



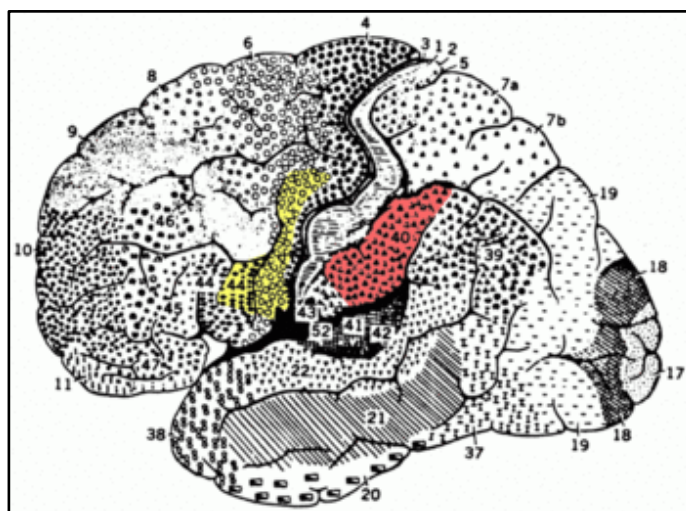
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΑΝΘΡΩΠΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Πτυχιακή εργασία

**Ο ρόλος των κατοπτρικών νευρώνων σε άτομα νεαρής ηλικίας με
διαταραχές αυτιστικού φάσματος**



Αυγερινού Ειρήνη του Παναγιώτη – Α.Μ.5559

Επιβλέπουσες καθηγήτριες: Μητσάκου Αδαμαντία
Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Πατρών, τμήμα Ιατρικής

Διακογιώργη Κλεοπάτρα
Επίκουρη Καθηγήτρια Πανεπιστημίου Πατρών,
Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης

ΠΑΤΡΑ

2014

Περίληψη

Ο αυτισμός είναι μία διάχυτη αναπτυξιακή διαταραχή που χαρακτηρίζεται από ελλείμματα στην κοινωνική αλληλεπίδραση, διαταραχές στην επικοινωνία και επαναληπτικές στερεότυπες συμπεριφορές. Το αυτιστικό φάσμα εμφανίζει ποικιλία κλινικής έκφρασης και τα αίτιά του αποδίδονται σε γενετικούς, νευροβιολογικούς και άλλους εξωγενείς παράγοντες. Το δίκτυο κατοπτρικών νευρώνων του εγκεφάλου σχετίζεται με την κατανόηση των πράξεων των άλλων, την μίμηση, την ενσυναίσθηση και την κοινωνική αλληλεπίδραση. Έρευνες που μελέτησαν την λειτουργία του κατοπτρικού συστήματος σε άτομα με αυτισμό βρήκαν μειωμένη δραστηριότητα αυτών των νευρώνων σε συγκεκριμένα σημεία του εγκεφάλου και κατέληξαν πως η μη φυσιολογική λειτουργία τους συνδέεται με κάποια αυτιστικά συμπτώματα, δημιουργώντας την Θεωρία των Σπασμένων Κατόπτρων (Broken Mirror Theory). Σε αυτή την εργασία γίνεται ανασκόπηση σε έρευνες που μελετούν τον ρόλο των κατοπτρικών νευρώνων σε άτομα νεαρής ηλικίας με διαταραχή αυτιστικού φάσματος. Σκοπός της είναι να δείξει πώς κάποια χαρακτηριστικά που παρουσιάζουν νεαρά άτομα με αυτισμό, όπως η δυσκολία κοινωνικοποίησης και κατανόησης των προθέσεων των άλλων, μπορεί να οφείλονται σε δυσλειτουργία του κατοπτρικού νευρικού συστήματος. Οι έρευνες που μελετούνται χρησιμοποιούν τις μεθόδους της ηλεκτροεγκεφαλογραφίας (HEG), της λειτουργικής απεικόνισης μαγνητικού συντονισμού (fMRI) και δοκιμασίες συμπεριφοράς και παρουσιάζουν διαφοροποιημένα ευρήματα, μη οδηγώντας σε μία γενική θεωρία για το ρόλο των κατοπτρικών νευρώνων σε αυτιστικά άτομα νεαρής ηλικίας.

Λέξεις - κλειδιά: Αυτισμός, κατοπτρικοί νευρώνες, Broken Mirror Theory, νεαρή ηλικία, HEG, fMRI

Abstract

Autism is a developmental pervasive disorder characterized by impaired social interaction, impaired verbal and non-verbal communication and repetitive behavior. The autistic spectrum disorder (ASD) displays a variety of clinical expression and its causes are attributed to genetic, neurobiological and other environmental factors. The mirror neuron system (MNS) is related to intention and action understanding, imitation, empathy and social interaction. Researches that studied the mirror neuron function in autistic persons found reduced mirror neuron activity in several regions of the brain and suggested that abnormal mirror activity is connected with autistic symptoms, introducing this way the “Broken Mirror Theory”. The present paper reviews studies that deal with the role of mirror neurons in young persons with autistic spectrum disorder. The purpose of the review is to demonstrate how some characteristics of autistic young people, like social impairment and difficulties in intention understanding, may stem from a mirror neuron dysfunction. The methodologies used in the reviewed studies are electroencephalography (EEG), functional magnetic resonance imaging (fMRI) and behavior tasks. The outcomes of the studies are differentiated, leading to a non-common theory for the role of mirror neurons in autistic people of young age.

Keywords: Autism, mirror neurons, Broken Mirror Theory, young age, EEG, fMRI

Ευχαριστίες

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια της ολοκλήρωσης των σπουδών μου στο Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης του Πανεπιστημίου Πατρών. Πρόκειται για μια μελέτη με θέμα τον ρόλο των κατοπτρικών νευρώνων σε άτομα νεαρής ηλικίας με διαταραχές αυτιστικού φάσματος.

Ευχαριστώ την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, Δρ. Αδαμαντία Μητσάκου για την εμπιστοσύνη που έδειξε στο πρόσωπο μου αναθέτοντας μου τη συγκεκριμένη εργασία, για την καθοδήγησή της, τις πολύτιμες γνώσεις που μου μετέφερε καθώς και για το άριστο κλίμα σε όλη τη διάρκεια της συνεργασίας μας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την δεύτερη επιβλέπουσα καθηγήτρια, Κλεοπάτρα Διακογιώργη για τη συμβολή της στην εργασία.

Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω τους γονείς μου για όλη την εμπιστοσύνη και βοήθεια, οικονομική και ηθική σε όλη τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	ii
Abstract.....	iii
Ευχαριστίες.....	iv
1. Εισαγωγή.....	1
1.1 Αυτισμός.....	1
1.2 Κατοπτρικοί νευρώνες.....	7
2. Μέθοδος.....	11
3. Ανάπτυξη της επικρατούσας άποψης στη βιβλιογραφία.....	12
3.1 Μελέτες με ΗΕΓ.....	12
3.2 Μελέτες με fMRI.....	18
3.3 Μελέτες με δοκιμασίες συμπεριφοράς.....	20
4. Κριτική θεώρηση.....	22
4.1 Μελέτες με ΗΕΓ.....	22
4.2 Μελέτες με fMRI.....	24
5. Συμπεράσματα - εκπαιδευτικές εφαρμογές.....	27
6. Βιβλιογραφία.....	28

1. Εισαγωγή

1.1 Αυτισμός

Ορισμός

Ο αυτισμός είναι ένα νευρο-συμπεριφορικό σύνδρομο που χαρακτηρίζεται από ποιοτικά ελλείμματα στην κοινωνική αλληλεπίδραση, διαταραχές στην επικοινωνία και περιορισμένα, επαναληπτικά στερεότυπα πρότυπα συμπεριφοράς. Ο πρώτος που αναγνώρισε και περιέγραψε αυτή την αναπτυξιακή διαταραχή ήταν ο ψυχίατρος Leo Kanner όταν, το 1943, δημοσίευσε αναφορές περιπτώσεων μίας ομάδας 11 παιδιών (Kanner, 1943). Τα παιδιά που περιέγραψε εμφάνιζαν δυσκολία ανάπτυξης σχέσεων με τους άλλους με τυπικό τρόπο, υπερβολική μοναχικότητα και ανάπτυξη σχέσεων με αντικείμενα όπως παιχνίδια (αυτιστική μοναχικότητα). Διακρίνονταν από επιθυμία για ομοιομορφία και ιδιόρρυθμη επαναληπτική συμπεριφορά, έλλειψη αυθορμητισμού και ανέκφραστο πρόσωπο. Αυτά τα παιδιά αντιστέκονταν στο κράτημα ή την αγκαλιά των γονέων και εμφάνιζαν ελλείμματα στον λόγο, συμπεριλαμβανομένης της αλαλίας και ηχολαλίας. Παρουσίαζαν, ακόμη, κάποιες «νησίδες δεξιοτήτων» όπως η πολύ καλή ικανότητα αποστήθισης. Είχαν φυσιολογική εμφάνιση και ορισμένες πρώιμες διατροφικές προτιμήσεις.

Η Αμερικανική Ψυχιατρική Εταιρία (American Psychiatric Association) έχει αναπτύξει και εκδώσει το Διαγνωστικό και Στατιστικό Εγχειρίδιο Ψυχικών Διαταραχών, τέταρτη έκδοση (DSM-IV), όπου εκεί υπάρχει ο γενικότερος όρος Διάχυτες Αναπτυξιακές Διαταραχές (ΔΑΔ) ή όπως έχει επικρατήσει Διαταραχές Αυτιστικού Φάσματος (ΔΑΦ) και χωρίζεται σε πέντε υπότυπους. Οι πέντε διαταραχές που υπάγονται στις ΔΑΦ είναι η αυτιστική διαταραχή, το σύνδρομο Asperger, το σύνδρομο Rett, η παιδική αποδιοργανωτική διαταραχή και η διάχυτη αναπτυξιακή διαταραχή - μη προσδιοριζόμενη αλλιώς (ΔΑΔ-ΜΠΑ). Η έννοια του φάσματος υποδηλώνει την ποικιλία κλινικής έκφρασης, η οποία οφείλεται στη διαφορετική νοημοσύνη και το διαφορετικό βαθμό βαρύτητας του αυτισμού. Η αυτιστική διαταραχή αντιπροσωπεύει την πιο σοβαρή μορφή αυτισμού και το σύνδρομο Asperger την πιο ήπια (Levy et al., 2009).

Η αυτιστική διαταραχή εμφανίζεται πριν από την ηλικία των τριών ετών και χαρακτηρίζεται από την ποιοτική έκπτωση στην κοινωνική αλληλεπίδραση και επικοινωνία (καθυστερημένη ή παντελής απουσία προφορικής γλώσσας) και τις επαναλαμβανόμενες συμπεριφορές (Heward, 2011). Ο συνδυασμός των συμπεριφορικών

ελλειμμάτων (αδυναμία δημιουργίας σχέσεων, έλλειψη λειτουργικού λόγου) και των συμπεριφορικών πλεονασμών (αυτοδιέγερση, υπερευαισθησία) κάνει τα άτομα με «κλασικό» αυτισμό να διαφέρουν έντονα από τα περισσότερα άτομα (Frith, 2008).

Στο άλλο άκρο του φάσματος, το σύνδρομο Asperger περιγράφεται ως «η σπάνια περίπτωση του ευφυούς, γλωσσικά ικανού και σχεδόν φυσιολογικού αυτιστικού παιδιού» (Frith, 1999). Χαρακτηριστικό γνώρισμα είναι οι εκπτώσεις σε όλους τους κοινωνικούς τομείς και ιδιαίτερα η αδυναμία κατανόησης του τρόπου κοινωνικής αλληλεπίδρασης. Τα άτομα με σύνδρομο Asperger δεν εμφανίζουν καθυστέρηση στη γλώσσα (αυτή είναι η μεγάλη διαφορά με την αυτιστική διαταραχή), έχουν μέση ή άνω του μέσου νοημοσύνη αλλά οι ιδιορρυθμίες και οι ελλείψεις στις κοινωνικές δεξιότητες (όπως δυσκολία κατανόησης των συναισθημάτων των άλλων, εμμονή σε ένα θέμα, αδυναμία κατανόησης του κρυμμένου νοήματος) τα δυσκολεύουν να αναπτύξουν φιλικές σχέσεις.

Χαρακτηριστικά

Μέσα στο αυτιστικό φάσμα υπάρχει εντυπωσιακή ποικιλία κλινικής έκφρασης, με κάποια άτομα να εμφανίζουν σοβαρές δυσκολίες στους περισσότερους ή όλους τους τομείς λειτουργικότητας ενώ κάποια άλλα να επηρεάζονται σε ήπιο βαθμό. Παρατηρείται επικάλυψη μεταξύ των συνθηκών κατά μήκος του φάσματος, που σημαίνει πως άτομα με διαφορετικές διαγνώσεις μπορεί να έχουν αρκετά κοινά χαρακτηριστικά και πως άτομα με ίδια διάγνωση μπορεί να επηρεάζονται διαφορετικά (Heward, 2011). Αναφορικά με το φύλο υπερτερούν κατά πολύ τα αγόρια (περίπου 2 αγόρια ανά 1 κορίτσι) ενώ εκδηλώνεται σε ίση αναλογία σε όλες τις κοινωνικο-οικονομικές τάξεις (Levy et al., 2009).

Από τα βασικά χαρακτηριστικά ατόμων με ΔΑΦ είναι η αδυναμία έκφρασης συναισθημάτων αλλά και κατανόησης των συναισθημάτων των άλλων (ενσυναίσθηση) με αποτέλεσμα τη δυσκολία δημιουργίας δεσμών προσκόλλησης και σχέσεων (Baron-Cohen, 1995). Πολλά αυτιστικά άτομα αποτυγχάνουν να χρησιμοποιήσουν κοινωνικές χειρονομίες δυσχεραίνοντας την κοινωνική αλληλεπίδρασή τους και παρουσιάζουν ελλείμματα στην από κοινού εστίαση προσοχής (joint attention), δηλαδή στην εστίαση δύο ατόμων σε ένα αντικείμενο (Bhat et al., 2010).

Τα περισσότερα άτομα με αυτισμό παρουσιάζουν προβλήματα στον λόγο, δηλαδή μπορεί να είναι βωβά ή ο λόγος τους να χαρακτηρίζεται από ηχολαλία και φράσεις μη σχετικές με το επικοινωνιακό πλαίσιο. Ορισμένοι διαθέτουν εντυπωσιακό λεξιλόγιο αλλά δεν μπορούν να το χρησιμοποιήσουν κατάλληλα. Ένα ακόμη κοινό χαρακτηριστικό είναι

η συγκεκριμένη ή κυριολεκτική επεξεργασία των λεκτικών πληροφοριών και η κατανόηση σχέσεων αίτιου-αποτελέσματος παρά αφηρημένων εννοιών (Heward, 2011).

Τα περισσότερα άτομα με αυτιστική διαταραχή πληρούν τα κριτήρια νοητικής καθυστέρησης. Για να γίνει η διάκριση μεταξύ των αυτιστικών ατόμων με και χωρίς καθυστέρηση χρησιμοποιούνται ευρέως οι όροι αυτισμός χαμηλής λειτουργικότητας και αυτισμός υψηλής λειτουργικότητας αντίστοιχα. Περίπου το 10-15% των ατόμων με ΔΑΦ διαθέτουν «νησίδες δεξιοτήτων», δηλαδή απρόσμενα καλή επίδοση σε έναν τομέα (π.χ. μαθηματικές πράξεις, μουσική και ζωγραφική) συγκριτικά με άλλους τομείς λειτουργικότητας (Frith, 1999). Λίγα άτομα έχουν χαρακτηριστεί «αυτιστικοί σοφοί» με εξαιρετικές ικανότητες σε έναν τομέα. Πολλοί αυτιστικοί χαρακτηρίζονται από υπερεπιλεκτικότητα, με τάση εστίασης σε μεμονωμένα χαρακτηριστικά ενός αντικειμένου ή ατόμου, που τα εμποδίζει στην εκμάθηση νέων εννοιών και στην ερμηνεία σχετικών εννοιών από το περιβάλλον. Άλλα χαρακτηριστικά είναι η ψυχαναγκαστική προσοχή σε κάτι συγκεκριμένο και η εντυπωσιακή ικανότητα αποστήθισης.

Συχνά, τα άτομα με ΔΑΦ αντιδρούν ασυνήθιστα σε αισθητηριακά ερεθίσματα. Μπορεί να είναι υπεραντιδραστικά (υπερευαίσθητα σε ερεθίσματα όπως ο ήχος) ή υποαντιδραστικά (να μην αντιλαμβάνονται ερεθίσματα στα οποία αντιδρούν οι περισσότεροι άνθρωποι, όπως ο πόνος) (Frith, 2008).

Ένα άλλο χαρακτηριστικό είναι η ψυχαναγκαστική ανάγκη για σταθερότητα και τελετουργικές ρουτίνες και οι επαναληπτικές συμπεριφορές. Ορισμένες φορές εμφανίζουν προβλήματα συμπεριφοράς με τη μορφή της καταστροφής ιδιοκτησίας, της επιθετικότητας προς άλλους και τον αυτοτραυματισμό. Ακόμη, μπορεί να αντιμετωπίζουν διαταραχές ύπνου και διατροφικά προβλήματα. Ορισμένα αυτιστικά παιδιά επιδίδονται σε πίκια, την ψυχαναγκαστική επαναλαμβανόμενη κατανάλωση μη βρώσιμων στοιχείων.

Συχνότητα εμφάνισης

Στα παλαιότερα χρόνια ο αυτισμός εθεωρείτο σπάνια διαταραχή με χαμηλή συχνότητα εμφάνισης, περίπου 4 ανά 10.000 άτομα (Lotter, 1966). Σημερινές μελέτες εκτιμούν πως το γενικότερο φάσμα του αυτισμού συναντάται περίπου σε 62 άτομα ανά 10.000 (Elsabbagh et al., 2012). Αυτή η αύξηση δικαιολογείται από τα διευρυμένα διαγνωστικά κριτήρια και την αυξημένη γνώση για τις διαταραχές.

Ο αυτισμός ανήκει στις κληρονομικές αναπτυξιακές διαταραχές, καθώς έχει διαπιστωθεί πως η συχνότητά του στα αδέρφια αυτιστικών ατόμων είναι 75 έως 100 φορές μεγαλύτερη σε σχέση με τον γενικό πληθυσμό (Smalley et al., 1988). Επίσης, σημαντικό

εύρημα των Folstein και Rutter (1977) ήταν πως μονοζυγωτικά δίδυμα εμφάνισαν το σύνδρομο και τα δύο σε ποσοστό 36%, ενώ διζυγωτικά σε ποσοστό 0%.

Αίτια

Οι διαταραχές αυτιστικού φάσματος θεωρούνται ένα συμπεριφορικό σύνδρομο που πιθανόν προκαλείται από πολλαπλές βιολογικές αιτίες. Η ύπαρξη γενετικής προδιάθεσης αυξάνεται σημαντικά από αδέρφια και γονείς με χαρακτηριστικά αυτισμού ή ήπια χαρακτηριστικά αυτιστικού τύπου. Επίσης, εξωγενείς και περιβαλλοντικοί παράγοντες φαίνεται να επαυξάνουν την πιθανότητα εμφάνισης. Αυτοί οι παράγοντες αφορούν γεγονότα πριν και μετά τη γέννηση, όπως η μεγάλη ηλικία γονέων, αρρώστια της μητέρας κατά την κύηση, ψυχιατρικές διαταραχές των γονέων, πρόωρος τοκετός με αιμορραγία στην παρεγκεφαλίδα και άλλες δυσκολίες κατά τον τοκετό που μπορεί να προκάλεσαν έλλειψη οξυγόνου στον εγκέφαλο (Κωτσόπουλος, 2007).

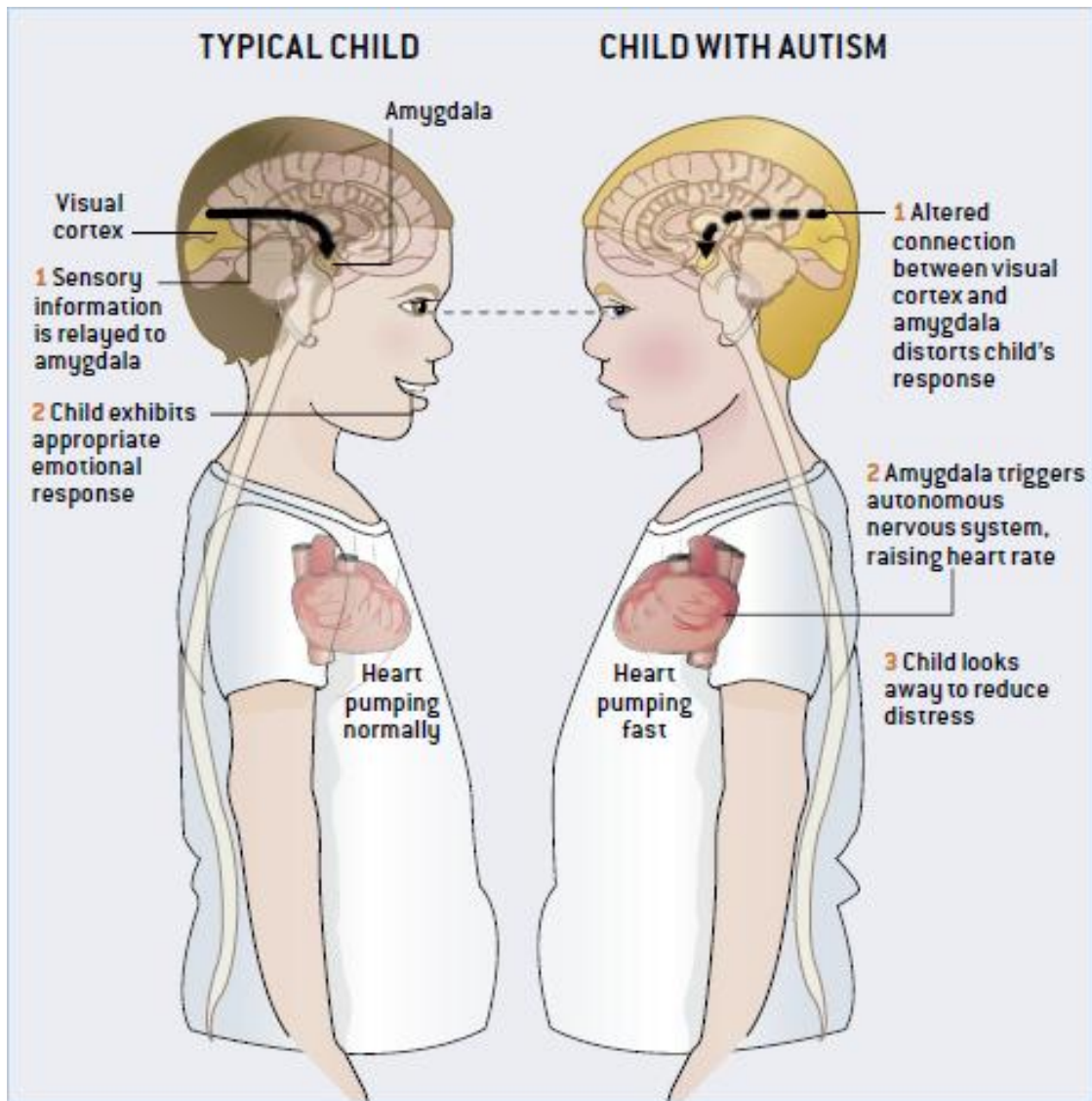
Σε νευροβιολογική βάση, οι επιστήμονες ψάχνουν τα αίτια εξετάζοντας με σύγχρονα μέσα και τεχνικές τους εγκεφάλους αυτιστικών ατόμων. Το γεγονός πως το μέγεθος του εγκεφάλου αυτιστικών ατόμων είναι φυσιολογικό (ή μικρότερο του φυσιολογικού κάποιες φορές) κατά τη γέννηση, αυξάνεται ραγδαία ύστερα και τελικά επιβραδύνεται η αύξησή του καθώς αναπτύσσεται το άτομο, προκαλώντας ατροφία σε μερικά σημεία του, έχει οδηγήσει σε ογκομετρικές μελέτες (Herbert, 2005). Οι Dawson και συνεργάτες (2007) συμπεραίνουν ότι η αύξηση της περιμέτρου της κεφαλής προηγείται ή συμπίπτει χρονικά με την έναρξη των συμπτωμάτων του αυτισμού (κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους του βρέφους), ενώ η σχετική μείωση του ρυθμού αύξησης της περιμέτρου κατά το δεύτερο χρόνο της ηλικίας συμπίπτει με την επιδείνωση των συμπτωμάτων.

Ακόμη, άλλες μελέτες υποδεικνύουν βλάβες σε σημεία του εγκεφάλου όπως η έλικα Broca, η ατρακτοειδής έλικα, τα βασικά γάγγλια και η αμυγδαλή όπως φαίνεται στην εικόνα 1.1 (Ramachandran & Oberman, 2006). Επίσης, η δυσλειτουργία κάποιων νευρωνικών δικτύων, ο μειωμένος συγχρονισμός περιοχών του εγκεφάλου και η μη ενεργοποίηση νευρώνων (π.χ. κατοπτρικών νευρώνων) θεωρείται πως σχετίζονται με τον αυτισμό (Κωτσόπουλος, 2007).

Εντοπισμός και αξιολόγηση

Δεδομένου ότι τα νευροβιολογικά αίτια του αυτισμού είναι ακόμη άγνωστα, δεν υπάρχει κάποιο ιατρικό τεστ για τις ΔΑΦ. Η διάγνωση βασίζεται σε αξιολόγηση των συμπεριφορικών χαρακτηριστικών και δεξιοτήτων και γίνεται συνήθως σύμφωνα με τα

κριτήρια του DSM-IV, από εξειδικευμένους επαγγελματίες (π.χ. αναπτυξιακός παιδίατρος, ψυχολόγος, ψυχίατρος, νευρολόγος) (Heward, 2011). Ένα νέο εργαλείο στην αξιολόγηση του αυτισμού και την πρόωμη παρέμβαση είναι το ΕΔΑΛΦΑ (Εργαλείο Διεπιστημονικής Ομάδας για την Αξιολόγηση του Επιπέδου Λειτουργικότητας Παιδιού στο Φάσμα του Αυτισμού) (Κωτσοπούλου και συν., 2009).



Εικόνα 1.1. Η λειτουργία της αμυγδαλής σε φυσιολογικά ανεπτυγμένα και αυτιστικά παιδιά. Στα παιδιά με αυτισμό οι διαφοροποιημένες ενώσεις των αισθητηριακών περιοχών του φλοιού και της αμυγδαλής οδηγούν σε ακραίες συναισθηματικές αντιδράσεις, όπως η υπερευαισθησία (Ramachandran & Oberman, 2006).

Ο αυτισμός μπορεί να διαγνωστεί αξιόπιστα στην ηλικία των 18 μηνών και οι ερευνητές προσπαθούν να αναπτύξουν αξιόπιστα τεστ εντοπισμού ενδείξεων σε παιδιά ηλικίας 14 μηνών. Ο έγκαιρος εντοπισμός είναι σημαντικός, καθώς επιτρέπει την έγκαιρη παρέμβαση που θα διευκολύνει τη ζωή του παιδιού.

Εάν οι γονείς αντιληφθούν κάποιες ανησυχητικές συμπεριφορές σχετικές με τον αυτισμό προβαίνουν σε προκριματικό έλεγχο με κάποια ερωτηματολόγια ή τεστ. Αν τα παιδιά αποτύχουν σε αυτά, ή οι γονείς και οι επαγγελματίες έχουν λόγο να ανησυχούν, υποβάλλονται σε πλήρη διαγνωστική αξιολόγηση (ερωτηματολόγια και συνεντεύξεις).

Θεραπεία

Αν και ο αυτισμός δεν μπορεί να θεραπευτεί, υπάρχουν κάποιες παρεμβάσεις που μπορούν να ενισχύσουν τα άτομα με ΔΑΦ στην ανάπτυξη κοινωνικών και επικοινωνιακών δεξιοτήτων και στην βελτίωση της ποιότητας ζωής τους. Όσο νωρίτερα γίνεται η παρέμβαση, τόσο καλύτερα είναι τα αποτελέσματα. Ορισμένες διεθνώς έγκυρες προσεγγίσεις είναι η μέθοδος TEACHH (Treatment and Education of Autistic and related Communication Handicapped Children), η μέθοδος ανάλυσης εφαρμοσμένης συμπεριφοράς ABA (Applied Behaviour Analysis), η μέθοδος ESDM (Early Start Denver Model) και το εργαλείο ΕΔΑΛΦΑ. Υπάρχουν, επίσης, φαρμακευτικές και βιοχημικές προσεγγίσεις, θεραπείες που στηρίζονται στη διατροφή και παρεμβάσεις όπως η μουσικοθεραπεία, η λογοθεραπεία με κύριο στόχο την επικοινωνία, η μέθοδος των κοινωνικών ιστοριών και οι δραστηριότητες με πολυμέσα (Buxbaum & Hof, 2013).

1.2 Κατοπτρικοί νευρώνες

Ανακάλυψη

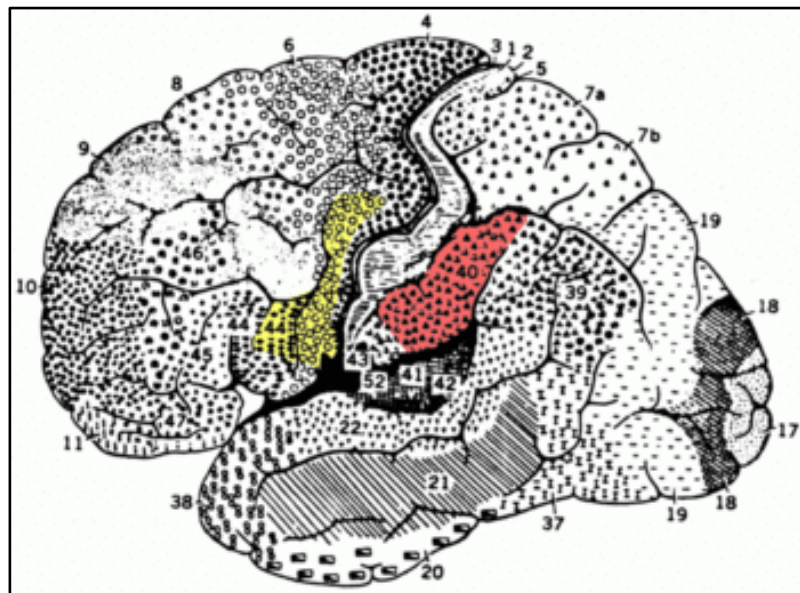
Οι κατοπτρικοί νευρώνες είναι μία συγκεκριμένη ομάδα οπτικο-κινητικών νευρώνων που ενεργοποιούνται όταν ένα άτομο παρατηρεί κάποιον να εκτελεί μία πράξη αλλά όταν και το ίδιο το άτομο εκτελεί αυτή την πράξη. Αυτοί οι νευρώνες ανακαλύφθηκαν τυχαία στις αρχές της δεκαετίας του 1990 από τον Giacomo Rizzolatti και τους συνεργάτες του, σε πειράματα που διεξήχθησαν σε πιθήκους στο Πανεπιστήμιο της Πάρμας (Di Pellegrino et al., 1992). Οι επιστήμονες τότε παρατήρησαν κάτι περίεργο: όταν κάποιος από τους ερευνητές έπιανε ένα κομμάτι τροφής, οι νευρώνες των πιθήκων εκφορτίζονταν με τον ίδιο τρόπο, όπως και όταν οι πίθηκοι έπιαναν την τροφή. Λόγω της ικανότητας των νευρώνων να πυροδοτούνται κατά τη διάρκεια εκτέλεσης κινήσεων και παρακολούθησης των ίδιων κινήσεων, ονομάστηκαν «κατοπτρικοί», καθώς θεωρήθηκε πως οι πίθηκοι έβαζαν τον εαυτό τους στη θέση του δρώντος ατόμου και έτσι διεγείρονταν οι νευρώνες. Διαπιστώθηκε, δηλαδή, πως το πρότυπο της νευρωνικής δραστηριότητας που εμφανιζόταν κατά την παρατήρηση μίας πράξης αποτελούσε μία πραγματική αναπαράσταση της ίδιας της πράξης στον εγκέφαλο, ανεξάρτητα από το ποιος την εκτελούσε. Στον εγκέφαλο των πιθήκων, οι νευρώνες αυτοί εντοπίστηκαν στον κοιλιακό προκινητικό φλοιό (περιοχή εγκεφάλου F5) και στον κάτω βρεγματικό λοβό (Rizzolatti & Craighero, 2004).

Κατοπτρικοί νευρώνες στον άνθρωπο

Μελέτες διεξήχθησαν για να ανιχνευθούν αυτοί οι νευρώνες και στον ανθρώπινο εγκέφαλο. Νευροφυσιολογικά πειράματα και έρευνες με τεχνικές απεικόνισης του εγκεφάλου έδειξαν ενεργοποίηση στον κατώτερο μετωπιαίο φλοιό (inferior frontal gyrus) και στο πρόσθιο μέρος του κατώτερου βρεγματικού λοβού (inferior parietal lobule), όταν ένα άτομο εκτελούσε μία πράξη αλλά και όταν έβλεπε κάποιον άλλο να εκτελεί την ίδια πράξη (Rizzolatti et al., 1996). Τα σημεία αυτά του μετωπιαίου και βρεγματικού λοβού αποτελούν τον πυρήνα του κατοπτρικού συστήματος (βλ. εικόνα 1.2). Σημαντική υπήρξε η ανακάλυψη των Gallese και συνεργατών (1996) για την ύπαρξη κατοπτρικής ενεργοποίησης στην περιοχή Broca. Σύμφωνα με τη διαίρεση του ανθρώπινου εγκεφαλικού φλοιού του Brodmann, το δίκτυο κατοπτρικών νευρώνων εντοπίζεται στην περιοχή Brodmann 44 (καλυπτική μοίρα της περιοχής Broca). Ενεργοποίηση συναντάται και σε άλλες περιοχές με παρόμοιες ιδιότητες, όπως στην άνω κροταφική αύλακα (superior temporal sulcus), γεγονός που δείχνει πως το κατοπτρικό σύστημα

μπορεί να είναι μέρος ενός διευρυμένου δικτύου παρατήρησης-εκτέλεσης. Σύμφωνα με τους Rizzolatti και Craighero (2004), το κατοπτρικό σύστημα απλώνεται σε ποικίλες περιοχές του εγκεφαλικού φλοιού και ανάλογα την τοποθεσία του μεσολαβεί σε διαφορετικές λειτουργίες. Έτσι, οι νευρώνες διαιρούνται σε υπο-ομάδες και κάθε μία ενεργοποιείται κατά την παρατήρηση και εκτέλεση πολύ συγκεκριμένων κινήσεων.

Ακόμη, οι κατοπτρικοί νευρώνες υποδιαιρούνται ανάλογα με την ομοιότητα των κινήσεων που εκτελούνται. Οι αυστηρώς συγκλίνοντες νευρώνες (*strictly congruent neurons*) ενεργοποιούνται όταν η πράξη που παρατηρείται και αυτή που εκτελείται είναι πανομοιότυπες, ενώ οι ευρέως συγκλίνοντες νευρώνες (*broadly congruent neurons*) ενεργοποιούνται όταν οι δύο πράξεις είναι όμοιες ή επιτυγχάνουν τον ίδιο στόχο (Gallese et al., 1996).



Εικόνα 1.2. Πλευρική άποψη ανθρώπινου εγκεφαλικού φλοιού (αριστερό ημισφαίριο). Οι περιοχές του μετωπιαίου και βρεγματικού λοβού που είναι σταθερά ενεργοποιημένες κατά την παρατήρηση κινήσεων άλλων ατόμων είναι χρωματισμένες με κίτρινο και κόκκινο αντίστοιχα. Αυτές αποτελούν τον πυρήνα του κατοπτρικού συστήματος (Rizzolatti & Fabbri-Destro, 2008).

Πειράματα αποδεικνύουν πως όταν ένα άτομο παρατηρήσει την εκτέλεση μίας πράξης από κάποιον άλλο, ο προκινητικός φλοιός του ενεργοποιείται, ενώ δεν υπήρχε πριν άλλη εγκεφαλική δραστηριότητα στην περιοχή αυτή (Rizzolatti et al., 1996· Cochin et al., 1998, 1999). Το κατοπτρικό σύστημα ενεργοποιείται τόσο από την αντίληψη μίας πράξης, όσο και από την εκτέλεσή της. Για να διεγερθούν οι κατοπτρικοί νευρώνες από ένα οπτικό ερέθισμα απαιτείται η διάδραση μεταξύ ενός βιολογικού μέλους που συμμετέχει στην

ενέργεια (όπως χέρι ή στόμα) και ενός αντικειμένου. Η αναπαράσταση του αντικειμένου δεν θα κάνει τους νευρώνες να αποκριθούν (Rizzolatti & Craighero, 2004). Το κατοπτρικό σύστημα είναι περισσότερο ενεργό όταν κάποιος παρατηρεί έναν όμοιό του (π.χ. ένας χορευτής παρατηρεί τις κινήσεις κάποιου άλλου) και όταν παρατηρούνται άνθρωποι, παρά κάποια ζώα όπως σκυλιά ή μαϊμούδες (Iacoboni & Dapretto, 2006).

Χαρακτηριστικά, ακόμη, του κατοπτρικού συστήματος είναι η ιδιαίτερη ευπλασία του και η διαφορετική απόκρισή του ανάλογα με την εμπειρία που έχει αποκτήσει ένα άτομο κατά την παρατήρηση και εκτέλεση κινήσεων (Rizzolatti & Fabbri-Destro, 2008). Η μελέτη των Catmur και συνεργατών (2007) αποδεικνύει πως οι ιδιότητες των κατοπτρικών νευρώνων δεν είναι έμφυτες σε ένα άτομο, αλλά μπορούν να εξασκηθούν με αισθητικές-κινητικές εμπειρίες ώστε να μετατραπεί η παρατήρηση σε πράξη.

Ιδιότητες

Με τους κατοπτρικούς νευρώνες μπορούμε να προσομοιάσουμε και να κατανοήσουμε όχι μόνο τις ενέργειες αλλά και τις προθέσεις πίσω από τις ενέργειες των άλλων. Η αρχική υπόθεση για την λειτουργία του κατοπτρικού συστήματος υπήρξε η κατανόηση των πράξεων των άλλων. Για να αναγνωριστεί μία πράξη δεν αρκεί μόνο το οπτικό σύστημα αλλά χρειάζεται και η εμπλοκή του κινητικού. Με το οπτικό σύστημα θα είχαμε μία απλή περιγραφή των ορατών στοιχείων των κινήσεων χωρίς τη συσχέτιση άλλων παρόμοιων ενεργειών. Με την συμμετοχή του κινητικού φλοιού, ωστόσο, στο οποίο συμπεριλαμβάνεται το κατοπτρικό δίκτυο, καταγράφεται η κίνηση και συσχετίζεται με την εμπειρία που έχει κάποιος από αντίστοιχες πράξεις. Η κατανόηση της πράξης συνδέει αυτόν που την εκτελεί με τον παρατηρητή της, δημιουργώντας μία βασική μορφή κοινωνικής αλληλεπίδρασης.

Το κατοπτρικό δίκτυο μας καθιστά ικανούς να κατανοήσουμε τις προθέσεις και τα συναισθήματα των άλλων, καθώς κωδικοποιεί τις αισθητηριακές πληροφορίες που περιγράφουν τις ενέργειες των άλλων σε σχήματα παρόμοια με αυτά που θα παράγαμε αν εκτελούσαμε ή φανταζόμασταν πως εκτελούμε την ίδια ενέργεια. Σε συνδυασμό με την εμπειρία μας, το περιβάλλον και τον τρόπο που εκτελείται η πράξη μπορούμε να καταλάβουμε τις προθέσεις και την κατάσταση των άλλων (Rizzolatti & Craighero, 2004).

Οι κατοπτρικοί νευρώνες εμπλέκονται και σε άλλες λειτουργίες όπως η μίμηση και η μάθηση μέσω της μίμησης. Με την παρατήρηση αλλά και την άμεση μίμηση κινήσεων και

εκφράσεων άλλων ατόμων αυτές αποθηκεύονται ως σχήματα στον εγκέφαλο (Rizzolatti & Craighero, 2004).

Ακόμη, οι νευρώνες κάτοπτρα συμβάλλουν στην αποκωδικοποίηση εκφράσεων του προσώπου. Όταν παρατηρούμε μία έκφραση ή την κάνουμε οι ίδιοι, ενεργοποιούνται ίδια μέρη του εγκεφάλου. Αυτό το εύρημα επισημαίνει τον κομβικό ρόλο του κατοπτρικού συστήματος στην ικανότητα της ενσυναίσθησης και στην κοινωνικοποίηση μας με τους άλλους ανθρώπους, δεδομένου πως επικοινωνούμε κυρίως μέσω εκφράσεων του προσώπου (Rizzolatti & Craighero, 2004).

Η ανακάλυψη των νευρώνων κατόπτρων υποστήριξε την θεωρία της καταγωγής της ομιλίας από κινήσεις και χειρονομίες, εφόσον αποτελεί έναν άμεσο σύνδεσμο μεταξύ πομπού και δέκτη. Οι κινήσεις που εκτελούνται από ένα άτομο γίνονται μήνυμα για ένα άλλο άτομο, με ίσους όρους, αφού το μήνυμα σημαίνει το ίδιο για πομπό και δέκτη και χωρίς τη μεσολάβηση συμβόλων και χαρακτήρων. Επίσης, αυτοί οι νευρώνες εμπλέκονται στην θεωρία της εξέλιξης της γλώσσας αφού σύμφωνα με τον V.S.Ramachandran «καθιστούν δυνατό να μιμηθείς, και ίσως και να καταλάβεις, τις κινήσεις των χειλιών και της γλώσσας, το οποίο παρέχει την δυνατότητα για εξέλιξη της γλώσσας» (Ramachandran, 2000).

Σύνδεση με διαταραχές αυτιστικού φάσματος

Το κατοπτρικό σύστημα συμβάλλει στην κατανόηση των πράξεων των άλλων και την ενσυναίσθηση, οδηγώντας σε ομαλή κοινωνικοποίηση των ατόμων. Μελετητές συνέδεσαν το κοινωνικό και επικοινωνιακό έλλειμμα των ατόμων με αυτισμό με δυσλειτουργία των κατοπτρικών νευρώνων, ονομάζοντας αυτή τη θεωρία «Θεωρία των Σπασμένων Κατόπτρων – Broken Mirror Theory» (Ramachandran & Oberman, 2006). Πάνω σε αυτή τη δημοφιλή θεωρία έχουν διεξαχθεί πολλές μελέτες, με διάφορες μεθοδολογίες όπως το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (HEΓ), μαγνητοεγκεφαλογράφημα (MEΓ), η διακρανιακή μαγνητική διέγερση (TMS) και η λειτουργική απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού (fMRI) ερευνώντας την λειτουργία του κατοπτρικού δικτύου σε άτομα με αυτισμό.

2. Μέθοδος

Για την εύρεση δημοσιεύσεων διεξήχθη έρευνα μέσω του Pubmed και του Google Scholar με τους όρους «autism», «autistic spectrum disorder», «mirror neuron system», «mirror neurons» και «children». Αρχικά οι μελέτες επιλέχθηκαν βάσει του τίτλου, της περίληψης και των πρωτότυπων δεδομένων που παρουσίαζαν (όχι ανασκοπήσεις). Στη συνέχεια επιλέχθηκαν αυτές που αφορούσαν παιδικές - νεαρές ηλικίες συμμετεχόντων και παρουσίαζαν μετρήσεις εγκεφαλικής δραστηριότητας με τις μεθόδους ΗΕΓ και fMRI. Μετά από λεπτομερή ανάγνωση βρέθηκαν επτά μελέτες που αντιπαραβάλλουν τις εγκεφαλικές αποκρίσεις τυπικά ανεπτυγμένων και αυτιστικών ατόμων σε δοκιμασίες που σχετίζονται με το κατοπτρικό νευρικό σύστημα. Λόγω του μικρού εύρους βιβλιογραφίας που διατίθεται σχετικά με το συγκεκριμένο θέμα συμπεριελήφθη μία έρευνα με δοκιμασίες συμπεριφοράς που εμφανίζει πρωτότυπα δεδομένα. Αξιοσημείωτο είναι πως βρέθηκαν πολλές μελέτες σχετικά με τον ρόλο των κατοπτρικών νευρώνων στον αυτισμό που εξετάζουν ενήλικες συμμετέχοντες, γεγονός που δείχνει τον ενθουσιασμό που υπάρχει πάνω στο θέμα και τη σημασία του κατοπτρικού νευρικού συστήματος.

Οι οκτώ μελέτες ομαδοποιήθηκαν βάσει της μεθοδολογίας που χρησιμοποιήθηκε (ΗΕΓ, fMRI και δοκιμασίες συμπεριφοράς) και παρουσιάζονται στον πίνακα 3.1. Στην συνέχεια, ακολουθεί η ανάλυση των ερευνών, περιγράφοντας τις μεθόδους και δοκιμασίες που χρησιμοποιήθηκαν και πώς μελέτησαν την κατοπτρική λειτουργία. Μετά από αυτό γίνεται κριτική θεώρηση με άλλες μελέτες, σχετικές με την κατοπτρική λειτουργία και τις ΔΑΦ, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα και τις συνθήκες τους.

3. Ανάπτυξη της επικρατούσας άποψης στη βιβλιογραφία

Πολλές μελέτες διερευνούν την σχέση των κατοπτρικών νευρώνων με τον αυτισμό. Κάποιες έρευνες έχουν υποθέσει πως η δυσλειτουργία ή μη λειτουργία του κατοπτρικού νευρικού συστήματος εξηγεί σε ένα βαθμό συμπτώματα του αυτισμού, εφόσον λειτουργεί ως ένα σύστημα που συνδυάζει την παρατήρηση και εκτέλεση κινήσεων (Rizzolatti & Fabbri-Destro, 2010). Ιδιαίτερα, οι Williams et al. (2001) υποστηρίζουν πως η δυσλειτουργία του κατοπτρικού συστήματος στην αρχή της ανάπτυξης του ανθρώπου μπορεί να επιδεινώσει χαρακτηριστικά του αυτιστικού φάσματος, όπως ελλείψεις στη μιμητική συμπεριφορά και κοινωνική αλληλεπίδραση.

Βασισμένη στην παραπάνω υπόθεση, η έρευνα έχει στραφεί σε αυτιστικά άτομα νεαρής ηλικίας και κυρίως υψηλής λειτουργικότητας, επειδή μπορούν να συμμετέχουν απόλυτα σε δοκιμασίες. Μελέτες με διαφορετικές μεθοδολογίες και τεχνικές απεικόνισης αναλύουν την δραστηριότητα των κατοπτρικών νευρώνων στο πλαίσιο κοινωνικο-συναισθηματικών ερεθισμάτων. Οι μελέτες που θα αναλυθούν παρουσιάζονται στον πίνακα 5.1.

3.1 Μελέτες με ηλεκτροεγκεφαλογραφία (ΗΕΓ)

Αρκετές μελέτες που εξετάζουν τους κατοπτρικούς νευρώνες χρησιμοποιούν την μέθοδο της ηλεκτροεγκεφαλογραφίας, αναλύοντας το κύμα mu που έχει συχνότητα 8-13 Hertz (βλ. εικόνα 3.1). Σε κατάσταση ηρεμίας οι αισθητικοκινητικοί νευρώνες ενεργοποιούνται συγχρονισμένα, οδηγώντας σε υψηλό εύρος των κυμάτων mu. Σε κατάσταση κίνησης οι κατοπτρικοί και κινητικοί νευρώνες ενεργοποιούνται ασύγχρονα, έχοντας ως πιθανό αποτέλεσμα την καταστολή (suppression) των κυμάτων. Κατά την παρατήρηση κινήσεων των χεριών, ωστόσο, το κατοπτρικό νευρικό σύστημα έχει αναγνωρισθεί ως το μόνο ενεργό σύστημα στον προκινητικό φλοιό. Έτσι, φαίνεται πως η καταστολή των κυμάτων mu μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέτρηση της ενεργοποίησης του κατοπτρικού συστήματος (Muthukumaraswamy et al., 2004). Η καταστολή της συχνότητας των κυμάτων mu φαίνεται από τη διαφορά στην ισχύ των κυμάτων μεταξύ της παρατήρησης κινήσεων των χεριών και του βασικού σημείου αναφοράς (στατική/ουδέτερη εικόνα).

Στην μελέτη τους οι Oberman et al. (2005) χρησιμοποίησαν την μέθοδο της ηλεκτροεγκεφαλογραφίας για να ελέγξουν αν άτομα με ΔΑΦ παρουσιάζουν δυσλειτουργία στο κατοπτρικό σύστημα.

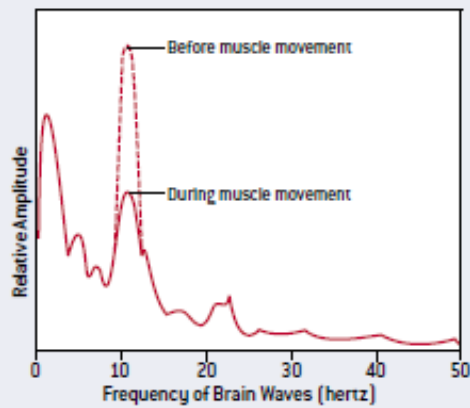
FOCUSING ON MU WAVES

To study the mirror neuron system in people with autism, researchers relied on the observation that the firing of neurons in the premotor cortex suppresses the mu wave, a component of the electroencephalogram (EEG) measurement

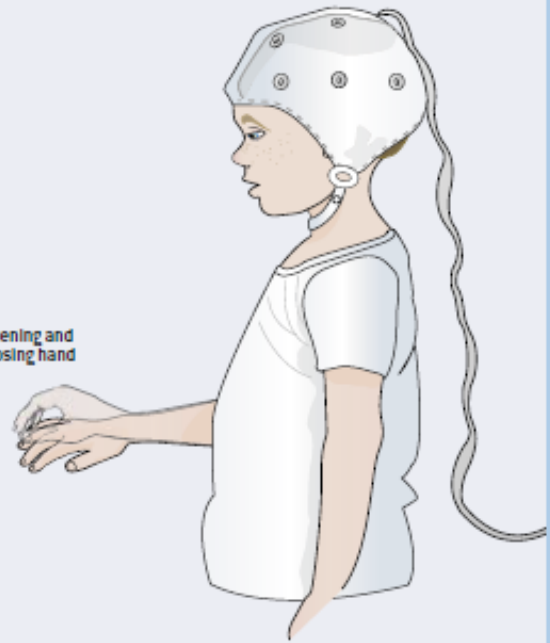
of the brain's activity. [Mu waves range from eight to 13 hertz.] Investigators monitored the mu waves of children with autism and control subjects as they made voluntary muscle movements and then watched the same actions on video.

TAKING ACTION

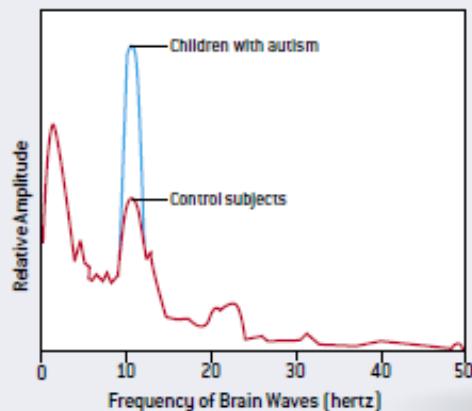
Motor command neurons fire whenever a person makes a voluntary muscle movement. Researchers asked all the subjects to open and close their right hands. In the children with autism and the control subjects, this action suppressed the amplitude of their mu waves, as expected.



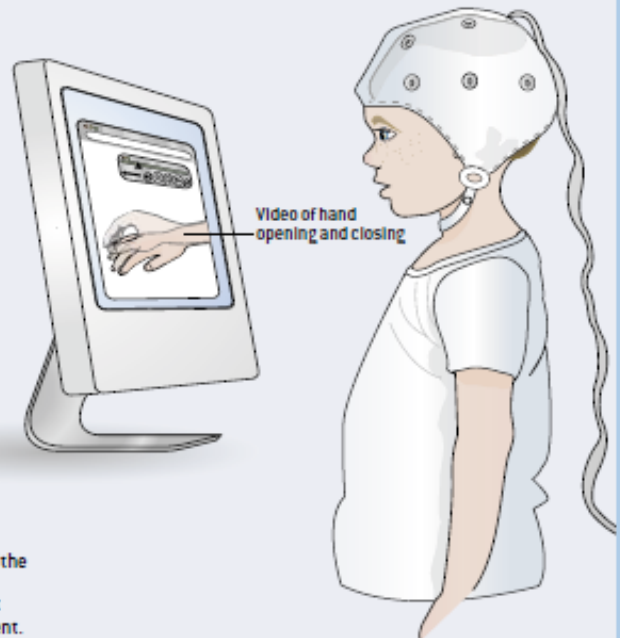
Opening and closing hand



SIMULATING ACTION



Video of hand opening and closing



Mirror neurons in the premotor cortex also fire when a person observes someone else performing an action. The investigators took EEG measurements of brain activity while the subjects observed a video of a hand opening and closing. The mu waves of the control subjects plummeted (red), but those of the children with autism showed no suppression (blue). This finding suggests that the mirror neuron systems of the children with autism are deficient.

Εικόνα 3.1. Η μελέτη των κατοπτρικών νευρώνων με τη χρήση ηλεκτροεγκεφαλογράφου. Η ενεργοποίηση των νευρώνων γίνεται φανερή με καταστολή των κυμάτων μι στα φυσιολογικά άτομα (Ramachandran & Oberman, 2006).

Πίνακας 3.1

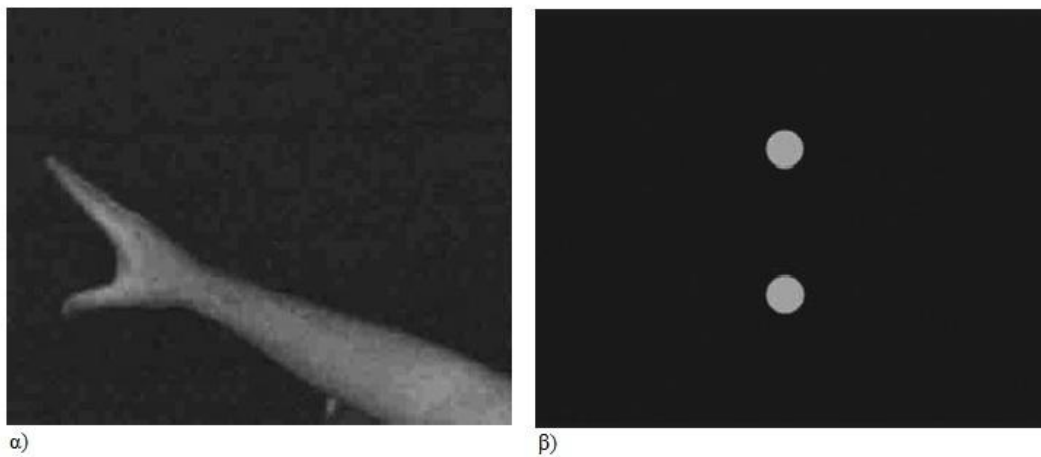
Μελέτες που εξετάζονται στην εργασία.

Μεθολογία	Μελέτη	Αριθμός δείγματος ομάδας ΔΑΦ /ομάδας ελέγχου	Ηλικία δείγματος	Δοκιμασία	Αποτελέσματα μελέτης
HEG	Oberman et al. (2005)	10/10	6-47	Κίνηση χεριού, παρακολούθηση βίντεο με κίνηση χεριού, παρακολούθηση βίντεο με μπάλες που αναπηδούν, παρακολούθηση λευκής οθόνης	Σημαντική καταστολή κατά τις δύο πρώτες συνθήκες από την ομάδα ελέγχου. Μη σημαντική καταστολή κυμάτων μυ κατά τη παρατήρηση κίνησης του χεριού από την αυτιστική ομάδα.
	Oberman et al. (2008)	13/13	8-12	Παρακολούθηση βίντεο: άγνωστος να ανοιγοκλείνει το χέρι του, οικείο πρόσωπο να ανοιγοκλείνει το χέρι του, το ίδιο το παιδί να ανοιγοκλείνει το χέρι του και μπάλες που αναπηδούν	Σημαντικό φαινόμενο της οικειότητας. Η ομάδα με αυτισμό έδειξε φυσιολογική καταστολή μυ στο βίντεο με το χέρι του οικείου προσώπου, αλλά και με το χέρι του ίδιου του παιδιού.
	Martineau et al. (2008)	14/14	5-8	Παρακολούθηση βίντεο που δείχνουν λευκή οθόνη, λίμνη, καταρράκτη και ανθρώπινη κίνηση	Μειωμένη καταστολή μυ στην αυτιστική ομάδα κατά την ανθρώπινη κίνηση. Μικρότερη ενεργοποίηση στο αριστερό ημισφαίριο.
	Raymaekers et al. (2009)	20/19	8-13	Κίνηση χεριού, παρακολούθηση βίντεο με κίνηση χεριού, παρακολούθηση βίντεο με μπάλες που αναπηδούν, παρακολούθηση λευκής οθόνης	Σημαντική καταστολή μυ κατά την παρατήρηση και εκτέλεση κίνησης και στις δύο ομάδες. Συσχέτιση ηλικίας αυτιστικής ομάδας και λειτουργίας κατοπτρικού συστήματος.

	Fan et al. (2010)	20/20	11-26	Παρακολούθηση στατικής εικόνας (σημείο αναφοράς), βίντεο με κίνηση χεριού που χειρίζεται ένα πόνι, βίντεο με κινούμενη κουκίδα και εκτέλεση κίνησης χεριού με πόνι.	Η αυτιστική ομάδα παρουσίασε σφάλματα κατά την μίμηση κίνησης, παρόλο που η καταστολή μι έδειξε κανονική κατοπτρική λειτουργία. Συσχέτιση καταστολής μι και επικοινωνιακής ευχέρειας στην αυτιστική ομάδα κατά την παρακολούθηση των κινήσεων των χεριών.
fMRI	Dapretto et al. (2006)	10/10	10-15	Παρατήρηση και μίμηση προσώπων που εκφράζουν διαφορετικά συναισθήματα (θυμός, φόβος, χαρά, ουδετερότητα και λύπη)	Η αυτιστική ομάδα έδειξε λιγότερη ενεργοποίηση στην δεξιά καλυπτρική μοίρα. Συσχέτιση ενεργοποίησης καλυπτρικής μοίρας και κοινωνικών επιδόσεων ομάδας με ΔΑΦ.
	Williams et al. (2006)	16/15	13-17	Παρατήρηση και μίμηση κινήσεων (συνθήκη μίμησης, συνθήκη εκτέλεσης-συμβολικό ερέθισμα , συνθήκη εκτέλεσης-χωρικό ερέθισμα)	Μειωμένη δραστηριότητα στο δεξί βρεγματικό λοβό στην ομάδα με αυτισμό. Διαφορετικές ενεργοποιήσεις στις δύο ομάδες στην περιοχή συνένωσης του δεξιού κροταφικού και βρεγματικού λοβού.
Δοκιμασίες συμπεριφοράς	Hamilton et al. (2007)	25/31	3-12	Μίμηση κινήσεων με συγκεκριμένο στόχο, κατοπτρική μίμηση κινήσεων, μίμηση λαβής και οργάνωση κίνησης, αναγνώριση χειρονομίας, τεστ Θεωρίας του Νου	Ίδια επίδοση ομάδων στη μίμηση κινήσεων κάποιου άλλου, στη μίμηση λαβής και οργάνωση κίνησης. Καλύτερη επίδοση ομάδας με αυτισμό στην αναγνώριση χειρονομιών. Αποτυχία αυτιστικής ομάδας στα περισσότερα τεστ Θεωρίας του Νου.

Η έρευνα διεξήχθη σε αυτιστικά άτομα υψηλής λειτουργικότητας, με μέσο όρο ηλικίας δείγματος 16,6 ετών, που έπρεπε να εκτελέσουν κίνηση χεριού, να παρακολουθήσουν βίντεο με κίνηση χεριού, βίντεο με μπάλες που αναπηδούν και λευκό θόρυβο (βασικό σημείο αναφοράς). Τα αποτελέσματα του ΗΕΓ έδειξαν πως η ομάδα ελέγχου παρουσίασε σημαντική καταστολή του κύματος mu στις δύο πρώτες δοκιμασίες ενώ η ομάδα με αυτισμό δεν έδειξε σημαντική καταστολή κατά την δεύτερη δοκιμασία, γεγονός που υποστηρίζει τη θεωρία της μη φυσιολογικής λειτουργίας του κατοπτρικού συστήματος σε υψηλής λειτουργικότητας αυτιστικά άτομα. Στην τρίτη συνθήκη, καθώς δεν αποτελεί βιολογική κίνηση, δεν υπήρξε σημαντική δραστηριότητα.

Στη συνέχεια, οι Oberman et al. (2008) μελέτησαν την απόκριση παιδιών με αυτισμό σε οικεία ερεθίσματα και τη σύνδεσή τους με την υπόθεση των κατοπτρικών νευρώνων. Σε παιδιά υψηλής λειτουργικότητας προβλήθηκαν βίντεο με έναν άγνωστο να ανοιγοκλείνει το χέρι του, ένα οικείο πρόσωπο του εκάστοτε παιδιού να ανοιγοκλείνει το χέρι του, το ίδιο το παιδί να ανοιγοκλείνει το χέρι του και ένα βίντεο με δύο μπάλες που αναπηδούν με την ίδια φορά που ανοιγόκλειναν τα χέρια (βασικό σημείο αναφοράς) όπως φαίνονται στην εικόνα 3.2.



Εικόνα 3.2. Τα ερεθίσματα των Oberman et al. (2008): α) Εικόνα χεριού αγνώστου που ανοιγοκλείνει (την ίδια κίνηση πραγματοποίησαν οι συμμετέχοντες της έρευνας και το οικείο πρόσωπό τους) και β) κουκίδες που αναπηδούν (βασικό σημείο αναφοράς).

Τα αποτελέσματα ανέδειξαν την σημαντικότητα του φαινομένου της οικειότητας, καθώς τόσο τα αυτιστικά παιδιά όσο και η ομάδα ελέγχου έδειξαν σημαντική καταστολή του κύματος mu βλέποντας το χέρι του οικείου προσώπου αλλά και το δικό τους. Αυτή είναι η πρώτη μελέτη που δείχνει φυσιολογική καταστολή σε παιδιά με ΔΑΦ κατά την παρατήρηση κινήσεων, υποστηρίζοντας πως το κατοπτρικό σύστημα σε αυτιστικά άτομα ανταποκρίνεται σε παρατηρούμενες κινήσεις, αλλά μόνο όταν είναι οικείες και τα άτομα μπορούν να ταυτιστούν με αυτές.

Οι Martineau et al. (2008) συνέκριναν με ΗΕΓ την απόκριση αυτιστικών και φυσιολογικών παιδιών σε τέσσερα βίντεο που έδειχναν μία λίμνη (μη κινούμενη ακολουθία εικόνων), έναν καταρράκτη (μη ανθρώπινη κινούμενη ακολουθία εικόνων), μία γυναίκα να κινεί τα πόδια της σε κίνηση «ψαλίδι» (ανθρώπινη κίνηση) και λευκή οθόνη (κανένα ερέθισμα). Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η αυτιστική ομάδα εμφάνισε λιγότερη ενεργοποίηση κατά την παρατήρηση της ανθρώπινης κίνησης σε σχέση με την ομάδα ελέγχου ενώ φάνηκε διαταραχή κατά την ενεργοποίηση των οπίσθιων περιοχών του αριστερού ημισφαιρίου (περιοχές με κατοπτρικές ιδιότητες). Η διαταραχή στο αριστερό ημισφαίριο, σύμφωνα με την μελέτη, μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την περιορισμένη αναγνώριση κινήσεων, ιδιαίτερα των βιολογικών και συνάδει με την θεωρία του μη λειτουργικού κατοπτρικού συστήματος σε άτομα με αυτισμό.

Η πρώτη μελέτη που έδειξε πως η ενεργοποίηση των κατοπτρικών νευρώνων είναι παρόμοια τόσο σε παιδιά με αυτισμό όσο και σε φυσιολογικά ανεπτυγμένα είναι αυτή των Ruysschaert et al. (2009). Βασισμένοι στις δοκιμασίες των Oberman et al. (2005), με μεγαλύτερο δείγμα παιδιών (όλα υψηλής λειτουργικότητας) και μικρότερο εύρος ηλικιών, βρήκαν πως και οι δύο ομάδες εμφάνισαν σημαντική καταστολή των κυμάτων mu στην συνθήκη παρατήρησης της κίνησης αλλά ακόμη περισσότερο στην συνθήκη εκτέλεσης της κίνησης. Ακόμη, βρήκαν συσχέτιση μεταξύ της ηλικίας της αυτιστικής ομάδας και την λειτουργία του κατοπτρικού συστήματος, καταλήγοντας πως όσο μεγαλύτερη η ηλικία, τόσο μεγαλύτερη η καταστολή των κυμάτων mu. Τα αποτελέσματα της μελέτης έρχονται σε αντίθεση με τη θεωρία ενός δυσλειτουργικού κατοπτρικού συστήματος σε υψηλής λειτουργικότητας αυτιστικά άτομα.

Οι Fan et al. (2010) μελέτησαν άτομα με «κλασικό» αυτισμό, σύνδρομο Άσπεργκερ, διάχυτη αναπτυξιακή διαταραχή - μη προσδιοριζόμενη αλλιώς και φυσιολογικά ανεπτυγμένα άτομα. Τόσο η ομάδα ελέγχου όσο και η ομάδα με αυτισμό έδειξαν περισσότερη καταστολή κυμάτων mu στην συνθήκη της εκτέλεσης της κίνησης. Τα άτομα με ΔΑΦ παρόλα τα σφάλματα κατά την εκτέλεση κινήσεων, έδειξαν φυσιολογική καταστολή κυμάτων mu.

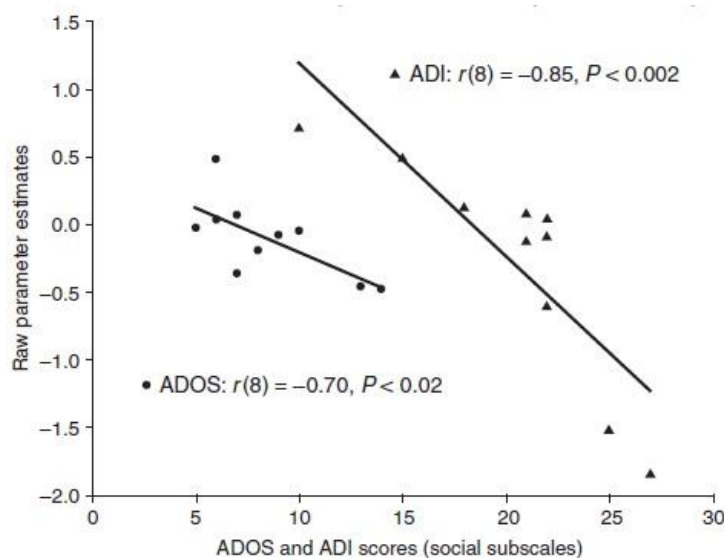
Σε αυτή την έρευνα δεν βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ της ηλικίας και της καταστολής κύματος mu, αλλά μεταξύ της επικοινωνιακής ικανότητας και της καταστολής mu. Περισσότερα επικοινωνιακά ελλείμματα συνδέθηκαν με μειωμένη καταστολή mu κατά την παρατήρηση μίας κίνησης. Επίσης, φάνηκε πως στις κινήσεις που περιέχουν αλληλεπίδραση με ένα αντικείμενο (π.χ. πιόνι) και είναι μεταβατικές, τα άτομα με αυτισμό ανταποκρίνονται καλύτερα σε σχέση με τις αμετάβατες κινήσεις. Η μελέτη έρχεται σε

αντίθεση με τη θεωρία δυσλειτουργίας των κατοπτρικών νευρώνων υποστηρίζοντας πως «η λειτουργία του κατοπτρικού νευρικού συστήματος μπορεί να διατηρηθεί σε άτομα με ΔΑΦ μέχρι ενός σημείου».

3.2 Μελέτες με λειτουργική απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού (fMRI)

Διαδεδομένη στην έρευνα για τον αυτισμό και τους κατοπτρικούς νευρώνες είναι η μέθοδος της λειτουργικής απεικόνισης μαγνητικού συντονισμού (fMRI, functional magnetic resonance imaging). Αυτό το είδος μαγνητικής τομογραφίας καταγράφει τις αλλαγές στην κατανομή στοιχείων όπως το οξυγόνο, που τροποποιούν τις μαγνητικές ιδιότητες του εγκεφάλου (Kolb & Whishaw, 2009). Με αυτή την μέθοδο είναι δυνατή η δημιουργία ενός δομικού χάρτη του εγκεφάλου, με λειτουργικά και δομικά στοιχεία που συλλέγονται την ίδια στιγμή. Έτσι, είναι δυνατό να αναγνωρίζεται η ανατομική δομή του εγκεφάλου ενός ατόμου όταν κάνει μία κίνηση ή παρατηρεί κάτι.

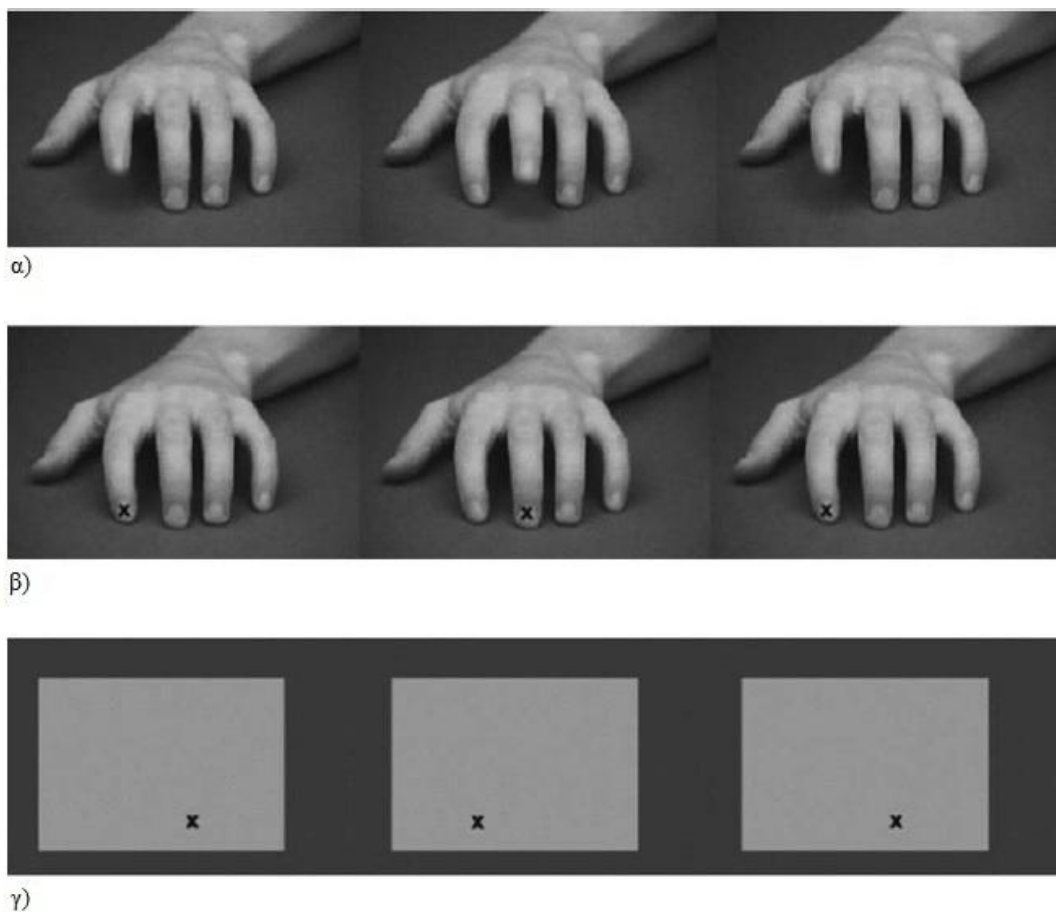
Με αυτή την μέθοδο οι Dapretto et al. (2006) εξέτασαν τις δυσμορφίες του κατοπτρικού συστήματος, σε αυτιστικά παιδιά υψηλής λειτουργικότητας που έπρεπε να μιμηθούν και να παρατηρήσουν εκφράσεις συναισθημάτων μέσα από πρόσωπα. Τα αποτελέσματα έδειξαν πως κατά την διάρκεια της μίμησης εκφράσεων τα τυπικά ανεπτυγμένα παιδιά έδειξαν σημαντική ενεργοποίηση στις περιοχές Brodmann 44 και 45 του μετωπιαίου λοβού (καλυπτρική και τριγωνική μοίρα), περιοχές με κατοπτρικές ιδιότητες, ενώ τα παιδιά με αυτισμό έδειξαν λιγότερη ενεργοποίηση στην δεξιά καλυπτρική μοίρα.



Εικόνα 3.3. Συσχέτιση δραστηριότητας στην καλυπτρική μοίρα και κοινωνικών επιδόσεων μετρημένων με τις κλίμακες ADOS και ADI (Dapretto et al., 2006).

Ακόμη, βρέθηκε συσχέτιση μεταξύ της ενεργοποίησης της καλυπτρικής μοίρας και των κοινωνικών επιδόσεων των παιδιών με αυτισμό. Έτσι, όσο πιο μεγάλη ήταν η ενεργοποίηση σε αυτό το σημείο του κατοπτρικού συστήματος κατά τη μίμηση, τόσο υψηλότερη βρισκόταν η επίδοση ενός παιδιού στον κοινωνικό τομέα (εικόνα 3.3). Αυτή η μελέτη υπήρξε η πρώτη με την μέθοδο fMRI που έδειξε σημαντικές διαφορές στα τυπικά ανεπτυγμένα παιδιά και στα παιδιά με ΔΑΦ στο δίκτυο που αποτελείται από την καλυπτρική μοίρα, τη νήσο του εγκεφάλου και την αμυγδαλή, υποστηρίζοντας πως οι κοινωνικές ελλείψεις στον αυτισμό ίσως προέρχονται από δυσλειτουργία στο κατοπτρικό σύστημα.

Οι Williams et al. (2006) εξέτασαν αν η σχέση που υπάρχει μεταξύ του αυτισμού και της διαταραχής της μίμησης προέρχεται από δυσλειτουργία των κατοπτρικών νευρώνων. Με τη μέθοδο fMRI εξέτασαν αυτιστικά και φυσιολογικά παιδιά κατά τη διάρκεια εκτέλεσης κίνησης (σήκωναν το δάχτυλό τους) ανάλογα με την αναπαράσταση του βίντεο και κατά την παρακολούθηση του βίντεο χωρίς να εκτελούν κίνηση (βλ. εικόνα 3.4).



Εικόνα 3.4. Τα τρία είδη ερεθισμάτων: α) συνθήκη μίμησης, β) συνθήκη εκτέλεσης-συμβολικό ερέθισμα και γ) συνθήκη εκτέλεσης-χωρικό ερέθισμα (Williams et al., 2006).

Ενώ η ομάδα ελέγχου παρουσίασε δραστηριότητα στον δεξί βρεγματικό λοβό που αποδίδεται στους κατοπτρικούς νευρώνες, η αυτιστική ομάδα έδειξε μικρότερη ενεργοποίηση σε αυτό το σημείο. Ακόμη, βρέθηκαν διαφορετικές ενεργοποιήσεις κατά την μίμηση και παρατήρηση κινήσεων στις δύο ομάδες στην περιοχή συνένωσης του δεξιού κροταφικού και βρεγματικού λοβού. Η μελέτη υποθέτει πως το ΔΑΦ σχετίζεται με διαφοροποιημένους τρόπους ενεργοποίησης του εγκεφάλου κατά τη μίμηση, που δεν ενισχύουν την ανάπτυξη της μιμητικής ικανότητας και κοινωνικής κατανόησης.

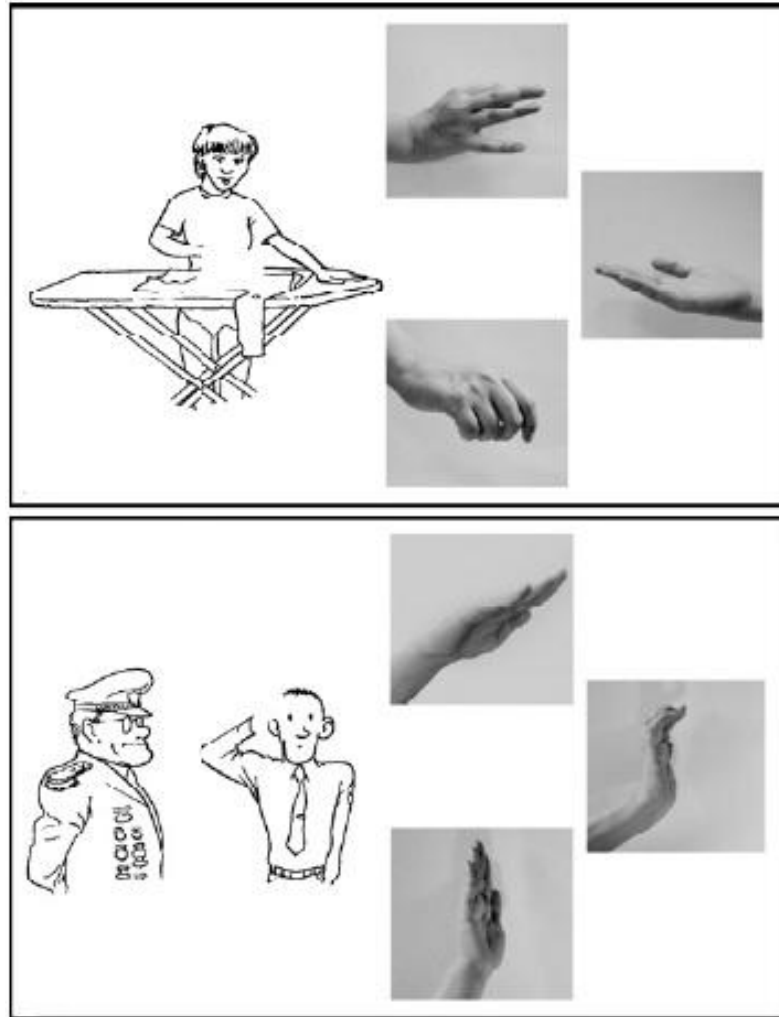
3.3 Μελέτες με δοκιμασίες συμπεριφοράς

Οι Hamilton et al. (2007) διεξήγαγαν μία μη νευρο-απεικονιστική μελέτη, αποτελούμενη από δοκιμασίες συμπεριφοράς, που είχαν χρησιμοποιηθεί σε προηγούμενες νευρο-απεικονιστικές μελέτες με ενήλικες. Μελέτησαν φυσιολογικά και αυτιστικά παιδιά σε τέσσερις δοκιμασίες και διεξήγαγαν μία σειρά από τεστ «Θεωρίας του Νου». Η «Θεωρία του Νου» αναφέρεται στην «ανάγνωση του νου», την εξήγηση δηλαδή της συμπεριφοράς των άλλων βάσει των γνώσεων, εμπειριών, απόψεων και επιθυμιών τους (Frith & Frith, 2005). Έτσι οι πράξεις τους έχουν μία λογική συνέχεια, οι ενέργειες και απόψεις των ανθρώπων απορρέουν από αυτό που σκέφτονται, ελπίζουν και επιθυμούν. Στα παραπάνω τεστ τα παιδιά με ΔΑΦ έδειξαν αδυναμία στο να κατανοήσουν την ψυχική κατάσταση και τα συναισθήματα άλλων ατόμων.

Οι δύο πρώτες δοκιμασίες της μελέτης αφορούν την μίμηση κινήσεων (ανατομική και κατοπτρική μίμηση). Και οι δύο ομάδες έδειξαν προτίμηση στην κατοπτρική μίμηση και οι επιδόσεις τους δεν διέφεραν σημαντικά. Η τρίτη δοκιμασία εξετάζει τη μίμηση λαβής και την οργάνωση κίνησης, όπου τα παιδιά έπρεπε να τοποθετήσουν ένα μακρόστενο αντικείμενο μέσα σε έναν κύκλο μετά από προφορικές οδηγίες και μετά από επίδειξη από ενήλικα. Τα αποτελέσματα έδειξαν χαμηλό επίπεδο σφαλμάτων και από τις δύο ομάδες, οι οποίες έδειξαν παρόμοια επίδοση στην οργάνωση μίας κίνησης. Στην τελευταία δοκιμασία δίνονται κάποιοι χαρακτήρες-καρτούν με σβησμένα τα χέρια, όπου τα παιδιά πρέπει να συμπληρώσουν την χειρονομία που ταιριάζει (βλ. εικόνα 3.5). Εδώ η ομάδα ΔΑΦ έδειξε καλύτερη επίδοση από την ομάδα ελέγχου, αποδεικνύοντας την ομαλή λειτουργία του κατοπτρικού νευρικού συστήματος.

Τα αποτελέσματα της μελέτης υποδεικνύουν διαχωρισμό μεταξύ των μιμητικών ικανοτήτων, όπου στις σχετικές δοκιμασίες τα παιδιά με ΔΑΦ ανταπεξήλθαν και των δοκιμασιών Θεωρίας του Νου, όπου τα ίδια παιδιά υστερούσαν. Οι ερευνητές υποστηρίζουν πως τα αυτιστικά παιδιά είναι ικανά να μιμηθούν κινήσεις, λαβές και να

κατανοήσουν χειρονομίες, παρόλο που αυτές οι ικανότητες εξαρτώνται από τους κατοπτρικούς νευρώνες και πως η δυσλειτουργία στο κατοπτρικό σύστημα δεν μπορεί από μόνη της να εξηγήσει τις ελλείψεις παιδιών με αυτισμό στην κοινωνική συμπεριφορά και τη Θεωρία του Νου.



Εικόνα 3.5. Η δοκιμασία αναγνώρισης χειρονομίας. Πάνω: Εικόνα με παράδειγμα κίνησης για χρήση αντικειμένου. Κάτω: Εικόνα με παράδειγμα συμβολικής κίνησης (Hamilton et al., 2007).

4. Κριτική θεώρηση

4.1 Μελέτες με ηλεκτροεγκεφαλογραφία (ΗΕΓ)

Στην μελέτη των Oberman et al. (2005) βρέθηκε σημαντική καταστολή των κυμάτων mu στην ομάδα ελέγχου κατά την παρατήρηση και εκτέλεση κινήσεων, ενώ η αυτιστική ομάδα παρουσίασε σημαντική καταστολή μόνο κατά την εκτέλεση κινήσεων. Μέσα από αυτή την έμμεση μέτρηση της ενεργοποίησης του κατοπτρικού συστήματος φαίνεται πως η κατοπτρική δραστηριότητα σε άτομα με αυτισμό ήταν μειωμένη κατά την παρατήρηση κινήσεων, εύρημα που υποστηρίζεται και στην έρευνα των Martineau et al. (2008). Η μελέτη των Bernier et al. (2007), στην οποία ενήλικα άτομα παρακολουθούν και μιμούνται κινήσεις χεριών και εκφράσεις προσώπων, είχε παρόμοια ευρήματα με τις παραπάνω, καταλήγοντας πως η μη φυσιολογική κατοπτρική δραστηριότητα σε άτομα με ΔΑΦ είναι πιο προφανής σε κοινωνικές-επικοινωνιακές καταστάσεις. Η ομάδα με αυτισμό ολοκλήρωσε με σφάλματα την συνθήκη της μίμησης και εμφάνισε μειωμένη καταστολή κατά την παρατήρηση κινήσεων ενώ οι ελλείψεις κατά την μίμηση συσχετίστηκαν με την μειωμένη καταστολή των κυμάτων mu.

Στην επόμενη έρευνα τους οι Oberman et al. (2008) υποστήριξαν πως η οικειότητα με τα ερεθίσματα έχει επίδραση στην καταστολή κυμάτων mu, καθώς και η ομάδα με ΔΑΦ και η ομάδα ελέγχου έδειξαν μεγαλύτερη ενεργοποίηση σε δοκιμασίες με οικεία πρόσωπα, παρά σε αυτές με άγνωστα. Η μελέτη των Fan et al. (2010), ωστόσο, φαίνεται να μην υποστηρίζει αυτή την άποψη, αφού η κατοπτρική δραστηριότητα αυτιστικών ατόμων βρέθηκε φυσιολογική, ακόμη και αν δεν παρουσίαζαν καμία ταύτιση με τα ερεθίσματα.

Η μελέτη των Raymaekers et al. (2009) παρουσίασε για πρώτη φορά ίδιες ενεργοποιήσεις του κατοπτρικού συστήματος σε παιδιά με αυτισμό και σε φυσιολογικά ανεπτυγμένα. Ακόμη βρέθηκε πως η ηλικία επηρεάζει την κατοπτρική λειτουργία στην αυτιστική ομάδα, δηλαδή όσο μεγαλύτερη η ηλικία τόσο μεγαλύτερη η καταστολή mu, κάτι που έρχεται σε αντίθεση με τα ευρήματα των Oberman et al. (2005). Ένα άλλο συμπέρασμα, στο οποίο κατέληξαν και άλλες μελέτες (Martineau et al., 2008· Fan et al., 2010) είναι πως το κατοπτρικό σύστημα ενεργοποιείται μόνο από βιολογικές κινήσεις και όχι από μη βιολογικές όπως μπάλες που αναπηδούν, κατά τις οποίες βρέθηκε απουσία καταστολής του κύματος mu.

Η πιο πρόσφατη έρευνα σε άτομα νεαρής ηλικίας των Fan et al. (2010) είχε ιδιαίτερα ευρήματα. Οι δοκιμασίες αφορούσαν παρατήρηση κινήσεων ενός χεριού που χειρίζεται ένα πiónι (δηλαδή μεταβατικών και προσανατολισμένων σε ένα αντικείμενο) και εκτέλεση

κινήσεων. Η ομάδα ΔΑΦ παρουσίασε αρκετά σφάλματα κατά τη μίμηση των κινήσεων παρόλο που η καταστολή των κυμάτων mu υποδείκνυε φυσιολογική κατοπτρική δραστηριότητα. Αυτό το αποτέλεσμα αντιτίθεται στα ευρήματα των Oberman et al. (2005), όπου δεν υπήρξε σημαντική καταστολή mu στην αυτιστική ομάδα, και των Raymaekers et al. (2009), όπου η αυτιστική και η ομάδα ελέγχου έδειξαν σημαντική καταστολή mu κατά την μίμηση κινήσεων.

Οι μελέτες των Oberman et al. (2005) και Fan et al. (2010) εμφανίζουν διαφορετικά αποτελέσματα λόγω και των διαφορετικών συνθηκών των πειραμάτων. Το πλήθος των ατόμων που έλαβαν μέρος στις δοκιμασίες διαφέρει, με αυτό των Fan et al. να είναι διπλάσιο. Επίσης, στην έρευνα των Oberman et al. (2005) παρουσιάζεται μεγαλύτερο εύρος ηλικιών με άτομα πάνω από 18 ετών. Η βασικότερη διαφορά όμως υπάρχει στις δοκιμασίες, καθώς στην πρώτη μελέτη είναι αμετάβατες ενώ στην δεύτερη είναι μεταβατικές, με κινήσεις που περιέχουν αντικείμενο (πιόνι). Αρκετές μελέτες υποστηρίζουν τη διαφορά μεταξύ μη φυσιολογικών αναπαραστάσεων κινήσεων χωρίς στόχο ή νόημα και αναπαραστάσεων κινήσεων με νόημα και το πώς επηρεάζουν τις νευρολογικές αποκρίσεις των ατόμων (Avikainen et al., 1999· Hamilton et al., 2007· Fan et al., 2010).

Η έρευνα των Fan et al. (2010) έρχεται σε αντίθεση με τα ευρήματα και των Raymaekers et al. (2009). Ενώ οι τελευταίοι βρήκαν σχέση μεταξύ της λειτουργίας των κατοπτρικών νευρώνων και της ηλικίας των ατόμων με ΔΑΦ, οι Fan et al. υποστηρίζουν πως η καταστολή mu δεν σχετίζεται με την ηλικία στα άτομα με ΔΑΦ αλλά και στην ομάδα ελέγχου. Σύμφωνα με την ανάλυσή τους καμία από τις ομάδες δεν είχε αναπτυξιακή αλλαγή στην καταστολή κυμάτων mu σε σχέση με τη ηλικία, με ηλικίες που εκτείνονται από την εφηβική ηλικία μέχρι και την ενηλικίωση (10-26 ετών). Στην πρόσφατη μελέτη των Oberman et al. (2013) βρέθηκε σημαντική συσχέτιση μεταξύ ηλικίας και καταστολής mu κατά την παρατήρηση κινήσεων στην ομάδα ΔΑΦ και ελέγχου, αλλά αυτή η συσχέτιση δεν εμφανίστηκε και κατά την εκτέλεση κινήσεων. Σε αυτή την έρευνα συγκεντρώθηκαν τα στοιχεία από τέσσερις ΗΕΓ μελέτες (Oberman et al., 2005, 2008· Pineda et al., 2008· Raymaekers et al., 2009) και τα αποτελέσματα υποστηρίζουν πως η δυσλειτουργία των κατοπτρικών νευρώνων δεν βελτιώνεται με την πάροδο του χρόνου σε άτομα με ΔΑΦ.

Η συσχέτιση της κατοπτρικής δραστηριότητας με την σοβαρότητα των συμπτωμάτων που παρουσιάζονται στις ΔΑΦ είναι ένα ακόμη εύρημα των Fan et al. (2010). Οι επικοινωνιακές ελλείψεις που εμφανίζονται στον αυτισμό συνδέονται με μικρότερη

καταστολή των κυμάτων mu κατά την παρατήρηση κινήσεων. Πάνω σε αυτό αντιτίθενται οι Raymaekers et al. (2009), που υποστηρίζουν πως δεν υπάρχει σύνδεση της κατοπτρικής δραστηριότητας με την οξύτητα των αυτιστικών συμπτωμάτων. Οι τελευταίοι προσθέτουν πως είναι προβληματική μερικές φορές η σύγκριση δειγμάτων ατόμων με ΔΑΦ γιατί τα συμπτώματα του αυτισμού δεν αναφέρονται πάντα λεπτομερώς ή χρησιμοποιείται άλλο είδος μέτρησης.

Οι παραπάνω ΗΕΓ μελέτες δεν παρέχουν ξεκάθαρα στοιχεία για την μη φυσιολογική καταστολή των κυμάτων mu σε άτομα με αυτισμό κατά την παρατήρηση και εκτέλεση κινήσεων και ένα κοινό συμπέρασμα είναι αδύνατον να εξαχθεί.

4.2 Μελέτες με λειτουργική απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού (fMRI)

Οι μελέτες που διεξάγονται με την μέθοδο της λειτουργικής απεικόνισης μαγνητικού συντονισμού χρησιμοποιούν άλλοτε συναισθηματικά ερεθίσματα με παρατήρηση και μίμηση εκφράσεων προσώπου και άλλοτε μη συναισθηματικά ερεθίσματα, όπως η παρατήρηση και εκτέλεση κινήσεων χεριών.

Η πρώτη μελέτη με fMRI που έδειξε διαφορές στην κατοπτρική δραστηριότητα αυτιστικών ατόμων ήταν αυτή των Dapretto et al. (2006), όπου παιδιά έπρεπε να παρατηρήσουν και να μιμηθούν ανθρώπινες εκφράσεις. Κατά τη συνθήκη μίμησης τα παιδιά με αυτισμό παρουσίασαν μικρότερη ενεργοποίηση στην καλυπτρική μοίρα σε σχέση με την ομάδα ελέγχου. Ακόμη, βρέθηκε πως ο βαθμός της κατοπτρικής δραστηριότητας και της σοβαρότητας των συμπτωμάτων είναι αντιστρόφως ανάλογος και πως η δραστηριότητα στην καλυπτρική μοίρα συσχετίζεται με τις κοινωνικές επιδόσεις των παιδιών. Αυτή η άποψη ενισχύθηκε και από την ανατομική μελέτη των Yamasaki et al. (2010), όπου βρήκαν μείωση του όγκου της φαιάς ουσίας στην καλυπτρική και τριγωνική μοίρα (μέρη του κατώτερου μετωπιαίου φλοιού) σε άτομα με ΔΑΦ και υποστηρίζουν πως ο μειωμένος όγκος της φαιάς ουσίας σε αυτές τις περιοχές συνδέεται με αυξημένη κοινωνική και επικοινωνιακή δυσκολία των ατόμων αυτών.

Στη συνέχεια, οι Grèzes et al. (2009) συνέκριναν τις αποκρίσεις ενηλίκων με ΔΑΦ και τυπικά ανεπτυγμένων ενηλίκων κάτω από προβολή συναισθημάτων φόβου όπου η ομάδα ελέγχου έδειξε μεγαλύτερη ενεργοποίηση στον κατώτερο μετωπιαίο φλοιό και την αμυγδαλή. Οι ερευνητές κατέληξαν πως οι διαφορετικές αποκρίσεις των ατόμων με ΔΑΦ κατά την παρατήρηση συναισθηματικών ενεργειών σχετίζονται με διαφορές στην συναισθηματική επεξεργασία στην αμυγδαλή και δεν πηγάζουν από δυσλειτουργίες στο κατοπτρικό σύστημα.

Στην μελέτη των Bastiaansen et al. (2011), που εξέτασαν ενήλικες με ΔΑΦ και φυσιολογικά ανεπτυγμένους σε εκφράσεις αηδίας, βρέθηκαν παρόμοιες αποκρίσεις. Επίσης, βρέθηκαν διαφορές στην ενεργοποίηση του δεξιού κατώτερου μετωπιαίου φλοιού σε σχέση με την ηλικία, με χαμηλότερη ενεργοποίηση σε νεότερους συμμετέχοντες με ΔΑΦ αλλά καμία διαφορά σε μεγαλύτερους σε ηλικία. Έτσι, καταλήγουν πως η ανάπτυξη της κατοπτρικής λειτουργίας συνεχίζεται στο φάσμα των ηλικιών 18-55 στο δείγμα τους και πως η βελτίωση της λειτουργίας των κατοπτρικών νευρώνων είναι δυνατή κατά την ενηλικίωση.

Η μελέτη των Schulte-Rüther et al. (2011), που μελέτησε αυτιστικά και φυσιολογικά ανεπτυγμένα άτομα, συμπεραίνει πως τα άτομα με ΔΑΦ μπορούν να χρησιμοποιήσουν το κατοπτρικό τους δίκτυο επαρκώς όταν το επιβάλλει μία δοκιμασία.

Οι παραπάνω μελέτες με συναισθηματικά ερεθίσματα δεν μπορούν να δώσουν μία καθαρή εικόνα για την σχέση κατοπτρικών νευρώνων και αυτιστικού φάσματος, καθώς η πρώτη δείχνει έλλειψη κατοπτρικής λειτουργίας σε άτομα με ΔΑΦ ενώ οι άλλες τρεις εμφανίζουν κανονικές αποκρίσεις κάτω από δοκιμασίες που είναι ουδέτερες και έχουν επεξηγηθεί διεξοδικά στους συμμετέχοντες ή σε διαφορετικές ηλικιακές ομάδες.

Σε μία μελέτη με μη συναισθηματικές δοκιμασίες οι Williams et al. (2006) χρησιμοποίησαν ως κύριο ερέθισμα κινήσεις δαχτύλων χεριών για να ελέγξουν την κατοπτρική λειτουργία σε αυτιστικούς και φυσιολογικά ανεπτυγμένους νέους. Ενώ η ίδια δοκιμασία σε παλαιότερη έρευνα είχε δείξει ενεργοποίηση στον κατώτερο μετωπιαίο φλοιό φυσιολογικών ατόμων (Iacoboni et al., 1999) τα αποτελέσματα των Williams et al. έδειξαν πως δεν υπάρχει εμπλοκή του κατώτερου μετωπιαίου φλοιού σε καμία ομάδα, αλλά βρέθηκε μη φυσιολογική λειτουργία στον βρεγματικό λοβό.

Σε επόμενη μελέτη οι Martineau et al. (2010) εξετάζοντας νεαρούς ενήλικες, με ερέθισμα κίνηση χεριού, βρήκαν περισσότερη ενεργοποίηση του κατώτερου μετωπιαίου φλοιού στην ομάδα με ΔΑΦ παρά στην ομάδα ελέγχου κατά την παρατήρηση ανθρώπινης κίνησης. Αυτή η υπερενεργοποίηση της καλυπτρικής μοίρας στην αυτιστική ομάδα ενισχύει την υπόθεση των ερευνητών για ανώμαλη λειτουργία του κατοπτρικού συστήματος σε άτομα με ΔΑΦ.

Οι Dinstein et al. (2010) και οι Marsh & Hamilton (2011) παρουσίασαν παρόμοια ευρήματα καθώς, έχοντας ως ερεθίσματα εικόνες με χειρονομίες ή κινήσεις, βρέθηκε ίδια ενεργοποίηση σε αυτιστική ομάδα και ομάδα ελέγχου σε περιοχή του κατώτερου βρεγματικού λοβού, που αποτελεί τον πυρήνα του κατοπτρικού νευρικού συστήματος. Σε

καμία από τις δύο μελέτες δεν βρέθηκε μη φυσιολογική κατοπτρική λειτουργία στους συμμετέχοντες με ΔΑΦ.

Όλες οι παραπάνω μελέτες με fMRI παρέχουν ελλιπή στοιχεία ώστε να καταλήξουμε σε μία επιβεβαιωμένη δυσλειτουργία του κατοπτρικού νευρικού συστήματος σε άτομα με ΔΑΦ. Σε παρόμοιο συμπέρασμα καταλήγει και η Hamilton (2013), καθώς μετά από εξέταση ερευνών με διάφορες μεθοδολογίες για την λειτουργία των κατοπτρικών νευρώνων σε νεαρά και ενήλικα άτομα με αυτισμό βρίσκει περιορισμένα στοιχεία υπέρ της δυσλειτουργίας των κατοπτρικών νευρώνων.

5. Συμπεράσματα - εκπαιδευτικές εφαρμογές

Οι έρευνες που μελετήθηκαν παραπάνω δεν παρέχουν σαφή στοιχεία υπέρ της θεωρίας για κατοπτρική δυσλειτουργία σε άτομα νεαρής ηλικίας με ΔΑΦ. Οι περισσότερες από τις μελέτες υποστηρίζουν κάποια ανωμαλία στην ενεργοποίηση των κατοπτρικών νευρώνων, ωστόσο υπάρχουν αρκετές διαφορές τόσο στα αποτελέσματα και τις εγκεφαλικές περιοχές που επηρεάζονται όσο και στις συνθήκες των πειραμάτων. Ακόμη, μελέτες με δοκιμασίες συμπεριφοράς, όπως των Hamilton et al. (2007), καταλήγουν σε μη τεκμηριωμένα συμπεράσματα καθώς δεν έχουν διεξάγει απεικονίσεις του εγκεφάλου ή νευροφυσιολογικά πειράματα ώστε να εντοπίσουν αν υπάρχει ενεργοποίηση σε κατοπτρικές περιοχές.

Αρκετές μελέτες παρέχουν στοιχεία πως μαθησιακές-γνωστικές δραστηριότητες που αφορούν το κατοπτρικό σύστημα μπορούν να βοηθήσουν στη βελτίωση αυτιστικών συμπτωμάτων. Η παρατήρηση πως η κατοπτρική λειτουργία παρουσιάζεται φυσιολογική σε νεαρά αυτιστικά άτομα κάτω από την επίδραση οικείων ερεθισμάτων μπορεί να οδηγήσει σε παρεμβάσεις που θα στοχεύουν σε βελτίωση των κοινωνικών ελλειμμάτων αυτών. Αισθητικο-κινητικές δραστηριότητες στα πλαίσια της μάθησης και του σχολείου μπορούν να βελτιώσουν την κατοπτρική λειτουργία παιδιών με ΔΑΦ (Catmur et al., 2007). Ακόμη, παρεμβάσεις που εστιάζουν στις μιμητικές ικανότητες μπορούν να αναπτύξουν συγκεκριμένες δεξιότητες σε αυτιστικά παιδιά που αφορούν την γλώσσα, την από κοινού εστίαση προσοχής και τις δεξιότητες παιχνιδιού (Ingersoll et al., 2006). Στο παραπάνω συγκλίνουν και οι Field et al. (2001) που βρήκαν πως, όταν ενήλικοι μιμήθηκαν συμπεριφορές αυτιστικών παιδιών, αυτά ανέπτυξαν αυξημένες κοινωνικές συμπεριφορές και βελτιώθηκαν στην από κοινού εστίαση προσοχής, την εκφώνηση λέξεων αλλά και στο χαμόγελο. Μία πρόταση για τη βελτίωση της κατοπτρικής λειτουργίας και της Θεωρίας του Νου είναι το παιχνίδι με εικονικά κατοικίδια στο διαδίκτυο. Η Altschuler (2008) υποστηρίζει πως ένα παιδί με την υιοθέτηση και φροντίδα ενός εικονικού κατοικίδιου θα μπορέσει να σκεφτεί για τον κόσμο μέσα από τα μάτια και τις ανάγκες του.

Καταλήγοντας, φαίνεται πως επιβάλλεται περισσότερη έρευνα, με χρήση υψηλότερης ανάλυσης ΗΕΓ ή με συνδυασμό μεθόδων για να εξεταστεί εάν το κατοπτρικό σύστημα σε νεαρά άτομα με ΔΑΦ παρουσιάζει δυσλειτουργίες, δέχεται λανθασμένα ερεθίσματα από άλλες περιοχές του εγκεφάλου ή αν υπάρχει γενικότερη επιπλοκή στην ένωση των νευρολογικών δικτύων. Επίσης, ευρήματα των παραπάνω μελετών μπορούν να

αξιοποιηθούν, όπως η επίδραση του φαινομένου της οικειότητας και των μεταβατικών, προσανατολισμένων σε αντικείμενα κινήσεων.

6. Βιβλιογραφία

Ελληνόγλωσση βιβλιογραφία

Κωτσόπουλος, Σ. (2007). Η νευροβιολογία του αυτισμού. *Ψυχιατρική*, 18(3), 225-238.

Κωτσοπούλου, Α., Γαστεράτος, Α., Γεωργίου, Α., Γεραντώνη, Σ., Γυφτογιάννη, Μ., Σακελλάρη, Μ., και συν. (2009). *Εργαλείο Διεπιστημονικής ομάδας για την Αξιολόγηση του Επιπέδου Λειτουργικότητας Παιδιού στο Φάσμα του Αυτισμού (ΕΔΑΛΦΑ)*. Παρουσίαση στο Συνέδριο για τον Αυτισμό: Σύγχρονες απόψεις για την αιτιολογία - παθογένεια - θεραπευτική παρέμβαση. ΤΕΙ Πάτρας, 24-25 Οκτωβρίου.

Frith, U. (1999). *Εξηγώντας το αίνιγμα*, (μτφρ.) Γ. Καλομοίρης. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

Heward, L. W. (2011). *Παιδιά με ειδικές ανάγκες: Μία εισαγωγή στην ειδική εκπαίδευση*, (μτφρ.) Χ. Λυμπεροπούλου. Αθήνα: Εκδόσεις Τόπος.

Kolb, B., Whishaw, Q. I. (2009). *Εγκέφαλος και συμπεριφορά*, τόμ. 2. Αθήνα: Π.Χ. Πασχαλίδης.

Ξενόγλωσση βιβλιογραφία

Altschuler, E.L. (2008). Play with online virtual pets as a method to improve mirror neuron and real world functioning in autistic children. *Medical Hypotheses*, 70, 748–749.

Avikainen, S., Kulomaki, T., Hari, R. (1999). Normal movement reading in Asperger subjects. *Neuroreport*, 10(17), 3467–3470.

Baron-Cohen, S. (1995). *Mindblindness: An essay on Autism and Theory of Mind*. Cambridge MA: MIT Press.

Bastiaansen, J.A., Thioux, M., Nanetti, L., van der Gaag, C., Ketelaars, C., Minderaa, R., et al. (2011). Age-related increase in inferior frontal gyrus activity and social functioning in autism spectrum disorder. *Biological Psychiatry*, 69(9), 832–838.

- Bernier, R., Dawson, G., Webb, S. & Murias, M. (2007). EEG mu rhythm and imitation impairments in individuals with autism spectrum disorder. *Brain and Cognition*, 64(3), 228–237.
- Bhat,N., Galloway, C. & Landa, J. (2010). Social and non-social visual attention patterns and associative learning in infants at risk for autism. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 51(9), 989–997.
- Buxbaum, J. & Hof, P. (2013). *The neuroscience of autism spectrum disorders*. Oxford: Waltham, MA : Academic Press/Elsevier.
- Catmur, C., Walsh, V. & Heyes, C. (2007). Sensorimotor Learning Configures the Human Mirror System, *Current Biology*, 17(17), 1527-1531.
- Cochin, S., Barthelemy, C., Lejeune, B., Roux, S. & Martineau, J. (1998). Perception of motion and qEEG activity in human adults. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 107(4), 287-295.
- Cochin, S., Barthelemy, C., Roux, S. & Martineau, J. (1999). Observation and execution of movement: similarities demonstrated by quantified electroencephalography. *European Journal of Neuroscience*, 11(5), 1839-1842.
- Dapretto, M., Davies, M.S., Pfeifer, J.H., Scott, A.A., Sigman, M., Bookheimer, S.Y., et al. (2006). Understanding emotions in others: Mirror neuron dysfunction in children with autism spectrum disorders. *Nature Neuroscience*, 9(1), 28-30.
- Dawson, G., Munson, J., Webb, S.J., Nalty, T., Abbott, R. & Toth, K. (2007). Rate of Head Growth Decelerates and Symptoms Worsen in the Second Year of Life in Autism. *Biological Psychiatry*, 61(4), 458–464.
- Di Pellegrino, G., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V. & Rizzolatti, G. (1992). Understanding motor events: a neurophysiological study. *Experimental Brain Research*, 91, 176-180.
- Dinstein, I., Thomas, C., Humphreys, K., Minshew, N.J., Behrmann, M. & Heeger, D.J. (2010) .Normal movement selectivity in autism. *Neuron*, 66(3), 461–469.

- Elsabbagh, M., Divan, G., Koh, Y.J., Kim, Y.S., Kauchali, S., Marcín C., et al. (2012). Global prevalence of autism and other pervasive developmental disorders. *Autism Research*, 5(3), 160-79.
- Fan, Y.T., Decety, J., Yang, C.Y., Liu, J.L. & Cheng, Y. (2010). Unbroken mirror neurons in autism spectrum disorders. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 51(9), 981–988.
- Field, T., Field, T., Sanders, C. & Nadel, J. (2001). Children with Autism Display more Social Behaviors after Repeated Imitation Sessions. *Autism*, 5(3), 317-323.
- Folstein, S. & Rutter M. (1977). Infantile Autism: a genetic study of 21 twin pairs. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 18(4), 297–321.
- Frith, C. & Frith, U. (2005). Theory of mind. *Current Biology*, 15(17), R644-R645.
- Frith, U. (2008). *Autism: A very short introduction*. Oxford, England: Oxford University Press.
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L. & Rizzolatti, G. (1996). Action recognition in the premotor cortex. *Brain*, 119(2), 593–609.
- Grèzes, J., Wicker, B., Berthoz, S., de Gelder, B. & Grezes, J. (2009). A failure to grasp the affective meaning of actions in autism spectrum disorder subjects. *Neuropsychologia*, 47(8–9), 1816–1825.
- Hamilton, A. (2013). Reflecting on the mirror neuron system in autism: A systematic review of current theories. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 3, 91–105.
- Hamilton, A., Brindley, R.M. & Frith, U. (2007). Imitation and action understanding in autistic spectrum disorders: How valid is the hypothesis of a deficit in the mirror neuron system? *Neuropsychologia*, 45(8), 1859–1868.
- Herbert, M. (2005). Large Brains in Autism: The Challenge of Pervasive Abnormality. *Neuroscientist*, 11(5), 417-440.
- Iacoboni, M. & Dapretto, M. (2006). The mirror neuron system and the consequences of its dysfunction. *Nature Reviews Neuroscience*, 7, 942-951.

- Iacoboni, M., Woods, R. P., Brass, M., Bekkering, H., Mazziotta, J. C., & Rizzolatti, G. (1999). Cortical mechanisms of human imitation. *Science*, 286(5449), 2526–2528.
- Ingersoll, B. & Schreibman, L. (2006). Teaching reciprocal imitation skills to young children with autism using a naturalistic behavioral approach: Effects on language, pretend play, and joint attention. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 36(4), 487-505.
- Kanner, L. (1943). Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child*, 2, 217-250.
- Levy, S., Mandell, D. & Schultz, R. (2009). Autism. *The Lancet*, 374(9701), 1627 – 1638.
- Lotter, V. (1966). Epidemiology of autistic conditions in young children. *Social Psychiatry*, 1, 124-137.
- Marsh, L. & Hamilton, A. (2011). Dissociation of mirroring and mentalising systems in autism. *NeuroImage*, 56(3), 1511–1519.
- Martineau, J., Cochin, S., Magne, R. & Barthelemy, C. (2008). Impaired cortical activation in autistic children: Is the mirror neuron system involved? *International Journal of Psychophysiology*, 68, 35–40.
- Muthukumaraswamy, S.D., Johnson, B.W. & McNair N.A. (2004). Mu rhythm modulation during observation of an object-directed grasp. *Cognitive Brain Research*. 19(2), 195–201.
- Oberman, L., Hubbard, E., McCleery, J., Altschuler, E.L., Ramachandran, V.S. & Pineda, J.A. (2005). EEG evidence on mirror neuron dysfunction in autism spectrum disorders. *Cognitive Brain Research*, 24, 190-198.
- Oberman, L., McCleery, J., Hubbard, E., Bernier, R., Wiersema, J., Raymaekers, R., et al. (2013). Developmental changes in mu suppression to observed and executed actions in autism spectrum disorders. *Social Cognitive Affect Neuroscience*, 8(3), 300-304.
- Oberman, L.M., Pineda, J.A., & Ramachandran, V.S. (2007). The human mirror neuron system: A link between action observation and social skills. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, 2, 62–66.

- Oberman, L.M., Ramachandran, V. & Pineda, J.(2008). Modulation of mu suppression in children with autism spectrum disorders in response to familiar or unfamiliar stimuli: The mirror neuron hypothesis. *Neuropsychologia*, *46*, 1558–1565.
- Perkins, T., Stokes, M., McGillivray, J. & Bittar, R. (2010). Mirror neuron dysfunction in autism spectrum disorders. *Journal of Clinical Neuroscience*, *17*, 1239-1243.
- Pineda, J.A., Brang, D., Hecht, E., Edwards, L., Carey, S., Bacon, M., et al. (2008). Positive behavioral and electrophysiological changes following neurofeedback training in children with autism. *Research in Autism Spectrum Disorders*, *2*(3), 557–81.
- Ramachandran, V.S. & Oberman, L.M. (2006). Broken Mirrors: A theory of autism. *Scientific American Magazine*, *295*(5), 62-69.
- Raymaekers, R., Wiersema R.J. & Roeyers, H. (2009). EEG study of the mirror neuron system in children with high functioning autism. *Brain Research*, *1304*, 113 – 121.
- Rizzolatti, G. & Fabbri-Destro, M. (2008). Mirror neurons and mirror systems in monkeys and humans. *Physiology*, *23*, 171-179.
- Rizzolatti, G. & Fabbri-Destro, M. (2008). The mirror system and its role in social cognition. *Current Opinion in Neurobiology*, *18*, 1–6.
- Rizzolatti, G. & Fabbri-Destro, M. (2010). Mirror neurons: from discovery to autism. *Experimental Brain Research*, *200*(3-4), 223–237.
- Rizzolatti, G., & Arbib, M.A.(1998). Language within our grasp. *Trends in neuroscience*, *21*, 188–194.
- Rizzolatti, G., & Craighero, L. (2004). The mirror-neuron system. *Annual Review of Neuroscience*, *27*, 169–192.
- Rizzolatti, G., Fadiga, L., Gallese, V. & Fogassi, L. (1996). Premotor cortex and the recognition of motor actions. *Cognitive Brain Research*, *3*, 131-141.
- Schulte-Rüther, M., Greimel, E., Markowitsch, H.J., Kamp-Becker, I., Remschmidt, H., Fink, G.R., et al. (2011). Dysfunctions in brain networks supporting empathy: an fMRI study in adults with autism spectrum disorders. *Social Neuroscience*, *6*(1), 1–21.

- Smalley, S.L., Arasnow, R.F. & Spence, M.A. (1988). Autism and genetics: a decade of research. *Archives of General Psychiatry*, 45, 953-961.
- Williams, J.H., Waiter, G.D., Gilchrist, A., Perrett, D.I., Murray, A.D., & Whiten, A. (2006). Neural mechanisms of imitation and 'mirror neuron' functioning in autistic spectrum disorder. *Neuropsychologia*, 44, 610–621.
- Williams, J.H., Whiten, A., Suddendorf, T., & Perrett, D.I. (2001). Imitation, mirror neurons and autism. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 25, 287–295.
- Yamasaki, S., Yamasue, H., Abe, O., Suga, M., Yamada, H., Inoue, H., et al. (2010). Reduced gray matter volume of pars opercularis is associated with impaired social communication in high-functioning autism spectrum disorders. *Biological Psychiatry*, 68(12), 1141-1147.

Ιστοσελίδες

- Ramachandran, V.S. (2000). Mirror neurons and imitation learning as the driving force behind "the great leap forward" in human evolution. Ανακτήθηκε 9 Ιουλίου 2014 από το Διαδίκτυο: http://edge.org/3rd_culture/ramachandran/ramachandran_index.html