

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΕΛΕΥΘΕΡΝΑ

ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ ΠΕΡΙΟΔΙΚΟ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ
ΨΥΧΟΛΟΓΙΑΣ



ΤΟΜΟΣ ΕΚΤΟΣ
ΡΕΘΥΜΝΟ 2013

Οι αριθμητικές και υπολογιστικές δεξιότητες των ατόμων με διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού: Νευρογνωστικές προσεγγίσεις

Ψωμά-Μακρή Μαρία¹⁹, Βλάχος Φίλιππος²⁰

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανασκόπηση μελετών σχετικά με τις αριθμητικές και υπολογιστικές δεξιότητες των ατόμων με διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού. Εστιάζοντας στις νευροβιολογικές και γνωστικές διεργασίες που αξιοποιούνται από τα αυτιστικά άτομα κατά τη διάρκεια αριθμητικών και υπολογιστικών έργων θα επιδιώξουμε να κατανοήσουμε εάν η υπολογιστική σκέψη των αυτιστικών ατόμων διαφοροποιείται συγκριτικά με τα άτομα τυπικής ανάπτυξης. Όπως προκύπτει από σύγχρονες νευροαπεικονιστικές και γνωστικές μελέτες φαίνεται να υπάρχει ένα συγκεκριμένο γνωστικό πρότυπο, που αναδεικνύει τι θα μπορούσε να ευνοήσει την ανάπτυξη ειδικών δεξιοτήτων ή «νησίδων ικανότητας» στον γνωστικό τομέα των μαθηματικών εντός του φάσματος του αυτισμού. Εντούτοις, είναι δύσκολο να αποφανθούμε σχετικά με το εάν αυτό το αυτιστικό γνωστικό πρότυπο λειτουργίας, που βασίζεται στη διαδικαστική μνήμη, την άδηλη μάθηση και τις οπτικο-αντιληπτικές ικανότητες μπορεί να οδηγήσει σε ανώτερη μαθηματική σκέψη ή αν αντανακλά ανώτερη μαθηματική ικανότητα. Το σίγουρο είναι πως μπορεί να οδηγήσει σε έναν ιδιαίτερο και διαφορετικό, από τον νευροτυπικό, τρόπο σκέψης, ως αποτέλεσμα της διαφοροποιημένης συνδεσιμότητας, οργάνωσης και λειτουργίας των εγκεφαλικών δομών, όπου το περιορισμένο ενδιαφέρον, το κίνητρο και η έμμονη εξάσκηση λειτουργούν ενισχυτικά.

Λέξεις κλειδιά: διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού, αριθμητικές και υπολογιστικές δεξιότητες, εγκέφαλος, γνωστικές λειτουργίες.

Εισαγωγή

Ο αυτισμός είναι μία ετερογενής, νευροαναπτυξιακή διαταραχή, τα ακριβή αίτια της οποίας παραμένουν άγνωστα. Πολλοί παράγοντες έχουν συσχετισθεί με την αιτιοπαθογένεια του, ενώ έχουν γίνει πολλές προσπάθειες ερμηνείας της διαταραχής,

¹⁹ Ψυχολόγος, μεταπτυχιακή φοιτήτρια Παιδαγωγικού Τμήματος Ειδικής Αγωγής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, e-mail: psoma-mak@uth.gr

²⁰ Αναπλ. Καθηγητής, Παιδαγωγικό Τμήμα Ειδικής Αγωγής, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Αργοναυτών & Φιλελλήνων, 38221 Βόλος, Τηλ. 2421074739, e-mail: fvlachos@uth.gr (Διεύθυνση επικοινωνίας)

που εστιάζουν σε βιολογικό, γνωστικό και συμπεριφοριστικό επίπεδο (Happé, 1999). Οι μελέτες δομικής νευροαπεικόνισης σε άτομα με αυτισμό υποδεικνύουν κάποιες παθολογίες στους μετωπιαίους λοβούς του εγκεφάλου, την αμυγδαλή και την παρεγκεφαλίδα (Amaral, Schumann & Nordahl, 2008), όμως δεν υπάρχουν συνεπή ευρήματα που να μπορούν να ερμηνεύσουν επαρκώς όλο το φάσμα των διαταραχών του αυτισμού. Πρόσφατες μελέτες καταλήγουν στο συμπέρασμα πως ο αυτισμός μάλλον δεν αποτελεί συνέπεια εστιασμένης παθολογίας σε μία συγκεκριμένη εγκεφαλική δομή, αλλά το αποτέλεσμα μίας διαταραγμένης εξελικτικής πορείας της εγκεφαλικής ανάπτυξης και συνδεσιμότητας (Melillo & Leisman, 2009) και προτείνουν ότι η ετερογένεια τόσο των βασικών, όσο και των συνοδών χαρακτηριστικών (αδυναμιών, αλλά και ειδικών ικανοτήτων) οδηγούν σε ένα ετερογενές πρότυπο νευροπαθολογίας, που ορίζει και τη λειτουργικότητα του αυτιστικού ατόμου.

Έχει υποστηριχθεί ότι οι διαταραχές που εντάσσονται στο φάσμα του αυτισμού μπορούν να περιγραφούν ως ένα συνεχές επιπέδων ικανότητας, που εκτείνεται από τη νοητική υστέρηση ως τη διανοητική ευφυΐα (Meyer & Minshew, 2002). Αυτή η άποψη υποδηλώνει ότι οι διαταραχές του αυτιστικού φάσματος διαφοροποιούνται ως προς τη σοβαρότητα των συμπτωμάτων και το επίπεδο των νοητικών ικανοτήτων, χωρίς αυτό να σημαίνει πως πρόκειται για διακριτές διαγνωστικές κατηγορίες. Για το λόγο αυτό οι ερευνητές κάνουν αναφορά σε ένα φάσμα αυτιστικών διαταραχών (χαμηλής, μέτριας και υψηλής λειτουργικότητας αυτισμός ή σύνδρομο Asperger), παρά σε έναν και μοναδικό φαινότυπο αυτισμού (Geschwind & Levitt, 2007). Τα παιδιά με αυτιστική διαταραχή μπορεί να έχουν καλή ή κακή λειτουργικότητα, αναλόγως του δείκτη νοημοσύνης τους [π.χ., τα άτομα με αυτισμό που έχουν τυπικό ή άνω του τυπικού δείκτη νοημοσύνης (IQ) θεωρείται πως έχουν υψηλής λειτουργικότητας αυτισμό], του λεξιλογίου τους, της καταληπτότητας της γλώσσας τους και της βαρύτητας των άλλων

συμπτωμάτων τους (Baron-Cohen, 2009). Το σύνδρομο Asperger (ΣΑ) είναι μία διάχυτη αναπτυξιακή διαταραχή, που εντάσσεται στο φάσμα των αυτιστικών διαταραχών και χαρακτηρίζεται από αυτιστική κοινωνική δυσλειτουργικότητα, ελλείμματα στην επικοινωνία, περιορισμένα και έμμονα ενδιαφέροντα, χωρίς ωστόσο να παρατηρούνται σημαντικά ελλείμματα της γλωσσικής και νοητικής ανάπτυξης, ενώ συχνά αναφέρεται στη βιβλιογραφία ως Αυτισμός Υψηλής Λειτουργικότητας [ΥΛΑ (Ghaziuddin & Mountain-Kimchi, 2004)].

Παρότι ο αυτισμός είναι περισσότερο γνωστός ως ένα σύνδρομο ελλειμμάτων, η αναπτυξιακή πορεία τόσο μεταξύ των ατόμων με αυτισμό, όσο και εντός του ίδιου του ατόμου δεν είναι ομοιογενής και γραμμική. Έχει παρατηρηθεί η συνύπαρξη χαμηλής λειτουργικότητας αυτισμού και γνωστικών ελλειμμάτων σε κάποιους τομείς με τυπικές ή και ανώτερες νοητικές διεργασίες και ειδικές δεξιότητες σε άλλα γνωστικά πεδία στο ίδιο άτομο (Heaton & Wallace, 2004).

Αντικείμενο της παρούσας ανασκόπησης είναι η μελέτη των αριθμητικών και υπολογιστικών δεξιοτήτων σε άτομα με αυτισμό και σύνδρομο Asperger. Εστιάζοντας στις νευροβιολογικές και γνωστικές διεργασίες που αξιοποιούνται από τα αυτιστικά άτομα κατά τη διάρκεια αριθμητικών και υπολογιστικών έργων θα επιδιώξουμε να κατανοήσουμε εάν η υπολογιστική σκέψη των αυτιστικών ατόμων διαφοροποιείται συγκριτικά με τα άτομα τυπικής ανάπτυξης, και να απαντήσουμε στα εξής ερωτήματα: (α) Τι είναι αυτό που ευνοεί στα άτομα με διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού την ανάδυση ειδικών δεξιοτήτων στα μαθηματικά και στους αριθμητικούς υπολογισμούς, μέσα σε ένα ευρύτερο πλαίσιο γνωστικών, συμπεριφορικών και κοινωνικών ελλειμμάτων; (β) Μπορούμε άραγε να μιλάμε για υψηλού επιπέδου μαθηματική σκέψη, ταλέντο ή χαρισματικότητα ή μήπως πρόκειται για μια διαφορετική κατανομή των γνωστικών πόρων και αντισταθμιστική λειτουργία νευροβιολογικών δομών και δικτύων

που εξαιτίας της διαφορετικής οργάνωσης στους εγκεφάλους των αυτιστικών επιτρέπουν την εμφάνιση και ανάπτυξη κάποιων ασυνήθιστων δεξιοτήτων; (γ) Αν όπως υποστηρίζουν οι Snyder και Mitchell (1999) υπάρχει μία έμφυτη προδιάθεση που ευνοεί τις ειδικές υπολογιστικές δεξιότητες στον αυτισμό, και όχι σε άλλες διαγνωστικές κατηγορίες, τότε γιατί αυτό δεν συμβαίνει με όλους τους αυτιστικούς;

Το φάσμα του αυτισμού και οι ειδικές δεξιότητες

Το Σύνδρομο Ειδήμονος (Savant Syndrome) και οι νησίδες ικανοτήτων

Οι ικανότητες που παρουσιάζουν τυπικό επίπεδο στα άτομα με αυτισμό ή σύνδρομο Asperger, ονομάζονται «νησίδες ικανοτήτων» (Gagnon et al., 2004) και είναι αυξημένης θεωρητικής σημασίας για την κατανόηση του γνωστικού υπόβαθρου της διαταραχής (Happé, 1999). Οι «νησίδες ικανοτήτων» ωστόσο θα πρέπει να διαφοροποιούνται από τις δεξιότητες εκείνες που εμφανίζονται σε ανώτερα του τυπικού επίπεδα, σε ένα μικρό ποσοστό (περίπου 10%) «ταλαντούχων» (ειδημόνων) ατόμων με αυτισμό (Gagnon et al., 2004· Howlin et al., 2009· Wallace, 2008).

Το φαινόμενο ανάπτυξης ειδικών «ταλέντων» ή χαρισμάτων από αυτιστικούς συναντάται στην βιβλιογραφία ως Σύνδρομο Ειδήμονος (Savant Syndrome), όρος που εισήχθη από τον Treffert (1989), προκειμένου να περιγράψει νοητικά υστερούντα άτομα που εμφάνιζαν εντυπωσιακές ειδικές δεξιότητες σε συγκεκριμένους γνωστικούς τομείς (Heaton & Wallace, 2004). Παρά τη σπανιότητα του, το Σύνδρομο Ειδήμονος έχει κερδίσει το ερευνητικό ενδιαφέρον πολλών επιστημόνων από το χώρο της ψυχολογίας και των νευροεπιστημών. Αρκετές μελέτες (Heaton & Wallace, 2004· Treffert, 2009· Wallace, 2008) έχουν επιτρέψει την περιγραφή των ειδικών δεξιοτήτων που συναντώνται σε άτομα που παρουσιάζουν χαρακτηριστικά αυτού του συνδρόμου. Κάποια ιδιαίτερος αναπτυγμένα χαρακτηριστικά σε αναπτυξιακό και γνωστικό επίπεδο,

είναι πιθανόν σε κάποια άτομα να οδηγήσουν σε υψηλού επιπέδου γνωστικές ικανότητες και ανάπτυξη ειδικών δεξιοτήτων (Baron-Cohen & Belmonte, 2005), χωρίς να γνωρίζουμε τις ακριβείς συνθήκες κάτω από τις οποίες συμβαίνει κάτι τέτοιο.

Οι μαθητές με ΥΛΑ και ΣΑ εμφανίζουν ανεπτυγμένες δεξιότητες σε μη λεκτικά έργα, κυρίως αυτά που απαιτούν αντιληπτική οργάνωση και χωρική οπτικοποίηση, ενώ χαρακτηρίζονται από υψηλού επιπέδου ικανότητα της διαδικαστικής μνήμης (Myles & Simpson, 2002). Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, τα άτομα με διαταραχή του αυτιστικού φάσματος εμφανίζουν περιορισμένα και έμμονα ενδιαφέροντα, π.χ. για τους αριθμούς, αλλά και ένα αστείρευτο ενδιαφέρον για πρόσκτηση γνώσης που σχετίζεται με ένα συγκεκριμένο τομέα των ενδιαφερόντων τους. Ιδιαίτερες δεξιότητες όπως ο αστραπιαίος υπολογισμός, η αναγνώριση των πρώτων αριθμών, η ευκολία σε ημερολογιακούς υπολογισμούς και η εκπληκτική επεισοδιακή μνήμη, είναι αρκετά συχνά εμφανιζόμενες στο αυτιστικό φάσμα, συγκριτικά με άλλες κατηγορίες αναπτυξιακών διαταραχών (Treffert, 2009).

Οι μαθηματικές δεξιότητες των ατόμων στο φάσμα του αυτισμού

Αν και υπάρχουν βιβλιογραφικές αναφορές που τονίζουν τις ιδιαίτερες μαθηματικές δεξιότητες των ατόμων στο φάσμα του αυτισμού (Ward & Alar, 2000), παρόλα αυτά υπάρχουν και αναφορές που υποστηρίζουν ότι τα άτομα με ΣΑ δυσκολεύονται με μαθηματικές έννοιες και κυρίως την επίλυση προβλημάτων (Myles & Simpson, 2003). Η μελέτη των Griswold και συν. (2002·αναφέρεται στο Chiang & Lin, 2007) στόχευσε να αξιολογήσει την ακαδημαϊκή επίδοση των μαθητών με ΣΑ, μέσω της υποκλίμακας των Μαθηματικών Πράξεων του Wechsler Individual Achievement Test (WIAT). Τα ευρήματά τους έδειξαν ότι οι μαθητές με ΣΑ υπολείπονται σε μαθηματικές δεξιότητες. Έχει, ωστόσο, υποστηριχθεί ότι οι μετρήσεις

με τεστ που βασίζονται στην λεκτική εκφορά ίσως να μην είναι οι κατάλληλες προκειμένου να αξιολογηθεί η γνωστική ανάπτυξη, η μαθηματική γνώση, η οξυδέρκεια και οι ειδικές δεξιότητες των ατόμων με αυτισμό, δεδομένων των ελλειμμάτων τους στην επικοινωνία και της διασπαστικότητάς τους (Motttron, Dawson, & Soulières, 2009).

Σύμφωνα με μια ανασκόπηση σχετικά με την μαθηματική ικανότητα των ατόμων με αυτισμό (Chiang & Lin, 2007) πολλά άτομα με ΣΑ & ΥΛΑ έχουν τυπική μαθηματική ικανότητα ή κλινικά ασήμαντη μαθηματική αδυναμία και κάποια άτομα με ΣΑ/ΥΛΑ έχουν μαθηματική χαρισματικότητα. Παρότι η συγκεκριμένη μελέτη επικεντρώνεται σε άτομα με διαταραχή στο φάσμα του αυτισμού, που επιδεικνύουν ανωτέρου επιπέδου μαθηματική ικανότητα, εντούτοις δεν είναι γνωστό το εάν αυτή η ικανότητα αντανακλά κάποια γενικότερη ευφυΐα.

Στη μελέτη των Jones και συν. (2009) εξετάστηκαν 100 έφηβοι με διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού και διαπιστώθηκε ότι 7 στους 10, εμφάνιζαν τουλάχιστον έναν μαθησιακό τομέα (ανάγνωση, συλλαβισμό, αναγνωστική κατανόηση, αριθμητική, ευρύτερες μαθηματικές δεξιότητες) με ελλείμματα ή υψηλή επίδοση. Το 14% του δείγματος εμφάνισε υψηλή αναγνωστική επίδοση και το 10% επίδοση κάτω του τυπικού. Ένα ποσοστό 16% του δείγματος εμφάνισε υψηλή αριθμητική επίδοση. Αυτά τα άτομα χαρακτηρίζονταν από τυπική νοημοσύνη, ανώτερη αριθμητική ικανότητα και πολύ καλύτερη επίδοση στις αριθμητικές δοκιμασίες σε σύγκριση με τις λεκτικές. Τέλος, το 6% του δείγματος εμφάνισε χαμηλή αριθμητική ικανότητα, ενώ το γενικό νοητικό τους επίπεδο ήταν τυπικό. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η αριθμητική ικανότητα είναι ένας ανεπτυγμένος τομέας για τα άτομα με αυτισμό, κάτι που όπως υποστηρίζει ο Baron-Cohen (2006) μπορεί να προκύπτει από το εγγενές γνωστικό προφίλ που χαρακτηρίζει τους αυτιστικούς.

Σε μία πιο πρόσφατη μελέτη (Haas, 2010) διερευνήθηκαν πιθανές διαφοροποιήσεις σε 3 μαθητές με υψηλής λειτουργικότητας αυτισμό (5 έως 7 ετών) κατά την επίλυση προβλημάτων, συγκρίνοντας τους με 13 μαθητές τυπικής ανάπτυξης. Διαπιστώθηκε ότι η επίδοση μαθητών μικρής ηλικίας με αυτισμό σε αριθμητικά έργα ήταν εξίσου καλή με αυτή συνομηλίκων τους με τυπική ανάπτυξη, ωστόσο, οι δύο ομάδες διαφοροποιούνταν ως προς τις στρατηγικές που χρησιμοποίησαν. Οι αυτιστικοί μαθητές εφάρμοσαν κατά ποσοστό 100% ανάκληση, για να απαντήσουν, ενώ οι νευροτυπικοί χρησιμοποίησαν ανάκληση σε ποσοστό 30%, αλλά και άλλες στρατηγικές όπως το να μετρούν νοερά, φωναχτά ή με τα δάχτυλα.

Γενικότερα πάντως, οι μέχρι τώρα έρευνες σχετικά με την επίδοση στα μαθηματικά των μαθητών με αυτισμό εστιάζουν κυρίως σε άτομα που εμφανίζουν ειδικές δεξιότητες ή ταλέντο στα μαθηματικά, γεγονός που καθιστά δύσκολο το να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με το εάν τελικά όλοι οι μαθητές με αυτισμό αντιμετωπίζουν προβλήματα ή παρουσιάζουν ιδιαίτερες δεξιότητες στο συγκεκριμένο τομέα (Haas, 2010).

Γιατί θεωρείται “παράδοξη” η συνύπαρξη αυτισμού & αριθμητικών/υπολογιστικών ικανοτήτων;

Ένας κύριος λόγος για τον οποίο η συνύπαρξη αυτισμού και ιδιαίτερων μαθηματικών / υπολογιστικών ικανοτήτων θεωρείται παράδοξη είναι ότι η υπολογιστική ικανότητα βασίζεται σε γνωστικές διεργασίες που εμπλέκονται στη γενική νοημοσύνη. Έτσι φαίνεται παράδοξο το γεγονός ότι άνθρωποι με αυτισμό και χαμηλό δείκτη νοημοσύνης εμφανίζουν επιδεξιότητα σε υπολογισμούς όπως ο ημερολογιακός υπολογισμός ή η εκτίμηση μεγεθών που σπάνια συναντάται σε ανθρώπους με ανώτερα επίπεδα γνωστικής λειτουργικότητας (Cowan & Frith, 2009).

Οι αυτιστικοί με ειδικές δεξιότητες στον ημερολογιακό υπολογισμό είναι τυπικά ανίκανοι να εξηγήσουν το πώς επιλύουν τα προβλήματα που τους τίθενται (Cowan, O'Connor & Samella, 2003· Haas, 2010), γεγονός που συνηγορεί υπέρ της άποψης ότι οι αυτιστικοί δεν χρησιμοποιούν υπολογισμό, αλλά στηρίζονται αποκλειστικά και μόνο στην απομνημόνευση. Ωστόσο, οι αυτιστικοί μάλλον δεν είναι ικανοί να παρακολουθήσουν τους εαυτούς τους και τις νοητικές τους διεργασίες, ακόμη κι αν παρατηρούνται να μετρούν κατά την επίλυση προβλημάτων (Happé & Vital, 2009). Η ανικανότητα των αυτιστικών με ειδικές δεξιότητες να λεκτικοποιήσουν τις μεθόδους τους μπορεί να προκύπτει από τις γενικότερες δυσκολίες τους στην επικοινωνία, το βαθμό της αυτοματοποίησης λόγω εξάσκησης ή απλώς γιατί έχουν κατακτήσει τη γνώση τους ασυνείδητα, κάτι που δεν μας επιτρέπει να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα για τις στρατηγικές που εφαρμόζουν και τις νοητικές διεργασίες που ενεργοποιούν κατά την εκτέλεση υπολογισμών (Cowan & Frith, 2009).

Η Haas (2010) λαμβάνοντας ως δεδομένο τη μη τυπική νευρολογική επικοινωνία μεταξύ βρεγματικού και μετωπιαίου λοβού [λοβών που είναι υπεύθυνοι για την εκτέλεση και οργάνωση στρατηγικών, την αυτο-ρύθμιση και τη μνήμη εργασίας (working memory) (Happé, 1999)] κατά την επίλυση προβλημάτων, καταλήγει ότι όσο πιο σοβαρή είναι η περίπτωση του αυτισμού τόσο πιο πολλά είναι τα ελλείμματα στην επίλυση προβλημάτων. Πιο συγκεκριμένα, υποστηρίζει πως ίσως οι αυτιστικοί μαθητές επιτυγχάνουν εξίσου καλά στα μαθηματικά με τους τυπικής ανάπτυξης συμμαθητές τους, στα απλά προβλήματα, ενώ σε αυτά που απαιτούν πολλά βήματα και στρατηγικές, χρειάζονται περισσότερο χρόνο, αλλά δεν απαντούν με λιγότερη ακρίβεια και ορθότητα.

Συνοψίζοντας, οι ιδιαίτερες μαθηματικές δεξιότητες κάποιων αυτιστικών φαίνεται ότι συχνά συνοδεύονται τόσο από μια φαινομενική αδυναμία που παρουσιάζουν σε

βασικές αριθμητικές δεξιότητες, όσο και από μια χαρακτηριστική «ησυχία» της μεθόδου που εφαρμόζουν (Cowan & Frith, 2009). Τα παραπάνω χαρακτηριστικά σε συνδυασμό με τις διαφοροποιήσεις που υπάρχουν συχνά ως προς την αξιολόγηση της νοημοσύνης των αυτιστικών, επηρεάζει την κατανόησή των μαθηματικών δεξιοτήτων τους από τους ερευνητές και δυσκολεύει την εξαγωγή έγκυρων και αξιόπιστων συμπερασμάτων.

Γνωστικές προσεγγίσεις της αυτιστικής σκέψης

Θεωρητικά μοντέλα της αυτιστικής γνωστικής λειτουργίας

Έχουν διατυπωθεί διάφορα γνωστικά μοντέλα και θεωρίες για να περιγράψουν τις ιδιαιτερότητες στη γνωστική λειτουργία των ατόμων με διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού, και κατ' επέκταση να ερμηνεύσουν τη συσχέτιση αυτισμού και ειδικών αριθμητικών/ υπολογιστικών ικανοτήτων.

Η *θεωρία της Αδύναμης Κεντρικής Συνοχής* (ΑΚΣ – Happé & Frith, 2006) αναφέρεται στην αδυναμία των αυτιστικών ατόμων να συνδέσουν τις επιμέρους λεπτομέρειες σε σφαιρικές έννοιες. Το γενικό πρότυπο επεξεργασίας των πληροφοριών στο φάσμα του αυτισμού τείνει στην κατάτμηση του ερεθίσματος και στην εστίαση της προσοχής στις λεπτομέρειες εντός του, προδιαθέτοντας για ενασχόληση με έργα όπου απαιτείται επιμέρους ανάλυση των μεμονωμένων λεπτομερειών (Happé & Vital, 2009) και σειριακή επεξεργασία των συστατικών του συνόλου (Gagnon et al., 2004· Soulières et al., 2010). Αυτό το γνωστικό χαρακτηριστικό επισημαίνεται σε έργα ημερολογιακού υπολογισμού (Happé & Frith, 2006) και επίλυσης μαθηματικών προβλημάτων (Heavey et al., 2012). Για παράδειγμα, ο Anderson και οι συνεργάτες του (1998· στο Heavey et al., 2012) σημείωσαν ότι ένας αυτιστικός είχε ανακαλύψει τη μέθοδο του Ερατοσθένη για να βρίσκει με ιδιαίτερη ακρίβεια και ταχύτητα, αν ένας ιδιαίτερα μεγάλος αριθμός

είναι πρώτος, «σπάζοντας» τους τελεστές σε μικρότερους ακέραιους, υψωμένους στο τετράγωνο και ελέγχοντας αν υπάρχει υπόλοιπο.

Η *θεωρία του νου* (ΘτΝ – Baron-Cohen, Leslie & Frith, 1985) αναφέρεται, στη δυνατότητα του ατόμου να συνάγει συμπεράσματα για τις νοητικές διεργασίες, τόσο τις δικές του όσο και των άλλων και να χρησιμοποιεί τα συμπεράσματά του, για να ερμηνεύσει, να κατανοήσει και να προβλέψει τη δική του συμπεριφορά, καθώς και τη συμπεριφορά των άλλων. Μπορεί λοιπόν η δυσλειτουργική αναγνώριση των νοητικών καταστάσεων του άλλου να βοηθήσει στην ερμηνεία της σχέσης μεταξύ αυτισμού, ενασχόλησης με υπολογιστικά έργα και μαθηματικών δεξιοτήτων;

Σύμφωνα με τους Happé και Vital (2009), τρεις πιθανότητες φαίνεται να είναι οι επικρατέστερες. Μία υπόθεση σχετίζεται με την ιδιαίτερη φλοιϊκή συνδεσιμότητα και την αντισταθμιστική λειτουργία του εγκεφάλου των αυτιστικών. Υποστηρίζει ότι η ιδιαίτερη αυτή εγκεφαλική οργάνωση των αυτιστικών η οποία αποτελεί την αιτία για την εμφάνιση ελλειμμάτων στις επικοινωνιακές και κοινωνικές δεξιότητες, δίνει τη δυνατότητα σε κάποιες άλλες νοητικές/γνωστικές πηγές να αξιοποιούνται δημιουργικά κατά την επίλυση υπολογιστικών προβλημάτων (Fehr et al., 2010· Melillo & Leisman, 2009).

Μία άλλη υπόθεση είναι ότι η δυσκολία στην αντίληψη των νοητικών καταστάσεων των άλλων, ίσως συνεισφέρει στην ανάδυση της εφευρετικότητας που εκφράζεται κατά την ανάπτυξη μίας ειδικής δεξιότητας (Happé & Vital, 2009). Σύμφωνα με τους Happé και Vital (2009) τα παιδιά τυπικής ανάπτυξης υπολείπονται εφευρετικότητας και καινοτομίας κάτι που μπορεί να ερμηνεύεται από την επιθυμία των νευροτυπικών να γίνονται αντιληπτοί και επιθυμητοί από τους άλλους ως μέρος της ενδο-ομάδας.

Μία τρίτη υπόθεση αναφέρει ότι η δυσκολία αναπαράστασης των νοητικών καταστάσεων επιδρά στην ικανότητα αναπαράστασης των προσωπικών εσωτερικών καταστάσεων (Frith & Happé, 1999). Εάν τα άτομα με αυτισμό είναι λιγότερο καλοί γνώστες του εαυτού, κάτι τέτοιο ίσως είναι ωφέλιμο για τις δεξιότητες που αναπτύσσονται αντισταθμιστικά μέσω άδηλης μάθησης και πρόσκτησης της διαδικαστικής γνώσης. Το γεγονός ότι πολλοί ερευνητές αναφέρουν ότι κατά την αξιολόγηση υπολογιστικών δεξιοτήτων οι αυτιστικοί δεν ήταν σε θέση να απαντήσουν σε ερωτήματα σχετικά με την μέθοδο που αξιοποιούσαν και την υπολογιστική πορεία που ακολουθούσαν, φαίνεται να επιβεβαιώνει την υπόθεση ότι το αυτιστικό γνωστικό πρότυπο, ευνοεί την άδηλη μάθηση και κατ' επέκταση την ανάπτυξη ειδικών δεξιοτήτων σε τομείς που απαιτούν υπολογιστική ικανότητα (Kelly, Macaruso, & Sokol, 1997· Heavey et al., 2012).

Εντούτοις, τα εμπειρικά δεδομένα δεν υποστηρίζουν ότι υπάρχει μία άμεση αιτιώδης σχέση μεταξύ ελλειμμάτων στη θεωρία του νου και την ανάπτυξη μαθηματικών/ υπολογιστικών δεξιοτήτων (Baron-Cohen, Leslie, & Frith, 1985). Αυτό που μάλλον ισχύει είναι πως το συγκεκριμένο γνωστικό χαρακτηριστικό επιδρά έμμεσα συνεισφέροντας σε μία καινοτόμα θέαση του κόσμου (Cowan et al., 2004).

Σύμφωνα με τη θεωρητική προσέγγιση της εκτελεστικής / γνωστικής δυσλειτουργίας κάποιες περιοχές ελέγχου είναι σε μεγάλο βαθμό ελλειμματικές στις διαταραχές του φάσματος του αυτισμού, λόγω ελλειμμάτων στο μετωπιαίο λοβό (Happé, 1999). Έχει προταθεί ότι η μειωμένη λειτουργία της μετωπιαίας περιοχής του εγκεφάλου ίσως να ευνοεί την ανάπτυξη «ειδικών» αριθμητικών δεξιοτήτων (Snyder et al., 2003). Πιο συγκεκριμένα, η μειωμένη γνωστική ευελιξία και η ενισχυμένη ικανότητα της μνήμης εργασίας (Bolte & Poustka, 2004· αναφέρεται στο Happé & Vital, 2009), που προκύπτουν από τη γνωστική εκτελεστική δυσλειτουργία και

συνδέονται με το φάσμα του αυτισμού, θεωρείται πως ευθύνονται για την υπερβολική μονομερή ενασχόληση με περιορισμένα ενδιαφέροντα και την έμμονη εξάσκηση συγκεκριμένων στρατηγικών. Εντούτοις, υπάρχει έλλειψη επαρκών δεδομένων συσχέτισης μεταξύ των επιδόσεων σε δοκιμασίες εκτελεστικής λειτουργίας και την ανάπτυξη της μαθηματικής ικανότητας.

Μια άλλη θεωρητική προσέγγιση, αυτή της *ενισχυμένης αντιληπτικής λειτουργικότητας* (ΕΑΛ- Motttron et al., 2006) υποστηρίζει ότι τα άτομα με αυτισμό επιδεικνύουν υψηλά ανεπτυγμένες δεξιότητες που εξαρτώνται από τους χαμηλού επιπέδου αντιληπτικούς μηχανισμούς, είτε λόγω υπερλειτουργίας των εγκεφαλικών περιοχών που τυπικά εμπλέκονται στις κύριες αντιληπτικές λειτουργίες, είτε λόγω μειωμένης λειτουργικότητας των υψηλού επιπέδου γνωστικών μηχανισμών, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για πολύπλοκες γνωστικές διεργασίες. Ένα γνωστικό έλλειμμα που εμφανίζεται σε πρώιμη ηλικία, οδηγεί ως αντισταθμιστικός μηχανισμός, σε ενίσχυση των γνωστικών διεργασιών και δεξιοτήτων που επιδέχονται εξάσκηση και υπερ-μάθηση σε σημείο που μπορεί να καταλήξουν σε ένα ή περισσότερα περιορισμένα ενδιαφέροντα. Η αυξημένη αντιληπτική ικανότητα ίσως επηρεάζει την επιλογή των ειδικών τομέων ενδιαφέροντος στους αυτιστικούς και παίζει κάποιο ρόλο στην ανομοιογένεια που εμφανίζεται στα ελλείμματα και τις δυνατότητες που εμφανίζουν τα άτομα με διαταραχή του αυτιστικού φάσματος. Επιπλέον, οι Motttron και συν. (2009) έχουν υποστηρίξει ότι η ΕΑΛ ευνοεί τους ημερολογιακούς και μαθηματικούς υπολογισμούς, καθώς πρόκειται για έργα που αποτελούνται από κώδικες και έχουν συγκεκριμένη και μη αυθαίρετη δομή.

Η θεωρητική προσέγγιση της *ενσυναίσθησης - συστηματοποίησης* (Baron-Cohen, 2006) υποστηρίζει ότι τα άτομα στο φάσμα του αυτισμού υπολείπονται της ικανότητας της «ενσυναίσθησης» ενώ εμφανίζουν μία ανώτερη ικανότητα «συστηματοποίησης».

Αυτή η θεωρητική προσέγγιση υποστηρίζει την ύπαρξη ελλειμμάτων στην εκτελεστική λειτουργία ή την κεντρική συνοχή, δίνοντας τους μία νευροβιολογική προέλευση (Baron-Cohen, 2006). Η συστηματοποίηση αναφέρεται στην ικανότητα κατανόησης, δημιουργίας και ελέγχου κλειστών γνωστικών συστημάτων όπως για παράδειγμα η μηχανική ή τα μαθηματικά, ενώ η ενσυναίσθηση, περιλαμβάνει συναισθηματικές διεργασίες, την αναγνώριση των νοητικών διεργασιών των άλλων (ΘτΝ), και την ικανότητα απόδοσης της συμπεριφοράς του άλλου στις νοητικές καταστάσεις, με σκοπό την πρόβλεψή της.

Σύμφωνα με τη θεωρητική προσέγγιση της συστηματοποίησης στον αυτισμό (Baron-Cohen, 2006), οι άνθρωποι με αυτισμό έχουν την τάση να εμπλέκονται σε κλειστά συστήματα, που εμφανίζουν ελάχιστη ποικιλομορφία, έχουν δύσκαμπτη δομή και χαρακτηρίζονται από αμερόληπτη κανονικότητα, όπως συμβαίνει με τους τομείς των μαθηματικών, της αριθμητικής και του ημερολογιακού υπολογισμού, ενώ εμφανίζουν δυσκολία στην επεξεργασία και κατανόηση ανοιχτών συστημάτων με μεγάλη ποικιλομορφία, όπως η κοινωνική συμπεριφορά. Η συγκεκριμένη θεωρητική προσέγγιση είναι χρήσιμη για την ερμηνεία της ανάπτυξης της αριθμητικής και υπολογιστικής ικανότητας υποστηρίζοντας ότι όποια και να είναι η ειδική ικανότητα στον αυτισμό, έχει ως βασικό χαρακτηριστικό την αναγνώριση των επαναλαμβανόμενων προτύπων που εμπεριέχονται σε ένα σύστημα (Motttron, Dawson, & Soulières, 2009· Motttron, Dawson et al., 2006). Πιο συγκεκριμένα, μία γνώση που φαίνεται να έχουν τα άτομα με αυτισμό που εμφανίζουν καλή μαθηματική επίδοση είναι ότι οι κανόνες ενός μαθηματικού συστήματος ή μίας αριθμητικής ακολουθίας σχετίζονται κατά συστηματικό τρόπο.

Συμπερασματικά, από τη σύντομη ανασκόπηση των θεωρητικών προσεγγίσεων που επιχειρούν να ερμηνεύσουν την αυτιστική γνωστική επεξεργασία προκύπτει ότι

κάποιες από αυτές όπως η αδύναμη κεντρική συνοχή, η θεωρία του νου, η ενισχυμένη αντιληπτική λειτουργία και η προσέγγιση της ενσυναίσθησης - συστηματοποίησης υποστηρίζουν την ύπαρξη κάποιων εγγενών χαρακτηριστικών στην αυτιστική γνωστική λειτουργία που προδιαθέτουν τα άτομα να αναπτύξουν μαθηματικές ή γενικότερα υπολογιστικές δεξιότητες.

Η επιλογή ενός τομέα ενδιαφέροντος σε γνωστικά πεδία όπως ο μαθηματικός ή ο ημερολογιακός υπολογισμός, που αποκαλείται ως περιορισμένο/ έμμονο ενδιαφέρον και στερεοτυπία (Cowan, O'Connor, & Samella, 2003), επιδεικνύει την «προσαρμογή» του αυτιστικού εγκεφάλου με την έννοια ότι αντανακλά, φυσικά και αυθόρμητα, ροπή προς την κατανόηση νέων πεδίων που έχουν συγκεκριμένη δομή, χωρίς προηγούμενη παρακίνηση ή διδασκαλία, γενικεύοντας την υπάρχουσα γνώση τους, κατά δημιουργικό και ευέλικτο τρόπο σε παρόμοια πρότυπα υπολογισμών (Motttron, Dawson, & Soulières, 2009).

Το αποτέλεσμα του αυτιστικού γνωστικού τύπου επεξεργασίας, τουλάχιστον στους αυτιστικούς με ιδιαίτερες μαθηματικές και υπολογιστικές ικανότητες ίσως να μην είναι η απουσία της ικανότητας να κατανοούν σφαιρικά τις σχέσεις, αλλά μία διαφοροποίηση στη διεργασία μέσω της οποίας οι σχέσεις μεταξύ των τμημάτων εγκαθιδρύονται. Αυτό μπορεί να σημαίνει ότι η επιμέρους εστίαση και η κατά τμήματα επεξεργασία που συναντάται σε γνωστικό επίπεδο στους αυτιστικούς, άλλοτε καταλήγει σε αδυναμία αντίληψης μίας έννοιας ως σύνολο (θεωρία αδύναμης κεντρικής συνοχής) και άλλοτε σε έναν διαφοροποιημένο τρόπο αντίληψης και κατανόησης των σχέσεων που δομούν την έννοια ή το σύστημα. Εξάλλου, ο αυτισμός δεν χαρακτηρίζεται από ομοιογένεια, καθώς δεν εμφανίζουν όλοι οι αυτιστικοί ειδικές δεξιότητες. Είναι πιθανό ένας συγκεκριμένος γνωστικός τύπος επεξεργασίας να οδηγεί

στην ανάπτυξη διαφορετικών δεξιοτήτων και ελλειμμάτων και σε μη γραμμική ανάπτυξη των διαφόρων γνωστικών τομέων.

Σύμφωνα, με τις θεωρητικές προσεγγίσεις που προαναφέρθηκαν, δεν προκύπτει ότι ο αυτισμός καθ' αυτός προδιαθέτει για την εμφάνιση του ειδικών ικανοτήτων, αλλά ότι αυτή η προδιάθεση έχει τη βάση της μάλλον στα ιδιαίτερα γνωστικά χαρακτηριστικά που είναι εγγενή στις διαταραχές του αυτιστικού φάσματος. Ένα γνωστικό προφίλ εστιασμένο στην επεξεργασία των λεπτομερειών, στην προσοχή στις λεπτομέρειες, και στη μνημονική κωδίκευση, προτείνεται ως σημείο εκκίνησης για την εμφάνιση των ειδικών δεξιοτήτων (Happé & Vital, 2009). Οι γνωστικές διεργασίες που χαρακτηρίζουν τον αυτισμό ευνοούν την ανίχνευση κανονικοτήτων και δομημένων προτύπων, καθώς και τη γενίκευση αυτών σε μεγάλης κλίμακας δομές (π.χ. κανονικότητα της ημερολογιακής δομής, ανά 28 ή 400 χρόνια). Επίσης, η αναγνώριση της ομοιότητας και η ανάγκη για ομοιομορφία και ρουτίνα, ωθεί τους αυτιστικούς σε συγκεκριμένα έργα, ενώ το έμμονο ενδιαφέρον τους δίνει τη δυνατότητα να εξασκούν εκτενώς την εγγενή προδιάθεσή τους (Motttron, Dawson & Soulières, 2009).

Εμπειρικά ευρήματα που προκύπτουν από τη μελέτη του ημερολογιακού υπολογισμού

Οι περισσότερες έρευνες σχετικά με την μαθηματική επίδοση και την υπολογιστική ικανότητα των ατόμων με αυτισμό, είχαν ως δείγμα άτομα που επεδείκνυαν ειδικές δεξιότητες στον ημερολογιακό υπολογισμό (ικανότητα τοποθέτησης της ημέρας της εβδομάδας σε μία συγκεκριμένη ημερομηνία), κάτι που σπανιότατα συναντάται σε άτομα τυπικής ανάπτυξης. Το γεγονός ότι πρόκειται για μία δεξιότητα, η οποία φαίνεται σε κάποιο βαθμό να επηρεάζεται από την υπολογιστική και μαθηματική ικανότητα των συμμετεχόντων, αλλά και το ότι ο ημερολογιακός υπολογισμός ενεργοποιεί εγκεφαλικές περιοχές που δραστηριοποιούνται και κατά τον

μαθηματικό/αριθμητικό υπολογισμό (Fehr, Code, & Herrmann, 2007), δικαιολογεί τη συζήτηση ερευνών σχετικά με αυτήν τη δεξιότητα σε μία εργασία που αναφέρεται στις αριθμητικές και υπολογιστικές ικανότητες των αυτιστικών.

Τα ευρήματα αυτών των μελετών φαίνεται να επιβεβαιώνουν τις προβλέψεις και τις ερμηνείες των θεωρητικών μοντέλων. Αν και το πώς τα άτομα με αυτισμό αποκτούν αυτή την ικανότητα παραμένει ασαφές (Cowan et al., 2004), ωστόσο ένα πλήθος ερευνών αναφέρεται στις νοητικές διεργασίες που αξιοποιούνται, κατά την επίλυση ημερολογιακών ή/και μαθηματικών προβλημάτων. Αυτές είναι: *η οπτική απεικόνιση/εικονική αναπαράσταση* (Kennedy & Squire, 2012· Wallace, Happé, & Giedd, 2009), *η άδηλη γνώση και η απομνημόνευση των κανονικοτήτων* στη δομή του ημερολογίου (Heavey et al., 2012· Kennedy & Squire, 2012), *σε βασικές ημερομηνίες εντός ενός χρόνου* (Kennedy & Squire, 2012) και *σε συνδυασμούς ημερομηνίας-ημέρας* (Fehr et al., 2011), *ο υψηλής ταχύτητας νοερός υπολογισμός* (Wallace, Happé, & Giedd, 2009), *η χρήση υπολογιστικών κανόνων* (Boddaert et al., 2005· Kennedy & Squire, 2012), *η συνειδητή εξάσκηση* (Fehr et al., 2011) και *οι αλγοριθμικές διεργασίες* (Cowan & Frith, 2009).

Οι Mottron, Lemmens και συν. (2006) πρότειναν ότι τα ημερολογιακά προβλήματα επιλύονται μέσω μίας *πολυ-κατευθυντικής και μη ιεραρχικής ανάκλησης* ημερολογιακών πληροφοριών. Από τους Snyder και συν. (2003) προτάθηκε ότι ο ημερολογιακός υπολογισμός ίσως να βασίζεται στην *ενεργοποίηση χαμηλού επιπέδου γνωστικών διεργασιών*, οι οποίες αξιοποιούνται από ορισμένους αυτιστικούς κατά προνομιούχο τρόπο. Τέλος, η πρόσφατη έρευνα των Kennedy & Squire (2012), καταλήγει στο συμπέρασμα ότι το ενδιαφέρον προς τα μαθηματικά και τον ημερολογιακό υπολογισμό που εμφανίζουν κάποιοι αυτιστικοί, μάλλον υποστηρίζεται από το γνωστικό προφίλ και τις γνωστικές ικανότητες που είναι εγγενείς στη διαταραχή

του αυτισμού και συμπεριλαμβάνουν επεξεργασία εστιασμένη στη λεπτομέρεια, έμμονη προσοχή, τάση για μάθηση των διαδικασιών και ενδιαφέρον προς τα συστήματα που ελέγχονται από τους κανόνες.

Συνοψίζοντας, τα ερευνητικά ευρήματα που παρουσιάστηκαν δείχνουν ότι οι νοητικές διεργασίες που είναι υπεύθυνες για την ανάπτυξη ειδικών δεξιοτήτων, και ειδικότερα για τον ημερολογιακό υπολογισμό, παραμένουν ελάχιστα κατανοητές. Ωστόσο, οι Heavey και συν. (2012) υποστηρίζουν ότι δεν απαιτείται εξαιρετική ή μη τυπική νευρωνική λειτουργία, ούτε ανώτερη ευφυΐα και ανώτερες αριθμητικές δεξιότητες, παρότι αυτοί οι γνωστικοί παράγοντες βοηθούν την ερμηνεία των διατομικών διαφορών στις υπολογιστικές δεξιότητες.

Εμπειρικά ευρήματα της μαθηματικής ικανότητας

Ευρήματα ερευνών που συγκρίνουν αυτιστικούς με ειδικές δεξιότητες στα μαθηματικά και άτομα τυπικής ανάπτυξης με ταλέντα στον ίδιο τομέα προτείνουν ότι παρόμοιοι γνωστικοί μηχανισμοί ενεργοποιούνται κατά την εξάσκηση των δεξιοτήτων και στις δύο ομάδες. Για παράδειγμα, οι Hermelin & O'Connor (1990 στο Kelly, Macaruso & Sokol, 1997), βρήκαν ότι ο συμμετέχων με αυτισμό εφάρμοζε τις ίδιες γνωστικές στρατηγικές με τον συμμετέχοντα μαθηματικό κατά την αναγνώριση πρώτων αριθμών. Ομοίως, οι Kelly, Macaruso & Sokol (1997) βρήκαν ότι τόσο ο αυτιστικός συμμετέχων (του οποίου η κλίση στα μαθηματικά εμφανίστηκε σε ηλικία 7 ετών και έλαβε περιορισμένη επίσημη εκπαίδευση) όσο και οι 5 νευροτυπικοί συμμετέχοντες (με πανεπιστημιακή εκπαίδευση στα μαθηματικά) αξιοποίησαν τις ίδιες στρατηγικές επίλυσης, όπως υπολογιστική διαδικασία από τα δεξιά προς τα αριστερά, μία στρατηγική που έχει βρεθεί ότι αξιοποιείται από ειδήμονες. Μπορούμε λοιπόν να υποθέσουμε ότι κάποιοι μηχανισμοί επεξεργασίας πληροφοριών χρήσιμοι για την καλή

επίδοση στα μαθηματικά είναι παρόντες και διαθέσιμοι στους αυτιστικούς με δεξιότητες στα μαθηματικά.

Το εύρος των υπολογισμών που εκτείνεται σε μεγάλες ημερολογιακές περιόδους (Cowan et al., 2004) και ο αυξημένος χρόνος απάντησης σε ημερομηνίες που απομακρύνονται περισσότερο από το παρόν (Cowan, O'Connor & Samella, 2003· Cowan & Frith, 2009) συνηγορούν υπέρ της σκέψης ότι η ικανότητα του ημερολογιακού υπολογισμού δεν θα μπορούσε να βασίζεται αποκλειστικά σε γνώση ή εξαιρετική ικανότητα απομνημόνευσης πληροφοριών που απέκτησαν από κάποιο εγχειρίδιο, αλλά στην εφαρμογή νοερών υπολογιστικών διεργασιών. Σύμφωνα με αυτό οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι μερικοί αυτιστικοί, εάν όχι όλοι, μπορούν να υπολογίσουν προκειμένου να καταλήξουν με ακρίβεια και ταχύτητα σε μία αντιστοίχιση ημερομηνίας-ημέρας.

Η μάθηση, η μνήμη και η ευφυΐα των ατόμων στο φάσμα του αυτισμού

Ο διαφοροποιημένος τρόπος επεξεργασίας των πληροφοριών στο φάσμα του αυτισμού έχει προεκτάσεις σε περισσότερο γενικές και περίπλοκες νοητικές λειτουργίες, όπως είναι η μνήμη και η μάθηση, δίνοντας ένα νέο νόημα στην έννοια της ευφυΐας. Σύμφωνα με τους Mottron, Dawson και συν. (2006), μία επιτυχής χρήση των αντιληπτικών ικανοτήτων στην επίλυση προβλημάτων, οδηγεί στην «επαναδιαπραγμάτευση» της σχέσης μεταξύ αντίληψης και γενικής ευφυΐας στα αυτιστικά άτομα.

Διάφορες έρευνες (π.χ., Cowan, O'Connor & Samella, 2003· Heavey et al., 2012· Mottron, Dawson et al., 2006) παρέχουν δεδομένα σχετικά με τη φύση των μνημονικών ικανοτήτων των αυτιστικών ατόμων. Η μνημονική ικανότητα των αυτιστικών βασίζεται στην αναγνώριση της ομοιότητας, τη δημιουργία συσχετίσεων και αναδρομικών

προτύπων επίλυσης που πιθανά να μη συμβαίνει σε συνειδητό επίπεδο, καθώς αδυνατούν να αναφέρουν την πορεία υπολογισμών που ακολούθησαν και στρατηγικών που εφάρμοσαν προκειμένου να φτάσουν στο τελικό αποτέλεσμα (Kelly, Macaruso & Sokol, 1997), λόγω ελλειμμάτων στην μεταγνωστική ικανότητα. Οι υπολογιστικές ακολουθίες είναι αποθηκευμένες στη μνήμη, για εκτεταμένες περιόδους στην ακριβή τους μορφή, ως ακολουθίες ή πρότυπα, και τα υπολογιστικά ερωτήματα προσεγγίζονται σαν σύνολα που το ζητούμενο είναι το στοιχείο που λείπει και πρέπει να απαντηθεί μέσω της ανάκλησης ολόκληρης της ακολουθίας.

Τα παραπάνω ευρήματα υποδηλώνουν ότι η επίδοση στα υπολογιστικά έργα βασίζεται στην άδηλη μάθηση. Η διαδικαστική μνήμη είναι ανέπαφη και εμφανίζει πολύ μεγάλες δυνατότητες, αν και αυτές περιορίζονται εντός των ορίων της ειδικής δεξιότητας που αναπτύσσουν και εξασκούν τα άτομα με αυτισμό.

Η ανεπτυγμένη αντιληπτική ικανότητα φαίνεται να είναι η βάση για την αναγνώριση προτύπων και έχει ως συνέπεια την απομνημόνευση σχέσεων μεταξύ εννοιών και κανόνων, που οι μη αυτιστικοί δεν είναι σε θέση να συγκρατήσουν στη μνήμη τους. Οι Gagnon και συν. (2004) επισημαίνουν την εξαιρετική ικανότητα των αυτιστικών στην εκτίμηση μεγεθών και την αποδίδουν στον ανεπτυγμένο αναπαραστατικό μηχανισμό της ρεαλιστικής νοητικής απεικόνισης. Αντίστοιχη νοητική χαρτογράφηση έχει επισημανθεί και σε έργα ημερολογιακού υπολογισμού (Heavey et al., 2012).

Η μνήμη και η μάθηση που βασίζονται σε μία εξαιρετική οπτικο-αντιληπτική ικανότητα αναδεικνύεται και από το γεγονός ότι τα παιδιά με αυτισμό έχουν την τάση να γνωρίζουν να μετρούν σε μία πρώιμη ηλικία, πριν ακόμη προφέρουν άλλες λέξεις. Ωστόσο, η πρώιμη βάση της μαθηματικής ανάπτυξης είναι η ανάδυση της μίας προς μία αντιστοιχίας, δηλαδή η μέτρηση ενός κάθε φορά αντικειμένου και η γνώση ότι ένας

αριθμός ανταποκρίνεται σε μία ποσότητα, μία ικανότητα που οφείλεται στην οπτικο-χωρική αντίληψη. Αυτός ο τρόπος σκέψης που βασίζεται στην φυσική ανάπτυξη, αποτελεί την ερμηνεία του πώς τα αυτιστικά παιδιά αποκτούν μαθηματικές έννοιες σε ένα οπτικό επίπεδο, ικανότητα που στην πορεία εξελίσσεται στην ικανότητα της οπτικής αναπαράστασης μαθηματικών ακολουθιών και ερμηνεύεται από τη θεωρητική προσέγγιση της ενισχυμένης αντιληπτικής λειτουργικότητας (Motttron, 2009).

Με βάση τα παραπάνω οι Cowan και Frith (2009), καταλήγουν ότι για την εκδήλωση των ειδικών δεξιοτήτων στον αυτισμό δεν απαιτούνται εξαιρετική ή μη τυπική νευρωνική λειτουργία και υψηλού επιπέδου ευφυΐα ή μνήμη, παρότι αυτοί οι γνωστικοί παράγοντες ίσως βοηθούν στην ερμηνεία των διατομικών διαφορών στον ημερολογιακό υπολογισμό

Συμπερασματικά, φαίνεται ότι οι ειδικές δεξιότητες των αυτιστικών στους υπολογισμούς είναι κατά κάποιο τρόπο ανεξάρτητες από την γενική ικανότητα γνωστικής επεξεργασίας και υποστηρίζονται από τη μνήμη, καθώς οποιαδήποτε ειδική δεξιότητα κι αν αναπτύσσεται πάντα συνδέεται με ανεπτυγμένες μνημονικές λειτουργίες (Treffert, 2009), σαν να πρόκειται για εγγενές χαρακτηριστικό του Συνδρόμου Ειδήμονος (Savant Syndrome), αλλά και επιμέρους μηχανισμούς επεξεργασίας πληροφοριών που συνεισφέρουν στην ευφυΐα (Cowan, O'Connor & Samella, 2003).

Νευροβιολογικές προσεγγίσεις της αυτιστικής μαθηματικής σκέψης

Παρότι, τα γνωστικά μοντέλα μας παρέχουν χρήσιμες πληροφορίες για τις γνωστικές διεργασίες των αυτιστικών που θα μπορούσαν να σχετίζονται με την ανάπτυξη της μαθηματικής σκέψης, μία πλήρης προσέγγιση της μαθηματικής ικανότητας και της υπολογιστικής σκέψης στα άτομα με διαταραχές στο φάσμα του

αυτισμού θα απαιτούσε αυτά τα ψυχολογικά μοντέλα να συσχετισθούν με νευροβιολογικά ευρήματα.

Αν και το νευροβιολογικό υπόβαθρο των διαταραχών του αυτιστικού φάσματος είναι ακόμα υπό διερεύνηση, διάφορες υποθέσεις έχουν διατυπωθεί σε μια προσπάθεια να ερμηνευτεί γιατί οι αυτιστικοί συνήθως παρουσιάζουν ελλείμματα σε δεξιότητες που αποδίδονται στο αριστερό ημισφαίριο, ενώ οι λειτουργίες του δεξιού τους ημισφαιρίου δε φαίνεται να επηρεάζονται. Η *υπόθεση της δυσλειτουργίας του αριστερού ημισφαιρίου* υποστηρίζει ότι η νευροπαθολογία του αυτισμού σχετίζεται με μια τάση εγκεφαλικής κυριαρχίας του δεξιού ημισφαιρίου (Floris et al., 2013). Η υπόθεση αυτή υποστηρίζεται από νευροαπεικονιστικά ευρήματα που διαπιστώνουν στον αυτισμό μια αντιστροφή του τυπικού πρότυπου εγκεφαλικής πλευρίωσης, όπως για παράδειγμα σε περιοχές που σχετίζονται με τη γλωσσική λειτουργία (Rojas et al., 2002· 2005), γεγονός που υποδηλώνει πιθανές δυσλειτουργίες στο αριστερό ημισφαίριο. Για παράδειγμα, οι Hou και συν. (2000· στο Treffert, 2009) αναφέρουν: «το ανατομικό υπόβαθρο για την εμφάνιση του συνδρόμου *ειδήμονος*, ίσως εμπλέκει την ελλειμματική λειτουργία στο αριστερό ημισφαίριο και την ενισχυμένη λειτουργία του νεοφλοιού» (σελ. 1354).

Σύμφωνα όμως με τους Melillo και Leisman (2009), η διαταραχή του αυτιστικού φάσματος αποτελεί ένα *σύνδρομο δυσλειτουργικής συνδεσιμότητας*, δηλαδή, όλα τα συμπτώματα της διαταραχής του αυτιστικού φάσματος θα μπορούσαν να ερμηνευτούν με βάση τη δυσλειτουργική συνδεσιμότητα μέσα στο δεξί ημισφαίριο σε συνδυασμό με την μειωμένη δραστηριότητα και συνοχή σε αυτό το ημισφαίριο. Όπως αναφέρουν οι παραπάνω ερευνητές, η φλοιϊκή ασυμμετρία εντός ευρέων φλοιϊκών δικτύων θα μπορούσε να οδηγήσει σε μειωμένο συγχρονισμό σε κάποια δίκτυα, αλλά και ενισχυμένο συγχρονισμό σε άλλα, με αποτέλεσμα συχνά να παρατηρείται ότι ο υψηλός βαθμός ανάπτυξης κάποιων δεξιοτήτων συνδέεται με την αδυναμία σε κάποιες άλλες.

Σε επίπεδο νευροφυσιολογίας περιοχές εξασθενημένης δραστηριότητας έχουν βρεθεί σε διάφορες περιοχές του εγκεφάλου που υπολείπονται αναπτυξιακά, σε παιδιά με αυτισμό. Το πιο σημαντικό έλλειμμα της φλοιϊκής συνδεσιμότητας εμφανίζεται στο μεσολόβιο (Barnea-Goraly et al., 2004). Αυτό σημαίνει ότι ο πιο κοινός τύπος δυσλειτουργικής συνδεσιμότητας που συναντάται σε αυτά τα παιδιά περιορίζει τη συνεργασία ανάμεσα στα δύο ημισφαίρια. Επίσης έχουν γίνει αναφορές στην μειωμένη συνδεσιμότητα και συγχρονισμό στις μακρινές ενδοημισφαιριακές συνδέσεις, με αυξημένη συνδεσιμότητα και συντονισμό στις εγγύτερες ενδοημισφαιριακές συνδέσεις, κάτι που θεωρείται ότι οδηγεί σε ενισχυμένες ικανότητες, όπως αυτές που εμφανίζονται σε αυτιστικούς με ειδικές δεξιότητες (Melillo & Leisman, 2009). Έτσι, το φάσμα του αυτισμού θα μπορούσε να θεωρηθεί ίσως ως ένα μη τυπικό νοητικό πρότυπο διεργασιών που προκύπτει από διαφοροποιημένη ισορροπία της τοπικής και της ευρύτερης λειτουργικής συνδεσιμότητας των εγκεφαλικών ημισφαιρίων (Baron-Cohen & Belmonte, 2005), και ως εκ τούτου οι γνωστικές διαφορές και κατ' επέκταση οι διαφοροποιήσεις στην αριθμητική και την υπολογιστική σκέψη μεταξύ αυτιστικών και μη αυτιστικών έχουν τη βάση τους στην εγκεφαλική ανατομία, οργάνωση και λειτουργία.

Η διερεύνηση των αριθμητικών και υπολογιστικών δεξιοτήτων μέσω νευροαπεικονιστικών τεχνικών

Η νευρωνική επεξεργασία των αριθμών εμπλέκει διάφορες περιοχές. Ωστόσο, είναι ευρέως αποδεκτό ότι ο βρεγματικός λοβός έχει πρωταρχικό ρόλο και η ενδοβρεγματική αύλακα ενεργοποιείται συστηματικά όποτε το άτομο έρχεται αντιμέτωπο με αριθμούς και επεξεργασία ποσοτήτων (Dehaene et al., 2003· Pinel et al., 2004). Ανάλογα με τις απαιτήσεις του έργου η λειτουργία αυτή ενισχύεται από δύο

άλλα βρεγματικά δίκτυα, τη γωνιώδη έλικα και τις περιοχές γύρω από την αύλακα του Sylvius στο αριστερό ημισφαίριο και το οπίσθιο άνω βρεγματικό σύστημα αμφίπλευρα.

Στη μελέτη των Cowan & Frith (2009) επιχειρήθηκε να ελεγχθεί η υπόθεση ότι ο ημερολογιακός υπολογισμός εμπλέκει τον βρεγματικό λοβό κατά τον ίδιο τρόπο με τη νοερή αριθμητική. Έγιναν συγκρίσεις ως προς την εγκεφαλική δραστηριότητα δύο αυτιστικών με ειδικές δεξιότητες και ενός ατόμου τυπικής ανάπτυξης, κατά τη διάρκεια έργων ημερολογιακού και νοερού αριθμητικού υπολογισμού, προκειμένου να εντοπιστούν οι περιοχές στο βρεγματικό λοβό που ενεργοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια και των δύο έργων. Η δομική νευροαπεικόνιση (voxel-based morphometry) δε διαπίστωσε δομικές διαφοροποιήσεις στους εγκεφάλους των αυτιστικών, συγκριτικά με το άτομο τυπικής ανάπτυξης, στην περιοχή του βρεγματικού λοβού. Η τεχνική της λειτουργικής μαγνητικής τομογραφίας (functional Magnetic Resonance Imaging - fMRI) έδειξε την ενεργοποίηση των περιοχών του άνω και κάτω βρεγματικού λοβού, του προκινητικού, του κινητικού και του αριστερού κάτω κροταφικού φλοιού, τόσο κατά τη διάρκεια έργων νοερής αριθμητικής όσο και σε έργα ημερολογιακού υπολογισμού σε όλους τους συμμετέχοντες. Οι Cowan και Frith (2009) παρατήρησαν ότι αυτές οι περιοχές ενεργοποιούνται ιδιαιτέρως κατά την εκτέλεση ημερολογιακών έργων και κυρίως κατά την εύρεση ημερομηνιών που απέχουν περισσότερο από το παρόν.

Οι Boddaert και συν. (2005) εξέτασαν ένα άτομο 22 ετών με διάγνωση αυτισμού και ιδιαιτέρως ανεπτυγμένη τη δεξιότητα του ημερολογιακού υπολογισμού μέσω fMRI και ανέφεραν ότι το πρόσθιο προσαγωγίο και ο αριστερός ιππόκαμπος είναι οι περιοχές που ενεργοποιούνται κυρίως κατά τον ημερολογιακό υπολογισμό. Παράλληλα, οι δραστηριοποιήσεις σε περιοχές του αριστερού μετωπιαίου φλοιού και του αριστερού μέσου κροταφικού λοβού υποδεικνύουν τη σημασία της μνήμης στην ανάπτυξη ειδικών

δεξιότητων. Με βάση αυτά τα ευρήματα, οι ερευνητές κατέληξαν ότι οι ειδικές δεξιότητες ημερολογιακών υπολογισμών του υποκειμένου της έρευνας βασίζονται σε μεγάλο βαθμό σε μνημονικές διεργασίες, καθώς τα εγκεφαλικά δίκτυα που εμπλέκονται είναι όμοια με αυτά που ενεργοποιούνται σε έργα μνημονικής ανάκλησης από τυπικά αναπτυσσόμενα άτομα.

Στη μελέτη των Fehr και συν. (2011), εξετάστηκε με fMRI ένας ενήλικας με σύνδρομο Asperger και ειδικές δεξιότητες στον ημερολογιακό υπολογισμό, συγκρινόμενος με έναν ενήλικα τυπικής ανάπτυξης που επιδεικνύει την ίδια ειδική δεξιότητα. Οι εξεταζόμενοι παρουσίασαν παρόμοιο δίκτυο εγκεφαλικής ενεργοποίησης κατά τη διάρκεια ημερολογιακών υπολογισμών, το οποίο εμπλέκει την αριστερή μετωπιαία εγκεφαλική περιοχή, τον βρεγματικό και τον ινιακό λοβό αμφίπλευρα, τη δεξιά παρεγκεφαλίδα, την έλικα του προσαγωγίου και την αριστερή νήσο του εγκεφάλου. Τα ευρήματα αυτά επιβεβαιώνουν ότι για την υψηλή επίδοση στα συγκεκριμένα υπολογιστικά έργα φαίνεται να απαιτείται οπτική αναπαράσταση και επεξεργασία των οπτικών πληροφοριών, όπως αποδεικνύεται από την ενεργοποίηση περιοχών του ινιακού λοβού και άλλων που πρόσκεινται σε αυτόν. Επιπλέον, σημαντικό ρόλο παίζουν συστήματα επεξεργασίας της άδηλης και/ή διαδικαστικής μνήμης, όπως προκύπτει από την εμπλοκή ευρέων παρεγκεφαλιδικών και υπο-φλοιικών περιοχών. Η αριστερή μετωπιαία ενεργοποίηση μπορεί να ερμηνευθεί από την εμπλοκή της γλώσσας, η οποία σχετίζεται με την πολύπλοκη νοητική επεξεργασία και την αφαιρετική σκέψη, που όπως αναφέρουν οι Cowan και Frith (2009) σχετίζονται και με την νοητική αρίθμηση.

Ο ρόλος της νευροπλαστικότητας στην απόκτηση νέας γνώσης και ειδικών ταλέντων

Στη μελέτη των Fehr και συν. (2011), ιδιαίτερη εντύπωση προκάλεσε το γεγονός της από κοινού ενεργοποίησης της κάτω κροταφο-ινιακής σύνδεσης, τόσο στο υποκείμενο με ΑΣ, όσο και στο συμμετέχοντα τυπικής ανάπτυξης με υψηλή επίδοση στον ημερολογιακό υπολογισμό. Οι περιοχές που πρόσκεινται στο συγκεκριμένο σύνδεσμο, όπως η ατρακτοειδής έλικα έχει συσχετιστεί με την επεξεργασία των εκφράσεων του προσώπου και τη συναισθηματική αξιολόγηση πολύπλοκων κοινωνικών αλληλεπιδράσεων (Geday et al., 2003· στο Fehr et al., 2011). Εκτός από τις ιδιαιτέρως ανεπτυγμένες ειδικές δεξιότητες τόσο το άτομο με τυπική ανάπτυξη, όσο και το άτομο με διαταραχή στο φάσμα του αυτισμού, εμφάνιζαν έλλειμμα των κοινωνικών και συναισθηματικών δεξιοτήτων. Από αυτό το εύρημα οι Fehr και συν. (2011) υπέθεσαν πως η νευρωνική πλαστικότητα, που έλαβε χώρα στην περιοχή της ατρακτοειδούς έλικας και άλλων προσκείμενων περιοχών όπως η γλωσσική έλικα, λόγω της συνεχούς και επαναλαμβανόμενης εξάσκησης ειδικών νοητικών διεργασιών, ενισχύει την επίδοση σε κάποιους γνωστικούς τομείς (όπως ο αριθμητικός υπολογισμός), αλλά σε βάρος άλλων (όπως ο κοινωνικο-συναισθηματικός). Αυτή η νευροπλαστική ικανότητα στον αυτισμό, θα πρέπει να ειπωθεί μέσα στο ευρύτερο πλαίσιο της πρώιμης νευροαναπτυξιακής διαταραχής. Με βάση τα παραπάνω, ο αυτισμός φαίνεται να σχετίζεται με μία αναπτυξιακή αποδιοργάνωση κάποιων νευρωνικών κυκλωμάτων, γεγονός που διευκολύνει την ανάπτυξη ορισμένων ειδικών δεξιοτήτων, μέσω της αντισταθμιστικής νευροπλαστικής αναδιοργάνωσης άλλων δικτύων του εγκεφάλου (Boddaert et al., 2005).

Το ρόλο της νευροπλαστικότητας, σε αντίθεση με τους εγγενείς παράγοντες τονίζουν επίσης οι Wallace, Happé και Giedd (2009), οι οποίοι μελέτησαν τη νευροψυχολογική λειτουργικότητα και την εγκεφαλική μορφομετρία ενός ενήλικα 42

ετών με διάγνωση ΣΑ και ειδικές δεξιότητες στην τέχνη και τον ημερολογιακό υπολογισμό. Διαπίστωσαν ότι η άνω βρεγματική περιοχή του εγκεφαλικού φλοιού είχε μεγαλύτερο πάχος, ενώ άλλες περιοχές, όπως η άνω και μέση προμετωπιαία, η μέση κροταφική και η κινητική ήταν λεπτότερες σε σύγκριση με αυτές της ομάδας ελέγχου. Για να ερμηνεύσουν το εύρημα αυτό οι ερευνητές υποστήριξαν ότι η δομή του εγκεφάλου διαφοροποιείται έπειτα από επίμονη εξάσκηση σε συγκεκριμένα έργα. Η Haas (2010) επισημαίνει επίσης πως η εξάσκηση έχει νευροπλαστική δράση στην ενίσχυση των συναπτικών δεσμών και την απόκτηση νέων τρόπων επίλυσης προβλημάτων.

Συνοψίζοντας τα ευρήματα των νευροαπεικονιστικών ερευνών μπορούμε να πούμε ότι οι ειδικές δεξιότητες των αυτιστικών ίσως να αποδίδονται καλύτερα στην εντατική εξάσκηση, την εφαρμογή διαφορετικών στρατηγικών και την αξιοποίηση της μνήμης. Εντούτοις, η έλλειψη αξιοσημείωτων διαφοροποιήσεων δεν υποστηρίζει παλαιότερες απόψεις ότι οι αυτιστικοί με ειδικές δεξιότητες παρουσιάζουν ένα διαφορετικά δομημένο εγκέφαλο (Snyder & Mitchell, 1999), εξαιτίας κάποιας έμφυτης προδιάθεσης. Δεν υποστηρίζεται επίσης η άποψη ότι οι δεξιότητες τους έχουν επιτευχθεί αποκλειστικά μέσω της αντισταθμιστικής ανάπτυξης και αξιοποίησης των χαμηλού επιπέδου αντιληπτικών συστημάτων (Motttron et al., 2006). Οι δεξιότητες ίσως είναι ασυνήθιστες, αλλά δε φαίνεται τουλάχιστο από τις υπάρχουσες μελέτες να εμπλέκουν μη τυπικές γνωστικές διεργασίες ή να εξαρτώνται από θεμελιωδώς διαφορετικούς, ως προς τη μορφολογία και τη λειτουργία εγκεφάλους (Cowan & Frith, 2009). Οι νευροαπεικονιστικές μελέτες ωστόσο φαίνεται να στηρίζουν τις ερμηνείες των γνωστικών μοντέλων, καθώς η εγκεφαλική δραστηριοποίηση κατά τη διάρκεια υπολογιστικών έργων αναδεικνύει την ιδιαίτερη εμπλοκή της μνήμης και της οπτικο-χωρικής αντίληψης, οι οποίες φαίνεται να λειτουργούν επικουρικά και ενισχυτικά στην

εκτέλεση υπολογισμών και μάλλον διαφοροποιούν το αυτιστικό από το τυπικό πρότυπο γνωστικής επεξεργασίας των αριθμών.

Συμπεράσματα, περιορισμοί και μελλοντικές κατευθύνσεις στην έρευνα

Πολλές ερευνητικές προσπάθειες έχουν εστιάσει στην κατανόηση των ειδικών δεξιοτήτων και ικανοτήτων που εμφανίζονται στο φάσμα του αυτισμού. Οι γνωστικές προσεγγίσεις υποστηρίζουν πως υπάρχει στους αυτιστικούς μία εγγενής τάση, κάποια ιδιαίτερα γνωστικά και συμπεριφοριστικά χαρακτηριστικά που επιτρέπουν την ανάπτυξη, ανάπτυξη και διατήρηση συγκεκριμένων δεξιοτήτων. Τα χαρακτηριστικά της μειωμένης ευελιξίας στρατηγικών και τρόπου σκέψης που χαρακτηρίζουν τις ειδικές υπολογιστικές δεξιότητες των αυτιστικών παραπέμπουν στην περιγραφή του Kanner (1943· αναφέρεται Motttron et al., 2009), περί «αντίστασης στην αλλαγή», ότι δηλαδή είναι πιθανό η δύσκαμπτη και σταθερή φύση της επίδοσης να είναι μία συνέπεια των εγγενών αυτιστικών προδιαθέσεων. Οι νευροαπεικονιστικές μέθοδοι επιχείρησαν να εντοπίσουν δομικές και λειτουργικές διαφορές μεταξύ εγκεφάλων αυτιστικών και νευροτυπικών ατόμων, προκειμένου να δοθεί κάποια ερμηνεία στην παράδοση συνύπαρξη δυσλειτουργικότητας και χαρισματικότητας και την ανάπτυξη ειδικών δεξιοτήτων.

Από την ανασκόπηση που πραγματοποιήθηκε φαίνεται ότι η ανάπτυξη των ειδικών δεξιοτήτων στο φάσμα του αυτισμού δεν προκύπτει από έναν μόνο παράγοντα, ένα συγκεκριμένο γνωστικό πρότυπο (εστίασης στη λεπτομέρεια, αυξημένης αντιληπτικής ικανότητας ή συστηματοποίησης) ή μία συγκεκριμένη εγκεφαλική δομή που λειτουργεί διαφοροποιημένα. Οι παράγοντες της διαδικαστικής μνήμης, της ισχυρής οπτικο-χωρικής αντιληπτικής ικανότητας και της άδηλης μάθησης φαίνεται να ευνοούν την ανάπτυξη των ειδικών υπολογιστικών ικανοτήτων, όπως υποδεικνύουν οι

σύγχρονες γνωστικές και νευροβιολογικές προσεγγίσεις. Επιπλέον, η συγκέντρωση, η επανάληψη, η εξάσκηση και τα κίνητρα φαίνεται να είναι σημαντικοί και ενισχυτικοί παράγοντες στην ανάπτυξη υψηλού επιπέδου υπολογιστικών δεξιοτήτων και τη διατήρησή τους.

Συνοψίζοντας, μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι όπως προκύπτει από σύγχρονες νευροαπεικονιστικές και γνωστικές μελέτες φαίνεται να υπάρχει ένα συγκεκριμένο γνωστικό πρότυπο, που αναδεικνύει τι θα μπορούσε δυνητικά να ευνοήσει την ανάπτυξη ειδικών δεξιοτήτων ή «νησίδων ικανότητας» στον γνωστικό τομέα των μαθηματικών εντός του φάσματος του αυτισμού. Εντούτοις, είναι δύσκολο να αποφανθούμε σχετικά με το εάν όντως αυτό το αυτιστικό γνωστικό πρότυπο λειτουργίας, που βασίζεται στη διαδικαστική μνήμη, στην άδηλη μάθηση και τις οπτικο-αντιληπτικές ικανότητες μπορεί να οδηγήσει σε ανώτερη μαθηματική σκέψη ή αν αντανακλά ανώτερη μαθηματική ικανότητα. Το σίγουρο είναι πως μπορεί να οδηγήσει σε έναν ιδιαίτερο και διαφορετικό, από τον νευροτυπικό, τρόπο σκέψης, ως αποτέλεσμα της διαφοροποιημένης λειτουργίας, συνδεσιμότητας και οργάνωσης των εγκεφαλικών δομών, όπου το περιορισμένο ενδιαφέρον, το κίνητρο και η έμμονη εξάσκηση λειτουργούν ενισχυτικά. Εξάλλου μάλλον θα πρέπει μιλάμε για ασκήσιμη και εξελίξιμη μαθηματική δεξιότητα παρά για έμφυτη ικανότητα, κάτι που γίνεται φανερό από τη συνηθέστερη χρήση του όρου “skill” που συναντάται στη βιβλιογραφία, έναντι του όρου “ability” που θα παρέπεμπε σε έναν εγγενή χαρακτήρα των ιδιαίτερων δυνατοτήτων κάποιων αυτιστικών.

Ολοκληρώνοντας την ανασκόπηση δε θα πρέπει να ξεχνάμε τους περιορισμούς που τίθενται ως προς τη γενίκευση των ερευνητικών ευρημάτων από το γεγονός ότι ο αυτιστικός πληθυσμός αποτελεί μία άκρως ετερογενή ομάδα και οι διαταραχές του αυτισμού οφείλονται σε ένα πλήθος νευρο-αναπτυξιακών παραγόντων. Για το λόγο

αυτό άλλωστε προσεγγίζονται ως φάσμα, ως ένα συνεχές πεδίο ιδιαίτερων χαρακτηριστικών, με διατομικές και ενδοατομικές διακυμάνσεις αδυναμιών και ικανοτήτων σε γνωστικό, συμπεριφορικό, κοινωνικό και συναισθηματικό επίπεδο. Τόσο το γεγονός ότι οι διάφορες έρευνες που παρουσιάστηκαν στηρίχτηκαν σε μικρά δείγματα ή μεμονωμένα άτομα διαφόρων ηλικιακών ομάδων, όσο και η ανομοιογενής φύση του αυτισμού, δεν μας επιτρέπουν να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα, γενικεύσιμα στο σύνολο του αυτιστικού πληθυσμού.

Αν και υπάρχουν γνωστικοί μηχανισμοί και υποθέσεις για πρότυπα επεξεργασίας που αξιοποιούνται από κοινού από τους αυτιστικούς με ειδικές δεξιότητες στα διάφορα υπολογιστικά έργα, δε θα μπορούσαμε να υποστηρίξουμε ότι δεν υπάρχουν διατομικές διαφοροποιήσεις, κάτι που αποδεικνύεται και από το γεγονός ότι δεν εμφανίζουν όλοι οι αυτιστικοί ανεπτυγμένες δεξιότητες στον υπολογισμό. Υπάρχουν πολύ λίγοι αυτιστικοί με ειδικές δεξιότητες που να μπορούν να εξομοιωθούν πλήρως μεταξύ τους ή με τυπικά αναπτυσσόμενα άτομα ως προς το επίπεδο της ευφυΐας, των ειδικών δεξιοτήτων και της εξάσκησης για τους σκοπούς μίας εμπειρικής μελέτης. Οι πολύπλοκες νοητικές διεργασίες που εμπλέκονται στην ολοκλήρωση του ίδιου έργου μπορεί να ποικίλουν σημαντικά μεταξύ των ατόμων που εμφανίζουν ιδιαίτερα υψηλές ειδικές δεξιότητες, λόγω της διαφορετικής επίδοσης, της εξάσκησης και των ιδιοσυγκρασιακών παραγόντων. Στην περίπτωση του αριθμητικού ή ημερολογιακού υπολογισμού, οι διατομικές διαφορές μπορεί να οφείλονται σε αναπτυξιακούς παράγοντες, στη μάθηση και την εφαρμογή στρατηγικών.

Συμπερασματικά, από τα μέχρι σήμερα δεδομένα καταλήγουμε ότι απαιτούνται περαιτέρω έρευνες προκειμένου να αποφανθούμε γιατί κάποια άτομα με διαταραχές στο φάσμα του αυτισμού είναι χαρισματικά στα μαθηματικά. Ούτε όλοι οι αυτιστικοί παρουσιάζουν χαρακτηριστικά και δεξιότητες του συνδρόμου ειδήμονος (savant

syndrome) και ούτε όλα τα άτομα με σύνδρομο ειδήμονος έχουν αυτιστική διαταραχή. Ούτε η ετικέτα του αυτισμού υψηλής λειτουργικότητας ούτε του συνδρόμου Asperger από μόνες τους παρέχουν επαρκείς και έγκυρες πληροφορίες για την ικανότητα των αυτιστικών, ως σύνολο, στα μαθηματικά. Μελλοντικές γνωστικές και νευροαπεικονιστικές μελέτες θα πρέπει να εξετάσουν «ταλαντούχους» και «μη ταλαντούχους» αυτιστικούς προκειμένου συγκεντρωθούν περισσότερα δεδομένα και να δοθούν πληρέστερες ερμηνείες στην παράδοξη συνύπαρξη δυσλειτουργικότητας και χαρισματικότητας σε αρκετές περιπτώσεις ατόμων με αυτή την αναπτυξιακή διαταραχή.

Βιβλιογραφία

- Amaral, D., Schuman, C., & Nordahl, C. (2008). Neuroanatomy of autism. *Trends in Neurosciences*, 31, 137-145.
- Barnea-Goraly, N., Kwon, H., Menon, V., Eliez, S., Lotspeich, L., & Reiss, A. (2004). White matter structure in autism: Preliminary evidence from diffusion tensor imaging. *Biological Psychiatry*, 55, 323-326.
- Baron-Cohen, S. (2002). The extreme male brain theory of autism. *Trends in Cognitive Sciences*, 6, 248-254.
- Baron-Cohen, S. (2006). The hyper-systemizing, assortative mating theory of autism. *Progress in Neuro-Psychopharmacology & Biological Psychiatry*, 30, 865-872.
- Baron-Cohen, S. (2009). Autism: The Empathizing-Systemizing (E-S) theory. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1156, 68-80.
- Baron-Cohen, S., & Belmonte, K. (2005). Autism: A window onto the development of the social and the analytic brain. *Annual Review of Neurosciences*, 28, 110-126.

- Baron-Cohen, S., Leslie, A.M., & Frith, U. (1985). Does the autistic child have a theory of mind? *Cognition*, *21*, 37-46.
- Boddaert, N., Barthelemy, C., Poline, J.-B., Samson, Y., Brunelle, F., & Zilbovicius, M. (2005). Autism: Functional brain mapping of exceptional calendar capacity. *British Journal of Psychiatry*, *187*, 83-86.
- Chiang, H., & Lin, Y.-H. (2007). Mathematical ability of students with Asperger syndrome and high-functioning autism: A review of literature. *Autism*, *11*, 547–556.
- Cowan, R. & Frith, Ch. (2009). Do calendrical savants use calculation to answer date questions? A functional magnetic resonance imaging study. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *364*, 1417-1424.
- Cowan, R., O'Connor, N., & Samella, K. (2003). The skills and methods of calendrical savants. *Intelligence*, *31*, 51-65.
- Cowan, R., Stainthorp, R., Kapnogianni, S., & Anastasiou, M. (2004). The development of calendrical skills. *Cognitive Development*, *19*, 169-178.
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., & Cohen, L. (2003). Three parietal circuits for number processing. *Cognitive Neuropsychology*, *20*, 487–506.
- Fehr, T., Code, C., & Hermann, M. (2007). Common brain regions underlying different arithmetic operations as revealed by conjunct fMRI activation. *Brain Research*, *1172*, 93-102.
- Fehr, T., Wallace, G., Erhard, P., & Herman, M. (2011). The neural architecture of expert calendar calculation: A matter of strategy? *NeuroCase*, *17*, 360-371.
- Fehr, T., Weber, I., Willmes, K., & Herrmann, M. (2010). Neural correlates in exceptional mental arithmetic- About the neural architecture of prodigious skills. *Neuropsychologia*, *48*, 1407-1416.

- Floris, D., Chura, L., Holt, R., Suckling, J., Bullmore, E., Baron-Cohen, S., & Spencer, M. (2013). Psychological correlates of handedness and corpus callosum asymmetry in autism: The left-hemisphere dysfunction theory revisited. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *43*, 1758–1772, DOI 10.1007/s10803-012-1720-8
- Frith, U., & Happé, F. (1999). Theory of mind and self-consciousness: What is it like to be autistic? *Mind & Language*, *14*, 1–22.
- Gagnon, L., Mottron, L., Bherer, L., & Joannette, Y. (2004). Quantification judgement in high functioning autism: Superior or different? *Journal of Autism & Developmental Disorders*, *34*, 679-689.
- Geschwind, D., & Levitt, P. (2007). Autism spectrum disorders: developmental disconnection syndromes. *Current Opinion in Neurobiology*, *17*, 103–111.
- Ghaziuddin, M., & Mountain-Kimchi, K. (2004). Defining the intellectual profile of Asperger syndrome: Comparison with high-functioning autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *34*, 279-284.
- Haas, S. (2010). *Differences in estimation and mathematical problem solving between autistic children and neurotypical children*. Dietrich College Honors Theses, Paper 67. <http://repository.cmu.edu/hsshonors/67>
- Happé, F. (1999). Autism: Cognitive deficit or cognitive style? *Trends in Cognitive Sciences*, *3*, 216-222.
- Happé, F., & Frith, U. (2006). The weak central coherence account: Detailed-focused cognitive style in autism spectrum disorders. *Journal of Autism & Developmental Disorders*, *36*, 5-25.

- Happé, F., & Vital, P. (2009). What aspects of autism predispose to talent? *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364, 1369-1375.
- Heaton, P., & Wallace, G. (2004). Annotation: The savant syndrome. *Journal of Child Psychology*, 45, 899-991.
- Heavey, L., Hermelin, B., Crane, L., & Pring, L. (2012). The structure of savant calendrical knowledge. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 54, 507-513.
- Howlin, P., Goode, S., Hutton, J., & Rutter, M. (2009). Savant skills in autism: Psychometric approaches and parental reports. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364, 1359-1367.
- Jones, C.R.G., Happé, F., Golden, H., Marsden, A.J.S., Tregay, J., Simonoff, E., Pickles, A., Baird, G., & Charman, T. (2009). Reading and arithmetic in adolescents with autism spectrum disorders: Peaks and dips in attainment. *Neuropsychology*, 23, 718-728.
- Kelly, S.J., Macaruso, P., & Sokol, S.M. (1997). Mental calculation in an autistic savant: A case study. *Journal of Clinical & Experimental Neuropsychology*, 19, 172-184.
- Kennedy, D.P., & Squire, L.R. (2007). An analysis of calendar performance in two autistic calendar savants. *Learning & Memory*, 14, 533-538.
- Melillo, R., & Leisman, G. (2009). Autistic spectrum disorders as a functional disconnection syndrome. *Reviews in the Neurosciences*, 20, 111-131.
- Meyer, J., & Minshew, N. (2002). An update on neurocognitive profiles in Asperger syndrome and high- functioning autism. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 17, 152-160.

- Mottron, L., Dawson, M., & Soulières, I. (2009). Enhanced perception in savant syndrome: patterns, structure and creativity. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *364*, 1385-1391.
- Mottron, L., Dawson, M., Soulières, I., Hubbert, B., & Burack, J. (2006). Enhanced perceptual functioning in autism: An update and eight principles of autistic perception. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *36*, 27-43.
- Mottron, L., Lemmens, K., Gagnon, L., & Seron, X. (2006). Non-algorithmic access to calendar information in a calendar calculator with autism. *Journal of Autism & Developmental Disorders*, *36*, 239-247.
- Myles, B., & Simpson, R. (2002). Asperger syndrome: An overview of characteristics. *Focus on Autism & Other Developmental Disorders*, *17*, 132-137.
- O'Connor, N., Cowan, R., & Samella, K. (2000). Calendrical calculation & intelligence. *Intelligence*, *28*, 31-48.
- Pinel, P., Piazza, M., Le Bihan, D., & Dehaene, S. (2004). Distributed and overlapping cerebral representations of number, size, and luminance during comparative judgments. *Neuron*, *41*, 983-993.
- Rojas, D.C., Bawn, S.D., Benkers, T.L., Reite, M. & Rogers, S. (2002). Smaller left hemisphere planum temporale in adults with autistic disorder. *Neuroscience Letters*, *328*, 237-240.
- Rojas, D.C., Camou, S., Reite, M., & Rogers, S. (2005). Planum temporale volume in children and adolescents with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, *35*, 479-486.
- Snyder, A.W., & Mitchell, D.J. (1999). Is integer arithmetic fundamental to mental processing? The mind's secret arithmetic. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, *266*, 587-592.

- Snyder, A.W., Mulchay, E., Taylor, J.L., Mitchell, D.J., Sachdev, P., & Gandevia, S. (2003). Savant-like skills exposed in normal people by suppressing the left frontotemporal lobe. *Journal of Integrative Neurosciences*, 2, 149-158.
- Soulières, I., Hubert, B., Rouleau, N., Gagnon, L., Tremblay, P., Seron, X., & Mottron, L. (2010). Superior estimation abilities in two autistic spectrum children. *Cognitive Neuropsychology*, 27, 261-276.
- Treffert, D. (1989). *Extraordinary people: Understanding savant syndrome*. New York: Harper & Row.
- Treffert, D. (2009). The savant syndrome: an extraordinary condition. A synopsis: past, present, future. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364, 1351-1357.
- Wallace, G.L. (2008). Neuropsychological studies of savant skills: Can they inform the neuroscience of giftedness? *Roper Review*, 30, 229-246.
- Wallace, G.L., Happé, F., & Giedd, J.N. (2009). A case study of a multiply talented savant with autism spectrum disorder: neuropsychological functioning & brain morphometry. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364, 1425-1432.
- Ward, M., & Alar, N. (2000). Being autistic is part of who I am. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 15, 232-235.

Arithmetic and calculation skills in people with autism spectrum disorders: Neurocognitive approaches

Psoma-Makri Maria²¹, & Vlachos Filippos²²

Abstract

The aim of this paper is to review studies investigating the arithmetic and calculation skills in people with autism spectrum disorders. Focusing on the neurobiological and cognitive processes activated by autistic individuals during mathematical and calculatory tasks, we tried to delineate potential differences in calculatory thought among individuals with autism and individuals with typical development. Recent neuroimaging and cognitive studies propose that a particular cognitive pattern which seems to be present in people in the autistic spectrum could be beneficial for the emersion and the development of savant skills or “islets of skills” in the cognitive area of mathematics. Nevertheless, no firm conclusions can be drawn as to whether this cognitive pattern (which depends on the processes of episodic/ procedural and rote memory, implicit learning and visuo-spatial functions) serves as a predisposing factor for superior mathematical thought or if it could represent a mathematical ability of a superior cognitive level. However, it could be certainly supported that this particular cognitive pattern, could give rise to a special and different way of thinking, in comparison with the neurotypical individuals, as a result of differentiated connectivity, organization and function of the brain regions, where the limited interests, motives and persistent practice enhance the development of special skills.

Keywords: autism spectrum disorders, arithmetic and calculation skills, brain, cognitive functions.

²¹ Psychologist, graduate student, University of Thessaly, Greece, e-mail: psoma-mak@uth.gr

²² Associate Professor, University of Thessaly, Greece, Tel. +302421074739, e-mail: fvlachos@uth.gr
(Correspondence address)