

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ
ΝΕΥΡΟΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ



ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗ ΕΥΠΛΑΣΤΟΤΗΤΑ
ΚΑΙ ΔΙΓΛΩΣΣΙΑ ΣΤΟ ΣΥΝΔΡΟΜΟ
DOWN

Διπλωματική Εργασία

της

Ουρανίας Λ. Λούλα

Θεσσαλονίκη 2020

Εγκεφαλική Ευπλαστικότητα και Διγλωσσία στο Σύνδρομο Down

Ουρανία Λ. Λούλα

Διπλωματική Εργασία

υποβαλλόμενη για τη μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων του

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΤΙΤΛΟΥ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΣΤΗ ΝΕΥΡΟΕΠΙΣΤΗΜΗ ΤΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

Επιβλέπων Καθηγητής:

Λάζαρος Τριάρχου

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή

Λάζαρος Τριάρχου _____

Ελβίρα Μασούρα _____

Θανάσης Ντινόπουλος _____

Ουρανία Λ. Λούλα _____

*Αφιερώνεται στον πατέρα μου Λάζαρο,
που συνεχίζει να με διδάσκει ακόμη και με την απώλειά του*

Ευχαριστίες

Η συγκεκριμένη διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών στη «Νευροεπιστήμη της Εκπαίδευσης» του Τμήματος Εκπαιδευτικής και Κοινωνικής Πολιτικής του Πανεπιστημίου Μακεδονίας. Με την ολοκλήρωσή της θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες σε ορισμένους ανθρώπους. Η καθοδήγηση, η συμβολή και η συμπαράστασή τους υπήρξε καθοριστική για την περάτωσή της.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον Καθηγητή Βασικών Νευροεπιστημών, Διευθυντή του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών και Πρόεδρο του Εργαστηρίου Θεωρητικών και Εφαρμοσμένων Νευροεπιστημών και πρώην Πρόεδρο του Τμήματος Εκπαιδευτικής και Κοινωνικής Πολιτικής, κ. Λάζαρο Τριάρχου. Αρχικά η εμπιστοσύνη που μου έδειξε για το συγκεκριμένο θέμα, η επιστημονική του καθοδήγηση, οι υποδείξεις του, η επιμονή του και το αμείωτο ενδιαφέρον του υπήρξαν η κινητήριος δύναμη για να συνεχίζω ακόμα και τις στιγμές που δεν πίστευα ούτε εγώ η ίδια στις δυνατότητες μου. Η συγκινητική του συμπαράσταση, η συνεχή υποστήριξη και το αμείωτο ενδιαφέρον που έδειξε από την αρχή μέχρι το τέλος στάθηκαν καθοριστικά για την ολοκλήρωσή της. Είμαι τυχερή και περήφανη που υπήρξα φοιτήριά του.

Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη και την ειλικρινή εκτίμησή μου στον Καθηγητή Ανατομικής, Ιστολογίας και Εμβρυολογίας του Τμήματος Κτηνιατρικής της Σχολής Επιστημών Υγείας του Α.Π.Θ. , πρώην Πρόεδρο της Κτηνιατρικής Σχολής και της Ελληνικής Εταιρείας Νευροεπιστημών, μέλος της Επιτροπής Ερευνών του Α.Π.Θ., Αναπληρωτή Πρόεδρο της Κτηνιατρικής Σχολής και πρώην Διευθυντή του Εργαστηρίου Ανατομικής και Ιστολογίας κ. Αθανάσιο Ντινόπουλο για την ευγενή καλοσύνη του να συμμετέχει στην τριμελή επιτροπή αξιολόγησής μου. Η πολυδιάστατη επιστημονική του σκέψη και η προθυμία του να αποσαφηνίζει οποιαδήποτε απορία κατά την διάρκεια των μαθημάτων, παρέχοντάς μου τις απαραίτητες γνώσεις, ώστε να εμβαθύνω στο πεδίο της Νευροεπιστήμης, υπήρξαν πολύτιμες.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Γνωστικής και Πειραματικής Ψυχολογίας του Τμήματος Ψυχολογίας του Α.Π.Θ. κ. Ελβίρα Μασούρα, της οποίας τα ερευνητικά ενδιαφέροντα (μνήμη και γλώσσα) αποτέλεσαν την έμπνευση της δικής μου διπλωματικής εργασίας.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην οικογένεια και τους φίλους μου. Στήριξαν τις επιλογές μου, πίστεψαν στις δυνατότητες μου και η αμέριστη συμπαράσταση τους μου έδινε τη δύναμη να συνεχίζω να προσπαθώ για το καλύτερο. Τέλος, θα πρέπει να ευχαριστήσω ιδιαίτερω τον κ. Γιώργο Παυλόπουλο του οποίου η στάση ζωής με παρότρυνε και μου έμαθε πως ποτέ δεν είναι αργά να κυνηγάς τα όνειρά σου.

Περίληψη

Είναι γνωστό πως τα άτομα με σύνδρομο Down αντιμετωπίζουν σημαντικές ελλείψεις στις γνωστικές τους δεξιότητες τόσο μάλλον στην εκμάθηση ξένων γλωσσών. Η χρωμοσωμική ανωμαλία που χαρακτηρίζει το σύνδρομο Down (Τρισωμία 21) πέραν των άλλων χαρακτηριστικών συνοδεύεται και από παρεκκλίσεις στη νοητική ανάπτυξη και την ψυχοκοινωνική εξέλιξη του ατόμου. Παλιότερα μάλιστα ο ειδικός επέμεναν στην αποκλειστική ενασχόληση των ατόμων αυτών με τη μητρική τους γλώσσα, βασιζόμενοι στο επιχείρημα πως ίσως η δεύτερη γλώσσα να επιβραδύνει την κατάκτηση της πρώτης ` ακόμα και αν οι γονείς μιλούσαν διαφορετικές γλώσσες. Ωστόσο, τα τελευταία χρόνια έρευνες παρουσιάζουν τα άτομα με σύνδρομο Down να καταφέρνουν να ξεπερνούν σε σημαντικό βαθμό τις γνωστικές τους δυσκολίες και να έχουν τη δυνατότητα να επικοινωνούν εξίσου καλά τόσο στη μητρική τους γλώσσα όσο και στις ξένες γλώσσες που έχουν κατακτήσει. Επίσης, υπάρχουν έρευνες που υποστηρίζουν πως η εκμάθηση μιας ή και περισσότερων ξένων γλωσσών βελτιώνει τόσο τις γλωσσικές όσο και τις γνωστικές δεξιότητες των παιδιών τυπική ανάπτυξης. Εικάζεται πως κάτι αντίστοιχο συμβαίνει και στα άτομα με σύνδρομο Down. Ακόμα και σε ασθενείς με Αλτσχάιμερ υπάρχουν υπόνοιες πως η ενασχόληση με μια ξένη γλώσσα επιβραδύνει την έκπτωση των γνωστικών τους δεξιοτήτων. Η παρούσα ανασκόπηση παρουσιάζει και αναλύει τη διγλωσσία σε περιπτώσεις με σύνδρομο Down υπό το πρίσμα της ευπλαστότητας. Ενδεχομένως, η εργαζόμενη μνήμη και ο υπόκαμπος να κρύβουν σημαντικό μέρος της λύση του προβλήματος.

Λέξεις κλειδιά: εγκεφαλική ευπλαστότητα, διγλωσσία, μνήμη, σύνδρομο Down

Abstract

(Brain Plasticity and Bilingualism in Down Syndrome)

It is well known that individuals with Down syndrome experience significant cognitive disabilities and more particularly in language learning. The chromosomal abnormality (Trisomy 21) in addition to other features is accompanied by deviations in mental and psychosocial development of the individual. Some years ago, even the experts insisted on the exclusive involvement of these individuals in their native language, based on the argument that the second language may slow down the acquisition of the first - even if the parents speak different languages. However, in recent years, studies have shown that these individuals manage to surpass significantly their cognitive difficulties and are able to communicate equally well both in their mother tongue and in the foreign languages they have acquired. There are also studies which claim that learning one or more foreign language improves both language and cognitive skills of children in typical development. It seems that something similar happens in individuals with Down's syndrome. There is a suspicion that even in patients with Alzheimer disease the engagement with a foreign language slows the degeneration of cognitive skills. This review presents and analyzes bilingualism in cases of Down syndrome in the light of plasticity. It may be that the working memory and the hippocampus hide a significant part of the solution to the problem.

Key-Words: brain plasticity, bilingualism, memory, Down syndrome

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

1. Εισαγωγή.....	9
1.1 Περιγραφή.....	9
1.2 Γενικά Χαρακτηριστικά.....	10
2. Μνήμη.....	13
2.1 Το Μοντέλο της Μνήμης.....	13
2.2 Μνήμη και σύνδρομο Down.....	18
3. Εγκεφαλική Ευπλαστικότητα.....	21
3.1 Εμπειρίες και Ευπλαστικότητα.....	21
3.2 Ευπλαστικότητα και Διγλωσσία.....	22
3.3 Ευπλαστικότητα και σύνδρομο Down... ..	24
4. Σύνδρομο Down και Διγλωσσία.....	28
4.1 Γλωσσική ανάπτυξη.....	28
4.2 Διγλωσσία και σύνδρομο Down.....	31
5. Συμπεράσματα.....	36
Βιβλιογραφικές αναφορές.....	38

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Περιγραφή

Αρχικά, θα περιγράψω το σύνδρομο Down και θα αναφερθώ στα γενικά χαρακτηριστικά του. Έπειτα, θα παρουσιάσω σύντομα το δομικό μοντέλο της μνήμης και συγκεκριμένα θα περιγράψω τη μνήμη των ατόμων με τη συγκεκριμένη αναπηρία. Ακολουθεί η επεξήγηση της ευπλαστότητας σε συνάρτηση με τις εμπειρίες, τη διγλωσσία και το σύνδρομο Down. Θα συνεχίσω με την παρουσίαση της γλωσσικής ανάπτυξης αυτών των ατόμων και τις καταγεγραμμένες περιπτώσεις διγλωσσίας. Τέλος, θα ολοκληρώσω την εργασία μου με τα συμπεράσματα μου.

Το 1866 ο John Langdon Haydon Down (Down, 1866) υπήρξε ο πρώτος που παρατήρησε και περιέγραψε την έλλειψη συντονισμού σε συνδυασμό με τη μειωμένη αντίληψη ενός μέρους του πληθυσμού.

Το σύνδρομο Down είναι μια νευροαναπτυξιακή διαταραχή που χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη ενός τρίτου χρωματοσώματος στο εικοστό πρώτο ζευγάρι χρωματοσωμάτων της αλυσίδας του DNA (Hayes & Gunn, 1991· Steele, 1996). Σε ποσοστό 3% δεν παρατηρείται τρισωμία, αλλά μετάθεση του εικοστού πρώτου χρωματοσώματος και ακόμη πιο σπάνια (ποσοστό 2%) μπορεί να σημειωθεί μωσαϊκισμός ή μερική τρισωμία (Kemper, 1988· Gorlin et al., 1990) με αποτέλεσμα να μην υπάρχει ο φυσιολογικός αριθμός χρωματοσωμάτων (Roizen and Patterson, 2003· Antonarakis & Epstein, 2006). Ένας από τους καθοριστικούς παράγοντες εμφάνισης του συνδρόμου Down φαίνεται να είναι η προχωρημένη ηλικία τεκνοποίησης της μητέρας (Hassold & Sherman, 2002· Muters et al., 2002· Morris et al., 2005· Patterson & Lott, 2008) αν και εντυπωσιακός είναι και ο ρόλος του

οξειδωτικού στρες (Briggs et al., 2013). Ο συγκεκριμένος γονότυπος συνοδεύεται από ανατομικές, νοητικές, γνωστικές και ψυχοκοινωνικές αποκλίσεις και οδηγεί σε ένα συγκεκριμένο γνωστικό και συμπεριφορικό φαινότυπο, δεδομένου ότι επηρεάζει και καθορίζει τη νευροφυσιολογία του εγκεφάλου (Rondal, 1999· Nadel, 1996· Wisniewki et al., 1996· Horwitz, 1990· Nadel, 2003· Mrak & Griffin, 2004 ·Shaw, 1987· Coyle, Oster-Granite & Geahart, 1986· Lott, 1986· Zeilweger, 1977).

Γενικά Χαρακτηριστικά

Οι έρευνες καταδεικνύουν άτομα με πανομοιότυπη εξωτερική εμφάνιση, μετρίου αναστήματος και διαβαθμισμένη νοητική υστέρηση, μικρότερο μέγεθος εγκεφάλου - περίπου στα 1000g.- και παρεγκεφαλίδα με αντίστοιχες μειωμένες νευρωνικές διασυνδέσεις. Η απώλεια κοκκοειδών νευρώνων στον εγκεφαλικό φλοιό (Ross, Galuburda & Kemper, 1984· Benda, 1971· Blackwood & Corsellis, 1976· Crome et al., 1966) συνεπάγεται τη μειωμένη ωρίμανση των νευρώνων και των συνάψεων του εγκεφάλου, καθώς και την καθυστέρηση στη μυελίνωση των νευραξόνων, η οποία επηρεάζει την αλληλεπίδραση μεταξύ του μετωπιαίου και του κροταφικού λοβού. Παρατηρείται υποπλασία του μετωπιαίου λοβού και είναι διακριτή η διαφορά μεγέθους του ιπποκάμπου, του υποθαλάμου, καθώς και του στελέχους. Επίσης, διαπιστώνεται ότι υπάρχουν προβλήματα που εντοπίζονται στην άνω και κάτω μετωπιαία έλικα (περιοχή Broca), γεγονός που αποτελεί και την κύρια αιτία των δυσκολιών που εντοπίζονται στη γλωσσική ανάπτυξη. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά συνάδουν και δικαιολογούν απόλυτα την αδυναμία που παρουσιάζουν τα άτομα με σύνδρομο Down να χειριστούν τα γνωστικά ερεθίσματα του περιβάλλοντός τους, με αποτέλεσμα να υπάρχουν δυσκολίες στην επικοινωνία τους. Ωστόσο, υπάρχουν και

εξαιρέσεις, μιας και αυτά τα παιδιά παρουσιάζουν ένα εύρος ικανοτήτων αξιοθαύμαστο, συνυπολογίζοντας και τις ιδιαιτερότητές τους.

Επίσης, πρέπει να τονιστεί η διαφορετικότητα του κάθε ατόμου. Για αυτό το λόγο, όπως συμβαίνει και σε όλες τις διαταραχές, παρατηρείται ένα ευρύ φάσμα ατομικών διαφορών που αφορά τόσο στη γνωστική όσο και στη γλωσσική ανάπτυξη καθώς και στο ρυθμό και το βαθμό κατάκτησης των στόχων (Chapman & Hesketh, 2001· Hodapp & Zigler, 1990) με ένα μέσο όρο του δείκτη νοημοσύνης στο 50 (Dykens, Hodapp, & Funicane, 2008· Roizen, 2002). Αρχικά, η επίδοσή τους σε οπτικο-χωρικά έργα είναι πολύ καλύτερη συγκριτικά με τα γλωσσικά (Haxby, 1989· Rohr & Burr, 1978· Silverstein et al., 1982· Thase et al., 1984). Κοινό χαρακτηριστικό όλων αποτελεί η καθυστέρηση της γλωσσικής ανάπτυξης συγκριτικά με άτομα αντίστοιχης νοητικής ηλικίας τυπικής ανάπτυξης (Vicari, Caselli & Tonucci, 2000). Παρατηρείται συντακτική αδυναμία και σημαντική δυσκολία στη χρήση μορφημάτων (Chapman et al., 1998· Berglund, Eriksson & Johansson, 2001· Eadie et al., 2002· Fidler, Philofsky, & Hepburn, 2007). Πιο συγκεκριμένα, η μορφοσυντακτική αδυναμία είναι από τους πιο ανεπαρκείς τομείς στη συγκεκριμένη αναπηρία. Η σημασιολογία, είτε σε επίπεδο προσληπτικού είτε σε επίπεδο εκφραστικού λεξιλογίου, είναι ελλειμματική (Chapman, Schwartz & Kay- Raining Bird, 1991), αν και φαίνεται πως ο πρώτος υπερτερεί του δεύτερου καθ' όλη τη διάρκεια της ζωής τους (Chapman, 2006· Facion et al., 2002). Οι πρώτες λέξεις καθυστερούν γενικά να εμφανιστούν στη συγκεκριμένη αναπηρία και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αργή ανάπτυξη του εκφραστικού λεξιλογίου (Berglund, Eriksson & Johansson, 2001· Mervis & Byron, 2000· Gillham, 1990· Stroeminger et al., 1984). Παρά τις όποιες δυσκολίες έκφρασης, οι αντιληπτικές τους δεξιότητες φαίνεται να υπερτερούν του λόγου σε όλα τα στάδια ανάπτυξης και μέχρι την εφηβεία (Chapman et al., 2002· Chapman, 2006·

Facon, Bollengier & Grubar, 2002). Ωστόσο, αργότερα φθίνουν και αυτές με την είσοδο των ατόμων με σύνδρομο Down στην ενηλικίωση (Chapman, Hesketh & Kistler, 2002).

Μια σειρά από μελέτες φέρονται να χαρακτηρίζουν τα παραπάνω ως συνέπεια ελλειμμάτων τόσο στη μακρόχρονη, όσο και στη βραχύχρονη μνήμη (Bilovsky & Share, 1965· Das, 1985· MacDade & Adler, 1980· Marcell & Armstrong, 1982· Stratford, 1985· Varnhagen, Das & Varnhagen, 1987· Hulme & Mackenzie, 1992· Bower & Hayes, 1994· Wang & Bellugi, 1994· Jarrold et al., 2000· Marcell & Weeks, 1988· Vicari, Marotta, & Carlesimo, 2004· Carlesimo, Marotta, & Vicari, 1997· Vicari & Carlesimo, 2002). Άτομα με σύνδρομο Down παρουσιάζουν φτωχή βραχύχρονη μνήμη και έχουν μεγαλύτερη δυσκολία στην ανάκληση ακουστικών παρά οπτικών πληροφοριών (Florez, 1992). Ωστόσο, εντύπωση προκαλεί το γεγονός πως η επίδοσή τους στη χρήση χειρονομιών σε περιπτώσεις απουσίας της λεκτικής επικοινωνίας, στη διαδικασία ενεργοποίησης της προσοχής, της εστίασης και της οπτικής επαφής είναι εξαιρετικά καλή (Fidler, Philofsky, & Hepburn 2005· Kasari, Freeman, & Mundy, 1995· Mundy, Kasari, & Sigman, 1995· Mundy, Sigman, & Kasari, 1988).

MNHMH

Το Μοντέλο της Μνήμης

Όπως φαίνεται, η ικανότητα συγκράτησης πληροφοριών για ένα σύντομο χρονικό διάστημα (μερικών δευτερολέπτων) είναι σημαντική πτυχή της γνωστικής διαδικασίας και σχετίζεται με ένα ευρύ φάσμα γνωστικών ικανοτήτων (Broadley & MacDonald, 1993)

Αρχικά, ο Hebb το 1949 διαχωρίζει τη λειτουργία της μακρόχρονης μνήμης, την οποία θεωρεί υπεύθυνη για συνεχόμενες και διαρκείς αλλαγές στο νευρικό σύστημα, με τη λειτουργία της βραχύχρονης μνήμης, της οποίας μάλιστα την ύπαρξη απέδωσε στην προσωρινή ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου. Αργότερα, σε εμπειρικές μελέτες (Brown 1958· Peterson & Peterson, 1959) παρατηρήθηκε η απώλεια υλικού από τη μνήμη, εντός μερικών δευτερολέπτων, αν εμποδιστεί η επανάληψή του. Οι ερευνητές απέδωσαν τα αποτελέσματα σε ένα σύστημα προσωρινής βραχύχρονης μνήμης, το οποίο αντιπαρέβαλαν με τη μακρόχρονη μνήμη. Το 1968 οι Atkinson και Shiffrin παρουσίασαν ένα δομικό μοντέλο μνήμης, αποτελούμενο από την αισθητηριακή καταγραφή, τη βραχύχρονη και τη μακρόχρονη μνήμη.

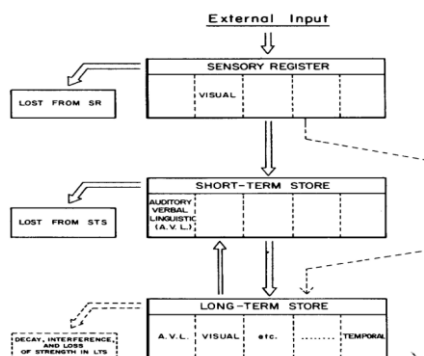


Fig. 1. Structure of the memory system.

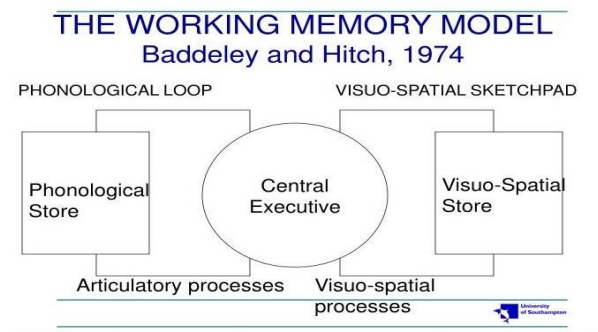
Εικόνα 1: Δομικό Μοντέλο Μνήμης (Atkinson & Shiffrin, 1968).

Όπως φαίνεται και από το σχεδιάγραμμα υπάρχει μια πολύ στενή συνεργασία μεταξύ των τριών συστημάτων. Συγκεκριμένα, το σύστημα αισθητήριας καταγραφής δέχεται τις πληροφορίες και κάποιες από αυτές μεταφέρονται στη βραχύχρονη μνήμη, όπου υφίστανται επεξεργασία. Αυτό το προσωρινό σύστημα βραχύχρονης αποθήκευσης χρησιμεύει ως ένα σύστημα προθάλαμου, όπου υπάρχει μεταφορά μέρους των επεξεργασμένων πληροφοριών στη μακρόχρονη μνήμη (Baddeley, 2003). Παράλληλα, η βραχύχρονη μνήμη αναλαμβάνει και ρόλο εργαζόμενης μνήμης. Ειδικότερα, πολλές και περίπλοκες διεργασίες εκτυλίσσονται στη βραχύχρονη μνήμη όπως παραδείγματος χάριν αυτές της συλλογιστικής και της αντίληψης (Atkinson & Shiffrin, 1968). Αξίζει να σημειωθεί πως, η διατήρηση των πληροφοριών στη βραχύχρονη μνήμη και η μεταφορά τους στη μακρόχρονη μνήμη επιτυγχάνεται μέσω της εσωτερικής επανάληψης των πληροφοριών αυτών.

Η μελέτη ασθενών με νευροψυχικά προβλήματα απέδειξε πως η βλάβη στο μέσο κροταφικό λοβό (σύστημα μακρόχρονης μνήμης) σε ασθενείς με αμνησία μπορούσε να δυσχεράνει σημαντικά την ικανότητα νέας μάθησης, ενώ οι επιδόσεις της βραχύχρονης μνήμης παρέμεναν ανεπηρέαστες (Baddeley & Warrington, 1970· Milner, 1966) γεγονός που εναρμονίζεται με το συγκεκριμένο δομικό μοντέλο μνήμης.

Αργότερα, ο Baddeley και ο Hitch (1974) επιχείρησαν να αναπτύξουν ακόμα περισσότερο το μοντέλο της βραχύχρονης μνήμης. Η βραχύχρονη αποθήκευση αντικαταστάθηκε από την εργαζόμενη μνήμη. Το μοντέλο της εργαζόμενης μνήμης παρέχει ένα σαφές θεωρητικό πλαίσιο της βραχύχρονης μνήμης, το οποίο εξετάζει την προσωρινή αποθήκευση και επεξεργασία των πληροφοριών και έχει γίνει πλέον

κυρίαρχο θεωρητικό πλαίσιο αναφοράς τα τελευταία χρόνια (Cornoldi & Vecchi, 2003· Swanson & Beebe-Frankenberger, 2004).



Εικόνα 2: Baddeley & Hitch (1974).

Μοντέλο της εργαζόμενης μνήμης των Baddeley και Hitch 1974

Στο συγκεκριμένο μοντέλο η εργαζόμενη μνήμη διαιρείται σε τρία ξεχωριστά συστήματα, τα οποία όμως αλληλεπιδρούν και συνεργάζονται ως μέρη ενός ενιαίου ολοκληρωμένου συστήματος. Αρχικά, υπάρχει μια κεντρική εκτελεστική μονάδα, που είναι υπεύθυνη για το συντονισμό της εργαζόμενης μνήμης και του ελέγχου της προσοχής συν δύο βοηθητικά συστήματα αποθήκευσης, το φωνολογικό κύκλωμα και το οπτικοχωρικό σημειωματάριο για την προσωρινή συγκράτηση πληροφοριών. Ο ρόλος της κεντρικής εκτελεστικής μονάδας επικεντρώνεται στον έλεγχο της ροής των πληροφοριών προς και από τα δυο βοηθητικά υποσυστήματα της εργαζόμενης μνήμης. Το φωνολογικό κύκλωμα, αφορά στο φωνολογικό υλικό και το οπτικοχωρικό σημειωματάριο χρησιμεύει στη σύντομη αποθήκευση και επεξεργασία οπτικοχωρικών πληροφοριών (Baddeley, 2003).

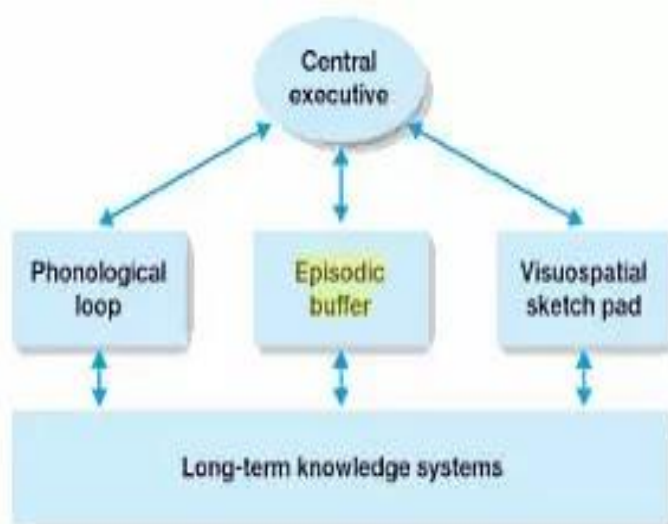
Μελέτες σε ασθενείς με ελλείμματα στο φωνολογικό κύκλωμα, αλλά και νευροαπεικονιστικές μελέτες, υποστηρίζουν την ύπαρξη χωριστών συστημάτων

αποθήκευσης και επανάληψης. Η περιοχή 44 Brodmann (κάτω μετωπιαία έλικα) φαίνεται να είναι υπεύθυνη για την προσωρινή αποθήκευση δεδομένων για κάποια δευτερόλεπτα, τα οποία εξασθενούν αν δεν ενισχυθούν από το δεύτερο σύστημα. Το δεύτερο σύστημα, της εσωτερικής επανάληψης, φαίνεται να σχετίζεται με την περιοχή Broca (περιοχές 6 και 40 κατά Brodmann) και πέρα από την συγκράτηση πληροφοριών στο σύστημα αποθήκευσης χρησιμεύει και στην καταγραφή οπτικών πληροφοριών, αρκεί τα ερεθίσματα αυτά να έχουν τη δυνατότητα να ονοματιστούν. Και στις δύο περιπτώσεις η ενεργοποίηση γίνεται κυρίως στο αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου. Ωστόσο περιστασιακά, υπάρχουν ενδείξεις ομόλογης δραστηριότητας στο δεξιό ημισφαίριο του εγκεφάλου, υπό ιδιαίτερα απαιτητικές συνθήκες (Baddeley, 2003). Από την άλλη, έρευνες για το οπτικοχωρικό σημειωματάριο αποκαλύπτουν ότι η αποθήκευση εξαρτάται κάθε φορά από το έργο μνήμης. Συνεπώς, η αποθήκευση ενδέχεται να είναι χωρική (Baddeley & Lieberman, 1980), οπτική (Logie, 1986) ή ακόμα και κιναισθητική (Smyth & Pendleton, 1990). Νευροαπεικονιστικές μελέτες σε ασθενείς δείχνουν ότι το συγκεκριμένο σύστημα σχετίζεται κυρίως με τη λειτουργία του δεξιού εγκεφαλικού ημισφαιρίου (Baddeley, 2003).

Το 2000 ο Baddeley πρόσθεσε ακόμη ένα στοιχείο στο δομικό μοντέλο της εργαζόμενης μνήμης, τη διαχειριστική μνήμη (episodic buffer). Ο λόγος της συγκεκριμένης προσθήκης προήλθε από την αδυναμία απόδοσης του συνδυασμού οπτικών και λεκτικών κωδικών και της σύνδεσης τους σε πολυδιάστατες αναπαραστάσεις στη μακρόχρονη μνήμη. Επίσης, προέκυψε η ανάγκη για την προσωρινή αποθήκευση μεγάλης χωρητικότητας μνημονικού υλικού. Αρχικά, οι συγκεκριμένες λειτουργίες είχαν αποδοθεί στη μακρόχρονη μνήμη, όμως αυτή η θεωρία απορρίφθηκε. Το 2002 οι Baddeley και Wilson παρακολούθησαν ασθενείς με

βαριάς μορφής αμνησία (βλάβη στη μακρόχρονη μνήμη) στην ανάκληση ενός κειμένου πεζού λόγου, το οποίο περιελάμβανε περίπου 20 μονάδες ιδεών, και οι επιδόσεις τους υπήρξαν κανονικές.

Πιο συγκεκριμένα, η διαχειριστική μνήμη βασίζεται στη λειτουργία της κεντρικής εκτελεστικής μονάδας, όμως ευθύνεται κυρίως για την αποθήκευση των πληροφοριών και όχι για το συντονισμό της εργαζόμενης μνήμης. Χρησιμοποιείται ο όρος «διαχειριστική» με την έννοια ότι διαχειρίζεται βιώματα με τα οποία οι πληροφορίες ενσωματώνονται χωρικά και ενδεχομένως να επεκτείνονται και χρονικά. Είναι ένα είδος «ενδιάμεσης» μνήμης που προσφέρει μια προσωρινή διεπαφή μεταξύ των δύο υποσυστημάτων (φωνολογικού κυκλώματος και οπτικοχωρικού σημειωματάριου) και της μακρόχρονης μνήμης. Όπως φαίνεται, διαδραματίζει ένα σημαντικό ρόλο στην ανατροφοδότηση και την ανάκτηση πληροφοριών από την επεισοδιακή μακρόχρονη μνήμη χωρίς όμως να αποτελεί μέρος αυτής (Baddeley, 2000).



Εικόνα 3: Μοντέλο της εργαζόμενης μνήμης (Baddeley, 2000).

Μνήμη και Σύνδρομο Down

Σε περιπτώσεις αναπτυξιακής δυσλεξίας (Jorm, 1983) και γλωσσικών διαταραχών (Gathercole & Baddeley, 1990· Johnston & Anderson, 1998) οι ικανότητες της βραχύχρονης μνήμης καταγράφονται ως περιορισμένες. Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και στα άτομα με σύνδρομο Down (Bilovsky & Share, 1965· Das, 1985· MacDade & Adler, 1980· Marcell & Armstrong, 1982· Stratford, 1985· Varnhagen, Das & Varnhagen, 1987· Hulme & Mackenzie, 1992· Bower & Hayes, 1994· Wang & Bellugi, 1994· Jarrold et al., 2000· Marcell & Weeks, 1988· Vicari, Marotta, & Carlesimo, 2004) στα οποία μάλιστα η δυσκολία εντοπίζεται περισσότερο στην ανάκληση ακουστικών παρά οπτικών πληροφοριών (Florez, 1992) και οι δεξιότητες της λεκτικής επικοινωνίας εμφανίζονται υποδεέστερες από τις μη λεκτικές ικανότητες επικοινωνίας (Gunn & Crombie, 1996· Pueschel, Gallagher, Zartler & Pezzullo, 1987· Rohr & Buhr, 1978). Συνεπώς, η δυσλειτουργία της λεκτικής βραχύχρονης μνήμης επιφέρει και σημαντικές επιπλοκές στην ανάπτυξη και κατάκτηση των γλωσσικών δεξιοτήτων και εξηγεί ως ένα σημείο τον αργό ρυθμό της γλωσσικής ανάπτυξης σε σχέση με τις μη λεκτικές ικανότητες.

Πιο συγκεκριμένα, αναφορικά με τη λεκτική βραχύχρονη μνήμη των ατόμων με σύνδρομο Down επικρατούν δυο απόψεις. Σύμφωνα με την πρώτη άποψη, αφού η οπτικοχωρική μνήμη δε φαίνεται να παρουσιάζει κάποιο πρόβλημα (Azari, Horwitz, Pettigrew, Grady, Giacometti, K, & Schapiro, 1994· Jarrold & Baddeley, 1997· Jarrold, Baddeley & Hewes, 1999· Wang & Bellugi, 1994· Haxby, 1989· Vicari, Carlesimo & Caltagirone, 1995), οι φτωχές επιδόσεις της λεκτικής βραχύχρονης μνήμης, ίσως να οφείλονται και σε άλλους παράγοντες εκτός της μνήμης. Ο ρυθμός

ανάπτυξης της βραχύχρονης μνήμης στα άτομα με σύνδρομο Down είναι πιο αργός. Το εύρος των ψηφίων της λεκτικής βραχύχρονης μνήμης που μπορούν να απομνημονεύσουν οι έφηβοι φτάνει τα 3 με 4 στην καλύτερη περίπτωση (Azari et al., 1994· Haxby, 1989· Hulme & Mackenzie, 1992· Jarrold & Baddeley, 1997· Jarrold, et al., 1999· Jarrold & Baddeley, 2001· Kay-Raining Bird & Chapman, 1994· Vicari, Carlesimo & Caltagirone, 1995· Wang & Bellugi, 1994) αντί των 5+/-2 που θεωρείται ως το αναμενόμενο για την ηλικία αυτή (Miller, 1956). Αξίζει βέβαια να σημειωθεί και η περίπτωση της νεαρής γυναίκας με σύνδρομο Down η οποία, εκτός του ότι μιλάει 3 γλώσσες, το εύρος της λεκτικής βραχύχρονης μνήμης της είναι φυσιολογικό (Vallar & Papagno, 1993). Μια πιθανή αιτία που ενδέχεται να επηρεάζει τη λεκτική βραχύχρονη μνήμη είναι το πρόβλημα ακοής που η πλειονότητα των ατόμων αυτών αντιμετωπίζει (Bower & Hayes, 1994· Kay-Raining Bird & Chapman, 1994· MacKay & Donald, 1976· Mackenzie & Hulme, 1987· Marcell & Cohen, 1992· Marcell, Harvey, & Cothran, 1988· Marcell, Ridgeway, Sewell, & Whelan, 1995· Marcell & Weeks, 1988). Η πλειοψηφία των παιδιών κατακτούν τη γλώσσα αρχικά μέσω της ακοής και η καλή ακοή εμπλέκεται στη διαδικασία τόσο του λόγου όσο και της γλώσσας.

Η δεύτερη άποψη που υποστηρίζεται από κάποιους ερευνητές (Jarrold & Baddeley, 2001) αναφέρει πως τα προβλήματα ακοής ή ομιλίας δεν αποτελούν την κύρια αιτία δυσκολιών της λεκτικής βραχύχρονης μνήμης. Αντίθετα, συνδέονται με μια δυσλειτουργία του φωνολογικού κυκλώματος της εργαζόμενης μνήμης (Jarrold & Baddeley, 2001), το φωνολογικό έλλειμμα όπως το ονομάζουν (Jarrold, Baddeley, & Hewes, 1999). Υποστηρίζουν πως ο πρωταρχικός σκοπός του φωνολογικού κυκλώματος είναι η αποθήκευση αγνώστων ήχων (sound patterns) (Baddeley, Gathercole & Papagno, 1998). Υπάρχουν πολύ σημαντικά ευρήματα που

αποδεικνύουν ότι το φωνολογικό κύκλωμα διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη διαφόρων πτυχών της γλώσσας, και ειδικότερα στην κατάκτηση λεξιλογίου (Baddeley, Papagno & Vallar, 1988· Gathercole et al., 1997· Masoura & Gathercole, 1999). Το κύκλωμα ειδικεύεται στη συγκράτηση λεκτικών πληροφοριών για σύντομο χρονικό διάστημα και περιλαμβάνει τη φωνολογική αποθήκευση, που συγκρατεί πληροφορίες φωνολογικού τύπου και τη διαδικασία επανάληψης, η οποία εξυπηρετεί στη διατήρηση φθινουσών αναπαραστάσεων της φωνολογικής αποθήκευσης.

Ταυτόχρονα παρατηρούνται ελλείμματα και στη μακρόχρονη μνήμη (Carlesimo, Marotta, & Vicari, 1997· Vicari & Carlesimo, 2002). Επομένως, οι δυο ελλειμματικοί τρόποι λειτουργίας της μνήμης δικαιολογούν απόλυτα τη μειωμένη κατάκτηση της γλώσσας (Hulme & Makenzie, 1992).

ΕΓΚΕΦΑΛΙΚΗ ΕΤΠΛΑΣΤΟΤΗΤΑ

Εμπειρίες και Ευπλαστικότητα

Τα τελευταία χρόνια οι έρευνες έχουν αποδείξει, πέρα από κάθε αμφισβήτηση, ότι η δομή του ανθρώπινου εγκεφάλου απέχει πολύ από το να χαρακτηριστεί ως στατική. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος έχει μια εξαιρετική ικανότητα να αλλάζει λειτουργικά και φυσικά ακόμη και να αναδιαμορφώνει τη δομή του ως απάντηση στα περιβαλλοντικά ερεθίσματα και στις γνωστικές απαιτήσεις. Αυτή η ιδιότητα, γνωστή ως ευπλαστικότητα, έχει εξεταστεί εκτενώς σε πολλούς τομείς. Πέρα από τις φυσικές διαδικασίες ωρίμανσης, όπως η φλοιϊκή λέπτυνση και αυξήσεις στη μυελίνωση (Muftuler et al., 2012· Tamnes et al., 2010), πλέον έχει τεκμηριωθεί ότι η απόκτηση και η χρήση μιας νέας δεξιότητας μπορεί να συνοδεύεται και από διαρθρωτικές προσαρμογές στις περιοχές του εγκεφάλου, που υποστηρίζουν αυτή τη συγκεκριμένη ικανότητα. Οι οδηγοί ταξί, παραδείγματος χάριν, έχουν αυξημένο τον όγκο του υποκάμπτου τους, μια δομή που εμπλέκεται μεταξύ άλλων λειτουργιών και με την πλοήγηση (Maguire et al., 2000). Παρομοίως, η εκμάθηση ζογκλερικών προκαλεί αλλαγές στη δομή τόσο της φαιάς, όσο και της λευκής ουσίας, σε κινητικές και οπτικές περιοχές του φλοιού του εγκεφάλου (Draganski et al., 2004· Scholz et al., 2010). Επιπρόσθετα, έχει τεκμηριωθεί ότι οι επαγγελματίες παίκτες του μπάσκετ έχουν αυξημένο όγκο σε ένα ευρύ δίκτυο φλοιϊκών περιοχών (Tan et al., 2017), ενώ έχει αποδειχθεί, επίσης, ότι η εκμάθηση ενός πολύπλοκου έργου εξισορρόπησης επιφέρει μεταβολές της φαιάς ουσίας, οι οποίες ακολουθούνται αργότερα από μεταβολές της λευκής (Taubert et al., 2010). Ωστόσο, ιδιαίτερα κεντρίζουν το ενδιαφέρον οι δομικές αλλαγές που επέρχονται στον εγκέφαλο ως συνέπεια της εμπειρίας ακόμη και για υψηλότερες γνωστικές λειτουργίες. Παραδείγματος χάριν,

τόσο οι μαθηματικοί (Aydin et al., 2007) όσο και οι μουσικοί (Bermudez et al., 2009) παρουσίασαν αυξήσεις του όγκου στη φαιά ουσία.

Τέλος, στον τομέα της γλώσσας, το μέγεθος του λεξιλογίου στη μητρική γλώσσα έχει αποδειχθεί ότι σχετίζεται με τον όγκο αρκετών περιοχών που εμπλέκονται στη διεργασία της εκμάθησης μιας γλώσσας (Lee et al., 2007).

Ευπλαστικότητα και Διγλωσσία

Η ενασχόληση με μια δεύτερη ξένη γλώσσα αυξάνει τον όγκο και την πυκνότητα της φαιάς ουσίας, όμως οι αλλαγές δεν περιορίζονται αποκλειστικά σε περιοχές που σχετίζονται με την εκμάθηση γλωσσών -ως επί το πλείστον το αριστερό ημισφαίριο- (Bellander et al., 2016· Della Rosa et al., 2013· Hosoda et al., 2013 · Mårtensson et al., 2012· Osterhout et al., 2008· Stein et al., 2012). Οι αλλαγές μπορεί να εντοπίζονται σε περιοχές, όπως είναι η υπερχειλίου έλικα (SMG), μέρος του κάτω βρεγματικού λοβού (IPL), η οποία θεωρείται απαραίτητη για την ενσωμάτωση της σημασιολογίας και της φωνολογίας των νεοαποκτηθεισών λέξεων (Richardson et al., 2010), η κάτω μετωπιαία έλικα (IFG), η μέση μετωπιαία έλικα (MFG) και ο πρόσθιος φλοιός του προσαγωγίου (ACC).

Πρόκειται για ένα σύμπλεγμα περιοχών που βρίσκονται στο προμετωπιαίο φλοιό και επηρεάζουν τη διαδικασία της μετάβασης μεταξύ δύο ή περισσότερων γλωσσών και στον έλεγχο της παραγωγής τους (Abutalebi & Green, 2016). Ακόμη, περιλαμβάνουν τον πρόσθιο κροταφικό λοβό (ATL) και τον ιππόκαμπο αμφιπλεύρως, που σχετίζονται με την απόκτηση λεξιλογίου (Li et al., 2017).

Όσον αφορά τις επιπτώσεις στη λευκή ουσία, φαίνεται ότι η πρόσθετη γλωσσική κατάρτιση αυξάνει τη συνοχή της λευκής ουσίας μειώνοντας την ιστροπική της διάχυση σε οδούς που παρέχουν συνδετικότητα μεταξύ των μετωπιαίων, βρεγματικών, κροταφικών και υποφλοϊκών περιοχών που σχετίζονται με τη γλώσσα, και στα δύο ημισφαίρια (Hosoda et al., 2013· Mamiya et al., 2016· Schlegel, Rudelson & Tse, 2012· Xiang et al., 2015). Όταν η λευκή ουσία διαχέεται σε μειωμένο ποσοστό ανάμεσα στις περιοχές του εγκεφάλου, διαπιστώνεται ότι αυτές επικοινωνούν αποτελεσματικότερα. Έτσι, λοιπόν, η εκμάθηση γλωσσών «αναγκάζει» ολόκληρο το σύστημα να αναδιοργανωθεί προκειμένου να αντιμετωπίσει το έργο ελέγχου για την επιλογή των λεξικών, σημασιολογικών και φωνολογικών εναλλακτικών, κατά την παραγωγή της γλώσσας (Pliatsikas, 2019). Αυτές οι εναλλακτικές, περιλαμβάνουν κυρίως οδούς που συνδέουν μετωπιαίες με κροταφικές και / ή βρεγματικές περιοχές, τόσο κοιλιακές οδούς που εμπλέκονται στη σημασιολογική και συντακτική επεξεργασία, όσο και ραχιαίες οδούς που εμπλέκονται στην επεξεργασία της φωνολογίας και της σύνθετης σύνταξης (Bakhtiari, Boliek & Cummine, 2014).

Ακόμη, πρόσφατα στοιχεία δείχνουν ότι το μαθησιακό πλαίσιο φαίνεται να επιδρά καταλυτικά στις περιοχές οι οποίες επηρεάζονται από τη γλωσσική κατάρτιση (Legault, Fang, Lan & Li, 2018). Συγκεκριμένα, μια μελέτη περιγράφει την επίδραση της εκμάθησης μιας γλώσσας ακόμη και στην αναδιάρθρωση μη τυπικών περιοχών της γλώσσας στον οπτικό φλοιό (περιοχές V2/3) για την κατάκτηση των έγχρωμων λέξεων (Kwok et al., 2011).

Ευπλαστικότητα και σύνδρομο Down

Το φαινόμενο της συναπτικής ευπλαστότητας είναι έντονα συνδεδεμένο με τις γνωστικές διαδικασίες, όπως η μάθηση και η μνήμη (Hofer & Bonhoeffer, 2010· Bliss & Collingridge, 1993). Η συναπτική ευπλαστότητα αναφέρεται στη δυναμική φύση των συνάψεων, στις πτυχές επικοινωνίας μεταξύ νευρώνων, όπου η δομή, η σύνθεση ή η λειτουργία των συνάψεως μεταβάλλεται ως απάντηση στη νευρωνική δραστηριότητα. Ο χρόνος και η ισχύς της προσυναπτικής και της μετασυναπτικής δραστηριότητας καθορίζουν σε σημαντικό βαθμό αν οι συνάψεις μπορούν είτε να ενισχυθούν είτε να αποδυναμωθούν μέσα από ένα μηχανισμό για τον σχηματισμό και την αποθήκευση της μνήμης (Dan & Poo, 2006). Δομικά, οι συναπτικές συνδέσεις σε διεγερτικούς νευρώνες σχηματίζονται τυπικά στην κεφαλή των δενδριτικών αξόνων (Sheng & Hoogenraad, 2007). Η συσχέτιση μεταξύ της συναπτικής ευπλαστότητας και των γνωστικών διεργασιών, όπως η μάθηση και η μνήμη, συχνά μελετάται στον ιππόκαμπο, μια δομή που εμπλέκεται σε ποικίλες γνωστικές διαδικασίες όπως εκείνες που σχετίζονται με την απόκτηση, την κωδικοποίηση, την αποθήκευση και την ανάκληση πληροφοριών (Nadel & Bohbot, 2001· Kesner, 2007· Moser, Kropff, & Moser, 2008). Πολλαπλά στοιχεία υποδεικνύουν ότι η μακρόχρονη ρύθμιση προς τα πάνω ή προς τα κάτω των λειτουργικών συναπτικών δυνάμεων, που αναφέρονται ως μακρόχρονη ενδυνάμωση (LTP) και μακρόχρονη αποδυνάμωση (LTD) αντίστοιχα, είναι θεμελιώδεις συναπτικοί μηχανισμοί στους οποίους στηρίζονται οι συμβολές του ιπποκάμπου σε αυτές τις διαδικασίες. Πράγματι, οι νευροψυχολογικές έρευνες υποδεικνύουν ότι τα ελλείμματα των διεργασιών εκμάθησης και μνήμης που σχετίζονται με τον ιππόκαμπο αποτελούν χαρακτηριστικό κομβικό σημείο των ατόμων με σύνδρομο Down (Nadel, 2003· Pennington et al., 2003).

Αντιλαμβανόμενοι τα λειτουργικά ελλείμματα του ιπποκάμπου οι ερευνητές προσπαθούν να σχεδιάσουν και να προτείνουν θεραπείες που θα αντιστρέψουν αυτούς του φαινότυπους και θα συμβάλουν στη βελτίωση της αντίληψης των ατόμων με σύνδρομο Down.

Αρχικά προτείνουν τη φαρμακολογία με στόχο τον ιππόκαμπο. Για τις έρευνες επιστρατεύονται μύες τύπου Ts65Dn. Η εφαρμογή του ανταγωνιστή υποδοχέα GABA_A, πικροτοξίνης στον ιππόκαμπο των Ts65Dn μυών διασώζει την μακρόχρονη ενδυνάμωση στην οδοντωτή έλικα (Kleschevnicov et al., 2004) και την περιοχή CA1 (Costa & Grybko, 2005). Η χρόνια χορήγηση χαμηλών δόσεων πικροτοξίνης ή άλλων ανταγωνιστών υποδοχέων GABA_A (όπως το πεντυλενοτετραζόλιο ή μπιλοβαλίδιο) βελτιώνει τη γνωστική ικανότητα των Ts65Dn μυών που υποδηλώνουν ότι η αποτελεσματικότητα αυτής της κατηγορίας φαρμακολογικών παραγόντων θα μπορούσε να δοκιμαστεί για την αναστροφή της εξασθενημένης αντίληψης ατόμων με σύνδρομο Down (Fernandez et al., 2007). Ωστόσο, η υπερβολική αναστολή των υποδοχέων GABA_A μπορεί να προκαλέσει επιληπτικές κρίσεις, στον άνθρωπο. Ο εξονυχιστικό έλεγχος παρόμοιων φαρμάκων ή ακόμη και ο προσεκτικός σχεδιασμός φαρμακολογικών ενώσεων με παρόμοιες ικανότητες αποκλεισμού αλλά και με μειωμένες τάσεις για επαγωγή σε επιληπτικές κρίσεις ίσως να αποδειχθούν αποτελεσματικές θεραπείες. Μια εναλλακτική φαρμακολογική πρόταση στοχεύει στην παρεκκλίνουσα σηματοδότηση του διαμεσολαβητή υποδοχέα NMDA που εμφανίζεται προφανώς σε Ts65Dn μυς. Ο μη ανταγωνιστικός υποδοχέας NMDA μεμαντίνη βελτιώνει τη γνωστική απόδοση των Ts65Dn μυών (Costa, Scott-McKean & Stasko, 2008) και ομαλοποιεί την μακρόχρονη αποδυνάμωση στον ιππόκαμπο (Scott-McKean & Costa, 2011). Η μεμαντίνη είναι η γνωστή ουσία που χορηγούν σε ασθενείς με νόσο Αλτσχάϊμερ.

Παράλληλα με τις φαρμακολογικές προσεγγίσεις, συμπεριφορικές θεραπείες έχουν αποδειχθεί ότι βελτιώνουν την αντίληψη και νόηση σε Ts65Dn μυσ. Στις περιπτώσεις όπου οι τρισωμικοί μύες στεγάζονται σε εμπλουτισμένο περιβάλλον (μεγαλύτερο κλουβί με νέα αντικείμενα όπως παιχνίδια και τροχούς κίνησης), επέδειξαν εξαιρετικές επιδόσεις και παρουσίασαν μια ομαλοποιημένη LTP ιπποκάμπου (Martínez -Cue et. al., 2002· Begenisic et. al., 2011). Είναι ενδιαφέρον να σημειωθεί ότι ο περιβαλλοντικός εμπλουτισμός αποδείχθηκε αποτελεσματικός για τρισωμικά θηλυκά αλλά όχι για τρισωμικά αρσενικά (Martínez-Cué et al., 2005). Τα οφέλη από τον περιβαλλοντικό εμπλουτισμό πιθανότατα συνδέονται εν μέρει με τη ρύθμιση της υπερβολικής αναστολής στο νεοφλοιό και τον ιππόκαμπο. Η απελευθέρωση GABA από τα συναπτοσώματα που απομονώθηκαν από τον ιππόκαμπο και το νεοφλοιό είναι αρκετά αυξημένη σε μυσ Ts65Dn, ένα αποτέλεσμα που αντιστρέφεται από ένα εμπλουτισμένο περιβάλλον (Begenisic, Spolidoro & Braschi et. al., 2011). Σε ενήλικους επίμυς με αμβλυωπία ο εμπλουτισμός του περιβάλλοντος αναστρέφει τα οπτικά ελλείμματα μειωμένου GABA στον οπτικό φλοιό, αντίστροφα προς τα αποστερημένο μάτι, ενώ παρατηρήθηκε και αύξηση της ευπλαστότητας (Begenisic et al., 2011). Επιπρόσθετα, ο περιβαλλοντικός εμπλουτισμός αντιστρέφει την ελλειμματική νευρογένεση στην οδοντωτή έλικα και στην υποκοιλιακή ζώνη του πρόσθιου εγκεφάλου των Ts65Dn μυών (Chakrabarti et al, 2011).

Συνεπώς, όπως φαίνεται, είναι δυνατό να ρυθμιστούν τα παρεκκλίνοντα επίπεδα αναστολών σε τρισωμικούς μυσ αξιοποιώντας συμπεριφορικές θεραπείες χωρίς φαρμακολογική παρέμβαση. Στόχος είναι η επίτευξη παρόμοιων συμπεριφορικών αποτελεσμάτων, απαλλαγμένοι από τις ανησυχίες που σχετίζονται με μη ειδικές δράσεις ή ανεπιθύμητες παρενέργειες από την φαρμακευτική αγωγή. Να σημειωθεί όμως πως η συγκεκριμένη θεραπεία απέτυχε σημαντικά να αυξήσει την δενδριτική

διακλάδωση και την πυκνότητα του νωτιαίου μυελού στους Ts65Dn μύς (Dierssen et al., 2003). Πρώιμες τεχνικές παρέμβασης συμπεριφοράς σχεδιασμένες για να βελτιώσουν την ανάπτυξη στα παιδιά με σύνδρομο Down φαίνονται ελπιδοφόρες (Mahoney et al, 2006· Bonnier, 2008). Πιο συγκεκριμένα υποδηλώνουν έμμεσα ότι αυτή η συγκριτικά εύκολα μεταφράσιμη θεραπευτική προσέγγιση, είτε χρησιμοποιείται μόνη της είτε σε συνδυασμό με φαρμακολογικούς παράγοντες, θα μπορούσε ενδεχομένως να αυξήσει τις γνωστικές ικανότητες στα άτομα με σύνδρομο Down.

ΣΥΝΔΡΟΜΟ DOWN ΚΑΙ ΔΙΓΛΩΣΣΙΑ

Γλωσσική ανάπτυξη

Τα άτομα με σύνδρομο Down χαρακτηρίζονται από προβλήματα τα οποία έχουν να κάνουν με τη γλωσσική τους ανάπτυξη και πρώτα απ' όλα με την καθυστέρηση της εμφάνισης λόγου (Vicari, Caselli & Tonucci, 2000). Η καθυστέρηση αυτή οφείλεται σε ένα μεγάλο βαθμό στα ελλείμματα της εργαζόμενης μνήμης και ειδικότερα στα ελλείμματα στο φωνολογικό επίπεδο (Bird, et al., 2005). Οι έρευνες που έχουν γίνει αναφορικά με τις γλωσσικές δεξιότητες των ατόμων με σύνδρομο Down δείχνουν ότι παρουσιάζουν ελλείμματα κυρίως στο πεδίο της γραμματικής, ενώ παράλληλα παρατηρείται ότι δυσκολεύονται ακόμα και στην ικανότητα της άρθρωσης (Abbeduto, Warren, & Connors, 2007). Σύμφωνα με τον Brown και τους συνεργάτες του (2003), υπάρχουν κάποια στάδια στην εκμάθηση της γραμματικής και φαίνεται ότι τα άτομα με σύνδρομο Down δυσκολεύονται στο τρίτο. Πιο αναλυτικά, αφορά την ηλικία των 30 έως 36 μηνών και σχετίζεται με το μεγαλύτερο μήκος των προτάσεων που αρχίζει να χρησιμοποιεί το παιδί, τη χρήση των παρελθοντικών, αλλά και των εξακολουθητικών, τη χρήση των μορφημάτων αλλά και το γεγονός ότι το παιδί ξεκινάει σταδιακά να χρησιμοποιεί τις ερωτήσεις, για να εκφράσει τις απορίες του. Οι Chapman & Hesketh (2001) αναφέρουν ότι οι ελλείψεις και τα προβλήματα που αντιμετωπίζουν στη γραμματική παρατηρούνται και αργότερα, κατά τη διάρκεια της εφηβείας, με το μεγαλύτερο πρόβλημα να εντοπίζεται κυρίως στη τμήμα της γραμματικής το οποίο αφορά στα ρήματα. Επιπρόσθετα, είναι σημαντικό να τονιστεί ότι οι ελλείψεις στο τομέα της ομιλίας που παρουσιάζει ένα άτομο με σύνδρομο Down, επηρεάζουν και άλλους τομείς, όπως είναι η γραμματική και ο γραπτός λόγος (π.χ. κατανόηση, παραγωγή κλπ.) (Byrne et al. 2002).

Όσον αφορά στη βραχύχρονη φωνολογική αποθήκευση εμφανίζονται σημαντικές δυσκολίες, οι οποίες εμποδίζουν και καθυστερούν την ομαλή ανάπτυξη και τον εμπλουτισμό του λεξιλογίου τους (Charman, 2006). Βέβαια, όπως αναφέρει ο Laws (1998), αυτό δε σημαίνει ότι το λεξιλόγιο δεν μπορεί να κατακτηθεί με την κατάλληλη παρέμβαση. Στην ηλικία, μάλιστα, των τριών ετών είναι σε θέση να χρησιμοποιήσουν τις πρώτες λέξεις (Bergland et al., 2001). Έπειτα, έως και το έκτο έτος της ηλικίας τους, αρχίζουν να χρησιμοποιούν έως δύο λέξεις κατά την παραγωγή του λόγου τους (Fowler, 1990). Φυσικά, η εξέλιξη του καθενός είναι διαφορετική και η νοητική κατάσταση είναι αυτή, η οποία καθορίζει το εάν και κατά πόσο μπορεί να κατακτηθεί μία πιο σύνθετη γλωσσική μορφή. Πέρα, όμως, από τη νοητική κατάσταση υπάρχουν και άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν αυτήν την εξέλιξη. Αυτοί σχετίζονται αφενός με τα ερεθίσματα τα οποία λαμβάνει το άτομο με σύνδρομο Down, αλλά και αφετέρου με τις παροχές οι οποίες του προσφέρονται από το περιβάλλον στο οποίο μεγαλώνει (Miller, 1988). Όπως προαναφέρθηκε, τα άτομα με σύνδρομο Down παρουσιάζουν ελλείμματα, τα οποία αφορούν στην παραγωγή του προφορικού λόγου, ωστόσο είναι απαραίτητο να σημειωθεί ότι δε συμβαίνει το ίδιο με την ικανότητά τους να κατανοούν τις πληροφορίες που λαμβάνουν (Ypsilanti, Grouios, Alevriadou & Tsapkini, 2005). Έχει μάλιστα παρατηρηθεί ότι κατά τη διάρκεια της εφηβείας εμφανίζουν ως έναν βαθμό βελτίωση τόσο στην κατανόηση, όσο και στη σύνταξη (Abbeduto, Warren, & Connors, 2007). Ειδικότερα, η ευκολία αυτή που εμφανίζουν αναφορικά με τη σύνταξη αποτυπώνεται και στο λεξιλόγιό τους, το οποίο σταδιακά αρχίζει να εμπλουτίζεται (Charman & Hesketh, 1991). Επιπλέον, παρουσιάζουν περισσότερες δυνατότητες στην οπτική τους μνήμη σε αντίθεση με την ακουστική, καθώς έχει παρατηρηθεί ότι τα καταφέρνουν καλύτερα

στο να αποθηκεύουν πληροφορίες τις οποίες λαμβάνουν μέσω της όρασης παρά μέσω της ακοής (Hodapp, Ricci, Ly & Fidler, 2003).

Παρά τα οποία προβλήματα αντιμετωπίζουν τα άτομα με σύνδρομο Down στη γλωσσική τους εξέλιξη σημειώνουν ιδιαίτερες επιτυχίες στο τομέα της αναγνωστικής ικανότητας. Μάλιστα, με τις κατάλληλες παρεμβάσεις από ειδικούς επαγγελματίες και τη σωστή εκπαίδευση, η ικανότητα της ανάγνωσης μπορεί να συμβάλλει ουσιαστικά στη βελτίωση και άλλων επιπέδων της γλωσσικής τους ανάπτυξης (Verucci, Menghini & Vicari, 2006). Η ανάγνωση, με άλλα λόγια, μπορεί να συμβάλλει τόσο στη βελτίωση του λόγου, όσο και της εργαζόμενης μνήμης των ατόμων με σύνδρομο Down, ενώ παράλληλα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εργαλείο για την εκμάθηση της γραμματικής και τον εμπλουτισμό του λεξιλογίου τους. Η Hughes (2006) αναφέρει ότι όταν ένα παιδί με σύνδρομο Down επιχειρεί να διαβάσει μια πρόταση με δυνατή φωνή, τότε μειώνονται και οι απαιτήσεις που αφορούν στην εργαζόμενη μνήμη του παιδιού, καθώς με αυτόν τον τρόπο το παιδί είναι σε θέση να διαβάσει κάθε λέξη ξεχωριστά, αλλά και ταυτοχρόνως εμπλουτίζει το λεξιλόγιό του. Το ίδιο, εξάλλου, υποστηρίζουν οι Buckley, Bird, & Byrne (1996) και οι Byrne, MacDonald & Buckley (2002), οι οποίοι αναφέρουν ότι η μέση χωρητικότητα της εργαζόμενης μνήμης ενός παιδιού με σύνδρομο Down είναι πολύ μικρότερη από αυτήν ενός παιδιού με τυπική ανάπτυξη και το γεγονός αυτό υπογραμμίζει την ανάγκη για κατάλληλη παρέμβαση, ώστε να βελτιωθεί η ικανότητά του να ανακαλεί πληροφορίες. Σε αυτό, μάλιστα, θα συμβάλλει με τη σειρά του και ο εμπλουτισμός του λεξιλογίου, ο οποίος μπορεί να επιτευχθεί επίσης μέσω της ανάγνωσης.

Βέβαια, πρέπει να υπογραμμιστεί πως η εκδήλωση των χαρακτηριστικών του συνδρόμου στη γλωσσική ανάπτυξη διαφέρει από άτομο σε άτομο και εξαρτάται από

τις προσωπικές ικανότητες, αλλά και τις προσωπικές αδυναμίες του καθενός (Aparicio & Balana, 2002). Συνεπώς, φρόνιμο είναι το κάθε άτομο να αντιμετωπίζεται εξατομικευμένα. Αυτό υπογραμμίζει την ανάγκη για κατάλληλη διάγνωση, παρέμβαση και θεραπεία, χωρίς συγχρόνως να παραγνωρίζεται η συνδρομή ενός θετικού υποστηρικτικού περιβάλλοντος, καθώς μπορεί να προσφέρει τα απαραίτητα ερεθίσματα και να παρακινήσει το παιδί.

Διγλωσσία και Σύνδρομο Down

Υπάρχουν έρευνες που διερευνούν σε βάθος και καταδεικνύουν τον καθοριστικό ρόλο της βραχύχρονης μνήμης στη διαδικασία εκμάθησης μιας ξένης γλώσσας (Masoura & Gathercole, 1999· Baddeley, Gathercole, & Papagno, 1998).

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια αύξηση του ενδιαφέροντος για τις διαταραχές που επηρεάζουν τη γνώση και τη γλώσσα στους δίγλωσσους ομιλητές και πιο συγκεκριμένα στα άτομα με σύνδρομο Down (Kay-Raining Bird et al., 2005).

Αρχικά, υπάρχουν ορισμένα στοιχεία που πρέπει διευκρινιστούν, ώστε να κατανοήσουμε καλύτερα τη σχέση μεταξύ της διγλωσσίας και του συνδρόμου Down. Πρωτίστως, αναφορικά με τη διγλωσσία πρέπει να προσδιοριστούν τα χαρακτηριστικά της που αφορούν την ηλικία εκμάθησης της δεύτερης γλώσσας. Σύμφωνα με αυτό, η διγλωσσία μπορεί να είναι είτε ταυτόχρονη είτε διαδοχική. Ταυτόχρονη διγλωσσία θεωρείται όταν κάποιος μαθαίνει δύο γλώσσες την ίδια στιγμή, συνήθως από τη γέννηση του, ενώ διαδοχική διγλωσσία όταν κάποιος κατακτήσει μια δεύτερη γλώσσα, μετά την καθιέρωση της πρώτης. Επίσης, θα πρέπει να επισημανθεί σε ποιες περιστάσεις χρησιμοποιούν κάθε γλώσσα (π.χ. το σχολείο,

το σπίτι, κοινότητα) και ποιος είναι ο άνθρωπος που μιλάει την κάθε γλώσσα (π.χ. γονέας, παππούδες, αδέρφια, δάσκαλος). Μια άλλη σημαντική πτυχή που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη είναι ο ρόλος που διαδραματίζει η κάθε γλώσσα στην κοινωνία που χρησιμοποιείται· παραδείγματος χάριν ο Καναδάς είναι μια χώρα που έχει δύο επίσημες γλώσσες, την αγγλική και τη γαλλική. Είναι, επίσης, σημαντικό να εξετάσουμε το πόσο παρόμοιες είναι οι δύο γλώσσες (οι λατινογενείς γλώσσες έχουν πολλά κοινά στοιχεία σε αντίθεση με την αραβική γλώσσα).

Στο παρελθόν και μέχρι σήμερα υπάρχουν ενδοιασμοί στο κατά πόσο άτομα με σύνδρομο Down και άλλες αναπηρίες θα πρέπει να εμπλακούν στην εκμάθηση δύο ή περισσότερων γλωσσών, καθώς συχνά υποστηρίζεται ότι ήδη το να μάθουν μία γλώσσα είναι αρκετά δύσκολο, λόγω των περιορισμένων γλωσσικών και γνωστικών τους ικανοτήτων (Paradis, 2007). Ωστόσο, αυτές οι δεύτερες σκέψεις υφίστανται επειδή η έρευνα για το συγκεκριμένο θέμα είναι περιορισμένη. Έτσι, τα ερευνητικά δεδομένα δεν επαρκούν για να καταλήξουμε σε ασφαλή συμπεράσματα. Παράλληλα, είναι σημαντικό να σημειώσουμε ότι περιορίζοντας τους δίγλωσσους γονείς να μιλήσουν μια γλώσσα ή να αλλάξουν ακόμη και τον τρόπο αλληλεπίδρασης με το παιδί τους έχει ως αποτέλεσμα να επηρεάζουν το παιδί αρνητικά ως προς την ίδια τη γλώσσα (Kay-Raining Bird et al., 2005). Παράλληλα, ενδεχομένως να παρεμποδίζουν την καλλιέργεια της αυτοπεποίθησης του παιδιού και την ομαλή κοινωνικοποίηση του, σε περίπτωση που ζει σε μια δίγλωσση κοινωνία. Ταυτόχρονα, τα αποτελέσματα μιας πολύ σημαντικής έρευνας αποδεικνύουν ότι ο διαχωρισμός του χρόνου μεταξύ δύο γλωσσών στην πρώιμη βρεφική ηλικία οδηγεί σε μια προσαρμοστική και πλεονεκτική νευρωνική δραστηριότητα με μεγαλύτερη μεταβλητότητα στην κατάκτηση της γλώσσας. Ενώ η παραμονή σε κατάσταση αυξημένης νευρωνικής ευπλαστότητας μπορεί να προκαλέσει βραδύτερη ανάπτυξη της κάθε γλώσσας,

ωστόσο οδηγεί επίσης σε αυξημένη ευαισθησία του προμετωπιαίου φλοιού ως απάντηση σε ήχους ομιλίας, οι οποίοι μπορεί να σχετίζονται με πιο αποτελεσματικές γνωστικές πηγές με σκοπό την ολοκλήρωση εργασιών των εκτελεστικών λειτουργιών. Συνεπώς, η εμπειρία της διγλωσσίας εμφανίζεται να επιδρά και να αλλάζει όχι μόνο το πεδίο της απόκτησης της γλώσσας και αλλά και ένα ευρύτερο πεδίο όσον αφορά την γνωστική επεξεργασία από πολύ νεαρή ηλικία (Ramírez, et al., 2017).

Τα άτομα με σύνδρομο Down είναι γνωστό ότι έχουν γνωστικές διαταραχές, οι οποίες κυμαίνονται από ήπιες μέχρι σοβαρές. Οι γνωστικές διαταραχές τους οδηγούν σε δυσκολίες και γενικά επηρεάζουν την κατάκτηση της γλώσσα στο σύνολο της με κύριο χαρακτηριστικό την καθυστέρηση της σε σχέση με την ηλικία τους. Ωστόσο, έχουν καταγραφεί αρκετές περιπτώσεις δίγλωσσων ατόμων με Σύνδρομο Down και έχουν γίνει και μελέτες για να διασαφηνιστεί όσο το δυνατόν καλύτερα το θέμα.

Το 1993, οι Vallar & Paragno καταγράφουν την περίπτωση μιας τρίγλωσσης 23χρονης με σύνδρομο Down η οποία μιλούσε ιταλικά, αγγλικά και γαλλικά. Και οι δυο γονείς ήταν Ιταλοί και η 23χρονη έμαθε αγγλικά και γαλλικά με τη βοήθεια δασκάλων. Εργαζόταν ως υπεύθυνη αλληλογραφίας σε μια διαφημιστική εταιρεία. Μιλούσε αγγλικά με τη Βρετανίδα νύφη της για αυτό και είχε μεγαλύτερη ευχέρεια σε σχέση με τα γαλλικά. Η συγκεκριμένη μελέτη καταλήγει στο ότι η φωνολογική βραχύχρονη μνήμη παίζει καθοριστικό ρόλο στην κατάκτηση του λεξιλογίου και αυτό μπορεί να επιτευχθεί ακόμη και με την παρουσία ελλειμμάτων στη νοημοσύνη και τη βιωματική ενδιάμεση μνήμη.

Το 1996, οι Burgoyne, Duff, Nielsen, Ulicheva & Snowling εστίασαν σε μία μελέτη περίπτωσης που αφορούσε σε ένα διαδοχικά δίγλωσσο άτομο με σύνδρομο Down. Το

ιδιαίτερο εδώ είναι ότι η πρώτη γλώσσα είναι η ρώσικη και η αγγλική είναι η δεύτερη γλώσσα. Αποδείχθηκε πως οι επιδόσεις στον προφορικό λόγο υπήρξαν εξίσου καλές και στις δύο γλώσσες. Επιπρόσθετα, οι αναγνωστικές δεξιότητες κατακτήθηκαν σε ένα αξιοπρεπές επίπεδο με ένα μικρό προβάδισμα στην ανάγνωση της αγγλικής· τη γλώσσα της επίσημης διδασκαλίας. Η συγκεκριμένη μελέτη περίπτωσης καταλήγει στο συμπέρασμα ότι η εκμάθηση δύο γλωσσών με την παρουσία μιας μαθησιακής δυσκολίας δεν επιφέρει αρνητικές επιπτώσεις, ούτε στη γλώσσα του παιδιού ούτε στην ανάπτυξή του γενικότερα.

Την ίδια χρονιά, οι Woll & Grove (1996) περιγράφουν τη μοναδική περίπτωση ακουόντων, δίγλωσσων διδύμων με σύνδρομο Down από γονείς κωφούς. Τα παιδιά παρακολούθησαν το τυπικό σχολείο και ήταν σε θέση να επικοινωνήσουν τόσο στην αγγλική γλώσσα, όσο και στην αγγλική νοηματική γλώσσα. Το εξαιρετικά ενδιαφέρον της συγκεκριμένης μελέτης υπήρξε ότι αντιμετώπισαν εξίσου δυσκολίες στην εκμάθηση της αγγλικής νοηματικής γλώσσας, όσο και της αγγλικής. Παρά το γεγονός πως η πρώτη τους έκθεση έγινε στη νοηματική γλώσσα, τα δίδυμα φαίνεται να προτιμούν την αγγλική γλώσσα, γεγονός που προκαλεί έκπληξη, καθώς αποδεικνύει ότι η ευκολία πρόσβασης στην παραγωγή, καθώς και η αντίληψη μιας γλώσσας θέτουν ένα διαφορετικό ζήτημα από την απόκτησή της ή ακόμη και την προτίμησή της.

Τέλος, το 2005 η Kay-Raining Bird και οι συνεργάτες της διεξήγαγαν μια μελέτη συγκρίνοντας τρεις ομάδες: τους ταυτόχρονα δίγλωσσους με σύνδρομο Down, τους μονόγλωσσους με σύνδρομο Down και τα μονόγλωσσικά τυπικά αναπτυσσόμενα άτομα. Τα ευρήματα έδειξαν ότι οι κυριότερες γλωσσικές δεξιότητες των ταυτόχρονων δίγλωσσων με σύνδρομο Down είναι ίδιες με αυτές των μονόγλωσσων

ατόμων με σύνδρομο Down της ίδια νοητικής ηλικίας (Kay-Raining Bird et al., 2005). Τα αποτελέσματα αυτά αποδεικνύουν ότι η διγλωσσία δεν μπορεί να θεωρηθεί επιζήμια ακόμα και αν αφορά στα άτομα με σύνδρομο Down .

Συνοψίζοντας τα ευρήματα των παραπάνω ερευνών, αποδεικνύεται για μια ακόμα φορά πως η εκμάθηση μιας δεύτερης γλώσσας αποτελεί κάθε άλλο παρά τροχοπέδη στην γλωσσική ανάπτυξη των ατόμων με σύνδρομο Down. Άλλωστε, οποιαδήποτε εμπλοκή σε μια νοητική διαδικασία επιφέρει θετικά αποτελέσματα. Επομένως, και η διγλωσσία και ειδικά η ταυτόχρονη διγλωσσία, σε κάθε περίπτωση μόνο πλεονεκτήματα μπορεί να προσφέρει.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Το σύνδρομο Down είναι μια διαταραχή, που οι επιπτώσεις είναι εμφανείς σε νοητικό, γνωστικό, ανατομικό, ψυχοκοινωνικό και συμπεριφορικό επίπεδο και που δυσχεραίνουν τόσο σε μεγάλο βαθμό όσο και σε πολλά επίπεδα τη ζωή των ατόμων με σύνδρομο Down. Τα ελλείμματα που το χαρακτηρίζουν οφείλονται ως επί το πλείστον στις αδυναμίες της βραχύχρονης μνήμης αλλά και της μακρόχρονης. Πιο ειδικά, η λεκτική βραχύχρονη μνήμη βάλλεται είτε από προβλήματα ακοής είτε από το φωνολογικό έλλειμμα της εργαζόμενης μνήμης. Ωστόσο, όπως φαίνεται, είναι δυνατή η αντιστροφή κάποιων χαρακτηριστικών τους με τη συμβολή μιας μοναδικής ικανότητας του εκπληκτικού εγκεφάλου που ονομάζεται ευπλαστότητα. Με την προϋπόθεση ότι η εκμάθηση μιας δεύτερης γλώσσας αναδιοργανώνει και ενδυναμώνει κάποιες περιοχές του εγκεφάλου θα μπορούσαμε να παροτρύνουμε τα άτομα με Σύνδρομο Down να επιχειρήσουν να έρθουν σε επαφή με μια δεύτερη γλώσσα πέραν της μητρικής τους. Αρωγοί του συγκεκριμένου εγχειρήματος θα μπορούσαν να είναι η φαρμακευτική αγωγή και το εμπλουτισμένο περιβάλλον. Στα πλαίσια ενός εμπλουτισμένου περιβάλλοντος θα μπορούσε να ενταχθεί και η εκμάθηση μιας δεύτερης γλώσσας. Αδιαμφισβήτητα πλέον δεν επιφέρει αρνητικά αποτελέσματα, αντιθέτως μάλιστα συμβάλλει στην κοινωνικοποίηση, στην ενίσχυση της αυτοπεποίθησής τους και όπως φαίνεται και στην αντιμετώπιση μέρους των ελλειμμάτων τους. Επιπρόσθετα, η εμπειρία της διγλωσσίας φαίνεται να αλλάζει όχι μόνο την εμβέλεια της απόκτησης και τη χρήσης της γλώσσας, αλλά προάγει και ένα ευρύτερο πεδίο της γνωστικής επεξεργασίας από πολύ νεαρή ηλικία. Θα ήταν εξαιρετικά ενδιαφέρον να μελετηθεί και να καταγραφεί η συνύπαρξη και η αλληλοσυμπλήρωση και των τριών παραμέτρων.

Να επισημάνουμε όμως πως η κάθε περίπτωση είναι ξεχωριστή και ως τέτοια θα πρέπει να αντιμετωπίζεται. Ο βαθμός των ελλειμμάτων και η συννοσηρότητα θα καθορίσει το κατά πόσο η δεύτερη γλώσσα θα βοηθήσει η όχι τον καθένα. Καθοριστικό ρόλο στην όλη προσπάθεια και στην επίτευξη του στόχου επιτελούν τόσο οι θεραπευτές, οι ειδικοί παιδαγωγοί και οι δάσκαλοι, όσο και η οικογένεια και οι φροντιστές του παιδιού. Τέλος, πρέπει να σημειώσουμε και τον εξίσου σημαντικό ρόλο των σχεδιασμένων, με μεγάλη προσοχή και υπευθυνότητα, εξατομικευμένων ειδικών εκπαιδευτικών και θεραπευτικών προγραμμάτων που έχουν την δυνατότητα να επιφέρουν μοναδικά αποτελέσματα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Abbeduto, L., Warren, S.F. & Conners, F.A. (2007). Language development in Down syndrome: From the prelinguistic period to the acquisition of literacy. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 13(3), 247–261.
- Abutalebi, J., & Green, D. W. (2016). Neuroimaging of language control in bilinguals: Neural adaptation and reserve. *Bilingualism: Language and Cognition*, 19(4), 689–698.
- Antonarakis, S.E. & Epstein, C.J. (2006). The challenge of Down syndrome. *Trends Mol. Med.*, 12(10), 473–479.
- Aparicio, M.T.S., & Balaña, J.M. (2002). Early Language Stimulation of Downs Syndrome Babies: A study on the optimum age to begin. *Early Child Development and Care*, 172(6), 651–656.
- Atkinson, R.C. & Shiffrin, R.M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. In K. W. Spence (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*, (pp. 89–195). New York: Academic Press.
- Aydin, K., Ucar, A., Oguz, K. K., Okur, O. O., Agayev, A., Unal, Z., Yilmaz, S. & Ozturk, C. (2007). Increased gray matter density in the parietal cortex of mathematicians: A voxel-based morphometry study. *American Journal of Neuroradiology*, 28, (10), 1859–1864.
- Azari, N.P., Horwitz, B., Pettigrew, K.D., Grady, C.L., Haxby, J.V., Giacometti, K.R. & Schapiro, M.B. (1994). Abnormal Pattern of Cerebral Glucose Metabolic Rates Involving Language Areas in Young Adults with Down Syndrome. *Brain and Language*, 46(1), 1–20.
- Baddeley, A. (1986). Working memory. *Oxford psychology series, No. 11*. Clarendon Press/Oxford University Press.
- Baddeley, A.D. & Warrington, E.K. (1970). Amnesia and the distinction between long- and short-term memory. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 9(2), 176–189.
- Baddeley, A.D. & Lieberman, K. (1980). Spatial working memory. In R. S. Nickerson (Ed.), *Attention and performance VIII*, (pp. 521–539). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Baddeley, A., Papagno, C. & Vallar, G. (1988). When long-term learning depends on short-term storage. *Journal of Memory and Language*, 27, 586-596.
- Baddeley, A., S. Gathercole & C. Papagno. 1998. The phonological loop as a language learning device. *Psychological Review*, 105(1), 158-173.
- Baddeley, A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4, 417-423.
- Baddeley, A.D., & Wilson, B. A. (2002). Prose recall and amnesia: implications for the structure of working memory. *Neuropsychologia*, 40, 1737-1743.

- Baddeley, A.D. (2003). Working memory and language: an overview. *Journal of Communication Disorders*, 36, 189-208.
- Bakhtiari, R., Boliek, C., & Cummine, J. (2014). Investigating the contribution of ventral-lexical and dorsal-sublexical pathways during reading in bilinguals. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8.
- Begenisic, T., Spolidoro, M., Braschi, C., Baroncelli, L., Milanese, M., Pietra, G., Fabbri, M.E., Bonanno, G., Cioni, G., Maffei, L., Sale, A. (2011). Environmental enrichment decreases GABAergic inhibition and improves cognitive abilities, synaptic plasticity, and visual functions in a mouse model of Down syndrome. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 5.
- Bellander, M., Berggren, R., Mårtensson, J., Brehmer, Y., Wenger, E., Li T.-Q., Bodammer N. C., Shing Y.-L., Werkle-Bergner, M., Lövdén, M. (2016). Behavioral correlates of changes in hippocampal gray matter structure during acquisition of foreign vocabulary. *NeuroImage*, 131, 205–213.
- Benda, C.E. (1971): Mongolism. In J. Minckler (Ed.), *Pathology of the Nervous System*, Vol. 2, pp. 1361–1371. New York: McGraw-Hill Inc.
- Bergland, E., Eriksson, M. & Johansson, I. (2001). Parental reports of spoken language skills in children with Down syndrome. *Journal of Speech and Hearing Research*, 44, 179–191.
- Bermudez, P., Lerch, J. P., Evans, A. C., & Zatorre, R. J., (2009). Neuroanatomical correlates of musicianship as revealed by cortical thickness and voxel-based morphometry. *Cerebral Cortex*, 19, (7), 1583–1596.
- Bilovsky, D. & Share, J. (1965). The ITPA and Down's syndrome: an exploratory study. *American Journal of Mental Deficiency*, 70(1), 78-82.
- Bird, E. K.-R. & Chapman, R. S. (1994). Sequential Recall in Individuals With Down Syndrome. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 37(6), 1369.
- Bird, E.K.-R., Cleave, P., Trudeau, N., Thordardottir, E., Sutton, A. & Thorpe, A. (2005). The Language Abilities of Bilingual Children with Down Syndrome. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 14(3), 187–199.
- Blackwood, W. & Corsellis, J. A. N. (ed.) (1976). *Greenfield's Neuropathology*, 3rd ed. London, Arnold.
- Bliss, T. V. P., & Collingridge, G. L. (1993). A synaptic model of memory: long-term potentiation in the hippocampus. *Nature*, 361(6407), 31–39.
- Bower, A. & Hayes, A. (1994). Short-term memory deficits and Down's syndrome: a comparative study. *Down's Syndrome: Research and Practice*, 2, 47-50.
- Briggs, J. A., Sun, J., Shepherd, J., Ovchinnikov, D. A., Chung, T.-L., Nayler, S. P., Kao, L. P., Morrow, C. A., Thakar, N. Y., Soo, S. S., Peura, T., Grimmond, S., Wolvetang, E. J.

(2013). Integration-Free Induced Pluripotent Stem Cells Model Genetic and Neural Developmental Features of Down Syndrome Etiology. *STEM CELLS*, 31(3), 467–478.

Broadley, I.W. & MacDonald, J. (1993). Teaching short-term memory skills to children with Down syndrome. *Down syndrome: Research and Practice*, 1(2), 56-62.

Brown, J.H., Johnson, M.H., Paterson, S.J., Gilmore, R., Longhi, E. & Karmiloff-Smith, A. (2003). Spatial representation and attention in toddlers with Williams syndrome and Down syndrome. *Neuropsychologia*, 41, 1037–1046.

Brown, J. (1958). Some tests of the decay theory of immediate memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 10, 12–21.

Buckley, S., Bird, G., & Byrne, A. (1996). Reading acquisition by young children. In B. Stratford & P. Gunn (Eds.), *New approaches to Down syndrome* (pp. 268– 279). London: Cassell.

Burgoyne, K., Duff, F.J., Nielsen, D., Ulicheva, A. & Snowling, M.J. (2016). Bilingualism and Bilitery in Down Syndrome: Insights From a Case Study. *Language Learning*, 66(4), 945–971.

Byrne A., MacDonald, J. & Buckley, S. (2002) Reading, language and memory skills: a comparative longitudinal study of children with Down syndrome and their mainstream peers. *British Journal of Educational Psychology*, 72, 513-29.

Carlesimo, G.A., Marotta, L. & Vicari, S. (1997). Long-term memory in mental retardation: Evidence for a specific impairment in subjects with Down's syndrome. *Neuropsychologia*, 35(1), 71–79.

Chakrabarti, L., Scafidi, J., Gallo, V., & Haydar, T. F. (2011). Environmental Enrichment Rescues Postnatal Neurogenesis Defect in the Male and Female Ts65Dn Mouse Model of Down Syndrome. *Developmental Neuroscience*, 33(5), 428–441.

Chapman, R. S., Schwartz, S. E., & Bird, E. K.-R. (1991). Language Skills of Children and Adolescents With Down Syndrome. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 34(5), 1106.

Chapman RS, Seung HK, Schwartz SE, Kay-Raining Bird E. (1998). Language skills of children and adolescents with Down syndrome. II. Production deficits. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 41, 861–873.

Chapman, R.S. & Hesketh, L.J. (2001). Language, cognition, and short-term memory in individuals with Down syndrome. *Down Syndrome Research and Practice*, 7(1), 1-7.

Chapman, R., Hesketh, J.L. & Kistler, D. (2002). Predicting longitudinal change in language production and comprehension in individuals with DS: hierarchical linear modeling. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 45, 902-915.

- Chapman, R. (2006). Language learning in Down syndrome: The speech and language profile compared to adolescents with cognitive impairment of unknown origin. *Down Syndrome Research Practice, 10*, 61-66.
- Cleave, P.L., Kay-Raining Bird, E., Trudeau, N. & Sutton, A. (2014). Syntactic bootstrapping in children with Down syndrome: The impact of bilingualism. *Journal of Communication Disorders, 49*, 42–54.
- Cornoldi, C. & Vecchi, T. (2003). *Visuo-spatial working memory and individual differences*. Hove, UK: Psychology Press.
- Costa, A. C. S., & Grybko, M. J. (2005). Deficits in hippocampal CA1 LTP induced by TBS but not HFS in the Ts65Dn mouse: A model of Down syndrome. *Neuroscience Letters, 382*(3), 317–322.
- Costa, A. C. S., Scott-McKean, J. J., & Stasko, M. R. (2007). Acute Injections of the NMDA Receptor Antagonist Memantine Rescue Performance Deficits of the Ts65Dn Mouse Model of Down Syndrome on a Fear Conditioning Test. *Neuropsychopharmacology, 33*(7), 1624–1632.
- Coyle, J.T., Oster-Granite, M.L. & Gearhart, J.D. (1986). The neurobiology consequences of down syndrome. *Brain Research Bulletin, 16*(6), 773–787.
- Crome, L., Cowie, V. & Slater, E. (1966). A statistical note on cerebellar and brain-stem weight in Mongolism. *J Mental Deficiency, 10*, 69–72.
- Dan, Y., & Poo, M.-M., (2006). Spike Timing-Dependent Plasticity: From Synapse to Perception. *Physiological Reviews, 86*(3), 1033–1048.
- Das, J.P. (1985). Aspects of digit span performance: Naming, time and order memory. *American Journal of Mental Deficiency, 6*, 627-634.
- Della Rosa, P. A., Videsott, G., Borsa, V. M., Canini, M., Weekes, B. S., Franceschini, R., & Abutalebi, J. (2013). A neural interactive location for multilingual talent. *Cortex, 49*(2), 605–608.
- Dierssen, M., Benavides-Piccione, R., Martínez-Cué, C., Estivill, X., Flórez, J., Elston, G.N., & DeFelipe, J., (2003). Alterations of Neocortical Pyramidal Cell Phenotype in the Ts65Dn Mouse Model of Down Syndrome: Effects of Environmental Enrichment. *Cerebral Cortex, 13*(7), 758–764.
- Draganski, B., Gaser, C., Busch, V., Schuierer, G., Bogdahn, U. & May, A., (2004). Neuroplasticity: Changes in grey matter induced by training. *Nature, 427*, (6972), 311–312.
- Dykens, E.M., Hodapp, R.M. & Finucane, B.M. (2008). *Genetics and Mental Retardation Syndromes*. Baltimore: Paul H. Brookes.

- Eadie, P.A, Fey, M.E, Douglas, J.M. et al. (2002). Profiles of grammatical morphology and sentence imitation in children with specific language impairment and Down syndrome. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 45, 720-732.
- Facon, B., Facon- Bollengier, T. & Grubar, J.C. (2002). Receptive vocabulary and syntax comprehension in children and adolescents with mental retardation. *American Journal of Mental Retardation*, 107, 91-98.
- Fernandez, F., Morishita, W., Zuniga, E., Nguyen, J., Blank, M., Malenka, R. C., & Garner, C. C. (2007). Pharmacotherapy for cognitive impairment in a mouse model of Down syndrome. *Nature Neuroscience*, 10(4), 411–413.
- Fidler, D., Philofsky, A. & Hepburn, S. (2005). Nonverbal requesting and problem-solving by toddlers with Down syndrome. *American Journal of Mental Retardation*, 110, 312-322.
- Fidler, D.J., Philofsky, A. & Hepburn, S.L. (2007). Language Phenotypes and Intervention Planning: Bridging research and practice. *Mental Retardation and Developmental Disabilities Research Reviews*, 13, 47-57.
- Florez, J. (1992). Neurologic abnormalities. In S.M. Pueschel & J.K. Pueschel (Eds.), *Biomedical concerns in persons with Down syndrome* (pp....). Baltimore: Paul H. Brookes.
- Fowler, A. (1990). Language abilities in children with Down syndrome: Evidence for a specific language delay. In M. Cicchetti & M. Beeghly (Eds.), *Children with Down syndrome: A developmental perspective* (pp. 302-328). New York: Cambridge University Press.
- Gathercole, S.E. & Baddeley, A.D. (1990). Phonological memory deficits in language disordered children: Is there a causal connection? *Journal of Memory and Language*, 29, 336–360.
- Gathercole, S. E., Hitch, G. J., Service, E. & Martin, A. J. (1997). Phonological short-term memory and new word learning in children. *Developmental Psychology*, 6, 966-979.
- Gillham, B. (1990). First words in normal and Down syndrome children: A comparison of content and wordform categories. *Child Language Teaching and Therapy*, 6, 25–32.
- Gorlin, R.J, Cohen, M.Jr & Levin, L.S. (1990.) Chromosomal Syndromes: Common and/or Well-Known Syndromes. *Syndromes of the Head and Neck*, 33-40.
- Gunn, P. & Crombie, M. (1996). Language and speech. In B. Stratford & P. Gunn (Eds.), *New Approaches to Down Syndrome* (pp. 249–267). London: Cassell.
- Hassold, T. & Sherman, S. (2002). The origin and etiology of trisomy 21. In W.I. Cohen, L. Nadel & M.E. Madnick (Eds.), *Down syndrome: Visions for the 21st century* (pp. 295-301). New York: Wiley-Liss.
- Haxby, J.V. (1989). Neuropsychological evaluation of adults with Down's syndrome: patterns of selective impairment in non-demented old adults. *Journal of Mental Deficiency Research*, 33, 193-210.

Hayes, A. & Gunn, P. (1991). Developmental assumptions about Down syndrome and the myth of uniformity. In C.J. Denhohn (Ed.), *Adolescents with Down syndrome. International Perspective on Research and Progra* (pp. 73-81). British Columbia: University of Victoria.

Hebb, D.O. (1949). *The organization of behavior*. New York: Wiley.

Hodapp, R.M. & Zigler, E. (1990). Applying the developmental perspective to individuals with Down syndrome. In D. Cicchetti & M. Beeghly (Eds.), *Children with Down syndrome: A developmental perspective* (pp. 1-28). New York: Wiley-Liss.

Hodapp, R. M., Ricci, L. A., Ly, T. M., & Fidler, D. J. (2003). The effects of the child with Down syndrome on maternal stress. *British Journal of Developmental Psychology*, *21*(1), 137–151.

Hofer, S. B., & Bonhoeffer, T. (2010). Dendritic Spines: The Stuff That Memories Are Made Of? *Current Biology*, *20*(4), R157–R159.

Horwitz, B., Schapiro, M.B. & Grady, C.L. (1990). Cerebral metabolic pattern in young adult Down's syndrome subjects: Altered intercorrelations between regional rates of glucose utilization. *Journal of Mental Deficiency Research*, *34*, 237-252.

Hosoda, C., Tanaka, K., Nariai, T., Honda, M., & Hanakawa, T. (2013). Dynamic Neural Network Reorganization Associated with Second Language Vocabulary Acquisition: A Multimodal Imaging Study. *Journal of Neuroscience*, *33*(34), 13663–13672.

Hughes, J. (2006). Inclusive education for individuals with Down syndrome. *Down Syndrome News and Update*, *6*(1), 1-3.

Hulme, C. & Mackenzie, S. (1992). *Working memory and severe learning difficulties*. Hove (UK): Lawrence Erlbaum Associates.

Jarrold, C. & Baddeley, A.D. (1997). Short-term Memory for Verbal and Visuospatial Information in Down's Syndrome. *Cognitive Neuropsychiatry*, *2*(2), 101–122.

Jarrold, C., Baddeley, A.D. & Hewes, A.K. (1999). Genetically dissociated components of working memory: Evidence from Down's and Williams syndrome. *Neuropsychologia*, *37*(6), 637–651.

Jarrold C., Baddeley, A.D. & Hewes A.K. (2000). Verbal short-term memory deficits in Down syndrome: a consequence of problems in rehearsal? *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *41*, 233–44.

Jarrold, C. & Baddeley, A. (2001) Short-term memory in Down syndrome: Applying the working memory model. *Down Syndrome Research and Practice*, *7*(1), 17-23.

Johnston, R.S. & Anderson, M. (1998). Memory span, naming speed, and memory strategies in poor and normal readers. *Memory*, *6*, 143–163.

Jorm, A.F. (1983). Specific reading retardation and working memory: A review. *British Journal of Psychology*, *74*, 311-342.

- Kasari, C., Freeman, S. & Mundy, P. (1995). Attention regulation by children with Down syndrome: Coordinated joint attention and social referencing looks. *American Journal of Mental Retardation*, *100*, 128-136.
- Kemper, T. (1988). Neuropathology of Down syndrome. In L. Nadel (Ed.), *The Psychobiology of Down Syndrome* (pp. 269–289). Cambridge, MA: MIT Press.
- Kleschevnikov, A.M. (2004). Hippocampal Long-Term Potentiation Suppressed by Increased Inhibition in the Ts65Dn Mouse, a Genetic Model of Down Syndrome. *Journal of Neuroscience*, *24*(37), 8153–8160.
- Kwok V., Niu Z., Kay P., Zhou K., Mo L., Jin Z., So K.-F. & Tan L.H., (2011). Learning new color names produces rapid increase in gray matter in the intact adult human cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* *108*(16), 6686–8.
- Laws, G. (1998). The use of nonword repetition as a test of phonological memory in children with Down syndrome. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, *39*, 1119-1130.
- Lee, H., Devlin, J. T., Shakeshaft, C., Stewart, L. H., Brennan, A., Glensman, J., Pitcher, K., Crinion, J., Mechelli, A., Frackowiak, R. S. J., Green, D. & Price, C. J., (2007). Anatomical Traces of Vocabulary Acquisition in the Adolescent Brain. *Journal of Neuroscience*, *27*(5), 1184–1189.
- Legault, J., Fang, S.-Y., Lan, Y.-J., & Li, P. (2018). Structural brain changes as a function of second language vocabulary training: Effects of learning context. *Brain and Cognition*.
- Li L., Abutalebi J., Emmorey K., Gong G., Yan X., Feng X., Zou L., & Ding G., (2017). How bilingualism protects the brain from aging: Insights from bimodal bilinguals. *Human Brain Mapping*, *38*(8), 4109–4124.
- Logie, R.H. (1986). Visuospatial processing in working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, *38*, 229–247.
- Lott, I.T. (1986). The neurology of Down syndrome. In C.J. Epstein (Ed.), *The Neurobiology of Down Syndrome* (pp. 17-28). New York: Raven Press.
- MacKay, D. N. & McDonald, G. (1976). The effects of varying digit message structures on their recall by mongols and non-mongol subnormals. *Journal of Mental Deficiency Research*, *20*, 191-196.
- Mackenzie, S. & Hulme, C. (1987). Memory span development in Down's syndrome, severely subnormal and normal subjects. *Cognitive Neuropsychology*, *4*, 303-319.
- Maguire, E., Gadian, D. G., Johnsrude, I. S., Good, C. D., Ashburner, J., Frackowiak, R. S. J., & Frith, C. D., (2000). Navigation-related structural change in the hippocampi of taxi drivers. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *97*(8), 4398–403.

- Mahoney, G, Perales, F, Wiggers, B, and Bob Herman, B. (2006). Responsive Teaching: Early intervention for children with Down syndrome and other disabilities. *Down Syndrome Research and Practice*, 11(1), 18-28.
- Mamiya P.C., Richards T.L., Coe B.P., Eichler E.E., Kuhl P.K., Geschwind D.H. & Paus T., (2016) Brain white matter structure and COMT gene are linked to second-language learning in adults. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(26), 7249–7254.
- Marcell, M. M., Harvey, C. F. & Cothran, L. P. (1988). An attempt to improve auditory short-term memory in Down's syndrome individuals through reducing distractors. *Research in Developmental Disabilities*, 9, 405-417.
- Marcell, M. M. & Weeks, S. L. (1988). Short-term memory difficulties and Down's syndrome. *Journal of Mental Deficiency Research*, 32, 153-162.
- Marcell, M. M. & Cohen, S. (1992). Hearing abilities of Down syndrome and other mentally handicapped adolescents. *Research in Developmental Disabilities*, 15, 533-551.
- Marcell, M. M., Ridgeway, M. M., Sewell, D. H. & Whelan, M. L. (1995). Sentence imitation by adolescents and young adults with Down's syndrome and other intellectual disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 39, 215-232.
- Marcell, M.M. & Armstrong, V. (1982). Auditory and visual sequential memory of Down syndrome and nonretarded children. *American Journal of Mental Deficiency*, 87(1), 86–95.
- Marcell, M.M. & Weeks, S.L. (1988). Short-term memory difficulties and Down's syndrome. *Journal of Mental Deficiency Research*, 32(2), 153–162.
- Mårtensson, J., Eriksson, J., Bodammer, N. C., Lindgren, M., Johansson, M., Nyberg, L., & Lövdén, M. (2012). Growth of language-related brain areas after foreign language learning. *NeuroImage*, 63(1), 240–244.
- Martínez-Cué, C., Baamonde, C., Lumbreras, M., Paz, J., Davisson, M. T., Schmidt, C., Dierssen, M. & Flórez, J. (2002). Differential effects of environmental enrichment on behavior and learning of male and female Ts65Dn mice, a model for Down syndrome. *Behavioural Brain Research*, 134(1-2), 185–200.
- Masoura, E.V. & Gathercole, S.E. (1999). Phonological short-term memory and foreign language learning. *International Journal of Psychology*, 34(5-6), 383–388.
- McDade, H.L. & Adler, S. (1980). Down syndrome and short-term memory impairment: A storage or retrieval deficit? *American Journal of Mental Deficiency*, 84(6), 561–567.
- Mervis, C. & Byron, R. (2000). Expressive vocabulary ability of toddlers with Williams Syndrome or Down Syndrome: A comparison. *Developmental Neuropsychology* 17, 111-126.
- Miller, G.A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63, 81-97.

- Miller, C. (1988). Competition for block of a Ca²⁺-activated K⁺ channel by charybdotoxin and tetraethylammonium. *Neuron*, 1(10), 1003–1006.
- Mrak, R.E. & Griffin, W.S. (2004). Trisomy 21 and the brain. *Journal of Neuropathology Experimental Neurology*, 63, 679-685.
- Morris, J.K., DeVigan, C., Mutton, D.E. & Alberman, E. (2005). Risk of a Down syndrome livebirth in women 45 years of age and older. *Prenatal Diagnosis*, 25, 275- 278.
- Moser, E. I., Kropff, E., & Moser, M.-B. (2008). Place Cells, Grid Cells, and the Brain's Spatial Representation System. *Annual Review of Neuroscience*, 31(1), 69–89.
- Muftuler, L. T., Davis, E. P., Buss, C., Solodkin, A., Su, M. Y., Head, K. M., Hasso, A. N., Sandman, C. A. (2012). Development of white matter pathways in typically developing preadolescent children. *Brain Research*, 1466, 33–43.
- Mundy, P., Sigman, M. & Kasari, C. (1988). Non-verbal communication skills in Down syndrome children. *Child Development*, 59, 235-249.
- Mundy, P., Kasari, C. & Sigman, M. (1995). Non-verbal communication and early language acquisition in children with Down syndrome and normally developing children. *Journal of Speech, Language and Hearing Research*, 38, 157-167.
- Mutter, M., Binkert, F. & Schinzel, A. (2002). Down syndrome livebirth rate in the eastern part of Switzerland between 1980 and 1996 stays constant in spite of growing numbers of prenatally diagnosed and subsequently terminated cases. *Prenatal Diagnosis*, 22(9), 835–836.
- Nadel, L. (1996). Learning, memory and neural functioning in Down's Syndrome". In J.A. Rondal, J. Perera, L. Nadel & A. Comblain (Eds.), *Down's Syndrome Psychological, Psycho-biological and Socio-Educational Perspectives* (pp. 21-42). London: Whurr Publishers.
- Nadel, L., & Bohbot, V. (2001). Consolidation of memory. *Hippocampus*, 11(1), 56–60.
- Nadel, L. (2003). *Down's syndrome: a genetic disorder in biobehavioral perspective*. *Genes, Brain and Behavior*, 2(3), 156–166.
- Osterhout, L., Poliakov, A., Inoue, K., McLaughlin, J., Valentine, G., Pitkanen, I., Frenk-Mestre, C., Hirschensohn, J. (2008). Second-language learning and changes in the brain. *Journal of Neurolinguistics*, 21(6), 509–521.
- Paradis, J. (2007). Bilingual children with specific language impairment: Theoretical and applied issues. *Applied Psycholinguistics*, 28(03).
- Patterson, D., Lott, I. (2008). Etiology, diagnosis, and development in Down syndrome. In J.E. Roberts, R.S. Chapman & S. Warren (Eds.), *Speech and language development and intervention in Down syndrome and fragile X syndrome* (pp. 3-26). Baltimore: Brookes.

Pennington, B. F., Moon, J., Edgin, J., Stedron, J., & Nadel, L. (2003). The Neuropsychology of Down Syndrome: Evidence for Hippocampal Dysfunction. *Child Development*, 74(1), 75–93.

Peterson, L.R. & Peterson, M.J. (1959). Short-term retention of individual verbal items. *Journal of Experimental Psychology*, 58, 193-198.

Pliatsikas, C. (2019). Understanding structural plasticity in the bilingual brain: The Dynamic Restructuring Model. *Bilingualism: Language and Cognition*, 1–13.

Pueschel, S.M., Gallagher, P.L., Zartler, A.S. & Pezzullo, J.C. (1987). Cognitive and learning processes in children with Down syndrome. *Research in Developmental Disabilities*, 8(1), 21–37.

Ramírez, N.F., Ramírez, R. R., Clarke, M., Taulu, S., & Kuhl, P. K. (2016). Speech discrimination in 11-month-old bilingual and monolingual infants: a magnetoencephalography study. *Developmental Science*, 20(1), e12427.

Richardson, F. M., Thomas, M. S. C., Filippi, R., Harth, H., & Price, C. J. (2010). Contrasting Effects of Vocabulary Knowledge on Temporal and Parietal Brain Structure across Lifespan. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 22(5), 943–954.

Rohr, A. & Burr, D.B. (1978). Etiological differences in patterns of psycholinguistic development of children of IQ 30 to 60. *American Journal of Mental Deficiency*, 87, 549-553.

Roizen, N.J. (2002). Down Syndrome. In M.I. Batshaw (Ed.), *Children with Disabilities* (pp. 361-376). Baltimore, Md: Brookes.

Roizen, N.J. & Patterson D. (2003). Down's syndrome. *Lancet*, 361, 1281–1289.

Rondal, J.A. (1999). Language in Down Syndrome: current perspectives. In J. Rondal, J. Perera & L. Nadel (Eds.), *Down Syndrome : a review of current knowledge* (pp. 45-52). London: Whurr Publishers.

Ross, M.H., Galuburda, A.M. & Kemper, T.L. (1984.) Down's syndrome: is there a decreased population of neurons? *Neurology*, 34, 909-16.

Schlegel, A. A., Rudelson, J. J., & Tse, P. U. (2012). White Matter Structure Changes as Adults Learn a Second Language. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 24(8), 1664–1670.

Scholz, J., Klein, M. C., Behrens, T. E. J., & Johansen-Berg, H., (2009). Training induces changes in white matter architecture. *Nature Neuroscience*, 12(11), 1370–1371.

Scott-McKean, J. J., & Costa, A. C. S. (2011). Exaggerated NMDA mediated LTD in a mouse model of Down syndrome and pharmacological rescuing by memantine. *Learning & Memory*, 18(12), 774–778.

Shaw, C.M. (1987). Correlates of mental retardation and structural changes of the brain. *Brain Dev.* 9, 1–8.

Sheng, M., & Hoogenraad, C. C. (2007). The Postsynaptic Architecture of Excitatory Synapses: A More Quantitative View. *Annual Review of Biochemistry*, *76*(1), 823–847.

Silverstain, A.B., Legukti, G., Friedman, S.L. & Takayama, D.L. (1982). Performance of Down syndrome individuals on the Stanford-Binet Intelligence Scale. *American Journal of Mental Deficiency*, *86*, 548-551.

Smyth, M.M. & Pendleton, L.R. (1990). Space and movement in working memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, *42*, 291–304.

Steele, J. (1996). Epidemiology: incidence, prevalence and size of the Down's syndrome population. In B. Stratford & P. Gunn (Eds.), *New Approaches to Down Syndrome* (pp. 45–72). London: Cassell.

Stein, M., Federspiel, A., Koenig, T., Wirth, M., Strik, W., Wiest, R., Brandeis, D., & Dierks, T. (2012). Structural plasticity in the language system related to increased second language proficiency. *Cortex: A Journal Devoted to the Study of the Nervous System and Behavior*, *48*(4), 458–465.

Stratford, B. (1985) Learning and knowing: The education of Down syndrome children. In D. Lane & B. Stratford (Eds.), *Current Approaches to Down syndrome* (pp.149-166). London: Holt, Rinehart & Winston.

Stroeminger, A. Z., Winkler, M.R. & Cohen, L.T. (1984). Speech and language evaluation. In S. M. Pueschel (Ed.), *The young child with Down syndrome* (pp. 253–261). New York: Human Sciences Press.

Tamnes, C. K., Østby, Y., Fjell, A. M., Westlye, T., Due-Tønnessen, P. & Walhovd, K.B. (2010). Brain maturation in adolescence and young adulthood: Regional age-related changes in cortical thickness and white matter volume and microstructure. *Cerebral Cortex*, *20*(3), 534–548.

Tan, X.-Y., Pi, Y.-L., Wang, J., Li, X.-P., Zhang, L.-L., Dai, W., Zhu, H., Ni, Z., Zhang, J. & Wu, Y., (2017). Morphological and functional differences between athletes and novices in cortical neuronal networks. *Frontiers in Human Neuroscience*, *10*.

Taubert, M., Draganski, B., Anwander, A., Müller, K., Horstmann, A., Villringer, A. & Ragert, P., (2010). Dynamic properties of human brain structure: Learning-related changes in cortical areas and associated fiber connections. *Journal of Neuroscience*, *30*, (35), 11670–11677.

Thase, M.E., Tinger, R., Smeltzer, D.J. & Liss, L. (1984). Age-related neuropsychological deficits in Down's syndrome. *Biological Psychiatry*, *19*, 571- 585.

Vallar, G. & Papagno, C. (1993). Preserved vocabulary acquisition in Down's syndrome: The role of phonological short-term memory. *Cortex*, *29*, 467–483.

- Varnhagen, C.K., Das, J.P. & Varnhagen, S. (1987). Auditory and visual memory span: Cognitive processing by TMR individuals with Down syndrome or other etiologies. *American Journal of Mental Deficiency, 91*(4), 398–405.
- Verucci, L., Menghini, D. & Vicari, S. (2006). Reading skills and phonological awareness in Down syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research, 50*, 477-491.
- Vicari, S., Carlesimo, A. & Caltagirone, C. (1995). Short-term memory in persons with intellectual disabilities and Down's syndrome. *Journal of Intellectual Disability Research, 39*(6), 532–537.
- Vicari, S., Caselli, M.C. & Tonucci, F. (2000). Asynchrony of lexical and morphosyntactic development in children with Down Syndrome. *Neuropsychologia, 38*(5), 634-644.
- Vicari, S. & Carlesimo, G.A. (2002): Children with intellectual disabilities. In A. Baddeley, B. Wilson & M. Kopelman (Eds.), *Handbook of memory disorders* (pp. 510-518). New York: John Wiley & Sons.
- Vicari, S., Marotta, L. & Carlesimo, G. A. (2004). Verbal short-term memory in Down's syndrome: An articulatory loop deficit? *Journal of Intellectual Disability Research, 48*(2), 80–92.
- Wang, P.P. & Bellugi, U. (1994). Evidence from two genetic syndromes for a dissociation between verbal and visual-spatial short-term memory. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 16*(2), 317–322.
- Wisnieswky et al. (1996). Consequences of genetic abnormalities in Down's Syndrome on brain structure and function. In J.A. Rondal, J. Perera, L. Nadel, (Eds.), *Down's Syndrome Psychological, Psychobiological and Socio-educational Perspectives* (pp. 3-39). London: Whurr Publishers.
- Woll, B. & Grove, N. (1996). On language deficits and modality in children with Down syndrome: A case study of twins bilingual in BSL and English. *Journal of Deaf Studies and Deaf Education, 1*, 271–278.
- Xiang, H., van Leeuwen, T. M., Dediu, D., Roberts, L., Norris, D. G., & Hagoort, P. (2015). L2-Proficiency-Dependent Laterality Shift in Structural Connectivity of Brain Language Pathways. *Brain Connectivity, 5*(6), 349–361.
- Ypsilanti, A., Grouios, G., Alevriadou, A., & Tsapkini, K. (2005). Expressive and receptive vocabulary in children with Williams and Down syndromes. *Journal of Intellectual Disability Research, 49*(5), 353–364.
- Zellweger, H. (1977). Down syndrome. In P.J. Vinken & G.W. Bruyn (Eds), *Handbook of Clinical Neurology, Vol. 31*, (pp. 367-369). New York: North Holland Publ. Co.