



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ
ΤΕΙ ΗΠΕΙΡΟΥ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΗΠΕΙΡΟΥ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΝΟΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΛΟΓΟΘΕΡΑΠΕΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Νευροεπιστήμη: Νευροαπεικόνιση και Νευροεκπαιδευτικές
παρεμβάσεις στη Διαταραχή αυτιστικού φάσματος**

ΚΥΡΙΑΚΟΥ ΓΡΗΓΟΡΙΟΣ

Επιβλέπων: Νάσιος Γρηγόριος, MD, PhD Νευρολόγος, Καθηγητής του
τμήματος Λογοθεραπείας και Ιατρικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων,
Ελλάδα.

Ιωάννινα, Σεπτέμβριος, 2022

**Neuroscience: Neuroimaging and Neuroeducational interventions
for autism spectrum disorder**

Εγκρίθηκε από τριμελή εξεταστική επιτροπή

Τόπος, Ημερομηνία

ΕΠΙΤΡΟΠΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

1. Επιβλέπων καθηγητής

Όνομα Επίθετο,

2. Μέλος επιτροπής

Όνομα Επίθετο,

3. Μέλος επιτροπής

Όνομα Επίθετο,

© Κυριάκου Γρηγόριος, 2022.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Δήλωση μη λογοκλοπής

Δηλώνω υπεύθυνα και γνωρίζοντας τις κυρώσεις του Ν. 2121/1993 περί Πνευματικής Ιδιοκτησίας, ότι η παρούσα πτυχιακή εργασία είναι εξολοκλήρου αποτέλεσμα δικής μου ερευνητικής εργασίας, δεν αποτελεί προϊόν αντιγραφής ούτε προέρχεται από ανάθεση σε τρίτους. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν (κάθε είδους, μορφής και προέλευσης) για τη συγγραφή της περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία.

Επίθετο, Όνομα

Υπογραφή

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με το πέρας της παρούσας πτυχιακής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου κ. Νάσιο Γρηγόριο που με ενέπνευσε να επιλέξω τόσο τον ίδιο ως επόπτη καθηγητή όσο και το συγκεκριμένο θέμα μέσω της διδαχής των μαθημάτων του όλα αυτά τα χρόνια. Επίσης, θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για την κατανόηση και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αυτόν τον καιρό προκειμένου να ολοκληρωθεί αυτή η πτυχιακή εργασία. Τέλος, θέλω να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην σύντροφό μου που με στήριξε έμπρακτα κατά την διάρκεια την εκπόνησης της παρούσας εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Κατά το πέρασμα των χρόνων, προέκυψαν σπουδαίες ανακαλύψεις για τις εγκεφαλικές περιοχές, τις αντίστοιχες λειτουργίες τους και γενικότερα την δομή και τον ρόλο του νευρικού συστήματος. Ένας σχετικός κλάδος που εξυπηρετεί την ανάγκη για πολύπλευρη και ενδεδειγμένη έρευνα, είναι το διεπιστημονικό πεδίο της νευροεπιστήμης. Η νευροεπιστημονική έρευνα σε συνδυασμό με τις σύγχρονες νευροαπεικονιστικές τεχνολογίες, εξέλιξαν τις γνώσεις της επιστημονικής κοινότητας και έριξαν φως στο νευρωνικό υπόστρωμα των γνωστικών και συναισθηματικών διεργασιών που επιδρούν στη συμπεριφορά.

Όπως αποδείχθηκε στην συνέχεια, η νευροεκπαίδευση, ένα πεδίο που προκύπτει από τον συγκερασμό νευροεπιστήμης και εκπαίδευσης μπορεί να συνεισφέρει σημαντικά στον εκπαιδευτικό τομέα. Η κατάρτιση εσφαλμένων πεποιθήσεων γύρω από την μάθηση ως αποτέλεσμα συγκεκριμένων εγκεφαλικών διεργασιών αποτελεί αντίκτυπο της νευροεπιστήμης στην εκπαίδευση. Οι εκπαιδευτικοί φορείς θέτοντας ως προτεραιότητα την κατανόηση της λειτουργίας της μάθησης επωφελούνται από την νευροεπιστήμη, που τους δίνει την δυνατότητα να καταρτιστούν κατάλληλα ώστε να κατακτήσουν και να χρησιμοποιήσουν νέες πρακτικές διδασκαλίας βασισμένες στα σύγχρονα ερευνητικά δεδομένα και τις ανάγκες της σχολικής τάξης.

Η προσφορά της νευροεκπαίδευσης δεν περιορίζεται στους μαθητές τυπικής ανάπτυξης αλλά επεκτείνεται και στα παιδιά με αναπτυξιακές διαταραχές, όπως για παράδειγμα μαθητές που ανήκουν στο φάσμα του αυτισμού. Οι επιστήμονες έπειτα από νευροαπεικονιστικές μελέτες και ανάλυση των κλινικών χαρακτηριστικών ατόμων με διαταραχή αυτιστικού φάσματος (ΔΑΦ), κατάφεραν να εντοπίσουν τις διαφορές στις εγκεφαλικές περιοχές των ατόμων αυτών και να επενδύσουν στον σχεδιασμό των κατάλληλων παρεμβάσεων μέσα από νέα εκπαιδευτικά προγράμματα.

Λέξεις κλειδιά: εγκεφαλικές περιοχές, νευρικό σύστημα, νευροεπιστήμη, νευροαπεικονιστικές τεχνολογίες, νευρωνικό υπόστρωμα, νευροεκπαίδευση, μάθηση, αναπτυξιακές διαταραχές, διαταραχή αυτιστικού φάσματος (ΔΑΦ), εκπαιδευτικές παρεμβάσεις, εκπαιδευτικά προγράμματα.

ABSTRACT

Over the years, great discoveries have been made about brain regions, their respective functions, and the structure and role of the nervous system in general. A subject that relates to the need for multifaceted and thorough research is the interdisciplinary field of neuroscience. Neuroscientific research combined with modern neuroimaging technologies have advanced the knowledge of the scientific community and shed light on the neural substrate of cognitive and emotional processes that influence behavior.

As shown in this paper, neuroeducation, a field emerging from the convergence of neuroscience and education, can make significant contributions to the educational field. Dispelling myths and misconceptions about results of specific brain processes is an impact of neuroscience in education. Educational institutions prioritize the need and benefits of learning and thus take advantage of neuroscience, which then enables them to be properly trained and therefore master new teaching practices based on modern research data and the needs of the classroom.

Neuroeducation is significant as it is not limited only to students of typical development but also extends to students with developmental disorders, such as students who belong to the autism spectrum. Scientists after neuroimaging studies and analysis of the clinical characteristics of individuals with autism spectrum disorder (ASD), were able to identify the differences in the brain regions of these individuals and invest in the design of appropriate interventions through

new educational programs.

Key words: brain regions, nervous system, neuroscience, neuroimaging technologies, neural substrate, neuroeducation, learning, developmental disorders, autism spectrum disorder (ASD), educational interventions, educational programs.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	7
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	8
ABSTRACT.....	9
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	13
Κεφάλαιο 1: Νευροεπιστήμη.....	14
1.1 Ορισμός.....	14
1.2 «Χρυσή εποχή της Νευροεπιστήμης».....	14
Κεφάλαιο 2: Εγκέφαλος.....	15
2.1 Ανάπτυξη εγκεφάλου.....	15
2.1.1 Πρώιμα χρόνια: πότε πρέπει να ξεκινήσει η εκπαίδευση;	

2.1.2 Ανάπτυξη του εγκεφάλου στην εφηβεία	16
2.1.3 Ανάπτυξη εγκεφάλου στην ενήλικη ζωή	17
Κεφάλαιο 3: Νευροεκπαίδευση.....	17
3.1 Ορισμός.....	17
3.2 Στόχοι Νευροεκπαίδευσης.....	18
3.3 Νευρομύθοι στην εκπαίδευση.....	19
3.3.1 Ορισμός.....	19
3.3.2 Νευρομύθοι και θρησκευτικές πεποιθήσεις.....	20
3.3.3 Νευρομύθοι και ελληνικά δεδομένα.....	20
3.3.4 Νευροεπιστημονική κατάρτιση των εκπαιδευτικών.....	21
3.3.4.1 Νευροεκπαιδευτικό πρόγραμμα - BrainU	21
Κεφάλαιο 4: Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ).....	22
4.1 Ορισμός.....	22
4.2 Επιδημιολογία.....	22
4.3 Αιτιολογία στην ΔΑΦ.....	23
4.3.1 Γενετικοί Παράγοντες	23
4.3.2 Επιγενετικοί Παράγοντες	23
4.4 Συννοσηρότητα.....	24
4.5 Κλινικά χαρακτηριστικά.....	25
4.6 Έγκαιρη Διάγνωση.....	25
Κεφάλαιο 5: Εγκεφαλικά ευρήματα σε άτομα με ΔΑΦ.....	26
5.1 Εγκεφαλικός Φλοιός - Λευκή και Φαιά ουσία.....	26
5.1.1 Μελέτες δομικής μαγνητικής τομογραφίας (MRI)	26
5.1.2 Μελέτες απεικόνισης του τανυστή διάχυσης (DTI)	26

5.1.3 Λειτουργική μαγνητική τομογραφία εγκεφάλου (fMRI)	
27	
5.1.4 Φασματοσκοπία μαγνητικού συντονισμού (MRS)	
28	
5.2 Ανωμαλίες της μικροδομής του φλοιού.....	28
5.2.1 Μεταβολές στη δομή του νεοφλοιού	
28	
5.2.2 Εστιακή αποδιοργάνωση στο νεοφλοιό	
29	
5.2.3 Αλλαγές στην κατανομή του νευρωνικού υποτύπου	
29	
5.3 Παρεγκεφαλίδα.....	30
5.4 Αμυγδαλή.....	32
5.5 Μετωπιαίος φλοιός.....	34
5.6 Κατοπτρικοί νευρώνες.....	34
Κεφάλαιο 6: Νευροεκπαιδευτικές παρεμβάσεις στην ΔΑΦ.....	35
6.1 Ενίσχυση της Ενσυναίσθησης ατόμων με ΔΑΦ.....	35
6.1.1 Θεωρία του Νου	
35	
6.1.2 Τεχνολογίες Νευροεκπαίδευσης με σκοπό την βελτίωση της ενσυναίσθησης	
37	
6.2 Σχεδιασμός τεχνολογίας προσαρμοστικής απόκρισης βασισμένης στην εικονική πραγματικότητα (VR).....	40
6.2.1 Εφαρμογή συστήματος εικονικής πραγματικότητας	
40	
6.2.2 Ενότητες Συστήματος	
41	
6.2.3 Ερευνητικές παρατηρήσεις	
43	
6.2.4 Διακύμανση στους Οφθαλμικούς Φυσιολογικούς Δείκτες των συμμετεχόντων ενώ αλληλοεπιδρούσαν με τον avatar.	
44	
6.3 Παράδειγμα Εφαρμογής Νευροεκπαιδευτικών Προγραμμάτων στην σχολική κοινότητα.	45
6.3.1 «The model Asperger program»	
45	

6.4 Πρόγραμμα «SPARK».....	46
6.4.1 Περιγραφή προγράμματος 46	
6.4.2 Εφαρμογή του προγράμματος 47	
6.4.3 Επιδράσεις του προγράμματος 48	
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ.....	50
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	51

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι εκούσιες και ακούσιες εγκεφαλικές διεργασίες που εκτελούνται και έχουν άμεσο αντίκτυπο στην ανθρώπινη συμπεριφορά, αποτελούσαν ανέκαθεν ζήτημα προς διερεύνηση. Παρόλο που οι μελέτες του εγκεφάλου ξεκίνησαν ήδη από πολύ παλαιότερα και προέκυψαν σημαντικές ανακαλύψεις, δεν υπήρχαν ωστόσο τα κατάλληλα τεχνολογικά μέσα για ενδελεχή εγκεφαλική έρευνα. Οι νέες απεικονιστικές τεχνολογίες που έχουν στην διάθεση τους οι επιστήμονες σήμερα, καθιστούν την νευροεπιστήμη ένα σχετικά νέο και πολλά υποσχόμενο γνωστικό πεδίο έρευνας. Σε συνεργασία με άλλα επιστημονικά πεδία των ανθρωπιστικών και των θετικών επιστημών, η νευροεπιστημονική έρευνα αποσκοπεί μεταξύ των άλλων στην αποσαφήνιση των νευρωνικών δομών και δικτύων που υποκινούν τις διάφορες γνωστικές λειτουργίες και διαμορφώνουν την ανθρώπινη συμπεριφορά.

Η σπουδαιότητα της νευροεπιστήμης και των νευροαπεικονιστικών τεχνικών φαίνεται και μέσα από την συμβολή της στον τομέα της εκπαίδευσης. Η αλληλεπίδραση της νευροεπιστήμης και της εκπαίδευσης, συντελεί στην κατανόηση της λειτουργίας της μάθησης και έχει ως αποτέλεσμα την χρήση νέων εργαλείων και μεθόδων διδασκαλίας. Εξαιρετικά σημαντικά, είναι τα προγράμματα παρέμβασης που αναπτύχθηκαν έπειτα από εγκεφαλικά ευρήματα κατά την διερεύνηση της διαταραχής αυτιστικού φάσματος. Οι παρεμβάσεις αυτές εστιάζουν στην αντιμετώπιση τόσο των επικοινωνιακών, των συμπεριφορικών όσο και των κοινωνικών δυσκολιών των παιδιών που ανήκουν στο φάσμα. Μέχρι πρόσφατα οι δυσκολίες αυτές αναγνωρίζονταν αποκλειστικά ως ελλείμματα χωρίς περιθώριο βελτίωσης εφόσον το εκπαιδευτικό σύστημα δεν ήταν ικανό να τις αξιοποιήσει προς όφελός τους.

Κεφάλαιο 1: Νευροεπιστήμη

1.1 Ορισμός

Η δημιουργία του κλάδου της νευροεπιστήμης προέκυψε από την ανάγκη για πολύπλευρη έρευνα του νευρικού συστήματος. Ο όρος που χρησιμοποιείται είναι «νευροεπιστήμη» ή «νευροεπιστήμες», ο οποίος τονίζει τη διεπιστημονικότητα του πεδίου και εξετάζεται υπό το πρίσμα και άλλων επιστημονικών κλάδων όπως της νευροανατομίας, της νευροφυσιολογίας, της νευροφαρμακολογίας, της μοριακής βιολογίας, της βιοχημείας, της ψυχολογίας, της πληροφορικής κ.ά.

Ο πυρήνας της νευροεπιστήμης αποτελείται από δύο κύρια πεδία: την κυτταρική-μοριακή νευροεπιστήμη και τη νευροεπιστήμη του νευρικού συστήματος. Το δεύτερο πεδίο αφορά την οργάνωση των νευρώνων σε δίκτυα, τη δομή και τους μηχανισμούς που ελέγχουν βασικές λειτουργίες όπως η όραση, η ακοή αλλά και ανώτερες λειτουργίες, όπως είναι η κατανόηση, η ενσυναίσθηση κ.ά. Η νευροεπιστήμη προσπαθεί να αποσαφηνίσει το νευρωνικό υπόβαθρο καταστάσεων όπως τα συναισθήματα, την προσοχή, την μάθηση, την απομνημόνευση, την περιέργεια, τις διανοητικές διεργασίες (Francisco Mora, 2017).

Η νευροεπιστήμη έχει κάνει σημαντικά βήματα ως προς την κατανόηση συγκεκριμένων θεμελιωδών μηχανισμών για τους εκπαιδευτικούς, όπως οι κρίσιμες περίοδοι και η συνεχής ανάπτυξη του εγκεφάλου των παιδιών και των εφήβων. Αυτή η πρόοδος, έχει ως στόχο να συμβάλει στην εξέλιξη των εκπαιδευτικών προσεγγίσεων διδασκαλίας (Petitto και Dunbar, 2004; Howard-Jones, 2007; Katzir, 2009). Καλύπτει ένα φάσμα που εκτείνεται από τη σημασία του ύπνου για την εδραίωση της μνήμης (Van Der Werf και άλλων, 2009; Vecsey και άλλων, 2009), την ανάπτυξη κυκλωμάτων ανασταλτικού ελέγχου (δηλ. αυτοσυγκράτηση) κατά τη διάρκεια των εφηβικών ετών (Davidson και άλλων, 2006; Geier και Luna, 2009), και φτάνει μέχρι την μάθηση, την μίμηση, το άγχος, τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις και την εικόνα του εαυτού (Kim και άλλων, 2006).

1.2 «Χρυσή εποχή της Νευροεπιστήμης»

Η εποχή που επήλθε μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, έφερε μαζί της την βελτίωση των τεχνικών που επιτρέπουν την καταγραφή μεμονωμένων νευρώνων. Σημειώθηκε επίσης πρόοδος, στις αναισθητικές τεχνικές και στην ανακάλυψη αντιβιοτικών. Οι εξελίξεις αυτές συντέλεσαν μετέπειτα στη αντιστοίχιση δικτύων νευρώνων με συγκεκριμένες λειτουργίες

και στην περιγραφή των μηχανισμών που τις διέπουν. Σημαντικό γεγονός για τις νευροεπιστήμες ήταν και η ανάπτυξη τεχνολογιών απεικόνισης του εγκεφάλου, στα τέλη του 20ου αιώνα, όπως είναι η τομογραφία εκπομπής ποζιτρονίων (PET) και η λειτουργική απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού (fMRI).

Επομένως, η άνθιση των νευροεπιστημών συνέβαλε στη δημιουργία μιας νέας κουλτούρας βασισμένης στον εγκέφαλο, της «νευροκουλτούρας». Την ανάδυση της «νευροκουλτούρας» ακολούθησε η ανάδυση νέων γνωστικών πεδίων, όπως η νευροφιλοσοφία, η νευροηθική, η νευροοικονομία, η νευροαισθητική, η νευροκοινωνιολογία και η νευροεκπαίδευση. Σύμφωνα με το πνεύμα της νευροεκπαίδευσης, η απόκτηση γνώσεων και η εμπάθυνση στις νευρωνικές δομές και λειτουργίες με τη βοήθεια των νευροεπιστημών και των νέων νευροαπεικονιστικών τεχνικών, θα βοηθήσουν στη βελτίωση των μαθησιακών και των διδακτικών μεθόδων. Ο Goswami (2004) πρότείνει ότι η νευροεπιστήμη μπορεί να προσφέρει επίσης ένα μέσο σύγκρισης διαφορετικών εκπαιδευτικών θεωριών και τεχνικών.

Κεφάλαιο 2: Εγκέφαλος

Ο εγκέφαλος των ενηλίκων περιέχει περίπου 100 δισεκατομμύρια εγκεφαλικά κύτταρα ή νευρώνες. Κάθε νευρώνας αποτελείται από ένα κυτταρικό σώμα στο οποίο είναι ενωμένα ένας δενδρίτης με έναν άξονα. Τα άκρα στο τέλος του άξονα ενώνονται με τους δενδρίτες άλλων νευρώνων, δημιουργώντας έτσι τις διάφορες συνάψεις. Κάπως έτσι, είναι δομημένα τα πολύπλοκα νευρωνικά δίκτυα. Ο εγκέφαλος χωρίζεται σε δύο ημισφαίρια, αριστερό και δεξί, τα οποία ενώνονται μεταξύ τους με μια μάζα ινών γνωστή ως corpus callosum. Επιπρόσθετα, τα ημισφαίρια αυτά διαθέτουν το καθένα τέσσερις λοβούς: τον μετωπιαίο, τον βρεγματικό, τον ινιακό και τον κροταφικό λοβό. Κάθε λοβός έχει συσχετιστεί με ένα διαφορετικό σύνολο γνωστικών λειτουργιών (Bear MF; Connors BW και Paradiso MA, 1996).

2.1 Ανάπτυξη εγκεφάλου

2.1.1 Πρώιμα χρόνια: πότε πρέπει να ξεκινήσει η εκπαίδευση;

Δεν υπάρχει κάποια ακλόνητη νευροεπιστημονική απόδειξη ότι η εκπαίδευση πρέπει να ξεκινάει από τα πρώτα χρόνια ζωής για να είναι αποτελεσματική. Δύο επιχειρήματα για αυτήν την προσέγγιση έχουν χρησιμοποιηθεί, αλλά το καθένα περιλαμβάνει μια λανθασμένη ερμηνεία ή υπερερμηνεία των αποδεικτικών στοιχείων. Πρώτον, είναι γνωστόν πως η συναπτογένεση (η δημιουργία συνάψεων ή οι συνδέσεις μεταξύ νευρώνων) γίνεται σε μεγαλύτερο βαθμό στην παιδική ηλικία από ότι στην ενήλικη ζωή, όπου συμβαίνει συναπτικό κλάδεμα (εξαλείφονται οι σπάνια χρησιμοποιούμενες συνδέσεις). Οι αλλαγές στη συνδεσιμότητα του εγκεφάλου που γίνονται στην παιδική ηλικία, την καθιστούν μια καλή στιγμή για μάθηση. Πολλά από αυτά τα ευρήματα για την συναπτογένεση και το συναπτικό κλάδεμα έχουν προκύψει μετά από έρευνα που έγινε σε άλλα πρωτεύοντα θηλαστικά. Για παράδειγμα, στους πιθήκους, αυτές οι διεργασίες συμβαίνουν νωρίς, γεγονός που υποδηλώνει ότι τα τρία πρώτα χρόνια της ζωής τους αποτελούν κρίσιμη περίοδο για μάθηση. Ωστόσο, πρόσφατες έρευνες έχουν δείξει πως οι δομικές αλλαγές, συμπεριλαμβανομένης της συναπτογένεσης και του συναπτικού κλαδέματος, συνεχίζονται και στην εφηβεία και κατά το μεγαλύτερο μέρος της ενήλικης ζωής σε ορισμένες περιοχές του ανθρώπινου εγκεφάλου, οι οποίες είναι πολύ σημαντικές για την εκπαίδευση.

Ένα δεύτερο επιχειρήμα, που συχνά συνδέεται με το πρώτο, το οποίο έχει βγει από την θεωρία για την ύπαρξη κρίσιμης περιόδου – ένα χρονικό περιθώριο όπου ένα παιδί μπορεί να μάθει μια συγκεκριμένη δεξιότητα ή ικανότητα. Για παράδειγμα, είναι γνωστό ότι οι ενήλικες δυσκολεύονται περισσότερο να διακρίνουν ήχους που δεν είχαν ακούσει πριν από τους πρώτους έξι μήνες της ζωής τους. Ωστόσο κάποιοι επιστήμονες, πιστεύουν ότι οι κρίσιμες περίοδοι πρέπει πλέον να αναφέρονται στην βιβλιογραφία ως ευαίσθητες περίοδοι. Υποστηρίζουν πως δεν είναι σταθερές και αμετάβλητες αλλά αποτελούν περισσότερο ανεπαίσθητες διαφορές στην ικανότητα του εγκεφάλου να διαμορφώνεται από το περιβάλλον.

2.1.2 Ανάπτυξη του εγκεφάλου στην εφηβεία

Η νευροεπιστήμη έχει δείξει τον εκπληκτικό βαθμό στον οποίο ο εγκέφαλος εξακολουθεί να αναπτύσσεται στην εφηβεία, ιδιαίτερα ο μετωπιαίος και ο βρεγματικός

φλοιούς στους οποίους το συναπτικό κλάδεμα αρχίζει μόνο μετά την εφηβεία. Μια δεύτερη αλλαγή που συμβαίνει σε αυτές τις περιοχές του εγκεφάλου κατά τη διάρκεια της εφηβείας είναι η μυελίνωση. Η διαδικασία κατά την οποία οι άξονες, οι οποίοι μεταφέρουν μηνύματα από και προς τους νευρώνες, μονώνονται από μια ουσία που ονομάζεται μυελίνη, βελτιώνοντας έτσι την μετάδοση πληροφοριών προς τον εγκέφαλο. Στον μετωπιαίο και βρεγματικό λοβό, η μυελίνωση αυξάνεται σημαντικά καθ' όλη τη διάρκεια την εφηβεία και αρχίζει να μειώνεται σταδιακά κατά την διάρκεια της ενήλικης ζωής, αυξάνοντας έτσι την ταχύτητα με την οποία η νευρωνική επικοινωνία λαμβάνει χώρα σε αυτές τις περιοχές. Εάν το συναπτικό κλάδεμα γίνεται σε ευαίσθητες περιόδους της παιδικής ηλικίας, τότε εφόσον γίνεται συναπτικό κλάδεμα στην εφηβεία, τότε υπάρχουν και ευαίσθητες περίοδοι. Για παράδειγμα, στους έφηβους ενεργοποιούνται διαφορετικές περιοχές του εγκεφάλου σε σχέση με τους ενήλικες όταν μαθαίνουν αλγεβρικές εξισώσεις, και αυτή η διαφορά έχει συσχετιστεί με μια πιο ισχυρή διαδικασία μακροχρόνιας αποθήκευσης από αυτή που χρησιμοποιείται από ενήλικες.

2.1.3 Ανάπτυξη εγκεφάλου στην ενήλικη ζωή

Αν και οι αλλαγές στην ενήλικη ζωή είναι επιβραδυνόμενες σε σχέση με την παιδική ηλικία, ο εγκέφαλος συνεχίζει να αλλάζει και να αναπτύσσεται. Με την αύξηση της ηλικίας βέβαια, ο εγκέφαλος γίνεται λιγότερο εύπλαστος και αρχίζουν να μειώνονται οι νευρώνες. Ωστόσο, υπάρχουν επίσης στοιχεία ότι η νευρογένεση (η γέννηση νέων νευρώνων) συνεχίζεται σε τουλάχιστον ένα μέρος του εγκεφάλου στην ενήλικη ζωή. Αυτό συμβαίνει στον ιππόκαμπο, μια περιοχή σημαντική για την μάθηση και τη μνήμη. Η συνεχής πλαστικότητα του εγκεφάλου υποδηλώνει ότι είναι καλά σχεδιασμένος για δια βίου μάθηση και προσαρμογή σε νέες καταστάσεις και εμπειρίες.

Κεφάλαιο 3: Νευροεκπαίδευση

3.1 Ορισμός

Στη βιβλιογραφία συναντάται ένα ευρύ φάσμα όρων που αναφέρονται στη νευροεκπαίδευση, όπως «νευροεπιστήμη και εκπαίδευση» (Bruer, 1997), «νευρομάθηση»

(Bruer, 2003), «εκπαιδευτική νευροεπιστήμη» (Varma, McCandliss, & Schwartz, 2008) και «γνωστική νευροεπιστήμη» (Goswami, 2008). Το 1988, η Ομάδα Ειδικού Ενδιαφέροντος για τον Εγκέφαλο, τις Νευροεπιστήμες και την Εκπαίδευση (SIG) της Αμερικανικής Ένωσης Εκπαιδευτικής Έρευνας είναι η πρώτη οργάνωση που σύνδεσε την νευροεπιστήμη με την εκπαίδευση.

Η Νευροεκπαίδευση είναι η επιστήμη, η οποία συνδυάζει τους κλάδους της νευροεπιστήμης, της ψυχολογίας, της γνωστικής επιστήμης και της εκπαίδευσης, με απώτερο σκοπό την βελτίωση της διαπαιδαγώγησης, τον εκσυγχρονισμό των μεθόδων διδασκαλίας και των προγραμμάτων σπουδών. Οι Carew και Magsamen ήταν αυτοί που καθιέρωσαν τον όρο νευροεκπαίδευση για να χαρακτηρίσουν το πεδίο αλληλεπίδρασης μεταξύ της νευροεπιστήμης και της εκπαίδευσης.

Η επιστήμη της νευροεκπαίδευσης βασίζεται στις γνωστικές λειτουργίες του εγκεφάλου, όπως η ανάπτυξή του, η διαμόρφωση της ανθρώπινης συμπεριφοράς, η διαδικασία της μάθησης και της απομνημόνευσης κ.α. Για τον λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητη η νευροεπιστημονική έρευνα στο πεδίο της νευροεκπαίδευσης, ώστε να γίνει κατανοητή η λειτουργία της μάθησης.

Οι πρόσφατες ανακαλύψεις για τον εγκέφαλο και την νευροπλαστικότητα στο πλαίσιο της νευροεπιστήμης είναι στη διαδικασία εφαρμογής στο μαθησιακό περιβάλλον. Η χρήση μεθόδων με νέα δεδομένα για την ανάγνωση, τη γλώσσα, την αριθμητική, την προσοχή και τη μνήμη, καθώς και η διαχείριση του συναισθήματος, του άγχους και του ύπνου είναι κάποιες από τις πρακτικές σε εξέλιξη.

3.2 Στόχοι Νευροεκπαίδευσης

Η νευροεκπαίδευση στοχεύει: (α) στον εντοπισμό των πρακτικών που μπορούν να προσφέρουν οι νευροεπιστήμες στην εκπαίδευση για να γίνει πιο αποτελεσματική η διδασκαλία για όλους, (β) στην εύρεση εργαλείων για άμεσο εντοπισμό ψυχολογικών και νευρολογικών διαταραχών, ούτως ώστε να διευκολύνεται η εκπαίδευση, (γ) στην ανάπτυξη κριτικής σκέψης (Francisco Mora, 2017). Για τον σκοπό αυτό, είναι αναγκαία η συμβολή ανθρωπιστικών και επιστημονικών προσεγγίσεων για μια προσωποκεντρική εκπαίδευση. Οι ειδικοί κρίνουν απαραίτητη τη συμμετοχή και τη συνεργασία πέντε βασικών εκπαιδευτικών φορέων: (α) των εκπαιδευτικών, (β) των ερευνητών της νευροεπιστήμης, (γ)

των εκδοτών και των δημοφιλών μέσων ενημέρωσης, (δ) των υπεύθυνων για τον σχεδιασμό της εκπαιδευτικής πολιτικής και (ε) των εκπαιδευτικών πανεπιστημιακού επιπέδου. Η επιστήμη της νευροεκπαίδευσης πρεσβεύει τη γεφύρωση του χάσματος μεταξύ των ανθρωπιστικών και θετικών επιστημών, δηλαδή τον συνδυασμό θεωρίας και έρευνας.

Σύμφωνα με τον Jensen, 2008, «Η εκπαίδευση βασισμένη στον εγκέφαλο έχει να κάνει με τον επαγγελματισμό και τη γνώση για χρήση μιας στρατηγικής αντί για μια άλλης. Η επιστήμη βασίζεται σε όσα γνωρίζουμε για το πώς λειτουργεί ο εγκέφαλός μας».

Το ανερχόμενο αυτό επιστημονικό πεδίο, αν και βρίσκεται ακόμα σε πρώιμο στάδιο, καλείται να καλύψει ένα κενό που υπάρχει στη μέχρι τώρα εκπαίδευση και το οποίο εκφράστηκε πρώτη φορά από τον Αμερικανό φιλόσοφο Dewey (1899). Η συμμετοχή των νευροεπιστημών στην εκπαίδευση, θα συμβάλλει στην αποτελεσματικότητα του έργου των δασκάλων και των γονέων. Οι νευροεπιστημονικές μελέτες παρέχουν πληροφορίες όχι μόνο για τη φύση συγκεκριμένων αναπτυξιακών διαταραχών, αλλά και για τις αντισταθμιστικές στρατηγικές και τις εναλλακτικές νευρικές οδούς που είναι διαθέσιμες σε άτομα με αναπτυξιακές διαταραχές, γεγονός που οδηγεί σε καλύτερες, πιο στοχευμένες διδακτικές παρεμβάσεις. Στην ανάπτυξη του νέου κλάδου έχουν συνεισφέρει η εξέλιξη των νευροεπιστημών και η πρόοδος της νευροαπεικόνισης, χάρη στην οποία δίνεται η δυνατότητα να διευρυνθούν οι γνώσεις για τις εγκεφαλικές δομές που συνεισφέρουν στις διαδικασίες μάθησης και απομνημόνευσης.

3.3 Νευρομύθοι στην εκπαίδευση

3.3.1 Ορισμός

Ένας νευρομύθος είναι μια συλλογικά λανθασμένη πεποίθηση για το πώς τα ευρήματα της νευροεπιστήμης μπορούν να εφαρμοστούν στο σχολικό πλαίσιο. Μερικοί νευρομύθοι είναι αποτέλεσμα υπεργενίκευσης και άλλοι είναι ξεπερασμένες πεποιθήσεις που έχουν διαψευσθεί. Το 2002, ο Οργανισμός Οικονομικής Συνεργασίας και Ανάπτυξης (ΟΟΣΑ) όρισε την έννοια «νευρομύθος» ως «μια λανθασμένη πεποίθηση που δημιουργείται από μια παρεξήγηση, μια παράφραση ή μια εσφαλμένη αναφορά γεγονότων επιστημονικά καθιερωμένων» (ΟΟΣΑ, 2002).

Η κοινότητα των εκπαιδευτικών αλλά και των γονέων είναι γαλουχημένη με ψευδείς προκαταλήψεις, τους νευρομύθους, σχετικά με την παιδαγωγική που βασίζεται στον εγκέφαλο. Οι νευρομύθοι επικρατούν στην σχολική τάξη κάτω από την εσφαλμένη ονομασία «διδασκαλία βασισμένη στον εγκέφαλο» (Society for Neuroscience, 2009). Ένας πολύ διαδεδομένος νευρομύθος λόγου χάριν, είναι ότι οι νεαροί μαθητές λειτουργούν είτε με τον «δεξιό εγκέφαλο» ή με τον «αριστερό εγκέφαλο». Αξίζει να σημειωθεί, ότι καθώς η εμπλοκή της νευροεπιστήμης στην εκπαίδευση ολοένα και αυξάνεται, οι νευρομύθοι που διατηρούν οι εκπαιδευτικοί ξεκινούν να φθίνουν.

3.3.2 Νευρομύθοι και θρησκευτικές πεποιθήσεις

Πιθανότατα και η κουλτούρα μιας χώρας συμβάλει στην εδραιοποίηση διαφόρων νευρομύθων. Για παράδειγμα, μόνο περιορισμένο ποσοστό του πληθυσμού του Ηνωμένου Βασιλείου είναι θρησκευτικά προσανατολισμένο και έτσι σε μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε μόνο το 15% το δασκάλων δήλωσαν πως το μυαλό είναι αποτέλεσμα της θρησκευτικότητας και κατ' επέκταση του πνεύματος, ή της ψυχής που ενεργεί στον εγκέφαλο. Ενώ, η αντίστοιχη έρευνα που έγινε στην Βραζιλία όπου ο περισσότερος κόσμος είναι αρκετά θρησκευόμενος, το 43% των δασκάλων δήλωσε ότι το μυαλό είναι το αποτέλεσμα της υπέρτατης δράσης της ψυχής στον εγκέφαλο (Bartoszeck, 2012).

3.3.3 Νευρομύθοι και ελληνικά δεδομένα

Πραγματοποιήθηκε μια έρευνα με σκοπό να διερευνηθεί κατά πόσο η θρησκευτικότητα στην Ελλάδα επηρεάζει την άποψη των δασκάλων για την νευροεκπαίδευση, εφόσον αποτελεί μια από τις πιο θρησκευόμενες χώρες του δυτικού πολιτισμού. Σύμφωνα με την Ελληνική Ορθοδοξία «η ψυχή του ανθρώπου είναι κατ' εικόνα Θεού, η ψυχή δίνει ζωή στο προσκολλημένο σώμα, η ψυχή βρίσκεται σε όλο το σώμα, τόσο ολόκληρος ο άνθρωπος όσο και το ίδιο το σώμα μπορούν να θεωρηθούν ως εικόνα του Θεού» (Ιερόθεος, 2006:118).

Πιο συγκεκριμένα, η μελέτη προσπάθησε να προσδιορίσει τις γνώσεις και τις λανθασμένες αντιλήψεις για τον εγκέφαλο που διακινούνται μεταξύ των Ελλήνων εκπαιδευτικών και που μπορεί να έχουν επιπτώσεις στην πρακτική τους στην τάξη.

Στην παρούσα μελέτη συμμετείχαν 217 καθηγητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στην Ελλάδα. (155 γυναίκες και 62 άνδρες). Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να συμπληρώσουν μια έρευνα η οποία χρησιμοποιήθηκε για τον ίδιο σκοπό σε εκπαιδευτές στο Ηνωμένο Βασίλειο (Howard-Jones και άλλοι, 2009). Η έρευνα αποτελείτο από 40 ισχυρισμούς τους οποίους έπρεπε να απαντήσουν. (15 σωστούς αντικειμενικά, 16 λανθασμένους αντικειμενικά και 9 υποκειμενικούς).

Η έρευνα αποκάλυψε ότι οι εκπαιδευτικοί που συμμετείχαν πίστευαν σε πολλούς νευρομύθους και είχαν λανθασμένες πεποιθήσεις σχετικά με τον εγκέφαλο, ως αποτέλεσμα των θρησκευτικών τους πεποιθήσεων.

Όπως ήταν αναμενόμενο, οι περισσότεροι εκπαιδευτικοί είχαν στο μυαλό τους μια αρκετά σύνθετη σύνδεση του νου με τον εγκέφαλο αρκετά διαφορετική από αυτήν που καταγράφηκε στην μελέτη για τους εκπαιδευτικούς του Ηνωμένου Βασιλείου.

3.3.4 Νευροεπιστημονική κατάρτιση των εκπαιδευτικών

Η πλειοψηφία των δασκάλων παγκοσμίως κάνει παρά την επικράτηση των νευρομύθων, σημαντικά βήματα ως προς την συνειδητοποίηση της αναγκαιότητας για κατάρτιση στον τομέα της νευροεπιστήμης και έτσι εντείνονται οι προσπάθειες για την εύρεση των κατάλληλων σχετικών μεθόδων. Ο σχεδιασμός ενός ολοκληρωμένου διαδραστικού μαθήματος σε επίπεδο έρευνας, που θα εξηγήει την λειτουργία του νευρικού συστήματος στο διδακτικό κοινό, θα δώσει τη δυνατότητα στους δασκάλους να εγκαταλείψουν θρησκευτικές πεποιθήσεις που έχουν αρνητικό αντίκτυπο στις πρακτικές διδασκαλίας. Οι πληροφορίες που αντλούνται από την βιβλιογραφία για την συναπτική πλαστικότητα του εγκεφάλου, είναι ένδειξη ότι η μάθηση μπορεί να συμβεί σε όλους. Επομένως, θα ενημερωθούν οι ίδιοι κι έπειτα θα μοιραστούν πρακτικά αυτή τη νέα γνώση με τους μαθητές τους.

3.3.4.1 Νευροεκπαιδευτικό πρόγραμμα - BrainU

3.4 Το BrainU είναι ένα δείγμα εισαγωγικού μαθήματος νευροεπιστήμης προσαρμοσμένο στις ανάγκες των δασκάλων (MacNabb και συνεργάτες, 2000). Το BrainU εξετάζει την δυνατότητα εκμάθησης της νευροεπιστήμης από τους εκπαιδευτικούς καθώς και εάν ο συνδυασμός της νευροεπιστήμης με την παιδαγωγική βάσει έρευνας μπορεί να αλλάξει αποτελεσματικά την πρακτική των δασκάλων. Η απάντηση και στα δύο υπό εξέταση

ερωτήματα ήταν θετική (MacNabb και συνεργάτες, 2006; Wakefield και συνεργάτες, 2008). Το BrainU παρείχε βασικές γνώσεις νευροεπιστήμης χρησιμοποιώντας μια βιωματική προσέγγιση για την εκμάθηση του νευρικού συστήματος. Οι εκπαιδευτικοί εξέλιξαν τις γνώσεις τους μέσω παρατήρησης, πειραματισμού, πρακτικής δραστηριότητας και συζητήσεων που σχεδιάστηκαν να χρησιμοποιηθούν στις τάξεις του γυμνασίου τους. Οι δάσκαλοι έμαθαν τη νευροεπιστήμη έτσι όπως θα την δίδασκαν μετέπειτα στους μαθητές τους. Επιπλέον, με τη συμμετοχή σε έρευνες σχεδιασμένες για χρήση στην τάξη, οι δάσκαλοι εξοικειώθηκαν επαρκώς με τις πειραματικές διαδικασίες ώστε να μειωθεί η παθητικότητα των μαθητών και να εισαχθεί ο πειραματισμός στην τάξη. Οι μαθητές επέδειξαν ενδιαφέρον για τις εγκεφαλικές δραστηριότητες και η μάθηση ήταν πλέον αποτέλεσμα συνεργασίας παιδιών και εκπαιδευτικών.

Κεφάλαιο 4: Διαταραχή Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ)

4.1 Ορισμός

Το σύνδρομο Asperger (AS) περιγράφηκε για πρώτη φορά από τον Hans Asperger το 1944, ως ο συμπεριφορικός χαρακτηρισμός των ατόμων που παρουσιάζουν δυσκολίες στην επικοινωνία και την κοινωνική αλληλεπίδραση. (Romagnoli G; Leone A; Romagnoli G; Sansoni J; Tofani M; De Santis R; Valente D; Galeoto G, 2019). Από τότε, το AS ήταν πάντα ένα θέμα σημαντικού ενδιαφέροντος και συζήτησης. Αν και το AS εισήχθη αρχικά ως διακριτή διαγνωστική κατηγορία στην τέταρτη έκδοση του Διαγνωστικού και Στατιστικού Εγχειριδίου Ψυχικών Διαταραχών (DSM-4, 1994), σχεδόν 20 χρόνια αργότερα, η διαγνωστική του ετικέτα αφαιρέθηκε από το Διαγνωστικό και Στατιστικό Εγχειρίδιο Ψυχικών Διαταραχών (DSM-5) και συμπεριλήφθηκε σε μια γενικότερη κατηγορία Διαταραχών του Φάσματος του Αυτισμού (ΔΑΦ) (Smith O; Jones SC, 2020). Σύμφωνα με το DSM-5, υπάρχουν διάφοροι βαθμοί ΔΑΦ που κατηγοριοποιούνται με κριτήριο την σοβαρότητα των συμπτωμάτων και τα απαιτούμενα επίπεδα υποστήριξης και αυτό που παλαιότερα ονομαζόταν σύνδρομο Asperger τώρα αποτελεί κατηγορία που ανήκει στην ΔΑΦ (Tietze FA; Hundertmark L; Roy M; Zerr M; Sinke C; Wiswede D; Walter M; Münte TF; Szycik GR, 2019). Η ΔΑΦ είναι μια νευροαναπτυξιακή διαταραχή στην κατηγορία των διάχυτων αναπτυξιακών διαταραχών (ΔΑΔ) και βάσει των προαναφερθέντων

χαρακτηρίζεται από σοβαρή εξασθένηση στην αμοιβαία κοινωνικοποίηση, ποιοτική εξασθένηση στην επικοινωνία και επαναλαμβανόμενη ή ασυνήθιστη συμπεριφορά. Οι Διαταραχές του Φάσματος του Αυτισμού (ΔΑΦ) περιλαμβάνουν μια ομάδα νευροαναπτυξιακών ανωμαλιών με διαφορετικούς βαθμούς και εκδηλώσεις. Όπως, την Αυτιστική Διαταραχή, το σύνδρομο Rett, το σύνδρομο Asperger, την Παιδική Αποδιοργανωτική Διαταραχή και την Διάχυτη Αναπτυξιακή Διαταραχή - μη προσδιορισμένη αλλιώς.

4.2 Επιδημιολογία

Στα σημερινά δεδομένα, η ΔΑΦ αποτελεί την πλέον συνήθη αναπτυξιακή διαταραχή. Αν και υπάρχει έντονη μεταβλητότητα στις εκτιμήσεις του επιπολασμού μεταξύ των στατιστικών ερευνών, η επικράτησή της ανά το παγκόσμιο υπολογίζεται σε 1:59 παιδιά (έναντι 1:166, το 2004). Μελέτες που έχουν διεξαχθεί στην Ευρώπη, στην Ασία και στη βόρεια Αμερική δείχνουν μέσο επιπολασμό της ΔΑΦ από 1–3% σε παιδιά και εφήβους και η διαταραχή εντοπίζεται περίπου σε 7,6 ανά 1.000 άτομα σε παγκόσμιο επίπεδο (Xu G, Strathearn L, Liu B, Bao W, 2018) Η ΔΑΦ είναι 3–4 φορές συχνότερη στα αγόρια έναντι των κοριτσιών, με τα κορίτσια να έχουν λιγότερο εμφανή συμπτώματα, συγκριτικά με τα αγόρια (Werling DM, Geschwind DH, 2013).

4.3 Αιτιολογία στην ΔΑΦ

Οι διαταραχές του φάσματος του αυτισμού είναι εξαιρετικά γενετικές και πολυπαραγοντικές, με πολλούς παράγοντες κινδύνου να δρουν μαζί. Τα γονίδια που επηρεάζουν τη συναπτική ωρίμανση εμπλέκονται, με αποτέλεσμα την ανάπτυξη νευροβιολογικών θεωριών που εστιάζουν στη συνδεσιμότητα και τις νευρικές επιδράσεις της γονιδιακής έκφρασης.

4.3.1 Γενετικοί Παράγοντες

Η ΔΑΦ ενδέχεται να σχετίζεται με ήδη γνωστές ανωμαλίες στο γενετικό υπόστρωμα κατά 10-15% των περιπτώσεων. Οι πιο συχνές αιτίες περιλαμβάνουν το σύνδρομο εύθραυστου X (περίπου 3%), την οζώδη σκλήρυνση (περίπου 2%), και διάφορα

κυτταρογενετικά μη φυσιολογικά ευρήματα όπως ο μητρικός διπλασιασμός 15q1-q13 (περίπου 2%), και οι διαγραφές και οι διπλασιασμοί του 16p11 (περίπου 1%) (Kumar R, Christian S, 2009). Καμία εκ των αιτιών αυτών δεν είναι συγκεκριμένη για τη διαταραχή ή αποτελεί σημείο αναφοράς, αλλά μάλλον είναι ειδική για μια σειρά φαινοτύπων, συμπεριλαμβανομένης της διανοητικής αναπηρίας.

4.3.2 Επιγενετικοί Παράγοντες

Οι επιγενετικοί παράγοντες αφορούν συγκεκριμένες πτυχές του φυσικού περιβάλλοντος (π.χ. βιοχημικά δραστικές ενώσεις) ή συγκεκριμένους τύπους ψυχολογικών εμπειριών (π.χ. άγχος) που μεταβάλλουν τη χημεία του εγκεφάλου, απενεργοποιούν ή ενεργοποιούν τα σχετικά γονίδια σε συγκεκριμένες χρονικές στιγμές κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης ή ρυθμίζουν τη γονιδιακή έκφραση με άλλους τρόπους.

4.4 Συννοσηρότητα

Η ΔΑΦ συχνά συνοδεύεται από άλλης φύσης διαταραχές, όπως αναπτυξιακές, ψυχιατρικές, νευρολογικές και γενετικές διαγνώσεις. Η συνύπαρξη της ΔΑΦ με μία ή περισσότερες άλλες αναπτυξιακές διαταραχές ανέρχεται σε ποσοστό 83%, ενώ με ψυχιατρικές καταστάσεις σε 10%. (Centers for disease control and prevention, 2019). Συγκεκριμένα, μεταξύ των συννοσηροτήτων αναφέρονται: φυσικές και παθολογικές (π.χ. ακουστική και οπτική ανικανότητα, νευρομυϊκά, γαστρεντερικά προβλήματα, διαταραχές του ανοσοποιητικού κ.ά.), προβλήματα ψυχικής υγείας (π.χ. κατάθλιψη, αγχώδης διαταραχή, ιδεοψυχαναγκαστική διαταραχή, διαταραχή ύπνου κ.ά.) και νευρολογικά, νευροαναπτυξιακά και συμπεριφορικά προβλήματα (π.χ. επιληψία, οζώδης σκλήρυνση, διαταραχή προσοχής, υπερδραστηριότητα, μαθησιακές δυσκολίες κ.ά.) (Boucher J, 2008). Ιδιαίτερα, η επιληψία υπολογίζεται ότι είναι συχνή στον αυτισμό (περίπου 30%) ή, αντίστροφα, 46% των ατόμων με επιληψία πάσχουν και από ΔΑΦ. Επίσης, η κινητική δυσλειτουργία ανιχνεύεται κατά 90% στα γενετικά σύνδρομα που συνδέονται με τον αυτισμό και οι διαταραχές ύπνου είναι συνηθέστερες στη ΔΑΦ, συγκριτικά με άλλες διαταραχές, με συχνότητα που κυμαίνεται από 44–83%.

Οι συννοσηρότητες εντοπίζονται συχνά σε παιδιά 60 και οικογένειες παιδιών με διαταραχές του φάσματος του αυτισμού και μπορεί να έχουν μεγαλύτερη επίδραση στη λειτουργία και την έκβαση από ό,τι τα βασικά συμπτώματα (Farley MA; McMahon WM, 2009). Οι συννοσηρότητες συμπεριφορικές ή αναπτυξιακές διαταραχές περιλαμβάνουν διανοητικές καθυστερήσεις, απροσεξία ή άλλα συμπτώματα ΔΕΠΥ, εξωτερίκευση συμπεριφορών (όπως επιθετικότητα και διαταραχή), συναισθηματικές δυσκολίες (όπως κατάθλιψη ή άγχος), διαταραχή στον ύπνο και ενδεχομένως αισθητηριακά ελλείμματα (Feinstein A, 2010). Επιπλέον, ιατρικές συννοσηρότητες, όπως η γαστροοισοφαγική παλινδρόμηση, η επιλεκτικότητα των τροφίμων και οι νευρολογικές διαταραχές (π.χ. τικ και επιληπτικές κρίσεις) έχουν επίσης σημαντική επίδραση στη διαχείριση και στην οικογένεια. Οι γονείς των προσβεβλημένων παιδιών βρέθηκε να έχουν αυξημένα ποσοστά άγχους και συννοσηρότητας ψυχικής υγείας (π.χ. άγχος και κατάθλιψη), τα οποία μπορεί να σχετίζονται με τα προβλήματα συμπεριφοράς του παιδιού τους. Παραμένει το ερώτημα ,εάν αυτές οι συννοσηρότητες μπορεί να αποτελούν αίτια της ΔΑΦ ή είναι επιφαινόμενα της διαταραχής.

4.5 Κλινικά χαρακτηριστικά

Οι διαταραχές του φάσματος του αυτισμού έχουν χαρακτηριστικά διαγνωστικά κριτήρια, ηλικίες αναγνώρισης συμπτωμάτων, σχετικά ιατρικά και αναπτυξιακά χαρακτηριστικά, τυπικές αποτελεσματικές θεραπείες και συνήθεις κύκλους ανάπτυξης.

Τα βασικά συμπτώματα των διαταραχών του φάσματος του αυτισμού εντοπίζονται και έχουν επίδραση στους τομείς της κοινωνικοποίησης, της επικοινωνίας και της συμπεριφοράς. Τα πρώτα σημάδια της ΔΑΦ, κάνουν την εμφάνισή τους ήδη από την πρώιμη παιδική ηλικία.

Τα κλινικά σημεία είναι συνήθως παρόντα μέχρι την ηλικία των 3 ετών, αλλά η τυπική γλωσσική ανάπτυξη μπορεί να καθυστερήσει τον εντοπισμό των συμπτωμάτων. Οι διαγνώσεις δείχνουν ετερογένεια του κλινικού φαινοτύπου, της σοβαρότητας του τύπου και της συχνότητας των συμπτωμάτων. Κάποια από τα κυριότερα και πρώιμα κλινικά χαρακτηριστικά της ΔΑΦ είναι, α) έλλειψη βλεμματικής επαφής και ανωμαλίες βλέμματος πχ. στραβισμός β) διαταραχές στην κινητική ανάπτυξη γ) έλλειψη χειρονομιών δείξης δ)

διαταραχές στον ύπνο και την σίτιση ε) λίγες ή και καθόλου φωνητικές εκπομπές ζ) υπερβολικά ήρεμο βρέφος ή σε κατάσταση υπερβολικής διέγερσης η) απουσία ενδιαφέροντος κατά τις αλληλεπίδρασης θ) φτωχή ή καθόλου αντίδραση σε ήχους ι) αδυναμία εναρμόνισης στην αγκαλιά της μητέρα κ) στερεοτυπικές κινήσεις, ερωτήσεις και συμπεριφορές.

4.6 Έγκαιρη Διάγνωση

Ο έγκαιρος εντοπισμός των συμπτωμάτων επιτρέπει στα άτομα να αποταθούν στις αντίστοιχες υπηρεσίες παρέμβασης με στόχο την ενημέρωση και τη στήριξη της οικογένειας (Howlin P, Magiati I, Charman T, 2009). Έχουν προκύψει δύο μέθοδοι ταυτοποίησης της ΔΑΦ. Η στρατηγική του Ηνωμένου Βασιλείου η οποία συνδυάζει τον στοχευμένο ή επιλεκτικό έλεγχο με την αναγνώριση των προειδοποιητικών σημάτων από κλινικούς γιατρούς και οικογένειες (Tebuegge M, Nandini V, Ritchie J, 2004). Από την άλλη, η πρακτική που επικρατεί στις ΗΠΑ είναι η συνήθης γενική αναπτυξιακή παρακολούθηση με έλεγχο για συγκεκριμένες διαταραχές για όσους έχουν εντοπιστεί ότι διατρέχουν κίνδυνο κατά τη διάρκεια του ελέγχου ρουτίνας ή ο καθολικός έλεγχος ειδικά για την ΔΑΦ σε ηλικιακές ομάδες υψηλού κινδύνου (π.χ. 18 και 24 μήνες ή 30 μήνες), ή και τα δύο (Johnson CP, Myers SM, 2007).

Η ολοκληρωμένη διαγνωστική αξιολόγηση της ΔΑΦ περιλαμβάνει ιατρική έρευνα για την αιτιολογία και σχετικές διαγνώσεις (Freitag CM, 2007). Η ιατρική έρευνα περιλαμβάνει λήψη λεπτομερούς ιστορικού και φυσική εξέταση (με προσεκτική εξέταση για δυσμορφολογία). Έπειτα, τα αποτελέσματα θα ενημερώσουν τις οικογένειες με απλουστευμένο τρόπο σχετικά με γενετικά, νευρολογικά ή ιατρικά προβλήματα που διέπουν την διαταραχή. Η κλινική γενετική αξιολόγηση μπορεί να περιλαμβάνει εργαστηριακές μελέτες υπό την επίβλεψη του ιατρού.

Κεφάλαιο 5: Εγκεφαλικά ευρήματα σε άτομα με ΔΑΦ

5.1 Εγκεφαλικός Φλοιός - Λευκή και Φαϊά ουσία

5.1.1 Μελέτες δομικής μαγνητικής τομογραφίας (MRI)

Η μαγνητική τομογραφία ανήκει στις νευροαπεικονιστικές τεχνικές μαγνητικού συντονισμού. Εξετάζει τον εγκέφαλο και τον νωτιαίο μυελό αποτελώντας την πιο λεπτομερή εξέταση του νευρικού συστήματος. Οι Hadjikhani και συνεργάτες, ήταν οι πρώτοι που εξέτασαν το πάχος του φλοιού σε ενήλικες με ΔΑΦ με την χρήση αναπαραστατικής μαγνητικής τομογραφίας. Παρατήρησαν, πως διάφορες περιοχές του φλοιού ατόμων με ΔΑΦ είχαν λιγότερο πάχος συγκριτικά με τον φλοιό ατόμων τυπικής ανάπτυξης, ειδικά σε περιοχές που αντιστοιχούν στην κοινωνική γνώση και το σύστημα των κατοπτρικών νευρώνων. Αντίθετα, οι Hyde και συνεργάτες, βρήκαν αυξήσεις στο πάχος του φλοιού των ενηλίκων, σε βασικές περιοχές που συσχετίστηκαν με την ΔΑΦ. Αυξημένο πάχος του φλοιού, παρατηρήθηκε επίσης στις πρωτογενείς αισθητήριες περιοχές και ένας μικρός αριθμός περιοχών είχε λεπτότερο φλοιό στην ομάδα με ΔΑΦ. Σε μελέτες παιδιών με ΔΑΦ, οι Hardan και συνεργάτες, βρήκαν αρκετά πιο χοντρό τον φλοιό σε ολόκληρο τον εγκέφαλο, ειδικότερα σε αγόρια. Σε μια μελέτη που ακολούθησε (Hardan AY, Libove RA, Keshavan MS, 2009), οι ερευνητές ανέφεραν ότι τα παιδιά με ΔΑΦ είχαν σημαντικές μειώσεις στην ποσότητα της φαιάς ουσίας συνολικά. Επιπλέον, το πάχος του φλοιού στα τυπικά αναπτυσσόμενα παιδιά αυξήθηκε σε σχέση με τα παιδιά με ΔΑΦ σε μικρότερες ηλικίες, αλλά μειώθηκε σε σχέση με την ομάδα ΔΑΦ σε μεγαλύτερες ηλικίες.

5.1.2 Μελέτες απεικόνισης του τανυστή διάχυσης (DTI)

Η απεικόνιση με τεχνικές DTI επιτρέπει την περιγραφή της μυελοαρχιτεκτονικής του νευρικού ιστού και τη δυνατότητα ποσοτικών αξιολογήσεων της λευκής ουσίας με μετρήσεις διάχυσης. Έχουν γίνει αρκετές μελέτες που εξέτασαν το FA (κλασματική ανισοτροπία), μια κοινή μέτρηση που χρησιμοποιείται σε μελέτες DTI. Το χαμηλότερο FA κατά την σύγκριση ομάδων έχει τυπικά ερμηνευτεί σαν ένδειξη μειωμένης οργάνωσης και συνοχής εντός των οδών ινών. Παρόλο που οι εγκεφαλικές περιοχές ποικίλλουν (κογχική, έσω προμετωπιαία, κροταφικός λοβός, κυκλικός φλοιός, τοξοειδής περιτονία, παρεγκεφαλιδικές εκροές, εσωτερική κάψουλα) και έχουν χρησιμοποιηθεί διαφορετικές τεχνικές, συμπεριλαμβανομένης της δεσμιδογραφίας και των τεχνικών που βασίζονται σε voxel, οι περισσότερες μελέτες έχουν βρει στοιχεία μειωμένης FA σε διάφορες περιοχές τόσο σε παιδιά όσο και σε ενήλικες με ΔΑΦ, κάτι που δεν παρατηρήθηκε στις ομάδες

ελέγχου (Keller TA, Kana RK, Just MA, 2007). Εν συντομία, δομικές μελέτες της φαιάς και της λευκής ουσίας υποδηλώνουν μια άτακτη αναπτυξιακή τροχιά ανάπτυξης του εγκεφάλου, με ενδείξεις κακώς κατανεμημένης λευκής ουσίας, αυξημένου πάχους του φλοιού και ασυνήθιστων προτύπων περιστροφής, που με τη σειρά τους δημιουργούν ανωμαλίες στη διαδικασία μετανάστευσης των νευρώνων, την οργάνωση του φλοιού και τη μυελίνωση στη ΔΑΦ.

5.1.3 Λειτουργική μαγνητική τομογραφία εγκεφάλου (fMRI)

Η λειτουργική απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού (fMRI) παρέχει μια εικόνα των βιολογικών αλλαγών που διενεργούνται στον εγκέφαλο. Ακολούθησε μια σειρά μελετών, που εξέτασαν τη λειτουργική συνδεσιμότητα (Fc)MRI. Οι μετρήσεις του FcMRI αξιολογούν τις διαπεριφερειακές χρονικές συσχετίσεις του σήματος που εξαρτάται από το επίπεδο οξυγόνου (BOLD). Υπάρχουν τουλάχιστον δύο προσεγγίσεις για την εφαρμογή της συνδεσιμότητας, η πρώτη από τις πιο σημαντικές, επικεντρώνεται στην αξιολόγηση της ισχύος της σύνδεσης (Just και συνεργάτες, 2004), με την δεύτερη να εξετάζει τον αριθμό των συνδέσεων. (Noonan και συνεργάτες, 2009).

Πολλαπλές τεχνικές απεικόνισης του σήματος BOLD, έδωσαν στοιχεία για μειωμένη συνδεσιμότητα μεταξύ των φλοιών, και πιθανώς αυξημένη συνδεσιμότητα μεταξύ των υποφλοιωδών περιοχών αλλά και του φλοιού εντός των πρωτογενών αισθητήριων περιοχών όπως ο οπτικός φλοιός. Αυτά τα αποτελέσματα, σε συνδυασμό με ευρήματα μειωμένης εξειδίκευσης του φλοιού και υποστηριζόμενα από μελέτες δομικής απεικόνισης που υποδεικνύουν μη τυπική ανάπτυξη και οργάνωση τόσο της φαιάς όσο και της λευκής ουσίας, ενισχύουν το μοντέλο της άτυπης συνδεσιμότητας στη ΔΑΦ. Σαν αποτέλεσμα, προκύπτει ένα σύστημα με αλλοιωμένο σήμα και αναλογία προς θόρυβο (Minschew NJ, Keller TA, 2010) δηλαδή μειωμένο σήμα με υποσυνδεσιμότητα ή αντιθέτως αυξημένο θόρυβο με υπερβολική συνδεσιμότητα.

5.1.4 Φασματοσκοπία μαγνητικού συντονισμού (MRS)

Βάσει των αποτελεσμάτων από την συσσώρευση ευρημάτων, υποδηλώνεται ανώμαλη δομική και λειτουργική συνδεσιμότητα στην ΔΑΦ. Επομένως, τίθεται το ερώτημα εάν τεχνικές που παρέχουν βιοχημικούς δείκτες της ακεραιότητας της λευκής και φαιάς

ουσίας, όπως παραδείγματος χάριν η φασματοσκοπία μαγνητικού συντονισμού (MRS) μπορεί να είναι χρήσιμες σε αυτόν τον πληθυσμό. Το MRS επιτρέπει την ποσοτικοποίηση μιας σειράς μεταβλητών του εγκεφάλου. Η συγκεκριμένη τεχνική ήταν χρήσιμη σε άλλες νευροαναπτυξιακές διαταραχές, και πρόσφερε πληροφορίες για τη δυσλειτουργία της φαιάς και της λευκής ουσίας (Dager SR, Corrigan NM, Richards TL, Posse S, 2008). Ως εκ τούτου, το MRS ίσως να μπορεί να συμβάλει ερευνητικά και στη μελέτη της φαιάς και λευκής ουσίας στον αυτισμό, για ευρήματα που δεν μπορούν να αποκτηθούν με δομικές τεχνικές και τεχνικές που βασίζονται σε BOLD. Εν τέλει, οι τεχνικές φασματοσκοπίας μαγνητικού συντονισμού έχουν τη δυνατότητα να αποσαφηνίσουν το χημικό υπόστρωμα της ανώμαλης συνδεσιμότητας στον αυτισμό και συνεπώς υπόσχονται να βοηθήσουν τελικά στην ανάπτυξη βιολογικά καθοδηγούμενων θεραπειών.

5.2 Ανωμαλίες της μικροδομής του φλοιού

5.2.1 Μεταβολές στη δομή του νεοφλοιού

Τα νευρωνικά κυτταρικά σώματα στον νεοφλοιό του εγκεφάλου «στοιβάζονται» το ένα πάνω στο άλλο σχηματίζοντας μικροστήλες. Οι μικροστήλες περιγράφηκαν για πρώτη φορά από το Mountcastle το οποίο παρείχε ηλεκτροφυσιολογικές αποδείξεις ότι αυτές οι ανατομικά καθορισμένες μονάδες λειτουργούν σαν στοιχειώδεις μονάδες επεξεργασίας πληροφοριών (Mountcastle , 1957, 1997). Ο Hofman, το 2001, πρότεινε ότι οι μικροστήλες επιτρέπουν τη σύνδεση μεγαλύτερου αριθμού νευρώνων με λιγότερους άξονες, για αυξημένη νευρωνική συνδεσιμότητα, ενώ επιτρέπουν βραχυπρόθεσμες, ρυθμιστικές συνδέσεις, καθοριστικής σημασίας για την ολοκλήρωση πολύπλοκων εργασιών που προϋποθέτουν εκτελεστική λειτουργία, μια πτυχή που συνήθως επηρεάζεται σε νευροαναπτυξιακές διαταραχές όπως η ΔΑΦ.

Ο Casanova και συνεργάτες, σε έρευνες τους το 2002 το 2003 και το 2006 εξέτασαν τη μικροδομή του στρώματος ΙΙΙ στον ραχιαίο προμετωπιαίο φλοιό και την περιοχή του Brodman 9 (BA9) σε 14 μεταθανάτιους εγκεφάλους με ΔΑΦ και παρατηρήθηκε μειωμένη απόσταση μεταξύ των μικροστηλών. Αντίθετα, ο McKavanagh συνεργάτες το 2015, ανέφεραν ευρύτερες μικροστήλες στον πρωτογενή ακουστικό φλοιό, στον ακουστικό συσχετισμό, στον κογχομετωπιαίο και βρεγματικό φλοιό των εγκεφάλων ΔΑΦ, ιδιαίτερα

σε νεότερα άτομα. Σε συνέχεια της ίδιας έρευνας, ανέλυσαν εκ νέου τα δεδομένα των Casanova και λοιποί, το 2006, λαμβάνοντας υπόψη τον παράγοντα της ηλικίας διαπιστώνοντας ακριβώς την ίδια τάση αυξημένου πλάτους μικροστηλών σε ασθενείς με ΔΑΦ μικρότερων ηλικιών. Συνολικά, αυτά τα ευρήματα συνάδουν με μια αλλοιωμένη τροχιά ανάπτυξης του εγκεφάλου των ατόμων με ΔΑΦ.

5.2.2 Εστιακή αποδιοργάνωση στο νεοφλοιό

Μια πρόσφατη μελέτη του Stoner άλλων 2014, εξέτασε τον προμετωπιαίο, κροταφικό και ινιακό νεοφλοιώδη ιστό 11 παιδιών με ΔΑΦ και 11 παιδιών τυπικής ανάπτυξης ηλικιών 2 με 15 ετών. Οι μελέτες υβριδισμού σε σημεία του ιστού αποκάλυψαν κηλίδες μειωμένης ή μη φυσιολογικής γονιδιακής έκφρασης που είχαν μήκος μεταξύ 5 και 7 μμ. σε 10 από τα 11 παιδιά με ΔΑΦ και σε 1 από τα 11 παιδιά τυπικής ανάπτυξης. Η φύση αυτών των αλλαγών διέφερε μεταξύ διαφορετικών δειγμάτων, υποδηλώνοντας μια αξιοσημείωτη ετερογένεια. Αυτές οι αλλαγές είναι πιθανό να οφείλονται σε ανωμαλίες στον πολλαπλασιασμό, τη διαφοροποίηση, τη μετανάστευση ή και την επιβίωση των νευρώνων με αποτέλεσμα να τοποθετούνται σε λανθασμένα στρώματα.

5.2.3 Αλλαγές στην κατανομή του νευρωνικού υποτύπου

Ένα από τα πιο θεμελιώδη ευρήματα σχετικά με την διαφοροποίηση των υποτύπων κατά την διαμόρφωση του φλοιού είναι το γεγονός ότι οι GABAergic interneurons προέρχονται από εξωφλοιώδεις υποπαλλιακές προγονικές ζώνες (Anderson και λοιποί, 1997), σε αντίθεση με τους νευρώνες διεγερτικής προεξοχής που γεννιούνται μέσα στη φλοιώδη πλάκα. Η απορυθμισμένη νευρογένεση σε μια αλλά όχι και στις δύο ανατομικά διακριτές νευρογενείς περιοχές μπορεί να οδηγήσει σε έλλειψη ενός νευρωνικού υποτύπου έτσι ώστε να διαταραχθεί η διεγερτική, ανασταλτική (E:I) ισορροπία. Αλλοιωμένο διεγερτικό: η ανασταλτική ισορροπία είναι μία από τις κεντρικές υποθέσεις της αιτιολογίας της ΔΑΦ (Rubenstein και Merzenich, 2003). Μια πρόσφατη αναφορά πρότεινε ότι η πειραματική αύξηση του αριθμού των διεγερτικών νευρώνων στα στρώματα II και III του νεοφλοιού σε εγκεφάλους ποντικών είναι αρκετή για να προκαλέσει συμπεριφορές που παραπέμπουν σε αυτισμό (Fang και συνεργάτες, 2014). Επιπλέον, η αλλαγή της ισορροπίας της παρβαλβουμίνη που φαίνεται από τους θετικούς στη σωματοστατίνη

ενδονευρώνες προκάλεσαν επίσης συμπεριφορές που μοιάζουν με αυτισμό, οδηγώντας έτσι στο συμπέρασμα ότι οι αναλογίες τόσο των διεγερτικών όσο και των ανασταλτικών νευρωνικών κατηγοριών πρέπει να βρίσκονται σε μια ισορροπία για την φυσιολογική λειτουργία (Vogt και συνεργάτες, 2015).

5.3 Παρεγκεφαλίδα

Η παρεγκεφαλίδα, είναι μια φυλλώδης, πυκνή σε νευρώνες δομή του οπίσθιου εγκεφάλου, βρίσκεται κάτω από τον ινιακό λοβό του εγκεφαλικού φλοιού και πάνω από τη γέφυρα και το εγκεφαλικό στέλεχος. Η παρεγκεφαλίδα παίζει σημαντικό ρόλο στην ιδιοδεκτικότητα και στον έλεγχο της λεπτής κινητικότητας. Πρόσφατες έρευνες έχουν ανακαλύψει ότι η παρεγκεφαλίδα συμβάλλει σε γνωστικές λειτουργίες όπως η γλώσσα, η οπτική, η χωρική, η εκτελεστική και η μνήμη εργασίας (Stoodley, 2012) καθώς, και στην γνωστική επεξεργασία και τη συναισθηματική ρύθμιση (Strick και λοιποί, 2009; Basson και Wingate, 2013, Becker και Stoodley, 2013). Η νευροβιολογική βάση υπό την οποία η δυσλειτουργία της παρεγκεφαλίδας μπορεί να συμβάλλει στην εκδήλωση της ΔΑΦ εξακολουθεί να συζητείται έντονα (Bauman και Kemper, 2005; Basson και Wingate, 2013). Τα στοιχεία από πειράματα σε ποντίκια υποστηρίζουν ένα μοντέλο σύμφωνα με το οποίο η παρεγκεφαλίδα ρυθμίζει τη δραστηριότητα των περιοχών του φλοιού που εμπλέκονται σε εκτελεστικές και άλλες λειτουργίες που διαταράσσονται κατά τη ΔΑΦ, μέσω εγκεφαλοπαρεγκεφαλιδικών συνδέσεων (Strick 2009; D'Mello και λοιποί, 2015). Ο Wang και λοιποί το 2014, πρότειναν επίσης ότι συγκεκριμένες περιοχές της παρεγκεφαλίδας επηρεάζουν απομακρυσμένες νεοφλοιώδεις περιοχές που σχετίζονται με κοινωνικές δεξιότητες και ισχυρίζονται ότι μια ευαίσθητη περίοδος διακοπής αυτών των μηχανισμών επικοινωνίας μεταξύ παρεγκεφαλίδας και φλοιού θα μπορούσε να ευθύνεται για ορισμένους από τους φαινοτύπους συμπεριφοράς που σχετίζονται με τη ΔΑΦ .

Η υποπλασία των λοβών της κεντρικής παρεγκεφαλιδικής ουράς (VI+VII) ήταν η πρώτη νευροανατομική διαφορά που ανιχνεύθηκε στους εγκεφάλους ασθενών με ΔΑΦ (Courchesne και λοιποί, 1988). Ο Stoodley σε ανάλυση που πραγματοποίησε ανάμεσα σε 17 άνδρες με ΔΑΦ και 17 άνδρες τυπικής ανάπτυξης διαπίστωσε σταθερές ογκομετρικές μειώσεις στον κατώτερο παρεγκεφαλιδικό λοβό (λοβός XI), στον δεξιό crus I και στον αριστερό λοβό VIIB των πρώτων. Εν αντιθέσει μερικές μελέτες δεν βρήκαν αλλαγές στον όγκο της

παρεγκεφαλίδας, (Piven και λοιποί, 1997) ενώ άλλες όπως η ομάδα του Courchesne ανέφερε πως άτομα με ΔΑΦ μπορεί να εμφανίζουν τον αντίθετο φαινότυπο, δηλαδή παρεγκεφαλιδική υπερπλασία (Courchesne και λοιποί, 1994).

Μία νευροανατομική ανωμαλία που παρατηρήθηκε σε εγκεφάλους ατόμων με ΔΑΦ μετά θάνατον είναι μια σημαντική μείωση στο μέγεθος και τον αριθμό των κυττάρων Purkinje, κυρίως στον οπίσθιο πλάγιο νεοπαρεγκεφαλιδικό και αρχιεγκεφαλικό φλοιό (Fatemi και άλλοι, 2012). Οι νευρώνες Purkinje είναι η μοναδική έξοδος της παρεγκεφαλίδας. Δεδομένα από 24 μεταθανάτιες μελέτες έδειξαν μια εντυπωσιακή έκπτωση έως και 79% του αριθμού των κυττάρων Purkinje στα παρεγκεφαλιδικά ημισφαίρια των εγκεφάλων με ΔΑΦ (Amaral και συνεργάτες, 2008). Μια πρόσφατη μελέτη του Wegiel το 2014, περιλάμβανε την αξιολόγηση του μεγέθους και της μορφολογίας των κυττάρων Purkinje στη ΔΑΦ. Περιγράφουν μια μείωση κατά 25% στον συνολικό αριθμό και μια μείωση κατά 24% στην πυκνότητα των κυττάρων Purkinje στην παρεγκεφαλίδα 14 ατόμων με ΔΑΦ έναντι 14 ατόμων τυπικής ανάπτυξης μετά τον θάνατό τους (4-60 ετών). Μια άλλη μελέτη του ίδιου την ίδια χρονιά, έχει επίσης δείξει σημαντικές μειώσεις στον όγκο των κυττάρων Purkinje κατά ~31% σε ηλικίες 4 έως 8 ετών και ~23% σε ηλικίες 29 έως 60 ετών. Είναι σημαντικό, να ληφθεί υπόψη ότι οι μεταθανάτιες παρατηρήσεις μπορεί να μην συνδέονται άμεσα ή αιτιολογικά με ΔΑΦ. Πρόσφατες μελέτες σε ποντίκια καταδεικνύουν μια αιτιότητα σχετικά με τα ελλείμματα των κυττάρων Purkinje στη ΔΑΦ. Η αδρανοποίηση του γονιδίου της κονδυλώδους σκλήρυνσης Tsc1 ειδικά εντός των κυττάρων Purkinje της αναπτυσσόμενης παρεγκεφαλίδας προκάλεσε μια σειρά αλλαγών στη συμπεριφορά των ποντικών η οποία μοιάζει με αυτισμό (Tsai και συνεργάτες, 2012). Αντίθετα, μια πρόσφατη εργαστηριακή μελέτη του Whittaker και άλλων, διαπίστωσαν ότι μια σημαντική (> 50%) μείωση του αριθμού των κυττάρων Purkinje που προκαλείται από μειωμένη μεταγεννητική ανάπτυξη παρεγκεφαλίδας δεν ήταν επαρκής για να προκαλέσει συμπεριφορές που μοιάζουν με αυτισμό σε ποντίκια. Συμπερασματικά, τέτοια ευρήματα υποδηλώνουν ότι η αναπτυξιακή προέλευση και οι υποκείμενες αιτίες των ανωμαλιών του νευρώνα Purkinje μπορεί να είναι κρίσιμοι καθοριστικοί παράγοντες των συμπεριφορικών τους συνεπειών.

5.4 Αμυγδαλή

Η «θεωρία της αμυγδαλής του αυτισμού» δημιουργήθηκε από τους Brothers (Brothers L .Εννοιες στην Νευροεπιστήμη 1990) οι οποίοι πρότειναν ένα δίκτυο νευρωνικών περιοχών που αποτελούν τον “κοινωνικό εγκέφαλο”, συμπεριλαμβανομένης και της αμυγδαλής. Η αμυγδαλή, είναι μια ομάδα πυρήνων σε σχήμα αμυγδαλού, βρίσκεται βαθιά στον πρόσθιο έσω κροταφικό λοβό (Sah και λοιποί, 2003) και είναι υπεύθυνη για την συναισθηματική επεξεργασία των ερεθισμάτων όπως για παράδειγμα το αίσθημα του φόβου, της ευχαρίστησης και της επιθετικότητας. Τα ελλείματα στην κοινωνική αλληλεπίδραση, στην συναισθηματική μνήμη, στην κατανόηση των συναισθημάτων και των εκφράσεων του προσώπου που ενυπάρχουν στην ΔΑΦ ίσως σχετίζονται με δυσλειτουργίες της αμυγδαλής (Davis και Whalen, 2001). Αυτά τα ευρήματα, σε συνδυασμό με τις δυσκολίες των ατόμων με ΔΑΦ στην επεξεργασία των συναισθηματικών και κοινωνικών πληροφοριών (Frith, 2004; Kleinman, Marciano, και Ault, 2001; Macdonald και λοιποί, 1989), οδήγησαν στην σύνδεση του αμυγδαλής με τον αυτισμό.

Οι Kemper & Bauman, το 1993, ήταν από τους πρώτους που παρατήρησαν ανωμαλίες στην αμυγδαλή ατόμων με ΔΑΦ, όπως αυξημένες κυτταρικές πυκνότητες και μειωμένα μεγέθη νευρωνικών κυττάρων. Επιπρόσθετα, οι Schumann & Amaral, το 2006, έπειτα από εξετάσεις που πραγματοποίησαν σε εννέα εγκεφάλους ενήλικων ανδρών ασθενών με ΔΑΦ, μετά θάνατον παρατήρησαν και αυτοί μειώσεις στον αριθμό των νευρώνων της αμυγδαλής σε σύγκριση με αμυγδαλές φυσιολογικής ανάπτυξης ατόμων αντίστοιχου ηλικιακού φάσματος.

Μεταγενέστερες μελέτες των Schumann συνεργατών, ανέφεραν αλλαγές στο σχετικό μέγεθος της αμυγδαλής ειδικά στα παιδιά. Βάσει μιας ανάλυσης δεδομένων μαγνητικής τομογραφίας σε 89 παιδιά (ηλικίας 1-5 ετών) βρέθηκε ότι το μέγεθος της δεξιάς και της αριστερής αμυγδαλής, σε σχέση με τον συνολικό όγκο του εγκεφάλου, ήταν αυξημένο σε νήπια με επιβεβαιωμένη διάγνωση ΔΑΦ (Schumann και λοιποί, 2009). Ο Schumann και συνεργάτες το 2014, όμως σε προηγούμενες μελέτες δεν βρήκαν καμία αλλαγή στο μέγεθος της αμυγδαλής ενήλικων με ΔΑΦ, κάτι που υποδηλώνει ότι οι αλλαγές στο μέγεθος της αμυγδαλής και στον αριθμό των κυττάρων της σε άτομα με ΔΑΦ σχετίζονται με την ηλικία. Επομένως, στη ΔΑΦ η πρώιμη αύξηση του μεγέθους της αμυγδαλής στα πρώτα χρόνια της ζωής τελικά επιβραδύνεται έχοντας ως αποτέλεσμα η αμυγδαλή των ενήλικων με ΔΑΦ να έχει ίσως λιγότερους νευρώνες.

Σχετικά με την «θεωρία της αμυγδαλής του αυτισμού» αποδείξεις μπορούν να προκύψουν από μερικές μελέτες λειτουργικής απεικόνισης σε άτομα με ΔΑΦ. Σε σύγκριση με τα άτομα της ομάδας ελέγχου, τα άτομα με αυτισμό εμφάνισαν λιγότερη ενεργοποίηση της αμυγδαλής όπως αυτό διαπιστώθηκε μέσα από την ερμηνεία των συναισθηματικών εκφράσεων του προσώπου σε ανάλογες ψυχικές καταστάσεις (Baron-Cohen και λοιποί, 1999).

Η προαναφερθείσα θεωρία των Brothers επανεξετάστηκε αργότερα και υποστηρίχθηκε μέσω μιας έρευνας ότι η αμυγδαλή παίζει σημαντικό ρόλο στην νευροβιολογική βάση διαταραχών του φάσματος του αυτισμού. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε ανάμεσα σε 17 ενήλικους με ΔΑΦ και σε 17 ενήλικους που δεν ανήκαν στο φάσμα. Ο κυριότερος στόχος της έρευνας αυτής ήταν να προσδιορίσει κατά πόσο ο όγκος της αμυγδαλής επηρεάζει την συναισθηματική και την κοινωνική γνώση, καθώς επίσης, το πόσο συνδέεται με τις διαγνωστικές παραμέτρους των ατόμων με ΔΑΦ. Διερεύνησε σχέσεις μεταξύ του όγκου της αμυγδαλής και της συναισθηματικής και κοινωνικής γνώσης, καθώς και του όγκου της αμυγδαλής και των διαγνωστικών παραμέτρων σε άτομα με ΔΑΦ. Εφόσον πραγματοποιήθηκε εξέταση με μαγνητικό τομογράφο για να εξακριβωθεί ο όγκος της αμυγδαλής του κάθε ατόμου, στην συνέχεια, πραγματοποιήθηκε ένα τεστ στο οποίο έπρεπε να γίνει αναγνώριση βασικών συναισθημάτων από τους συμμετέχοντες.

Αν και δεν παρατηρήθηκαν διαφορές στον όγκο της αμυγδαλής, η συσχέτιση μεταξύ του μεγέθους της αμυγδαλής και του συνολικού όγκου του εγκεφάλου έδειξε διαφορετικές συσχετίσεις στην ομάδα με ΔΑΦ κάτι που μπορεί να προκύπτει από τις δομικές ανωμαλίες της αμυγδαλής των ατόμων με ΔΑΦ. Το πιο σημαντικό είναι ότι υπήρξε συσχέτιση κοινωνικών και συναισθηματικών ικανοτήτων των νευροτυπικών ατόμων με τον όγκο της αμυγδαλής αλλά όχι των ατόμων με ΔΑΦ, γεγονός που δείχνει πιο άμεσα τον ρόλο της αμυγδαλής στη νευροβιολογία των διαταραχών του φάσματος του αυτισμού. Οπότε, οι αρνητικοί συσχετισμοί μεταξύ σοβαρότητας των συμπτωμάτων της ΔΑΦ και του όγκου της αμυγδαλής υποδηλώνουν κάποιες άμεσες ενδείξεις που συμβάλλουν στην ύπαρξη και την ανάπτυξη της «θεωρία της αμυγδαλής του αυτισμού»

5.5 Μετωπιαίος φλοιός

Ο μετωπιαίος φλοιός έχει τον έλεγχο πολλών από τις εκτελεστικές λειτουργίες του εγκεφάλου, συμπεριλαμβανομένων γνωστικών διαδικασιών όπως η λήψη αποφάσεων, ο προγραμματισμός, η μνήμη εργασίας, τα συναισθήματα, η κοινωνική συμπεριφορά, η μάθηση και η επικοινωνία. Δεδομένων των δυσκολιών στην κοινωνική αλληλεπίδραση και στην αναγνώριση και έκφραση των συναισθημάτων που παρατηρούνται στη ΔΑΦ, ο μετωπιαίος φλοιός είναι μια περιοχή του εγκεφάλου που ερευνάται τα τελευταία χρόνια. Τα κύρια ευρήματα σε εγκεφάλους ασθενών με ΔΑΦ περιλαμβάνουν μη φυσιολογικά μοτίβα ανάπτυξης του φλοιού, ανωμαλίες στο πάχος του φλοιού και αποδιοργάνωση των νευρώνων στα στρώματα του φλοιού και τις συνδέσεις τους με άλλες περιοχές του εγκεφάλου.

Προηγούμενες μελέτες μαγνητικής τομογραφίας έδειξαν ότι οι εγκέφαλοι παιδιών με ΔΑΦ υπέστησαν μη φυσιολογικά μοτίβα ανάπτυξης με πρόωμη υπερανάπτυξη του μετωπιαίου φλοιού (Carper και Courchesne, 2005). Τα αποτελέσματα από την πρώτη διαχρονική μελέτη της ανάπτυξης του εγκεφαλικού φλοιού σε νήπια με διάγνωση ΔΑΦ αναφέρθηκαν από τους Schumann και συνεργάτες, 2015. Εξέτασαν μαγνητικές τομογραφίες από 41 νήπια με επιβεβαιωμένη διάγνωση ΔΑΦ και 44 νήπια με τυπική ανάπτυξη. Στα νήπια με ΔΑΦ μέχρι 2,5 ετών παρατηρήθηκε σημαντική διεύρυνση κατά 7% στο συνολικό μέγεθος του εγκεφάλου σε σύγκριση με νήπια τυπικής ανάπτυξης, με αύξηση 10 και 5% στη συνολική λευκή και φαιά ουσία, αντίστοιχα. Αυτό υποστήριξε ξεκάθαρα τις προτάσεις προηγούμενων μελετών, δηλαδή ότι υπάρχουν μη φυσιολογικά πρότυπα ανάπτυξης του φλοιού σε νήπια με ΔΑΦ και ότι η υπερανάπτυξη ξεκινά πριν από την ηλικία των 2 ετών.

5.6 Κατοπτρικοί νευρώνες

Για να εξεταστούν οι ανωμαλίες των κατοπτρικών νευρώνων επιλέχθηκαν παιδιά με ΔΑΦ υψηλής λειτουργικότητας και μια ομάδα ελέγχου τυπικής ανάπτυξης και υποβλήθηκαν σε fMRI ενώ μιμούνταν και παρατηρούσαν εκφράσεις του προσώπου που τους δίνονταν. Παρόλο που και οι δύο ομάδες εκτέλεσαν εξίσου καλά τις εργασίες, τα παιδιά με ΔΑΦ δεν εμφάνισαν δραστηριότητα κατοπτρικού νευρώνα στην κάτω μετωπιαία έλικα. Συγκεκριμένα, η δραστηριότητα σε αυτή την περιοχή συσχετίστηκε αντιστρόφως με τη

σοβαρότητα των συμπτωμάτων στον κοινωνικό τομέα, υποδηλώνοντας ότι ένα δυσλειτουργικό «σύστημα νευρώνων καθρέφτη» μπορεί να αποτελεί τη βάση των κοινωνικών ελλειμμάτων που παρατηρούνται στον αυτισμό, συμπεριλαμβανομένων των ελλειμμάτων στη μίμηση, στη θεωρία του νου και στην κοινωνική αλληλεπίδραση.

Χρησιμοποιώντας λειτουργική μαγνητική τομογραφία (fMRI), έχει εντοπιστεί ένα νευρωνικό δίκτυο στο οποίο η νησίδα δρα ως διεπαφή ανάμεσα στο μετωπιαίο στοιχείο του κατοπτρικού νευρώνα και στο μεταιχμιακό σύστημα, επιτρέποντας έτσι την αποκωδικοποίηση μιας παρατηρούμενης ή μιμούμενης συναισθηματικής έκφρασης προσώπου και έτσι το νόημα του μιμούμενου (ή παρατηρούμενου) συναισθήματος γίνεται άμεσα αισθητό και ως εκ τούτου κατανοητό. Αντίθετα, ο πιο πάνω μηχανισμός κατοπτρισμού φαινομενικά δεν ενεργοποιείται σε άτομα με ΔΑΦ, τα οποία πρέπει στη συνέχεια να υιοθετήσουν εναλλακτικά μια στρατηγική αυξημένης οπτικής και κινητικής προσοχής, όπου πιθανώς να μην βιώνεται η εσωτερικά αισθητή συναισθηματική σημασία της έκφρασης του προσώπου που μιμείται.

Κεφάλαιο 6: Νευροεκπαιδευτικές παρεμβάσεις στην ΔΑΦ

6.1 Ενίσχυση της Ενσυναίσθησης ατόμων με ΔΑΦ

Η έννοια της ενσυναίσθησης μπορεί να διακριθεί σε δύο τομείς: την κοινωνικο-γνωστική κατανόηση των ψυχικών καταστάσεων των άλλων ανθρώπων και σε μια πιο συμπεριφορική πτυχή, δηλαδή την εμπραθητική απόκριση (Baron-Cohen, 2000; De Waal, 2008; Lawrence και λοιποί, 2004). Η ικανότητα της ενσυναίσθησης είναι καθοριστικής σημασίας για τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις και την ευημερία (De Waal 2008; Fink και λοιποί, 2014; Gaudion και λοιποί, 2014), ενώ έλλειψη της αποτελεί ένα από τα βασικά κοινωνικά ελλείμματα στη διαταραχή του φάσματος του αυτισμού (Baron-Cohen και Wheelwright, 2004).

6.1.1 Θεωρία του Νου

Μια παρέμβαση που στοχεύει στην βελτίωση της ενσυναίσθησης και της κοινωνικής κατανόησης είναι η εκπαίδευση στη Θεωρία του Νου (ΘτΝ). Δοκιμές σχετικά με την εκπαίδευση στην ΘτΝ έχουν δείξει ότι οι παρεμβάσεις μπορούν να βελτιώσουν τόσο την κατανόηση των παιδιών που υποβάλλονται στην παρέμβαση της ΘτΝ όσο και τη συμπεριφορά τους, όπως αξιολογείται με μέτρα που βασίζονται στα παιδιά και τις γονικές αναφορές (Begeer και λοιποί, 2011, 2015; Fletcher-Watson και λοιποί, 2014). Ωστόσο, οι συνθήκες αξιολόγησης μπορεί επίσης να απέχουν αρκετά από τις αντίστοιχες στην πραγματική ζωή (Begeer και λοιποί, 2010, 2015). Επιπλέον, οι γονείς παρακολουθούν και αξιολογούν τη συμπεριφορά του παιδιού τους σε διαφορετικά πλαίσια με την πάροδο του χρόνου, κάτι που ίσως περιορίσει την ικανότητά τους να παρατηρούν τις πιο πρόσφατες σταδιακές αλλαγές (Scheeren και λοιποί, 2013).

Εφαρμογή θεωρίας του νου

Πραγματοποιήθηκε μια μελέτη για να διερευνήσει εάν η εκπαίδευση της ΘτΝ βελτίωσε την ενσυναισθητική ανταπόκριση των παιδιών με ΔΑΦ όταν αξιολογήθηκε σε δομημένο περιβάλλον παρατήρησης. Τα παιδιά με ΔΑΦ (ομάδα παρέμβασης) καθώς και τα παιδιά τυπικής ανάπτυξης που ανήκαν στην ομάδα ελέγχου υποβλήθηκαν σε δύο διαφορετικές καταστάσεις και καλούνταν να δικαιολογήσουν μια ενσυναίσθητική απάντηση, ενώ παρατηρούνταν παράλληλα. Όπως εικάστηκε, η ομάδα παρέμβασης παρουσίασε πρόοδο στην ενσυναισθητική ανταπόκριση, ενώ δεν συνέβη το ίδιο και με την ομάδα ελέγχου. Αυτό υποδηλώνει ότι η εκπαίδευση στη Θεωρία του Νου ενισχύει τόσο την κατανόηση όσο και τη συμπεριφορά των παιδιών με ΔΑΦ, όπως αξιολογείται βάσει των γονικών αναφορών μεμονωμένα (Begeer και λοιποί, 2011, 2015; Fletcher-Watson και λοιποί, 2014) αλλά επίσης βελτιώνει την ενσυναίσθηση των παιδιών σε καταστάσεις της καθημερινής ζωής.

Πλεονεκτήματα δομημένης παρατήρησης της ενσυναίσθησης

Η χρήση δομημένης παρατήρησης για τις αυθόρμητες απαντήσεις των παιδιών σε ένα γεγονός που προσομοιάζει γεγονότα της καθημερινής ζωής ως μέσο αξιολόγησης της ενσυναισθητικής ανταπόκρισης είναι ίσως ο σημαντικότερος άξονας της έρευνας. Η απροσδόκητη εμφάνιση αυτών των γεγονότων ενισχύει περαιτέρω την ομοιότητα με τις

καθημερινές καταστάσεις, καθώς οι κοινωνικές δυναμικές της πραγματικής ζωής είναι συνήθως αδόμητες και απροσδόκητες, καθιστώντας τις προκλητικές για τη νεολαία με ΔΑΦ (Baron-Cohen και Wheelwright, 2004). Το πλεονέκτημα της δομημένης παρατήρησης σε ελεγχόμενο πλαίσιο προσφέρει ρεαλιστικότερες εκτιμήσεις για την έκβαση της παρέμβασης σε σύγκριση με τις παρατηρήσεις των γονέων. Αυτό ενδέχεται να είναι αποτέλεσμα του ότι τα συμπεράσματα που εξάγουν οι γονείς πιθανότερα επηρεάζονται από την υποκειμενικότητα, ενώ οι δομημένες παρατηρήσεις βασίζονται σε συγκεκριμένες ανεξάρτητες περιστάσεις του παιδιού κατά την αλληλεπίδραση με ξένους. Παρόλα αυτά, και τα δύο μέτρα προσφέρουν με διαφορετικούς τρόπους εξίσου σημαντικές πληροφορίες σχετικά με τις παρεμβάσεις.

6.1.2 Τεχνολογίες Νευροεκπαίδευσης με σκοπό την βελτίωση της ενσυναίσθησης

Τεχνολογίες βασισμένες στην νευροεκπαίδευση με στόχο την ενίσχυση της ενσυναίσθησης αποτελούν αποτελεσματικά εργαλεία παρέμβασης για άτομα με ΔΑΦ. Αυτές οι εκπαιδευτικές και κλινικές παρεμβάσεις είναι σχεδιασμένες για να διδάσκουν δεξιότητες ενσυναίσθησης σε παιδιά με κοινωνικά ελλείμματα, και συγκεκριμένα εκείνα που ανήκουν στο φάσμα του αυτισμού . Αυτό επιτυγχάνεται μέσω τεχνικών στο πλαίσιο αφηγηματικών παιχνιδιών (Stefan Göbel; André de Carvalho Rodrigues; Florian Mehm; Ralf Steinmetz, 2009). Η θεωρία παιγνίων ενθαρρύνει το μαθητή να εμπλακεί με πράγματα που του αρέσουν περισσότερο και έτσι βελτιώνουν το επίπεδο της εξειδίκευσής τους. Η αφήγηση παρέχει την δυνατότητα στα παιδιά να βιώνουν διάφορα συναισθήματα κατά την διάρκεια της. Επομένως, οι προηγμένες αυτές τεχνολογίες μέσω της αλληλεπίδρασης ενθαρρύνουν τους μαθητές να αναζητήσουν και να συμφιλιωθούν με τις αιτίες και τις συνέπειες των συναισθημάτων τόσο των ίδιων όσο και των γύρω τους (Simon Baron-Cohen, Ofer Golan, Emma Chapman, Yael Grandner, 2009). Συγκεκριμένα, τα παιχνίδια αυτά περιλαμβάνουν τρεις προσεγγίσεις που στοχεύουν στην κατάρτιση των νέων με ΔΑΦ όσον αφορά τις κοινωνικές δεξιότητες. Η πρώτη προσέγγιση σχετίζεται με τη χρήση ιστοριών ως μέσο μεταφοράς γνώσης, η δεύτερη προσέγγιση είναι η χρήση ενός περιβάλλοντος

παιχνιδιού το οποίο κυριαρχεί η αλληλεπίδραση και η εξερεύνηση. Η τρίτη και τελευταία προσέγγιση είναι η μάθηση μέσω ενίσχυσης που γίνεται με παιδαγωγικές αξιολογήσεις οι οποίες περιλαμβάνουν συστήματα ανταμοιβής και εγγενή συστήματα κινητοποίησης για το επιθυμητό αποτέλεσμα (Stefan Göbel, André de Carvalho Rodrigues, Florian Mehm, and Ralf Steinmetz, 2009).

Παραδείγματα τεχνολογιών νευροεκπαίδευσης για ενίσχυση της ενσυναίσθησης

1. Ρομποτικά κατοικίδια/ PETS

Ερευνητές του Πανεπιστήμιο του Μέριλαντ δημιούργησαν μια εφαρμογή για αφήγηση ιστοριών που ονομάζεται PETS (Personal Electronic Teller of Stories). Η εφαρμογή αυτή, αποτελείται από ένα διαδραστικό ρομποτικό κατοικίδιο το οποίο είναι προγραμματισμένο να αφηγείται μικρές ιστορίες. Ο απώτερος σκοπός της εφαρμογής αυτής είναι εκμάθηση των συναισθημάτων και η βελτίωση της αναγνώρισης και έκφρασής τους. Μπορεί κανείς να ηχογραφήσει ιστορίες τις οποίες μετά θα αφηγηθεί το κατοικίδιο αυτό. Το συναρπαστικό με αυτή την εφαρμογή είναι πως για την δημιουργία της συμμετείχαν παιδιά βοηθώντας στον σχεδιασμό των ρομποτικών κατοικιδίων και επιπλέον, ηχογραφώντας τους εαυτούς τους να αφηγούνται ιστορίες τις οποίες θα άκουγαν στην συνέχεια και άλλα παιδιά που θα προμηθεύονταν την εφαρμογή αυτήν. Η συνεργασία ερευνητών-παιδιών προηγήθηκε με απώτερο σκοπό μια εφαρμογή που θα ήταν όσο το δυνατό πιο φιλική προς τα παιδιά. (Jamime Montemayor, Allison Druin and Jim Hendler, 1999)

2. Transporters

Τα Transporters είναι ψηφιακοί πολυμορφικοί δίσκοι (DVD) κινούμενων σχεδίων, ειδικά σχεδιασμένοι για παιδιά με ΔΑΦ τα οποία αντιμετωπίζουν δυσκολίες στην αναγνώριση των εκφράσεων του προσώπου, των συναισθημάτων αλλά και στην δημιουργία φιλικών σχέσεων. Σχεδιάστηκε από μια ομάδα κλινικών ψυχολόγων, κινηματογραφιστών και γραφιστών και αποτελείται από τρένα και τραμ τα οποία στην πρόσοψη τους έχουν ανθρώπινα πρόσωπα που μιλούν και κάνουν γκριμάτσες. Ο λόγος που αποτελείται από οχήματα είναι επειδή σε αντίθεση με τους ανθρώπους, κινούνται προβλέψιμα, εντός

προγράμματος και έχουν συγκεκριμένη λειτουργία κάτι που κάνει τα παιδιά με ΔΑΦ να νιώθουν ασφάλεια. Οι στόχοι της παρέμβασης των Transporters περιλαμβάνουν την εξοικείωση των παιδιών με το ανθρώπινο πρόσωπο και την αύξηση του χρόνου που αφιερώνουν στην παρατήρηση των εκφράσεων του. Διαθέτουν ερωτήσεις στο τέλος κάθε επεισοδίου που το παιδί καλείται να απαντήσει. Αν το παιδί απαντήσει σωστά τότε θα πάρει θετική ανατροφοδότηση, εάν όμως απαντήσει λανθασμένα τότε θα του δοθεί η ερώτηση αναδιατυπωμένη ούτως ώστε να μπορέσει να βρει την σωστή απάντηση. Υπάρχει δυνατότητα επιλογής του επιπέδου δυσκολίας. Στο πλαίσιο της δημιουργίας του προγράμματος πραγματοποιήθηκε μια έρευνα σε παιδιά με ΔΑΦ, τα οποία για ένα μήνα, παρακολουθούσαν το πρόγραμμα αυτό για τουλάχιστον 15 λεπτά την ημέρα. Μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα παρατηρήθηκε από τους ερευνητές πως τα παιδιά αυτά σημείωσαν σημαντική πρόοδο. Παρόλο που έχουν εντοπιστεί γύρω στα 412 συναισθήματα το πρόγραμμα αυτό βασίζεται στην εκμάθηση των 15 βασικότερων από τα οποία μπορούν να προκύψουν και τα υπόλοιπα. Τα 15 αυτά συναισθήματα είναι: φόβος, θυμός, ντροπή, χαρά, λύπη, ενθουσιασμός, αηδία, ζήλια, αστεϊσμοί, ευγένεια, περηφάνια, απολογητικότητα, έκπληξη, κούραση, και εχθρικότητα. (Simon Baron-Cohen, Ofer Golan, Emma Chapman, Yael Grandner, 2009).

3. Robota

Το ρομπότ Robota μοιάζει με ανθρώπινο παιδί και έχει χρησιμοποιηθεί σε μελέτες σε παιδιά με ΔΑΦ για να διερευνηθεί η ικανότητά τους στην αξιολόγηση μαθησιακών δεξιοτήτων μίμησης. Επίσης, έχει την δυνατότητα να διδάσκει χαμηλής λειτουργικότητας παιδιά με αυτισμό απλές συμπεριφορές συντονισμού που ενισχύουν την μάθηση μέσω της μίμησης. Παραδείγματος χάριν, μη λεκτικά παιδιά με αυτισμό έδειξαν να αλληλοεπιδρούν ευχάριστα και να προτιμούν την κοινωνικοποίηση με την Robot παρά με συνομηλίκους τους φροντιστές. Έρευνες δείχνουν πως οι θεραπείες με την χρήση των ρομπότ αυτών σε παιδιά με ΔΑΦ είναι πιο αποτελεσματικές στο να διατηρήσουν την συχνότητα αλλά και την βελτίωση του τρόπου εκμάθησης κοινωνικών συμπεριφορών συγκριτικά με άλλες παρεμβάσεις. (Kerstin Dautenhahn and Iain Werry, 2001; Kerstin

Dautenhahn and A. Billard, 2002; Rana el Kaliouby, Rosalind Picard, and Simon BaronCohen, 2006)

4. Θεραπεία LEGO

Μία άλλη παρέμβαση είναι η παιγνιοθεραπεία με LEGO. Τα παιδιά με ΔΑΦ ελκύονται περισσότερο από οργανωμένα συστήματα, όπως τα LEGO. Τα LEGO είναι ένα πολύ προβλέψιμο και εξαιρετικά δομημένο παιχνίδι. Επομένως, διεγείρει τον ενδιαφέρον των παιδιών με ΔΑΦ να εμπλακούν και να μάθουν. Το κάθε παιχνίδι LEGO μπορεί να διαμορφωθεί με τέτοιο τρόπο ούτως ώστε τα παιδιά να βιώνουν διαφορετικά ερεθίσματα κάθε φορά και να μπορούν να ξεπερνούν σταδιακά τις δυσκολίες τους. Οι ειδικοί μπορούν να θέσουν μαθησιακούς στόχους που να στοχεύουν στην βελτίωση της άρθρωσης, της προσοχής, της συνεργασίας, του έλεγχου των παρορμήσεων, της ακολουθίας εντολών κτλ. Μελέτες έχουν δείξει ότι η παρέμβαση, υποβοηθούμενη με LEGO έχει επιφέρει πολλά θετικά αποτελέσματα. Συγκεκριμένα, οι επιστήμονες μετρούν αυξήσεις στη συχνότητα με την οποία τα παιδιά με ΔΑΦ παίρνουν πρωτοβουλία ώστε να εμπλακούν σε κοινωνικές αλληλεπιδράσεις και να τις διατηρήσουν. Επιπλέον, αυτή είναι μια από τις λίγες παρεμβάσεις που εντοπίστηκαν στη βιβλιογραφία της ΔΑΦ με ισχυρές ενδείξεις ότι η εκπαίδευση ενσυναίσθησης γενικεύεται πέρα από την συνεδρία και στον έξω κόσμο. (Daniel B. Legoff and Michael Sherman, 2006; Gina Owens, Yael Grandader, Ayla Humphrey, and Simon Baron-Cohen, 2008)

6.2 Σχεδιασμός τεχνολογίας προσαρμοστικής απόκρισης βασισμένης στην εικονική πραγματικότητα (VR)

Τα άτομα που ανήκουν στο φάσμα του αυτισμού (ΔΑΦ) παρουσιάζουν δυσκολίες σε ζητήματα κοινωνικών δεξιοτήτων επικοινωνίας όπως η διατήρηση της βλεμματικής επαφής κατά τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις (American Psychiatric Association, 2000).

Τα τελευταία χρόνια, η εικονική πραγματικότητα έχει αρχίσει να χρησιμοποιείται ως μέσο παρέμβασης στην ΔΑΦ μέσω εργασιών αλληλεπίδρασης ανθρώπου-υπολογιστή που βασίζονται στην εικονική πραγματικότητα (ΕΠ) (Parsons S, Mitchell P, Leonard A, 2004; Tartaro A, Cassell J, 2007). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η τεχνολογία της ΕΠ παρέχει

ένα εύρος δυνατοτήτων όπως, ελέγχου, αναπαραγωγής, τροποποίησης αισθητηριακής διέγερσης και ικανότητας ρεαλιστικής εξατομίκευσης των προσεγγίσεων παρέμβασης και των στρατηγικών ενίσχυσης. Δεδομένων αυτών η χρήση της (ΕΠ) προϋποθέτει την παρακολούθηση του βλέμματος και τον σχεδιασμό κατάλληλων εξατομικευμένων στρατηγικών παρεμβάσεων (Strickland D. 1997).

6.2.1 Εφαρμογή συστήματος εικονικής πραγματικότητας

Η πιο κάτω έρευνα επικεντρώθηκε στο πως τα άτομα με ΔΑΦ αντιλαμβάνονται και ερμηνεύουν κοινωνικοσυναισθηματικά στοιχεία από τα πρόσωπα των συνομιλητών τους. Η αντιληπτική ικανότητα των εκφράσεων του προσώπου του συνομιλητή αποτελεί μια ένδειξη ομαλής διαπροσωπικής ομιλίας. Εκτός από αυτό, αναφορικά με το βλέμμα και τη φυσιολογική μέτρηση των πτυχών του μπορεί να γίνει ορατός ο τρόπος με τον οποίο ένα άτομο παρακολουθεί συγκεκριμένες πτυχές της αλληλεπίδρασης και η φύση των συναισθημάτων που του προκαλούνται (π.χ. ανησυχία, άγχος, πλήξη κ.λπ.). Η έρευνα αποσκοπεί στη δημιουργία ενός νέου διαδραστικού μοντέλου βασισμένου στην εικονική πραγματικότητα με τεχνολογία προσαρμοστικής απόκρισης ευαίσθητη στο βλέμμα που μπορεί να ενσωματώσει απρόσκοπτα εργασίες βασισμένες στην ΕΠ (Lahiri U, Warren Z, Sarkar N, 2011). Περιλαμβάνει τεχνικές παρακολούθησης ματιών για να διευκολύνει τη συμμετοχή σε εργασίες που σχετίζονται με την προώθηση και εξέλιξη των επικοινωνιακών δεξιοτήτων. Συγκεκριμένα, ένα τέτοιο σύστημα λειτουργεί προσδιορίζοντας αντικειμενικά και ποσοτικά το επίπεδο βλεμματικής επαφής κάποιου μετρώντας τα μοτίβα θέασης σε πραγματικό χρόνο, τις ανεπαίσθητες αλλαγές στις φυσιολογικές αποκρίσεις των ματιών, καθώς και τις μετρήσεις απόδοσης. Έτσι, ανταποκρίνεται προσαρμοστικά με εξατομικευμένο τρόπο για την προώθηση βελτιωμένων δεξιοτήτων κοινωνικής επικοινωνίας μεταξύ των συμμετεχόντων.

Το σύστημα βασίστηκε σε τεχνολογία ΕΠ προσαρμοστικής απόκρισης η οποία διακρίθηκε σε τρεις ενότητες και δοκιμάστηκε μέσω μιας μελέτης χρηστικότητας σε οκτώ εφήβους με ΔΑΦ υψηλής λειτουργικότητας. Για να επιλεχθούν οι συμμετέχοντες έπρεπε να πληρούν κάποια κριτήρια. Όλοι οι συμμετέχοντες σημείωσαν βαθμολογία ≥ 80 στο Peabody Picture Vocabulary Test (PPVT), άρα οι γλωσσικές τους δεξιότητες ήταν επαρκείς για να συμμετάσχουν στο τρέχον πρόγραμμα (Dunn LM, 1997). Οι ενότητες είναι οι εξής,

1) μια ενότητα εργασιών κοινωνικής επικοινωνίας βασισμένη σε ΕΠ , 2) μια ενότητα παρακολούθησης του βλέμματος σε πραγματικό χρόνο και 3) μια εξατομικευμένη προσαρμοστική μονάδα απόκρισης που χρησιμοποιεί μια έξυπνη πρόβλεψη δέσμευσης που διέπτετε από κανονιστικούς μηχανισμούς.

6.2.2 Ενότητες Συστήματος

A. Ενότητα εργασίας κοινωνικής επικοινωνίας που βασίζεται σε ΕΠ

Για την ανάπτυξη του εικονικού πλαισίου χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Vizard, ένα εργαλείο σχεδίασης ΕΠ. Δημιουργήθηκε ένα περιβάλλον που προσαρμόστηκε στην ηλικία των συμμετεχόντων και ένας εικονικός χαρακτήρας (avatar) που έμοιαζε ηλικιακά με αυτούς. Η ενότητα εργασιών κοινωνικής επικοινωνίας περιλάμβανε i) την παρουσίαση εργασιών και ii) μια ενότητα αμφίδρομης συνομιλίας.

i) Σχεδιασμός μιας συνθήκης παρουσίασης εργασιών ΕΠ. Τα ερεθίσματα παρουσιάστηκαν σε μια οθόνη υπολογιστή εργασιών 17 ιντσών. Καθ' όλη την διάρκεια της μελέτης ο φωτισμός στον χώρο παρέμεινε ο ίδιος. Οι συμμετέχοντες έπρεπε να παρακολουθήσουν δύο συνεδρίες σε δύο διαφορετικές μέρες διάρκειας 2,5 ωρών συνολικά. Γενικά, αναπτύχθηκαν 24 κοινωνικές εργασίες στις οποίες οι εικονικοί χαρακτήρες αφηγούνταν προσωπικές τους ιστορίες στους συμμετέχοντες. Αυτές οι προσωπικές ιστορίες βασίστηκαν σε θεματολογία του ενδιαφέροντος των εφήβων (π.χ. αγαπημένο άθλημα, αγαπημένη ταινία κ.λπ.). Χρησιμοποιήθηκαν 12 εικονικοί χαρακτήρες, έξι από το κάθε φύλο, που κατανεμήθηκαν τυχαία στις 24 ενότητες παρουσίασης εργασιών και οι φωνές τους ηχογραφήθηκαν από εφήβους. Τα avatar είχαν την ικανότητα να κάνουν χειρονομίες και να κινούνται στο εικονικό περιβάλλον. Για παράδειγμα, όταν ένας avatar αφηγούνταν την εμπειρία του στην παραλία το περιβάλλον ΕΠ θα άλλαζε το σκηνικό και θα είχε ως φόντο την θάλασσα με στόχο την όσο το δυνατότερο καλύτερη ρεαλιστική απεικόνιση.

ii) Σχεδιασμός ενότητας αμφίδρομης συνομιλίας. Εφόσον οι κοινωνικές δεξιότητες αποτελούν μια θεμελιώδη δυσκολία σε άτομα με ΔΑΦ, το σύστημα σχεδιάστηκε για να ενθαρρύνει την κοινωνική αλληλεπίδραση υπό τη μορφή αμφίδρομης συνομιλίας,. Ο κάθε συμμετέχοντας καλούνταν να ακούσει προσεχτικά ένα avatar, ο οποίος αφηγούνταν μια προσωπική του ιστορία , ενώ στη συνέχεια, κάθε έφηβος είχε την δυνατότητα να συνομιλήσει μέσω μιας σειράς ερωτήσεων επιλογής (με κλίμακα δυσκολίας) που

υπέβαλλε αυτόματα και σχετίζονταν με το περιεχόμενο της ιστορίας που μόλις άκουσε. Ο βαθμός δυσκολίας ελεγχόταν ανάλογα με τον αριθμό ερωτήσεων που έπρεπε να κάνει ο συμμετέχοντας ούτως ώστε να λάβει μια επιθυμητή πληροφορία από τον εικονικό χαρακτήρα. Ακολουθώντας αυτή την διαδικασία, εάν ο συμμετέχων ήταν σε θέση να αντλήσει τις απαραίτητες πληροφορίες σε ένα συγκεκριμένο επίπεδο δυσκολίας κάνοντας όσο το δυνατό λιγότερες ερωτήσεις, τότε θα πετύχαινε την υψηλότερη βαθμολογία απόδοσης. Αντιθέτως, εάν ο συμμετέχων δεν ήταν σε θέση να διαλέξει τις κατάλληλες ερωτήσεις, με αποτέλεσμα να κάνει περισσότερες από το προβλεπόμενο για να βρει τις απαραίτητες πληροφορίες, τότε θα έπαιρνε αναλογικά χαμηλότερη βαθμολογία απόδοσης. Έπειτα ,από έναν ορισμένο αριθμό προσπαθειών, εάν ο συμμετέχων δεν ήταν ακόμη σε θέση να διαλέξει τις κατάλληλες ερωτήσεις για να συνεχιστεί ομαλά η συνομιλία , το σύστημα θα τερμάτιζε την εργασία και θα παρείχε μια νέα εργασία με μειωμένες απαιτήσεις. Κατά την διάρκεια της διαδικασίας, παρακολουθούνταν το βλέμμα του συμμετέχοντος και η συγκέντρωση που κατέβαλλε, προκειμένου να υπολογιστεί ο χρόνος που αφιέρωσε στο να εξετάσει και να επεξεργαστεί τις εκφράσεις και τις κινήσεις του avatar. Προκειμένου να διασφαλιστεί η συνέπεια μεταξύ των εργασιών, οι δραστηριότητες σε κάθε επίπεδο δυσκολίας σχεδιάστηκαν υπό την επίβλεψη εμπειρών κλινικών ειδικών, έτσι ώστε η δομή της συνομιλίας να παρέμεινε παρόμοια ανεξαρτήτως θεμάτων.

Οι συνεδρίες αλληλεπίδρασης έγιναν με δύο διαφορετικές μεθόδους. Η μια συνεδρία βασιζόταν στην απόδοση δηλαδή, το avatar απαντούσε μόνο στις ερωτήσεις που έκανε ο συμμετέχων. Εάν ο συμμετέχων για παράδειγμα, έκανε μια ασύμβατη ερώτηση, το avatar προσπαθούσε να τον κατευθύνει προς τη σωστή ερώτηση, είχε δηλαδή τον ρόλο του καθοδηγητή. Η άλλη συνεδρία βασιζόταν στη δέσμευση ,το avatar δεν είχε μόνο το ρόλο του καθοδηγητή αλλά επιπρόσθετα ήταν ήδη ενημερωμένο με ένα μοτίβο εμφάνισης του συμμετέχοντος κατά τη διάρκεια της εκάστοτε κοινωνικής αλληλεπίδρασης. Με αυτό τον τρόπο, το σύστημα παρείχε εξατομικευμένη ανατροφοδότηση με βάση το μοτίβο θέασης του συμμετέχοντος. Οι μισοί συμμετέχοντες ξεκίνησαν με συνεδρία βασισμένη στην απόδοση και οι άλλοι μισοί με συνεδρία βασισμένη στη δέσμευση, στην συνέχεια έγινε ανταλλαγή . Αυτό έγινε με σκοπό να δείξει εάν υπήρχε κάποιο από τα δύο συστήματα υπερερούσε.

B. Ενότητα παρακολούθησης ματιών σε πραγματικό χρόνο.

Το σύστημα κατέγραφε δεδομένα από το βλέμμα του συμμετέχοντα καθώς αλληλοεπιδρούσε με τον avatar χρησιμοποιώντας γυαλιά παρακολούθησης ματιών. Το συγκεκριμένο σύστημα ιχνηλάτησης του ματιού διαθέτει ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά (π.χ., παρέχει ακατέργαστη διάμετρο κόρης, αναλογία ακατέργαστης όψης κόρης, δηλαδή αναλογία δευτερεύοντος προς κύριους άξονες της εικόνας της κόρης κ.λπ.) παρέχοντας δυνατότητα για ανάλυση εκτός σύνδεσης.

6.2.3 Ερευνητικές παρατηρήσεις

Μέσω ενός ερωτηματολογίου που δόθηκε μετά το πέρας της συνεδρίας, διαπιστώθηκε πως όλοι οι συμμετέχοντες βρήκαν την αλληλεπίδραση με το σύστημα και τον εικονικό χαρακτήρα πολύ ενδιαφέροντα. Είναι αξιοσημείωτο το ότι όταν ρωτήθηκαν για το πως τους φάνηκε αυτή η εμπειρία και τι αποκόμισαν, οι περισσότεροι από αυτούς (έξι στους οκτώ) είπαν ότι έμαθαν πως γνωρίζοντας κάποιον πρέπει αρχικά να συστηθείς κοιτάζοντάς τον στο πρόσωπο κατά την διάρκεια της αλληλεπίδρασης.

Τα αποτελέσματα από μια τέτοια μελέτη χρηστικότητας δείχνουν την ικανότητα του συστήματος να ενισχύει τις αποδόσεις στις κοινωνικές εργασίες καθώς και στην ενθάρρυνση κατάκτησης κοινωνικά κατάλληλων μηχανισμών (πχ. δεξιότητες κοινωνικής επικοινωνίας μεταξύ των συμμετεχόντων με ΔΑΦ). Τα ευρήματα επιβεβαιώνουν τις δυνατότητες του ευφυούς προσαρμοστικού συστήματος να συμβάλει εν μέρει στη μάθηση μέσω της μέτρησης της συμπεριφοράς του βλέμματος σε πραγματικό χρόνο και των ανταλλαγών λεκτικής επικοινωνίας με ένα avatar σε ένα ελεγχόμενο περιβάλλον ΕΠ.

Μια ποσοτική ανάλυση της απόδοσης των συμμετεχόντων κατά την αλληλεπίδραση στις συνεδρίες απόδοσης και δέσμευσης, έδειξε μια βελτίωση στη βαθμολογία για όλους σχεδόν τους συμμετέχοντες κατά την αλλαγή από συνεδρία απόδοσης σε συνεδρία δέσμευσης, με το εύρος βελτίωσης να κυμαίνεται από 1,5%–12,16%.

Ωστόσο, μια θεμελιώδης πρόκληση για αυτό το σύστημα είναι να ισορροπήσει τις ρεαλιστικές κοινωνικές αλληλεπιδράσεις που προσφέρει σε ελεγχόμενο περιβάλλον με τις συνθήκες κοινωνικής αλληλεπίδρασης που υπάρχουν στην πραγματική ζωή και δεν είναι

πάντοτε ελέγξιμες. Η υλοποίηση μιας τέτοιας τεχνολογίας μπορεί να ανοίξει το δρόμο για πιο εντατικά, έξυπνα και εξατομικευμένα παραδείγματα παρέμβασης σχεδιάζοντας βελτιωμένη, εξατομικευμένη ανατροφοδότηση και στρατηγικές ενίσχυσης κατά τη διάρκεια εργασιών εκπαίδευσης κοινωνικών δεξιοτήτων που βασίζονται σε ΕΠ.

6.2.4 Διακύμανση στους Οφθαλμικούς Φυσιολογικούς Δείκτες των συμμετεχόντων ενώ αλληλοεπιδρούσαν με τον avatar.

Στην παρούσα εργασία, πραγματοποιήθηκε επίσης μια συγκριτική ανάλυση των οφθαλμικών δεικτών των συμμετεχόντων καθώς αλληλοεπιδρούσαν στις συνεδρίες απόδοσης και δέσμευσης. Αν και το σύστημα απόδοσης άλλαζε εργασίες με βάση τις υποβολές ερωτήσεων των συμμετεχόντων, συλλέχθηκαν τα φυσιολογικά σήματα των ματιών για μετέπειτα ανάλυση. Αναλύθηκαν τα δεδομένα για να προσδιοριστεί εάν η διακύμανση στους φυσιολογικούς δείκτες των ματιών των συμμετεχόντων κατά την αλληλεπίδραση με τα συγκεκριμένα συστήματά ήταν ενδεικτική του βελτιωμένου επιπέδου δέσμευσης των συμμετεχόντων κατά την αλληλεπίδραση με το σύστημα δέσμευσης παρά με το σύστημα απόδοσης.

Μελετήθηκαν επίσης οι διαδρομές σάρωσης των ματιών των συμμετεχόντων, εφόσον τα άτομα με ΔΑΦ εμφανίζουν άτυπες διαδρομές σάρωσης κατά τη διάρκεια της κοινωνικής αλληλεπίδρασης. Παρουσιάστηκε η διαδρομή σάρωσης ενός από τους συμμετέχοντες κατά την διάρκεια και τον δύο ειδών συνεδριών και παρατηρήθηκε ότι προσηλώθηκε σε διαφορετικές περιοχές του οπτικού ερεθίσματος κατά την αλληλεπίδραση στην συνεδρία απόδοσης. Ωστόσο, κατά την αλληλεπίδραση στην συνεδρία δέσμευσης, προσηλώθηκε κυρίως στην περιοχή του προσώπου.

6.3 Παράδειγμα Εφαρμογής Νευροεκπαιδευτικών Προγραμμάτων στην σχολική κοινότητα

Η Μεγάλη Βρετανία και οι Ηνωμένες Πολιτείες ανήκουν στις χώρες που έχουν αρχίσει να δημιουργούν πανεπιστημιακά εκπαιδευτικά προγράμματα που συνδυάζουν την νευροεπιστήμη με την εκπαίδευση. Μερικά από αυτά είναι το Πανεπιστημίου του

Κεϊμπρίτζ, το Πανεπιστήμιο της Οξφόρδης και το Πανεπιστήμιο του Χάρβαρντ το οποίο διαθέτει μεταπτυχιακό πρόγραμμα με τίτλο “Μυαλό, Εγκέφαλος και Εκπαίδευση”. Το διδακτορικό πρόγραμμα “Εφαρμογή της Νευροεπιστήμης στην Ειδική Αγωγή” του Πανεπιστημίου του George Washington είναι το μόνο πρόγραμμα στην ειδική αγωγή που συνδέει άμεσα τους δύο αυτούς κλάδους.

6.3.1 «The model Asperger program»

Το πρόγραμμα αυτό έχει εφαρμοστεί αρχικά στο σχολείο Inyount στο Maryland της Αμερικής το 2005. Το πρόγραμμα αυτό δημιουργήθηκε για να ανταποκριθεί στις ιδιαίτερες ανάγκες των μαθητών που ανήκουν στο φάσμα του αυτισμού, ιδιαίτερα εκείνων που αν και οι γνωστικές και κοινωνικές τους ικανότητες είναι πάνω από τον μέσο όρο, το εκπαιδευτικό σύστημα δεν ήταν σε θέση να τους δώσει την ικανότητα να τις αξιοποιήσουν. Αυτοί οι μαθητές πολλές φορές αντιμετωπίζονταν ως τυπικής ανάπτυξης μαθητές ή ως μαθητές με συμπεριφορικές διαταραχές κτλ. Τα κριτήρια που πρέπει να πληρούν οι μαθητές με ΔΑΦ για την επιλογή τους στο πρόγραμμα, είναι να έχουν επαρκείς γνωστικές, εκφραστικές και γλωσσικές ικανότητες σε τέτοιο επίπεδο, ώστε να μπορούν να ανταπεξέλθουν σε δυσκολότερες τάξεις.

Το πρόγραμμα υποστηρίζει την ανάπτυξη δεξιοτήτων μέσα από την δημιουργία πλάνου μίμησης και γνωστικής ευελιξίας. Οι μαθητές διδάσκονται πως να εξελίσσουν την ευελιξία και την προσαρμοστικότητα τους σε διαφορετικές συνθήκες με διαφορετικές κοινωνικές προσδοκίες. Για παράδειγμα, παρουσιάζονται πιθανά προβλήματα που μπορεί ένα άτομο της ίδιας ηλικίας να αντιμετωπίσει και οι πιθανές λύσεις και αποφάσεις που θα πρέπει να παρθούν καθοδηγώντας έτσι τους μαθητές να κατασκευάζουν το δικό τους εξατομικευμένο πλάνο επίλυσης ενδεχόμενων προβλημάτων.

Οι παρεμβάσεις, καλλιεργούν επίσης την αυτογνωσία, δίνοντας έμφαση στην ρύθμιση και την εξωτερίκευση των συναισθημάτων, καθώς και την κατανόηση των ίδιων τους των συμπεριφορών. Λόγω του ότι οι συναισθηματικές εμπειρίες δεν είναι εύκολα διαχειρίσιμες για τα άτομα με ΔΑΦ, τους δίνονται σαφείς οδηγίες για το πώς να αναγνωρίζουν τα δικά τους συναισθήματα αλλά και των άλλων. Γι' αυτό τον λόγο, στο πλαίσιο του προγράμματος γίνεται βιντεοσκόπηση διάφορων συμπεριφορών των μαθητών,

ενώ στην συνέχεια οι ίδιοι έχουν πρόσβαση στη βιντεοσκοπημένη συμπεριφορά ούτως ώστε να αποκτήσουν περισσότερη αυτογνωσία παρατηρώντας τους εαυτούς τους. Διατίθεται επίσης ένας αισθητήρας απόκρισης δέρματος, που βοηθά τα παιδιά να εξοικειωθούν και γίνουν πιο δεχτικά στην ανθρώπινη επαφή.

Παράλληλα, οι καθηγητές σε συνεργασία με τους γονείς καλούνται να κατανοήσουν τις στρατηγικές αυτές, μεταλαμπαδεύοντάς τις στα παιδιά όχι μόνο στο πλαίσιο του μαθήματος αλλά και στο πλαίσιο παιχνιδιού και δραστηριοτήτων, πράγμα που θα οδηγήσει στην χρήση τους από τα παιδιά και στο εξωσχολικό περιβάλλον σταδιακά.

6.4 Πρόγραμμα «SPARK»

Το πρόγραμμα Sports, Play and Active Recreation for Kids (SPARK) έχει δημιουργηθεί με βάση τις κατευθυντήριες γραμμές NASPE (Εθνική Οργάνωση Αθλητισμού και Φυσικής Αγωγής). Το πρόγραμμα αυτό σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε αρχικά από μια διεπιστημονική ομάδα έχοντας σκοπό να ενισχύσει το ενδιαφέρον των παιδιών για την σωματική άσκηση και να επισημάνει την σημαντικότητά της. Στην πορεία όμως, παρατηρήθηκε πως μπορεί να αποτελέσει έναν αποτελεσματικό τρόπο παρέμβασης για τα παιδιά με ΔΑΦ.

6.4.1 Περιγραφή προγράμματος

Ένα τυπικό μάθημα SPARK αποτελείται από δύο μέρη : μια δραστηριότητα που εστιάζει στην φυσική κατάσταση και μια που εστιάζει στην ανάπτυξη δεξιοτήτων. Για το πρώτο σκέλος, υπάρχουν 13 δραστηριότητες όπως χορός, παιχνίδια που απαιτούν τρέξιμο, σχοινάκι κτλ. Αυτό το μέρος, στοχεύει στην ενίσχυση της καρδιαγγειακής αντοχής, τροποποιώντας κάθε φορά την ένταση, τη διάρκεια και την πολυπλοκότητα των δραστηριοτήτων. Οι δραστηριότητες έχουν ως επί το πλείστον στόχο την ενδυνάμωση της κοιλιακής χώρας και του άνω μέρος του σώματος του κάθε συμμετέχοντα. Το δεύτερο σκέλος περιλαμβάνει εννέα αθλήματα όπως ποδόσφαιρο, μπάσκετ, παιχνίδια με Frisbee(δίσκοι) κτλ. Το πρόγραμμα SPARK έχει διάρκεια 12 εβδομάδων και αποτελείται από 36 συνεδρίες (τρεις συνεδρίες των 40 λεπτών την εβδομάδα), σε εσωτερικό χώρο.

Κάθε συνεδρία αποτελείται από 3 μέρη: (α) το πρώτο 10λεπτο συμπεριλαμβάνει ασκήσεις προθέρμανσης, (β) έπειτα τα επόμενα 20 λεπτά περιλαμβάνουν τις ασκήσεις του προγράμματός, και (γ) τα τελευταία 10 λεπτά της συνεδρίας αποτελούνται από δραστηριότητες χαλάρωσης. Τις συνεδρίες αναλαμβάνουν τέσσερις προπονητές οι οποίοι είναι καθηγητές φυσικής αγωγής με ειδίκευση σε άτομα με αναπτυξιακές διαταραχές. Ακόμα, κατά τις συνεδρίες είναι επόπτης ένας ειδικός ψυχολόγος και τρεις άλλοι προπονητές με ειδίκευση στην ΔΑΦ.

6.4.2 Εφαρμογή του προγράμματος

Τα άτομα με ΔΑΦ τείνουν να αντιμετωπίζουν αρκετές κινητικές δυσκολίες, όπως ελλείμματα στον συντονισμό των άκρων τους κατά τη διάρκεια ασκήσεων που απαιτούν λεπτή κινητικότητα, μειωμένη ισορροπία και ευλυγισία των αρθρώσεων, ανεξέλεγκτο μοτίβο βάδισης κτλ. Οι δυσκολίες αυτές, εμποδίζουν την συμμετοχή των ατόμων με ΔΑΦ σε αθλητικές δραστηριότητες. Αυτή η αποχή από ασχολίες που περιλαμβάνουν κίνηση έχει ως αντίκτυπο την μείωση της κοινωνικής αλληλεπίδρασης των ατόμων αυτών.

Δεδομένων αυτών, πραγματοποιήθηκε μια έρευνα για να εξεταστεί κατά πόσο το SPARK είναι ικανό να βελτιώσει την ισορροπία, τον συντονισμό αλλά και να μειώσει τα κοινωνικά ελλείμματα των παιδιών με ΔΑΦ.

Για την έρευνα, επιλέχθηκαν τυχαία είκοσι οχτώ παιδιά με ΔΑΦ ηλικίας 5-12 χρονών. Απαραίτητη προϋπόθεση για τους συμμετέχοντες ήταν να μην υπάρχουν σοβαρές ιατρικές καταστάσεις οι οποίες θα καθιστούσαν ανέφικτη τη συμμετοχή σε κινητικές ασκήσεις καθώς και πρόσφατη χρήση ψυχοτρόπων φαρμάκων. Τα παιδιά χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες. Η ομάδα της θεραπείας αποτελείτο από 12 παιδιά και η ομάδα ελέγχου από 14. Η ομάδα θεραπείας υποβλήθηκε στα εξειδικευμένα προγράμματα του SPARK τρεις φορές την εβδομάδα, ενώ η ομάδα ελέγχου λάμβανε τα συνήθη προγράμματα εκτός του SPARK.

Όλοι οι συμμετέχοντες αξιολογήθηκαν από το BOTMP (τεστ αξιολόγησης κινητικών δεξιοτήτων, όπως η ισορροπία και ο συντονισμός) σε δύο διαφορετικά χρονικά στάδια (στην αρχή, πριν από την έναρξη του προγράμματος και 2-7 ημέρες μετά την τελευταία συνεδρία) από διαφορετικό εξεταστή κάθε φορά. Επίσης, χρησιμοποιήθηκαν τα ερωτηματολόγια GARS-2 (υποκλίμακα κοινωνικής αλληλεπίδρασης του Gilliam Autism

Rating Scale -Second Edition) και ATEC (λίστα ελέγχου αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας της θεραπείας στον αυτισμό). Τα εν λόγω ερωτηματολόγια εξετάζουν τα ελλείμματα κοινωνικής αλληλεπίδρασης. Χορηγήθηκαν από τους γονείς και τους φροντιστές στα παιδιά σε δύο διαφορετικές φάσεις (πριν από την έναρξη του προγράμματος, και 2–7 ημέρες μετά την τελευταία συνεδρία).

6.4.3 Επιδράσεις του προγράμματος

Το SPARK που εφαρμόστηκε στην τρέχουσα μελέτη βελτίωσε σημαντικά τις κινητικές δεξιότητες (ισορροπίας και συντονισμού) και συνέβαλε στην εξέλιξη των κοινωνικών δεξιοτήτων.

Επίδραση του προγράμματος SPARK στις κινητικές δεξιότητες

Η ομάδα θεραπείας σε σύγκριση με την ομάδα ελέγχου έδειξε να βελτιώνεται στη στατική και δυναμική ισορροπία αλλά και στον διμερή συντονισμό. Τα ευρήματά αυτά συμφωνούν με τον Pan (2017) και τους συνεργάτες και τον Bremer (2015) οι οποίοι συνεργάτες που υπέδειξαν ότι οι παρεμβάσεις ασκήσεων φυσικής αγωγής θα μπορούσαν να είναι ένας πρακτικός θεραπευτικός τρόπος βελτίωσης κινητικών δεξιοτήτων. Η συμμετοχή σε προγράμματα άσκησης είναι αποτελεσματική λόγω της αισθητηριακής ολοκλήρωσης που επιτελείται αλλά και των περιβαλλοντικών πληροφοριών που λαμβάνονται και οδηγούν στην αύξηση της εγκεφαλικής δραστηριότητας. Υπάρχουν διάφοροι μηχανισμοί με τους οποίους η άσκηση μπορεί να βελτιώσει τις κινητικές δεξιότητες σε άτομα με ΔΑΦ: 1) ενδυνάμωση ολόκληρου του σωματικού σκελετού 2) χρήση επαναλαμβανόμενης άσκησης, αυξάνοντας έτσι την συχνότητα 3) ενίσχυση των κινήτρων μέσω βελτίωσης της αυτοεκτίμησης και 4) χρήση γνωστικών τεχνικών για την μεγιστοποίηση της ικανότητας του παιδιού σε μια νέα εργασία. Ο Yan (2014) και οι συνεργάτες για παράδειγμα, διαπίστωσαν ότι η άσκηση σε διάδρομο μπορεί να έχει θετική επίδραση στις νευροαναπτυξιακές διαταραχές αυξάνοντας το ποσοστό των κυττάρων Purkinje ενισχύοντας έτσι την παρεγκεφαλιδική λειτουργία.

Επίδραση του προγράμματος SPARK στην κοινωνική αλληλεπίδραση

Ένας άλλος στόχος της παρούσας μελέτης ήταν να εξετάσει εάν το πρόγραμμα SPARK εφαρμοσμένο σε παιδιά με ΔΑΦ βελτιώνει τις κοινωνικές τους δεξιότητες, πράγμα το οποίο και έγινε. Οι ερευνητές, παρατήρησαν ότι οι σωματικές ασκήσεις ενισχύουν την αυτοπεποίθηση και την αυτοεκτίμηση τόσο των παιδιών με αναπτυξιακές διαταραχές όσο τυπικής ανάπτυξης.

Από νευροχημικής απόψεως, σύμφωνα με ευρήματα νευροχημικών ερευνών για άτομα με ΔΑΦ, τα επίπεδα νευροδιαβιβαστών που σχετίζονται με την κοινωνικότητα όπως η ωκυτοκίνη και η σεροτονίνη σε άτομα με ΔΑΦ κυμαίνονται σε μη φυσιολογικά επίπεδα. Μελέτες υποδεικνύουν ότι η φυσική άσκηση μπορεί να οδηγήσει σε αύξηση της παραγωγής των επιπέδων σεροτονίνης και ωκυτοκίνης στον εγκέφαλο.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Η αλματώδης ανάπτυξη της νευροεπιστήμης συνοδευόμενη από την ανάδυση νέων απεικονιστικών τεχνολογιών σημείωσε σημαντική πρόοδο στην διερεύνηση της λειτουργίας του εγκεφάλου. Η νευροεπιστήμη συμβάλλει αποτελεσματικά στην γεφύρωση του χάσματος μεταξύ των ανθρωπιστικών και των θετικών επιστημών. Το επιστημονικό πεδίο της νευροεκπαίδευσης, προσφέρει στους εκπαιδευτικούς την κατάρτιση που χρειάζονται ώστε να υιοθετήσουν τις νέες αποδοτικότερες πρακτικές και να εγκαταλείψουν στερεότυπα στην εκπαίδευση που παρεμποδίζουν την αποτελεσματικότητα του έργου τους μέχρι και σήμερα. Η χρήση των σωστών εργαλείων, προγραμμάτων και τεχνικών καθιστούν την διαδικασία της μάθησης ποιοτική, στοχευμένη και δυνητικά εξατομικευμένη όπου και αν χρειάζεται.

Τα προγράμματα παρέμβασης που εφαρμόζονται στην σχολική κοινότητα δείχνουν να ανταποκρίνονται αποτελεσματικά τόσο στις ανάγκες μαθητών τυπικής ανάπτυξης όσο και στις ανάγκες των ατόμων με ΔΑΦ. Τα εν λόγω προγράμματα, βρέθηκαν να ενισχύουν σε σημαντικό βαθμό ικανότητες και δεξιότητες των μαθητών που μέχρι πρότινος το εκπαιδευτικό σύστημα δεν ήταν σε θέση να αξιοποιήσει. Μερικές από αυτές είναι οι γνωστικές και αντιληπτικές ικανότητες, οι κινητικές δεξιότητες, η προσαρμοστικότητα σε νέες συνθήκες, η διαχείριση των συναισθημάτων και η ικανότητα για ενσυναίσθηση κατά τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Amaral DG, Bauman MD, Schumann CM (2003) The amygdala and autism: implications from non-human primate studies. *Genes Brain Behav* 2, 295–302.
2. Amaral DG, Schumann CM, Nordahl CW (2008) Neuroanatomy of autism. *Trends Neurosci* 31, 137–145.
3. Amaral, D. G., Bauman, M. D., Capitanio, J. P., Lavenex, P., Mason, W. A., Mauldin-Jourdain, M. L., & Mendoza, S. P. (2003). The amygdala: Is it an essential component of the neural network for social cognition? *Neuropsychologia*, 41(4), 517–522 (republished from *Neuropsychologia* 2003; 41(2), 235–240).
4. Adolphs, R. (2003). Is the human amygdala specialized for processing social information? *Annals of the New York Academy of Sciences* , 985, 326–340.
5. Adolphs, R., Tranel, D., Hamann, S., Young, A. W., Calder, A. J., Phelps, E. A., Anderson, A., Lee, G. P., & Damasio, A. R. (1999). Recognition of facial emotion in nine individuals with bilateral amygdala damage. *Neuropsychologia*, 37, 1111–1117.
6. American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-IV-TR*. Washington, DC
7. Anderson CJ, Colombo J, Shaddy DJ. (2006). Visual scanning and pupillary responses in young children with autism spectrum disorder. *J Clin Exp Neuropsychol*, 28:1238–1256.
8. Ansari D. (2008). Effects of development and enculturation on number representation in the brain. *Nat. Rev. Neurosci.* 9, 278–291.
9. Ansari D., Coch D., De Smedt B. (2011). Connecting education and cognitive neuroscience: where will the journey take us? *Educ. Philos. Theory* 43, 37–42.
10. Becker EB, Stoodley CJ (2013). Autism spectrum disorder and the cerebellum. *Int Rev Neurobiol* 113, 1–34.
11. Basson MA, Wingate RJ (2013) Congenital hypoplasia of the cerebellum: developmental causes and behavioral consequences. *Front Neuroanat* ,7, 29.

12. Bauman M, Kemper T (2005) *The Neurobiology of Autism*. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press.
13. Blatt GJ (2012) The neuropathology of autism. *Scientifica (Cairo)*.
14. Baas, D., Aleman, A., & Kahn, R. S. (2004). Lateralization of amygdala activation: A systematic review of functional neuroimaging studies. *Brain Research Reviews*, 45, 96–103.
15. Bachevalier, J., & Loveland, K. A. (2006). The orbitofrontal-amygdala circuit and self-regulation of social-emotional behavior in autism. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 30, 97–117.
16. Baron-Cohen, S., Ring, H. A., Bullmore, E. T., Wheelwright, S., Ashwin, C., & Williams, S. C. (2000). The amygdala theory of autism. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 24, 355–364.
17. Baron-Cohen, S., Ring, H. A., Wheelwright, S., Bullmore, E. T., Brammer, M. J., Simmons, A., & Williams, S. C. (1999). Social intelligence in the normal and autistic brain: An fMRI study. *The European Journal of Neuroscience*, 11, 1891–1898.
18. Brambilla, P., Hardan, A., di Nemi, S. U., Perez, J., Soares, J. C., & Barale, F. (2003). Brain anatomy and development in autism: Review of structural MRI studies. *Brain Research Bulletin*, 61, 557–569.
19. Brierley, B., Shaw, P., & David, A. S. (2002). The human amygdala: A systematic review and meta-analysis of volumetric magnetic resonance imaging. *Brain Research Reviews*, 39, 84–105.
20. Bartoszeck, A.M. and Bartoszeck, F.K. (2012) How In-Service Teachers Perceive Neuroscience as Connected to Education: An Exploratory Study, *European Journal of Educational Research*, 1(4), 301-319.
21. Bremer E, Balogh R, Lloyd M. (2015). Effectiveness of a fundamental motor skill intervention for 4 years old children with autism spectrum disorder: *a pilot study*.
22. CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. (2019). Data and statistics on autism spectrum disorder.
23. Carper RA, Courchesne E (2000) Inverse correlation between frontal lobe and cerebellum sizes in children with autism. *Brain* 123(Pt 4), 836–844.
24. Carper RA, Courchesne E (2005) Localized enlargement of the frontal cortex in early autism. *Biol Psychiatry* 57, 126–133.
25. Casanova MF (2007) The neuropathology of autism. *Brain Pathol* 17, 422–433.
26. Chen JA, Penagarikano O, Belgard TG, et al. (2015) The emerging picture of autism spectrum disorder: genetics and pathology. *Annu Rev Pathol*, 10, 111–144.
27. Cholfin JA, Rubenstein JL (2007) Genetic regulation of prefrontal cortex development and function. *Novartis Found Symp*, 288, 165–173; discussion 173–7, 276–81.
28. Courchesne E, Saitoh O, Townsend JP, et al. (1994) Cerebellar hypoplasia and hyperplasia in infantile autism. *Lancet* 343, 63–64.
29. Courchesne E, Campbell K, Solso S (2011) Brain growth across the life span in autism: age-specific changes in anatomical pathology. *Brain Res* 1380, 138–145.
30. Courchesne E, Mouton PR, Calhoun ME, et al. (2011) Neuron number and size in prefrontal cortex of children with autism. *JAMA* 306, 2001–2010.
31. Cannistraro, P. A., Wright, C. I., Wedig, M. M., Martis, B., Shin, L. M., Wilhelm, S., & Rauch, S. L. (2004). Amygdala responses to human faces in obsessive-compulsive disorder. *Biological Psychiatry*, 56, 916–920.

32. Convit, A., McHugh, P. R., Wolf, O. T., de Leon, M. J., Bobinski, M., De Santi, S., Roche, A., & Tsui, W. (1999). MRI volume of the amygdala: A reliable method allowing separation from the hippocampal formation. *Psychiatry Research Neuroimaging*, 90, 113–123.
33. Carpenter M, Pennington BF, Rogers SJ. (2002). Interrelations among social-cognitive skills in young children with autism. *J Autism Develop Disorders*, 91–106.
34. Cobb SVG, Nichols S, Ramsey A, Wilson JR. (1999). Virtual reality induced symptoms and effects. *Presence*, 169–186.
35. Colburn A, Drucker S, Cohen M. *SIGGRAPH Sketches Appl*. New Orleans, LA: 2000. The role of eye-gaze in avatar-mediated conversational interfaces.
36. Davis M, Whalen PJ (2001) The amygdala: vigilance and emotion. *Mol Psychiatry* 6, 13-34.
37. Dunn LM, Dunn LM. (1997). *PPVT-III: Peabody Picture Vocabulary Test*. 3. Circle Pines, MN: Am. Guidance Service
38. Deligiannidi K., Howard-Jones P. A. (2015). The neuroscience literacy of teachers in Greece. *Procedia Soc. Behav. Sci.* 174, 3909–3915.
39. D'Mello AM, Crocetti D, Mostofsky SH, et al. (2015) Cerebellar gray matter and lobular volumes correlate with core autism symptoms. *Neuroimage Clin* 7, 631–639.
40. Dalton, K. M., Nacewicz, B. M., Johnstone, T., Schaefer, H. S., Gernsbacher, M. A., Goldsmith, H. H., Alexander, A. L., & Davidson, R. J. (2005). Gaze fixation and the neural circuitry of face processing in autism. *Nature Neuroscience*, 8(4), 519–526.
41. Dziobek, I., Fleck, S., Kalbe, E., Rogers, K., Hassenstab, J., Brand, M., Kessler, J., Woike, J. K., Wolf, O. T. & Convit, A. Introducing MASC: A movie for the assessment of social cognition. *Journal of Autism and Developmental Disorders*.
42. Daniel B. Legoff and Michael Sherman. (2006). “Long-term Outcome of Social Skills Intervention Based on Interactive LEGO© play, for Autism”, vol. 10; 317.
43. Delazer, M., Ischebeck, A., Domahs, F., Zamarian, L., Koppelstaetter, F., Siedentopf, C.M., Kaufmann, L, Benke, T. and Felber, S. (2005) Learning by strategies and learning by drill – evidence from an fMRI study, *Neuroimage* 25 (3), 838-84.
44. Ecker C, Marquand A, Mourao-Miranda J, et al. (2010) Describing the brain in autism in five dimensions – magnetic resonance imaging-assisted diagnosis of autism spectrum disorder using a multiparameter classification approach. *J Neuroscience* 30, 10612–10623.
45. Ekman, P., & Friesen, W. (1971). Constants across cultures in the face and emotion. *Journal of Personality and Social Psychology*, 17(2), 124–129.
46. Fatemi SH, Aldinger KA, Ashwood P, et al. (2012) Consensus Paper: Pathological role of the cerebellum in autism. *Cerebellum* 11, 777–807.
47. Fang WQ, Chen WW, Jiang L, et al. (2014) Overproduction of upper-layer neurons in the neocortex leads to autism-like features in mice. *Cell Rep* 9, 1635–1643.
48. Frith, U. (2004). Emanuel Miller lecture: Confusions and controversies about Asperger syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 45, 672–686.
49. Gadad BS, Hewitson L, Young KA, et al. (2013) Neuropathology and animal models of autism: genetic and environmental factors. *Autism Res Treat*.
50. Geschwind DH (2011) Genetics of autism spectrum disorders. *Trends Cogn Sci* 15, 409–416.

51. Gillberg, C, Rastam, M., & Wentz, E. (2001). The Asperger syndrome (and high-functioning autism) diagnostic interview (ASDI): A preliminary study of a new structured clinical interview. *Autism: The International Journal of Research and Practice*, 5, 57–66.
52. Gillberg, I. C., (1989). Asperger syndrome-some epidemiological considerations: A research note. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 30, 631–638.
53. Gina Owens, Yael Grandader, Ayla Humphrey, and Simon Baron-Cohen. (2008). “LEGO Therapy and the Social Use of Language Program: An Evaluation of Two Social Skills Interventions for Children with High Functioning Autism and Asperger Syndrome.” *Journal of Autism and Developmental Disorders*, vol. 38, pp. 1944-1957.
54. Hofman MA (2001) Brain evolution in hominids: are we at the end of the road? In: *Evolutionary Anatomy of the Primate Cerebral Cortex* (ed. Falk DGK.), pp. 113–127. Cambridge: Cambridge University Press.
55. Hong W, Kim DW, Anderson DJ (2014) Antagonistic control of social versus repetitive self-grooming behaviors by separable amygdala neuronal subsets. *Cell* 158, 1348–1361.
56. Howard, M. A., Cowell, P. E., Boucher, J., Broks, P., Mayes, A., Farrant, A., & Roberts, N. (2000). Convergent neuroanatomical and behavioural evidence of an amygdala hypothesis of autism. *NeuroReport*, 11, 2931–2935.
57. Herculano-Houzel, S., (2002). Do You Know Your Brain? A Survey on Public Neuroscience Literacy at the Closing of the Decade of the Brain. *The Neuroscientist*, 8(2), 98-110.
58. Howard-Jones, P. A., Franey, L., Mashmoushi, R. & Liao, Y.-C. (2009) The Neuroscience Literacy of Trainee Teachers, at the British Educational Research Association Annual Conference (University of Manchester).
59. Hierotheos (2006). *Orthodox psychotherapy (The science of the Fathers)*, (E. Williams Transl.). Levia: Birth of the Theotokos Monastery.
60. Hirschon, R. (2009) in *When God Comes to Town: Anthropological Perspectives on Religion and Secularization* eds R. Pixten & L. Dikomitis, Berghan, 3-16.
61. Jones W, Carr K, Klin A. (2008). Absence of preferential looking to the eyes of approaching adults predicts level of social disability in 2-year-old toddlers with autism spectrum disorder. *Arch Gen Psychiatry*, 946–954.
62. Jensen B, Keehn B, Brenner L, Marshall SP, Lincoln AJ, Müller RA. (2009). Increased eye-blink rate in autism spectrum disorder may reflect dopaminergic abnormalities. *Int Soc Autism Res*, 2930-3233.
63. Javier SC-R. (2007). Weighted average score of customer needs as critical input for QFD.
64. Jamime Montemayor, Allison Druin and Jim Hendler. (1999). “PETS: A Personal Electronic Teller of Stories.” In *Proceedings of CHI’99*, 1-33.
65. Koizumi, H. (2004) The concept of “developing the brain”: a new natural science for learning and education, *Brain and Development*, 26, 434-441
66. Kaufmann, L., Handl, P. and Thony, B. (2003). Evaluation of a numeracy intervention program focusing on basic numerical knowledge and conceptual knowledge: a pilot study, *Journal of Learning Disabilities*, 36 (6), 564-573
67. Kemper TL, Bauman ML. (1993). The contribution of neuropathologic studies to the understanding of autism. *Neurol Clin* 11, 175–187.
68. Kumar R, Christian S. (2009). Genetics of autism spectrum disorders. *Curr Neurol Neurosci*, 188–197.

69. Kawashima, R., Sugiura, M., Kato, T., Nakamura, A., Hatano, K., Ito, K., Fukuda, H., Kojima, S., & Nakamura, K. (1999). The human amygdala plays an important role in gaze monitoring. A PET studies. *Brain*, 122(Pt 4), 779–783.
70. Kleinman, J., Marciano, P. L., & Ault, R. L. (2001). Advanced theory of mind in high-functioning adults with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 31, 29–36.
71. Klin A, Jones W, Schultz R, Volkmar F, Cohen D. (2002). Visual fixation patterns during viewing of naturalistic social situations as predictors of social competence in individuals with autism. *Arch Gen Psychiatry*, 809–816.
72. Kerstin Dautenhahn and Iain Werry. (2001). “The AURORA Project: Using Mobile Robots in Autism Therapy.” Learning Technology online newsletter, publication of IEEE Computer Society Learning Technology Task Force (LTTF), vol. 3.
73. Kerstin Dautenhahn and A. Billard. (2002) “Games Children with Autism Can Play with Robota, a Humanoid robotic doll”. In S. Keates, P. J. Clarkson, P.M. Langdon, and P. Robinson (eds), *Universal Access and Assistive Technology*. London: Springer-Verlag, 179–190.
74. Lord, C., Rutter, M., & Le Couteur, A. (1994). Autism diagnostic interview-revised: A revised version of a diagnostic interview for caregivers of individuals with possible pervasive developmental disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 24, 659–685.
75. Lahiri U, Warren Z, Sarkar N. (2011). Design of a gaze-sensitive virtual social interactive system for children with autism. *Trans Neural Syst Rehabil Eng*, 443–452.
76. Munson J, Dawson G, Abbott R, et al. (2006) Amygdala volume and behavioral development in autism. *Arch Gen Psychiatry* 63, 686–693.
77. Macdonald, H., Rutter, M., Howlin, P., Rios, P., Le Conteur, A., Evered, C., & Folstein, S. (1989). Recognition and expression of emotional cues by autistic and normal adults. *Journal of Child Psychology and Psychiatry, and Allied Disciplines*, 30, 865–877.
78. MacNabb C, Schmidt L, Minor S, Roehrig GH, Dubinsky JM. (2000). BrainU: the neuroscience teacher institute. Retrieved January 1, 2010, from <http://brainu.org/brainu-neuroscience-teacher-institute>.
79. MacNabb C, Schmitt L, Michlin M, Harris I, Thomas L, Chittendon D, Ebner TJ, Dubinsky JM. (2006). Neuroscience in middle schools: a professional development and resource program that models inquiry-based strategies and engages teachers in classroom implementation. *CBE Life Sci Educ*, 144–157.
80. Norris, C. J., Chen, E. E., Zhu, D. C., Small, S. L., & Cacioppo, J. T. (2004). The interaction of social and emotional processes in the brain. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 16, 1818–1829.
81. Ohta H, Nordahl CW, Iosif AM, et al. (2016) Increased surface area, but not cortical thickness, in a subset of young boys with autism spectrum disorder. *Autism Res* 9, 232–248.
82. Opris I, Casanova MF (2014) Prefrontal cortical minicolumn: from executive control to disrupted cognitive processing. *Brain* 137, 1863–1875. Piven J, Saliba K, Bailey J, et al. (1997) An MRI study of autism: the cerebellum revisited. *Neurology* 49, 546–551.
83. Olaf Golan and Simon Baron-Cohen. (2006). “Systemizing Empathy: Teaching Adults with Asperger Syndrome and High Functioning Autism to Recognize Complex Emotions Using Interactive Multi-media.” *Development and Psychopathology*, vol. 18, 591-617.

84. OECD (2002). *Understanding the Brain: Towards a New Learning Science*. Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris: OECD.
85. Pan CY, Chu CH, Tsai CL, Sung MC, Huang CY, Ma WY. (2017). The impacts of physical activity intervention on physical and cognitive outcomes in children with autism spectrum disorder.
86. Palmen, S. J. M. C., van Engeland, H., Hof, P. R., & Schmitz, C. (2004). Neuropathological findings in autism. *Brain*, 127, 2572–2583.
87. Parsons S, Mitchell P, Leonard A. (2004). The use and understanding of virtual environments by adolescents with autistic spectrum disorders. *J Autism Develop Disorders*, 449–466.
88. Palomba D, Sarlo M, Angrilli A, Mini A, Stegagno L. (2000). Cardiac responses associated with affective processing of unpleasant film stimuli. *Int J Psychophysiol*, 45–57.
89. Rauch, S. L., & Jenike, M. A. (1993). Neurobiological models of obsessive-compulsive disorder. *Psychosomatics*, 34(1), 20–32.
90. Rojas, D. C., Smith, J. A., Benkers, T. L., Camou, S. L., Reite, M. L., & Rogers, S. J. (2004). Hippocampus and amygdala volumes in parents of children with autistic disorder. *The American Journal of Psychiatry*, 161, 2038–2044.
91. Romagnoli G, Leone A, Romagnoli G, Sansoni J, Tofani M, De Santis R, Valente D, Galeoto G. (2019). Occupational Therapy's efficacy in children with Asperger's syndrome: a systematic review of randomized controlled trials.
92. Smith O, Jones SC. (2020). 'Coming Out' with Autism: Identity in People with an Asperger's Diagnosis After DSM-5. *J Autism Dev Disord*, 592–602.
93. Strick PL, Dum RP, Fiez JA (2009) Cerebellum and nonmotor function. *Annu Rev Neurosci* 32, 413–434.
94. Stoodley CJ (2012) The cerebellum and cognition: evidence from functional imaging studies. *Cerebellum* 11, 352–365.
95. Sah P, Faber ES, Lopez De Armentia M, et al. (2003) The amygdaloid complex: anatomy and physiology. *Physiol Rev* 83, 803–834.
96. Schumann CM, Amaral DG (2006) Stereological analysis of amygdala neuron number in autism. *J Neurosci* 26, 7674–7679.
97. Schumann CM, Barnes CC, Lord C, et al. (2009) Amygdala enlargement in toddlers with autism related to severity of social and communication impairments. *Biol Psychiatry* 66, 942–949.
98. Stoodley CJ (2014) Distinct regions of the cerebellum show gray matter decreases in autism, ADHD, and developmental dyslexia. *Front Syst Neurosci* 8, 92.
99. Sparks, B. F., Friedman, S. D., Shaw, D. W., Aylward, E. H., Echelard, D., Artru, A. A., Maravilla, K. R., Giedd, J. N., Munson, J., Dawson, G., & Dager, S. R. (2002). Brain structural abnormalities in young children with autism spectrum disorder. *Neurology*, 59, 184–192.
100. Tsai PT, Hull C, Chu Y, et al. (2012) Autistic-like behaviour and cerebellar dysfunction in Purkinje cell Tsc1 mutant mice. *Nature* 488, 647–651.
101. Tartaro A, Cassell J. (2007). Using virtual peer technology as an intervention for children with autism. In: Lazar J, editor. *Towards Universal Usability: Designing Computer Interfaces for Diverse User Populations*. New York: Wiley.
102. Tietze FA, Hundertmark L, Roy M, Zerr M, Sinke C, Wiswede D, Walter M, Münte TF, Szycik GR. (2019). Auditory Deficits in Audiovisual Speech Perception in Adult

- Asperger's Syndrome: fMRI Study. *Front Psychol*, 10:2286.
103. Trepagnier C, Sebrechts MM, Peterson R. (2002). Atypical face gaze in autism. *Cyberpsychol Behav*, 213–217.
 104. Trepagnier C, Sebrechts MM, Finkelmeyer A, Stewart W, Woodford J, Coleman M. (2006). Simulating social interaction to address deficits of autistic spectrum disorder in children. *Cyberpsychol Behav*, 213–217.
 105. Van Petten, C. (2004). Relationship between hippocampal volume and memory ability in healthy individuals across the lifespan: Review and meta-analysis. *Neuropsychologia*, 42, 1394–1413.
 106. Varma S, McCandliss BD, Schwartz DL. (2008). Scientific and pragmatic challenges for bridging education and neuroscience. *Educational Researcher*, (37), 140–152.
 107. Whitney ER, Kemper TL, Bauman ML, et al. (2008) Cerebellar Purkinje cells are reduced in a subpopulation of autistic brains: a stereological experiment using calbindin-D28k. *Cerebellum* 7, 406–416.
 108. Wang SS, Kloth AD, Badura A (2014) The cerebellum, sensitive periods, and autism. *Neuron* 83, 518–532. Wegiel J, Flory M, Kuchna I, et al. (2014) Brain-region-specific alterations of the trajectories of neuronal volume growth throughout the lifespan in autism. *Acta Neuropathol Commun* 2, 28.
 109. World Health Organization. (1992). The ICD-10 classification of mental and behavioral disorder. Geneva: World Health Organization.
 110. Welch K, Lahiri U, Sarkar N, Warren Z. (2010). An approach to the design of socially acceptable robots for children with autism spectrum disorders. *Int J Social Robot* ,391–403.
 111. WERLING DM, GESCHWIND DH. (2013). Sex differences in autism spectrum disorders. *Curr Opin Neurol*, 146–153
 112. Wakefield B, Baker D, Waskow CEG, Dubinsky JM. (2008). Benefits to teachers of multiple year participation in BrainU. *Soc Neurosci Abstr*.
 113. XU G, STRATHEARN L, LIU B, BAO W. (2018). Prevalence of autism spectrum disorder among US children and adolescents. *JAMA*, 81–82
 114. Xrisostomos (1998). Theos Logos kai Anthroponos Logos. Oi energeies tis psychis stin pateriki anthroponologia [God reasoning and Human reasoning. The actions of the soul in pateric anthropology], Agion Oros, Thessaloniki: To perivoli tis Panagias.
 115. Yun HS, Park MS, Ji EY, Kim TW, Ko IG, Kim HB, et al. (2014). Treadmill exercise ameliorates symptoms of attention deficit/- hyperactivity disorder through reducing Purkinje cell loss and astrocytic reaction in spontaneous hypertensive rats. *J Exerc Rehab*.
 116. Zielinski BA, Prigge MB, Nielsen JA, et al. (2014) Longitudinal changes in cortical thickness in autism and typical development. *Brain* 137, 1799–1812.