέχει τον πυρήνα (με το DNA), το ενδοπλασματικό δίκτυο και τα ριβοσώματα (παράγουν πρωτεΐνες) και τα μιτοχόνδρια (παράγουν ενέργεια). Στο σώμα πραγματοποιούνται οι περισσότερες μεταβολικές λειτουργίες του κυττάρου. Αν το σώμα πεθαίνει, το κύτταρο πεθαίνει.
- **Νευράξονες (3)** είναι μια επέκταση που βγαίνει από το κυτταρικό σώμα, είναι ένα είδος "καλωδίου", στο τέλος του οποίου τα τερματικά υπάρχουν τερματικά κουμπιά(2) που είναι συναπτικά σημεία επαφής (5), μέσω των οποίων μεταδίδεται η ώθηση νεύρων (προσυναπτικό στοιχείο). Το μήκος των αξόνων μπορεί να ποικίλει σημαντικά από νευρώνα σε νευρώνα: υπάρχουν από πολύ μικρούς (μικρότεροι από 1 mm) μέχρι και μακρύτερους (πάνω από ένα μέτρο, οι οποίοι είναι συνήθως από περιφερειακά νεύρα όπως αυτά των κινητικών νευρώνων). Μερικοί νευράξονες (ιδιαίτερα εκείνοι των κινητικών και αισθητικών νευρώνων) καλύπτονται από ένα στρώμα μυελίνης (4), το οποίο επισπεύδει και διευκολύνει τη μετάδοση των πληροφοριών. Όσο περισσότερη μυελίνη περιέχει ο άξονας, τόσο πιο δύσκολα θα φτάσει το νευρικό ερέθισμα. Οι νευρώνες που έχουν περισσότερη μυελίνη είναι πιο απομακρυσμένοι (αισθητικοί και κινητικοί νευρώνες) που είναι όπου οι πληροφορίες πρέπει να ταξιδέψουν σε μεγαλύτερες διαδρομές.
- **Δενδρίτες (1)** είναι κάποιες νευρικές απολήξεις που βγαίνουν από το κυτταρικό σώμα και διακλαδίζονται με τη μορφή ενός δέντρου. Οι δενδρίτες είναι το κύριο συστατικό της λήψης πληροφοριών (μετασυναπτικό στοιχείο) και είναι αυτοί που επιτρέπουν την επικοινωνία μεταξύ δύο νευρώνων.

Οι σημαντικότεροι τύποι νευρώνων είναι οι εξής:

1. Οι **αισθητήριοι νευρώνες** : συμμετέχουν στη λήψη ερεθισμάτων από το περιβάλλον, μεταφέροντας τις πληροφορίες από τα αισθητήρια όργανα στο κεντρικό νευρικό σύστημα.
2. Οι **ενδιάμεσοι ή συνδεδεικτοί νευρώνες**: στο εσωτερικό του κεντρικού συστήματος, ενσωματώνουν τις πληροφορίες που παρέχουν οι αισθητήριοι νευρώνες και τις μεταδίδουν στους κινητικούς νευρώνες.
3. Οι **κινητήριοι νευρώνες** : μεταφέρουν τα μηνύματα στα δραστικά κύτταρα.

Σύμφωνα με τον αριθμό, το μήκος και τις διακλαδώσεις που έχουν, υπάρχουν οι:

1. **Μονόπολοι** καλύτερα με μία αποφυάδα που είναι πολύ κοντή και χωρίζεται σε δύο κλάδους από τους οποίους ο ένας από τους δύο θα λειτουργήσει ως δενδρίτης.
2. **Δίπολοι νευρώνες** με σώμα από το οποίο εκφύονται ένας άξονας και ένας δενδρίτης από αντίθετους πόλους.
3. **Πολύπολοι νευρώνες** με έναν μόνο άξονα και πολλούς δενδρίτες. (οι περισσότεροι νευρώνες)

Τα Νευρογλοιακά Κύτταρα βρίσκονται σε αφθονία στο ΚΝΣ. Έχουν την ικανότητα να διαιρούνται στον ενήλικα εγκέφαλο (νευρογένεση) και η παρουσία τους είναι απαραίτητη για τη σωστή λειτουργία του εγκεφάλου. Αποτελούν την κύρια δομική υποστήριξη για τους νευρώνες, επενδύουν τους άξονές τους με μυελίνη για μία καλύτερη συναπτική διαβίβαση, παίζουν ρόλο στην διατροφική συνεισφορά του κυττάρου, εμπλέκονται στους μηχανισμούς της νευρικής αναγέννησης και επισκευής, στους μηχανισμούς της ανοσοποίησης, στη διατήρηση του αιματοεγκεφαλικού φραγμού, κλπ. Υπάρχουν διάφοροι τύποι νευρογλοιακών κυττάρων, μεταξύ αυτών τα αστροκύτταρα, τα ολιγοδενδροκύτταρα και τα μικρογλοία. Και στο περιφερικό νευρικό σύστημα τα κύτταρα Schwann, τα δορυφορικά και τα μακροφάγα:

- Η **φαιά ουσία** του εγκεφάλου αντιστοιχεί κυρίως στα κυτταρικά σώματα και στους δενδρίτες των νευρώνων.
- Η **λευκή ουσία** είναι η περιοχή όπου υπερσχύουν οι άξονες των νευρώνων. Φαίνεται από αυτό το πιο λευκωπό χρώμα της επίστρωσης μυελίνης που οι περισσότεροι από αυτούς φέρουν.

1.1.4 Λειτουργία και ανάπτυξη του εγκεφάλου

Ο εγκέφαλος λειτουργεί μέσω της διαβίβασης των πληροφοριών μεταξύ των νευρώνων (ή άλλων κυττάρων-δεκτών ή τελεστών) μέσω ηλεκτροχημικών ερεθισμάτων. Αυτή η μετάδοση πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια των συνάψεων. Κατά τη σύναψη οι νευρώνες και τα κύτταρα έρχονται σε επαφή και μέσω χημικών λήψεων και ηλεκτρικών ωθήσεων ανταλλάσσουν νευροδιαβιβαστές που είναι υπεύθυνοι για τη διέγερση ή την αναστολή της δράσης του άλλου κυττάρου. τα τερματικά πλίκτρα των αξόνων είναι τα στοιχεία της προσυναπτικής νευρωνικής επικοινωνίας, με τα οποία οι νευρώνες επικοινωνούν με τους δενδρίτες, το κυτταρικό σώμα ή ακόμα και έναν άλλο άξονα.

Όλη αυτή η μετάδοση των πληροφοριών μέσω των νευρώνων γίνεται σε χιλιοστά του δευτερολέπτου. Παράλληλα συμβαίνουν εκατοντάδες συνδέσεις που μας επιτρέπουν να αντιλαμβανόμαστε, να κατανοούμε και να ανταποκρινόμαστε επαρκώς στον κόσμο. Λαμβάνουμε χιλιάδες εισόδους και δημιουργούμε χιλιάδες εξόδους σε

δευτερόλεπτα και όλα λειτουργούν με την ακρίβεια ενός ελβετικού ρολογιού. Μπορούμε να φανταστούμε τον εγκέφαλο ως μία μεγάλη καλωδίωση που συνδέεται με όλο το σώμα και με τον ίδιο τον εγκέφαλο .

Η ανάπτυξη του ανθρώπινου εγκεφάλου ξεκινάει από το εμβρυακό στάδιο και τελειώνει στο νεανικό στάδιο.

Από 0-12 μήνες: Τα μωρά έχουν αναπτύξει μόνο το νωτιαίο μυελό και το εγκεφαλικό στέλεχος, έτσι ώστε ανταποκρίνονται μόνο σε ερεθίσματα και στις βασικές λειτουργίες επιβίωσης, όπως τον ύπνο, το φαγητό ή το κλάμα. Καθώς σχετίζονται με το περιβάλλον τους, δημιουργούν νέες συνδέσεις και μαθαίνουν γρήγορα πράγματα, όπως να κατευθύνουν το βλέμμα, να επαναλαμβάνουν σύμφωνα, να κατανοούν τη γλώσσα...

Στα 3 έτη: ο εγκέφαλός τους καταλαμβάνει ήδη σχεδόν το 80% του μεγέθους που θα έχουν ως ενήλικες, και το μεταχυσιακό σύστημα και ο εγκεφαλικός φλοιός έχουν αναπτυχθεί καλά. Αυτό τους επιτρέπει να εκφράσουν και να αναγνωρίσουν συναισθήματα, να παίζουν, να αρχίσουν να δηγιούνται και να ομιλούν. Γι' αυτό, θεωρείται ότι μέχρι αυτή την ηλικία, ο εγκέφαλος έχει τη μέγιστη ικανότητα σε εγκεφαλική πλαστικότητα, σε σημείο που, αν μια περιοχή υποστεί βλάβη, πιθανώς μία άλλη θα μπορούσε να αναλάβει τη λειτουργικότητα της (μιας και ακόμη δεν είναι εξειδικευμένη σε όλα).

Ο εγκέφαλος δεν σταματάει να αναπτύσσεται μέχρι να περάσει το νεανικό στάδιο. Ωστόσο, παρόλο που η ωρίμανση του εγκεφάλου σταματάει στη νεότητα, εξακολουθούν να προκαλούνται διαδικασίες στον εγκέφαλο από τη *νευρογένεση* (δημιουργία νέων νευρώνων) και μπορεί να δημιουργηθούν νέες συνδέσεις στον εγκέφαλο μέσω της προπόνησης και της ενίσχυσης των νευρωνικών συνδέσεων.

1.2 Τεχνικές μελέτης της δομής και λειτουργίας του εγκεφάλου

Αυτή η ενότητα εξετάζει μερικές από τις τεχνικές που έχουν χρησιμοποιηθεί για τη μελέτη της δομής και της λειτουργίας του εγκεφάλου, καθώς και διάφορες επιστημονικές μελέτες.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι με τους οποίους οι επιστήμονες έχουν μελετήσει τον εγκέφαλο. Οι κυριότερες τεχνικές είναι:

- Εμεμβατικές τεχνικές
- Μη επεμβατικές τεχνικές απεικόνισης και μέτρησης
- Μελέτες σε ζώα

Τα τελευταία χρόνια έχει διατεθεί ένα ευρύ φάσμα πειραματικών μεθόδων για να προωθήσει την κατανόηση της δομής και της λειτουργίας του ανθρώπινου εγκεφάλου.

1.2.1 Επεμβατικές Μέθοδοι

Είναι μια ιατρική, διαγνωστική ή θεραπευτική διαδικασία η οποία απαιτεί την είσοδο μιας σωματικής κοιλότητας ή τη διακοπή των φυσιολογικών λειτουργιών του σώματος. Άμεση τεχνική για την παρατήρηση και μελέτη του εγκεφάλου, μέσω της αυτοψίας και της χειρουργικής επέμβασης του εγκεφάλου. Αυτή η τεχνική προσφέρει άμεση πρόσβαση στο αντικείμενο μελέτης, όμως έχει περιορισμένη χρήση. Οι τεχνικές αυτές έχουν επιτρέψει στους επιστήμονες να μελετήσουν τις επιπτώσεις των χειρουργικών επεμβάσεων, σε εγκεφαλικές παρεμβάσεις, ή βλάβες του εγκεφάλου από τραυματισμό ή ασθένεια[4].

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Ασφάλεια - λιγότερο τραύμα στο σώμα και πολύ λιγότερη απώλεια αίματος	Μπορεί να είναι χρονοβόρα για τον ασθενή και τον χειρουργό
Λιγότερος φόβος	Μεγάλη ανάκαμψη, κάποιος ασθενής μπορεί να είναι τυχερός να αρχίσει να αισθάνεται ανακτημένος από 6 έως 8 εβδομάδες, αλλά άλλοι περισσότερο.
Δεν χρειάζεται να παραμείνετε στο νοσοκομείο πολύ καιρό - οι περισσότεροι ασθενείς παίρνουν εξιτήριο μέσα σε 24 ώρες.	Υψηλός κίνδυνος μόλυνσης
Πιο ακριβής	Εκτός από την εύρεση άλλων ζημιωμένων περιοχών μπορεί να προκαλέσετε μεγαλύτερη βλάβη σε αυτήν την περιοχή ή ακόμα και να έχουν υποστεί ζημιά.
Όταν κάνετε τη χειρουργική επέμβαση, μπορεί να βρείτε και άλλες πληγείσες περιοχές και να είστε σε θέση να την αφαιρέσετε ή να την θεραπεύσετε	Πολύ ακριβό

Οι νευροεπιστήμονες οι οποίοι έχουν μελετήσει τις επιπτώσεις των βλαβών του εγκεφάλου στη γνωστική λειτουργία, έχουν συνδέσει τις βλάβες σε συγκεκριμένες περιοχές με συγκεκριμένες γνωστικές λειτουργίες. Αυτή η προσέγγιση έχει πολλές επιτυχίες, αλλά και πολλούς περιορισμούς. Δε μπορούμε να στηριχτούμε στην απλή υπόθεση ότι η απώλεια μιας λειτουργίας, λόγω βλάβης σε μία περιοχή του εγκεφάλου, αντιπροσωπεύει τη φυσιολογική λειτουργία αυτής της περιοχής. Είναι επίσης πιθανό, εγκεφαλικές περιοχές που δεν έχουν υποστεί βλάβη, να μπορούν να αναλάβουν κάποιες λειτουργίες, που υπό φυσιολογικές συνθήκες εκτελούνται από την κατεστραμμένη περιοχή. Τέλος, ελάχιστες παθολογικές βλάβες περιορίζονται σε μία μόνο συγκεκριμένη λειτουργική περιοχή.

1.2.2 Μελέτες σε ζώα

Μια ποικιλία πειραματικών τεχνικών, που δεν θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στον άνθρωπο, έχουν χρησιμοποιηθεί σε ζώα για να μελετήσουν τη λειτουργία του εγκεφάλου[5] . Για παράδειγμα, υπάρχουν χειρουργικές τεχνικές όπως:

- Η τομή ή η αφαίρεση τμημάτων του εγκεφάλου των ζώων σε συγκεκριμένες θέσεις για να παρατηρηθούν απώλειες της λειτουργίας και η μεταμόσχευση εγκεφαλικών ιστών σε ζωικά έμβρυα για να διαπιστωθεί εάν οι μεταμοσχευμένοι ιστοί πραγματοποιούν κατάλληλες νευρικές συνδέσεις.
- Επιπλέον, υπάρχει η προσέγγιση της εισαγωγής ουσιών (π.χ. ορμονών) στον εγκέφαλο των ζώων για να δουν την επίδραση στη μάθηση ή στη μορφολογία του εγκεφάλου.
- Τρίτον, υπάρχει η τεχνική της μείωσης της θερμοκρασίας των τμημάτων των ζωικών εγκεφάλων για την παραγωγή προσωρινών αναπηριών.
- Τέταρτον, υπάρχει εγγραφή μίας μονάδας η οποία περιλαμβάνει την εισαγωγή ενός μικροηλεκτροδίου στον εγκέφαλο για την καταγραφή τοπικών εξωκυττάρων δυναμικών.

Τέλος, υπάρχουν μελέτες περιβαλλοντικού εμπλουτισμού στις οποίες τα ζώα εκτρέφονται σε διαφορετικά περιβάλλοντα για να δουν την επίδραση που αυτό θα έχει στη νευρωνική ανάπτυξη και τη συναπτογένεση στον εγκέφαλο.

Το κύριο πλεονέκτημα όλων αυτών των προσεγγίσεων είναι ότι οι ερευνητές μπορούν να χειριστούν με ακρίβεια ή να παρακολουθήσουν προσεκτικά μόνο τις περιοχές του εγκεφάλου που μας ενδιαφέρουν. Οι μελέτες πάνω στα ζώα έχουν αποδείξει ότι :

- Οι συμπεριφορές των ζώων είναι λιγότερο ευέλικτες από τις συμπεριφορές των ανθρώπων.
- Οι άνθρωποι διαθέτουν δεξιότητες υψηλότερης τάξης που τα ζώα στερούνται (π.χ. ανάγνωση).
- Οι θέσεις ορισμένων διαδικασιών διαφέρουν σε ζώα και ανθρώπους(π.χ. αρουραίοι και άνθρωποι χρησιμοποιούν διαφορετικά μέρη του εγκεφάλου για τη μνήμη).
- Οι διεργασίες ωρίμανσης εγκεφάλου διαφέρουν μεταξύ των ειδών.

Συνοψίζοντας λοιπόν, κάθε μία από τις προσεγγίσεις έχει τα πλεονεκτήματα και τις αδυναμίες της. Προκειμένου να αποφευχθούν ακατάλληλα συμπεράσματα σχετικά με τις σχέσεις δομής-λειτουργίας, είναι σημαντικό να αναγνωριστούν οι περιορισμοί όλων αυτών των προσεγγίσεων και να αποφευχθεί η χρήση των αποδεικτικών στοιχείων μιας ενιαίας προσέγγισης ως μονοσήμαντης υποστήριξης για συγκεκριμένη αξίωση.

1.2.3 Μη επεμβατικές τεχνικές απεικόνισης και μέτρησης

Η μη επεμβατική απεικόνιση δημιουργεί μια οπτική αναπαράσταση της εσωτερικής δομής ή και λειτουργίας ενός (εν ζωή) οργανισμού με βάση έμμεση πληροφορία που προκύπτει ως αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης κάποιας μορφής ακτινοβολίας με την ύλη. Η εικόνα που προκύπτει είναι η απεικόνιση της τρισδιάστατης κατανομής μιας

συγκεκριμένης ιδιότητας των ιστών. Ανάλογα με την απεικονιστική μέθοδο και το φαινόμενο αλληλεπίδρασης στο οποίο βασίζεται, είναι δυνατό να έχουμε πληροφορία για την ανατομία, τη λειτουργία, ακόμα και το μεταβολισμό συγκεκριμένων δομών μέσα στον οργανισμό.

Η έρευνα για τον προσδιορισμό των παραμέτρων που συνδέονται με τη λειτουργία του εγκεφάλου έχει γίνει αποδεκτή τον τελευταίο αιώνα. Στις αρχές του 19ου αιώνα ο Gall και ο Spurzheim εκδιώχθηκαν από την επιστημονική κοινότητα για την τότε λεγόμενη επιστήμη της φρενολογίας. Τότε δήλωσαν ότι υπάρχουν 27 ξεχωριστά όργανα στον εγκέφαλο τα οποία ελέγχουν διάφορες ηθικές, σεξουαλικές και διανοητικές ιδιότητες. Το πόσο σημαντικό ήταν το καθένα, για κάθε άτομο ξεχωριστά, καθοριζόταν από τα εξογκώματα στο κρανίο. [6]

Οι περισσότερες πληροφορίες για τον ανθρώπινο εγκέφαλο προέρχονταν από άτομα που είχαν μεγάλες κακώσεις στο κεφάλι ή που έπασχαν από διάφορες διανοητικές διαταραχές[7]. Μελετώντας το μέγεθος του τραυματισμού και την φύση της απώλειας κάποιας λειτουργίας, μπορούσαν να εξάγουν αποτελέσματα για το ποιες περιοχές του εγκεφάλου είναι υπεύθυνες για συγκεκριμένες λειτουργίες. Υπήρχαν περιπτώσεις που ασθενείς με σοβαρές νευρολογικές διαταραχές,θεραπεύονταν αφαιρώντας κάποια περιοχή από τον εγκέφαλο τους.[8]

Μερικές τεχνικές μετρούν την ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου κι άλλες μετρούν την ροή του αίματος μέσα στον εγκέφαλο, με την υπόθεση ότι η αυξημένη δραστηριότητα απαιτεί την αύξηση της ροής του αίματος. Μερικές τεχνικές μπορούν να μετρήσουν τις αλλαγές που συμβαίνουν μέσα σε λίγα μόλις δευτερόλεπτα, ενώ άλλες μπορούν να εντοπίσουν αλλαγές με ακρίβεια χιλιοστού.

Με την ανάπτυξη των τεχνικών απεικόνισης με Υπολογιστική Τομογραφία(CT) και την απεικόνιση με Μαγνητικό Συντονισμό (MRI), μπορούσε να προσδιοριστεί καλύτερα η πάσχουσα περιοχή στους ασθενείς με εγκεφαλικούς τραυματισμούς. Οι μετρήσεις από τα ηλεκτρικά σήματα στο δέρμα του κρανίου που προέρχονται από την ενεργοποίηση νευρώνων σε εξωτερικά ερεθίσματα, με την καταγραφή των Εγκεφαλικών Προκλητών δυναμικών και του Ηλεκτροεγκεφαλογράφηματος (EEG) άνοιξε νέους δρόμους για τη μελέτη εγκεφαλικής λειτουργίας στα φυσιολογικά άτομα. Ωστόσο ήταν η έλευση της μεθόδου λειτουργικής Απεικόνισης της Τομογραφίας Εκπομπής Ποζιτρονίων (PET), της Τομογραφίας Μονοφωτονικής Εκπομπής (SPECT), της λειτουργικής Απεικόνισης Μαγνητικού Συντονισμού (fMRI) και του Μαγνητικού Εγκεφαλογράφηματος (MEG) που οδήγησαν στη νέα εποχή μελέτης της εγκεφαλικής λειτουργίας. Μια σχετικά νέα μέθοδος λειτουργικής απεικόνισης εγκεφάλου, η οποία γνωρίζει ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια είναι η Φασματοσκοπία Εγγύς Υπερύθρου (NIRS).

1.2.3.1 Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG)

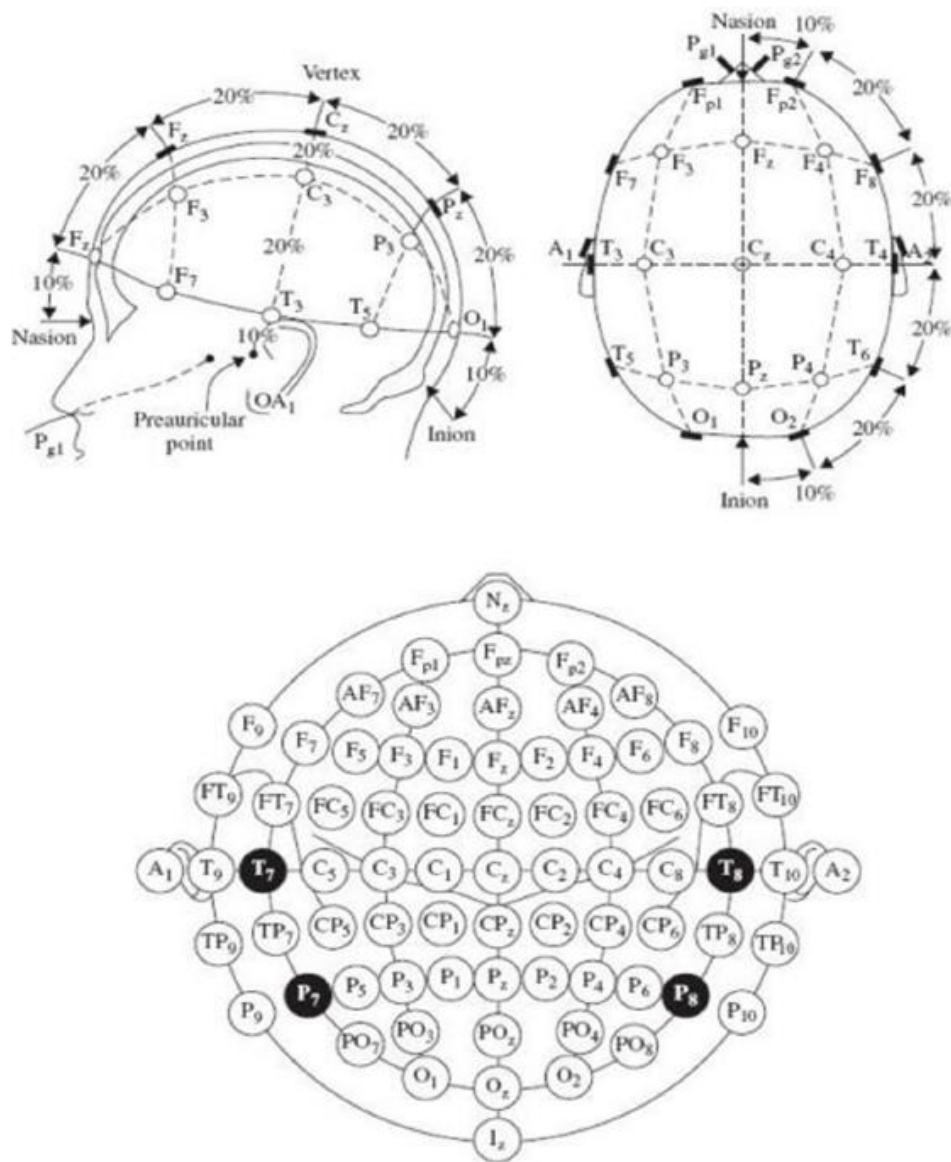
Η πρώτη καταγραφή του ηλεκτρικού πεδίου του ανθρώπινου εγκεφάλου, έγινε το 1924 από τον Γερμανό ψυχίατρο H.Berger, ο οποίος έδωσε στην καταγραφή αυτή το όνομα Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (**EEG**)[9]. Ένα ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (EEG) είναι μια δοκιμασία που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της ηλεκτρικής δραστηριότητας στον εγκέφαλο. Τα κύτταρα του εγκεφάλου επικοινωνούν μεταξύ

τους μέσω ηλεκτρικών παλμών. Ένα EEG μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση πιθανών προβλημάτων που σχετίζονται με αυτή τη δραστηριότητα.

Ένα EEG παρακολουθεί και καταγράφει μοτίβα εγκεφαλικών κυμάτων. Μικροί επίπεδοι μεταλλικοί δίσκοι που ονομάζονται ηλεκτρόδια τοποθετούνται στο τριχωτό της κεφαλής με σύρματα. Τα ηλεκτρόδια αναλύουν τις ηλεκτρικές παλμώσεις στον εγκέφαλο και στέλνουν σήματα σε έναν υπολογιστή που καταγράφει τα αποτελέσματα. Οι ηλεκτρικοί παλμοί σε μια εγγραφή EEG μοιάζουν με κυματιστές γραμμές με κορυφές και κοιλάδες. Αυτές οι γραμμές επιτρέπουν στους γιατρούς να αξιολογήσουν γρήγορα αν υπάρχουν μη φυσιολογικά πρότυπα. Οποιοσδήποτε ανωμαλίες μπορεί να είναι σημάδι επιληπτικών κρίσεων ή άλλων εγκεφαλικών διαταραχών[10]. Η παρεμβολή μεταξύ του ηλεκτροδίου και του εγκεφάλου ενός στρώματος πάχους 2-3 cm (δέρμα, κρανίο, σκληρά μήνιγγα) εξασθενεί το σήμα κατά 10 τουλάχιστον φορές. Είναι απαραίτητη η ενίσχυση των σημάτων αυτών για καλύτερη απεικόνιση καθώς και η πυκνότερη κάλυψη του κεφαλιού με απαγωγή ηλεκτρόδια για μεγαλύτερη ακρίβεια και εποπτεία της εγκεφαλικής λειτουργίας[11].

Το πρώτο στάδιο λήψης και επεξεργασίας των σημάτων του EEG ξεκινάει από τα ηλεκτρόδια τα οποία τοποθετούνται πάνω στο κεφάλι. Τα ηλεκτρόδια είναι αισθητήρες, που μετατρέπουν το ρεύμα ιόντων στο εσωτερικό του κρανίου σε ρεύμα ηλεκτρονίων μέσα στο καλώδιο, το οποίο οδηγεί το ρεύμα αυτό σε επόμενα στάδια επεξεργασίας. Η επαφή των ηλεκτροδίων με το δέρμα γίνεται μέσω μιας κολλώδους ουσίας ή μέσω ενός μικρού δακτυλιδιού, που από τη μια πλευρά προσκολλάται στο δέρμα και από την άλλη στο κυρίως ηλεκτρόδιο.

Στα σημεία όπου τοποθετούνται τα ηλεκτρόδια, το δέρμα καθαρίζεται καλά με ινιδόνη για να επιτύχουμε χαμηλή αντίσταση επαφής. Στα ίδια σημεία χρησιμοποιείται ειδικό υγρό που έχει τον ρόλο ηλεκτρολύτη. Το ηλεκτρόδιο έρχεται σε επαφή με τον ηλεκτρολύτη. Έτσι είναι δυνατή η κίνηση ιόντων μέσω του «συνόρου» ηλεκτροδίου - ηλεκτρολύτη μέχρι να επέλθει ισορροπία. Η ισορροπία αυτή είναι συνάρτηση της ιοντικής συγκέντρωσης που υπάρχει στις δύο πλευρές του συνόρου. Δημιουργούνται τελικά δύο φορτισμένα στρώματα στις δύο πλευρές του συνόρου, ένα στη μεταλλική επιφάνεια και ένα πάνω στο υγρό υλικό κάτω από το ηλεκτρόδιο, εμφανίζοντας έτσι μια διαφορά δυναμικού η οποία εμποδίζει τη συνέχιση της κίνησης των ιόντων, αλλά είναι ταυτόχρονα ευαίσθητη στις μεταβολές των συγκεντρώσεων των ιόντων. Όταν μέσα στον εγκέφαλο υπάρξει σήμα, δηλαδή ροή ιόντων, αυτό θα προκαλέσει μεταβολή της ιοντικής συγκέντρωσης και αυτόματα μεταβολή της διαφοράς δυναμικού των στρωμάτων, άρα και ροή ηλεκτρονίων από την πλευρά του αγωγικού ηλεκτροδίου. Είναι επιθυμητό η τάση στο «σύνορο» να επηρεάζεται μόνο από ιοντικά ρεύματα του ανθρώπινου κεφαλιού και όχι από θερμοκρασιακές μεταβολές ή μηχανικές μετακινήσεις των ηλεκτροδίων. Την απαίτηση αυτή ικανοποιούν ηλεκτρόδια αποτελούμενα από το συνδυασμό ενός μετάλλου με το αντίστοιχο άλας του [11-12].



Σχήμα 1-3 Η διάταξη των ηλεκτροδίων κατά Jaspers

Η ευρεία χρησιμοποίηση του συστήματος 10-20 ή αλλιώς διάταξη κατά Jaspers (Σχήμα 1.3) οφείλεται στο γεγονός ότι προσαρμόζεται σε διάφορες διαστάσεις κεφαλιών (μικρά παιδιά, ενήλικες).

Το κάθε σήμα το οποίο ενισχύεται στο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα είναι η διαφορά μεταξύ των δυναμικών που ανά πάσα στιγμή παρουσιάζουν δύο ηλεκτρόδια μεταξύ τους. Οι διαφορές δυναμικού που ανιχνεύονται, οδηγούνται στο τμήμα της ενισχυτικής διάταξης του EEG, η οποία περιέχει και διατάξεις φιλτραρίσματος. Εκεί κάθε ανιχνευόμενο σήμα ενισχύεται ώστε να μπορεί να μετρηθεί.

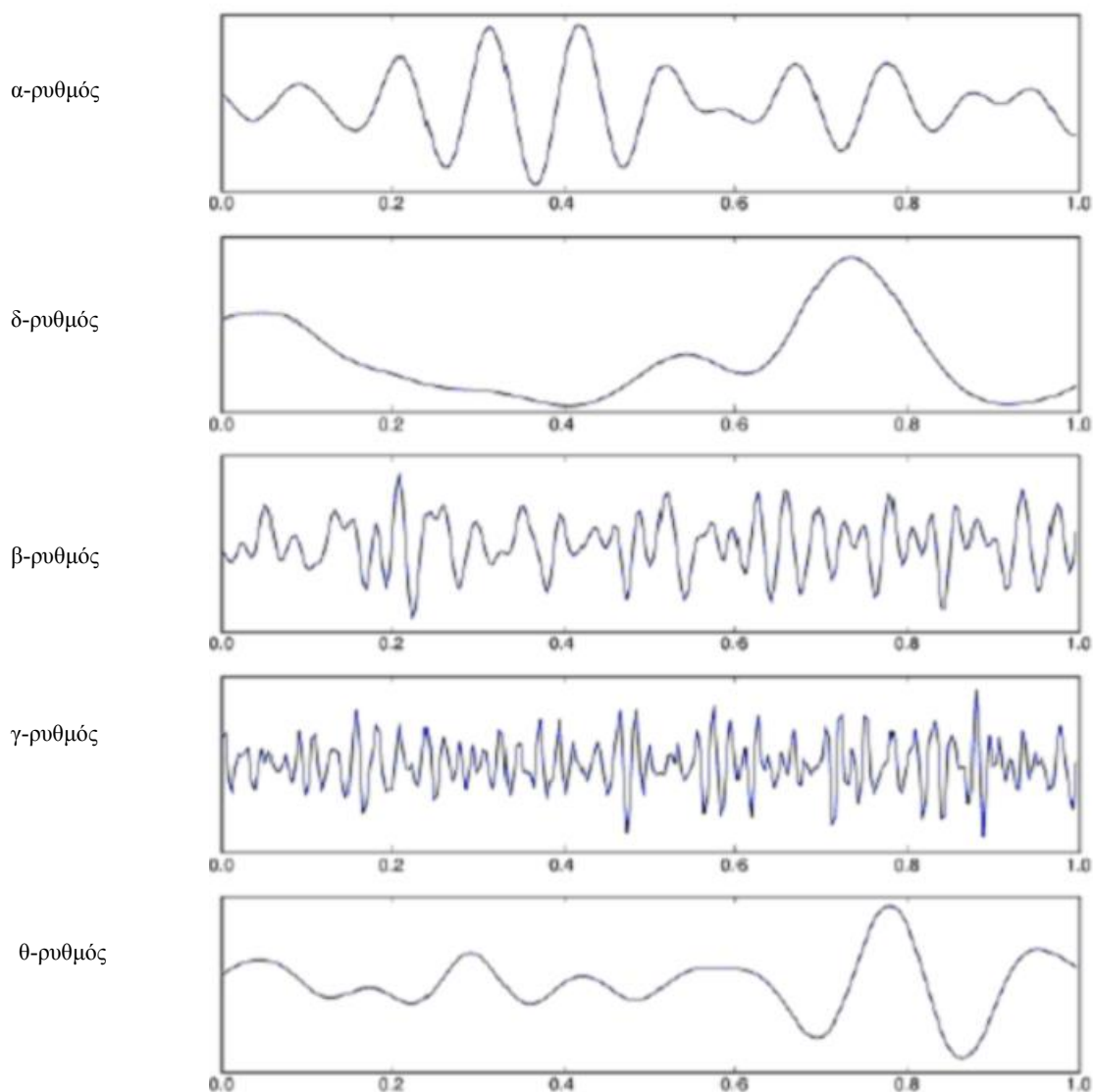
Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του ηλεκτροεγκεφαλογράφηματος είναι το φάσμα συχνοτήτων του. Το φάσμα αυτό μπορεί να πάρει τιμές μικρότερες του 1 Hz έως μερικές δεκάδες Hz ενώ μπορεί να διαιρεθεί σε τέσσερις κυρίως περιοχές

συχνοτήτων που αναφέρονται ως ρυθμοί του EEG: δέλτα, θήτα, άλφα και βήτα ρυθμός (Σχήμα 1.4). Το κύριο χαρακτηριστικό τους είναι οι συχνότητες των αρμονικών από τις οποίες αποτελούνται, δηλαδή το φασματικό τους περιεχόμενο. Οι συχνότητες και τα πλάτη των κυριότερων ρυθμών φαίνονται στον Πίνακα 1.1. Τα όρια κάθε περιοχής δεν είναι αυστηρά καθορισμένα [13].

Ρυθμός	Περιοχή συχνοτήτων(Hz)	Πλάτος(μV)
δέλτα(δ)	0.5-4	Εώς 100-200
θήτα(θ)	4-8	<30
άλφα(α)	8-13	30-50
βήτα(β)	13-19	<20
ταχύς βήτα	20-30	<20

Πίνακας 1-1 Συχνότητες και πλάτη βασικών ρυθμών EEG

Ο άλφα ρυθμός εμφανίζεται σε περίπου 75% των ενηλίκων. Το κλείσιμο ή το άνοιγμα, των ματιών προκαλεί αύξηση ή μείωση αντίστοιχα, του άλφα ρυθμού. Ο ρυθμός αυτός είναι λιγότερο ή περισσότερο συμμετρικός μεταξύ των ημισφαιρίων αλλά συχνά είναι μεγαλύτερου πλάτους στο μη κυρίαρχο ημισφαίριο. Η απουσία του άλφα σε ένα από τα δυο ημισφαίρια είναι πάντα παθολογική. Ο α-ρυθμός εντοπίζεται κυρίως στον ινιακό λοβό ενώ είμαστε ξύπνιοι, σε χαλάρωση και με τα μάτια κλειστά, αντιπροσωπεύοντας κατά κάποιο τρόπο τη δραστηριότητα του οπτικού φλοιού απουσία εξωτερικών ερεθισμών. Η μείωση του ρυθμού άλφα έχει επίσης συσχετισθεί με αισθητηριακό ερεθισμό ή πνευματική δραστηριότητα. Πήρε το όνομα άλφα γιατί ήταν ο πρώτος ρυθμός που μελετήθηκε. Ο ρυθμός βήτα έχει συσχετισθεί με την πλήρη εγρήγορση επίσης φυσιολογικού ατόμου. Ο ρυθμός δέλτα έχει συσχετισθεί με τον ύπνο στον φυσιολογικό άνθρωπο. Ο ρυθμός θήτα έχει συσχετισθεί με μηχανισμούς καταστολής είτε στην είσοδο σε φάση χαλάρωσης είτε σε συνδυασμό με το βήτα ρυθμό σε φάσεις αυξημένης προσοχής. Το σήμα του EEG συσχετίζεται επίσης πολύ με το επίπεδο εγρήγορσης του εξεταζόμενου. Όταν η ανθρώπινη δραστηριοποίηση αυξάνεται, τότε το EEG έχει υψηλότερη επικρατούσα συχνότητα και μικρότερο πλάτος. Όταν τα μάτια είναι κλειστά, ο ρυθμός άλφα είναι κυρίαρχος. Όταν ο εξεταζόμενος κοιμάται, η επικρατούσα συχνότητα του EEG μειώνεται. Σε μια ορισμένη φάση ύπνου, που πραγματοποιείται γρήγορο ανοιγοκλείσιμο των ματιών (REM sleep), και το άτομο ονειρεύεται μπορεί να θεωρηθεί ως χαρακτηριστικό σήμα EEG. Στο βαθύ ύπνο, το EEG έχει μεγάλες και αργές εκτροπές που ονομάζονται ρυθμοί δέλτα.



Σχήμα 1-4 κυματομορφές βασικών ρυθμών εγκεφαλογραφήματος

Η χρήση του EEG στη Νευρολογία είναι ευρύτατη, καθώς αποτελεί μέθοδο φθηνή, ανώδυνη και απλή στην εφαρμογή της. Από τη μελέτη του EEG μπορούν να εξαχθούν ιδιαίτερα χρήσιμα συμπεράσματα για τη σωστή εξέλιξη του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος ενός ανθρώπου από τη γέννηση του έως την ενηλικίωση. Επίσης, το EEG μπορεί να δώσει χρήσιμα στοιχεία στην περίπτωση εγκεφαλοπαθειών (π.χ. νόσο Alzheimer) [14] ή για την περίπτωση επιληψίας τόσο για τη βαρύτητα της νόσου όσο και για την υποβοήθηση της διάγνωσης και της πρόγνωσης. Το EEG μελετάται ακόμη στις περιπτώσεις κρανιο-εγκεφαλικών κακώσεων και κώματος και αποτελεί βασικό εργαλείο για την μελέτη του ύπνου. Δυστυχώς η χρήση ηλεκτρικού πεδίου στο ανθρώπινο κεφάλι χρησιμοποιήθηκε και ως μέσο βασανισμού στο παρελθόν, όμως χρήσεις τέτοιου τύπου ελπίζεται να εξαλειφθούν με την πάροδο του χρόνου.

1.2.3.2 Φασματοσκοπία Εγγύς Υπερύθρου NIRS

Η Φασματοσκοπία Εγγύς Υπερύθρου έχει αναγνωρισθεί ως μια μοναδική, μη επεμβατική τεχνική για εκτιμήσεις της οξυγόνωσης του ιστού και της αιμοδυναμικής. Οι διαγνωστικές εφαρμογές της τεχνικής αυτής εστιάζονται κυρίως σε κλινικές νευρο-ψυχολογικές εφαρμογές καθώς και σε παρακολούθηση οξυγόνωσης εγκεφάλου νεογνών. Το 1993 παρουσιάστηκε για πρώτη φορά η Φασματοσκοπία Εγγύς Υπερύθρου στην παρακολούθηση εγκεφαλικής λειτουργίας [15] καθώς εμφανίστηκαν αλλαγές στην οξυγόνωση της αιμοσφαιρίνης και στον όγκο του αίματος σε συγκεκριμένες περιοχές μετά την εφαρμογή κάποιου ερεθίσματος. Σειρές από μελέτες έχουν αποκαλύψει ότι η Φασματοσκοπία Εγγύς Υπερύθρου έχει την προοπτική να χρησιμοποιηθεί σε λειτουργική χαρτογράφηση της εγκεφαλικής δραστηριότητας.

Η Φασματοσκοπία Εγγύς Υπερύθρου μετρά τις αλλαγές στις συγκεντρώσεις της οξυγονωμένης (oxy-Hb) και μη-οξυγονωμένης (deoxy-Hb) αιμοσφαιρίνης κυρίως στο αίμα στις φλέβες του εγκεφάλου. Η αιμοσφαιρίνη είναι μια πρωτεΐνη που βρίσκεται στα ερυθρά αιμοσφαίρια και μεταφέρει οξυγόνο στους ιστούς. Η ολική άθροιση των αλλαγών της οξυγονωμένης και μη οξυγονωμένης αιμοσφαιρίνης δίνει τις αλλαγές στην συνολική αιμοσφαιρίνη (t-Hb) που αντιπροσωπεύει αυτές στον όγκο του αίματος. Αλλαγές της οξυγονωμένης και μη οξυγονωμένης αιμοσφαιρίνης σχετίζονται με αλλαγές σε εγκεφαλικό ρυθμό μεταβολισμού (CMRO2) και οι αλλαγές της ολικής αιμοσφαιρίνης σχετίζονται με αυτές της εγκεφαλικής ροής αίματος (CBF).

Η Φασματοσκοπία Εγγύς Υπερύθρου έχει υψηλή χρονική ανάλυση (0.5s), είναι εύκολα εφαρμόσιμη και χρησιμοποιεί φορητό εξοπλισμό που επιτρέπει τις μετρήσεις και εκτός κλινικού περιβάλλοντος[16].

1.2.3.3 Προκλητά δυναμικά ERP

Μία από τις κατηγορίες βιοσημάτων τα οποία προκύπτουν από το EEG είναι τα Βιοματικά Δυναμικά (ΒΔ) (Event Related Potentials, ERP). Βιοματικά Δυναμικά ονομάζονται οι διαφορές δυναμικού που καταγράφονται στη δερματική επιφάνεια του κεφαλιού οι οποίες προκαλούνται ως απόκριση ή ως προετοιμασία σε κάποιο συγκεκριμένο γεγονός το οποίο συμβαίνει στον εξωτερικό περιβάλλον ή είναι αποτέλεσμα ενδοψυχολογικής διαδικασίας. Λόγω της ιδιότητας που έχουν να παρατηρούνται στο επιφανειακό μέρος του κεφαλιού έχουν το πλεονέκτημα ότι αποτελούν ένα μη επεμβατικό τρόπο εκτίμησης της εγκεφαλικής λειτουργίας. Τα Βιοματικά Δυναμικά χωρίζονται στα Προκλητά Δυναμικά (Evoked Potentials), όταν το ερέθισμα είναι εξωτερικό δηλαδή προέρχεται από το περιβάλλον του εξεταζόμενου και στα Εκπεμπόμενα Δυναμικά (Emitted Potentials), όταν σχετίζονται με κάποια ψυχολογική διαδικασία του εξεταζόμενου. Συνεπώς τα Προκλητά Δυναμικά (Π.Δ.) ή Evoked Potentials (EP) είναι οι διαφορές δυναμικού που μετρώνται στην δερματική επιφάνεια του κεφαλιού και οι οποίες προκαλούνται ως

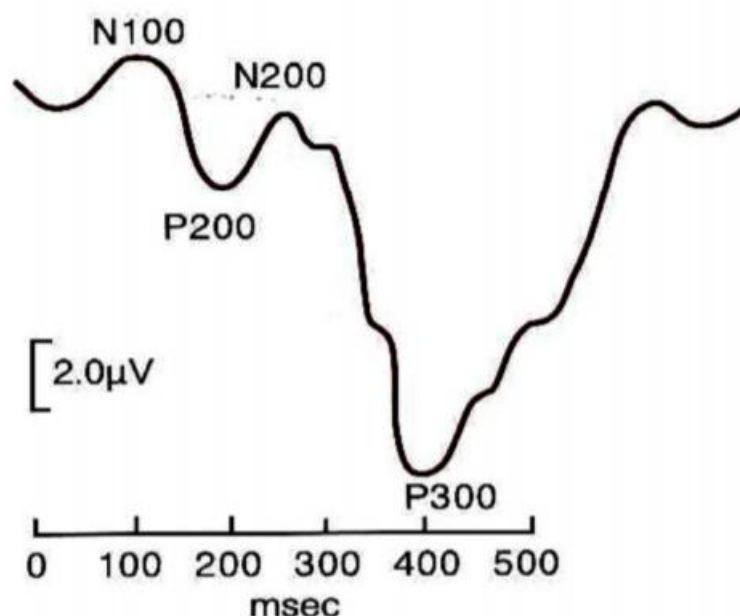
προετοιμασία ή ως απόκριση σε κάποιο συγκεκριμένο γεγονός - ερέθισμα. Εφόσον τα ΠΔ αντικατοπτρίζουν εγκεφαλική δραστηριότητα σχετιζόμενη με ένα εξωτερικό ερέθισμα, είναι αυτά τα οποία μπορούμε να μελετήσουμε μέσω προδιαγεγραμμένων πειραματικών διαδικασιών στο εργαστήριο. Ανάλογα με το είδος του ερεθίσματος τα Προκλητά Δυναμικά (Π.Δ.) διακρίνονται σε:

- Οπτικά Π.Δ. (Visual Evoked Potentials, VEP): προκαλούνται από οπτικά ερεθίσματα όπως η εμφάνιση εικόνων, λάμπεις, αλλαγή χρωμάτων κλπ.

- Ακουστικά Π.Δ. (Auditory Evoked Potentials, AEP): προκαλούνται από ακουστικά ερεθίσματα όπως ήχοι, λέξεις, τόνοι διαφόρων συχνοτήτων κι έντασης κλπ.

- Σωματοαισθητικά Π.Δ. (Somatosensory Evoked Potentials, SEP): προκαλούνται από μικρής διάρκειας και έντασης ηλεκτρικά ρεύματα που ερεθίζουν κάποια συγκεκριμένα νεύρα.

Τα ERP μπορούν να χαρακτηριστούν με βάση τον χρόνο εμφάνισής τους σε σχέση με το εξωτερικό ερέθισμα (λανθάνων χρόνος). Στην περίπτωση των ακουστικών προκλητών δυναμικών υπάρχει η διάκριση σε πρώιμα (early, fast) , μέσα (middle) και αργά ή ύστερα (late) , που αντιστοιχούν περίπου στα χρονικά διαστήματα 2 έως 12 ms, 12 έως 50 ms και 50 έως 800 ms από τη στιγμή που χορηγείται το εξωτερικό ερέθισμα (Εικόνα 1.5)



Σχήμα 1-5 Σχηματική παράσταση Προκλητού Δυναμικού

Τα ERP χωρίζονται, επίσης, σε ενδογενή και εξωγενή [17]. Τα εξωγενή έχουν να κάνουν με την φύση του εξωτερικού ερεθίσματος (ένταση, συχνότητα κλπ.). Παρατηρούνται σε χρόνο μικρότερο των 100ms από την παραγωγή του ερεθίσματος.

Αντίθετα, τα ενδογενή εξαρτώνται ουσιαστικά από την ψυχολογική κατάσταση του ατόμου και έχουν την βάση τους στην ψυχολογική επίδραση του εξωτερικού ερεθίσματος στον άνθρωπο. Παρατηρούνται σε χρόνο μεγαλύτερο των 70ms. Αλλάζουν ανάλογα με το αν το ερέθισμα είναι γνωστό ή άγνωστο, αν είναι δυσάρεστο ή ευχάριστο, αν θυμίζει στον εξεταζόμενο μία προγενέστερη προσωπική του εμπειρία κλπ

Η μελέτη των ERP γίνεται πιο συστηματοποιημένη αν εξετασθούν τα επιμέρους συστατικά (components) που έχουν τα σήματα αυτά. Τα συστατικά αυτά είναι κάποιες κυματομορφές του συνολικού σήματος, οι οποίες καθορίζονται με βάση: • Τις κορυφώσεις (αρνητικές ή θετικές) του πλάτους δυναμικού • Τη χρονική στιγμή στην οποία κατά προσέγγιση λαμβάνει χώρα η κορύφωση • Το χρονικό εύρος το οποίο καταλαμβάνει η μερική κυματομορφή που περιέχει τη συγκεκριμένη κορύφωση.

Η αρνητική κορυφή δηλώνεται με το γράμμα N, ενώ η θετική με το P. Ο δείκτης στα γράμματα N και P υποδηλώνει τον λανθάνοντα χρόνο εμφάνισης της κορυφής σε msec. Η εμφάνιση κάθε κυματομορφής σχετίζεται με διαφορετικές εγκεφαλικές διεργασίες:

P50: θεωρείται ο δείκτης των προσυνειδητών πτυχών προσοχής

N100: θεωρείται ο δείκτης επιλεκτικής προσοχής. Αντικατοπτρίζει την κατανομή των πληροφοριών στα κατάλληλα συνειρμικά πεδία.

P200: θεωρείται ο δείκτης επικέντρωσης της προσοχής αναφορικά με τις επεξεργαζόμενες πληροφορίες.

P300: θεωρείται ο δείκτης κινητοποίησης προγραμμάτων δράσης σε επίπεδο κεντρικού νευρικού συστήματος.

N400: Αναγνωρίζεται ως ο δείκτης σημαντικότητας των πληροφοριών. Απεικονίζει την κινητοποίηση προγραμμάτων σχετιζόμενων με την σημαντικότητα επεξεργαζόμενων πληροφοριών.

P400: θεωρείται ο δείκτης που αντικατοπτρίζει τα συστήματα επεξεργασίας πληροφοριών που σχετίζονται με την συντακτικότητα των πληροφοριών.

P600: Αντιστοιχεί στη χρονική περίοδο τελικής οργάνωσης, ελέγχου και εκτέλεσης της απόφασης που επιλέγεται όταν ο οργανισμός εκτίθεται σε εκλυτικό ερέθισμα ή σύμπλοκο ερεθισμάτων που έχουν ψυχολογική σπουδαιότητα .

Τα ERP χρησιμοποιούνται ευρέως στη διάγνωση ασθενειών. Έτσι ERP έχουν εφαρμοστεί με επιτυχία στον τομέα της επιληψίας. Ο συσχετισμός των μεταβολών μεταξύ ERP και κλινικών συμπερασμάτων μπορεί να βοηθήσει στη μελέτη της φυσιοπαθολογίας της επιληψίας. Χρήση των ERP γίνεται επίσης για την αναγνώριση ασθενών που πάσχουν από Alzheimer και την διάκριση τους από άλλες ασθένειες [18-19]. Επίσης χρησιμοποιούνται για την μελέτη της επίδρασης φαρμάκων που χορηγούνται για την νόσο αυτή [20]. ERP εφαρμόζονται και για τον εντοπισμό ψυχιατρικών ασθενειών όπως η σχιζοφρένεια και η παράνοια. Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τον σκοπό αυτό είναι συνήθως η στατιστική μελέτη των

κορυφώσεων των κυματομορφών [21-22]. Τη στατιστική μελέτη των κορυφώσεων των ERP συνοδεύει συνήθως γραφική αναπαράσταση των κυματομορφών που αποτελούν το συνολικό μέσο όρο (grand average) κάθε απαγωγής για όλους τους εξεταζόμενους κάθε κατηγορίας ασθενών ή υγιών μαρτύρων.

Τα ERP όμως μπορούν επιπλέον να χρησιμοποιηθούν και για ερευνητικούς σκοπούς στην κλινική νευροφυσιολογία. Λόγω του υψηλού χρονισμού τους, παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για την εγκεφαλική λειτουργία. Διάφορες νοητικές διεργασίες, όπως η αντίληψη, η προσοχή, η γλωσσική επεξεργασία και η μνήμη, λαμβάνουν χώρα σε χρονικές περιόδους της τάξεως δεκάδων χιλιοστών του δευτερολέπτου. Οι περισσότερες τυπικές τεχνικές απεικόνισης απαιτούν την διατήρηση της δραστηριότητας του εγκεφάλου για κάποια δευτερόλεπτα και έτσι αδυνατούν να συλλάβουν τις διαδικασίες αυτές. Οι καταγραφές με ERP, όμως, παρέχουν απεικονίσεις με ακρίβεια χιλιοστών του δευτερολέπτου οπότε αποτελούν ιδανική μεθοδολογία για τη μελέτη των πτυχών συγχρονισμού τόσο των φυσιολογικών όσο και των παθολογικών γνωστικών διεργασιών.

Για την παρατήρηση των ERP κατασκευάζονται χάρτες με την κατανομή δυναμικού στη δερματική επιφάνεια του κεφαλιού, που στην απλούστερη περίπτωση μπορεί να λάβει τη μορφή ισοδυναμικών επιφανειών. Η τοπογραφική αναπαράσταση των ERP μέσω χαρτών 27 προσδίδει μεγαλύτερη δυνατότητα εποπτείας των εξελισσόμενων γεγονότων στην επιφάνεια του κεφαλιού. Τα συστατικά των ERP μπορούν να μελετηθούν σχετικά εύκολα ως προς την χωρική τους κατανομή.

1.2.3.4 Μαγνητική τομογραφία, MRI

Η Μαγνητική Τομογραφία είναι μια ακτινολογική μέθοδος απεικόνισης του εσωτερικού ενός οργανισμού. Ο μαγνητικός τομογράφος αποτελείται από μαγνήτες, πηνία ραδιοσυχνοτήτων, H/Y και λογισμικό. Ο πρώτος μαγνητικός τομογράφος λειτούργησε πειραματικά το 1977, ενώ η εμπορική εφαρμογή του στην ιατρική ξεκίνησε το 1992. Η λειτουργία του στηρίζεται στον ηλεκτρομαγνητισμό και στο μαγνητικό συντονισμό των ατόμων υδρογόνου του σώματός μας. Η μαγνητική τομογραφία, έχει φέρει νέα επανάσταση στην ακτινοδιαγνωστική, καθώς με τη χρήση μαγνητικού τομογράφου είναι δυνατή η λήψη πληροφοριών σχετικά με την βιοχημική κατάσταση των ιστών με την μορφή εικόνων και φασμάτων.

Η MRI προσφέρει την δυνατότητα του έγκαιρου εντοπισμού διαφόρων βιοχημικών αλλαγών οι οποίες συμβαίνουν πριν το σχηματισμό κακοήθειας, ενώ δεν επιβαρύνει τον εξεταζόμενο με ιονίζουσες ακτινοβολίες.

Ο μαγνητικός τομογράφος στηρίζεται στον ηλεκτρομαγνητισμό. Έτσι η λειτουργία του βασίζεται σε ένα πηνίο, το οποίο δημιουργεί ένα εξαιρετικά ισχυρό μαγνητικό πεδίο όταν το διαπεράσει ηλεκτρικό ρεύμα. Αυτό το μαγνητικό πεδίο είναι ως και 100.000 φορές ισχυρότερο από το φυσικό μαγνητικό πεδίο της Γης. Για το λόγο αυτό, απαγορεύεται να υπάρχουν μεταλλικά αντικείμενα κοντά στον τομογράφο όταν αυτός λειτουργεί. Ο εξεταζόμενος μπαίνει μέσα στο ισχυρό αυτό και ομοιογενές μαγνητικό πεδίο του τομογράφου.

Το μαγνητικό αυτό πεδίο, με δυο λόγια, αναγκάζει τα άτομα υδρογόνου του σώματος μας, να ευθυγραμμιστούν και να στραφούν είτε προς τα πόδια είτε προς το

κεφάλι. Τα άτομα υδρογόνου προσφέρονται γι' αυτό, καθώς ο πυρήνας τους συμπεριφέρεται σαν βελόνα πυξίδας. Το σώμα μας είναι γεμάτο υδρογόνο, καθώς το στοιχείο υπάρχει στα μόρια του νερού και είμαστε 65-85 % νερό.

Στη συνέχεια, εκπέμπεται στο σημείο του σώματος που είναι υπό εξέταση ένας ραδιοπαλμός. Η συχνότητα του ραδιοπαλμού επιλέγεται έτσι, ώστε τα άτομα υδρογόνου να στροβιλιστούν και να διαταραχθεί το κατά τα άλλα ομοιογενές μαγνητικό πεδίο του σώματός μας. Όταν σταματήσει ο ραδιοπαλμός, οι πυρήνες των ατόμων υδρογόνου ξαναπαίρνουν την προηγούμενη θέση τους, ενώ ταυτόχρονα, λόγω της διέγερσης, εκπέμπουν έναν ασθενή ραδιοπαλμό, ο οποίος μετατρέπεται σε ηλεκτρικό σήμα και συλλαμβάνεται από έναν ισχυρό ηλεκτρονικό υπολογιστή που αποθηκεύει τα σήματα και με την βοήθεια ειδικού λειτουργικού τα μετατρέπει σε μια απίθανα λεπτομερειακή εικόνα του ιστού. Οι μαγνητικές τομογραφίες είναι ανώδυνες και δεν υπάρχει καμιά ένδειξη ότι προκαλούν παρενέργειες.

Με την αποκλειστική χρήση μαγνητικού τομογράφου είναι δυνατή η λήψη πληροφοριών σχετικά με την βιοχημική κατάσταση των ιστών με την μορφή εικόνων και φασμάτων. Η MRI προσφέρει την δυνατότητα του έγκαιρου εντοπισμού διαφόρων βιοχημικών αλλαγών οι οποίες συμβαίνουν πριν το σχηματισμό κακοήθειας. Επίσης σε σχέση με άλλες απεικονιστικές μεθόδους, προσφέρει μεγαλύτερη ευαισθησία, καλύτερη διακριτική ικανότητα και μεγαλύτερη ευελιξία στην εφαρμογή.

Η μαγνητική τομογραφία προσφέρει μία πληθώρα εργαλείων για την εύρεση και την παρακολούθηση της πορείας διαφόρων βλαβών καθώς επίσης και την δυνατότητα πολλών επαναλήψεων μιας και οι ασθενείς δεν επιβαρύνονται με ιονίζουσες ακτινοβολίες ή άλλες χημικές ουσίες.

Επίσης η εφαρμογή της γεφυρώνει το χάσμα της ανατομικής απεικόνισης και της μοριακής απεικόνισης καθώς προσφέρει την δυνατότητα χωρικής απεικόνισης της λειτουργικής κατάστασης των ιστών.

Με την βοήθεια της μαγνητικής τομογραφίας είναι δυνατή η σταδιοποίηση και ο χαρακτηρισμός, η εκτίμηση της πορείας της νόσου και η παρατήρηση της ανταπόκρισης των ιστών στην θεραπεία. Η δυνατότητα εφαρμογής σε όλες σχεδόν τις ανατομικές περιοχές και η ραγδαία εξέλιξη της σχετικής τεχνολογίας υπόσχονται ταχύτερη, καλύτερη και ακόμα πιο έγκαιρη διάγνωση σε σχέση με άλλες πιο πολύπλοκες και ακριβότερες διαγνωστικές μεθόδους.

1.2.3.5 Λειτουργική μαγνητική τομογραφία, f-MRI

Το 1936, ο βραβευμένος με Νόμπελ Αμερικανός χημικός Linus Pauling, ερευνώντας συστηματικά τη δομή και τις ιδιότητες της αιμοσφαιρίνης, ανακάλυψε ότι σε μη-οξυγονωμένη μορφή η αιμοσφαιρίνη διαθέτει μαγνητικές ιδιότητες σε αντίθεση με την οξυγονωμένη της μορφή. Κατά συνέπεια, εάν μόρια μη-οξυγονωμένης αιμοσφαιρίνης βρεθούν εντός του χώρου ενός μαγνητικού πεδίου θα δεχθούν την επίδρασή του, ενώ η οξυγονωμένη αιμοσφαιρίνη θα παραμείνει ανεπηρέαστη. Η ανακάλυψη αυτή έφερε την ιδέα ότι η μαγνητική τομογραφία μπορεί να αναδείξει τέτοιου τύπου διαφορές στην συγκέντρωση της αιμοσφαιρίνης στον εγκέφαλο.

Η αύξηση στην κατανάλωση οξυγόνου στον εγκέφαλο συσχετίζεται με αυξημένες ανάγκες του υποκείμενου νευρωνικού ιστού προκειμένου να φέρει εις πέρας την τρέχουσα λειτουργία. Έτσι, εάν η μαγνητική τομογραφία μπορεί να δείξει διαφορές στην απορρόφηση οξυγόνου κατά την εκτέλεση μιας λειτουργίας, τότε οι διαφορές

αυτές θα απεικονίζονται στις περιοχές εκείνες του εγκεφάλου που εξυπηρετούν την εν λόγω λειτουργία.

Η f-MRI έχει χρησιμοποιηθεί, όπως φαίνεται από την πλειοψηφία των επιστημονικών

δημοσιεύσεων, σε ερευνητικά πλαίσια κυρίως για την ανατομική εντόπιση λεπτομερών γνωσιακών λειτουργιών, (οπτική αντίληψη, μνήμη, γλώσσα, κ.α.), στον εγκέφαλο. Την τελευταία δεκαπενταετία, και ιδιαίτερα στα πλαίσια προεγχειρητικών εκτιμήσεων, η f-MRI έχει λάβει επιπλέον καθοδηγητικό ρόλο.

1.3 Νευρομύθοι

Οι εκπαιδευτικοί και οι γονείς έχουν μεγάλο ενθουσιασμό για τις επιστήμες του εγκεφάλου και το φως που μπορούν να ρίξουν στη μάθηση των παιδιών και των ενηλίκων σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα.

Ωστόσο, πιστεύουμε επίσης ότι μερικές φορές αυτός ο ενθουσιασμός μπορεί να οδηγήσει τους εκπαιδευτικούς να αποδεχθούν υπερβολικά τις πρακτικές διδασκαλίας, τις ιδέες ή τις τεχνικές που δεν έχουν στην πραγματικότητα επιστημονική βάση στη νευροεπιστήμη - ή που αντικατοπτρίζουν κάποια βάση στη νευροεπιστήμη αλλά δεν έχουν δοκιμαστεί αυστηρά μέσα σε ένα εκπαιδευτικό περιβάλλον.

Οι ερευνητές στην εκπαιδευτική νευροεπιστήμη έχουν αρχίσει να καταρτίζουν σύνολα πόρων, μετα-αναλύσεων και ανασκοπήσεων για να εξετάσουν ποιες τεχνικές διδασκαλίας εμπνευσμένες από τη νευροεπιστήμη υποστηρίζονται από εμπειρικά στοιχεία και ποια «γεγονότα» για τον εγκέφαλο αντικατοπτρίζουν την τρέχουσα συναίνεση μέσα στη νευροεπιστήμη.

Στις επόμενες σελίδες, παρέχουμε πρόσβαση σε ορισμένους από αυτούς τους πόρους, με θέμα ορισμένα από τα κύρια θέματα που έχουν δημιουργήσει νευρομυθίες και δίνουν σύντομες ανασκοπήσεις σχετικά με την υπάρχουσα κατάσταση έρευνας - τι γνωρίζουμε και δεν γνωρίζουμε ακόμα σε αυτά τα θέματα.

1.3.1 Αριστερός εγκέφαλος εναντίον δεξιού εγκεφάλου

Αυτή είναι μια ιδέα δύο ημίσεων (που προορίζεται για λογοπαίγνιο): πρώτον, ότι υπάρχει διαφορά μεταξύ της σκέψης του αριστερού εγκεφάλου και της ορθής σκέψης του εγκεφάλου και, δεύτερον, ότι τα άτομα διαφέρουν ως προς το βαθμό στον οποίο ευνοούν είτε τον αριστερό εγκέφαλο είτε τον δεξιό εγκέφαλο¹. Σύμφωνα με αυτή την άποψη, ο αριστερός εγκέφαλος είναι το αναλυτικό, λογικό, λεκτικό μισό, ενώ ο δεξιός εγκέφαλος είναι το δημιουργικό, συναισθηματικό, οπτικο-χωρικό μισό. τα άτομα που έχουν μία πλευρά πιο ενεργή από την άλλη πιστεύεται ότι παρουσιάζουν αντίστοιχα γνωστικά στυλ και προσωπικότητες[23].

Σωστό ή λάθος;

Όπως συμβαίνει με τις περισσότερες ιδέες, υπάρχει ένας ορισμένος βαθμός αλήθειας εδώ. Εξετάζοντας τη γενική ανατομία του εγκεφάλου, ένα από τα πιο εντυπωσιακά χαρακτηριστικά είναι ότι υπάρχουν δύο πολύ ξεχωριστά ημισφαίρια, τα οποία ενώνονται μεταξύ τους με μια περιοχή συνδετικού ιστού που ονομάζεται corpus collosum. Υπάρχει επίσης σημαντική περιφερειακή εξειδίκευση και σε πολλές περιπτώσεις η επεξεργασία φιλοξενείται εν μέρει ή και πλήρως από ένα ημισφαίριο. Αυτή η πλευροποίηση (ή ημισφαιρική εξειδίκευση) πρωτοεμφανίστηκε στα μέσα του 19ου αιώνα μέσω της παρατήρησης της συμπεριφοράς των ασθενών με βλάβη στον εγκέφαλο. Από τη δεκαετία του '70 αυτή η ιδέα διερευνήθηκε από πειραματισμούς συμπεριφοράς σε ασθενείς με αποκομμένους corpusums (βλ. Περαιτέρω πόροι). Μόνο πρόσφατα, με τη χρήση της νευροαπεικόνισης, οι ερευνητές μπόρεσαν να ανιχνεύσουν τη δομή και τη λειτουργία της πλευροποίησης, καθώς και να κατανοήσουν πώς τα ημισφαίρια συνεργάζονται και πώς οι αλληλεπιδράσεις τους αλλάζουν καθ' όλη τη διάρκεια ζωής τους.

Τα στοιχεία σχετικά με την πλευροποίηση του εγκεφάλου

Οι μετα-αναλύσεις, οι οποίες συνδυάζουν τα ευρήματα σε πολλαπλές μελέτες, έχουν δείξει ότι η γλώσσα είναι πλευρικά στο αριστερό ημισφαίριο και η οπτικο-χωρική επεξεργασία είναι πλαγιασμένη προς τα δεξιά. Η δημιουργικότητα φαίνεται να είναι στο δεξί ημισφαίριο, πιθανώς λόγω της εξάρτησης από τη δημιουργική σκέψη στην παγκόσμια επεξεργασία και τη συνεκτίμηση του πλαισίου[24]. Ωστόσο, ακόμη και η γλώσσα δεν είναι αποκλειστικά αριστερόστροφη. Μόνο η επεξεργασία των ήχων των λέξεων (φωνολογική επεξεργασία) φαίνεται να εξαρτάται αποκλειστικά από το αριστερό ημισφαίριο, με το δεξί να είναι σημαντικό σε πράγματα όπως η κατανόηση του νοήματος και του πλαισίου της γλώσσας, και πτυχές της ομιλίας όπως ο ήχος[25]. Στην πραγματικότητα, για τα περισσότερα καθήκοντα τα δύο ημισφαίρια δουλεύουν παράλληλα.

Η πλευροποίηση διαφέρει μεταξύ των ατόμων;

Είναι επίσης αλήθεια ότι η πλευροποίηση διαφέρει μεταξύ των ατόμων. Τα άτομα διαφέρουν τόσο στη δομική πλευροποίηση (ο βαθμός στον οποίο ο εγκεφαλικός ιστός είναι διαφορετικός σε κάθε ημισφαίριο), όσο και στη λειτουργική πλευροποίηση (ο βαθμός στον οποίο η δραστηριότητα είναι διαφορετική στα ημισφαίρια).[26] Η χειρωνακτική συμπεριφορά είναι ένα προφανές παράδειγμα.

Δεν υπάρχει γενική προτίμηση για πλευρική μετατόπιση

Ωστόσο, οι άνθρωποι δεν δείχνουν γενική κυριαρχία ενός ή του άλλου ημισφαιρίου. Το 2013 διεξήχθη μια μεγάλη μελέτη στο Πανεπιστήμιο της Γιούτα[27], όπου αναλύθηκαν οι εγκεφαλικές εξετάσεις από περισσότερα από 1.000 άτομα ενώ ήταν σε κατάσταση ηρεμίας. Η ομάδα βρήκε κάποια πλευροποίηση σε περιοχές που συνδέονται με διαφορετικά καθήκοντα - εκείνες που σχετίζονται με τη γλώσσα στο αριστερό ημισφαίριο και με τον έλεγχο της προσοχής στα δεξιά. Ωστόσο, δεν βρήκαν στοιχεία που να υποστηρίζουν την ιδέα ότι οι άνθρωποι είναι εγγενώς

αριστερόστροφοι ή δεξιόστροφοι στον τρόπο με τον οποίο οι εγκεφαλοί τους είναι ενσύρματοι.

Ο αντίκτυπος αυτού του μύθου στη διδασκαλία

Η επίπτωση αυτού του μύθου είναι ότι μερικοί άνθρωποι είναι καλύτεροι από άλλους, ή πιο κατάλληλοι από άλλους, σε ορισμένα καθήκοντα ως συνέπεια της δομής του εγκεφάλου: αυτό δεν είναι αλήθεια. Ο βαθμός πλευροποίησης σχετίζεται μόνο με τη συμπεριφορά σε πολύ συγκεκριμένους τομείς. για παράδειγμα, ο βαθμός συμπεριφορικής χειραφέτησης σχετίζεται με τον βαθμό πλευρικής κάμψης της περιοχής του εγκεφάλου που ελέγχει το χέρι [28].

Στην τάξη ο μύθος του αριστερού εγκεφάλου / δεξιού εγκεφάλου έχει οδηγήσει στην ανάπτυξη της προσέγγισης «μάθησης στο σύνολο του εγκεφάλου», η οποία περιλαμβάνει την προσπάθεια εξισορρόπησης της επεξεργασίας στα δύο ημισφαίρια, συμπεριλαμβάνοντας τόσο αναλυτικές όσο και δημιουργικές πτυχές σε μια εργασία. Κατά κάποιο τρόπο, όλα αυτά είναι πολύ καλά, καθώς ποικίλες μέθοδοι διδασκαλίας μπορούν να κρατήσουν τους σπουδαστές να παρευρίσκονται περισσότερο, προσφέροντας περισσότερες ευκαιρίες να μάθουν, αλλά η προσέγγιση δεν βασίζεται στην καλή επιστήμη. Η ετυμηγορία? Σίγουρα ένας νευρο-μύθος, αν και η προέλευσή του είναι ξεκάθαρη.

1.3.2 Η διατροφή κάνει τη διαφορά στη μάθηση

Η διατροφή έχει αντίκτυπο

Αυτός είναι σίγουρα ένα νευρο-χτύπημα: όλοι συμφωνούν ότι με τον ένα ή τον άλλο τρόπο η διατροφή έχει αντίκτυπο στις γνωστικές ικανότητες των παιδιών. Ωστόσο, είναι επίσης μια αρκετά ευρεία δήλωση, και παρόλο που υπάρχουν πολλές μελέτες που διερευνούν τους δεσμούς μεταξύ διατροφής και συμπεριφοράς, υπάρχουν και πολλές τρύπες στη γνώση μας, καθιστώντας την αρκετά αμφιλεγόμενη περιοχή. Εδώ θα εξετάσουμε τις βραχυπρόθεσμες επιπτώσεις από το τι τρώνε τα παιδιά στη μακροπρόθεσμη επιρροή ορισμένων διαιτητικών επιλογών.

Βραχυπρόθεσμα αποτελέσματα

Δεκατέσσερις τοις εκατό των βρετανών μαθητών σχολείου παραλείπουν το πρωινό, κάτι που είναι πιθανότερο στην περίπτωση των μαθητών της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης και των περιοχών στέρησης [29]. Οι μελέτες που εξετάζουν τι συμβαίνει με τις επιδόσεις των παιδιών στο σχολείο όταν χάνουν το πρωινό δείχνουν ότι η απόδοση επηρεάζεται σαφέστερα όταν τα καθήκοντα είναι πιο διανοητικά απαιτητικά [30], όταν περιλαμβάνουν μνήμη εργασίας (αποθήκευση και χειρισμό πληροφοριών βραχυπρόθεσμα) [31], και στην περίπτωση των παιδιών που γενικά δεν τρώγονται [32].

Αυτές οι μελέτες βασικά υποθέτουν ότι το πρωινό είναι πρωτίστως ένας τρόπος αύξησης των επιπέδων γλυκόζης στο αίμα, που σημαίνει ότι περισσότερη ενέργεια είναι διαθέσιμη στον εγκεφαλο που καταναλώνει ενέργεια όλο το πρωί. Ωστόσο, οι

βραχυπρόθεσμες επιδράσεις της κατανάλωσης στη γνωστική λειτουργία θα μπορούσε να λειτουργήσει σε δύο τουλάχιστον άλλους τρόπους [33]: καταναλώνουν υδατάνθρακες και καταναλώνουν πρωτεΐνη οδηγούν έμμεσα στην απελευθέρωση των νευροδιαβιβαστών στον εγκέφαλο, οι οποίες ελέγχουν την επικοινωνία μεταξύ των νευρώνων και ρυθμίζουν τη διάθεση, διέγερση και κίνητρα, τα οποία με τη σειρά τους είναι πιθανό να επηρεάσουν τις ακαδημαϊκές επιδόσεις. Προς το παρόν δεν υπάρχει μεγάλη δουλειά όσον αφορά τον τύπο πρωτεΐνης που καταναλώνουν τα παιδιά και επομένως τη βραχυπρόθεσμη επίδραση των πρωτεϊνών και των υδατανθράκων στη μάθηση στο σχολείο.

Μια άλλη έμμεση επίδραση της διατροφής στη γνώση είναι μέσω των αρνητικών επιπτώσεων της υπερκινητικής συμπεριφοράς. Αυτό είναι ένα επίμαχο ζήτημα εδώ και πολλά χρόνια, αλλά μια πρόσφατη εμπεριστατωμένη επισκόπηση [34] διαπίστωσε ότι τα τεχνητά χρώματα τροφίμων έχουν μικρό αλλά μετρήσιμο αρνητικό αντίκτυπο στη συμπεριφορά των παιδιών. Τόσο παιδιά μικρής ηλικίας όσο και παιδιά προσχολικής ηλικίας διαπιστώθηκε ότι είναι πιο υπερκινητικά (υπερβολικά ενεργά, απρόσεκτα και παρορμητικά) μετά την κατανάλωση τεχνητών τροφίμων,

Οι συγγραφείς υποδεικνύουν ότι μπορεί να υπάρξει αντίκτυπο στο περιβάλλον μάθησης της τάξης εάν η πλειοψηφία των παιδιών βιώνει αυτές τις μικρές αλλαγές συμπεριφοράς. σημειώνουν επίσης ότι το μέγεθος του αναφερόμενου αποτελέσματος θυμίζει την υποκλινική δηλητηρίαση με μόλυβδο που οδήγησε στην απαγόρευση της μολυβδόχου βενζίνης. Υπάρχουν ενδείξεις ότι ορισμένα παιδιά ενδέχεται να διατρέχουν τον γενετικό κίνδυνο για να είναι ευαίσθητα σε τεχνητά τροφίμα [35].

Μακροπρόθεσμα αποτελέσματα

Η πιο ακραία μακροπρόθεσμη επίδραση της διατροφής στη γνωστική λειτουργία είναι ο υποσιτισμός. Σύμφωνα με την Παγκόσμια Τράπεζα [36], όπου ο υποσιτισμός οδηγεί σε ασταθή ανάπτυξη κατά τα πρώτα δύο χρόνια της ζωής, παρατηρούνται ελλείμματα στη γνωστική λειτουργία μέσα από τα εφηβικά χρόνια, ακόμη και μετά τη διατροφική αποκατάσταση. και σε διάφορες αναπτυσσόμενες χώρες έχουν παρατηρηθεί άμεσες συσχετίσεις μεταξύ της πρόσληψης θερμίδων, λιπών και πρωτεϊνών και μέτρων γνωστικής ανάπτυξης σε παιδιά προσχολικής ηλικίας. Είναι σημαντικό να γνωρίζουμε τα οφέλη από τη συμπλήρωση της κακής διατροφής των παιδιών κάτω των 2 ετών, αλλά τα οφέλη μετά από τα δύο πρώτα χρόνια ζωής δεν είναι ξεκάθαρα, υπογραμμίζοντας τη σημασία της καλής διατροφής κατά τα πρώτα χρόνια της ζωής. Πρέπει να σημειωθεί ότι η υποσιτισμός συνήθως συνοδεύεται από ακραία φτώχεια, η οποία μπορεί να επηρεάσει την ψυχική ανάπτυξη των παιδιών με πολλούς τρόπους, καθιστώντας τη μοναδική συμβολή της δίαιτας δύσκολη.

Ένας τομέας της διατροφής που έχει αυξημένο ενδιαφέρον είναι ο αντίκτυπος των μικροθρεπτικών συστατικών (βιταμίνες και μέταλλα), μερικά από τα οποία συνδέονται ειδικά με τις πτυχές της ανάπτυξης του εγκεφάλου και της γνώσης στα παιδιά [37]. Για παράδειγμα, εκτιμάται ότι το 25% του παγκόσμιου πληθυσμού πάσχει από αναιμία λόγω ανεπάρκειας σιδήρου [38], η οποία, αν εμφανιστεί τα πρώτα δύο χρόνια της ζωής του, συνδέεται με βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα

ελλείμματα στην γνωστική ανάπτυξη και στα σχολικά επιτεύγματα που τεντώνονται μέχρι το τέλος της σχολικής σταδιοδρομίας των παιδιών [39]. Άλλα ιχνοστοιχεία σημειώνουν το ιώδιο, με ανεπάρκεια ιωδίου στα παιδιά που σχετίζεται με περίπου 13 σημεία πτώση στο IQ? και η θειαμίνη, η ανεπάρκεια της οποίας μπορεί να οδηγήσει σε επιθετική συμπεριφορά σε εφήβους που μπορεί να αντιστραφεί με την παροχή συμπληρωμάτων θειαμίνης [40].

Τα παιδιά από υποβαθμισμένο υπόβαθρο είναι εκείνα που βρίσκονται σε κίνδυνο

Οι αυστηρότερες επιπτώσεις της διατροφής στην εκμάθηση, φυσικά, παρατηρούνται σε εκείνους που υποφέρουν από υποσιτισμό, κάτι που είναι συνηθέστερο στις αναπτυσσόμενες χώρες. Ωστόσο, η διατροφή σχετίζεται με την κοινωνικοοικονομική κατάσταση ακόμη και σε εύπορες χώρες, έτσι ώστε αν και τα παιδιά από περισσότερο υποβαθμισμένο υπόβαθρο δεν τείνουν να καταναλώνουν λιγότερες θερμίδες, η διαίτά τους τείνει να είναι χαμηλότερη σε ποιότητα, με λιγότερα ιχνοστοιχεία και περισσότερο λίπος. Τα παιδιά από υποβαθμισμένο υπόβαθρο στο Ηνωμένο Βασίλειο είναι επίσης πιο πιθανό να παραλείψουν το πρωινό, πράγμα που σημαίνει ότι τα μικρά παιδιά κινδυνεύουν από κακές σχολικές επιδόσεις τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα, ως αποτέλεσμα της κακής διατροφικής πρόσληψης σε όλο τον κόσμο.

Αξίζει να σημειωθεί ότι πρέπει να γίνουν πολλά πράγματα για τις πτυχές της διατροφής που επηρεάζουν το είδος της σκέψης στα παιδιά. Η έρευνα μέχρι στιγμής τονίζει τη σημασία της καλής διατροφής κατά τα πρώτα δύο χρόνια της ζωής, πράγμα που φαίνεται να είναι κρίσιμο στην προκειμένη περίπτωση.

1.3.3 Τα ιχθυέλαια βελτιώνουν τη μάθηση

Η ιδέα εδώ είναι ότι η κατανάλωση συμπληρωμάτων ιχθυελαίου είτε ενισχύει τη μάθηση σε τυπικά αναπτυσσόμενα παιδιά είτε βοηθά τα παιδιά με αναπτυξιακές δυσκολίες να ξεπεράσουν προβλήματα συμπεριφοράς.

Τα ψάρια και τα οστρακοειδή περιέχουν ωμέγα-3 λιπαρά οξέα, τα οποία, μαζί με τα ωμέγα-6, είναι γνωστά ως απαραίτητα λιπαρά οξέα (EFAs). «Απαραίτητο» επειδή το σώμα δεν είναι σε θέση να τα παράγει μόνο του, αλλά στηρίζεται σε διατροφική πρόσληψη: κυρίως σε σπόρους στην περίπτωση των ωμέγα-6, οι οποίοι είναι υπερβολικοί στη σύγχρονη δυτική διαίτα [41]. Τα EFA αποτελούν ζωτικό μέρος της χημείας του εγκεφάλου: αποτελούν περίπου το 20% του ξηρού βάρους του εγκεφάλου [42] και η παρουσία τους είναι ενδεικτική της ποσότητας και της ισορροπίας των EFA στη διατροφή μας. Δεν είναι έκπληξη το γεγονός ότι οι ΕΦΑ έχουν ουσιαστική επίδραση στον τρόπο λειτουργίας του εγκεφάλου.

Ποιες είναι οι αποδείξεις;

Παρά την ανάγκη λιπαρών οξέων για υγιή λειτουργία του εγκεφάλου, το όφελος από τη λήψη διαιτητικών συμπληρωμάτων που περιέχουν EFAs (συνήθως Ωμέγα-3) δεν

είναι καθόλου σαφής. Υπάρχουν λίγες μελέτες που αξιολογούν τον αντίκτυπο των συμπληρωμάτων στα υγιή παιδιά. Ορισμένες μελέτες έχουν αναφέρει ωφέλιμες επιδράσεις στα μέτρα προσοχής [vi]. ενώ άλλοι δεν βρήκαν αξιοσημείωτα οφέλη.

Ίσως τα ιχθυέλαια είναι μόνο χρήσιμα για διαταραχές;

Μια άλλη ερώτηση είναι εάν τα συμπληρώματα της EFA είναι ευεργετικά για τα παιδιά με αναπτυξιακές διαταραχές. Έχει αποδειχθεί αρκετά στενός σύνδεσμος μεταξύ χαμηλών επιπέδων EFA στο πλάσμα του αίματος και διαγνώσεων αναπτυξιακών διαταραχών όπως ο αυτισμός και η δυσλεξία. Πρώιμες ενδείξεις είναι ότι η έρευνα με αυτήν την ομάδα παιδιών μπορεί να αποδειχθεί πιο παραγωγική από εκείνη με τα παιδιά που αναπτύσσονται συνήθως και υπάρχει δυνατότητα παραγωγικής εργασίας με μικρά παιδιά και μωρά που διατρέχουν κίνδυνο αναπτυξιακών προβλημάτων.

Πότε μπορεί να είναι σημαντικά τα ιχθυέλαια;

Τα λιπαρά οξέα είναι ζωτικής σημασίας κατά την ανάπτυξη του εμβρύου και τα πρώτα δύο χρόνια ζωής όταν οι νευρώνες αναπτύσσονται γρήγορα. Τα υψηλά επίπεδα συμπληρωματικών EFA μπορεί να είναι ιδιαίτερα σημαντικά για τα πρόωρα βρέφη οι οποίοι, σε αντίθεση με τα έμβρυα πλήρους διάρκειας, δεν εκτίθενται σε λιπαρά οξέα στη μήτρα κατά τις τελευταίες εβδομάδες κύησης. Ορισμένα προκαταρκτικά αποτελέσματα υποδεικνύουν επίσης ότι οι συμπληρωματικές EFA μπορούν να βοηθήσουν στην ανάκτηση από ορισμένες διαταραχές της διάθεσης σε ενήλικες, καθώς πιστεύεται ότι οι διαταραχές της διάθεσης μπορεί να σχετίζονται με μια υποκείμενη δυσκολία μεταβολισμού των λιπαρών οξέων. Τέλος, σε μεγαλύτερη ηλικία, τα χαμηλά επίπεδα ωμέγα-3 είναι ένας παράγοντας κινδύνου για τη γνωστική υποβάθμιση.

1.3.4 Η σωματική άσκηση ενισχύει τη μάθηση

Η ιδέα ότι η άσκηση είναι καλή όχι μόνο για τον οργανισμό, αλλά και για τον εγκέφαλο, φαίνεται να επιταχύνει τα τελευταία χρόνια, σίγουρα όσον αφορά την έρευνα και με κάποιους τρόπους και στην τάξη. Αυτή η ιδέα είναι σίγουρα ελκυστική, καθώς η σωματική άσκηση είναι κάτι που μπορεί εύκολα να εφαρμοστεί στο σχολείο και έχει προφανή οφέλη πέρα από τη γνωστική ανάπτυξη.

Η άσκηση βελτιώνει τις γνωστικές επιδόσεις σε ενήλικες ... και ποντίκια

Οι πρώτες εμπειρικές ενδείξεις ότι η σωματική άσκηση μπορεί να έχει αντίκτυπο στον τρόπο λειτουργίας του εγκεφάλου εμφανίστηκε στη δεκαετία του 1970 και του '80, όταν οι ερευνητές στράφηκαν στην άσκηση ως έναν τρόπο να βοηθήσουν στην πρόληψη της γνωσιακής παρακμής στην ηλικία και στη στήριξη της θεραπείας για τους ψυχικά ασθενείς [43]. Οι επιδράσεις της άσκησης στη γνωστική λειτουργία δεν

παρατηρούνται μόνο στους ανθρώπους. Μεγάλο μέρος της έρευνας σε αυτόν τον τομέα εξετάζει τα τρωκτικά. Γενικά τα τρωκτικά είναι χρήσιμα στην ψυχολογική έρευνα επειδή μπορούν να διδαχθούν κάτι πριν εξεταστούν. Σε αυτή την περίπτωση, οι πρώτες μελέτες με ποντίκια διαπίστωσαν ότι η εθελοντική άσκηση σε έναν τροχό είχε ως αποτέλεσμα καλύτερες επιδόσεις σε ένα λαβύρινθο και στον εγκέφαλο βρέθηκαν νέοι νευρώνες (νευρογένεση) στον ιππόκαμπο, ο οποίος είναι γνωστός ως σημαντικός για τη μνήμη και την πλοήγηση [44].

Περαιτέρω έρευνα με τρωκτικά ήταν εξαιρετικά παραγωγική σε αυτόν τον τομέα. Έχει αποδειχθεί ότι η εθελοντική άσκηση έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό πρωτεϊνών στον εγκέφαλο που σχετίζονται με τον σχηματισμό μνήμης και την ανάπτυξη νέων αιμοφόρων αγγείων [45]. Αυτό που ισοδυναμεί με μεγαλύτερη πλαστικότητα στον εγκέφαλο, σημαίνει ότι ο εγκέφαλος είναι πιο δεκτικός στην επιρροή του περιβάλλοντος. Όπως συμβαίνει, οι αλλαγές στον εγκέφαλο ως αποτέλεσμα του τι συμβαίνει στο περιβάλλον είναι ακριβώς αυτό που τα σχολεία προσπαθούν να επιτύχουν!

Η ευθυμιογία

Αυτός είναι ένας τομέας που παρουσιάζει τεράστιο ενδιαφέρον τόσο για τους νευροεπιστήμονες όσο και για τους δασκάλους, και μοιάζει με νευρο-χτύπημα. Φαίνεται ότι η αερόβια άσκηση μπορεί να είναι μια αποτελεσματική και εύκολα υλοποιήσιμη στρατηγική για τη βελτίωση των γνωστικών επιδόσεων στα παιδιά μέσω της ενίσχυσης της πλαστικότητας του εγκεφάλου και, όπως επισημάνθηκε σε εξαιρετική πρόσφατη ανασκόπηση, ακόμα και στην περίπτωση μελετών όπου δεν έχει αποδειχθεί όφελος από τη σωματική άσκηση, δεν υπάρχει επίσης καμία βλάβη.

1.3.5 Τα παιδιά έχουν διαφορετικό τρόπο μάθησης

Ο όρος «μορφές μάθησης» θα είναι ένας πολύ γνωστός όρος για τους περισσότερους αναγνώστες. Αναφέρεται σε δύο σχετικές ιδέες: πρώτον, ότι οι μαθητές έχουν διαφορετικές προτιμήσεις για το πώς παρουσιάζεται το μαθησιακό υλικό και, δεύτερον, ότι όταν το υλικό παρουσιάζεται κατά τρόπο που ταιριάζει με την προτίμηση ενός μαθητευομένου, η μάθηση ενισχύεται κάπως. Αυτή η αντιστοίχιση της προτίμησης του μαθητή με το υλικό για τη βελτίωση των αποτελεσμάτων είναι γνωστή ως η «υπόθεση συσχέτισης». Αν και έχουν προταθεί 71 διαφορετικά σχήματα μαθησιακού στυλ, οι πιο τυπικοί μαθητές κατηγοριοποιούνται ως οπτικά, ακουστικά ή κιναισθητικά: το μοντέλο VAK. Σύμφωνα με τους υποστηρικτές των μορφών μάθησης, ο τρόπος με τον οποίο παρουσιάζεται το μαθησιακό υλικό καθορίζεται καλύτερα από το ποιος μαθαίνει παρά από αυτό που μαθαίνεται.

Δύο μεγάλες δυσκολίες στη χρήση των μαθησιακών στυλ στα σχολεία είναι ότι η επισήμανση των παιδιών ως δεδομένου τύπου μαθητευομένου ενδέχεται να περιορίσει την ταυτότητα των παιδιών και δεύτερον, η χρήση εργαλείων που διατίθενται στο εμπόριο για τη μέτρηση των μαθησιακών στυλ των μαθητών και οι συμβουλές για τον καλύτερο τρόπο διδασκαλίας, είναι δαπανηρές και χρονοβόρες.

Οι άνθρωποι είναι αρκετά συνεπείς στην αναφορά των μαθησιακών προτιμήσεων και το γεγονός ότι τα παιδιά διαφέρουν ως προς την ικανότητα για διαφορετικά είδη καθηκόντων, δείχνουν ότι ίσως απλά πρέπει να βρούμε καλύτερους τρόπους για να μετρήσουμε και να εκμεταλλευτούμε τις προτιμήσεις μάθησης.

Γενικότερα, γνωρίζουμε ότι οι μαθητές είναι διαφορετικοί μεταξύ τους και η προσαρμογή των εκπαιδευτικών προγραμμάτων είναι μια σημαντική εστίαση στην εκπαίδευση αυτή τη στιγμή. Οι αλλαγές στη χρήση της τεχνολογίας στην τάξη είναι πιθανό να κάνουν την εξατομικευμένη μάθηση όλο και πιο δυνατή, καθώς οι μαθητές κάνουν επιλογές για τη δική τους εκμάθηση. Ταυτόχρονα, όμως, αναδύονται εξαιρετικές έρευνες γύρω από το είδος των αλλαγών που μπορούν να γίνουν στις αίθουσες διδασκαλίας για να ωφεληθούν όλοι οι μαθητές, όπως η μείωση του θορύβου. Η κατώτατη γραμμή αυτή τη στιγμή είναι ότι, όσο η ιδέα είναι διαισθητικά αληθοφανής, δεν υπάρχουν καλά στοιχεία για την αξία της μέτρησης ή της αξιοποίησης των μορφών μάθησης στα σχολεία. Η ετυμολογία? Νευρο-μύθος.

1.3.6 Η εκμάθηση δύο γλωσσών προσφέρει ένα πλεονέκτημα στο σχολείο

Η ιδέα εδώ είναι ότι τα παιδιά που μιλούν περισσότερες από μία γλώσσες βρίσκουν ευκολότερο τον τρόπο σκέψης γνωστό ως εκτελεστικό έλεγχο από εκείνους που μιλούν μόνο μία γλώσσα. Αυτή η διαφορά είναι γνωστή ως «δίγλωσσο πλεονέκτημα». Ο εκτελεστικός έλεγχος αναφέρεται στην ικανότητά μας να χειριζόμαστε και να ελέγξουμε την προσοχή μας: να εμποδίζουμε τις απαντήσεις, να αγνοούμε τα άσχετα ερεθίσματα και να αναστρέφουμε τα καθήκοντα. Θεωρείται ότι τα διγλωσσικά παιδιά είναι καλύτερα εξοπλισμένα και αυτό, ως αποτέλεσμα εμπειρίας με δύο πράγματα: πρώτον, το να σκαρφαλώνουν μεταξύ των γλωσσών καθώς μιλούν σε διαφορετικά άτομα. και δεύτερον, χρησιμοποιώντας μια λέξη σε μία γλώσσα, ενώ συγχρόνως αγνοεί την αντίστοιχη λέξη στην άλλη γλώσσα (ή γλώσσες). Η θεωρία των δίγλωσσων πλεονεκτημάτων λέει ότι η γλωσσική ευελιξία έχει επίσης ως αποτέλεσμα τον καλύτερο έλεγχο σε μη γλωσσικά καθήκοντα. Στην τάξη, αυτό σημαίνει ότι τα παιδιά που μιλούν περισσότερες από μία γλώσσες είναι σε θέση να επικεντρωθούν καλύτερα σε αυτά που κάνουν ενώ αγνοούν τους περισπασμούς και να μετακινούνται μεταξύ των δραστηριοτήτων πιο εύκολα.

Το είδος των καθηκόντων που χρησιμοποιούν οι ερευνητές για να δοκιμάσουν το δίγλωσσο πλεονέκτημα συνήθως περιλαμβάνει την ανταπόκριση σε κάτι ενώ αγνοεί κάτι άλλο.

1.3.7 Τα κορίτσια και τα αγόρια έχουν διαφορετικές γνωστικές ικανότητες

Πρόκειται για ένα δύσκολο μύθο επειδή οι διαφορές που πιστεύεται ότι υπάρχουν μεταξύ των κοριτσιών και των αγοριών μπορεί να έχουν πραγματικό αντίκτυπο στον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβάνονται οι ίδιοι τα παιδιά και οι νέοι, τα θέματα που επιλέγουν στο σχολείο και τις ενδεχόμενες πορείες σταδιοδρομίας τους. Πιστεύεται

ευρέως ότι τα κορίτσια και τα αγόρια παρουσιάζουν διαφορετικές ικανότητες σε βασικές γνωστικές δεξιότητες, με τα κορίτσια να είναι καλύτερα στη γλώσσα και τα αγόρια σε τεχνικά θέματα όπως η επιστήμη και τα μαθηματικά. Τα καλά νέα είναι ότι επειδή αυτό είναι ένα τόσο καυτό θέμα για μεγάλο χρονικό διάστημα, υπάρχουν πολλά δεδομένα που εξετάζουν τις ικανότητες και τις επιδόσεις, ιδιαίτερα σε σχέση με τα σχολικά επιτεύγματα.

"Είμαστε πιο όμοιοι από ότι διαφορετικοί" (Maya Angelou)

Εν κατακλείδι, ναι, υπάρχουν διαφορές μεταξύ ανδρών και γυναικών, κοριτσιών και αγοριών, αλλά αυτές οι διαφορές είναι μικρότερες από ό, τι θεωρήθηκε κάποτε, και πιθανώς οφείλονται σε μεγάλο βαθμό είτε σε διαφορές στρατηγικής είτε / και σε κοινωνικές προσδοκίες. Οι διαφορές που υπάρχουν δεν είναι σίγουρα άσχετες με το ακαδημαϊκό δυναμικό.

1.3.8 Τα βίαια βιντεοπαιχνίδια κάνουν τα παιδιά πιο βίαια

Υπάρχει ανησυχία μεταξύ των γονέων, των εκπαιδευτικών και της κοινωνίας, ότι τα παιδιά που παίζουν βίαια βιντεοπαιχνίδια, ιδίως για παρατεταμένες χρονικές περιόδους, ενδέχεται στη συνέχεια να ασκήσουν βίαιη συμπεριφορά ή ακόμα και να αντιγράψουν πράξεις βίας που βιώνουν κατά τη διάρκεια του παιχνιδιού.

Οι ερευνητές πρέπει να διακρίνουν τη συσχέτιση από την αιτία. Για παράδειγμα, μπορεί να είναι ότι άτομα με μεγαλύτερα επίπεδα προϋπάρχουσας επιθετικότητας προτιμούν να παίζουν πιο επιθετικά βιντεοπαιχνίδια. Εδώ, μια συσχέτιση δεν θα έδειχνε ότι τα παιχνίδια προκάλεσαν την επιθετικότητα. Αντίθετα, η έκθεση σε επιθετικά παιχνίδια μπορεί να είναι η αιτία μιας πιο επιθετικής συμπεριφοράς. Τα αποδεικτικά στοιχεία για τη στήριξη αυτής της δεύτερης πιθανότητας θα πρέπει να χρησιμοποιούν δύο ομάδες που ταιριάζουν, μία εκτίθεται στα επιθετικά παιχνίδια, η άλλη εκτίθεται σε κάποια δραστηριότητα παρόμοιου ενδιαφέροντος, αλλά όχι επιθετική. Μια αύξηση στην επιθετικότητα θα πρέπει να παρατηρείται μόνο στην μεταγενέστερη συμπεριφορά της επιθετικής ομάδας παιχνιδιών.

Παρόλο που ο σύνδεσμος εξακολουθεί να συζητείται και σίγουρα άλλοι παράγοντες έχουν μεγαλύτερη επίδραση στην επιθετικότητα, το αντίκτυπο των βιντεοπαιχνιδιών στη συμπεριφορά των παιδιών και των νέων ενηλίκων είναι αναμφισβήτητος τόσο βραχυπρόθεσμα όσο και μακροπρόθεσμα.

Η ισχύς των βιντεοπαιχνιδιών είναι ένα σημαντικό ζήτημα για την κοινωνία, εν μέρει επειδή τα αποτελέσματά τους μπορεί να είναι αρνητικά αλλά και εν μέρει επειδή μπορούν και θα μπορούσαν να είναι θετικά. πράγματι θα ήταν δύσκολο να υποστηρίξουμε για μία από αυτές τις θέσεις χωρίς το άλλο. Αυτό που είναι ζωτικό είναι να κατανοούμε ποιες πτυχές των παιχνιδιών ή της συμπεριφοράς παιχνιδιού έχουν αντίκτυπο και σε ποιον. Η ετυμηγορία? Παρόλο που δεν συμφωνούν όλοι, τα στοιχεία έρχονται από την πλευρά του νευρο-χτύπημα.

1.3.9 Χρησιμοποιούμε μόνο το 10% του εγκεφάλου μας

Η ιδέα ότι χρησιμοποιούμε μόνο το 10% του εγκεφάλου μας πιστεύεται ευρέως. Σε μια πρόσφατη έρευνα, 43-59% των δασκάλων από όλο τον κόσμο ανέφεραν ότι πίστευαν ότι αυτό ήταν αληθές [46]. Φαίνεται ότι ο μύθος 10% επιμένει για δύο κύριους λόγους: πρώτον, η διαισθητική έκκλησή του. Όλοι θέλουμε να πιστέψουμε ότι έχουμε ένα τεράστιο αποθεματικό ανεκμετάλλευτου εγκεφάλου, και οι καθηγητές θα ήθελαν να το πιστέψουν αυτό από τους μαθητές τους.

Αυτό που είναι αλήθεια είναι ότι ο εγκέφαλος έχει μια εξαιρετική ικανότητα αλλαγής, γνωστή ως πλαστικότητα. Κάθε φορά που βάζουμε μια νέα μνήμη, μαθαίνουμε το όνομα κάποιου, αναπτύσσουμε μια νέα δεξιότητα, το μυαλό μας αλλάζει. Οι μνήμες αποθηκεύονται ως πρότυπα δραστηριότητας μεταξύ των νευρώνων και κάθε φορά που μαθαίνουμε κάτι καινούριο, δημιουργούνται νέες συνδέσεις (συνάψεις). Την τελευταία δεκαετία οι μελέτες έχουν εντοπίσει αλλαγές στον εγκέφαλο καθώς μαθαίνουμε νέες δεξιότητες. Η εκμάθηση νέων κινητικών δεξιοτήτων όπως αυτές στην ενηλικίωση συνοδεύεται από σημαντικές αλλαγές στον όγκο του εντοπισμένου εγκεφαλικού ιστού. Αυτές οι αλλαγές συσχετίζονται με τη διάρκεια και την πρακτική και αντιστρέφονται μετά από μια περίοδο χωρίς πρακτική.

Ο μόνος περιορισμός στον αριθμό των νέων δεξιοτήτων που μπορούμε να μάθουμε φαίνεται να είναι ο χρόνος που τους θέτουμε σε πρακτική άσκηση. Έτσι, αν και δεν είναι αλήθεια ότι έχουμε αναξιοποίητη εγκεφαλική ύλη, η συντριπτική πλειονότητα των ανθρώπων μας έχει σίγουρα ανεκμετάλλευτες δυνατότητες. Αυτός ο συγκεκριμένος νευρομυθμός έχει κάνει πιθανώς περισσότερο καλό από ό, τι βλάπτει στην τάξη, καθώς τώρα αποδεικνύεται ότι οι πεποισθήσεις μας για τη μάθηση έχουν ουσιαστικό αντίκτυπο στην πρόοδό μας.

1.3.10 Τα καλά ξεκούραστα παιδιά είναι καλύτερα στο σχολείο

Η ιδέα ότι το αντίκτυπο του ύπνου στη μάθηση έχει αρκετό διαισθητικό βάρος, απλώς και μόνο επειδή ο καθένας έχει βιώσει κούραση και ανίκανος να συγκεντρωθεί. Υπάρχουν βασικά δύο τρόποι να εξετάσουμε τη σχέση μεταξύ ύπνου και μάθησης (ή σχολικής απόδοσης): πρώτον εξετάζοντας τι συμβαίνει όταν τα παιδιά δεν έχουν αρκετό ύπνο και, δεύτερον, εκτιμώντας την επιστήμη του τι κάνει ο ύπνος για τον εγκέφαλο.

Υπάρχουν μερικές μελέτες που εξετάζουν τις επιπτώσεις που έχει η βραχυπρόθεσμη στέρηση του ύπνου στη συμπεριφορά των τυπικά αναπτυσσόμενων παιδιών και εφήβων. Η έρευνα σχετικά με τη στέρηση του ύπνου στα παιδιά εξετάζει συνήθως τη σχέση ανάμεσα στο πόσο καλά κοιμούνται τα παιδιά και τις επιδόσεις τους στο σχολείο την επόμενη μέρα. Στα παιδιά ηλικίας 9-14 ετών, η καλή ποιότητα του ύπνου, η αίσθηση ξεκούρασης στο σχολείο και ο διακριτικός χρόνος για ύπνο έχουν συνδεθεί με την καλύτερη λειτουργία στο σχολείο, ενώ οι 10-14 ετών που στερούνται ύπνο για μια νύχτα έχουν παρουσιάσει ελλείμματα στην σκέψη και λεκτική

δημιουργικότητα [47]. Κοιτάζοντας κατά τη διάρκεια μιας εβδομάδας, μόνο μία ώρα στέρησης ύπνου κάθε βράδυ σε άτομα ηλικίας 6-8 ετών οδήγησε σε αλλαγές στην εγκεφαλική δραστηριότητα κατά τη διάρκεια απλών εργασιών προσοχής και αντίληψης ομιλίας [48]. Έτσι τόσο η χρόνια και οξεία στέρηση του ύπνου επηρεάζουν τον τρόπο λειτουργίας των παιδιών κατά τη διάρκεια της σχολικής ημέρας.

Η απεικόνιση του εγκεφάλου έχει δείξει ότι μετά από χρόνια στέρηση του ύπνου σε εφήβους, οι περιοχές του εγκεφάλου που διατηρούν ενεργά την προσοχή πρέπει να δουλέψουν πολύ πιο σκληρά για να διατηρήσουν την απόδοση κατά τη διάρκεια μνήμης [49]. Έτσι, ακόμη και τα παιδιά που διατηρούν την απόδοση στο σχολείο μπορεί να εργάζονται πολύ πιο σκληρά για να το πράξουν μετά από έναν σύντομο ύπνο.

Η ετυμολογία εδώ είναι ένα ηχηρό νευρικό χτύπημα. Ο βαθμός στον οποίο ο ύπνος επηρεάζει τη μάθηση εξαρτάται από το βαθμό και τη διάρκεια της στέρησης ύπνου και τον τύπο του υλικού που μαθαίνεται. αλλά ναι, τα καλά ξεκούραστα παιδιά θα αποδώσουν καλύτερα στην τάξη βραχυπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα.

1.3.11 Μπορείτε να εκπαιδεύσετε τον εγκέφαλό σας με ψηφιακά μέσα

Η ιδέα, που προσελκύει τα παιδιά, τους γονείς και τους δασκάλους, είναι ότι τα παιδιά μπορούν να βελτιώσουν το μυαλό τους, συμμετέχοντας σε διασκεδαστικά μέσα ενημέρωσης. Οι βασικές αρχές αυτού του ισχυρισμού είναι σταθερές. Ο εγκέφαλος είναι πλαστικός και μπορεί να αναμορφωθεί σε συγκεκριμένα καθήκοντα και περιβάλλοντα. Στην πραγματικότητα, αυτή είναι η ίδια η βάση της εκπαίδευσης: μπορούμε να μάθουμε να διαβάζουμε ή να κάνουμε τα μαθηματικά, ως αποτέλεσμα αυτής της πλαστικότητας του εγκεφάλου και της εκτεταμένης έκθεσης σε συγκεκριμένα εκπαιδευτικά καθήκοντα ή περιβάλλοντα και, θεωρητικά, οι οθόνες ηλεκτρονικών υπολογιστών είναι απλώς ένας άλλος τρόπος έκθεσης εγκεφάλου σε αυτά τα καθήκοντα ή περιβάλλοντα.

Τα παιχνίδια όχι μόνο απαιτούν γνωστικά συστήματα, όπως οπτική προσοχή, αλλά απαιτούν επίσης υψηλό επίπεδο συντονισμού χειρός-ματιού και τον έλεγχο πολλαπλών κινήσεων, συχνά παράλληλα. Μια άλλη κρίσιμη πτυχή των παιχνιδιών δράσης είναι ότι προσφέρουν συνήθως προσαρμοστική εκπαίδευση, δηλαδή αυξάνουν σταδιακά τη δυσκολία (είτε είναι ταχύτητα είτε πολυπλοκότητα) καθώς ο χρήστης εξελίσσεται, έτσι ώστε η κατάρτιση εξατομικεύεται αυτόματα και όλοι παίζουν στο όριο της τρέχουσας ικανότητας.

Η κατώτατη γραμμή είναι ότι τα παιδιά πρόκειται να αποκτήσουν πρόσβαση σε παιχνίδια υπολογιστών και αν μπορούν να είναι ευεργετικά τότε μπορούν επίσης να είναι επιβλαβή, γι' αυτό είναι σημαντικό να γνωρίζουμε πώς να προσφέρουμε μια διέγερση, ανταμείβοντας και ασφαλές ψηφιακό περιβάλλον καθώς τα καθήκοντα πληροφορικής καθίστανται ολοένα και περισσότερο χαρακτηριστικό του εκπαιδευτικού τοπίου.

Αυτό είναι ένα νευρο-χτύπημα, αλλά αυτή τη στιγμή υπάρχουν περισσότερες ενδείξεις για τα οφέλη ορισμένων παιχνιδιών που προορίζονται για ψυχαγωγία παρά

για παιχνίδια που έχουν σχεδιαστεί για την αποκαλούμενη «εκπαίδευση του εγκεφάλου».

1.3.12 Τα παιδιά είναι καλύτερα στα μαθήματα εάν γεννηθούν το φθινόπωρο

Αυτή είναι μια αρκετά απλή ιδέα με μεγάλες επιπτώσεις: τα παιδιά που γεννήθηκαν τους φθινοπωρινούς μήνες, αμέσως μετά την έναρξη της σχολικής χρονιάς, έχουν ένα ακαδημαϊκό πλεονέκτημα έναντι των παιδιών που γεννήθηκαν αργότερα κατά τη διάρκεια του σχολικού έτους, ιδιαίτερα εκείνων που γεννήθηκαν τους καλοκαιρινούς μήνες. Τα αποδεικτικά στοιχεία που υποστηρίζουν αυτό το θέμα επισημάνθηκαν για πρώτη φορά στη δεκαετία του 1960.

Τα παιδιά που γεννήθηκαν το φθινόπωρο έχουν ένα πλεονέκτημα

Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τρόποι μέτρησης της απόδοσης στο σχολείο και ένας από αυτούς είναι οι βαθμολογίες στις εθνικές δοκιμές. Στην ηλικία των επτά ετών, οι μαθητές που γεννήθηκαν τον Αύγουστο είναι 26% λιγότερο πιθανό να φτάσουν στο εθνικό επίπεδο, από τους γεννηθέντες μαθητές το Σεπτέμβριο[50]. Η μελέτη Millenium Cohort Study (μια διαχρονική μελέτη στο Ηνωμένο Βασίλειο με 18.500 παιδιά που γεννήθηκαν κατά τα πρώτα δύο χρόνια της χιλιετίας) βρήκε ένα ακόμα μεγαλύτερο όφελος για τους μαθητές που έχουν γεννηθεί το φθινόπωρο[51].

Η πιθανότητα να οριστεί ότι έχει ιδιαίτερες εκπαιδευτικές ανάγκες δείχνει επίσης μια επίδραση της εποχής γέννησης. Στις χειρότερες περιπτώσεις, τα κορίτσια ηλικίας 11 ετών που γεννήθηκαν τον Αύγουστο είναι 72% πιθανότερο να έχουν ιδιαίτερες εκπαιδευτικές ανάγκες από τα κορίτσια που γεννήθηκαν το Σεπτέμβριο [52], με τις ανάγκες λόγου, γλώσσας και επικοινωνίας να παρουσιάζονται ιδιαίτερα υπερβολικά στη γεννηθείσα το καλοκαίρι ομάδα[53].

Έχουν διατυπωθεί διαφορετικές εξηγήσεις για να προσπαθήσουμε να υπολογίσουμε το όφελος της γέννησης το φθινόπωρο. Η πρώτη πρόταση [54] ήταν το «φαινόμενο της εποχικότητας»: τα παιδιά επηρεάζονται από το εξωτερικό κλίμα όταν είναι στην μήτρα, δηλώνοντας ότι τα παιδιά που γεννήθηκαν το καλοκαίρι εκτίθενται σε περισσότερες χειμερινές μολύνσεις, για ένα σημαντικό χρονικό διάστημα της ανάπτυξής τους. Αυτή η ιδέα έχει αποδυναμωθεί σε μεγάλο βαθμό καθώς τα φαινόμενα ηλικίας εξακολουθούν να υπάρχουν σε διάφορες χώρες, ανεξάρτητα από το χειμερινό κλίμα.

Οι άλλες δύο βασικές θεωρίες έχουν κερδίσει περισσότερη υποστήριξη. Πρόκειται για: το «μήκος σχολικής επίδρασης», αυτό σχετίζεται με την εισόδο στο πρώτο έτος του σχολείου, που σημαίνει ότι κάποια παιδιά έχουν λιγότερο χρόνο στην τάξη πριν από οποιαδήποτε δεδομένη δοκιμή και το «φαινόμενο ηλικιακής-θέσης» [55], ότι τα παιδιά που γεννιούνται το καλοκαίρι είναι πάντοτε τα νεότερα στην ετήσια ομάδα τους.

Η Claire Crawford από το Πανεπιστήμιο του Warwick έκανε χρήση αυτού για να διαπιστώσει εάν τα παιδιά που έχουν γεννηθεί τον φθινόπωρο έχουν πλεονέκτημα σε σχέση με τα άλλα παιδιά και αν αυτό το πλεονέκτημα οφείλεται στο ότι τα παιδιά αυτά περνάνε περισσότερο χρόνο στο σχολείο πριν κάνουν κάποιο τεστ ή ήταν

μεγαλύτερα κατά τη στιγμή που μπήκαν στην τάξη. Αυτή και οι συνάδελφοί της[56] βγήκαν στο αποτέλεσμα ότι στις εθνικές εξετάσεις πλεονέκτημα τα παιδιά δεν έχουν επειδή έχουν γεννηθεί το φθινόπωρο,μα εξηγείται εξ ολοκλήρου από την ηλικία των παιδιών όταν μπήκαν σε αυτή τη δοκιμασία. Είναι σημαντικό, όμως, όταν η ομάδα εξέτασε τις γνωστικές εξετάσεις που λαμβάνουν υπόψη την ηλικία (δοκιμές IQ), δεν υπήρχαν διαφορές μεταξύ των παιδιών που γεννήθηκαν το φθινόπωρο και το καλοκαίρι, γεγονός που υποδηλώνει ότι οι διαφορετικές εμπειρίες σχολικής εκπαίδευσης δεν επηρεάζουν τη γνωστική ανάπτυξη.

Τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα των παιδιών που γεννήθηκαν το φθινόπωρο έχουν βρεθεί στην αρχή του σχολείου, υποδηλώνοντας ότι η γνωστική, κοινωνική και συναισθηματική ετοιμότητα για την έναρξη του σχολείου έχει μεγάλη επίδραση στην ακαδημαϊκή απόδοση. Αυτό το πλεονέκτημα μειώνεται σιγά σιγά αλλά παραμένει στατιστικά σημαντικό κατά τη διάρκεια των σχολικών ετών [57].

Λαμβάνοντας υπόψη την ηλικία μπορεί να είναι η καλύτερη θεραπεία

Ένα κρίσιμο ερώτημα, λοιπόν, είναι αυτό που μπορεί να γίνει για να ισορροπηθούν οι όροι ανταγωνισμού και να δοθούν ίσες ευκαιρίες στους μαθητές που έχουν γεννηθεί το καλοκαίρι να επιτύχουν;

Έχουμε δει ότι οι δάσκαλοι δεν λαμβάνουν πάντοτε υπόψη την ηλικία όταν κάνουν κρίσεις σχετικά με την πρόοδο των παιδιών και επίσης πώς οι δοκιμές IQ που λαμβάνουν υπόψη την ηλικία δεν δείχνουν εποχή γέννησης. Αυτά τα δύο ευρήματα υποδηλώνουν ότι εάν το εκπαιδευτικό σύστημα στο σύνολό του είχε μεγαλύτερη επίγνωση των ηλικιακών διαφορών εντός των ετήσιων ομάδων, για παράδειγμα προσαρμόζοντας την ηλικία στις εθνικές δοκιμές, τότε η επίδραση της σχετικής ηλικίας θα μπορούσε να μειωθεί.

Μια άλλη πιθανότητα είναι η αύξηση της ελάχιστης ηλικίας εισόδου στο σχολείο για παιδιά που γεννήθηκαν το καλοκαίρι. Τα δεδομένα έχουν διαπιστώσει ότι η αύξηση της ελάχιστης ηλικίας εισόδου στα σχολεία ωφελεί την απόδοση ολόκληρης της τάξης[58].

Αυτά τα στοιχεία έρχονται σε αντίθεση με την ιδέα ότι η ηλικία λήψης δοκιμασιών αντιπροσωπεύει σχεδόν το σύνολο των παιδιών που έχουν γεννηθεί το φθινόπωρο και δείχνει τη μακροπρόθεσμη σημασία της σχολικής ετοιμότητας.

Η ετυμολογία

Τα δεδομένα θα συνεχίσουν να εισέρχονται καθώς οι χώρες πειραματίζονται με πολιτικές γύρω από την είσοδο στο σχολείο των παιδιών και αναλύονται τα αποτελέσματα των δοκιμών σε εθνικό επίπεδο κατά τα πρώτα έτη του σχολείου. Η σωστή προσέγγιση για την αντιμετώπιση αυτού του ουσιαστικού ζητήματος πρέπει να εξεταστεί από οικονομολόγους, ψυχολόγους, εκπαιδευτικούς και γονείς.

1.3.13 Η Νοημοσύνη είναι σταθερή

Η ιδέα ότι η πνευματική μας ικανότητα είναι προκαθορισμένη ,δεν είναι αυτή που διδάσκεται στην τάξη, αλλά είναι σίγουρα σχετική, με τον τρόπο που οι εκπαιδευτικοί προσεγγίζουν την τέχνη τους στην τάξη. Αυτή η ιδέα είναι επίσης βασική για τον τρόπο που αντιλαμβάνονται τα παιδιά και τον τρόπο που αντιλαμβάνονται οι ίδιοι τον εαυτό τους.

2. Μεθοδολογία

Τις τελευταίες δεκαετίες έχουμε δει την άνοδο ενός διεπιστημονικού τομέα που φέρνει κοντά νευροεπιστήμονες και εκπαιδευτικούς. Καθώς οι τεχνολογίες όπως η χαρτογράφηση του εγκεφάλου και η σάρωση συνεχίζουν να προάγουν την κατανόηση του ανθρώπινου εγκεφάλου, ένας υποτομέας εμπειρογνομόνων εφαρμόζει τα ευρήματα αυτά στην τάξη.

Αντί να βασίζονται σε παραδοσιακές ή ατομικές υποθέσεις σχετικά με τη μάθηση, η εκπαίδευση αρχίζει να αντιμετωπίζεται περισσότερο σαν επιστήμη. Η νέα πειθαρχία, η νευροεκπαίδευση, χρησιμεύει στην εφαρμογή της επιστημονικής μεθόδου στο σχεδιασμό των προγραμμάτων σπουδών και στις στρατηγικές διδασκαλίας. Αυτό έρχεται με προσπάθειες για μια πιο αντικειμενική κατανόηση της μάθησης που βασίζεται σε αποδεικτικά στοιχεία.

Η παρούσα διπλωματική εργασία αναλαμβάνει να παρουσιάσει μια συνοπτική βιβλιογραφική επισκόπηση για ένα αναδυόμενο επιστημονικό πεδίο,την εκπαιδευτική νευροεπιστήμη. Σκοπός της είναι να μελετήσει το ρόλο που παίζει η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη στην διδακτική της πληροφορικής.

“Η εκπαίδευση έχει ως σκοπό την ενίσχυση της μάθησης και η νευροεπιστήμη την κατανόηση των νοητικών διαδικασιών που εμπλέκονται στη μάθηση. Αυτό το κοινό έδαφος υποδηλώνει ένα μέλλον στο οποίο η εκπαιδευτική πρακτική μπορεί να ματασχηματιστεί από την επιστήμη, ακριβώς όπως η ιατρική πρακτική μεταμορφώθηκε από την επιστήμη πριν από έναν αιώνα.”-αναφορά από Royal Society,UK 2011.

Τα ερωτήματα που προσπαθεί να διαπραγματευτεί η παρούσα εργασία είναι τα ακόλουθα:

1. Τι είναι η νευροεκπαίδευση
2. Ποιες είναι οι τεχνικές και οι επιπτώσεις που επιφέρει στην εκπαίδευση η Εκπαιδευτική Νευροεπιστήμη
3. Πως μπορεί να βοηθήσει η Νευροεκπαίδευση στη διδασκαλία

3. Νευροεκπαίδευση

Όλες οι ανθρώπινες ικανότητες, συμπεριλαμβανομένης της μάθησης, είναι αποτέλεσμα της εγκεφαλικής μας δραστηριότητας. Ως εκ τούτου, μια καλύτερη κατανόηση του τρόπου λειτουργίας του εγκεφάλου μας μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερη κατανόηση της μάθησης.

Καθώς συνεχίζουμε να ξεδιπλώνουμε τα ζητήματα και τους περιορισμούς της παραδοσιακής εκπαίδευσης, πολλές λύσεις περιλαμβάνουν μια καλύτερη επιστημονική βάση για το πώς διδάσκουμε. Ο στόχος της νευροεκπαίδευσης (γνωστός επίσης ως εκπαίδευση νου και εγκεφάλου ή εκπαιδευτική νευροεπιστήμη) είναι να εδραιώσει μια επιστημονική βάση στη διδασκαλία και τη μάθηση. Το πεδίο χρησιμοποιεί τα τελευταία ευρήματα από τη νευροεπιστήμη, την ψυχολογία και τη γνωστική επιστήμη για να ενημερώσει την εκπαίδευση και συνεπώς τις στρατηγικές διδασκαλίας.

Μια σημαντική ευθύνη αυτού του πεδίου είναι να καταστούν τα πιο πρόσφατα ευρήματα προσβάσιμα και πρακτικά για τους εκπαιδευτικούς και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής, οι οποίοι συχνά προέρχονται από μη επιστημονικό υπόβαθρο. Αυτό περιλαμβάνει την αντιμετώπιση οποιωνδήποτε δημοφιλών «νευρομυθιών» (όπως η ευρέως εμπεριστατωμένη ιδέα ότι χρησιμοποιούμε μόνο το 10 τοις εκατό του εγκεφάλου μας) και άλλες παρεξηγήσεις για το πώς το μυαλό μας λειτουργεί.

Έχουν περάσει πάνω από 20 χρόνια από τότε που προέκυψε “η εκμάθηση με βάση τον εγκέφαλο”, η οποία ξεκίνησε από τους καθηγητές για να μπορέσουν να εξάγουν συμπεράσματα από τα ευρήματα της νευροεπιστήμης στην πρακτική της τάξης. Ο Bruer(1997) χαρακτήρισε το κίνημα αυτό ως μια «γέφυρα πάρα πολύ μακριά» επειδή οι ασκούμενοι στερούνται επιστημονικής κατανόησης και κάνουν ασυμβίβαστα άλματα. Οι επιστήμονες άρχισαν να συμμετέχουν στο κίνημα για να ενημερώσουν την επαγγελματική εξέλιξη, αλλά δεν είχαν εμπειρία διδασκαλίας στην τάξη.

Το πεδίο αντιμετώπιστηκε τόσο με σκεπτικισμό όσο και με ανταγωνιστικότητα, καθώς εκπαιδευτικοί, ψυχολόγοι, γνωστικοί ψυχολόγοι, νευρολόγοι και νευροεπιστήμονες διαφωνούσαν στο ποιος πρέπει να συμβουλευτεί τους εκπαιδευτικούς. Άλλοι θεωρούσαν πως η γέφυρα μεταξύ των πεδίων δεν θα έπρεπε να υπάρχει καθόλου[59]. Οι επιστήμονες πιστεύουν ότι είναι οι κατάλληλοι για να μιλήσουν με τους εκπαιδευτικούς σχετικά με τη μετάδοση της έρευνας, ενώ οι εκπαιδευτικοί πιστεύουν ότι μπορούν να φέρουν καλύτερες επιπτώσεις στην τάξη. Οι εκπαιδευτικοί ψυχολόγοι πιστεύουν ότι είναι πιο ειδικοί. Και έτσι η μάχη συνεχίζεται. Χρειαζόμαστε προοπτικές από την έρευνα και την πρακτική για τη μεταρρύθμιση της εκπαίδευσης. Όπως συμβαίνει με κάθε νέο πεδίο προσπάθειας, υπάρχει μια περίοδος κούρασης, όπου ο αρχικός ενθουσιασμός μπορεί να οδηγήσει σε υπερβολές, αλλά όπως μας ζητείται να αναγνωρίσουμε αυτό το πεδίο της Εκπαιδευτικής Νευροεπιστήμης ως αυθεντικό τομέα, η κατάρτιση θα βελτιωθεί και η πληροφόρηση θα κυμαίνεται και στις δύο κατευθύνσεις, έτσι ώστε να επωφεληθούν τόσο η έρευνα όσο και η πρακτική.

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η μάθηση και η διδασκαλία είναι πολύπλοκα συνυφασμένες με τη λειτουργία του εγκεφάλου. Ωστόσο, για πολλά χρόνια, οι ερευνητές τόσο στην εκπαίδευση όσο και στη νευροεπιστήμη έχουν εργαστεί σε αντίθετες πλευρές σχηματίζοντας υποθέσεις για το πώς οι άνθρωποι μαθαίνουν, να διερευνούν αυτές τις μαθησιακές διαδικασίες, και τέλος, τη μετάφραση των ευρημάτων στην πράξη. Ευτυχώς, αυτό αλλάζει. Υπάρχουν τώρα συναρπαστικές νέες ευκαιρίες για την ενημέρωση της πρακτικής της διδασκαλίας και μάθησης μέσα στο ευρύ πεδίο πειθαρχίας της νευροεπιστήμης. Αυτά είναι καλά νέα, γιατί περισσότερο από ποτέ, χρειαζόμαστε να μάθουμε πώς να διδάξουμε τα παιδιά μας το πώς να μαθαίνουν.

Η πρόοδος της τεχνολογίας και οι καινοτόμοι επαγγελματίες, δημιουργούν σημαντικά συμπεράσματα και νέες γνώσεις για τον εγκέφαλο, από τη μνήμη και την εκμάθηση τα συναισθήματα, τον αυτισμό, τη γλώσσα, τις κινητικές δεξιότητες και πολλά άλλα. Και εμείς γνωρίζουμε καλά ότι οι εκπαιδευτικοί, οι γονείς, οι πάροχοι υπηρεσιών για παιδιά, διαβάζουν τα πάντα σχετικά με αυτόν τον τομέα. Γιατί; Επειδή τα προβλήματα και τα θέματα που αντιμετωπίζουν τα παιδιά μας σήμερα είναι διαφορετικά από αυτά των προηγούμενων γενιών.

Και όσοι ασχολούνται με την καλλιέργεια, την ανάπτυξη και την υποστήριξη των πιο πολύτιμων εθνικών μας πόρων, τα παιδιά μας, έχουν ανάγκη για πληροφορίες, ιδέες και αξιοποιήσιμες γνώσεις.

Έχουν υπάρξει πολλές τρέχουσες τάσεις και ευρήματα στον τομέα. Για παράδειγμα, γνωρίζουμε ότι ο εγκέφαλος μπορεί να συνεχίσει να επανασυνδέεται και να επαναρυθμίζεται, ακόμα κι αν ο ρυθμός της αλλαγής επιβραδύνεται καθώς γερνάμε. Αυτή η αποκαλούμενη νευροπλαστικότητα ήταν ένα ευρέως μελετημένο θέμα στον τομέα.

Αυτό που είναι συναρπαστικό είναι ότι η διδασκαλία των νέων μυαλών για τη νευροεπιστήμη και τη νευροπλαστικότητα μπορεί να έχει θετικό αντίκτυπο στη μάθηση τους. Μια ερευνητική ομάδα διεξήγαγε μια μελέτη όπου οι έβδομοι διδάσκοντες διδάσκονταν ότι η μάθηση αλλάζει τον εγκέφαλο και η ευφυΐα μπορεί να βελτιωθεί. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι οι σπουδαστές σε αυτήν την πειραματική ομάδα τα πήγαν στις μαθηματικές δοκιμές από τους συνομηλίκους που δεν έλαβαν αυτές τις οδηγίες.

Μια άλλη σημαντική σειρά διαπιστώσεων έχει να κάνει με το ρόλο των συναισθημάτων στην εκμάθηση. Γνωρίζουμε ότι τα αρνητικά συναισθήματα όπως ο φόβος ή το άγχος μπορούν να έχουν επιζήμια αποτελέσματα στη διαδικασία μάθησης. Από την άλλη πλευρά, πολλοί έχουν σημειώσει το ισχυρό και θετικό αντίκτυπο που μπορεί να έχει η μάθηση που βασίζεται σε δέος ή στο πάθος.

Αυτές οι θετικές καταστάσεις του εγκεφάλου που μπορούν να ληφθούν υπόψη στις υποστηρικτικές και συνεταριστικές ομάδες περιγράφονται για να αυξηθεί η διατήρηση της μνήμης μαζί με την ευχαρίστηση, τα κίνητρα, την επιμονή μέσω προκλήσεων και την ανθεκτικότητα στις αποτυχίες. Μαζί, υπογραμμίζουν τη σημασία ενός θετικού, υποστηρικτικού και άγχους μαθησιακού περιβάλλοντος.

Με την παράταση, η αποτελεσματική μάθηση θεωρείται μια ιδιαίτερα κοινωνική διαδικασία. Έρευνες έχουν διαπιστώσει ότι από τη βρεφική ηλικία μαθαίνουμε "καλύτερα μέσα από κοινωνικές παραμέτρους όπως ανάκληση και εξομοίωση των ενεργειών ή των λέξεων ενός άλλου προσώπου".

Πολλοί επιθυμούν να επισημάνουν ότι η νευροεπιστήμη, παρά τις ανακαλύψεις της, είναι ακόμη στα πρώτα της βήματα, όπως και η νευροεκπαίδευση. Όπως είναι συναρπαστικό και χρήσιμο με αυτά τα ευρήματα, μπορεί κανείς να φανταστεί μόνο πόσο μακριά μπορούμε να φτάσουμε.

Στο μέλλον, μπορεί να είναι δυνατή η χρήση μεμονωμένων δεδομένων από τη δομή και τη δραστηριότητα του εγκεφάλου για να κατανοηθούν τα μοναδικά πλεονεκτήματα και οι αδυναμίες κάθε εκπαιδευόμενου. Επιπλέον, θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε αυτές τις πληροφορίες για την εξαγωγή εξατομικευμένων μορφών μάθησης. Μερικοί ειδικοί ελπίζουν ακόμη και για μια πλήρη χαρτογράφηση των ανθρώπινων συνάψεων για να ανακαλύψουν πώς συμβαίνει η εκμάθηση και έτσι να αναπτύξουν βιολογικές στρατηγικές για τη βελτίωση της μάθησης.

Είναι σημαντικό να αναγνωρίσουμε ότι ενώ η κατανόηση του εγκεφάλου μας έχει φτάσει πολύ μακριά και συνεχίζουμε να προβλέπουμε πολλές ανακαλύψεις, έχουμε πολύ δρόμο να προχωρήσουμε πριν κατανοήσουμε τις δραστηριότητες των 86 δισεκατομμυρίων νευρώνων και τρισεκατομμύρια συνδέσεων που μας κάνουν να είμαστε εμείς .

Η νευροεκπαίδευση είναι ένας σχετικά νέος κλάδος που επιδιώκει να συνδυάσει τη νευροεπιστήμη, την ψυχολογία, την επιστήμη της γνωστικής ανάπτυξης και την εκπαίδευση για να κατανοήσει καλύτερα τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η μάθηση και πώς αυτές οι πληροφορίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη αποτελεσματικότερων μεθόδων διδασκαλίας,

Η νευροεπιστήμη, ως φυσική επιστήμη, θα μπορούσε να ενημερώσει τους εκπαιδευτικούς για την εμπειρική έρευνα σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι μαθαίνουν, παρακολουθούν, εξαντλούνται, επιλύουν τις απαιτήσεις της μνήμης, εργασίας, γίνονται κίνητρα, εργάζονται σε κοινωνικές καταστάσεις και ανταποκρίνονται στην εξουσία (Goswami, 2006, Willingham, 2009).

«Η εκπαίδευση είναι για την ενίσχυση της μάθησης, και η νευροεπιστήμη είναι για την κατανόηση των νοητικών διαδικασιών που εμπλέκονται στη μάθηση. Αυτό το κοινό έδαφος υποδηλώνει ένα μέλλον στο οποίο η εκπαιδευτική πρακτική μπορεί να μετασχηματιστεί από την επιστήμη, ακριβώς όπως η ιατρική πρακτική μετασχηματίστηκε από την επιστήμη πριν από έναν αιώνα. »- Έκθεση της Royal Society, UK, 2011

3.1 Πώς η Νευροεκπαίδευση μπορεί να αλλάξει τη Μάθηση

Η νευροεπιστήμη δεν είναι μόνο για τους επιστήμονες πια. Ο τρόπος με τον οποίο οι ειδικοί μελετούν τον τρόπο με τον οποίο αναπτύσσονται οι εγκεφάλοι των παιδιών με την πάροδο του χρόνου επηρεάζει τις τάξεις και την εκπαίδευση συνολικά[60].

Η νευροεκπαίδευση θα διαδραματίσει βασικό ρόλο στο μέλλον της εκπαίδευσης, με τα προγράμματα σπουδών να βασίζονται όχι μόνο στα διδακτικά μαθήματα αλλά στην προετοιμασία των εγκεφάλων για μάθηση.

Η νευροεπιστήμη έρχεται στην τάξη. Ή ακριβέστερα, η κατανόησή μας για τον τρόπο με τον οποίο αναπτύσσεται ένας εγκεφαλος θα αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο διδάσκουμε.

Κατά την τελευταία δεκαετία, η ικανότητά μας να μελετήσουμε πώς λειτουργεί ο εγκεφαλος βελτιώθηκε δραματικά. Τώρα, η έρευνα που πραγματοποιούν οι νευροεπιστήμονες βγαίνει από το εργαστήριο και έρχεται στην τάξη.

1. Θα αρχίσουμε να ακούμε πολλά για τη "Νευροεκπαίδευση"

Στο μέλλον, θα ακούσουμε πολλά για τη νευροεκπαίδευση και μπορούμε να περιμένουμε να δούμε τα προγράμματα σπουδών όχι μόνο για τα διδακτικά μαθήματα αλλά για την προετοιμασία των εγκεφάλων για μάθηση. Εάν σκέφτεστε τον εγκεφαλο ως δέντρο με κλαδιά, η νευροεκπαίδευση είναι η διαδικασία προσθήκης περισσότερων κλάδων. Εάν ο εγκεφαλος έχει περισσότερα κλαδιά, το παιδί μπορεί να μάθει γρηγορότερα, να θυμάται περισσότερο και να έχει βελτιωμένο IQ. Η νευροεπιστήμη μας έχει δείξει ότι είναι δυνατό να αλλάξουμε την "καλωδίωση" του εγκεφάλου (ή να προσθέσουμε περισσότερα κλαδιά). Αυτή η "επανασύνδεση" βασίζεται σε κάτι που ονομάζεται νευροπλαστικότητα και θα ακούσουμε πολλά περισσότερα γι' αυτό τα επόμενα χρόνια.

2. Αλλαγή του τρόπου μελέτης για τα παιδιά

Η κατανόηση του εγκεφάλου οδηγεί σε αξιοσημείωτες γνώσεις σχετικά με τον τρόπο με τον οποίο διαμορφώνονται οι μνήμες και τον τρόπο πρόσβασης στις μνήμες αυτές. Αυτές οι ιδέες οδηγούν σε νέες προσεγγίσεις για να βοηθήσουν τα παιδιά να σπουδάζουν και να μάθουν. Παραδείγματος χάριν, αποδεικνύεται ότι η επανάληψη είναι σημαντική αλλά ότι ο εγκεφαλος ανταποκρίνεται σε ένα "αποτέλεσμα διαστήματος". Η επίδραση αποστασιοποίησης είναι η διαπίστωση ότι, όταν διανέμετε επεισόδια διαστημικής μάθησης μακρύτερα διαχωρισμένα στο χρόνο, θα θυμάστε περισσότερες πληροφορίες αργότερα από ότι αν μάζατε τη μάθηση σε ένα επεισόδιο μελέτης. Η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο ο εγκεφαλος είναι "οπλισμένος" και πώς λειτουργούν οι μνήμες θα μας δώσει νέες συμβουλές για το πώς να βοηθήσουμε τα παιδιά μας να μελετήσουν και να θυμούνται.

3. Μουσική, Γλώσσα και Νους

Ένα από τα πιο έντονα ευρήματα της νευροεπιστήμης είναι το αντίκτυπο της μάθησης της μουσικής στη γνωστική λειτουργία. Η ιδέα έγινε δημοφιλής όταν ονομάστηκε "Effect Mozart" - αλλά αποδεικνύεται ότι η ακρόαση της μουσικής δεν αρκεί. Η

νευροεπιστήμη έχει δείξει ότι όταν μαθαίνεις να παίζεις ένα όργανο ή τις νότες ,τους ρυθμούς και τραγούδια μπορεί να έχει δραματική επίδραση στον τρόπο με τον οποίο αναπτύσσεται ο εγκέφαλος. Αλλά η ανακάλυψη είναι να κατανοήσουμε γιατί συμβαίνει αυτό: ο εγκέφαλος έχει τη δυνατότητα να δημιουργήσει νέες συνδέσεις μέσω μουσικής και το αντίκτυπο αυτών των συνδέσεων είναι αυξημένο IQ, μνήμη και προσοχή. Έτσι περιμένετε να ακούσετε πολύ μεγάλη υποστήριξη για μουσικά προγράμματα στα σχολεία τα επόμενα χρόνια!

4. Το Δίγλωσσο Πλεονέκτημα

Παρόμοια με τη μουσική, η εκμάθηση μιας δεύτερης γλώσσας έχει άμεσο αντίκτυπο στον τρόπο με τον οποίο αναπτύσσεται ο εγκέφαλος. Και το αντίκτυπο αυτό μπορεί να είναι απροσδόκητο: ένα παιδί που έχει μάθει αγγλικά και γαλλικά θα αποδώσει καλύτερα από ένα παιδί που μεγάλωσε μαθαίνοντας μόνο-στα αγγλικά!

5. Ο ρόλος των γονέων

Αυτό που κάνει ένα παιδί στο σχολείο συμβαδίζει με το τι συμβαίνει στο σπίτι. Οι γονείς παίζουν ρόλο στην ανάπτυξη του παιδιού τους. Μερικά από τα ευρήματα της νευρολογίας είναι κοινή λογική. Η διατροφή και η άσκηση βοηθούν τον εγκέφαλο. Ωστόσο, μερικοί από αυτούς είναι λιγότερο προφανείς: πώς ανταμείβετε και ενθαρρύνετε ένα παιδί παίζει ρόλο για τη βελτίωση του εγκεφάλου, αν αυτό γίνεται με συγκεκριμένο τρόπο.

6. Καλύτερη κατανόηση της παιδικής ανάπτυξης

Μια πιο εμπεριστατωμένη ενσωμάτωση των μελετών παιδικής ανάπτυξης για τους δασκάλους προσχολικής και πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης μπορεί να έχει τεράστιο αντίκτυπο στην μετέπειτα επιτυχία. Το Κέντρο για το Αναπτυσσόμενο Παιδί υποστηρίζει ότι πολλοί εκπαιδευτικοί έχουν παρανοήσεις σχετικά με την παιδική εκπαίδευση. Η κατανόηση του τι οδηγεί καλύτερα τα παιδιά να μάθουν και πώς να ξεπεράσουν καλύτερα τα πρώιμα μειονεκτήματα μπορεί να έχει τεράστιο αντίκτυπο στην επιτυχία της μάθησης μέσα από τα χρόνια. Η αγκαλιά των πληροφοριών που παρέχονται από τη νευροεπιστήμη μπορεί να γεφυρώσει αυτό το χάσμα στην κατανόηση[61].

7. Προσαρμογή των τάξεων για τη διευκόλυνση της μάθησης

Πολλά σχολεία αλλάζουν ήδη τα προγράμματα και τις ρουτίνες τους για να ωφελήσουν την πρόοδο των σπουδαστών. Μία μικρή αλλαγή την οποία το CDC συνέστησε, σε ένα άρθρο του 2015 σχετικά με το Smithsonian.com, καθυστέρησε τους χρόνους έναρξης. Η έρευνα έχει δείξει ότι μόλις 30 λεπτά περισσότερο ύπνο μπορεί να βελτιώσει σημαντικά τη γνωστική λειτουργία και την εγρήγορση στην τάξη.

8. Διαχωρισμός της μάθησης για βέλτιστη απορρόφηση

Μια άλλη σημαντική αλλαγή επιτρέπει στους μαθητές να επιλέξουν από ένα διαφορετικό οδηγό μαθημάτων και τα μαθήματα αποστασιοποίησης με την πάροδο του χρόνου. Η επίδραση αποστασιοποίησης λέει βασικά ότι η εκμάθηση πολύπλοκων ιδεών με την πάροδο του χρόνου, αντί όλων ταυτόχρονα, ενισχύει την κατανόηση και

τη δημιουργία νέων νευρώνων. Οι εκπαιδευτικοί μπορούν να εκτρέψουν αυτές τις γνώσεις στην ανάπτυξη και τη βελτίωση του προγράμματος σπουδών.

9. Γνωστική φροντίδα

Η χρήση της γνωστικής διδασκαλίας σε φοιτητές που παιδεύονται με τα μαθηματικά είναι μια τεράστια σημαντική ανακάλυψη για τους εκπαιδευτικούς. Δεδομένου ότι μέχρι το 20% των ατόμων έχουν κάποια μορφή μαθησιακής αναπηρίας, η βελτίωση του τρόπου επεξεργασίας και κατανόησης των μαθηματικών είναι πρωταρχικής σημασίας για την επιτυχία.

10. Ενσωμάτωση κοινωνικών δραστηριοτήτων

Όπως αναλύθηκε στο άρθρο του περιοδικού Greater Good Magazine του Μαρτίου 2011, περισσότεροι φίλοι, μεγαλύτερος εγκέφαλος, οι άνθρωποι είναι κοινωνικά όντα. Η ενσωμάτωση και εστίαση στις κοινωνικές δραστηριότητες και η αποζημίωση για συνδέσεις στην τάξη μπορούν να βοηθήσουν στην εκμάθηση. Αυτή είναι μια μικρή αλλαγή που οι εκπαιδευτικοί μπορούν να χρησιμοποιήσουν στην τάξη για να βοηθήσουν τους μαθητές να φτάσουν στο δυναμικό τους.

11. Ενσωμάτωση της τεχνολογίας στην τάξη

Η έρευνα του εγκεφάλου μας και το πώς μαθαίνουμε παρέχει συνεχώς πιθανές τεχνολογικές βελτιώσεις για τους εκπαιδευτικούς. Οι επιλογές για την εκμάθηση εφαρμογών και λογισμικού για τη συμμετοχή των μαθητών, τη σωστή διαστημική μάθηση και την ανάπτυξη του εγκεφάλου του σπουδαστή αυξάνονται καθημερινά. Η κατανόηση των βασικών αρχών του τρόπου χρήσης αυτών των προϊόντων για να επηρεάσουν θετικά την τάξη είναι απαραίτητη.

12. Βελτιωμένη προσέγγιση με τους αυτιστικούς μαθητές

Η νευροεπιστήμη βοηθάει στη διάγνωση παιδιών με σύνδρομο Αυτισμού και Asperger ήδη από την ηλικία των 18 μηνών. Το τμήμα Cambridge Neuroscience έχει αναπτύξει ακόμη κι ένα κινούμενο DVD για να βοηθήσει τα μικρά παιδιά να μάθουν για τα συναισθήματα. Ένα άρθρο του KappanMagazine.com 2013 σημείωσε ότι τα προγράμματα ειδικότητας που οδηγούνται από την επιστημονική έρευνα βοηθούν στη βελτίωση του τρόπου με τον οποίο διδάσκουμε τα παιδιά στο φάσμα του αυτισμού.

3.2 Πλεονεκτήματα της μελέτης της νευρολογικής έρευνας

Καλύτερη κατανόηση των σπουδαστών με μαθησιακές δυσκολίες και προβλήματα μάθησης

Η έρευνα των νευροεπιστημών διευκολύνει τον εντοπισμό των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες και την παροχή παρεμβάσεων που μπορούν να βοηθήσουν σημαντικά τους μαθητές με την ακαδημαϊκή τους επίδοση. Η κατανόηση ότι το σύνδρομο Asperger, για παράδειγμα, ως νευρολογική διαταραχή βοηθά τους εκπαιδευτικούς να κατανοήσουν γιατί ο σπουδαστής δρα με κάποιο συγκεκριμένο τρόπο και ποιες εκπαιδευτικές στρατηγικές εξακολουθούν να λειτουργούν καλύτερα.

Η κατανόηση ότι κάθε εγκέφαλος είναι μοναδικός και επεξεργάζεται τις πληροφορίες με διαφορετικό τρόπο, βοηθά τους εκπαιδευτικούς να διατηρούν μια προοπτική ενώ εργάζονται με μια ποικιλία μαθητών που αντιμετωπίζουν δυσκολίες στη διαδικασία μάθησης. Οι εκπαιδευτικοί τείνουν να είναι περισσότερο υποστηρικτικοί όταν η συμπεριφορά των μαθητών τους δεν είναι απαραίτητως εξ ολοκλήρου υπό τον εθελοντικό έλεγχο τους. Αυτό βοηθά τους μαθητές να τους επιτρέψουν να έχουν περισσότερη υπομονή και κατανόηση. Ο εντοπισμός των δυσκολιών στην εκτελεστική λειτουργία επιτρέπει σε έμπειρους εκπαιδευτικούς να έχουν ανοχή - ειδικά σε όσους εργάζονται με τον εφηβικό εγκέφαλο!

Μαθαίνουμε πώς να χρησιμοποιούμε την τεχνολογία πιο αποτελεσματικά

Η χρήση της τεχνολογίας και των υπολογιστών αλλάζει το μυαλό μας – καλώς ή κακώς - συμβαίνει και οι υπολογιστές είναι εδώ για να μείνουν. Τα περισσότερα παιδιά είναι πιο προχωρημένα από τους δασκάλους τους με τους υπολογιστές. Οι υπολογιστές και η χρήση της τεχνολογίας αλλάζουν την επίσημη εκπαίδευση και όχι μόνο οι εκπαιδευτικοί πρέπει να διατηρούν τις δικές τους προσωπικές δεξιότητες αιχμηρές, πρέπει να μάθουν να χρησιμοποιούν την τεχνολογία προς όφελός τους όταν εργάζονται με τους μαθητές. Οι υπολογιστές, τα iPads, τα βιντεοπαιχνίδια, τα smartphones, καθώς και τα μέσα ενημέρωσης και η διαφήμιση, επανασυνδέουν το μυαλό μας. (Lin, 2008).

Χρησιμοποιήστε την έρευνα για να βελτιώσετε τη διδασκαλία και τη μάθηση

Οι αποτελεσματικοί δάσκαλοι προσπαθούν πάντα να ενισχύσουν τις δεξιότητές τους, βελτιώνοντας έτσι τα επιτεύγματα των μαθητών. Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να κατανοήσουν ποιες είναι οι αποτελεσματικότερες στρατηγικές και μέθοδοι διδασκαλίας ως Βέλτιστες Πρακτικές, καθώς και πώς να τις εφαρμόσουν. Αλλά πρέπει επίσης να καταλάβουν γιατί είναι οι πιο αποτελεσματικές. Εκεί έρχεται η μελέτη της νευροεπιστήμης.

Είναι ικανή να μεταφράσει την έρευνα στην πρακτική της τάξης

Το βιβλίο του John Bruer, Ο μύθος των πρώτων τριών ετών: Μια νέα αντίληψη της πρώιμης ανάπτυξης του εγκεφάλου και της διά βίου μάθησης (1999, Free Press) υποστηρίζει ότι επειδή οι εκπαιδευτικοί έχουν έλλειψη κατανόησης της εγκεφαλικής έρευνας, υπήρξαν «κακές εφαρμογές γνωστικών ανακαλύψεων νευροεπιστημών» (Sylwester, 2001).

Για να διατηρήσουν την αξιοπιστία τους στον επιστημονικό κόσμο, οι δάσκαλοι πρέπει να διακρίνουν τους ισχυρισμούς που βασίζονται στην έρευνα για τον εγκέφαλο από εκείνους που βασίζονται σε νόμιμα νευροεπιστημονικά ευρήματα. Και τότε πρέπει να καταλάβουμε πώς να μεταφράσουμε αυτές τις πληροφορίες στην πρακτική της τάξης[62].

"Τα πιο πολύτιμα στοιχεία για τη βελτίωση της εκπαίδευσης δεν θα αναπτυχθούν σε ένα εργαστήριο νευροαπεικόνισης. Θα είναι εκπαιδευτικοί, οι θεμελιώδεις γνώσεις για την επιστήμη της μάθησης, οι οποίοι θα είναι προετοιμασμένοι να αξιολογήσουν την εγκυρότητα και τους δυνητικούς εκπαιδευτικούς συσχετισμούς από την έρευνα των νευροεπιστημών" (Ansari, 2014).

4.Νευροεπιστήμη και Τεχνολογία

4.1 Η τεχνολογία αλλάζει τον εγκέφαλο

Η ανθρώπινη ταυτότητα, η ιδέα που καθορίζει τον καθένα από εμάς, θα μπορούσε να αντιμετωπίσει μια άνευ προηγουμένου κρίση.

Πρόκειται για μια κρίση που θα απειλούσε μακροχρόνιες ιδέες για το ποιοι είμαστε, τι κάνουμε και πώς συμπεριφερόμαστε. Αυτή η κρίση θα μπορούσε να αναδιαμορφώσει τον τρόπο αλληλεπίδρασης μεταξύ μας, να αλλάξουμε ό, τι μας κάνει ευτυχισμένους και να τροποποιήσουμε την ικανότητά μας να φτάσουμε στο πλήρες δυναμικό μας ως άτομα. Και προκαλείται από ένα απλό γεγονός: ο ανθρώπινος εγκέφαλος, που είναι το πιο ευαίσθητο των οργάνων, απειλείται από τον σύγχρονο κόσμο.

Φυσικά, υπάρχουν οφέλη από την τεχνική πρόοδο - αλλά υπάρχουν και μεγάλοι κίνδυνοι και πιστεύω ότι βλέπουμε ορισμένα από αυτά σήμερα.

Ένα σημαντικό γεγονός είναι ότι ο εγκέφαλος δεν είναι το αμετάβλητο όργανο που μπορούμε να φανταστούμε, αλλά ουσιαστικά διαμορφώνεται από αυτό που κάνουμε σε αυτό και από την εμπειρία της καθημερινής ζωής. Σε μικροκυτταρικό επίπεδο, το άπειρα πολύπλοκο δίκτυο νευρικών κυττάρων που αποτελούν τα συστατικά μέρη του εγκεφάλου μεταβάλλεται πραγματικά ως ανταπόκριση σε ορισμένες εμπειρίες και ερεθίσματα.

Ο εγκέφαλος, με άλλα λόγια, είναι εύπλαστος- όχι μόνο στην πρώιμη παιδική ηλικία, αλλά μέχρι την πρώιμη ενηλικίωση και, σε ορισμένες περιπτώσεις, και πέραν αυτού. Το περιβάλλον έχει τεράστιο αντίκτυπο τόσο στον τρόπο που αναπτύσσονται οι εγκέφαλοί μας όσο και στον τρόπο με τον οποίο ο εγκέφαλος μεταμορφώνεται σε ένα μοναδικό ανθρώπινο μυαλό. Ο εγκέφαλός μας είναι υπό την επήρεια ενός συνεχώς αναπτυσσόμενου κόσμου νέας τεχνολογίας.

Η τεχνολογία επηρεάζει τον τρόπο σκέψης μας, την ικανότητα, να αιτιολογούμε και να αντλούμε συμπεράσματα με βάση τις εμπειρίες, τις γνώσεις και τις ιδέες μας. Είναι αυτό που μας κάνει ανθρώπους και μας επέτρεψε να επικοινωνούμε, να δημιουργούμε, να οικοδομούμε, να προχωρούμε και να γίνουμε πολιτισμένοι.

Η αλήθεια είναι ότι η χρήση της τεχνολογίας μπορεί να είναι επωφελής για τον εγκέφαλο. Οι χρήστες του Ιντερνετ, παραδείγματος χάριν, είναι πιο επιδέξιοι στην αναζήτηση πληροφοριών, ενώ παίκτες βιντεοπαιχνιδιών έχουν μεγαλύτερη οπτική οξύτητα. Όμως, εκτός από τις συνέπειές της στη φυσιολογία μας, η σύγχρονη τεχνολογία μεταβάλλει και τον τρόπο που ζούμε. Ο εργασιακός χώρος επεκτάθηκε παντού, οι αποστάσεις εκμηδενίστηκαν, είμαστε πιο αποτελεσματικοί και έχουμε περισσότερο ελεύθερο χρόνο, αλλά η έλλειψη συγκέντρωσης είναι πια τρόπος ζωής.

Ταυτόχρονα όμως είμαστε και έρμαιο πάσης φύσεως πληροφοριών. Σήμερα δαπανούμε κατά μέσον όρο 12 ώρες ημερησίως παρακολουθώντας τα διάφορα Μέσα

(μία ώρα στο Ιντερνετ ή την τηλεόραση μετρά διπλά). Το 1960 η ημερήσια απασχόληση με αυτά δεν ξεπερνούσε τις πέντε ώρες. Μελέτες που πραγματοποιήθηκαν στο Πανεπιστήμιο Στάνφορντ απέδειξαν ότι όσοι έχουν κάνει την τεχνολογία μέρος της καθημερινότητάς τους έχουν δυσκολία να συγκεντρωθούν σε ένα συγκεκριμένο καθήκον, αλλά είναι έτοιμοι να στρέψουν το ενδιαφέρον τους σε οτιδήποτε νέο, όπως θα μπορούσε να είναι ο ήχος ενός εισερχόμενου e-mail. Έτσι με μεγάλη δυσκολία τηρούν τις προτεραιότητες που έχουν θέσει.

Οι ερευνητές ανησυχούν ιδιαίτερα για τα αποτελέσματα αυτής της πληροφοριακής καταιγίδας στα παιδιά, καθώς τα αποτρέπει από το να εστιάσουν το ενδιαφέρον στα μαθήματά τους.[63]. Οι επιπτώσεις της τεχνολογίας στα παιδιά είναι περίπλοκες, με οφέλη και κόστος. Το εάν η τεχνολογία βοηθάει ή πονάει στην ανάπτυξη της σκέψης των παιδιών σας εξαρτάται από την συγκεκριμένη τεχνολογία που χρησιμοποιείται και από το πώς και με ποια συχνότητα χρησιμοποιείται.

4.2 Η εφαρμογή της πληροφορικής στη νευροεπιστήμη

Η εφαρμογή της πληροφορικής στη νευροεπιστήμη υπερβαίνει κατά πολύ τις «παραδοσιακές» βιοπληροφορικές μορφές όπως οι αλληλουχίες DNA. Η συνεχής ανάπτυξη προτύπων για την ανταλλαγή δεδομένων και τη διαλειτουργικότητα, καθώς και η αυξανόμενη συνειδητοποίηση και η αποδοχή της σημασίας της ανταλλαγής δεδομένων, συγκαταλέγονται στις βασικές προσπάθειες που απαιτούνται για την προώθηση του τομέα.

Η νευροεπιστήμη είναι μια πλούσια πηγή ενδιαφερόντων υπολογιστικών και πληροφοριακών προβλημάτων και ευκαιριών.

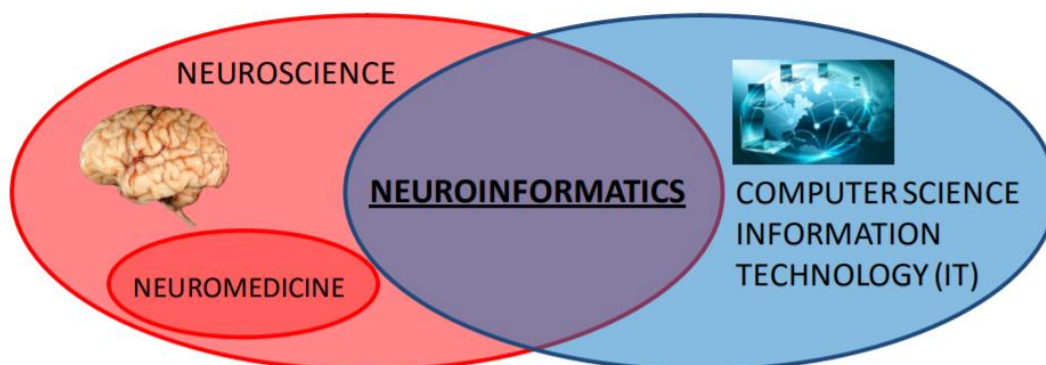
Η νευροπληροφορική περιλαμβάνει την ανάπτυξη βάσεων δεδομένων, προτύπων, εργαλείων και μοντέλων και την ανάπτυξη προσομοιώσεων και αναλυτικών τεχνικών, που καλύπτουν όλα τα επίπεδα της οργάνωσης του νευρικού συστήματος.

Η νευροπληροφορική περιλαμβάνει την ανάλυση των γονιδίων και των πρωτεϊνών, υπάρχει εκτεταμένη αλληλεπικάλυψη με την «παραδοσιακή» βιοπληροφορική. Ωστόσο, μεγάλο μέρος του ενδιαφέροντος για τη νευροπληροφορική προέρχεται από τους διάφορους τύπους έρευνας για τη νευροεπιστήμη και τον τρόπο με τον οποίο θα μπορούσαν να συνδεθούν αποτελεσματικότερα με τη χρήση τεχνολογιών πληροφορικής.

Στη δεκαετία του 1990, η «Δεκαετία του Εγκέφαλου», δημιουργήθηκε ένας αριθμός ψηφιακών και ηλεκτρονικών πόρων που επιτρέπουν τον εξορθολογισμό και την ολοκλήρωση των διαφόρων πεδίων των νευροεπιστημών. Αυτή η προσέγγιση έχει περιγραφεί ως «νευροπληροφορική»[64].

Η Νευροπληροφορική επιδιώκει να δημιουργήσει και να διατηρήσει βάσεις δεδομένων με πειραματικά και υπολογιστικά δεδομένα προσβάσιμα από το Διαδίκτυο, μαζί με καινοτόμα εργαλεία λογισμικού, απαραίτητα για την κατανόηση του νευρικού συστήματος στην κανονική του λειτουργία και στις νευρολογικές

διαταραχές. Η νευροπληροφορική περιλαμβάνει την παραδοσιακή βιοπληροφορική των γονιδιακών και πρωτεϊνικών αλληλουχιών στον εγκέφαλο. Η δημιουργία βάσεων δεδομένων και εργαλείων νευροπληροφορικής παρουσιάζει δύσκολες προκλήσεις, διότι καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα τύπων δεδομένων που έχουν αποθηκευτεί και αναλυθεί.



Η νευροπληροφορική ως πεδίο που περιλαμβάνει βάσεις δεδομένων και εργαλεία για την κατανόηση του νευρικού συστήματος ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 1990 (Huerta et al., 1993). Κατά τη διάρκεια της επόμενης δεκαετίας άρχισε η ανάπτυξη της αντιμετώπισης των πολύπλοκων τύπων δεδομένων που χαρακτηρίζουν τις μελέτες του νευρικού συστήματος. Οι πειραματικές βάσεις δεδομένων της νευροπληροφορικής μπορούν να αποθηκεύσουν σχολιασμούς της λειτουργίας και της ανατομίας των γονιδίων του νευρικού συστήματος.

Συμπερασματικά, υπάρχει μια μεγάλη ποικιλία βάσεων δεδομένων για τη νευροεπιστήμη και εργαλεία που υποστηρίζουν τη νευροεπιστήμη και τη βιοϊατρική. Το πεδίο της νευροπληροφορικής μπορεί να θεωρηθεί ως εκτεταμένη και επεξεργασμένη εφαρμογή ανάλογων εργαλείων με εκείνα που βρέθηκαν νωρίτερα για να είναι κρίσιμα για την ανάπτυξη της βιοπληροφορικής, αλλά εφαρμόζονται σε ευρύτερους, ετερογενείς τύπους δεδομένων σε πολλά επίπεδα λειτουργίας. Το βάθος και το εύρος των πληροφοριών για τις νευροεπιστήμες αρχίζει να οργανώνεται μέσω βάσεων δεδομένων. Αυτά και οι πληροφορίες στις βάσεις δεδομένων που περιέχουν θα βοηθήσουν στην αναζήτηση, σύγκριση και μοντελοποίηση των νευρικών συστημάτων σε κλίμακες κλίμακας από το επίπεδο των μορίων στη συμπεριφορά σε φυσιολογικούς, νοσούντες ή τραυματισμένους ανθρώπους και ζώα. Η νευροπληροφορική καθίσταται απαραίτητη για τους ερευνητές της νευρολογίας και τους κλινικούς για τη διεξαγωγή επιστημονικής έρευνας και την άσκηση της ιατρικής στην εποχή μας για την ταχεία επέκταση της διεπιστημονικής γνώσης.

4.3 Παραδείγματα Νευροπληροφορικής

4.3.1 National Center for Biotechnology Information (NCBI)

Μια έρευνα για νευροεπιστήμες που αποδεικνύει την επικάλυψη της παραδοσιακής βιοπληροφορικής και της νευροπληροφορικής ξεκινά με την αναζήτηση "Όλες οι βάσεις δεδομένων" στο PubMed (Εθνικό Κέντρο Βιοτεχνολογικών Πληροφοριών 2007). Αυτή η ισχυρή μηχανή αναζήτησης αναζητά ταυτόχρονα 28 βάσεις δεδομένων που περιλαμβάνουν καταχωρήσεις στα διάφορα θέματα της βιβλιογραφίας (άρθρα σε περιοδικά και βιβλία), βάσεις δεδομένων αλληλουχίας, μεταδεδομένα (περιγραφές των δεδομένων ή της μορφής αποθήκευσης των δεδομένων), βάσεις δεδομένων για τα περιοδικά, όχι τα άρθρα σε αυτά) και το λεξιλόγιο και βιβλιογραφικά δεδομένα για την Βιβλιοθήκη της Εθνικής Βιβλιοθήκης. Αυτό είναι χρήσιμο για την ταυτόχρονη αναζήτηση πληροφοριών σχετικά με τα γονίδια και τη βιβλιογραφία που περιγράφει τα ευρήματα σχετικά με το γονίδιο.



Σχήμα 4-1: Όλες οι αναζητήσεις βάσεων δεδομένων στο PubMed.

4.3.2 Neuroscience Database Gateway (NDG)

Ας φανταστούμε ότι είστε ένας ερευνητής που αναζητά ιστότοπους που περιέχουν ατλαντες ανθρώπινου εγκεφάλου για να επανεξετάσεται κάποια πτυχή της ανατομίας του νευρικού συστήματος. Ξεκινώντας από την αρχική σελίδα του NDG (SfN

Neuroscience Database Gateway 2007), κάντε κλικ στο σύνδεσμο "Αναζήτηση" στην αριστερή στήλη και πληκτρολογήστε "Atlas" κάτω από τις κατηγορίες και "Ανθρώπινη" κάτω από τα είδη και πατήστε το πλήκτρο "Αναζήτηση"). Εάν δεν είναι γνωστοί οι όροι αναζήτησης, μπορούν να πατηθούν τα κουμπιά "λέξη-κλειδί" για κάθε πεδίο, τα οποία ανοίγουν ένα παράθυρο όπου μπορούν να επιλεγούν πολλοί όροι αναζήτησης.

The top screenshot shows the NDG Database Search interface. On the left is a sidebar with links: Home, Background, Resources, Experimental data, Knowledge bases, Software tools, Bioinformatics, Materials, Links, All Databases, Linked fields, Browse, and Search. The main area is titled 'Database Search' and contains a search form. The search criteria are set to 'Databases'. The form includes a table of parameters to retrieve, with columns for 'Parameters to retrieve', 'Select', and 'Conditions'. The 'Select' column has checkboxes for various parameters, and the 'Conditions' column has input fields for search terms. The 'Search' button is at the bottom right of the form.

The bottom screenshot shows the search results for 'Atlas' in the 'Human' category. The results are displayed in a table with the following data:

ID	Name
1	BrainMap
2	BrainMap
3	BrainMap
4	BrainMap
5	BrainMap
6	BrainMap
7	BrainMap
8	BrainMap
9	BrainMap
10	BrainMap
11	BrainMap
12	BrainMap
13	BrainMap
14	BrainMap
15	BrainMap
16	BrainMap
17	BrainMap
18	BrainMap

Σχήμα 4-2: Database search in NDG.

4.3.3 Representative Human Brain Projects (HBP)

Η διαχείριση των δεδομένων που αποκτώνται στο εργαστήριο αποτελεί πρόκληση. Ελπίζουμε ότι οι δυσκολίες στην οργάνωση των δεδομένων πριν από τη δημοσίευση και τη διατήρησή τους μπορούν να βελτιωθούν με την αποθήκευση τους σε ηλεκτρονικές βάσεις δεδομένων. Αυτό επίσης διευκολύνει την κοινή χρήση των δεδομένων με συναδέλφους που μπορεί να θέλουν να αναλύσουν τα δεδομένα για να επαληθεύσουν τις υποθέσεις ή να αναζητήσουν υποστήριξη για άλλες (ίσως μη σχετικές) υποθέσεις. Υπάρχουν μερικά έργα νευροπληροφορικής που σχεδιάζουν μεθόδους για την αποθήκευση φυσιολογικών δεδομένων σε βάσεις δεδομένων ιστού.

Home

LNI neurodatabase.org Laboratory of Neuroinformatics
Weill Medical College of Cornell University

BrainML Data Query

Leave all fields blank to query for all submissions. Put "" in a field to query for submissions with any non-empty value for that field. Select the output format at the bottom.

Reference: Contributor

First		Last	
Institution			

Reference: Citation

Title		Year	
Journal		Volume	
Collection			
Title			

Reference: Experiment

Id	
----	----------------------

Recording Site: Cortical Location

Cytoarchitectural Area	Select	Functional Area	Select
Cortical Layer	Select		

User ID:
 Password:
 Log in Sign up

Σχήμα 4-3: Searching for entries at Neurodatabase.org.

Πρόκειται για πιλοτικό έργο για τη διερεύνηση τρόπων με τους οποίους τα ηλεκτροφυσιολογικά δεδομένα μπορούν να αποθηκευτούν και στη συνέχεια να ανακτηθούν. Τα σχολιασμένα δεδομένα περιλαμβάνουν ηλεκτρικές εγγραφές από εγκεφάλους πιθήκων, με ταυτόχρονα αποκτημένες χρονοσειρές βίντεο και συμπεριφορικής δραστηριότητας.

Στη πρωτότυπη βάση δεδομένων τους τα πρωτογενή δεδομένα είναι ηλεκτρικές εγγραφές και χρονολογικές σειρές συμβάντων συμπεριφοράς, άλλα χαρακτηριστικά είναι οι χώροι εγγραφής, οι σχετικές δημοσιεύσεις, οι περιοχές εγκεφάλου και οι περιοχές εγγραφής στην περιοχή, ο τύπος του νευρώνα, τα είδη ζώων κλπ.

4.3.4 SenseLab

Μια συλλογή από βάσεις δεδομένων που διερευνά πιλοτικά έργα σε διάφορα υποπεδία στη Νευροεπιστήμη: γονίδια οσφρητικού υποδοχέα, υπολογιστικά μοντέλα νευροεπιστήμης, ιδιότητες νευρωνικής μεμβράνης και οσφρητικούς χάρτες.

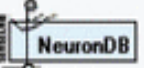
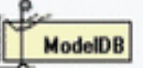


[Login](#)

The SenseLab Project is a long term effort to build integrated, multidisciplinary models of neurons and neural systems, using the olfactory pathway as a model. This is one of a number of projects funded as part of the [Human Brain Project](#) whose aim is to develop neuroinformatics tools in support of neuroscience research. The project involves novel informatics approaches to constructing databases and database tools for collecting and analyzing neuroscience information, and providing for efficient interoperability with other neuroscience databases.

- ♦ [Overview](#)
- ♦ [Membrane Properties Resource](#)

Brain Database Research

Neuronal Databases			
Olfactory Databases			
Disease Databases			

[Neuroscience Database Gateway](#)

[Help & Introduction](#) [Labs & People](#) [Links](#) [Publications](#) [Architecture](#) [Teaching](#)

Total site hits since January 1, 2006: 13,551,399



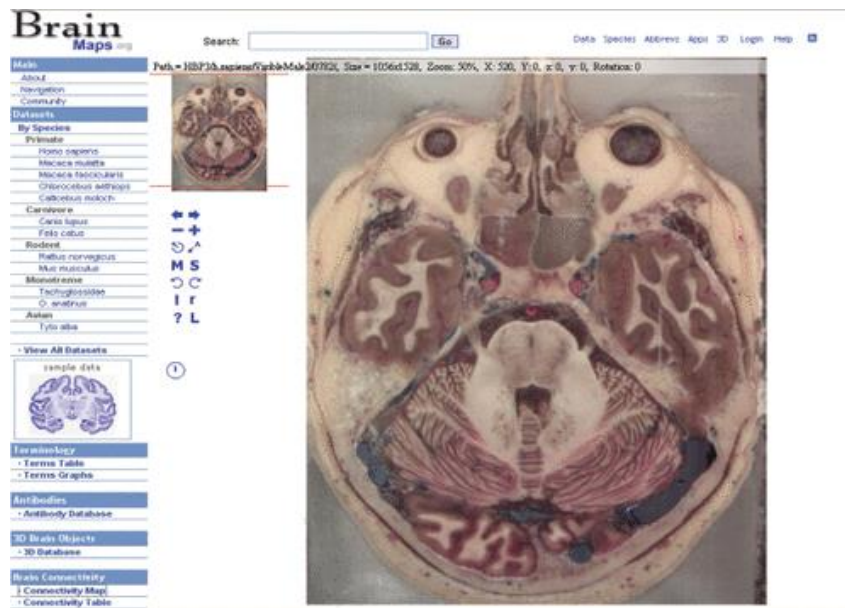
Questions, comments, problems? Email the [SenseLab Administrator](#)
This site is Copyright 2000 Shepherd Lab, Yale University



Σχήμα 4-4: SenseLab.

4.3.5 [Brainmaps.org](#)

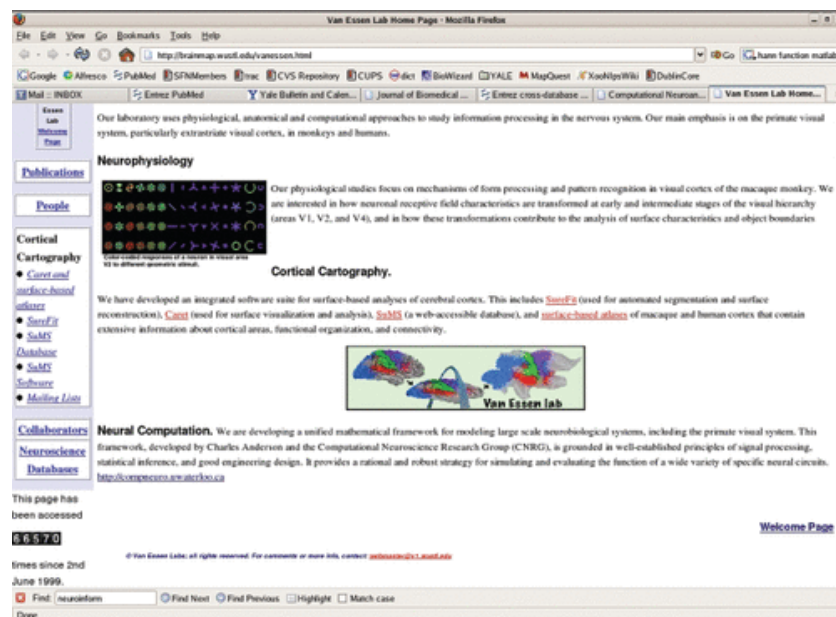
Έχει μια συλλογή διαφανειών ανθρώπων και 11 άλλων ειδών που είναι πλεύσιμα στο διαδίκτυο. Η μεταβλητότητα μεταξύ των ατόμων και οι μεγαλύτερες διαφορές μεταξύ των ειδών αποτελούν πρόκληση για τις συγκρίσεις των χαρτών εγκεφάλου. Μια απάντηση σε αυτή την πρόκληση ήταν η δημιουργία μεθόδων για τον μετασχηματισμό του φλοιού σε ένα επίπεδο χάρτη όπου οι συγκρίσεις (σε δύο διαστάσεις) είναι πιο εύχρηστες.



Σχήμα 4-5 :BrainMaps

4.3.6 The Van Essen lab

Αναπτύσσει εργαλεία που μετασχηματίζουν τους 3-D φλουικούς χάρτες σε 2-D (επίπεδους) χάρτες για τη σύγκριση λειτουργικών και δομικών εικόνων μεταξύ ατόμων και μεταξύ ειδών.

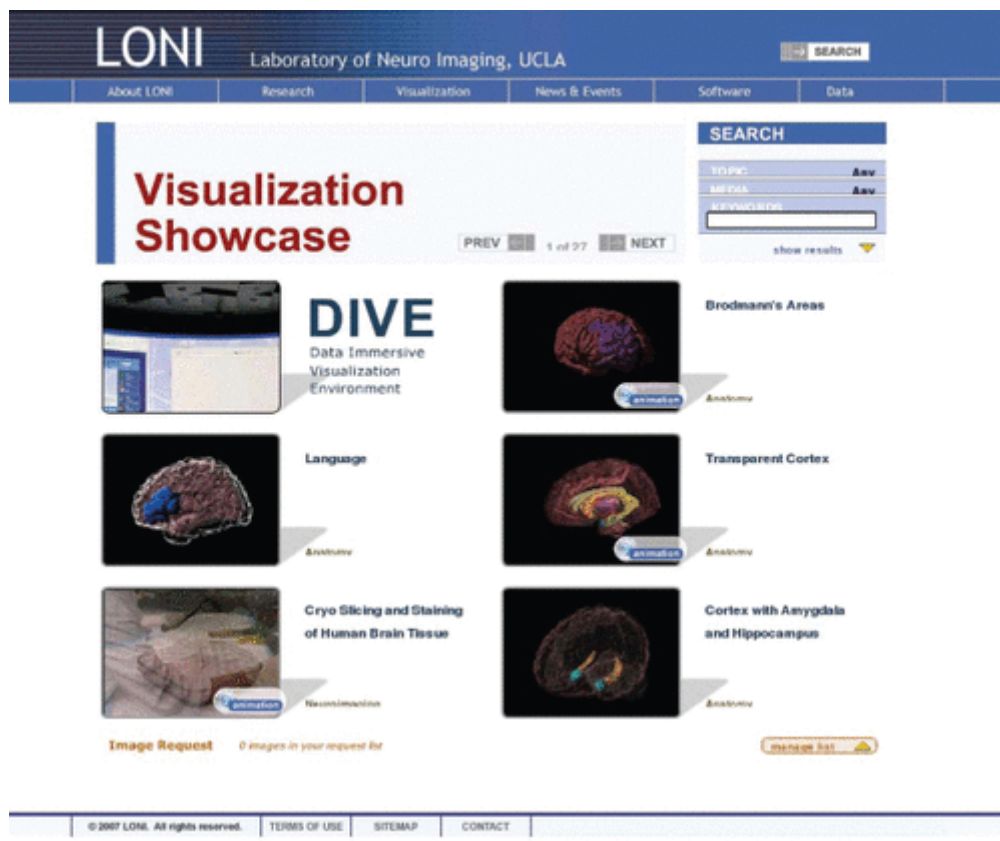


Σχήμα 4-6: The Van Essen lab

4.3.7 Laboratory of Neuro Imaging 2007

Στόχος του είναι η ανάπτυξη ενός πιθανολογικού συστήματος αναφοράς για τον ανθρώπινο εγκέφαλο. (Mazziotta et al., 2001), υποστηρίζει πάνω από 60 εθνικές και διεθνείς συνεργασίες. Αυτές οι προσπάθειες περιλαμβάνουν την ανάπτυξη μεθόδων

παραμόρφωσης για την τυποποίηση και την ταξινόμηση ατόμων από τους νέους σε ηλικιωμένους σε υγιείς και ασθενείς με Αλτσχάιμερ και άλλες ασθένειες.



Σχήμα 4-7: Laboratory of Neuro Imaging (LONI).

Πάνω από 60 εθνικά και διεθνή προγράμματα για την προώθηση προσεγγίσεων ανάλυσης εικόνας για τη διερεύνηση της δομής και της λειτουργίας του εγκεφάλου στην υγεία και στις ασθένειες[65].

Η νευροπληροφορική είναι ένα πρωταρχικό παράδειγμα της τρέχουσας επιταχυνόμενης ανάπτυξης της γνώσης και των δεδομένων της βιοπληροφορικής. Οι βάσεις δεδομένων και τα εργαλεία της νευροπληροφορικής καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα χωρικών κλιμάκων και ετερογενών τύπων δεδομένων που έχουν αποθηκευτεί και αναλυθεί. Οι βάσεις δεδομένων για τη νευροπληροφορική, μαζί με καινοτόμα εργαλεία λογισμικού, είναι απαραίτητα για την κατανόηση του νευρικού συστήματος στην κανονική του λειτουργία, στις νευρολογικές διαταραχές και έχουν κλινικές εφαρμογές. Τα σύντομα εκπροσωπούμενα έργα νευροπληροφορικής παρουσίασαν συναρπαστικά δείγματα πρόσφατων εξελίξεων στην ευρύτερη κοινότητα βιοπληροφορικής.

4.4 Κατανόηση του εγκεφάλου μέσω της νευροπληροφορικής

Η μεγάλη πρόκληση στη νευροεπιστήμη είναι - όπως φαίνεται - η προσπάθεια κατανόησης της δομής, της λειτουργίας και της ανάπτυξης του νευρικού συστήματος στην υγεία και στις ασθένειες. Η κατανόηση αυτή απαιτεί την ενσωμάτωση

τεράστιων ποσοτήτων ετερογενών και πολύπλοκων δεδομένων που συλλέγονται σε πολλαπλά επίπεδα έρευνας. Ο διεπιστημονικός τομέας της νευροπληροφορικής συνδυάζει τη νευροεπιστήμη με την επιστήμη / τεχνολογία της πληροφορίας και ασχολείται με τη δημιουργία των συστημάτων δεδομένων που θα απαιτηθούν για την επίτευξη αυτής της ολοκλήρωσης. Η μεγάλη πρόκληση στη νευροπληροφορική είναι να επιτευχθεί προηγμένη, τελικά ομαλή ενσωμάτωση όλων των δεδομένων που απαιτούνται για την κατανόηση του νευρικού συστήματος.

Η ενσωμάτωση των δεδομένων των νευροεπιστημών μπορεί να συγκριθεί με ένα πολυδιάστατο παζλ. Μια διάσταση του παζλ είναι ο χρόνος. Έτσι, ο ενήλικας εγκέφαλος και κάθε αναπτυξιακό στάδιο διατηρούν το δικό τους σύνολο δομικών και λειτουργικών δεδομένων. Μια άλλη διάσταση είναι τα πολλαπλά επίπεδα έρευνας. Τα επίπεδα ξεκινούν από γονίδια και μόρια μέσω συνάψεων, κυττάρων, δικτύων, περιοχών και ολόκληρου του εγκεφάλου, με τη γνώση και τη συμπεριφορά. Η τοποθέτηση δεδομένων μαζί με την πάροδο του χρόνου και εντός και μεταξύ των πολλών επιπέδων έρευνας είναι μια γιγαντιαία πρόκληση. Από τη σκοπιά της νευροπληροφορικής, η πρόκληση μπορεί να περιγραφεί ως σχετική με:

- 1) συσσώρευση, αποθήκευση, διαχείριση και ανταλλαγή δεδομένων - "πρόκληση βάσης δεδομένων",
- 2) ανάπτυξη και ανταλλαγή εργαλείων για αναλύσεις δεδομένων - "πρόκληση εργαλείων"
- 3) Δημιουργία και επικύρωση υπολογιστικών μοντέλων της δομής και της λειτουργίας του εγκεφάλου με βάση τα διαθέσιμα δεδομένα - την "πρόκληση μοντελοποίησης".

Η πρόκληση της βάσης δεδομένων: Κάθε ένα από τα πολλαπλά επίπεδα έρευνας δημιουργεί τεράστια ποσά πρωτογενών δεδομένων πολλών διαφορετικών μορφών. Οι προκλήσεις για την εξέλιξη της βάσης δεδομένων περιλαμβάνουν τη θέσπιση προτύπων για οντολογίες, περιγραφές μεταδεδομένων και μορφότυπων δεδομένων και τη δημιουργία μηχανισμών (από τεχνική άποψη κοινωνιολογικής και νομικής φύσης) για την ανταλλαγή μεγάλου αριθμού δεδομένων μεταξύ των ερευνητών.

Η οντολογία είναι κάτι περισσότερο από ορολογία. Η οντολογία μιας βάσης δεδομένων είναι ο ορισμός των στοιχείων και των σχέσεων μεταξύ των στοιχείων που περιλαμβάνονται στη βάση δεδομένων. Είναι δύσκολο να φτάσουμε σε μια τυπική οντολογία, αλλά είναι σημαντικό να προσπαθήσουμε να διευκρινίσουμε τους ορισμούς και τις έννοιες, επιτρέποντας έτσι την ευκολότερη σύγκριση και ερμηνεία των δεδομένων. Τα μεταδεδομένα, τα "δεδομένα σχετικά με τα δεδομένα", συντίθενται από τα δεδομένα που περιγράφουν τα κύρια στοιχεία της έρευνας. Τα δεδομένα που συλλέγονται σε ένα πείραμα έχουν νόημα μόνο αν παρέχονται αρκετές πειραματικές συνθήκες και παράμετροι. Τα ερευνητικά άρθρα περιέχουν μεταδεδομένα αλλά όχι σε δομημένη μορφή. Πρότυπα για ελάχιστα σύνολα μεταδεδομένων για πειραματικά δεδομένα είναι απαραίτητα και μπορούν να αναπτυχθούν ρεαλιστικά.

Πολλοί τύποι μορφών δεδομένων χρησιμοποιούνται στη νευροεπιστήμη. Οι τυποποιημένες μορφές επιτρέπουν ευκολότερη χρήση κοινών εργαλείων και

σύγκριση δεδομένων που παράγονται από διαφορετικές κοινότητες και εργαστήρια. Οι συνήθειες πρακτικές για την ανταλλαγή δεδομένων είναι επίσης σημαντικές για την ανάπτυξη μεγάλων βάσεων δεδομένων.

Με όλο και μεγαλύτερο αριθμό βάσεων δεδομένων, η ανταλλαγή δεδομένων στη νευροεπιστήμη μπορεί σταδιακά να γίνει τόσο κοινή και χρήσιμη όσο και στη γονιδιωματική, όπου η ύπαρξη πολύ μεγάλων συστημάτων δεδομένων οδηγεί σε αυξημένη γνώση καθώς και σε προϊόντα και υπηρεσίες που συνδέονται με τη βελτίωση της ανθρώπινη υγείας.

Οι προκλήσεις των εργαλείων: Πολλές τεχνικές απεικόνισης και ανάλυσης δεδομένων έχουν αναπτυχθεί από άλλους τομείς. Αλλά η κοινότητα των νευροεπιστημών έχει ανάγκη από ειδικά και βελτιστοποιημένα εργαλεία και αλγόριθμους. Τα δεδομένα έχουν νόημα μόνο στο πλαίσιο εργαλείων. Η πλοήγηση και ο χειρισμός δεδομένων απαιτούν ένα πλήθος εργαλείων. Η ενοποίηση βασίζεται όχι μόνο στη συσσώρευση δεδομένων εντός και μεταξύ των πολλών επιπέδων διερεύνησης αλλά και στα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τη σύγκριση των δεδομένων, τη δημιουργία παραστάσεων υψηλότερης τάξης και την εξαγωγή αρχών. Με την πάροδο του χρόνου, μερικά από αυτά τα εργαλεία μπορούν να ωφελήσουν τους ερευνητές σε κλάδους των επιστημών της πληροφορίας καθώς αντιμετωπίζουν θέματα που σχετίζονται με τη λειτουργία του εγκεφάλου, όπως η μηχανική μάθηση και ο σχεδιασμός ρομποτικών εργασιών.

Η πρόκληση της μοντελοποίησης: Όπως και σε όλη την επιστήμη, η κατανόηση των συστημάτων και των φαινομένων που μελετώνται περιλαμβάνει την ανάπτυξη μοντέλων που είναι περιγραφικά καθώς και προγνωστικά και επεξηγηματικά. Στη νευροεπιστήμη, τα συστήματα και τα φαινόμενα είναι από τα πιο δύσκολα μοντέλα λόγω των πολλών επιπέδων έρευνας που απαιτούνται για την κατανόηση της λειτουργίας και της πολυπλοκότητας που υπάρχει σε κάθε επίπεδο.

Ο μόνος τρόπος να επικυρωθούν τα μοντέλα των εξελιγμένων λειτουργιών που επιτελεί το νευρικό σύστημα είναι η αντιμετώπιση των συνόλων δεδομένων της νευροεπιστήμης, χρησιμοποιώντας εργαλεία που αναπτύσσονται μέσω της νευροπληροφορικής.

Όλες οι παραπάνω προκλήσεις είναι απαιτητικές. Λίγα εργαστήρια νευροεπιστημών έχουν τη συνδυασμένη τεχνογνωσία για να ασχοληθούν με όλες τις πτυχές της νευροπληροφορικής: βάση δεδομένων, ανάπτυξη εργαλείων, ανταλλαγή και μοντελοποίηση. Τα περισσότερα εργαστήρια νευροεπιστημών έχουν λίγους έμπειρους ερευνητές και φέρουν την ευθύνη να εκπαιδεύσουν νεότερους ερευνητές. Τα δεδομένα και τα εργαλεία που μοιράζονται στο πλαίσιο της κατάρτισης δεν είναι εύκολο έργο. Η διεξαγωγή των πειραμάτων, η συλλογή των δεδομένων, η διεξαγωγή των αρχικών αναλύσεων και η συμπλήρωση των εκθέσεων και των δημοσιεύσεων λαμβάνουν συχνά το μεγαλύτερο μέρος του διαθέσιμου χρόνου και πόρων. Η τυποποίηση σε όλα τα επίπεδα διερεύνησης, η περαιτέρω απόκτηση δεδομένων για την πληρότητα και η κοινή χρήση ενδέχεται να μην περιλαμβάνονται στην ημερήσια διάταξη. Με τη δημιουργία μεγαλύτερων κοινοπραξιών πολλαπλών ερευνητικών ομάδων, καθώς και με τη δημιουργία νέων ιδρυμάτων και υπηρεσιών προσανατολισμένων στην παραγωγή δεδομένων, η έρευνα των νευροεπιστημών

μεταβάλλεται σταδιακά. Αυτές οι μεγαλύτερες επιχειρήσεις αναπτύσσουν έναν αυξανόμενο αριθμό συστημάτων δεδομένων, πρότυπα και απαιτήσεις για τη συγκέντρωση των συστημάτων. Με όλο και μεγαλύτερο αριθμό διαθέσιμων συστημάτων δεδομένων που καλύπτουν ένα ή περισσότερα επίπεδα έρευνας, αναμένεται ότι ο τομέας των νευροεπιστημών θα κινηθεί σταδιακά προς τη χρήση τέτοιων συστημάτων. Το πεδίο της νευροπληροφορικής θα ασχοληθεί με την περαιτέρω ανάπτυξη των συστημάτων δεδομένων και την πρόκληση να καταστούν τα συστήματα λειτουργικά μαζί - να γίνουν διαλειτουργικά.

Πρόσφατα, έχουν προκύψει νέες ευκαιρίες για διεθνή συντονισμό στον τομέα της νευροπληροφορικής. Με μια διεθνή εντολή για την επιστημονική πολιτική, πολυεπιστημονικές και πολυεθνικές ομάδες έχουν αναλύσει τον τομέα και έχουν δώσει συστάσεις για την περαιτέρω ανάπτυξή του. Αυτή η προσπάθεια παρείχε τη βάση για συντονισμένες δράσεις σε παγκόσμιο επίπεδο από τα τρία σκέλη της νευροπληροφορικής (βάσεις δεδομένων, ανάπτυξη και κοινή χρήση εργαλείων και μοντελοποίηση), όπως περιγράφεται παραπάνω. Η νευροπληροφορική είναι ένας μεγάλος τομέας διεπιστημονικής έρευνας που είναι έτοιμος να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην υποστήριξη της νευροεπιστήμης στην εποχή της πληροφορίας[66].

4.5 Νευροτεχνολογία: Τρέχουσες εξελίξεις

Η νευροτεχνολογία είναι ένας συναρπαστικός και, ταυτόχρονα, αμφιλεγόμενος τομέας, καθώς ένας από τους στόχους της είναι να «συρρέει» άμεσα τον ανθρώπινο εγκέφαλο σε μηχανές. Θα πρέπει πράγματι να περιμένουμε να συναντήσουμε αυτά τα υβριδικά συστήματα εγκεφάλου-μηχανής πιο συχνά στο μέλλον.

Η νευροτεχνολογία ορίζεται ως η συναρμολόγηση μεθόδων και οργάνων που επιτρέπουν την άμεση σύνδεση των τεχνικών στοιχείων με το νευρικό σύστημα. Αυτά τα τεχνικά στοιχεία είναι ηλεκτρόδια, υπολογιστές ή ευφυείς προθέσεις. Σκοπός τους είναι να καταγράφουν σήματα από τον εγκέφαλο και να τα μεταφράζουν σε εντολές τεχνικού ελέγχου ή να χειρίζονται την εγκεφαλική δραστηριότητα με ηλεκτρικά ή οπτικά ερεθίσματα. Οι αλληλεπιδράσεις κλειστού-βρόχου των συστημάτων ανάγνωσης και διέγερσης (κυκλώματα ελέγχου) αποτελούν επίσης αντικείμενο της τρέχουσας έρευνας.

Τα νευροτεχνολογικά ηλεκτρόδια μπορούν απλά να τοποθετηθούν στην επιφάνεια της κεφαλής με τη μορφή καπακιών ηλεκτροδίων που συλλέγουν ηλεκτρικά πεδία που παράγονται από τον ενεργό εγκέφαλο. Αυτή η μέθοδος μέτρησης ονομάζεται "μη επεμβατική" καθώς τα ηλεκτρόδια δεν διεισδύουν στο σώμα. Τα ηλεκτρόδια καταγραφής μπορούν να αποδώσουν ακριβέστερες και πιο συγκεκριμένες ενδείξεις εάν τοποθετηθούν βαθιά μέσα στον εγκέφαλο, κοντά στα νευρικά κύτταρα. Τέτοιες μέθοδοι ονομάζονται "επεμβατικές" καθώς τα ηλεκτρόδια πρέπει να διεισδύουν στον ιστό του εγκεφάλου.

Η τρέχουσα έρευνα στοχεύει τώρα στη βελτιστοποίηση της μακροπρόθεσμης σταθερότητας και της βιοσυμβατότητας τέτοιων εμφυτευμάτων εγκεφάλου ώστε να είναι βιώσιμες για την καθημερινή πρακτική χρήση πέρα από τις κλινικές δοκιμές. Προκειμένου να βελτιωθεί περαιτέρω η ακρίβεια και η αξιοπιστία τέτοιων προσθέσεων για τους ασθενείς, οι βελτιώσεις από τη σύγχρονη ρομποτική εξετάζονται όλο και περισσότερο από τους μηχανικούς. Εξοπλισμένοι με ορισμένο βαθμό αυτονομίας θα είναι σε θέση να εκτελέσουν τις κινήσεις πιο κατάλληλα ή ακόμα και να εντοπίσει ποια εργασία προορίζεται από τον ασθενή και να την εκτελέσει ομαλά χωρίς λεπτομερή έλεγχο. Αυτή η νέα έρευνα είναι αποφασισμένη να καταλήξει σε εξαιρετικά περίπλοκες συσκευές που θα δημιουργήσουν αναπόφευκτα διάφορα σοβαρά ηθικά και ακόμη και ανθρωπολογικά ζητήματα.

Ένα εντελώς νέο φάσμα δυνατοτήτων προκύπτει όταν χρησιμοποιούνται νευροτεχνολογίες για καταγραφή και διέγερση ταυτόχρονα. Η μεγάλη δυνατότητα ενός τέτοιου συνδυασμού τεχνικών προέρχεται από την παρατήρηση ότι ένα ηλεκτρικό ερέθισμα μπορεί να έχει τελείως διαφορετικά αποτελέσματα, ανάλογα με την κατάσταση δραστηριότητας του εγκεφαλικού ιστού στο χρόνο διέγερσης.

Η παρεμπόδιση της εγκεφαλικής δραστηριότητας με βάση τη νευροτεχνολογία μπορεί να είναι πολύ αποτελεσματική, επιτρέποντας την επιτυχή αντιμετώπιση των εγκεφαλικών διαταραχών. Αυτή η προσέγγιση συμπληρώνει τις παραδοσιακές (κυρίως φαρμακευτικές) μεθόδους θεραπείας και συχνά οδηγεί σε σημαντική βελτίωση της ποιότητας ζωής. Ωστόσο, πρέπει να καταλάβουμε ότι αυτές οι παρεμβάσεις αλλάζουν τον εγκέφαλο και τις λειτουργίες του είτε ως επιθυμητό αποτέλεσμα θεραπείας είτε ως ανεπιθύμητη παρενέργεια.

Σε ακραίες περιπτώσεις, οι παρεμβάσεις στον εγκέφαλο μπορεί να μεταβάλλουν προσωρινά ή αμετάκλητα την προσωπικότητα και τον χαρακτήρα του ασθενούς. Αυτό προορίζεται βεβαίως για τη θεραπεία ορισμένων συναισθηματικών διαταραχών. Ωστόσο, οι αλλαγές στην προσωπικότητα μπορεί επίσης να είναι μια ανεπιθύμητη παρενέργεια της εγκεφαλικής παρέμβασης.

Η νευροτεχνολογία εγείρει ερωτήματα ηθικής που συνδέονται με αυτό που ονομάζουμε «εαυτούς» ή «ψυχή», πολύπλοκες φιλοσοφικές έννοιες με πολλές προϋποθέσεις (Vogeleys και Gallagher, 2011). Η ηθική συζήτηση βασίζεται συνήθως στην έννοια της προσωπικότητας ως μια «σύγχρονη» έννοια που περιλαμβάνει τις βασικές πτυχές που συνήθως αποδίδουμε στον εαυτό μας ή στην ψυχή μας.

Αυτές περιλαμβάνουν την αυτοσυνείδηση, την ευθύνη, τον προγραμματισμό του μεμονωμένου μέλλοντος και παρόμοιες διαστάσεις. Κατά τις συζητήσεις μας, θα πρέπει πρώτα να συνειδητοποιήσουμε τις έννοιες του "προσώπου" και της "προσωπικής ταυτότητας" ως θεμελιώδεις έννοιες της ηθικής. Η ακεραιότητα και η αξιοπρέπεια ενός ατόμου είναι τα πιο συναφή κριτήρια για την ηθική αξιολόγηση των τεχνολογικών παρεμβάσεων. Η έννοια της προσωπικότητας έχει πάντοτε κανονιστικές επιπτώσεις, διότι όχι μόνο περιγράφουμε ορισμένα χαρακτηριστικά και δυνατότητες ενός ατόμου, αλλά θέλουμε να τα αναγνωρίσουμε. Οι ασθενείς πρέπει να εγκρίνουν συνειδητά μια νευροτεχνολογική παρέμβαση προτού διεξαχθεί. Σε παρόμοιες γραμμές, η έννοια ενός ατόμου μπορεί να προσφέρει ένα ηθικό κριτήριο αναφοράς, υποθέτοντας ότι δεν θέλουμε να βλάψουμε τις προσωπικές δυνατότητες

όπως η αυτονομία και η ευθύνη με παρεμβάσεις στον εγκέφαλο. Οι νευροτεχνολογικές επεμβάσεις είναι ηθικά απαράδεκτες αν παραμείνει ένα άτομο σε κίνδυνο. Η τρέχουσα πρακτική των νευροτεχνολογικών παρεμβάσεων είναι, ρητά και σιωπηρά, προσανατολισμένη στην έννοια της προσωπικότητας.

Ωστόσο, η κατάσταση είναι πιο περίπλοκη - όπως συμβαίνει συχνά στις δεοντολογικές αξιολογήσεις (Schermer, 2011). Αν και ένας ασθενής συνήθως παραμένει ένα άτομο μετά από μια παρέμβαση με την αυστηρή φιλοσοφική έννοια του όρου, θα μπορούσε να μείνει με μια μεταβληθείσα προσωπικότητα, με άγνωστα χαρακτηριστικά γνωρίσματα και νέα ή προηγούμενως υποσυνείδητα πρότυπα συμπεριφοράς.

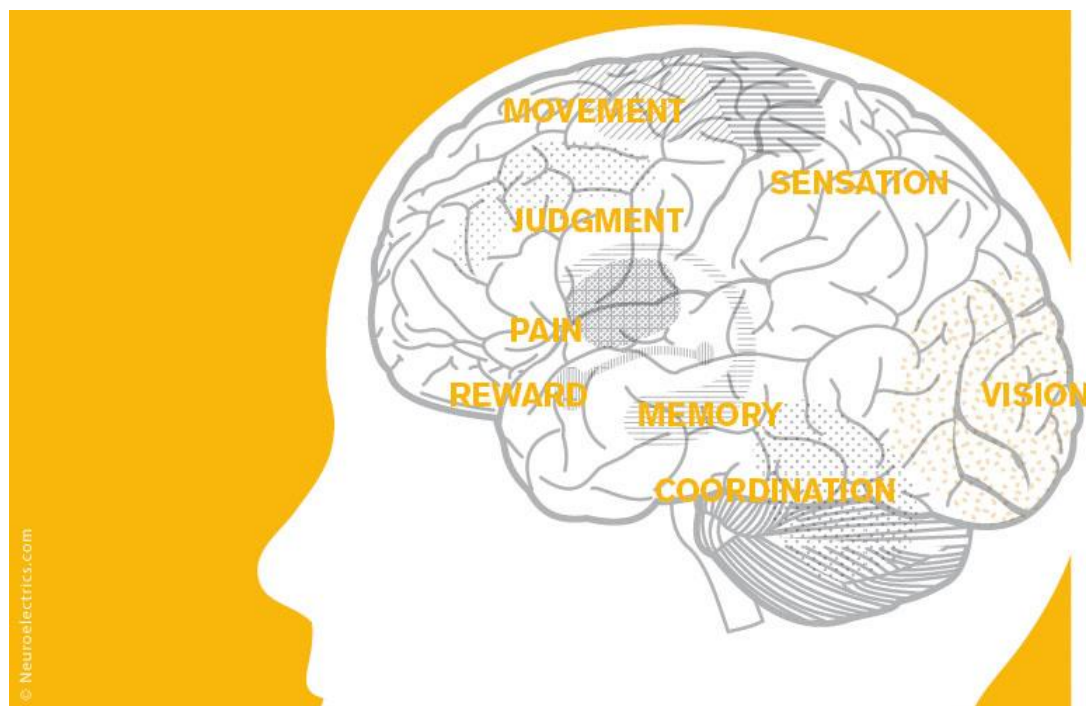
Η προσωπική ταυτότητα του ασθενούς απειλείται σε αυτές τις περιπτώσεις; Η έννοια της προσωπικής ταυτότητας αναφέρεται στο ερώτημα σε ποιο βαθμό και υπό ποιες συνθήκες ένα άτομο παραμένει το ίδιο με την πάροδο του χρόνου, πέραν της φυσικής ταυτότητας. Η απάντηση σε αυτή την ερώτηση απαιτεί να αναπτύξουμε ιδέες και να παράσχουμε κριτήρια που μας επιτρέπουν να καθορίσουμε την «ομοιότητα» ενός ατόμου με την πάροδο του χρόνου, ένα περίπλοκο πρόβλημα που είναι δεοντολογικά σημαντικό. Όχι μόνο η αλληλεπίδραση με άλλους ανθρώπους, αλλά και η εκτίμηση των ηθικών ικανοτήτων - όπως η δυνατότητα να κάνουμε μια υπόσχεση και να την διατηρήσουμε - είναι σταθερά ριζωμένες στην υπόθεση ότι εμείς και οι άλλοι παραμένουμε "ίδιες" πέρα από κάθε αμφιβολία. Στη διεθνή συζήτηση για το θέμα αυτό, υπάρχει η σιωπηρή υπόθεση ότι, ακόμη και ενόψει των διακριτών και ορατών αλλαγών προσωπικότητας, δεν τίθεται σε κίνδυνο η προσωπική ταυτότητα. Με βάση τις έννοιες της αφηγηματικής ταυτότητας μπορούμε να αναλάβουμε την «ομοιότητα» ενός ατόμου, επειδή τα ανθρώπινα όντα βιώνουν τον εαυτό τους ως τα ίδια με την αφήγηση της ιστορίας τους.

Αν ο εγκέφαλος θεωρηθεί ως ένα απομονωμένο όργανο στη θεραπεία μιας νόσου και ο εαυτός μας θεωρείται απλώς ένα "προσάρτημα" της εγκεφαλικής δραστηριότητας, είναι εύκολο να ξεχνάμε ότι πρέπει να ενσωματωθούν εδώ διάφορες μορφές θεραπείας. Οι επεμβάσεις που παρέχονται από τη νευροτεχνολογία δικαιολογούνται από ηθική άποψη, εάν και μόνον εάν από αυτές προκύψει η επιτυχής αντιμετώπιση πολύ σοβαρών εγκεφαλικών ασθενειών. Στο μέλλον, όμως, οι ηθικές εκτιμήσεις θα πρέπει επίσης να έχουν κατά νου την «μηχανοποίηση» του εαυτού μέσω των νευροτεχνολογικών παρεμβάσεων και τις συνέπειες που αυτό έχει για την καθημερινή ζωή των ανθρώπων. Από αυτή την άποψη, θα εισέλθουμε στην άκαρπη περιοχή, η οποία πρέπει να διερευνηθεί διεξοδικά.

Η συναρπαστική πτυχή της νευροτεχνολογίας είναι ότι, με μια ορισμένη έννοια, τα ανθρώπινα όντα και οι μηχανές "συγχωνεύονται" μαζί σε ένα βαθμό ανύπαρκτο από πριν. Δεν μπορούσαμε να δώσουμε τον ορισμό του "ανθρώπινου όντος" χωρίς μια ολοκληρωμένη έννοια της τεχνολογίας - οι άνθρωποι ήταν πάντα "τεχνητά" όντα, καθώς πάντα βασίζονταν στην τεχνολογία, τονίζοντας τον όρο "homo faber".

Προχωρούμε προς ένα μέλλον όπου τα τεχνητά και τα οργανικά, τα «ανθρώπινα» και τα «μηχανικά» θα αλληλεπιδρούν περισσότερο άμεσα από ποτέ, όπου οι επεμβατικές τεχνικές παρεμβάσεις θα φτάσουν στον εγκέφαλο. Αλλά η συζήτηση σχετικά με το εάν και πώς θα πρέπει να κάνουμε το μυαλό μας έτοιμο να "συνδεθεί" με τις τεχνικές

συσκευές πρέπει να ξεκινήσει σήμερα. Πρέπει να συζητήσουμε ποιοι είναι οι κίνδυνοι που είμαστε πρόθυμοι να πάρουμε-και αν υπάρχουν δρόμοι σε αυτήν την αχαλίνωτη περιοχή που ίσως δεν θέλουμε να εισέλθουμε.[67]



Πηγή: www.neuroelectrics.com

Τα τελευταία χρόνια, υπήρξε μια συντριπτική εισροή δεδομένων προηγμένης έρευνας γονιδιωματικής και εγκεφαλικής απεικόνισης. Η εξέλιξη των υπολογιστικών υποδομών που απαιτείται για να συνοδεύσει την ανάπτυξη δεδομένων των νευροεπιστημών τελικά οδήγησε στη γέννηση των νευροπληροφορικών. Η νευροπληροφορική συνδυάζει την έρευνα των νευροεπιστημών και της πληροφορικής, για την ανάπτυξη καινοτόμων εργαλείων για τη διοργάνωση μεγάλων όγκων δεδομένων. Εφαρμόζει επίσης υπολογιστικά μοντέλα για την ενσωμάτωση και ανάλυση αυτών των δεδομένων για την τελική κατανόηση της δομής και της λειτουργίας του εγκεφάλου.

Η γέννηση του πεδίου της νευροπληροφορικής προήλθε από μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε από την Εθνική Ακαδημία Επιστημών, σκοπός της οποίας ήταν να εκτιμηθεί η ανάγκη δημιουργίας βάσεων δεδομένων για την ανταλλαγή δεδομένων έρευνας πρωτογενούς νευροεπιστήμης. Η μελέτη κατέληξε στο συμπέρασμα ότι η ικανότητα της πληροφορικής να χειρίζεται την πολυπλοκότητα τέτοιων δεδομένων είχε ωριμάσει και ότι ένα τέτοιο πρόγραμμα θα έπαιζε κρίσιμο ρόλο στην κατανόηση της φυσιολογικής ανάπτυξης και λειτουργίας του εγκεφάλου, καθώς και στη διάγνωση, θεραπεία και πρόληψη διαταραχών του νευρικού συστήματος. Αυτό το θετικό αποτέλεσμα επέτρεψε στο Εθνικό Ινστιτούτο Ψυχικής Υγείας, με την υποστήριξη άλλων ινστιτούτων NIH, του Εθνικού Ιδρύματος Επιστημών, της Εθνικής Υπηρεσίας Αεροναυτικής και Διαστήματος και του Τμήματος Ενέργειας να ξεκινήσει το Πρόγραμμα Ανθρώπινου Εγκεφάλου (HBP) το 1993. Ονομάστηκε

νευροπληροφορική και η νέα προσέγγιση εξαπλώθηκε γρήγορα στην Ευρώπη και στον υπόλοιπο κόσμο. Από τότε, έχουν ξεκινήσει πολλά διακεκριμένα προγράμματα πληροφορικής.

Πιο πρόσφατα, οι εφαρμογές πληροφορικής έχουν επεκταθεί για να εμπλέκουν διαφορετικούς τομείς της κλινικής νευρολογίας και πολλοί ακαδημαϊκοί ξεκίνησαν ερευνητικές σταδιοδρομίες σε αυτές. Προγράμματα κατάρτισης δημιουργήθηκαν για τους ενδιαφερόμενους σπουδαστές νευροεπιστημών. Συζητάμε το πεδίο αναθεωρώντας μερικές από τις επιτυχημένες εφαρμογές του στη νευροεπιστήμη και την κλινική νευρολογία.

Ο τελικός στόχος της νευροπληροφορικής είναι να βοηθήσει στην κατανόηση της λειτουργίας του εγκεφάλου στην υγεία και στις ασθένειες. Αυτό περιλαμβάνει την αποτελεσματική ανάλυση διαφορετικών επιπέδων πολύπλοκων αλληλεπιδράσεων που συμβαίνουν στην κυτταρική βιολογία, τα φλοιώδη μικροκυκλώματα, τα παγκόσμια εγκεφαλικά δίκτυα και τις γνωστικές διαδικασίες.

Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, είναι σημαντικό να:

- 1) δημιουργηθούν μεγάλες βάσεις δεδομένων όπου να είναι δυνατόν να μοιράζονται ποικίλα, προσεκτικά τυποποιημένα δεδομένα πρωτογενούς νευροεπιστήμης,
- 2) αναπτύσσουν ισχυρά εργαλεία ανάλυσης
- 3) αναπτύσσουν υπολογιστικά μοντέλα. Αυτές οι 3 κατηγορίες αποτελούν την κύρια εστίαση της νευροπληροφορικής.

4.5.1 Πληροφορική στη νευρολογική φροντίδα.

Η πολυτροπική παρακολούθηση αποτελεί σημαντικό στοιχείο της μονάδας νευροενζυμικής φροντίδας. Παρακολουθούνται πολλές παράμετροι, συμπεριλαμβανομένης της πίεσης του αίματος, του καρδιακού ρυθμού, της ενδοκρανιακής πίεσης και της πίεσης εγκεφαλικής έγχυσης. Λόγω του μεγάλου αριθμού παρακολουθούμενων μεταβλητών, της διάρκειας της παραμονής στο νοσοκομείο και της υψηλής συχνότητας δειγματοληψίας, η ανάλυση των συλλεγόμενων δεδομένων είναι πρόκληση.

Οι εφαρμογές πληροφορικής στοχεύουν να βρουν τρόπους για να ενσωματώσουν και να ερμηνεύσουν αυτά τα πολύπλοκα δεδομένα για να βρουν τύπους που μπορούν να μεταφραστούν σε σημαντικές κλινικές πληροφορίες.⁸ Αυτή η ανάλυση μπορεί να πραγματοποιηθεί χρησιμοποιώντας διάφορες στατιστικές μεθόδους όπως ανάλυση παλινδρόμησης, ανάλυση δέντρων αποφάσεων, νευρωνικά δίκτυα και πολλές άλλες προηγμένες μεθόδους. Για παράδειγμα, η ανάλυση δένδρων αποφάσεων χρησιμοποιήθηκε για την επιτυχή πρόβλεψη της έκβασης σε ασθενείς με τραυματικό εγκεφαλικό τραύμα (TBI). Τα αποτελέσματά του είναι παρόμοια με εκείνα της ανάλυσης λογιστικής παλινδρόμησης που βασίζεται σε διαφορετικές μεταβλητές.

Οι πιο προηγμένες μέθοδοι ανάλυσης δεδομένων οραματίζουν τον ασθενή ως μεταβατικό στάδιο μεταξύ διαφορετικών φυσιολογικών και παθολογικών καταστάσεων. Η θεραπεία κατευθύνει τον ασθενή σε πιο ευνοϊκή κατάσταση. Αυτό

συνδυάζει δυναμική μοντελοποίηση συστήματος και συστηματική διαδικασία ταξινόμησης σε πραγματικό χρόνο για την κατανόηση της κατάστασης του ασθενούς.

4.5.2 Πληροφορική στις νευροεκφυλιστικές ασθένειες.

Η εισαγωγή των νευροαπεικονιστικών δεδομένων έχει αυξηθεί σημαντικά στον τομέα των νευροεκφυλιστικών ασθενειών τα τελευταία χρόνια. Για να αναλυθούν αυτά τα δεδομένα, είναι σημαντικό να υπάρχει μια πολιτική απεριόριστης πρόσβασης σε ένα σύνολο μεγάλων και καλά τυποποιημένων δεδομένων που προέρχονται από διαφορετικά κέντρα.

Ένα σημαντικό βήμα για την αξιοποίηση αυτών των αναδυόμενων βάσεων δεδομένων είναι η παροχή στους νευροεπιστήμονες κατάλληλων εργαλείων ανάλυσης, συμπεριλαμβανομένων των αλγορίθμων, των υπολογιστικών υποδομών και των στατιστικών μεθόδων, μέσω της ανάπτυξης διεθνών υποδομών υπηρεσιών. Επί του παρόντος, υπάρχουν 3 πακέτα λογισμικού ανοικτά για δημόσια πρόσβαση που αναπτύσσονται σε διαφορετικές χρονικές στιγμές: LONI, NeuGrid και CBRAIN βρίσκονται στις Ηνωμένες Πολιτείες, την Ευρώπη και τον Καναδά, αντίστοιχα. Αυτά τα πακέτα μοιράζονται μερικά κοινά χαρακτηριστικά, αλλά το καθένα έχει διαφορετικά χαρακτηριστικά.

Η ταχεία ανάπτυξη των νευροεπιστημονικών δεδομένων οδήγησε σε μια νέα προσέγγιση που βασίζεται στην εξόρυξη δεδομένων, η οποία είναι διαφορετική από την κλασική προσέγγιση που βασίζεται στην υπόθεση. Ο τομέας της νευροπληροφορικής πρέπει να ξεπεράσει τις σημαντικές δυσκολίες που συνδέονται με την ετερογένεια των συλλεγόμενων δεδομένων, τις αρχές της ανταλλαγής πρωτογενών δεδομένων και την πολυπλοκότητα της ανάλυσης. Ωστόσο, έχει ήδη καθιερωθεί ως πεδίο, είναι σήμερα στην αρχή της εκθετικής ανάπτυξής της και είναι βέβαιο ότι θα οδηγήσει σε πολλές σημαντικές προόδους στη νευροεπιστήμη και την κλινική νευρολογία[68].

4.6 Νευροεκπαίδευση: Ευρήματα

Πλαστικότητα εγκεφάλου. Ίσως το πιο ενθαρρυντικό εύρημα σε όλη τη νευροεπιστήμη είναι ότι ο εγκέφαλος αλλάζει διαρκώς ως αποτέλεσμα της μάθησης και παραμένει «πλαστικό» σε όλη τη ζωή. Μελέτες έχουν δείξει ότι η μάθηση μιας δεξιότητας αλλάζει τον εγκέφαλο και ότι αυτές οι αλλαγές επανέρχονται όταν παύει η πρακτική της ικανότητας. Ίσως το πιο σημαντικό, οι εξελίξεις αυτές δείχνουν ότι οι μαθητές μπορούν να βελτιώσουν τις δεξιότητες σε αμέτρητες περιοχές, ανεξάρτητα από την αρχική τους ικανότητα. Επιπλέον, η έρευνα έχει βρει μια αντίστροφη σχέση μεταξύ της εκπαιδευτικής επίδοσης και του κινδύνου άνοιας, πράγμα που σημαίνει ότι η διατήρηση του ενεργού νου επιβραδύνει τη γνωστική υποβάθμιση και βελτιώνει τις γνωστικές ικανότητες σε ηλικιωμένους ενήλικες.



Τόσο η φύση όσο και η φροντίδα επηρεάζουν τον μαθησιακό εγκέφαλο. Η γενετική σύνθεση μόνο δεν διαμορφώνει την ικανότητα μάθησης ενός ατόμου. η γενετική προδιάθεση αλληλεπιδρά με τις περιβαλλοντικές επιρροές σε κάθε επίπεδο. Για παράδειγμα, τα γονίδια μπορούν να ενεργοποιηθούν και να απενεργοποιηθούν από περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως η διατροφή, η έκθεση σε τοξίνες και οι κοινωνικές αλληλεπιδράσεις. Η νευροεπιστήμη έχει τη δυνατότητα να μας βοηθήσει να κατανοήσουμε τις γενετικές προδιαθέσεις ως εκδηλωμένες στον εγκέφαλο κάθε ατόμου και πώς αυτές οι προδιαθέσεις (φύση) μπορούν να οικοδομηθούν μέσω της εκπαίδευσης και της ανατροφής.

Θεωρία Gardner της πολλαπλής ευφυΐας. Δημοσιευμένο το 1983, παρουσίασε ένα όραμα επτά διανοίξεων (γλωσσικές, λογικές-μαθηματικές, χωρικές, σωματικές-κινησθητικές, μουσικές, διαπροσωπικές, ενδοπροσωπικές) που οι άνθρωποι εκθέτουν σε μοναδικές και ατομικές παραλλαγές. Ένα αντίδοτο στον στενό ορισμό της νοημοσύνης, όπως αντικατοπτρίζεται στα τυποποιημένα αποτελέσματα των δοκιμών, οι θεωρίες του Γκάρντνερ έχουν αγκαλιαστεί και μετασχηματιστεί σε διδακτικές ερμηνείες σε ολόκληρη τη χώρα.

Η ανταπόκριση του εγκεφάλου στην ανταμοιβή επηρεάζεται από τις προσδοκίες και την αβεβαιότητα. Η ακαδημία Khan, μια ηλεκτρονική πύλη εκμάθησης, εκμεταλλεύεται την επιστήμη της ανταμοιβής, προκαλώντας τους μαθητές να ολοκληρώσουν τα παιχνίδια και τα σύνολα προβλημάτων για να κερδίσουν κονκάρδες. Μια μελέτη του δασκάλου και του νευρολόγου Judy Willis το 2011 διαπίστωσε ότι οι σπουδαστές που εργάστηκαν για τη συγγραφή σε θετικές και υποστηρικτικές ομάδες γνώρισαν αύξηση της ντοπαμίνης καθώς και μια ανακατεύθυνση και διευκόλυνση της πληροφόρησης, επιτρέποντας στους μαθητές να θυμούνται καλύτερα τις πληροφορίες μακροπρόθεσμα.

Ο εγκέφαλος διαθέτει μηχανισμούς αυτορρύθμισης. Η κατανόηση των μηχανισμών που υποκρύπτουν τον αυτοέλεγχο θα μπορούσε κάποτε να συμβάλει στη βελτίωση των προοπτικών για την ενίσχυση αυτής της σημαντικής ικανότητας ζωής. Επιπλέον, είναι σημαντικό για τους εκπαιδευόμενους και τους εκπαιδευτικούς που ασχολούνται με την έλλειψη πειθαρχίας ή αντικοινωνικής συμπεριφοράς. Δεδομένου ότι η αυτοαναφερόμενη ικανότητα αυτορρύθμισης έχει βρεθεί ότι είναι ένας σημαντικός παράγοντας πρόβλεψης της ακαδημαϊκής επιτυχίας, η κατανόηση της νευρικής βάσης του αυτοέλεγχου και η διαμόρφωσή του μέσω κατάλληλων μεθόδων μπορεί να είναι εξαιρετικά πολύτιμη.

Η εκπαίδευση είναι μια ισχυρή μορφή γνωστικής βελτίωσης. Η γνωστική βελτίωση συνήθως αναφέρεται σε αυξημένη ψυχική ανδιδοτέλεια - για παράδειγμα, αυξημένη ικανότητα επίλυσης προβλημάτων ή μνήμη. Η εν λόγω βελτίωση συνδέεται συνήθως με τη χρήση ναρκωτικών ή εξελιγμένων τεχνολογιών. Ωστόσο, σε σύγκριση με αυτά τα μέσα, η εκπαίδευση φαίνεται να είναι ο ευρύτερα και σταθερά επιτυχημένος γνωστικός ενισχυτής όλων. Η σταθερή άνοδος των βαθμολογιών IQ τις τελευταίες δεκαετίες θεωρείται ότι οφείλεται τουλάχιστον εν μέρει στην εκπαίδευση.

Η νευροεκπαίδευση ενημερώνει την προσαρμοστική τεχνολογία εκμάθησης. Ορισμένες απόψεις από τη νευροεπιστήμη σχετίζονται με την ανάπτυξη και χρήση προσαρμοστικών ψηφιακών τεχνολογιών. Αυτές οι τεχνολογίες έχουν τη δυνατότητα να δημιουργήσουν περισσότερες ευκαιρίες μάθησης μέσα και έξω από την τάξη και καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής μας. Αυτό είναι συναρπαστικό λόγω των επιπτώσεων που θα μπορούσε να έχει στην υγεία, την απασχόληση και την οικονομία.

Δυσλεξία και άλλες μαθησιακές διαταραχές. Η έρευνα των νευροεπιστημών έδειξε την ικανότητά της να αποκαλύψει «νευρωνικούς δείκτες» των μαθησιακών διαταραχών, κυρίως στην περίπτωση της δυσλεξίας. Οι μελέτες EEG αποκάλυψαν ότι τα βρέφη που διατρέχουν κίνδυνο δυσλεξίας παρουσιάζουν άτυπες νευρικές αποκρίσεις σε αλλαγές στους ήχους της ομιλίας, ακόμη και πριν μπορέσουν να κατανοήσουν το σημασιολογικό περιεχόμενο της γλώσσας. Όχι μόνο η έρευνα αυτή επιτρέπει την έγκαιρη αναγνώριση δυνητικών μαθησιακών διαταραχών, αλλά υποστηρίζει περαιτέρω τη φωνολογική υπόθεση της δυσλεξίας με τρόπο που δεν είναι διαθέσιμος στη συμπεριφορική έρευνα.

Γλώσσα και γραφή. Κατά την τελευταία δεκαετία, σημειώθηκε σημαντική αύξηση στην έρευνα για τις νευροεπιστήμες που εξετάζει την επεξεργασία της γλώσσας των μικρών παιδιών στα φωνητικά, τα λεκτικά και τα εδάφια. Υπάρχουν σαφείς ενδείξεις ότι τα νευρικά υποστρώματα για όλα τα επίπεδα της γλώσσας μπορούν να εντοπιστούν σε πρώιμα σημεία της ανάπτυξης. Ταυτόχρονα, οι μελέτες παρέμβασης έχουν καταδείξει τους τρόπους με τους οποίους ο εγκέφαλος διατηρεί την πλαστικότητα του για την επεξεργασία της γλώσσας.

Μαθηματικά. Εκτός από την αναγνώριση του συστήματος του εγκεφάλου που είναι υπεύθυνο για βασικές γνώσεις σχετικά με τους αριθμούς και τις σχέσεις τους, η γνωσιακή έρευνα για τις νευροεπιστήμες αποκάλυψε ότι οι αριθμητικές πληροφορίες μπορούν να αποθηκευτούν προφορικά στο γλωσσικό σύστημα. Ενώ πολλά αριθμητικά προβλήματα είναι τόσο υπερπληρωμένα που αποθηκεύονται ως λεκτικά γεγονότα, άλλα πιο πολύπλοκα προβλήματα απαιτούν κάποια μορφή οπτικής-χωρικής

νοητικής εικόνας. Το γεγονός ότι αυτά τα υποσύνολα αριθμητικών δεξιοτήτων υποστηρίζονται από διαφορετικούς εγκεφαλικούς μηχανισμούς προσφέρει την ευκαιρία για μια βαθύτερη κατανόηση των διαδικασιών μάθησης που απαιτούνται για την απόκτηση της αριθμητικής επάρκειας.

Κοινωνική και συναισθηματική νοημοσύνη. Τα τελευταία 10 χρόνια, υπήρξε μια έκρηξη ενδιαφέροντος για το ρόλο των συναισθηματικών ικανοτήτων και των χαρακτηριστικών που συμβάλλουν στην επιτυχία σε όλες τις πτυχές της ζωής. Συγκεκριμένα, η έννοια της Συναισθηματικής Νοημοσύνης (EI) έχει αποκτήσει ευρεία αναγνώριση. Η πρόδρομη εγκεφαλική βλάβη στα παιδιά επηρεάζει την κοινωνική συμπεριφορά που προκαλεί την έλλειψη ευαισθησίας στην κοινωνική αποδοχή, έγκριση ή απόρριψη. Αυτές οι περιοχές του εγκεφάλου επεξεργάζονται κοινωνικά συναισθήματα όπως αμηχανία, συμπόνια και φθόνο. Επιπλέον, η ζημιά αυτή επηρεάζει τόσο τη γνωστική όσο και την κοινωνική λήψη αποφάσεων σε πραγματικό περιβάλλον.

Προσοχή. Η προσοχή είναι ένας ζωτικός μηχανισμός μέσω του οποίου ένας φοιτητής μπορεί να επιλέξει ενεργά συγκεκριμένες πτυχές του περιβάλλοντος για περαιτέρω εκμάθηση. Οι εκτελεστικές λειτουργίες περιλαμβάνουν τις δυνατότητες παρεμπόδισης ανεπιθύμητων πληροφοριών ή απαντήσεων, προγραμματισμού μίας σειράς ψυχικών βημάτων ή ενεργειών και τη διατήρηση πληροφοριών σχετικών με την εργασία και αλλαγής πληροφοριών για σύντομες περιόδους (μνήμη εργασίας). Όπως και η προσοχή, οι ικανότητες εκτελεστικών λειτουργιών παρέχουν μια κρίσιμη πλατφόρμα για την απόκτηση συγκεκριμένων γνώσεων και δεξιοτήτων σε ένα εκπαιδευτικό πλαίσιο. Επιπλέον, πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι η προσχολική εκπαίδευση των εκτελεστικών δεξιοτήτων μπορεί να αποτρέψει την πρόωρη σχολική αποτυχία.

Μνήμη. Η έρευνα στη μνήμη αποδείχθηκε εξαιρετικά χρήσιμη - αλλά σπάνια χρησιμοποιείται - σε εκπαιδευτικά πλαίσια. Γνωρίζουμε τώρα ότι έχουμε τουλάχιστον δύο διαφορετικούς τρόπους οργάνωσης της μνήμης και ότι η μνήμη εργασίας και η μακροχρόνια μνήμη απαιτούν διαφορετικούς βιολογικούς μηχανισμούς. Έχουν διεξαχθεί σημαντικές έρευνες σχετικά με τη σχέση μεταξύ μάθησης και μνήμης και έχει αποδειχθεί ότι ο εγκέφαλος απαιτεί συγκεκριμένες μορφές βοήθειας .

Η επιστήμη του ύπνου. Το μεγαλύτερο μέρος της ενοποίησης της μνήμης που υφίστανται οι εγκέφαλοί μας συμβαίνει τη νύχτα. Η διατήρηση του υλικού που αποκτήθηκε πρόσφατα μπορεί να ενισχυθεί απλά λαμβάνοντας ένα υπνάκο μετά από ένα μάθημα. Επιπλέον, η έρευνα για τις νευροεπιστήμες έχει δείξει ότι τα πρότυπα ύπνου αλλάζουν, συχνά σημαντικά, καθώς τα άτομα γερνούν. Πολλές μελέτες έχουν διαπιστώσει ότι οι έφηβοι χρειάζονται περισσότερο ύπνο από άλλες ηλικιακές ομάδες και είναι απίθανο να λειτουργήσουν σε κορυφαία γνωστική ικανότητα χωρίς το πρωί.

Ο εγκέφαλος ευδοκimeί στην ποικιλία. Η έρευνα έχει βρει ότι η ποικιλία είναι βασική στην μάθηση γιατί, απλά, ο εγκέφαλος το θέλει, αυξάνοντας τα επίπεδα τόσο της προσοχής όσο και της διατήρησης στους μαθητές. Ως αποτέλεσμα, οι εκπαιδευτικοί παρουσιάζουν πληροφορίες με μοναδικό τρόπο ή ζητούν από τους μαθητές να λύσουν ένα πρόβλημα χρησιμοποιώντας πολλαπλές μεθόδους, όχι μόνο να απομνημονεύσουν έναν μόνο τρόπο για να το πράξουν.

Η μάθηση περιλαμβάνει τόσο την εστιασμένη προσοχή όσο και την περιφερειακή προσοχή. Παρά τα γνωστικά φίλτρα που χρησιμοποιούν οι εγκέφαλοί μας για να εστιάσουν την προσοχή σε ένα μόνο ερέθισμα, επεξεργάζεται μια σημαντική ποσότητα πληροφοριών περιφερειακά. Αυτό έχει μεγάλες συνέπειες για τη μάθηση, πράγμα που σημαίνει ότι συχνά παίρνουμε περισσότερα από όσο νομίζουμε ότι γνωρίζουμε από το περιβάλλον μας

Η σύνθετη εκμάθηση ενισχύεται από την πρόκληση και παρεμποδίζεται από την απειλή. Ο ιππόκαμπος έχει αναλογικά περισσότερους υποδοχείς για ορμόνες στρες από οποιοδήποτε άλλο τμήμα του εγκεφάλου. Είναι επίσης κρίσιμος για τη διαμόρφωση νέων μνημών και συνδέεται με τη λειτουργία ευρετηρίασης του εγκεφάλου. Μας επιτρέπει να κάνουμε συνδέσεις, να συνδέσουμε τη νέα γνώση με αυτό που υπάρχει ήδη στον εγκέφαλο.

Τα συναισθήματα είναι κρίσιμα για το σχεδιασμό. Στον εγκέφαλο δεν μπορείτε να διαχωρίσετε τα συναισθήματα από τη γνώση. Στην πραγματικότητα, πολλοί ερευνητές του εγκεφάλου πιστεύουν τώρα ότι δεν υπάρχει μνήμη χωρίς συγκίνηση. Το φαινόμενο "λάμπα" περιγράφει ένα σενάριο στο οποίο έχουμε αυξημένη και συχνά παραμορφωμένη μνήμη για συναισθηματικά γεγονότα. Η συναισθηματική μάθηση είναι ίσως ο πιο συγκεκριμένος τύπος μάθησης που υπάρχει.

Η μάθηση ασχολείται με ολόκληρη τη φυσιολογία. Η σωματική υγεία ενός μαθητή - η ποσότητα του ύπνου, η διατροφή κλπ. - επηρεάζει τον εγκέφαλο. Κάποιος που δεν έχει αρκετό ύπνο μια νύχτα δεν θα απορροφήσει πολλές νέες πληροφορίες την επόμενη μέρα. Η κόπωση και ο υποσιτισμός θα επηρεάσουν τη μνήμη του εγκεφάλου.

Η απομνημόνευση και η μάθηση δεν είναι το ίδιο πράγμα. Η μάθηση σημαίνει ότι οι πληροφορίες σχετίζονται και συνδέονται με τον εκπαιδευόμενο. Εάν δεν είναι, έχετε απομνημόνευση, αλλά δεν έχετε μάθηση. Υπάρχουν ακόμα πράγματα που πρέπει να απομνημονεύσουμε, πράγματα που πρέπει να επαναληφθούν. Οι πίνακες πολλαπλασιασμού είναι πολύ χρήσιμοι, αλλά θέλουμε να διασφαλίσουμε ότι οι μαθητές κατανοούν την έννοια του πολλαπλασιασμού. Οι τυποποιημένες δοκιμές βασίζονται στην απομνημόνευση, αλλά δεν αντανakλούν απαραίτητα (ή μετράνε) τη μάθηση.

Η Μεταγνώση ενισχύει τη μάθηση. Μεταγνώση - "Τι έμαθα και πώς το έμαθα αυτό; Ποιες άλλες συνδέσεις υπάρχουν; Πώς αλλιώς μπορώ να το κάνω αυτό; "είναι πολύ σημαντικό για την εδραίωση της μάθησης, την επέκταση σε αυτήν και την πραγματοποίηση πρόσθετων συνδέσεων. Αυτό το είδος συνειδητοποίησης είναι το κλειδί για την ανάπτυξη δεξιοτήτων κριτικής σκέψης.

Ο εγκέφαλος είναι ένας παράλληλος επεξεργαστής. Οι σκέψεις, οι διαισθήσεις, οι προδιατάξεις και τα συναισθήματα λειτουργούν ταυτόχρονα και αλληλεπιδρούν με άλλους τρόπους πληροφόρησης[69].

4.7 Συμπεράσματα

Όλες οι ανθρώπινες ικανότητες, συμπεριλαμβανομένης της μάθησης, είναι αποτέλεσμα της εγκεφαλικής μας δραστηριότητας. Ως εκ τούτου, μια καλύτερη κατανόηση του τρόπου λειτουργίας του εγκεφάλου μας μπορεί να οδηγήσει σε καλύτερη κατανόηση της μάθησης.

Καθώς συνεχίζουμε να ξεδιπλώνουμε τα ζητήματα και τους περιορισμούς της παραδοσιακής εκπαίδευσης, πολλές λύσεις περιλαμβάνουν μια καλύτερη επιστημονική βάση για το πώς διδάσκουμε. Ο στόχος της νευροεκπαίδευσης (γνωστός επίσης ως εκπαίδευση νου και εγκεφάλου ή εκπαιδευτική νευροεπιστήμη) είναι να εδραιώσει μια επιστημονική βάση στη διδασκαλία και τη μάθηση. Το πεδίο χρησιμοποιεί τα τελευταία ευρήματα από τη νευροεπιστήμη, την ψυχολογία και τη γνωστική επιστήμη για να ενημερώσει την εκπαίδευση και συνεπώς τις στρατηγικές διδασκαλίας.

Μια σημαντική ευθύνη αυτού του πεδίου είναι να καταστούν τα πιο πρόσφατα ευρήματα προσβάσιμα και πρακτικά για τους εκπαιδευτικούς και τους υπεύθυνους χάραξης πολιτικής, οι οποίοι συχνά προέρχονται από μη επιστημονικό υπόβαθρο.

Έχουν υπάρξει πολλές τρέχουσες τάσεις και ευρήματα στον τομέα. Για παράδειγμα, γνωρίζουμε ότι ο εγκεφάλος μπορεί να συνεχίσει να επανασυνδέεται και να επαναρυθμίζεται, ακόμα κι αν ο ρυθμός της αλλαγής επιβραδύνεται καθώς γερνάμε. Αυτή η αποκαλούμενη νευροπλαστικότητα ήταν ένα ευρέως μελετημένο θέμα στον τομέα.

Αυτό που είναι συναρπαστικό είναι ότι η διδασκαλία των νέων μυαλών για τη νευροεπιστήμη και τη νευροπλαστικότητα μπορεί να έχει θετικό αντίκτυπο στη μάθηση τους.

Μια άλλη σημαντική σειρά διαπιστώσεων έχει να κάνει με το ρόλο των συναισθημάτων στην εκμάθηση. Γνωρίζουμε ότι τα αρνητικά συναισθήματα όπως ο φόβος ή το άγχος μπορούν να έχουν επιζήμια αποτελέσματα στη διαδικασία μάθησης.

Αυτές οι θετικές καταστάσεις του εγκεφάλου που μπορούν να ληφθούν υπόψη στις υποστηρικτικές και συνεταιριστικές ομάδες περιγράφονται για να αυξηθεί η διατήρηση της μνήμης μαζί με την ευχαρίστηση, τα κίνητρα, την επιμονή μέσω προκλήσεων και την ανθεκτικότητα στις αποτυχίες. Μαζί, υπογραμμίζουν τη σημασία ενός θετικού, υποστηρικτικού μαθησιακού περιβάλλοντος.

Με την παράταση, η αποτελεσματική μάθηση θεωρείται μια ιδιαίτερα κοινωνική διαδικασία. Έρευνες έχουν διαπιστώσει ότι από τη βρεφική ηλικία μαθαίνουμε "καλύτερα μέσα από κοινωνικές παραμέτρους όπως ανάκληση και εξομοίωση των ενεργειών ή των λέξεων ενός άλλου προσώπου".

Η μάθηση που λαμβάνει χώρα από τα πρώτα χρόνια της βρεφικής μας ηλικίας μας δείχνει πόσο ευρεία είναι η συμβολή της νευροεπιστήμης στην εκπαιδευτική πρακτική.

Η νευροεπιστήμη βασίζεται πάνω στα συμπεράσματα της υπάρχουσας γνώσης από διαφορετικές πηγές όπως η ψυχολογική μέλετη, η παρακολούθηση στην τάξη και οι διάφορες έρευνες.

Η συμβολή της νευροεπιστήμης είναι σημαντική γιατί:

- Βοηθάει στον εντοπισμό παρεμβάσεων και λύσεων
- Παράγει νέες γνώσεις . Με τη βοήθεια της νευροεπιστήμης μπορούμε να κατανοήσουμε πιο εύκολα τον εγκέφαλο και τις διάφορες δραστηριότητες του.
- Αποδεικνύει πως η μάθηση είναι ένα αποτελεσματικό όπλο κατά της φθοράς της γύρανσης
- Μας βοηθάει να καταλάβουμε γιατί ορισμένες μαθησιακές δυσκολίες είναι πιο εμφανείς σε ορισμένους σπουδαστές.
- Συνιστά τη μάθηση ως πρωταρχική πτυχή της ανθρώπινης ζωής
- Ερευνά καλύτερα την εκπαίδευση
- Αναπτύσει τα μέσα για την αποκάλυψη ορισμένων χαρακτηριστικών στα άτομα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για σκοπούς θεραπείας.

Η συμβολή της Νευροεπιστήμης είναι πιο ορατή στη διάγνωση και στον προσδιορισμό των αποτελεσματικών λύσεων για την δυσλεξία,την άνοια και τη δυσαριθμία.

Ενώ η έρευνα του εγκεφάλου μπορεί να μην μας πει ακόμα πώς να διδάξουμε, θα ενημερώσει τη διδασκαλία, τη μάθηση και τη σχολική μεταρρύθμιση. Είμαστε στην αρχή ενός νέου οράματος στο οποίο οι επιστήμονες, οι εκπαιδευτικοί και ο υβριδικός εκπαιδευτικός νευροεπιστήμονας μπορούν όλοι να εργαστούν μαζί για τη σχολική μεταρρύθμιση. Όπως συμβαίνει με πολλά αρχικά ανόμοια πεδία, η καλλιέργεια της αλληλεπίδρασης ιδεών και παραδειγμάτων και η διόρθωση του οράματός μας για τον Εκπαιδευτικό Νευροεπιστήμονα μπορεί να οδηγήσει σε αλλαγές και στους δύο τομείς και στην εμφάνιση ιδεών που μπορούν να φέρουν την επανάσταση στην εκπαίδευση. Δεν είναι μια γέφυρα πάρα πολύ μακριά αν χτιστεί από κατάλληλα εκπαιδευμένους "μηχανικούς".

Οι διεθνείς συγκρίσεις βαθμολογίας , τα διακριτά κενά επίτευξης, τα ποσοστά αποφοίτησης των σπουδαστών ,δείχνουν σαφώς ότι τώρα είναι η ώρα να δράσουμε. Για να διατηρηθεί και να επεκταθεί οποιαδήποτε τεχνολογικά προηγμένη κοινωνία,η καλλιέργεια των γενεών της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής, είναι απαραίτητη.

Η νευροεκπαίδευση μπορεί να βοηθήσει στην πρόληψη αντιπαραγωγικών ενεργειών σε δύσκολες στιγμές. Οι νευροεκπαιδευτικές πρωτοβουλίες μπορεί να βοηθήσουν στη λύση πολλών ζητημάτων και να βοηθήσουν στην σύνταξη των μακρινών εκπαιδευτικών πολιτικών που βασίζονται σε αποδεικτικά στοιχεία για την παιδική ανάπτυξη.

Καθώς οι ψυχολόγοι, οι γνωστικοί επιστήμονες, οι νευροεπιστήμονες, εκπαιδευτικοί και οι γονείς εξακολουθούν να ξεπερνούν τις προκλήσεις, τα παιδιά πρέπει να παραμείνουν το σαφές κίνητρο για δράση και θα πρέπει να αποτελούν τη βάση για μια επιτακτική προσπάθεια να διατηρηθεί και να αναπτυχθεί αυτή η κίνηση.

Για κάθε νεαρό μυαλό που εξυπηρετείται από τη γνώση της Νευροεκπαίδευσης, όλες οι κοινωνίες έχουν την ευκαιρία να ανακτήσουν εδαφος-και να οικοδομήσουμε το δυναμικό για καλύτερα ακαδημαϊκά επιτεύγματα και ευκαιρίες τόσο για τους νέους όσο και για την κοινωνία γενικότερα. Επιπλέον, εάν είναι επιτυχής, υπογραμμίζει επίσης ότι η επιστήμη μπορεί να συνεργαστεί καλύτερα με την κοινωνία.

Στο τέλος, η Νευροεκπαίδευση παρέχει ένα παράδειγμα για τον τρόπο με τον οποίο η επιστήμη μπορεί να ενημερώσει ευρύτερες κοινωνικές πολιτικές με την ένταξη και συνεργατική συνεργασία με άλλες εδραιωμένες πειθαρχίες. Και όταν η συνεργασία φέρνει καρπούς, θα έχουμε παιδιά που μπορούν να μάθουν καλύτερα, που με τη σειρά τους αποφέρει μια κοινωνία καλύτερα εξοπλισμένη για το μέλλον.

Έχει σημειωθεί σαφώς μεγάλη πρόοδος στην κατανόηση του νευρωνικού μηχανισμού στον οποίο βασίζονται οι ικανότητες που αποτελούν βασικά συστατικά της επίσημης εκπαίδευσης, όπως η ανάγνωση και τα μαθηματικά.

Ο αναδυόμενος τομέας της νευροεκπαίδευσης διερευνά πώς μαθαίνουν τα παιδιά και ποιες πρακτικές προωθούν και στηρίζουν τη διαδικασία μάθησης. Η νευροεκπαίδευση είναι ένας διεπιστημονικός τομέας που συνδυάζει τη νευροεπιστήμη, την ψυχολογία και την εκπαίδευση για να συμβάλει στη δημιουργία βελτιωμένων μεθόδων διδασκαλίας και προγραμμάτων σπουδών.

Η εκπαίδευση, οι τέχνες και οι επιστήμες του εγκεφάλου μπορούν να δώσουν ώθηση στο νέο πεδίο της νευροεκπαίδευσης, να φέρουν σε επαφή διαφορετικές σκέψεις, να αναζωογονήσουν την παιδαγωγική πρακτική και να προωθήσουν την έρευνα με σχετικές εφαρμογές. Για να συμβεί αυτό θα πρέπει να:

1) Οι εκπαιδευτικοί και οι ερευνητές να επικοινωνούν και να συνεργάζονται.

Οι εκπαιδευτικοί και οι ερευνητές πρέπει να κατανοήσουν τους ρόλους τους ξεκάθαρα, να καταλάβουν τις διαδικασίες και τα αποτελέσματα του κάθενου.

Οι εκπαιδευτικοί θέλουν οι γνωστικοί επιστήμονες και οι επιστήμονες του εγκεφάλου να συνεργαστούν μαζί τους για να δημιουργήσουν και να διεξάγουν έρευνες που ρίχνουν φως στο πώς τα παιδιά μαθαίνουν σε μορφές που μπορούν να εφαρμοστούν στην τάξη.

Οι ερευνητές πρέπει να κατανοήσουν πώς διδάσκουν οι εκπαιδευτικοί και ποιες μετρήσεις είναι πιο χρήσιμες. Οι εκπαιδευτικοί πρέπει να κατανοήσουν τι μπορεί να προσφέρει η έρευνα και πώς να πλαισιώνει τις απαιτήσεις που επιβάλλουν σε αυτήν. Οι εκπαιδευτές τέχνης και οι υποστηρικτές της διδασκαλίας με βάση τις τέχνες πρέπει να κωδικοποιήσουν το νόημα της μάθησης των τεχνών, ώστε οι εκπαιδευτικοί σε άλλους κλάδους να κατανοήσουν πώς ωφελεί τους μαθητές, καθιστώντας τους πιο προετοιμασμένους και πρόθυμους να ενσωματώσουν τις τέχνες. Τα πανεπιστήμια που εκπαιδεύουν νέους εκπαιδευτικούς και παρέχουν επαγγελματική εξέλιξη για έμπειρους πρέπει να προωθήσουν την έρευνα και να ενσωματώσουν τα ευρήματα σε αναθεωρημένα προγράμματα σπουδών.

Υποστηρίζοντας όλες αυτές τις προϋποθέσεις είναι η ανάγκη για ευρύτερη επικοινωνία για την εμπλοκή των γονέων, των οικογενειών, των σχολικών συμβουλίων, των νομοθετών και άλλων εκλεγμένων πολιτικών.

2) Η μετάφραση της έρευνας πρέπει να πραγματοποιείται με διάφορες μορφές.

Σε βασικό επίπεδο, η μετάφραση πρέπει να περιλαμβάνει ερευνητές που εργάζονται χέρι-χέρι με τους εκπαιδευτικούς στην τάξη για να κατανοούν και να αντιμετωπίζουν συγκεκριμένες ανάγκες και ερωτήσεις. Καθώς οι μεθοδολογίες αναδύονται και δοκιμάζονται, πρέπει να δημοσιεύονται αποτελεσματικές στρατηγικές με τη μορφή εργαλείων για τη διάδοση στους εκπαιδευτικούς. Οι εκπαιδευτικοί θα πρέπει να παρέχουν αυτές τις πληροφορίες στους γονείς όσο το δυνατόν περισσότερο, ώστε οι γονείς να είναι ισχυροί εκπαιδευτικοί εταίροι με τα σχολεία για λογαριασμό των παιδιών τους.

3) Τα εργαστήρια των σχολείων θα πρέπει να καλλιεργούνται ως αυθεντικά περιβάλλοντα για την έρευνα και την ανάπτυξη ολοκληρωμένων παιδαγωγικών μοντέλων.

Τα σχολεία μπορούν να γίνουν εργαστήρια που καλλιεργούν σχέσεις μεταξύ ερευνητικών και εκπαιδευτικών κοινοτήτων, με ερευνητές και εκπαιδευτικούς να δουλεύουν μαζί στο περιβάλλον της τάξης.

Τα εργαστήρια θα πρέπει να φέρνουν σε επαφή επιστήμονες και εκπαιδευτικούς σε μια κοινή προσπάθεια να σχεδιάσουν, να εκτελέσουν και να δοκιμάσουν εφαρμογές της μεταφραστικής έρευνας στην τάξη. Η συμμετοχή εκπαιδευτικών από πολλούς διαφορετικούς κλάδους είναι κρίσιμη, όπως είναι η εστίαση σε συγκεκριμένα θέματα και προβλήματα. Αυτή η διαδικασία θα πρέπει να συνεχίσει να αναπτύσσει ολοκληρωμένη έρευνα σε ακαδημαϊκά περιβάλλοντα σε όλα τα επίπεδα ηλικίας.

4) Η μάθηση των τεχνών πρέπει να γίνει καλύτερα κατανοητή πριν μπορέσουμε να ενσωματώσουμε επιτυχώς τις τέχνες στο πρόγραμμα σπουδών.

Οι δάσκαλοι της μουσικής, του θεάτρου, του χορού, της δημιουργικής γραφής και των καλών τεχνών - με την υποστήριξη των ερευνητών - πρέπει να καθορίσουν τι κάνουν για να βελτιώσουν τη γνωστική ανάπτυξη των μαθητών.

Δεν αρκεί να πούμε ότι οι τέχνες εμπλουτίζουν την εμπειρία του σχολείου. Οι μεμονωμένες μορφές τέχνης θα πρέπει να αναλύονται ξεχωριστά με σκοπό τα συγκεκριμένα αποτελέσματα να υποστηρίζονται καλύτερα.

Πολλοί επιθυμούν να επισημάνουν ότι η νευροεπιστήμη, παρά τις ανακαλύψεις της, είναι ακόμη στα πρώτα της βήματα, όπως και η νευροεκπαίδευση. Όπως είναι συναρπαστικό και χρήσιμο με αυτά τα ευρήματα, μπορεί κανείς να φανταστεί μόνο πόσο μακριά μπορούμε να φτάσουμε.

Στο μέλλον, μπορεί να είναι δυνατή η χρήση μεμονωμένων δεδομένων από τη δομή και τη δραστηριότητα του εγκεφάλου για να κατανοηθούν τα μοναδικά πλεονεκτήματα και αδυναμίες κάθε εκπαιδευόμενου. Επιπλέον, θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε αυτές τις πληροφορίες για την εξαγωγή εξατομικευμένων μορφών μάθησης. Μερικοί ειδικοί ελπίζουν ακόμη και για μια πλήρη χαρτογράφηση των ανθρώπινων συνάψεων για να ανακαλύψουν πώς συμβαίνει η εκμάθηση και έτσι να αναπτύξουν βιολογικές στρατηγικές για τη βελτίωση της μάθησης.

Η εκπαιδευτική νευροεπιστήμη μπορεί να βοηθήσει στη δημιουργία μιας πραγματικής επιστήμης της μάθησης. Δεν μένει παρα μόνο να δούμε τι μας επιφυλάσει το μέλλον για την πρόοδο της νευροεκπαίδευσης.

Βιβλιογραφία

- [1] John T. Bruer. Education and the Brain: A Bridge Too Far. November 1, 1997
- [2] <http://www.ttrb3.org.uk/wp-content/uploads/2012/10/spotlight92-Neuroscience-and-education.pdf>
- [3] <https://www.cognifit.com/el/brain>
- [4] <https://www.ukessays.com/essays/biology/methods-studying-brain-2415.php>
- [5] https://www.researchgate.net/publication/226011778_The_Educational_Relevance_of_Research_in_Cognitive_Neuroscience
- [6] Gall, F.J. and Spurzheim, J.K. (1810-1819) Anatomie et physiologie du système nerveux en général et du cerveau en particulier (4 vol.). E. Schoell, Paris.
- [7] The cerebral cortex of man. By Wilder Penfield and Theodore Rasmussen. The Macmillan Company, New York, N.Y. 1950.
- [8] Hemisphere deconnection and unity in conscious awareness
- [9] Swartz B.E., Timeline of the history of EEG and associated fields, Electroencephalography and Clinical Neurophysiology 106: 173 – 176, 1998.
- [10] <https://www.healthline.com/health/eeg#preparation>
- [11] Srinivasan R., Tucker D.M., Murias M., Estimating the spatial Nyquist of the human EEG, Behav Res Methods Instrum Comput p. 8 – 19, 1998.
- [12] Tassinari L.G., Geen T.H., Cacioppo J.T., Edelberg R., Issues in biometrics: offset potentials and the electrical stability of Ag/AgCl electrodes, Psychophysiology, 27: 236 – 242, 1990
- [13] PeakMind, <http://www.peakmind.co.uk/eeg.html>
- [14] Bennys K., Rondouin G., Vergnes C. & Touchon J., Diagnostic value of quantitative EEG in Alzheimer's disease, Clinical Neurophysiology: 31(3), p.153-160, 2001
- [15] Hoshi, Y. & Tamura, M. 1993a Detection of dynamic changes in cerebral oxygenation coupled to neuronal function during mental work in man. Neurosci. Lett. 150, 5±8
- [16] Kato, T., Kamie, A., Takashima, S. & Ozaki, T. 1993 J. Cereb. Blood Flow Meab. 13, 516±520
- [17] American Electroencephalographic Society, Guideline thirteen: Guidelines for standard electrode position nomenclature, J Clin Neurophysiol 11, p. 111 – 113, 1994.
- [18] Revonsuo A., Portin R., Juottonen K., Rinne J.O., Semantic Processing of Spoken Words in Alzheimer's Disease: An Electrophysiological Study Source, Journal of Cognitive Neuroscience: 10 (3), p.408-420, 1998
- [19] D. O'Mahony, M. Rowan, J. Feely, D. O'Neill, J.B. Walsh, D. Coakley, Parkinson's dementia and Alzheimer's dementia: an evoked potential comparison, Gerontology 39(4):228-40, PubMed Publications, 1993.

- [20]Roy R. Reeves, Frederick A. Struve, Gloria Patrick, J. Gary Booker, Dennis W.Nave, The Effects of Donepezil on the P300 Auditory and Visual Cognitive Evoked Potentials of Patients With Alzheimer's Disease, *American Journal for Geriatric Psychiatry* 7:349-352, November 1999
- [21]Korpelainen J.T., Kauhanen, M.L., Tolonen U., Brusin E., Mononen H., Hiltunen P., Sotaniemi K. A., Suominen K., Myllyla V.V., Auditory P300 event related potential in minor ischemic stroke, *Acta Neurologica Scandinavica*: 101(3), p. 202-208, 2000.
- [22]Papageorgiou C., Liappas I., Asvestas P., Vasios C., Matsopoulos G.K., Nikolaou C., Nikita K.S., Uzunoglu N., Rabavilas A., Abnormal P600 in heroin addicts with prolonged abstinence elicited during a working memory test, *Neuroreport*: 12, p.1773-1778, 2001.
- [23]<http://www.educationalneuroscience.org.uk/resources/neuromyth-or-neurofact/left-brain-versus-right-brain-thinkers/>
- [24]Mihov, K. M., Denzler, M., & Förster, J. (2010). Hemispheric specialisation and creative thinking: A meta-analytic review of lateralisation of creativity. *Brain and Cognition*, 72, 442-448. Doi: 10.1016/j.bandc.2009.12.007
- [25]Vigneau, M., Beaucousin, V., Herve, P. Y., Jobard, G., Petit, L., Crivello, F., Mellet, E., Zago, L., Mazoyer, B., & Tzourio-Mazoyer, N. (2011). What is right-hemisphere contribution to phonological, lexico-semantic, and sentence processing? Insights from a meta-analysis. *Neuroimage*, 54 (1), 577-593. doi: 10.1016/j.neuroimage.2010.07.036.
- [26]Warrier, C., Wong, P., Penhune, V., Zatorre, R., Parrish, T., Abrams, D., & Kraus, N. (2009). Relating structure to function: Heschl's gyrus and acoustic processing. *Journal of Neuroscience*, 29 (1), 61-69. doi: 10.1523/JNEUROSCI.3489-08.2009.
- [27]Nielsen, J. A., Zielinski, B. A., Ferguson M. A., Lainhart, J. E., & Anderson, J. S. (2013). An evaluation of the left-brain vs. right-brain hypothesis with resting state functional connectivity magnetic resonance imaging. *PLOSone*, 8 (8), e71275
- [28]Dassonville, P., Zhu, X-H., Ugurbil, K., Kim, S-G., & Ashe, J. (1997). Functional activation in motor cortex reflects the direction and the degree of handedness. *PNAS* 94(25), 14015-14018.
- [29] Hoyland, A., McWilliams, K. A., Duff, R. J., & Walton, J. L. (2012). Breakfast consumption in UK schoolchildren and provision of school breakfast clubs. *Nutrition Bulletin*, 37, 232-240.
- [30] Kennedey, D. O. & Scholey, A. B. (2000). Glucose administration, heart rate and cognitive performance: effects of increasing mental effort. *Psychopharmacology*, 149, 63–71.
- [31] Mahoney C, Taylor H, & Kanarek R. The acute effects of meals on cognitive performance. In: Lieberman H, Kanarek R, Prasad C, eds. *Nutritional Neuroscience*. Boca Raton, FL: CRC Press; 2005, 73–91

- [32] Simeon, D., Grantham-McGregor, S. (1989). Effect of missing breakfast on cognitive functions of schoolchildren of differing nutritional status. *American Journal of Clinical Nutrition*, 49, 646–653.
- [33] Stevenson, R. J., & Prescott, J. (2014). Human diet and cognition. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*. DOI: 10.1002/wcs.1290
- [34] Arnold, L. E., Lofthouse, N., & Hurt, E. (2012). Artificial food colors and Attention-Deficit/Hyperactivity symptoms: Conclusions to dye for. *Neurotherapeutics*, 9, 599–609 DOI 10.1007/s13311-012-0133-x
- [35] Stevenson, J., Sonuga-Barke, E., McCann, D., Grimshaw, K., Parker, K. M., Rose-Zerilli, M. J., Holloway, J. W., & Warner, J. O. (2010). The role of histamine degradation gene polymorphisms in moderating the effects of food additives on children's ADHD symptoms. *American Journal of Psychiatry*, 167, 1108-1115. doi: 10.1176/appi.ajp.2010.09101529
- [36] Prado, E., & Dewey, K. (2012). *Nutrition and brain development in early life*. A&T Technical Brief Issue 4. Alive & Thrive, Washington
- [37] See Prado, E., & Dewey, K. (2012). *Nutrition and brain development in early life*. A&T Technical Brief Issue 4. Alive & Thrive, Washington.
- [38] WHO, CDC. *Worldwide prevalence of anaemia 1993-2005*. WHO global database on anaemia. Geneva: World Health Organization; 2008.
- [39] Lozoff, B., Beard, J., Connor, J., Barbara, F., Georgieff, M., & Schallert, T. (2006). Long lasting neural and behavioral effects of iron deficiency in infancy. *Nutrition Reviews*, 64 (5;2), S34-S43.
- [40] Benton, D., Griffiths, S., & Haller, J. (1997) Thiamin supplementation, mood and cognitive functioning. *Psychopharmacology*, 129, 66–71.
- [41] Simopoulos, A. P. (2002). The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. *Biomedicine & Psychopharmacotherapy*, 56, 365–379.
- [42] Bourre, J. M., & Dumont, O. (1991). Essentially of N-3 fatty acids for brain structure and function. *World Review of Nutrition and Dietetics* 66, 103–117.
- [43] Blomquist, K. B., & Danner, F. (1987). Effects of physical conditioning on information processing efficiency. *Perceptual and Motor Skills*, 65(1), 175-186; Powell, R. R. (1974). Psychological Effects of Exercise Therapy Upon Institutionalized Geriatric Mental Patients. *Journal of Gerontology*, 29 (2), 157-161. doi: 10.1093/geronj/29.2.157; Valliant, P. M., & Asu, M. E. (1985). Exercise and its effects on cognition and physiology in older adults. *Perceptual and motor skills*, 61, 1031-1038.
- [44] van Praag, H., Christie, B. R., Sejnowski, T. J., & Gage, F. H. (1999). Running enhances neurogenesis, learning and long-term potentiation in mice. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 96, 13427–13431.

- [45]See van Praag, H. (2008). Neurogenesis and exercise: past and future directions. *Neuromolecular Medicine*, 10(2), 128-140. DOI 10.1007/s12017-008-8028-z for a review of work with rodents
- [46]Howard-Jones, P. A. (2014). Neuroscience and education: myths and messages. *Nature Reviews Neuroscience*, 15, 817–824. doi:10.1038/nrn3817
- [47]Randazzo, A. C., Muehlbach, M. J., Schweitzer, P. K., & Walsh, J. K. (1998). Cognitive function following acute sleep restriction in children ages 10-14. *Sleep*, 21 (8), 861-868.
- [48]Molfese, D. L., Ivanenko, A., Key, A. F., Roman, A., Molfese, V. J., O'Brien, L. M., Gozal, D., Kota, S., & Hudac, C. M. (2013). A one-hour sleep restriction impacts brain processing in young children across tasks: evidence from event-related potentials. *Developmental Neuropsychology*, 38 (5), 317-336. doi: 10.1080/87565641.2013.799169.
- [49]Beebe, D. W., Difrancesco, M. W., Tlustos, S. J., McNally, K. A., Holland, S. K. (2009). Preliminary fMRI findings in experimentally sleep-restricted adolescents engaged in a working memory task. *Behavioural and Brain Functions*, 9; 5-9. doi: 10.1186/1744-9081-5-9.
- [50]Crawford, C., Dearden, L., Greaves, E. (2013). *When You Are Born Matters: Evidence for England*. London: Institute for Fiscal Studies.
- [51]See Crawford, C., Dearden, L., & Greaves, E. (2011). *Does when you are born matter? The impact of month of birth on children's cognitive and non-cognitive skills in England*. London: Institute for Fiscal Studies.
- [52]Crawford, C., Dearden, L., & Meghir, C. (2007). *When you were born matters: The impact of date of birth on child cognitive outcomes in England*, Centre for the Economics of Education Report to the Department for Children, Schools and Families (<http://www.ifs.org.uk/publications/4073>)
- [53]Department for Education. (2010). *Month of Birth and Education*. DfE Research Report, https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/182664/DFE-RR017.pdf
- [54]Orme, J.E. (1962). Intelligence and season of birth. *British Journal of Medical Psychology*, 35, 233-234; Orme, J.E. (1963). Intelligence, season of birth and climate temperature. *British Journal of Psychology*, 54, 273-276.
- [55]Pidgeon, D. A., & Dodds, E. M. (1961). Length of schooling and its effect on performance in the junior school. *Educational Research*, 3, 214-221.
- [56]Crawford, C., Dearden, L., & Greaves, E. (2014). The drivers of month-of-birth differences in children's cognitive and non-cognitive skills. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A*, 177, 829-860.
- [57]Crawford, C., Dearden, L., & Greaves, E. (2011). *Does when you are born matter? The impact of month of birth on children's cognitive and non-cognitive skills in England*. London: Institute for Fiscal Studies

- [58] Dhuey, E. (2016). Age at school entry: How old is old enough? IZA World of Labor 2016: 247 doi: 10.15185/izawol.247]
- [59] Janet N. Zadina, (June 2015). The emerging role of educational neuroscience in education reform
- [60] <https://www.ourkids.net/blog/brain-power-ways-neuroscience-will-change-education-21334>
- [61] <https://www.thetechadvocate.org/10-ways-neuroscience-can-change-education/>
- [62] <https://meteoeducation.com/neuroscience-in-classroom-practice/>
- [63] <http://www.kathimerini.gr/395476/article/epikairothta/kosmos/h-texnologia-allazei-ton-egkefalo>
- [64] Anne Beaulieu ,(October 2001). Voxels in the Brain: Neuroscience, Informatics and Changing Notions of Objectivity
- [65] Thomas M. Morse,(May 2008). Article Commentary: Neuroinformatics: From Bioinformatics to Databasing the Brain
- [66] Jan G. Bjaalie, July 2008. Understanding the Brain through Neuroinformatics
- [67] Oliver Müller* and Stefan Rotter,(December 2017). Neurotechnology: Current Developments and Ethical Issues
- [68] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3662267/>
- [69] <https://www.opencolleges.edu.au/informed/features/neuroeducation-25-findings-over-25-years/>