



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
Εθνικόν και Καποδιστριακόν
Πανεπιστήμιον Αθηνών

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών

«Κλινική Νευροψυχολογία – Νοητικές Νευροεπιστήμες»

2022-2024

Διπλωματική Εργασία

Γεώργιος Τσικλής

*Διερεύνηση του νευρωνικού υποστρώματος και της σχέσης μεταξύ
δοκιμασιών ενεργού μνήμης και ακουστικής κατανόησης στην αφασία*

Επιβλέπων:

Κωνσταντίνος Πόταγας

Περίληψη

Η αφασία είναι μία συχνή συνέπεια των βλαβών που προκαλούν τα αγγειακά ισχαιμικά επεισόδια. Παραδοσιακά, θεωρείται ως μία ομάδα γλωσσικών διαταραχών η οποία προκύπτει από βλάβες σε «κέντρα» υπεύθυνα για τον λόγο. Ωστόσο, μελέτες άλλων νοητικών λειτουργιών σε ασθενείς με αφασικές διαταραχές υποδεικνύουν ότι στην πραγματικότητα πρόκειται για ελλείμματα βασικών νοητικών λειτουργιών με προεξάρχοντα γλωσσικά συμπτώματα. Μεγάλος όγκος έρευνας έχει επικεντρωθεί στην ενεργό μνήμη, η οποία δεν συνυπάρχει απλώς με την αφασία, αλλά συσχετίζεται με αυτήν, με τρόπο ώστε διαταραχή της ενεργού μνήμης να διαπιστώνεται μόνο όταν υπάρχει αφασία μετά από αριστερές εγκεφαλικές βλάβες. Ιδιαίτερη φαίνεται να είναι η σχέση της με την κατανόηση προτάσεων ειδικότερα. Η βιβλιογραφία υποδεικνύει ακόμα ότι η ενεργός μνήμη και η κατανόηση υποστηρίζονται από ένα κοινό δίκτυο περιοχών γύρω από τη σχισμή του Sylvius γεγονός που οδηγεί στην υπόθεση μίας βαθύτερης σχέσης μεταξύ ενεργού μνήμης και λόγου. Προκειμένου να διερευνηθεί αυτή η σχέση συγκεντρώθηκε ένα δείγμα 42 ασθενών με αφασία σε χρόνια φάση και πραγματοποιήθηκε μία ανάλυση παλινδρόμησης προκειμένου να διαπιστωθεί αν ένα μέρος της διακύμανσης της κατανόησης προτάσεων μπορεί να εξηγηθεί από την ενεργό μνήμη. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε μία πολυπαραγοντική ανάλυση ταύτισης συμπτώματος-βλάβης με σκοπό να εντοπιστούν κρίσιμες περιοχές για την επίδοση σε δοκιμασίες κατανόησης και δοκιμασίες ενεργού μνήμης. Οι αναλύσεις έδειξαν ότι όχι μόνο η ενεργός μνήμη προβλέπει ένα σημαντικό ποσοστό της διακύμανσης της κατανόησης προτάσεων αλλά και ότι η επίδοση και στις δύο δοκιμασίες εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις ίδιες κροταφοβρεγματικές περιοχές.

Περιεχόμενα

| | |
|---|----|
| 1 Θεωρητικό Υπόβαθρο..... | 4 |
| 1.1 Αφασία..... | 4 |
| 1.2 Ενεργός Μνήμη και Λόγος..... | 9 |
| 1.3 Νευρωνικό Υπόστρωμα..... | 12 |
| 1.4 Η Παρούσα Έρευνα..... | 15 |
| 2 Μέθοδος..... | 16 |
| 2.1 Συμμετέχοντες..... | 16 |
| 2.2 Συμπεριφορικές Μετρήσεις..... | 17 |
| 2.3 Απεικονιστικά Δεδομένα..... | 18 |
| 2.4 Αναλύσεις..... | 19 |
| 3 Αποτελέσματα..... | 21 |
| 3.1 Περιγραφικά στατιστικά και συσχετίσεις..... | 21 |
| 3.2 Ιεραρχική παλινδρόμηση..... | 21 |
| 3.3 Ανάλυση Διαμεσολάβησης..... | 23 |
| 3.3 Μέθοδοι ταύτισης συμπτώματος βλάβης..... | 23 |
| 4 Συζήτηση..... | 24 |
| 5 Περιορισμοί..... | 30 |
| 6 Συμπεράσματα..... | 31 |
| 7 Βιβλιογραφία..... | 33 |
| 8 Παράρτημα..... | 42 |

Θεωρητικό Υπόβαθρο

Αφασία

Η αφασία είναι μία αρκετά συχνή συνέπεια εγκεφαλικής βλάβης. Αν και τα αγγειακά εγκεφαλικά δεν είναι η μόνη τους αιτία, εκτιμάται ότι η πλειονότητα των αφασιών (80%) έχει ισχαιμική αιτιολογία και μάλιστα αφορά συχνότερα κάποιο έμφρακτο στην περιοχή της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας (Berthier, 2005). Η ετήσια επίπτωση των αγγειακών εγκεφαλικών επεισοδίων διαφοροποιείται από έτος σε έτος και από περιοχή σε περιοχή, ωστόσο το ένα τρίτο περίπου των περιπτώσεων συνοδεύεται από αφασία με σχετική σταθερότητα (Flowers et al., 2016; Grönberg et al., 2022; Tsouli et al., 2009). Στους δεξιόχειρες ασθενείς η αφασία είναι σχεδόν πάντα συνέπεια αριστερού εγκεφαλικού, με ένα ποσοστό της τάξης του 2%-10% να οφείλεται σε δεξιές βλάβες, οπότε και γίνεται λόγος για διασταυρούμενη αφασία (Berthier, 2005).

Η σοβαρότητα του εγκεφαλικού είναι ο ισχυρότερος προβλεπτικός παράγοντας της αφασίας στην οξεία φάση, η οποία σχετίζεται επίσης με μεγαλύτερη παραμονή στο νοσοκομείο και αυξημένα ποσοστά θνησιμότητας τόσο ενδονοσοκομειακά όσο και μετά το εξιτήριο (Flowers et al., 2016; Grönberg et al., 2022; Tsouli et al., 2009). Επιπλέον, η συχνότητα της αφασίας φαίνεται να αυξάνεται κατά 4% για κάθε έτος ηλικίας των ασθενών με τις μελέτες όμως να υποστηρίζουν ότι η επίδραση της ηλικίας δεν επιβεβαιώνεται, όταν ελεγχθούν άλλοι παράγοντες, όπως η σοβαρότητα του εγκεφαλικού (Grönberg et al., 2022; Kyrozis et al., 2009), ενώ άλλες μελέτες επιβεβαιώνουν την επίδρασή της ως ανεξάρτητου παράγοντα (Ellis & Urban, 2016; Engelter et al., 2006; Tsouli et al., 2009).

Αξίζει να σημειωθεί επιπλέον ότι το 50%-60% των ασθενών παρουσιάζεται με σοβαρής βαρύτητας ή καθολική αφασία κατά την οξεία φάση και, παρ' ότι η σοβαρότητα της αφασίας υφίσταται με το πέρασμα του χρόνου λόγω της αυθόρμητης ανάκαμψης τις πρώτες εβδομάδες μετά το εγκεφαλικό (Gerstenecker & Lazar, 2019), λιγότερο από το 10% του δείγματος των ασθενών σταμάτησε να πληροί τα κριτήρια για αφασία κατά την επαναξιολόγηση έναν χρόνο αργότερα (Flowers et al., 2016). Επομένως, η αφασία είναι μία εμμένουσα πηγή αναπηρίας για ένα σημαντικό

ποσοστό του πληθυσμού, η οποία συνεπάγεται τόσο υποκειμενικές αιτιάσεις όσο και αντικειμενικές δυσκολίες στην καθημερινότητα.

Παρά την συχνότητά της και το γεγονός ότι η αφασία έχει μακρόχρονη ιστορία με αφετηρία τις αρχές του 19ου αιώνα στον ερευνητικό χώρο, έκπληξη προκαλεί η απουσία συμφωνίας σχετικά με το τι περιγράφει ακριβώς αυτός ο όρος. Οι McNeil και Pratt (2001) τονίζουν ότι ένας κοινός και κατάλληλος ορισμός της αφασίας, όπως και οποιουδήποτε κλινικού συνδρόμου, είναι θεμελιώδους σημασίας καθώς λειτουργεί ως ένα πρώτο είδος θεωρίας του συνδρόμου η οποία καθορίζει τα όρια του παθολογικού πληθυσμού -άρα και σε ποια άτομα γενικεύονται τα αποτελέσματα των ερευνών για την αφασία -, επιτρέπει να προβλέπουμε τη φύση των ελλειμμάτων με τα οποία οι ασθενείς έρχονται αντιμέτωποι και κατευθύνει τις προσπάθειες για αποκατάσταση. Οι συγγραφείς αυτοί συγκεντρώνουν ένα πλήθος ορισμών οι οποίοι έχουν χρησιμοποιηθεί στη βιβλιογραφία, θέτουν τα κριτήρια ενός επιτυχημένου ορισμού και αποπειρώνται να δημιουργήσουν έναν δικό τους, ο οποίος θα παρουσιαστεί στην συνέχεια (βλέπε παρακάτω, σελ. 9). Ωστόσο, ακόμα και σήμερα οι ειδικοί είναι διχασμένοι ανάμεσα σε πολύ βασικά περιγραφικά χαρακτηριστικά της αφασίας με κάποια ενδεικτικά σημεία διαφωνίας το εάν αφορά μία διαταραχή της γλώσσας ή της επικοινωνιακής ικανότητας και το εάν οφείλεται σε εστιακές και/ή διάχυτες βλάβες, παρά τις προσπάθειες για την εγκαθίδρυση ενός κοινώς αποδεκτού ορισμού (Berg et al., 2022). Για να γίνει κατανοητή η σύγχυση αυτή, χρειάζεται να μελετηθεί μέσα στο ιστορικό της πλαίσιο καθώς οι διάφοροι ορισμοί που ανά καιρούς προτείνονταν, αντικατοπτρίζουν το επιστημολογικό υπόβαθρο της εποχής και τον τρόπο με τον οποίο γινόταν κατανοητή η αφασία σύμφωνα με τα επιστημονικά δεδομένα της εποχής.

Η μελέτη της γλώσσας ή μάλλον καλύτερα των ελλειμμάτων της γλώσσας είναι από τα παλαιότερα και πιο γνωστά εγχειρήματα της νευροψυχολογίας. Η ιστορία της αφασιολογίας ξεκινά επίσημα στις αρχές του δεύτερου μισού του 19ου αιώνα όταν ο γάλλος χειρουργός Paul Broca συναντά τον Luis Victor Leborgne έναν επιληπτικό ασθενή με δεξιά ημιπληγία, ο οποίος είχε δυσχερή ομιλία αποτελούμενη από ένα λεξιλόγιο ελάχιστων λέξεων και κυρίως από τη συλλαβή “ταν” χαρίζοντάς του το προσωνύμιο “κύριος Ταν”, ενώ φαινόταν να κατανοεί τον λόγο χωρίς

δυσκολίες. Μετά τον θάνατό του, ο Broca εξέτασε τον εγκέφαλό του διαπιστώνοντας μία βλάβη στο οπίσθιο τμήμα της κάτω μετωπιαίας έλικας, εύρημα το οποίο επιβεβαίωσε στη συνέχεια και σε άλλους ασθενείς με ανάλογες δυσκολίες της ομιλίας και τον οδήγησε στη διατύπωση της ιδέας ότι η περιοχή αυτή είναι υπεύθυνη για την παραγωγή του λόγου και ότι καταστροφή της προκαλεί αυτό που ο ίδιος ονόμασε “αφημιά” και που αργότερα μετονομάστηκε σε αφασία. Παρόμοιες παρατηρήσεις σχετικά με την άνιση συμβολή του αριστερού ημισφαιρίου – και ειδικά του πρόσθιου τμήματός του – στην εκφορά του λόγου είχαν γίνει νωρίτερα από τον Bouillaud και τους Dax, αλλά ο Broca προσέλκυσε περισσότερο την προσοχή της επιστημονικής κοινότητας. Το επόμενο μεγάλο βήμα ήρθε δεκατρία χρόνια αργότερα από τον γερμανό νευρολόγο Karl Wernicke ο οποίος, το 1874, παρατήρησε ότι μία σειρά ασθενών του με ρέοντα, αλλά ακατάληπτο λόγο και δυσκολίες στην κατανόηση παρουσίαζε βλάβη στο οπίσθιο τμήμα της άνω και μέσης κροταφικής έλικας. Ο Wernicke θεώρησε ότι, κατ’ αντιστοιχία της περιοχής του Broca την οποία αποκάλεσε «αποθήκη των κινητικών εικόνων των λέξεων», η εν λόγω περιοχή ήταν η «αποθήκη των ακουστικών αναπαραστάσεων» των λέξεων και θεώρησε μάλιστα ότι θα πρέπει να υπάρχει μία σύνδεση ανάμεσα στις δύο περιοχές. Το απλό αυτό συνδεσμικό μοντέλο λόγου, των δύο περιοχών με μία μεταξύ τους σύνδεση, το οποίο απέδωσε λίγο αργότερα σχηματικά ο Lichtheim, εισάγοντας επιπροσθέτως την σύνδεση των περιοχών αυτών με τις έννοιες ή τις σημασιακές αναπαραστάσεις “Begriffen”, αν και αμφισβητήθηκε αρκετά, επιβίωσε μέχρι την αναθεώρησή του το 1965 από τον Geschwind και την σχολή της Βοστώνης (Kushner, 2015). Κατά το εντοπιστικό μοντέλο, το οποίο επικράτησε το τελευταίο τρίτο του 20ου αιώνα, η καταστροφή καθενός από τα δύο κέντρα ή των μεταξύ τους συνδέσεων αντιστοιχήθηκε με ένα από τα μέχρι τότε γνωστά σύνδρομα αφασίας (Κασελίμης κ.α., 2021; Martin, 2011).

Ακόμα και νωρίτερα ωστόσο, από την εποχή ήδη του Broca υπήρχε ένα αντίπαλο ρεύμα το οποίο απομακρυνόταν από τις ιδέες περί κέντρων των νοητικών λειτουργιών που απηχούσαν την παράδοση της φρενολογίας του Gall. Ο Marie Jean Pierre Flourens είχε αντιταχθεί στη φρενολογία που υποστήριζε μια ακραία εντοπιστική ιδέα περί εγκεφαλικού φλοιού. Πειραματιζόμενος με

εκτομές εγκεφάλων περιστεριών και κουνελιών παρατήρησε ότι όντως τα τρία βασικά μέρη του εγκεφάλου, ο νωτιαίος μυελός, η παρεγκεφαλίδα και ο φλοιός, αναλάμβαναν διαφορετικούς ρόλους, ωστόσο δεν διαπίστωσε βλάβες σε συγκεκριμένες περιοχές του φλοιού να σχετίζονται με συγκεκριμένα ελλείμματα, σημειώνοντας μόνο την επίδραση του μεγέθους της βλάβης στην σοβαρότητα των ελλειμμάτων. Το συμπέρασμά του ήταν ότι κάθε μέρος του εγκεφάλου συμμετέχει ισοδύναμα στην ύπαρξη των νοητικών λειτουργιών (Yildirim & Sarikcioglu, 2007). Ακολουθούν επιστήμονες, όπως ο John Hughlings Jackson (σύγχρονος του Broca), ο οποίος παρατηρεί ότι αφενός μία βλάβη δεν απαλείφει ολοκληρωτικά την ικανότητα χρήσης των λέξεων, αλλά μάλλον επηρεάζει συγκεκριμένα την εκούσια χρήση των λέξεων ως ανώτερη λειτουργία αφήνοντας μια πιο αυτόματη “ομιλία” με τρόπο αντίστροφο εκείνου με τον οποίο αναπτύσσεται η ικανότητα αυτή, εισάγοντας την έννοια της αποσύνθεσης, αφετέρου ότι είναι εσφαλμένο να θεωρούμε ότι η περιοχή της οποίας μια βλάβη προκαλεί ένα έλλειμμα είναι και η «έδρα» της αντίστοιχης νοητικής ικανότητας. Ο Jackson δεν διαχωρίζει τις γλωσσικές από τις νοητικές λειτουργίες και αρνείται να εντοπίσει ένα κέντρο υπεύθυνο για τη γλώσσα. Την παράδοση αυτή συνεχίζουν πολλοί μέσα στον 20ό αιώνα, ανάμεσά τους και ο Kurt Goldstein, κύριος εκπρόσωπος μιας «ολιστικής» άποψης για τον εγκέφαλο, εκατό χρόνια μετά τον Flourens. Ο Goldstein θεωρεί ότι η επεξεργασία και η σύνθεση πληροφοριών είναι οι βασικές διεργασίες του εγκεφάλου, από τις οποίες προκύπτουν σύνθετες συμπεριφορές όπως ο λόγος, και ότι η αφασική συμπτωματολογία είναι η προσπάθεια του οργανισμού να αντισταθμίσει την αλλαγή σε εκείνο το βασικό επίπεδο που έχει διαταράξει η βλάβη – και όχι το άμεσο αποτέλεσμα της βλάβης (Κασελίμης κ.α., 2021).

Τέλος, κάπως παράλληλα με τις δύο παραδόσεις του εντοπισμού και του ολισμού αναδύεται ένα τρίτο ρεύμα θεωριών, από το μέτωπο της ψυχογλωσσολογίας. Ο Chajim Steinthal, το 1871, επιμένει, χωρίς να αντιτίθεται στην έννοια των φλοιικών κέντρων, ότι οι σύγχρονοί του αφασιολόγοι μειώνουν τη σύνθετη διεργασία του λόγου σε απλή παραγωγή και κατανόηση λέξεων, ενώ απουσιάζει από επιστημολογικής άποψης μία συνεκτική θεωρία για τη γλώσσα μέσα από το πρίσμα της οποίας θα γίνουν κατανοητά τα ευρήματα των μελετών βλαβών. Κατέγραφε τον λόγο

ασθενών με αφασία και προσέφερε ένα αναλυτικό μοντέλο το οποίο περιλαμβάνει διεργασίες ενεργοποίησης, κρίσης, επεξεργασίας και σύνθεσης αναπαραστάσεων για να εξηγήσει όλο το φάσμα της αφασικής συμπτωματολογίας κάνοντας μία βασική διάκριση ανάμεσα σε ελλείμματα σε επίπεδο λέξης και σε επίπεδο πρότασης αντιστοιχώντας τα στους όρους αφασία και *ακαταφασία* (Eling, 2006). Αντίστοιχα, ο Roman Jakobson, στον 20ό αιώνα, υποστήριζε ότι καμία διάγνωση δεν μπορεί να τεθεί χωρίς να γίνει γνωστό τι είναι ακριβώς αυτό το οποίο έχει υποστεί φθορά στον ασθενή από γλωσσολογική άποψη. Προσπαθεί επιπλέον, να κατανοήσει τα αφασικά ελλείμματα ως προβλήματα στις λειτουργίες, είτε της επιλογής, παράγοντας λάθη αντικατάστασης, είτε της γειννίασης, με αποτέλεσμα διάλυση του συνδυασμού των λεξικών μονάδων, και προβλέπει ότι οι άθικτοι μηχανισμοί θα προσπαθήσουν να αντισταθμίσουν το έλλειμμα όσων έχουν υποστεί βλάβη (Friedrich, 2004).

Όπως γίνεται αντιληπτό από τη σύντομη αυτή αναδρομή υπάρχουν πολλές και αρκετά διαφορετικές μεταξύ τους παραδόσεις στην ιστορία της αφασίας και καθορίζουν ακόμα σε μεγάλο βαθμό τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβανόμαστε και κατηγοριοποιούμε την αφασία. Η διαίρεση των αφασιών σε υποτύπους, όπως αφασία Broca ή Wernicke, αφασία αγωγής, ολική αφασία, διαφλοιική κινητική και αισθητηριακή, υποφλοιώδης αφασία και άλλες, και η σύνδεσή τους με συγκεκριμένα μοντέλα βλάβης, μας έχει κληροδοτηθεί από τα εντοπιστικά μοντέλα και τις θεωρίες των νεοσυνδεσμιστών. Η ιδέα της εξέτασης άλλων νοητικών ελλειμμάτων βασικότερων του λόγου σε ασθενείς με αφασία προέρχεται από την ολιστική παράδοση, και ο διαχωρισμός μεταξύ των επιπέδων των σημασιακών αναπαραστάσεων και της σύνθεσης των στοιχείων σε προτασιακό επίπεδο από τις ψυχογλωσσολογικές θεωρίες με επιρροές και από τον Jackson.

Η αξιολόγηση των ασθενών είναι σημαντικό κλινικό και ερευνητικό αίτημα και, παρ' όλο που πλέον ακολουθείται μία εκλεκτική-συνδυαστική προσέγγιση των παραπάνω παραδόσεων (Vandenborre et al., 2015), συνεπάγεται αρκετές μεθοδολογικές δυσκολίες. Ενώ οι ευρέως χρησιμοποιούμενες συστοιχίες εξετάζουν από κοινού κάποιες βασικές συνιστώσες του λόγου,

διαφέρουν αρκετά σε άλλα σημεία εστίασης με αποτέλεσμα η συνολική συσχέτισή τους να είναι μέτρια προς χαμηλή (Castro & Ashaie, 2023). Η παρατήρηση αυτή δεν προκαλεί έκπληξη, αν αναλογιστεί κανείς ότι οι συστοιχίες αυτές αντικατοπτρίζουν τις παραδόσεις οι οποίες περιγράφηκαν παραπάνω και διαιωνίζουν τη σύγχυση σχετικά με τη φύση της αφασίας. Σύμφωνα με τους Sherrard και Sebastian (2021) πολλοί ασθενείς δεν μπορούν να μπου σε έναν από τους κλασικούς υποτύπους ή, ακόμα και αν κατηγοριοποιηθούν με επιτυχία, συχνά διαφέρουν αρκετά από τους υπόλοιπους ασθενείς με τον ίδιο υπότυπο αφασίας. Επιπλέον, τόσο ο υπότυπος όσο και το γενικότερο προφίλ των ελλειμμάτων ενδέχεται να αλλάζει ανάλογα με τη χρονική στιγμή της αξιολόγησης σε σχέση με την έναρξη της νόσου (οξεία, υποξεία και χρόνια φάση) αλλά και εξ αιτίας της συστοιχίας η οποία χρησιμοποιείται. Οι συγγραφείς, τελικώς, αμφισβητούν τη χρησιμότητα της ταξινόμησης των ασθενών και προτείνουν την υιοθέτηση μίας εξατομικευμένης προσέγγισης, η οποία εστιάζει στην απλή περιγραφή των ελλειμμάτων και των υποκείμενων μηχανισμών που συμβάλλουν σε αυτά και των δυνατών σημείων κάθε ασθενή (Kasselimis et al., 2017).

Ας επιστρέψουμε για λίγο στους McNeil και Pratt (2001) και την προσπάθειά τους να παράσχουν έναν ολοκληρωμένο ορισμό της αφασίας. Περιγράφουν την αφασία ως μία πολυτροπική φυσιολογική ανεπάρκεια λεκτικών συμβολικών χειρισμών (π.χ. συσχετίσεις, αποθήκευση, ανάκληση και εφαρμογή κανόνων), η οποία προκαλείται από εστιακή βλάβη σε φλοιικές και/ή υποφλοιικές δομές του ημισφαιρίου/των ημισφαιρίων που είναι κυρίαρχα για τέτοιους συμβολικούς χειρισμούς και η οποία επηρεάζεται από και επηρεάζει άλλες φυσιολογικές διαδικασίες πληροφορίας στο βαθμό που αυτές υποστηρίζουν, αλληλεπιδρούν με ή υποστηρίζονται από τα συμβολικά ελλείμματα (σ. 907). Είναι εμφανές, ότι στην προκειμένη περίπτωση η αφασία είναι μία νοητική διαταραχή επεξεργασίας με επιφαινόμενα γλωσσικά συμπτώματα. Οι δυσκολίες στον λόγο φυσικά δεν μπορούν να παραβλεφθούν, ωστόσο το έλλειμμα επεκτείνεται πέρα από τον λόγο καθώς αφορά βασικότερες διεργασίες.

Ενεργός Μνήμη και Λόγος

Τα άτομα με αφασία παρουσιάζουν διαταραχές και σε νοητικούς τομείς που δεν εντάσσονται στον λόγο, όπως η ενεργός μνήμη, οι επιτελικές λειτουργίες, ο συλλογισμός και η αντίληψη, σε ποσοστό μέχρι και 88% στην οξεία φάση και 80% κατά την επαναξιολόγηση έναν χρόνο αργότερα (El Hachoui et al., 2014). Ένα μεγάλο μέρος της βιβλιογραφίας έχει ασχοληθεί ειδικότερα με την ύπαρξη μνημονικών ελλειμμάτων στην αφασία. Υπάρχουν διαφορετικά μοντέλα για την ενεργό μνήμη, αλλά ένα από τα πιο διαδεδομένα είναι αυτό των Baddelay και Hickok σύμφωνα με το οποίο ορίζεται ως ένα σύστημα πεπερασμένων δυνατοτήτων το οποίο χρησιμοποιείται για την προσωρινή αποθήκευση και χειρισμό πληροφοριών, ενώ, κάποιες φορές, οι διεργασίες της αποθήκευσης διαχωρίζονται από αυτές του χειρισμού και ονομάζονται βραχύχρονη μνήμη, η οποία θα μπορούσε να θεωρηθεί ως ένα τμήμα της ενεργού και απαραίτητη προϋπόθεσή της (Minkina et al., 2017; Wright & Fergadiotis, 2012).

Τα μνημονικά ελλείμματα των ατόμων με αφασία φαίνεται να αφορούν τόσο τη βραχύχρονη όσο και την ενεργό μνήμη για λεκτικά αλλά και για οπτικοχωρικά ερεθίσματα, γεγονός το οποίο είναι εκ πρώτης όψεως μη αναμενόμενο αν αναλογιστούμε ότι οι περισσότεροι ασθενείς έχουν αριστερές βλάβες (Burgio & Basso, 1997; Potagas et al., 2011). Άλλα παραδείγματα έρχονται από τους Caspari et al. (1998) οι οποίοι έδειξαν ότι η ικανότητα κατανόησης των ατόμων με αφασία μπορούσε να προβλεφθεί από την επίδοσή τους σε δοκιμασίες ενεργού μνήμης. Παρόμοιες συσχετίσεις της μνημονικής επίδοσης βρέθηκαν και σε άλλους, λιγότερο μελετημένους, τύπους αφασίας, όπως η υποφλοιική αφασία (Shahouzaie et al., 2023) και η λανθάνουσα αφασία, η οποία μάλιστα χαρακτηρίζεται από ήπιες γλωσσικές δυσκολίες μη εντοπίσιμες από σταθμισμένες δοκιμασίες για την ανίχνευση της αφασίας (Silkes et al., 2021). Αρχικά βέβαια, τα μνημονικά ελλείμματα αποδόθηκαν σε βλάβες του αριστερού ημισφαιρίου ανεξαρτήτως ύπαρξης αφασίας και εντόπισης των βλαβών, καθώς η επίδοση όλων των ασθενών με αριστερές βλάβες ήταν χαμηλή σε δοκιμασίες μνήμης (Burgio & Basso, 1997). Ωστόσο, στην μελέτη των Kasselimis et al. (2013), φάνηκε ότι τα άτομα με αφασία ήταν συστηματικά χειρότερα σε δοκιμασίες λεκτικής και οπτικοχωρικής βραχύχρονης και ενεργού μνήμης σε σχέση με μία ομάδα ασθενών με αριστερές

βλάβες χωρίς συνοδό αφασία, δείχνοντας ότι τα μνημονικά ελλείμματα εξαρτώνται από την ύπαρξη αφασίας συγκεκριμένα. Η συσχέτιση της ενεργού μνήμης με την αφασία θεωρείται αρκετά καλά θεμελιωμένη, ώστε ένα μέρος της έρευνας επικεντρώνεται στην ανάπτυξη προγραμμάτων αποκατάστασης τα οποία στοχεύουν στη βελτίωση των γλωσσικών ελλειμμάτων, και κυρίως των δυσκολιών κατανόησης, στην αφασία μέσω εξάσκησης της βραχύχρονης και ενεργού μνήμης, χωρίς να έχουν προκύψει ωστόσο οριστικά αποτελέσματα (Minkina et al., 2017; Nikraves et al., 2021; Salis et al., 2015; Salis et al., 2017).

Η παραγωγή λόγου μπορεί να θεωρηθεί ότι στηρίζεται στην ενεργοποίηση εντός της ενεργού μνήμης σημασιακών αναπαραστάσεων οι οποίες είναι αποθηκευμένες στην μακρόχρονη μνήμη. Για τον εντοπισμό της λέξης στόχου, οι ενεργοποιημένες σημασιακές αναπαραστάσεις ενεργοποιούν με την σειρά τους πλήθος σχετιζόμενων λεξικών αναπαραστάσεων, οι οποίες συγκεντρώνουν τα διαφορετικά σημασιακά στοιχεία σε ένα λήμμα, και επιλέγεται εκείνη η οποία συγκεντρώνει τη μεγαλύτερη ενεργοποίηση, δηλαδή με τη μεγαλύτερη συνάφεια. Τέλος, η ενεργοποίηση περνά σε μία φωνολογική αναπαράσταση, η οποία περιέχει την φωνολογική ταυτότητα της λέξης για την κινητική οργάνωση των οργάνων της ομιλίας κατά την παραγωγή (Murakami et al., 2015). Για την κατανόηση του λόγου εμπλέκονται οι ίδιες διαδικασίες αλλά με αντίστροφη φορά (Martin & Saffran, 1997; Minkina et al., 2017).

Η ιδέα ότι η κατανόηση και/ή η παραγωγή του λόγου σχετίζεται με την ενεργό μνήμη εξάλλου είναι σύμφωνη με βιβλιογραφία η οποία υποστηρίζει την διατήρηση πληροφοριών στην ενεργό μνήμη ως ενεργοποίηση γλωσσικών αναπαραστάσεων αποθηκευμένων στην μακρόχρονη μνήμη. Ειδικότερα, περιοχές στην οπίσθια άνω κροταφική έλικα φαίνεται να είναι υπεύθυνες για την φωνολογική κωδικοποίηση των λεκτικών ερεθισμάτων στις διεργασίες του λόγου αλλά και την βραχύχρονη ενεργοποίηση και διατήρησή τους στο πλαίσιο της ενεργού μνήμης (Acheson et al., 2011). Πληθυσμοί νευρώνων που κωδικοποιούν τόσο σήματα ενεργού μνήμης όσο και αντιληπτικά

σήματα εξάλλου έχουν εντοπιστεί και στο σύστημα οπτικής επεξεργασίας, ιδιαίτερα στους παρακείμενους του πρωτοταγή οπτικού συνειρμικούς φλοιούς (Roussy et al., 2021).

Εκτός αυτών, ένας σημαντικός όγκος βιβλιογραφίας παρατηρεί ότι η ανάκληση και διατήρηση ακουστικών πληροφοριών βασίζεται στην ακουστική φωνολογική ενεργό μνήμη, ενώ η επανάληψη πληροφοριών, η οποία είναι απαραίτητη για την προστασία του ενεργοποιημένου μνημονικού ίχνους από την φθορά και για τον περαιτέρω χειρισμό της πληροφορίας, αυξάνει την απόκριση σε αρθρωτικά κυκλώματα σε αισθητηριοκινητικές περιοχές αλλά και σε προμετωπιαίες περιοχές, θυμίζοντας το φωνολογικό κύκλωμα του μοντέλου ενεργού μνήμης του Baddeley (Ashaie et al., 2021; Ghaleh et al., 2020; Gorisek et al., 2016; Salis et al., 2018; Scott & Mishkin, 2016). Τέλος, ειδικά η κάτω μετωπιαία έλικα, ιστορικά στενά συνδεδεμένη λόγω του Broca με τον λόγο, έχει συνδεθεί τόσο με επιτελικές διεργασίες αυθόρμητης ανάκλησης και ενεργοποίησης των αναπαραστάσεων στην ενεργό μνήμη (Charados & Petrides, 2015; Gajardo-Vidal et al., 2018), όσο και με τις συντακτικές λειτουργίες του λόγου οι οποίες αφορούν τη σειριακή επεξεργασία και ανάλυση των προτάσεων (Ding et al., 2020; Iwabuchi et al., 2019; Matchin & Hickok, 2020). Μάλιστα, ένα μέρος της βιβλιογραφίας αναφέρεται αποκλειστικά στη συμβολή αυτής της συντακτικής ικανότητας μέσα από μελέτες ασθενών με μη ρέουσα αφασία και βλάβες στην περιοχή του Broca, οι οποίοι αντιμετώπιζαν δυσκολία στην παραγωγή και κατανόηση σύνθετων προτάσεων, ένα φαινόμενο το οποίο ονομάζεται γραμματισμός (Goodglass & Mayer, 1958; Kasselimis & Varkanitsa, 2015).

Νευρωνικό Υπόστρωμα

Μεγάλο μέρος της προόδου η οποία έχει σημειωθεί τα τελευταία χρόνια οφείλεται στις απεικονιστικές τεχνολογίες οι οποίες συμβάλλουν στη διαλεύκανση των γκρίζων σημείων της αφασιολογίας. Πλήθος ερευνών επιχειρούν να χαρτογραφήσουν τον φλοιό και τη λευκή ουσία με σκοπό να ρίξουν περισσότερο φως στα δίκτυα τα οποία στηρίζουν λειτουργίες όπως ο λόγος και η ενεργός μνήμη, χρησιμοποιώντας μεθόδους ταύτισης βλάβης-συμπτώματος. Βλάβες σε μία

εκτεταμένη ζώνη γύρω από τη σχισμή του Sylvius στο κυρίαρχο για τον λόγο ημισφαίριο σχετίζονται με αφασικά ελλείμματα. Φαίνεται ωστόσο, ότι υπάρχουν κάποιες περιοχές οι οποίες εμπλέκονται ισότιμα στην παραγωγή και την κατανόηση και κάποιες οι οποίες έχουν εξειδικευμένη ή άνιση συμμετοχή στις δύο συνιστώσες του λόγου (Lukic et al., 2021). Για παράδειγμα, η κάτω μετωπιαία έλικα, ιδιαίτερα η τριγωνική μοίρα, και το οπίσθιο τμήμα της άνω και μέσης κροταφικής έλικας ταυτοποιήθηκαν ως κρίσιμες περιοχές για την ακουστική κατανόηση (Adezati et al., 2022) ενώ όσον αφορά την παραγωγή συνδέονται με διαφορετικά ελλείμματα, με τη βλάβη στην κάτω μετωπιαία έλικα να προβλέπει λιγότερη συντακτική ακρίβεια με παραλήψεις ρηματικών και ονοματικών μορφημάτων και με γενικότερη μειωμένη παραγωγή αντωνυμιών, προθέσεων και ρημάτων, και την βλάβη στο οπίσθιο τμήμα του κροταφικού λοβού και το κάτω βρεγματικό λόβιο να προβλέπει απλούστερη σύνταξη και μικρότερη παραγωγή ουσιαστικών (Ding et al., 2020). Οι Riccardi et al. (2022) συμφωνούν ότι η οπίσθια μέση κροταφική έλικα αποτελεί κρίσιμη περιοχή για την κατανόηση απλών, τυπικών προτάσεων, αποτελώντας σημαντικό σημείο διεπαφής των λεξικών αναπαραστάσεων, αλλά επισημαίνουν ότι η συμβολή της κάτω μετωπιαίας έλικας περιορίζεται στην κατανόηση μη τυπικών, περίπλοκων προτάσεων, όταν η σημασιακή επεξεργασία είναι απαιτητική, μέσω του ελέγχου της πρόσβασης στις σημασιακές αναπαραστάσεις, αφού σημασιακές και συντακτικές παραβιάσεις προκύπτουν από αποσύνδεσή της με τον πρόσθιο κροταφικό λοβό.

Μερικές έρευνες βρίσκουν διαφοροποιήσεις εντός του κροταφικού λοβού συσχετίζοντας τον κροταφικό πόλο με την παραγωγή και τον οπίσθιο κροταφικό λοβό με την κατανόηση (Lukic et al., 2021) ή τον κροταφικό πόλο με την κατανόηση σε επίπεδο λέξης και τον οπίσθιο κροταφικό λοβό με την κατανόηση σε επίπεδο πρότασης (Mesulam et al., 2015). Παρομοίως, σε άλλη έρευνα (Lwi et al., 2021), η κατανόηση λέξεων βρέθηκε να αφορά περισσότερο κατώτερα τμήματα του κροταφικού λοβού και η κατανόηση εντολών και προτάσεων τη γωνιώδη και άνω κροταφική έλικα, με ένα σημείο αλληλοεπικάλυψης των δύο στην οπίσθια μέση κροταφική έλικα.

Ωστόσο, άλλα δεδομένα υποδεικνύουν ένα εναλλακτικό μοντέλο δύο βασικών κόμβων με διακριτούς ρόλους (Matchin & Hickok, 2020; Matchin et al., 2022a). Πιο συγκεκριμένα, η οπίσθια μέση κροταφική έλικα, η οποία είναι κρίσιμη τόσο για την παραγωγή όσο και για την κατανόηση, αντιπροσωπεύει το λεξιλογικό επίπεδο επεξεργασίας ανάμεσα σε φωνολογία και σημασιολογία και εμπλέκεται στην μη γραμμική συντακτική δόμηση της πρότασης. Η ιδέα εξάλλου ότι τα σημασιακά χαρακτηριστικά των λέξεων περιορίζουν τη συντακτική τους χρήση καθοδηγώντας την κατανόηση δεν είναι καινούργια στην ψυχολογία (Traxler, 2011). Τον ρόλο της οπίσθιας μέσης κροταφικής έλικας ως μεσάζοντα ανάμεσα στο φωνολογικό και σημασιακό επίπεδο επεξεργασίας επιβεβαιώνει και η θέση της, εφόσον είναι στρατηγικά τοποθετημένη κάτω από την άνω κροταφική έλικα, υπεύθυνη για την φωνολογική κωδικοποίηση του εισερχόμενου μηνύματος και σημαντικού τμήματος του δικτύου της ενεργού μνήμης, και ανάμεσα στον κροταφικό πόλο και τη γωνιώδη έλικα που θεωρούνται σημαντικοί κόμβοι σημασιακής επεξεργασίας. Ειδικότερα, ο κροταφικός πόλος φαίνεται να σχετίζεται με την “ταξινομικά” χαρακτηριστικά των εννοιών, δηλαδή τις κατηγορίες στις οποίες ανήκουν (π.χ. η γάτα και ο σκύλος μπορούν να ομαδοποιηθούν ως τετράποδα, θηλαστικά, ζώα) και η γωνιώδης έλικα με τα “θεματικά” χαρακτηριστικά τους, δηλαδή με τις συσχετίσεις εννοιών που κάνουν οι άνθρωποι βάσει της εμπειρίας τους (π.χ. ο σκύλος και το κολάρο αποτελούν μία θεματική ενότητα από την στιγμή που συνεμφανίζονται συχνά). Αντιθέτως, η κάτω μετωπιαία έλικα επιστρατεύεται άμεσα σε έργα παραγωγής και κατανόησης. Για την παραγωγή του λόγου είναι απαραίτητη η γραμμική μετατροπή της μη γραμμικής ιεραρχικής δομής της πρότασης η οποία διαμορφώνεται στις οπίσθιες περιοχές, καθώς το κινητικό σύστημα το οποίο είναι απαραίτητο για τις “αρθρωτικές χειρονομίες” είναι ένα γραμμικό σύστημα επεξεργασίας, με την έννοια ότι είναι ικανό να παράγει ένα φώνημα τη φορά. Κατά την κατανόηση ωστόσο, δεν απαιτείται εμπλοκή της κάτω μετωπιαίας έλικας καθώς το προσλαμβανόμενο από τον δέκτη μήνυμα έχει υποστεί ήδη σειριακή επεξεργασία από τον πομπό του και τώρα απαιτείται απλή αποκωδικοποίηση. Μόνο στην περίπτωση κατά την οποία η συντακτική ανάλυση είναι αμφίσημη ή ανεπιτυχής είναι πιθανό να επιστρατευτεί επιλεκτικά η κάτω μετωπιαία έλικα για να βοηθήσει την

κατανόηση μέσω του επανυπολογισμού της γραμμικής μετατροπής του μηνύματος, γεγονός το οποίο εξηγεί πώς χαρακτηριστικά της πρότασης όπως νοηματικές ανακολουθίες, συντακτική πολυπλοκότητα ή χρήση μη τυπικών λέξεων, επηρεάζουν την κατανόηση αυξάνοντας το νοητικό φορτίο (Obermeyer et al., 2022; Schwering et al., 2023; Yoon et al., 2016). Μία άλλη εναλλακτική άποψη για τον ρόλο της κάτω μετωπιαίας έλικας είναι ότι, ενώ δεν είναι απαραίτητη για την κατανόηση, υποστηρίζει σε περίπτωση βλάβης των οπίσθιων κροταφικών και κάτω βρεγματικών βλαβών την μερική ανάκτηση της κατανόησης. Το αποτέλεσμα είναι η ύπαρξη συσχέτισης της κάτω μετωπιαίας έλικας με την κατανόηση, στη χρόνια αλλά όχι στην οξεία φάση (Sheppard et al., 2022).

Τα διαφορετικά αποτελέσματα τα οποία προκύπτουν από τις παραπάνω μελέτες οφείλονται σε μία σειρά από παράγοντες. Αρχικά, συχνά οι ερευνητές χρησιμοποιούν διαφορετικά δείγματα αφασικών για τις συγκρίσεις τους. Ένας άλλος σημαντικός παράγοντας είναι ο υπεύθυνος για τα ελλείμματα παθοφυσιολογικός μηχανισμός. Η πλειονότητα των ερευνών έχει χρησιμοποιήσει ασθενείς με αφασία μετά από ισχαιμία και ιδιαίτερα της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας, από την άλλη οι Mesulam et al. (2015) μελέτησαν τα ελλείμματα στο πλαίσιο της πρωτοπαθούς προϊούσας αφασίας, γεγονός το οποίο εγείρει ερωτήματα συγκρισιμότητας (Matchin et al., 2022b). Επιπλέον, οι δοκιμασίες οι οποίες χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση των ελλειμμάτων συχνά δεν είναι ισοδύναμες (Castro & Ashaie, 2022; Ivanova et al., 2018). Τέλος, διαφορετικές συσχετίσεις μεταξύ βλαβών και συμπτωμάτων αναμένονται ανάλογα με τη χρονική στιγμή της αξιολόγησης και τον βαθμό αναδιοργάνωσης του φλοιού καθώς, όπως έδειξαν οι Saur et al. (2006) ασθενείς στην οξεία, υποξεία και χρόνια φάση παρουσιάζουν διαφορετικά πρότυπα ενεργοποίησης κατά τη διάρκεια ενός έργου κατανόησης.

Η Παρούσα Έρευνα

Στόχος της μελέτης αυτής είναι να συνοψίσει ευρήματα προηγούμενων μελετών, να παράσχει περισσότερη τεκμηρίωση σε ήδη υπάρχοντα συμπεράσματα και πιθανώς να ρίξει επιπλέον φως σε

ορισμένες γκρίζες ζώνες της μελέτης της ενεργού μνήμης στην αφασία υποδεικνύοντας μελλοντικές κατευθύνσεις. Πιο συγκεκριμένα, θα επιχειρηθεί να διευκρινιστεί:

- εάν οι δυσκολίες της ενεργού μνήμης είναι ικανές να προβλέψουν την επίδοση σε δοκιμασίες ακουστικής κατανόησης.
- εάν υπάρχουν κρίσιμες βλάβες οι οποίες συνδέονται με τα ελλείμματα της ενεργού μνήμης και των δοκιμασιών κατανόησης σε προτασιακό επίπεδο, όπως αυτές μετρώνται από τις νευροψυχολογικές δοκιμασίες και δευτερευόντως εάν οι κρίσιμες αυτές βλάβες, εφόσον υπάρχουν, για την κατανόηση και την ενεργό μνήμη παρουσιάζουν αλληλεπικαλύψεις υποδεικνύοντας πιθανώς ένα κοινό νευρωνικό υπόστρωμα.

Σύμφωνα με την παρούσα βιβλιογραφία αναμένεται τα άτομα με αφασία να παρουσιάσουν ελλείμματα στην ενεργό μνήμη και στις δύο τροπικότητες, λεκτική και οπτικοχωρική. Η ακουστική κατανόηση σε επίπεδο πρότασης αναμένεται να μπορεί να προβλεφθεί από την ενεργό μνήμη των υποκειμένων. Τέλος, αναμένεται συσχέτιση της επίδοσης στην ακουστική κατανόηση και την ενεργό μνήμη με κοινές βλάβες οι οποίες θα περιλαμβάνουν τόσο οπίσθιες κροταφοβρεγματικές περιοχές, όσο και εμπρόσθιες μετωπιαίες.

Μέθοδος

Συμμετέχοντες

Πραγματοποιήθηκε μία a priori ανάλυση ισχύος μέσω του λογισμικού G*power 3 (Faul et al., 2007) ορίζοντας επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας $\alpha=0,05$, επίπεδο ισχύος $1-\beta=0,8$ και ένα μεσαίο μέγεθος επίδρασης $f^2=0,15$ προκειμένου να βρεθεί ο ελάχιστος αριθμός συμμετεχόντων ο οποίος απαιτείται για να εντοπιστούν οι σημαντικές επιδράσεις στον πληθυσμό. Από τα 62 άτομα τα οποία υπέδειξε η ανάλυση ισχύος συγκεντρώθηκαν τελικώς 42 (13 γυναίκες) με εύρος ηλικίας από 25 έως 91 ετών ($\bar{x}=58,71$, $\hat{s}=13,74$) και μέσο επίπεδο εκπαίδευσης τα 13,26 έτη ($\hat{s}=3,97$).

Επιλέχθηκαν άτομα με αφασία σε χρόνια φάση αγγειακού εγκεφαλικού επεισοδίου στο αριστερό εγκεφαλικό ημισφαίριο. Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από το αρχείο του Ιατρείου Νευροψυχολογίας και Διαταραχών του Λόγου της Α΄ Νευρολογικής Κλινικής του Αιγινητείου Νοσοκομείου στην Αθήνα. Απαραίτητα κριτήρια για τη συμμετοχή των ατόμων είναι η Ελληνική ως μητρική γλώσσα, η δεξιχειρία, ώστε να μειωθεί η πιθανότητα μη τυπικής οργάνωσης του λόγου, και η απουσία νοητικών και αισθητηριακών ελλειμμάτων τα οποία ενδεχομένως επηρεάζουν τα αποτελέσματα της εξέτασης, όπως για παράδειγμα σοβαρή απώλεια οπτικής ή ακουστικής οξύτητας και ημιαμέλεια. Επιπλέον, άτομα με βαριά γλωσσικά ελλείμματα είτε στην έκφραση είτε στην κατανόηση, ώστε να είναι αδύνατον να κατανοήσουν τις οδηγίες της αξιολόγησης ή να παραγάγουν αποκρίσεις, αποκλείστηκαν από την έρευνα. Όλοι οι συμμετέχοντες υπέγραψαν έντυπο ενημερωμένης συγκατάθεσης (βλ. Παράρτημα). Η διεξαγωγή της έρευνας, η διασφάλιση της ανωνυμίας των συμμετεχόντων, η ενημέρωσή τους, και η χρήση των δεδομένων τους πραγματοποιήθηκε με αυστηρή τήρηση των αρχών ηθικής και δεοντολογίας, σύμφωνα με τις οδηγίες της επιτροπής ηθικής του Αιγινητείου Νοσοκομείου (πρωτόκολλο έγκρισης της έρευνας ΨΦ3Ζ46Ψ8Ν2-ΡΟΦ ΑΠΦ 915, Δεκέμβριος 2023).

Συμπεριφορικές Μετρήσεις

Για την αξιολόγηση των αφασικών ελλειμμάτων χρησιμοποιήθηκε η Σύνομη Εκδοχή της Διαγνωστικής Εξέτασης της Βοστώνης για την Αφασία (BDAE-SF) των Goodglass και Kaplan (1972) η οποία έχει προσαρμοστεί και σταθμιστεί στα Ελληνικά από τους Tsarkini et al. (2009). Η BDAE-SF είναι μία από τις ευρύτερα χρησιμοποιούμενες δοκιμασίες για τη διάγνωση της αφασίας (Castro et al., 2023; Berthier, 2005; Sheppard & Sebastian 2021) και μπορεί να κατατάξει τους ασθενείς με βάση τη βαρύτητα των γλωσσικών ελλειμμάτων και τους επιμέρους γλωσσικούς τομείς οι οποίοι έχουν πληγεί. Χορηγήθηκε επιπροσθέτως η Αναθεωρημένη Δοκιμασία Προσληπτικού Λεξιλογίου του Peabody (Peabody Picture Vocabulary Test - PPVT), σταθμισμένη από τους Simos et al. (2011a), η οποία θεωρείται επαρκής δοκιμασία ακουστικής κατανόησης σε επίπεδο λέξης και το τεστ

Κατανόησης Οδηγιών (Comprehension of Instructions - CIG), το οποίο αποτελεί προσαρμογή στα Ελληνικά μιας εκδοχής του γνωστού Token Test και χρησιμοποιείται ως δοκιμασία ακουστικής κατανόησης σε επίπεδο πρότασης (Simos et al., 2014).

Για τη μέτρηση της ενεργού μνήμης χρησιμοποιήθηκε η δοκιμασία του Αναπτύγματος Αριθμών (Digit Span) η οποία έχει δύο συνθήκες επανάληψης αυξανόμενων σειρών αριθμών (Simos et al., 2011b). Η πρώτη συνθήκη αφορά την άμεση επανάληψη των αριθμών, ακριβώς όπως παρατίθενται από τον εξεταστή (από εδώ και στο εξής DSF), και στη δεύτερη ο εξεταζόμενος καλείται να επαναλάβει τους αριθμούς που έχει ακούσει αλλά με αντίστροφη σειρά (αναφερόμενη ως DSB). Έτσι, καλύπτονται τόσο η απλή διατήρηση των πληροφοριών στο πλαίσιο της βραχύχρονης μνήμης, όσο και ο χειρισμός των πληροφοριών αυτών ο οποίος εμπλέκει επιπλέον μηχανισμούς της ενεργού μνήμης. Κατ' αντιστοιχία του Αναπτύγματος Αριθμών, το οποίο εμπλέκει κυρίως ακουστικούς γλωσσικούς μηχανισμούς, χορηγείται η δοκιμασία των Κύβων του Corsi (1972) η οποία χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της οπτικοχωρικής ενεργού μνήμης και διαθέτει επίσης μία εμπροσθόδρομη (CorsiF) και μία αντίστροφη συνθήκη (CorsiB). Κάποιες ενστάσεις έχουν εγερθεί σχετικά με το εάν η αντίστροφη συνθήκη του Corsi είναι πραγματικά διαφορετική από την εμπροσθόδρομη και αξιόπιστη μέτρηση της ενεργού μνήμης (Kessels et al., 2008), άλλοι ερευνητές ωστόσο βρίσκουν όντως την αντίστροφη συνθήκη δυσκολότερη (Claessen et al., 2016; Kasselimis et al., 2018). Και οι δύο μνημονικές δοκιμασίες δίνουν έναν βαθμό επίδοσης, ανάλογα με τις σειρές αριθμών ή κύβων που ανακλήθηκαν επιτυχώς, και έναν βαθμό αναπτύγματος της μνήμης, ανάλογα με το μέγεθος των δύο τελευταίων ακολουθιών που ανακλήθηκαν χωρίς λάθη. Για τις αναλύσεις των αποτελεσμάτων αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί ο συνδυαστικός δείκτης του γινομένου του βαθμού επίδοσης με τον βαθμό αναπτύγματος κάθε μεταβλητής, κατά αντιστοιχία προηγούμενων ερευνών (Kasselimis et al., 2013; Potagas et al., 2011).

Απεικονιστικά Δεδομένα

Για κάθε ασθενή ανακτήθηκαν T1 ακολουθίες μαγνητικής τομογραφίας οι οποίες χρησιμοποιήθηκαν για να σχεδιαστούν οι βλάβες του αριστερού ημισφαιρίου. Ο σχεδιασμός της βλάβης πραγματοποιήθηκε από εκπαιδευμένους συνεργάτες (Κ.Δ., Α.Γ. και Μ.Κ.) με επιβλεπόμενη ημιαυτόματη κατάτμηση μέσω της χρήσης του ελεύθερου, ανοικτού κώδικα λογισμικού ITK-SNAP (Yushkevich et al., 2006). Η κανονικοποίηση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τον ανατομικό χάρτη MNI152 (Fonov et al., 2009) μέσω της γλώσσας προγραμματισμού ανοιχτού λογισμικού R (R Core Team, 2021) και, συγκεκριμένα, μέσω του πακέτου LESYMAP (Pustina et al., 2018).

Αναλύσεις

Η παρούσα μελέτη έχει δύο βασικά ερωτήματα. Σε ένα πρώτο επίπεδο θα γίνει προσπάθεια να κατανοηθούν οι σχέσεις μεταξύ των μετρούμενων μεταβλητών μέσω του υπολογισμού του δείκτη συνάφειάς του κατά Pearson. Για τη διερεύνηση του πρώτου ερωτήματος πραγματοποιήθηκε μία ιεραρχική ανάλυση παλινδρόμησης. Η εξαρτημένη μεταβλητή ήταν η κατανόηση σε επίπεδο πρότασης, η οποία μετράται από την επίδοση στο CIG. Η ανάλυση περιλάμβανε τέσσερα μπλοκ ανεξάρτητων μεταβλητών: φύλο και μορφωτικό επίπεδο, επίδοση στο PPVT, επιδόσεις στις δύο δοκιμασίες λεκτικής βραχύχρονης και ενεργού μνήμης (DigitSpan Forward, DigitSpan Backward) και επιδόσεις στις αντίστοιχες οπτικοχωρικές δοκιμασίες (Corsi Forward και Backward). Οι δημογραφικοί παράγοντες του μορφωτικού επιπέδου και του φύλου, καθώς και το PPVT ως μέτρηση της πρόσβασης στις σημασιακές αναπαραστάσεις θεωρούνται σημαντικοί παράγοντες οι οποίοι εμπλέκονται στην κατανόηση σε επίπεδο πρότασης, οπότε και προστίθενται στο μοντέλο για να ελεγχθεί η επίδρασή τους (Simos et al., 2011a).

Για να απαντηθεί το δεύτερο ερώτημα, σχετικά με το νευρωνικό υπόστρωμα των μετρήσεων της ενεργού μνήμης και της κατανόησης χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος του Sparse Canonical Correlation Analysis (SCCAN). Πρόκειται για μία πολυπαραγοντική μέθοδο ταύτισης συμπτώματος-βλάβης η οποία λαμβάνει υπ' όψιν όλα τα voxel ταυτόχρονα, αντί να κάνει

συγκρίσεις ανά voxel, ξεπερνώντας το ζήτημα του τεράστιου αριθμού συγκρίσεων και τις ανάγκες για διόρθωση των μονοπαραγοντικών αναλύσεων. Στην πραγματικότητα δεν είναι μία στατιστική μέθοδος, αλλά ένας αλγόριθμος βελτιστοποίησης με στόχο να βρεθεί η λύση η οποία προβλέπει καλύτερα τη σχέση των βλαβών με τη συμπεριφορική μέτρηση. Προκειμένου ο αλγόριθμος αυτός να εντοπίσει τις ελάχιστες συστάδες από voxel με τη μεγαλύτερη προβλεψιμότητα εκτελεί επαναλαμβανόμενες αναλύσεις παλινδρόμησης επιτρέποντας κάθε φορά περισσότερα ή λιγότερα voxel στο μοντέλο, χωρίζει τα δεδομένα σε τέσσερα τμήματα και χρησιμοποιεί τα τρία τέταρτα για να προβλέψει τις τιμές το τελευταίου τετάρτου. Οι τιμές τις οποίες δίνει ως αποτέλεσμα η μέθοδος είναι η συσχέτιση ανάμεσα στην πρόβλεψη του βέλτιστου μοντέλου και τα πραγματικά δεδομένα, καθώς και το εύρος της συστάδας ή των συστάδων από voxel. Η ακρίβεια της μεθόδου SCCAN φαίνεται να είναι καλύτερη ή, στην χειρότερη περίπτωση, το ίδιο καλή με τις κλασικές μονοπαραγοντικές μεθόδους (Pustina et al., 2018). Παρ' όλα αυτά, μονοπαραγοντικές αναλύσεις συμπτώματος βλάβης σε επίπεδο voxel βασισμένες σε γραμμικά μοντέλα πραγματοποιήθηκαν ως post hoc έλεγχος των αποτελεσμάτων της πολυπαραγοντικής ανάλυσης. Προς αποφυγή του σφάλματος λόγω των πολλαπλών τεστ χρησιμοποιήθηκε η διόρθωση για το λανθασμένο ποσοστό ανακαλύψεων (false discovery rate).

Και οι δύο τύποι αναλύσεων υπολογίστηκαν με τη χρήση του πακέτου LESYMAP. Οι αναλύσεις αφορούν κάθε μία από τις μεταβλητές οι οποίες περιγράφηκαν παραπάνω (CIG, PPVT, DSF, DSB, CorsiForwad, CorsiBackward), ενώ υπολογίστηκαν και χρησιμοποιήθηκαν ως επιπρόσθετη μεταβλητή και τα κατάλοιπα (residuals) της παλινδρόμησης του PPVT από το CIG υποδεικνύοντας μία πιο καθαρή μεταβλητή κατανόησης σε επίπεδο πρότασης, έχοντας ελέγξει την επίδραση της κατανόησης σε επίπεδο λέξης. Για όλες τις παραπάνω αναλύσεις χρησιμοποιήθηκαν μόνο τα voxels στα οποία υπήρχε βλάβη τουλάχιστον στο 10% του συνολικού δείγματος και πραγματοποιήθηκε διόρθωση για την επίδραση του συνολικού όγκου της βλάβης.

Λόγω των αποτελεσμάτων των συσχετίσεων (βλ Αποτελέσματα) πραγματοποιήθηκε και μία ανάλυση διαμεσολάβησης με το DSB ως ανεξάρτητη, το CIG ως εξαρτημένη και το PPVT ως διαμεσολαβητική μεταβλητή προκειμένου να διαλευκανθεί η μεταξύ τους σχέση.

Αποτελέσματα

Περιγραφικά στατιστικά και συσχετίσεις

Στον Πίνακα 1 του παραρτήματος παρουσιάζονται τα περιγραφικά στατιστικά των έξι βασικών συμπεριφορικών μετρήσεων. Από τα 42 άτομα του συνολικού δείγματος μόνο 35 είχαν διαθέσιμα δεδομένα για τις δύο δοκιμασίες κατανόησης, ενώ από δύο άτομα δεν κατέστη δυνατό να υπολογιστεί το γινόμενο του βαθμού και του αναπτύγματος για την αντίστροφη συνθήκη της δοκιμασίας του Corsi.

Όλες οι συμπεριφορικές μεταβλητές παρουσιάζουν θετική σχέση μεταξύ τους σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο. Ειδικότερα οι επιδόσεις στις δοκιμασίες κατανόησης σε επίπεδο λέξης και πρότασης παρουσιάζουν μία μέτρια προς υψηλή σχέση. Οι δοκιμασίες λεκτικής μνήμης παρουσιάζουν υψηλές συσχετίσεις με τις δοκιμασίες κατανόησης και μία αξιοσημείωτα υψηλή συσχέτιση μεταξύ τους. Τέλος, οι δοκιμασίες οπτικοχωρικής μνήμης έχουν μέτρια συσχέτιση μεταξύ τους και χαμηλότερες συσχετίσεις με τις δοκιμασίες λεκτικής μνήμης και κατανόησης σε επίπεδο πρότασης. Η αντίστροφη συνθήκη της δοκιμασίας του Corsi παρουσιάζει μία μέτρια συσχέτιση με την κατανόηση σε επίπεδο λέξης.

Ιεραρχική Παλινδρόμηση

Η ικανοποιητική συσχέτιση μεταξύ της επίδοσης στο CIG και τις υπόλοιπες μεταβλητές είναι απαραίτητη προϋπόθεση προκειμένου να πραγματοποιηθεί στη συνέχεια η ιεραρχική παλινδρόμηση. Η παρατήρηση ότι οι δύο δοκιμασίες λεκτικής μνήμης σχετίζονται σε πολύ μεγάλο βαθμό υποδεικνύει τη χρήση μόνο μίας εκ των δύο στο παλινδρομικό μοντέλο προκειμένου να

αποφευχθούν ζητήματα πολυσυγγραμμικότητας. Κρίνεται καταλληλότερο να κρατηθεί η αντίστροφη συνθήκη της δοκιμασίας προκειμένου να τονιστούν οι δυσκολίες σε επίπεδο διαχείρισης και όχι μόνο συγκράτησης των πληροφοριών από την ενεργό μνήμη.

Στον Πίνακα 3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της ιεραρχικής παλινδρόμησης η οποία πραγματοποιήθηκε για να διαπιστωθεί εάν η επίδοση στις δοκιμασίες μνήμης μπορεί να προβλέψει την επίδοση στη δοκιμασία κατανόησης σε επίπεδο πρότασης. Στο 1ο μοντέλο οι μεταβλητές του φύλου και των ετών εκπαίδευσης προέβλεψαν το 19% της διακύμανσης της μεταβλητής κριτηρίου με το φύλο να είναι η μοναδική στατιστικώς σημαντική μεταβλητή ($\beta = 0,34$, $p = 0,43$). Το 2ο μοντέλο, με την προσθήκη του PPVT ερμήνευσε ένα επιπλέον 38% της διακύμανσης, με το φύλο και την επίδοση στο PPVT να είναι οι σημαντικές μεταβλητές ($\beta = 0,31$, $p = 0,013$ και $\beta = 0,76$, $p < 0,001$ αντίστοιχα). Στο 3ο μοντέλο, η δοκιμασία DSB προσθέτει ένα 17% της εξηγούμενης διακύμανσης, και η συμβολή της μεταβλητής εντοπίζεται σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο ($\beta = 0,52$, $p < 0,001$). Το φύλο και το PPVT εξακολουθούν να βρίσκονται πάνω από το κατώφλι στατιστικής σημαντικότητας ($\beta = 0,23$, $p = 0,021$ και $\beta = 0,44$, $p = 0,003$). Τέλος, η προσθήκη των δοκιμασιών οπτικοχωρικής ενεργού μνήμης εξηγεί μόλις το 1% της συνολικής διακύμανσης, χωρίς οι δύο δοκιμασίες να περνούν το κατώφλι της στατιστικής σημαντικότητας. Οι μεταβλητές του φύλου, του PPVT και του DSB παραμένουν στατιστικώς σημαντικές ($\beta = 0,23$, $p = 0,027$, $\beta = 0,39$, $p = 0,016$ και $\beta = 0,52$, $p < 0,001$).

Οι αναλύσεις διακύμανσης οι οποίες πραγματοποιήθηκαν για την εκτίμηση της συμβολής του καθενός από τα τέσσερα μοντέλα στη βελτίωση της ικανότητας πρόβλεψης της μεταβλητής κριτηρίου ήταν όλες στατιστικώς σημαντικές σε τουλάχιστον επίπεδο $p < 0,05$. Επιπλέον, ο έλεγχος για την ανεξαρτησία των σφαλμάτων μέσω του κριτηρίου Durbin-Watson ήταν ικανοποιητικός ($DW = 1,987$). Οι δείκτες ανοχής και πληθωριστικής διασποράς δεν υποδηλώνουν ζητήματα πολυσυγγραμμικότητας. Το ιστόγραμμα των τυποποιημένων καταλοίπων της παλινδρόμησης (regression standardised residual) σχηματίζει κατανομή πολύ κοντά στην κανονική και το διάγραμμα

σκεδασμού τους προς τις εκτιμώμενες τους τιμές (regression standardised predicted value) φαίνεται να είναι τυχαίο επιτρέποντας να δεχτούμε τις προϋποθέσεις της κανονικότητας των σφαλμάτων και της ομοσκεδαστικότητας (Σχήμα 1 και Σχήμα 2 αντίστοιχα).

Ανάλυση Διαμεσολάβησης

Για να διαπιστωθεί κατά πόσο η κατανόηση σε επίπεδο λέξης αποτελεί διαμεσολαβητικό παράγοντα της σχέσης μεταξύ λεκτικής ενεργού μνήμης και κατανόησης σε επίπεδο πρότασης, εφαρμόστηκε μία ανάλυση διαμεσολάβησης. Αρχικά η διακύμανση της επίδοσης στο CIG εξηγείται από τη συνολική επίδραση της επίδοσης στις δοκιμασίες DSB και PPVT κατά 44% ($R_{sq} = 0,44$, Adj. $R_{sq} = 0,40$). Το μοντέλο αντιπροσωπεύει ένα σημαντικό ποσοστό της διακύμανσης $F(2,29) = 11,49$, $p < 0,001$. Η έμμεση επίδραση βρέθηκε στατιστικώς σημαντική παρέχοντας τεκμηρίωση για την ύπαρξη διαμεσολάβησης, $B = 0,10$, 95% BC_p CI [0,05, 0,18], $\beta = 0,29$. Η άμεση επίδραση, από την άλλη, δεν εντοπίζεται σημαντική. Για τον υπολογισμό των bias-corrected και accelerated διαστημάτων εμπιστοσύνης χρησιμοποιήθηκε η τεχνική bootstrapping με 1000 υπο-δείγματα. Η γραφική παράσταση του μοντέλου παρουσιάζεται στο Σχήμα 3 του παραρτήματος.

Μέθοδοι ταύτισης συμπτώματος-βλάβης

Η αλληλοεπικάλυψη των χαρτών βλάβης των 42 συμμετεχόντων παρατίθεται στο Σχήμα 3. Η ανάλυση με τη μέθοδο SCCAN δεν κατόρθωσε να ξεχωρίσει σημαντικές συστάδες από voxel οι οποίες να προβλέπουν την επίδοση στις δοκιμασίες του PPVT, του CorsiF, του CorsiB. Η ανάλυση με τα κατάλοιπα της παλινδρόμησης του PPVT από το CIG ως συμπεριφορικά δεδομένα επίσης δεν έδωσε αποτέλεσμα. Μειωμένες επιδόσεις στη δοκιμασία CIG βρέθηκε να σχετίζονται με ένα εκτεταμένο δίκτυο κροταφοβρεγματικών περιοχών (βλ. Σχήμα 5), που περιλαμβάνει την έλικα του Heschl, την άνω και μέση κροταφική έλικα, το κάτω βρεγματικό λόβιο με την υπερχειλία και γωνιώδη έλικα, το οποίο συγκέντρωνε και το μεγαλύτερο φορτίο βλάβης μαζί με την άνω κροταφική έλικα και, εν τω βάθει, το κέλυφος. Περιοχές όπως η νήσος και η ωχρά σφαίρα φάνηκε να συνδέονται επίσης με το CIG (sparseness = 0,83, CV = 0,58, $p < 0,001$). Όσον αφορά το DSF

ταυτοποιήθηκαν οι ίδιες περιοχές του κροταφικού και βρεγματικού λοβού, από τις οποίες οι πιο κρίσιμες φάνηκε να είναι η άνω κροταφική και η υπερχειλία έλικα, με μία επιπλέον συμβολή της ρολάνδιας καλύπτρας και του άνω κροταφικού πόλου ($\text{sparseness} = 0,83$, $\text{CV} = 0,63$, $p < 0,001$). Τα ελλείμματα στο DSB εξαρτώνται επίσης από το παραπάνω κροταφοβρεγματικό δίκτυο. Ο άνω κροταφικός πόλος και η ρολάνδια καλύπτρα έπαιζαν σημαντικό ρόλο, όπως και για το DSF, αλλά σε αυτήν την περίπτωση εντοπίστηκε και μια μετωπιαία συστάδα voxel κυρίως στην καλυπτρική και λιγότερο στην τριγωνική και κογχική μοίρα της κάτω μετωπιαίας έλικας ($\text{sparseness} = 0,89$, $\text{CV} = 0,58$, $p < 0,001$). Η ταυτοποίηση των περιοχών πραγματοποιήθηκε με τη χρήση άτλαντα AAL- Automated Anatomical Labeling (Rolls et al., 2015).

Τα αποτελέσματα των μονοπαραγοντικών αναλύσεων συμπτώματος-βλάβης φαίνεται να ακολουθούν σε μεγάλο βαθμό αυτά των πολυπαραγοντικών αλλά εντοπίζοντας πολύ λιγότερα σημαντικά voxel αναλογικά. Ειδικότερα, για το CIG τα περισσότερα voxel συγκεντρώνονται στη μέση κροταφική και στη γωνιώδη έλικα και λιγότερα στην υπερχειλία και άνω κροταφική έλικα. Για το DSF οι βλάβες εντοπίζονται στις άνω και μέση κροταφικές έλικες, ενώ υπάρχει και, μικρότερη, συμβολή του κάτω βρεγματικού λοβίου. Τέλος, η επίδοση στο DSB εξαρτάται από τις ίδιες περιοχές με το DSF, με την προσθήκη ενός αριθμού voxel στην έλικα του Heschl, το κάτω βρεγματικό λόβιο και την μετακεντρική έλικα.

Συζήτηση

Από την παρατήρηση των αλληλοσυσχετίσεων των μεταβλητών είναι δυνατόν να εντοπιστούν αρκετά στοιχεία για την μεταξύ τους σχέση. Αρχικά, η υψηλή συσχέτιση της κατανόησης σε επίπεδο πρότασης με την κατανόηση σε επίπεδο λέξης είναι αναμενόμενη. Συνήθως η επίδοση στις δύο δοκιμασίες συσχετίζεται καθώς δυσκολίες οι οποίες αφορούν την πρόσβαση στις σημασιακές αναπαραστάσεις μπορούν δευτερογενώς να επηρεάσουν την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι αναπαραστάσεις αυτές διατάσσονται στον λεξιλογικό χώρο προκειμένου να μεταφέρουν ένα

συγκεκριμένο νόημα. Η σχέση ωστόσο αυτή δεν είναι αμφίδρομη εφόσον, όπως έχει ήδη παρατηρηθεί, υπάρχουν μερικές περιπτώσεις κατά τις οποίες διαταράσσεται η κατανόηση των προτάσεων, και ιδιαίτερα των σύνθετων προτάσεων, χωρίς να υπάρχουν ελλείμματα στην κατανόηση των επιμέρους λέξεων, ένα φαινόμενο το οποίο έχει ονομαστεί αγραμματισμός (Goodglass & Mayer, 1958; Kasselimis et al., 2015). Επομένως, θα περίμενε κανείς οι δύο μεταβλητές να έχουν υψηλή συνάφεια χωρίς ωστόσο να ταυτίζονται. Άλλη μία αξιοσημείωτη παρατήρηση είναι ότι οι δύο συνθήκες της δοκιμασίας λεκτικής ενεργού μνήμης φαίνεται να έχουν πολύ μεγάλη συσχέτιση μεταξύ τους. Σε προηγούμενη έρευνα, οι Potagas et al. (2011) βρήκαν ένα παρόμοιο προφίλ και υπέθεσαν ότι το βασικό έλλειμμα των ατόμων με αφασία ίσως βρίσκεται στη διατήρηση της λεκτικής πληροφορίας στην ενεργό μνήμη όπως αυτή αξιολογείται από τη δοκιμασία του DSF, η οποία ωστόσο αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση προκειμένου να σημειωθεί επιτυχημένη επίδοση στη συνθήκη του DSB, κατά την οποία απαιτείται χειρισμός της διατηρημένης πληροφορίας. Επομένως, άτομα τα οποία αποτυγχάνουν να διατηρήσουν τη λεκτική πληροφορία, αναπόφευκτα δεν θα έχουν υλικό να διαχειριστούν. Η υψηλή συσχέτιση των δοκιμασιών λεκτικής ενεργού μνήμης και κατανόησης προτάσεων έχει μελετηθεί εκτεταμένα τα τελευταία χρόνια. Είναι γνωστό ότι οι διαταραχές στην ενεργό μνήμη όχι απλώς εμφανίζονται παράλληλα με τα αφασικά ελλείμματα, αλλά εξαρτώνται από την ύπαρξη αφασίας (Kasselimis et al., 2013). Αρκετές θεωρίες έχουν προταθεί για να εξηγηθεί αυτή η σχέση, οι οποίες θεωρούν την ενεργό μνήμη απαραίτητη προϋπόθεση για την γλωσσική επεξεργασία γενικότερα. Τα ευρήματα αυτά φαίνεται να αντικατοπτρίζει η πολύ υψηλή συσχέτιση των δύο μεταβλητών στα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας. Η ύπαρξη ελλειμμάτων στην οπτικοχωρική ενεργό μνήμη, όπως αυτή αξιολογείται από τη δοκιμασία των κύβων του Corsi έχει παρατηρηθεί στο παρελθόν (Burgio & Basso, 1997; Potagas et al., 2011). Μία εξήγηση η οποία έχει δοθεί για αυτό το εύρημα βασίζεται στην ύπαρξη ασθενών με διαφορετικό προφίλ ελλειμμάτων της ενεργού μνήμης (ελλειμμάτων περιορισμένων σε μία τροπικότητα ή που αφορούν όλες τις τροπικότητες) ως αποτέλεσμα εξελικτικών διαδικασιών, οι οποίες θέλουν ένα σχετικά ανθεκτικό, εξελικτικά παλαιότερο αμφίπλευρο οπτικοχωρικό δίκτυο να

υποστηρίζει στο αριστερό ημισφαίριο νεότερες και περισσότερο ευαίσθητες σε βλάβες διεργασίες λεκτικής ενεργού μνήμης (Kasselimis et al., 2018). Υπό το πρίσμα αυτό, οι αριστερές βλάβες οι οποίες καταλήγουν σε αφασικά ελλείμματα διαταράσσουν ένα κοινό δίκτυο, υπεύθυνο για λεκτικά και οπτικοχωρικά ερεθίσματα, με τη διαφορά ότι η οπτικοχωρική επεξεργασία, η οποία μοιράζεται και στα δύο ημισφαίρια, συχνά επιβιώνει της βλάβης. Παρ' όλα αυτά, είναι απαραίτητο να ληφθεί υπ' όψιν και η φύση της δοκιμασίας του Corsi: ενώ η δοκιμασία χρησιμοποιείται συνηθέστατα ως το οπτικοχωρικό ανάλογο της δοκιμασίας του αναπτύγματος αριθμών, υπάρχει ακόμα η πιθανότητα, όπως αναπτύχθηκε παραπάνω, να μην συμπεριφέρεται με αυτόν τον τρόπο. Αν και η αντίστροφη συνθήκη του αναπτύγματος αριθμών είναι δυσκολότερη της ευθύγραμμης, αντικρουόμενες απόψεις έχουν διατυπωθεί σχετικά με το εάν ισχύει το ίδιο για τη δοκιμασία του Corsi (Claessen et al., 2016; Kessels et al., 2008). Το γεγονός αυτό πιθανώς να είναι επίσης υπεύθυνο για την μικρότερη συσχέτιση των δύο συνθηκών μεταξύ τους, αλλά και κάθε μίας από αυτές με τις δοκιμασίες κατανόησης.

Όσον αφορά το πρώτο ερευνητικό ερώτημα της παρούσας έρευνας, σχετικά με το εάν οι δυσκολίες στη λεκτική ενεργό μνήμη είναι ικανές να προβλέψουν την επίδοση στη δοκιμασία κατανόησης προτάσεων, η απάντηση φαίνεται να είναι θετική. Ακόμα και μετά τον έλεγχο των δημογραφικών μεταβλητών και της κατανόησης σε επίπεδο λέξης, η οποία όπως διαπιστώθηκε νωρίτερα σχετίζεται σε πολύ μεγάλο βαθμό με την μεταβλητή-κριτήριο, η επίδοση στην αντίστροφη συνθήκη του Digit Span ήταν ικανή να εξηγήσει ένα σημαντικό ποσοστό της διακύμανσης.

Αρκετές θεωρίες έχουν διατυπωθεί σχετικά με τον ρόλο τον οποίο διαδραματίζει η ενεργός μνήμη στην κατανόηση προτάσεων. Κάποιες εστίαζαν παραδοσιακά στον ρόλο της στη διατήρηση των ενεργών αναπαραστάσεων και την προστασία τους από την φθορά ενόσω γίνεται η γλωσσική επεξεργασία (Minkina et al., 2017). Στο πλαίσιο αυτό φάνηκε ότι η επίδραση της ενεργού μνήμης αναδύεται μόνο όταν η συντακτική επεξεργασία συνεπάγεται μεγάλο νοητικό φορτίο, για παράδειγμα στην κατανόηση περιόδων λόγου με παρεμβλλόμενες προτάσεις ή στις προτάσεις

των οποίων οι όροι είναι πολύ απομακρυσμένοι ή τοποθετημένοι με ανορθόδοξη σειρά, ενώ μικρότερες ή απλούστερες προτάσεις γίνονται κατανοητές ακόμα και παρουσία ελλειμμάτων ενεργού μνήμης (Paragno & Cecchetto, 2019). Άλλες έρευνες παρατηρούν ότι τα άτομα με αφασία συχνά παρουσιάζουν διαφορετικά προφίλ, με μερικά να αντιμετωπίζουν περισσότερες δυσκολίες σε φωνολογικό και άλλα σε σημασιακό επίπεδο (Martin et al., 1994; Martin & Saffran, 1997). Βασιζόμενοι σε αυτήν την παρατήρηση, οι Horne et al. (2022) βρίσκουν ότι η σημασιακή και η φωνολογική ενεργός μνήμη σχετίζονται με διαφορετικές πλευρές της κατανόησης. Η υπόθεσή τους είναι ότι η σημασιακή ενεργός μνήμη είναι κατά βάση υπεύθυνη για την κατανόηση και η φωνολογική δρα επικουρικά επανελέγχοντας το κατασκευασμένο νόημα σε πλαίσιο υψηλού νοητικού φορτίου, γεγονός το οποίο εξηγεί πιθανώς τα διαφορετικά προφίλ κατανόησης των ατόμων με αφασία. Ο διαχωρισμός της ενιαίας ενεργού μνήμης του Baddeley σε φωνολογική και σημασιακή έχει υποστηριχθεί και από άλλους ερευνητές (Martin et al., 2021) και είναι σύμφωνος με τη θεωρία του διπλού μοντέλου επεξεργασίας της γλώσσας το οποίο αναπτύχθηκε από τους Hickok και Poeppel κατ' αντιστοιχία του διπλού μοντέλου επεξεργασίας του οπτικού συστήματος (κοιλιακό-τι και ραχιαίο-πού μονοπάτι). Το μοντέλο αυτό προτείνει δύο μονοπάτια με ξεχωριστή λειτουργία, ένα κοιλιακό το οποίο συνδέει τους ήχους με τη σημασία τους και ένα ραχιαίο το οποίο συνδέει τους ήχους με την άρθρωση, δηλαδή τις κινητικές ακολουθίες της ομιλίας (Hickok & Poeppel, 2004; Hickok & Poeppel, 2007). Σε μία άλλη έρευνα (Ashaie & Castro, 2021), η ανάλυση των κύριων συνιστωσών διαφόρων δοκιμασιών που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της αφασίας χώρισε τις δοκιμασίες σε τρεις ανεξάρτητους παράγοντες, φωνολογία, σημασιολογία και σύνταξη. Η δοκιμασία του αναπτύγματος αριθμών φάνηκε να φορτώνει κατά βάση στον παράγοντα φωνολογία εφόσον η επανάληψη απλών αριθμών δεν έχει σημασιακό φορτίο. Επομένως, είναι πιθανό η συμβολή της ενεργού μνήμης στο παρόν μοντέλο παλινδρόμησης να είναι υποεκτιμημένη δεδομένου ότι η σημασιακή ενεργός μνήμη θεωρείται βασική για την κατανόηση επένθετων προτάσεων με μικρότερη συμβολή της φωνολογικής.

Ένα από τα ενδιαφέροντα ευρήματα των συσχετίσεων είναι η υψηλή συσχέτιση της λεκτικής ενεργού μνήμης και της κατανόησης σε επίπεδο λέξης η οποία δεν έχει τύχει μεγάλης προσοχής στη βιβλιογραφία. Λόγω της συσχέτισης αυτής δημιουργείται ένα τρίγωνο αλληλοσυσχετίσεων μεταξύ DSF/B, PPVT και CIG. Η ανάλυση διαμεσολάβησης η οποία πραγματοποιήθηκε υπέδειξε ότι η επίδοση στο PPVT μεσολαβούσε πλήρως την επίδραση του DSB στο CIG. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι η παραπάνω ανάλυση διαμεσολάβησης πραγματοποιήθηκε σε ένα δείγμα μόλις 35 ατόμων, πολύ μικρότερο από τα δείγματα τα οποία χρησιμοποιούνται σε τέτοιου είδους αναλύσεις. Η βιβλιογραφία δείχνει ότι παράγοντες όπως το μέγεθος επίδρασης, η μέθοδος η οποία χρησιμοποιείται κατά την ανάλυση και η πολυπλοκότητα του μοντέλου επηρεάζουν δραματικά τον απαιτούμενο αριθμό συμμετεχόντων, ώστε ακόμα και δείγματα 40 ατόμων να είναι ικανά να εντοπίσουν την επίδραση διαμεσολάβησης απλών μοντέλων με μεγάλο μέγεθος επίδρασης (Fritz & MacKinnon, 2007; Sim et al., 2022). Το δείγμα της παρούσας έρευνας ήταν ακόμα μικρότερο από τις συστάσεις των παραπάνω μελετών και, επομένως, δεν επιτρέπει να εξάγουμε ασφαλή συμπεράσματα για την επίδραση της διαμεσολάβησης.

Από τον χάρτη αλληλοεπικάλυψης των βλαβών των ασθενών της έρευνας παρατηρείται ικανοποιητική κάλυψη, η οποία αφορά ένα μεγάλο τμήμα των περιοχών πέριξ της σχισμής του Sylvius, ακολουθώντας τη διαδρομή της μέσης εγκεφαλικής αρτηρίας, αν και παρατηρείται μία άνιση υπεραντιπροσώπωση οπίσθιων περιοχών σε σχέση με τις πρόσθιες. Η ικανοποιητική κάλυψη συμβάλλει στην αξιοπιστία των αποτελεσμάτων των αναλύσεων ταύτισης βλάβης-συμπτώματος.

Τα αποτελέσματα σχετικά με τις περιοχές που είναι κρίσιμες για την κατανόηση σε επίπεδο λέξης είναι σύμφωνα με τη σύγχρονη βιβλιογραφία. Η έλικα του Heschl και η άνω κροταφική έλικα είναι αναμενόμενες καθώς τα παρουσιαζόμενα ερεθίσματα στη δοκιμασία CIG είναι ακουστικά και απαιτούν φωνολογική επεξεργασία. Εξάλλου, έχει ήδη διατυπωθεί η ιδέα ότι οι περιοχές αυτές σχετίζονται τόσο με τη φωνολογική αποκωδικοποίηση όσο και με τη διατήρηση των

αναπαραστάσεων στην ενεργό μνήμη (Acheson et al. 2011). Ομοίως, η μέση κροταφική έλικα φαίνεται να εμπλέκεται συνεπώς με την κατανόηση, τόσο προτάσεων όσο και λέξεων, λόγω της στρατηγικής της εντόπισης, κάτω από τις περιοχές της φωνολογικής επεξεργασίας και ανάμεσα από σημαντικούς κόμβους σημασιακής επεξεργασίας. Ο ρόλος της φαίνεται να σχετίζεται ειδικότερα με τη μετατροπή των αναπαραστάσεων από φωνολογικές σε σημασιακές και το αντίστροφο, και με την ιεραρχική ομαδοποίηση των σημασιακών στοιχείων σε μία βασική λεξική σύνταξη (Matchin & Hickok, 2020; Matchin et al., 2022). Το κάτω βρεγματικό λόβιο, το οποίο στην παρούσα ανάλυση αποτελούσε τη μεγαλύτερη συστάδα κρίσιμων voxel, θεωρείται ότι συμβάλλει στην κατανόηση αποτελώντας κομμάτι του δικτύου της ιεραρχικής ομαδοποίησης των στοιχείων, μαζί με τη μέση κροταφική έλικα, σύμφωνα με το μοντέλο που μόλις περιγράφηκε.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι οι χάρτες κρίσιμων περιοχών οι οποίοι παρήχθησαν για τις δύο συνθήκες της δοκιμασίας αναπτύγματος αριθμών παρουσιάζουν πολύ όμοια κατανομή των κρίσιμων συστάδων voxel. Οι σημαντικότερες συστάδες και για τις δύο δοκιμασίες βρίσκονται στην άνω κροταφική έλικα η οποία, όπως έχει ήδη αναφερθεί, είναι απαραίτητη τόσο για την επεξεργασία του εισερχόμενου λεκτικού ερεθίσματος, στην προκειμένη περίπτωση των αριθμών, όσο και για τη διατήρηση της αναπαράστασης στην ενεργό μνήμη. Στην συγκεκριμένη περίπτωση το κάτω βρεγματικό λόβιο μαζί με την περιοχή της ρολάνδιας καλύπτρας και την κάτω μετωπιαία έλικα – κυρίως την καλυπτρική και λιγότερο την τριγωνική μοίρα – αποτελούν πιθανώς τμήμα του μετωποβρεγματικού δικτύου της ενεργού μνήμης και έχουν ταυτοποιηθεί σε άλλες έρευνες ως κρίσιμες περιοχές για τις δοκιμασίες αναπτύγματος αριθμών (Ghaleh et al., 2020). Η εμπλοκή πιο πρόσθιων περιοχών, περισσότερο στην αντίστροφη από ό,τι στην ευθεία ανάκληση, είχε επίσης διαπιστωθεί στην έρευνα αυτή και θεωρήθηκε ότι αντικατοπτρίζει μια μορφή νοερής εξάσκησης (rehearsal) σε αρθρωτικό επίπεδο η οποία επιστρατεύεται για την αντιμετώπιση του υψηλότερου νοητικού φορτίου που είναι απαραίτητο για την αντιστροφή των ψηφίων.

Οι μονοπαραγοντικές αναλύσεις ταύτισης συμπτώματος βλάβης (voxel based symptom lesion mapping) φάνηκε να επιβεβαιώνουν σε μεγάλο βαθμό τα αποτελέσματα των πολυπαραγοντικών αναλύσεων με τη μέθοδο SCCAN συνηγορώντας υπέρ της αξιοπιστίας της. Ωστόσο, η τελευταία ξεπερνάει τις πρώτες σε ακρίβεια εντοπίζοντας συστάδες από σημαντικά voxel τις οποίες οι μονοπαραγοντικές αγνοούν. Η μέθοδος SCCAN δεν αποτελεί μία στατιστική μέθοδο αλλά έναν αλγόριθμο βελτιστοποίησης της πρόβλεψης της συμπεριφοράς από τις βλάβες, μειώνοντας δραματικά τον αριθμό των δοκιμασιών που πραγματοποιούνται, παρακάμπτοντας έτσι το ζήτημα της υπερδιόρθωσης από το οποίο πάσχουν οι μονοπαραγοντικές μέθοδοι.

Τα ευρήματα αυτά εγγράφονται στο ευρύτερο πλαίσιο κατανόησης της αφασίας ως νοητικής διαταραχής με προεξάρχοντα γλωσσικά ελλείμματα και όχι ως μίας αμιγώς γλωσσικής διαταραχής. Θα μπορούσε μάλιστα κανείς να υποστηρίξει ότι και ο λόγος είναι μία νοητική πράξη η οποία στηρίζεται σε επιμέρους νοητικές λειτουργίες. Διαδικασίες όπως η ενεργός μνήμη στηρίζουν την κατανόηση ως μία πολύπλοκη ικανότητα αποτελούμενη από πολλά στοιχεία τα οποία συντονίζονται και συμβάλλουν ταυτόχρονα στην ικανότητα των ανθρώπων να δημιουργούν και να εξάγουν νόημα από λεκτικά σύμβολα. Προς αυτήν την κατεύθυνση στρέφουν την προσοχή της επιστημονικής κοινότητας και οι θεωρίες που προσπαθούν να εξηγήσουν τον λόγο ως μία εξελικτικά αναδυόμενη ικανότητα, η οποία βρήκε γόνιμο έδαφος για να αναπτυχθεί πάνω σε ήδη υπάρχοντα κυκλώματα τα οποία χρησιμοποιούσαν οι ανθρωπίδες. Το γεγονός ότι οι περιοχές του γλωσσικού δικτύου των ανθρώπων, στα πρωτεύοντα θηλαστικά χρησιμεύουν για διαδικασίες ενεργού μνήμης και η σχέση της ενεργού μνήμης με τις λειτουργίες του λόγου, την καθιστούν καλή υποψήφιο για την εξελικτική βάση του λόγου (Κασελίμης κ.α., 2021).

Περιορισμοί

Ένας σημαντικός περιορισμός της παρούσας έρευνας αφορά το μέγεθος του δείγματος. Ένα μεγαλύτερο δείγμα ίσως φανέρωνε σημαντικές συσχετίσεις και των άλλων μεταβλητών, όπως του

PPVT με τις βλάβες. Επίσης, θα επέτρεπε να βγουν συμπεράσματα από την ανάλυση διαμεσολάβησης σχετικά με τη φύση της σχέσης μεταξύ της ενεργού μνήμης, της κατανόησης σε επίπεδο λέξης και της κατανόησης σε επίπεδο πρότασης, η οποία προς το παρόν παραμένει ασαφής με μία υπόνοια διαμεσολάβησης της ενεργού μνήμης και της κατανόησης προτάσεων από την κατανόηση λέξεων. Ακόμα, η έρευνα πραγματοποιήθηκε σε ασθενείς με αφασία στη χρόνια φάση. Επομένως, το προφίλ των ελλειμμάτων είναι αναμενόμενο να αποτελεί αποτέλεσμα της αναδιοργάνωσης του εγκεφάλου και να μην αντικατοπτρίζει την πραγματική σχέση μεταξύ νευρωνικού υποστρώματος και συμπεριφοράς. Ακόμα μία ένσταση μπορεί να προκύπτει από το γεγονός ότι μόνο ένα μέρος του δείγματος ήταν κοινό στις αναλύσεις βλάβης. Κάποιοι από τους συμμετέχοντες δεν διέθεταν μετρήσεις στις δοκιμασίες κατανόησης, αλλά τους είχαν χορηγηθεί οι δοκιμασίες μνήμης. Αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθούν οι επιπλέον συμμετέχοντες στις αναλύσεις βλαβών της ενεργού μνήμης για να αυξηθεί η ισχύς της ανάλυσης, εγείροντας ωστόσο ερωτήματα σχετικά με την συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων. Υπάρχει πιθανότητα η συμβολή του μετωπιαίου λοβού να έχει υποεκτιμηθεί καθώς υπήρχε λιγότερη αλληλοεπικάλυψη των βλαβών των ασθενών στην περιοχή αυτή, συγκριτικά με πιο οπίσθιες περιοχές. Παράλληλα, εφόσον γίνεται λόγος για δίκτυα, είναι σημαντικό να επισημανθεί ότι οι περιοχές του φλοιού συνδέονται από δεμάτια λευκής ουσίας τα οποία υποστηρίζουν τόσο τις λειτουργίες του λόγου όσο και της ενεργού μνήμης και τα οποία δεν καλύφθηκαν από την παρούσα έρευνα. Μια ολοκληρωμένη προσπάθεια θα έπρεπε να περιλαμβάνει διερεύνηση των βλαβών τόσο στην επιφάνεια του φλοιού όσο και εν τω βάθει.

Συμπέρασμα

Η παρούσα έρευνα επιχειρήσε να αποσαφηνίσει δύο ερωτήματα, εάν η επίδοση στις δοκιμασίες ενεργού μνήμης είναι ικανή να προβλέψει την επίδοση στη δοκιμασία κατανόησης σε επίπεδο πρότασης και εάν υπάρχουν σημαντικές περιοχές στον φλοιό των οποίων η βλάβη σχετίζεται με τις

επιδόσεις στις προαναφερθείσες δοκιμασίες. Όσον αφορά το πρώτο ερώτημα, η ενεργός μνήμη, όπως αξιολογείται από την αντίστροφη συνθήκη του αναπτύγματος αριθμών, φάνηκε να εξηγεί ένα σημαντικό ποσοστό της διακύμανσης στη δοκιμασία κατανόησης προτάσεων, ακόμα και όταν έχει ελεγχθεί η επίδραση σημαντικών δημογραφικών παραγόντων και της βασικότερης κατανόησης σε επίπεδο λέξης. Όσον αφορά το δεύτερο ερώτημα, κρίσιμες περιοχές εντοπίστηκαν για τις επιδόσεις στις δοκιμασίες CIG, DSF και DSB χρησιμοποιώντας την μέθοδο SCCAN (Sparseness Canonical Correlation Analysis). Οι επιδόσεις και στις τρεις δοκιμασίες εξαρτώνται από κροταφοβρεγματικές περιοχές οι οποίες περιλαμβάνουν την άνω και μέση κροταφική έλικα και την υπερχείλια και γωνιώδη έλικα. Οι δοκιμασίες της μνήμης εξαρτώνται και από πιο πρόσθιες περιοχές, όπως η ρολάνδια καλύπτρα και, ειδικά για το DSB, από την καλυπτρική και τριγωνική μοίρα της κάτω μετωπιαίας έλικας. Τα ευρήματα αυτά υποδεικνύουν ότι η κατανόηση προτάσεων εξαρτάται περισσότερο από οπίσθιες και όχι πρόσθιες περιοχές και παρέχουν ενδείξεις για ένα κοινό νευρωνικό υπόβαθρο με την ενεργό μνήμη, αν και περισσότερη έρευνα απαιτείται για να δοθεί μία τελική απάντηση σε αυτό το ζήτημα.

Βιβλιογραφία

- Acheson, D. J., Hamidi, M., Binder, J. R., & Postle, B. R. (2011). A common neural substrate for language production and verbal working memory. *Journal of cognitive neuroscience*, 23(6), 1358-1367.
- Adezati, E., Thye, M., Edmondson-Stait, A. J., Szaflarski, J. P., & Mirman, D. (2022). Lesion correlates of auditory sentence comprehension deficits in post-stroke aphasia. *Neuroimage: Reports*, 2(1), 100076.
- Ashaie, S., & Castro, N. (2021). Exploring the complexity of aphasia with network analysis. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 64(10), 3928-3941.
- Berg, K., Isaksen, J., Wallace, S. J., Cruice, M., Simmons-Mackie, N., & Worrall, L. (2022). Establishing consensus on a definition of aphasia: an e-Delphi study of international aphasia researchers. *Aphasiology*, 36(4), 385-400.
- Berthier, M. L. (2005). Poststroke aphasia: epidemiology, pathophysiology and treatment. *Drugs & aging*, 22, 163-182.
- Burgio, F., & Basso, A. (1997). Memory and aphasia. *Neuropsychologia*, 35(6), 759-766.
- Caspari, I., Parkinson, S. R., LaPointe, L. L., & Katz, R. C. (1998). Working memory and aphasia. *Brain and cognition*, 37(2), 205-223.
- Castro, N., Hula, W. D., & Ashaie, S. A. (2023). Defining aphasia: Content analysis of six aphasia diagnostic batteries. *Cortex*, 166, 19-32.
- Chapados, C., & Petrides, M. (2015). Ventrolateral and dorsomedial frontal cortex lesions impair mnemonic context retrieval. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1801), 20142555.
- Claessen, M. H., Van Der Ham, I. J., & Van Zandvoort, M. J. (2015). Computerization of the standard Corsi block-tapping task affects its underlying cognitive concepts: a pilot study. *Applied Neuropsychology: Adult*, 22(3), 180-188.
- Corsi, P. M. (1972). Human memory and the medial temporal region of the brain.

- Ding, J., Martin, R. C., Hamilton, A. C., & Schnur, T. T. (2020). Dissociation between frontal and temporal-parietal contributions to connected speech in acute stroke. *Brain*, 143(3), 862-876.
- El Hachoui, H., Visch-Brink, E. G., Lingsma, H. F., van de Sandt-Koenderman, M. W., Dippel, D. W., Koudstaal, P. J., & Middelkoop, H. A. (2014). Nonlinguistic cognitive impairment in poststroke aphasia: a prospective study. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 28(3), 273-281.
- Eling, P. (2006). The psycholinguistic approach to aphasia of Chajim Steintal. *Aphasiology*, 20(9), 1072-1084.
- Ellis, C., & Urban, S. (2016). Age and aphasia: a review of presence, type, recovery and clinical outcomes. *Topics in stroke rehabilitation*, 23(6), 430-439.
- Engelter, S. T., Gostynski, M., Papa, S., Frei, M., Born, C., Ajdacic-Gross, V., ... & Lyrer, P. A. (2006). Epidemiology of aphasia attributable to first ischemic stroke: incidence, severity, fluency, etiology, and thrombolysis. *Stroke*, 37(6), 1379-1384.
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A.-G., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175–191.
- Flowers, H. L., Skoretz, S. A., Silver, F. L., Rochon, E., Fang, J., Flamand-Roze, C., & Martino, R. (2016). Poststroke aphasia frequency, recovery, and outcomes: a systematic review and meta-analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 97(12), 2188-2201.
- Fonov, V. S., Evans, A. C., McKinstry, R. C., Alml, C. R., & Collins, D. L. (2009). Unbiased nonlinear average age-appropriate brain templates from birth to adulthood. *NeuroImage*, 47, S102.
- Friedrich, J. (2004). Psychopathology and the essence of language: Interpretations of aphasia by Kurt Goldstein and Roman Jakobson. *PSN*, 2, 22-36.
- Fritz, M. S., & MacKinnon, D. P. (2007). Required sample size to detect the mediated effect. *Psychological science*, 18(3), 233-239.

- Gajardo-Vidal, A., Lorca-Puls, D. L., Hope, T. M., Parker Jones, O., Seghier, M. L., Prejawa, S., ... & Price, C. J. (2018). How right hemisphere damage after stroke can impair speech comprehension. *Brain*, 141(12), 3389-3404.
- Gerstenecker, A., & Lazar, R. M. (2019). Language recovery following stroke. *The Clinical Neuropsychologist*, 33(5), 928-947.
- Ghaleh, M., Lacey, E. H., Fama, M. E., Anbari, Z., DeMarco, A. T., & Turkeltaub, P. E. (2020). Dissociable mechanisms of verbal working memory revealed through multivariate lesion mapping. *Cerebral Cortex*, 30(4), 2542-2554.
- Goodglass, H., & Kaplan, E. (1983). The assessment of aphasia and related disorders. (*No Title*).
- Goodglass, H., & Mayer, J. (1958). Agrammatism in aphasia. *Journal of speech and hearing disorders*, 23(1), 99-111.
- Gorišek, V. R., Isoski, V. Z., Belič, A., Manouilidou, C., Koritnik, B., Bon, J., ... & Zidar, J. (2016). Beyond aphasia: Altered EEG connectivity in Broca's patients during working memory task. *Brain and Language*, 163, 10-21.
- Grönberg, A., Henriksson, I., Stenman, M., & Lindgren, A. G. (2022). Incidence of aphasia in ischemic stroke. *Neuroepidemiology*, 56(3), 174-182.
- Hickok, G., & Poeppel, D. (2004). Dorsal and ventral streams: a framework for understanding aspects of the functional anatomy of language. *Cognition*, 92(1-2), 67-99.
- Hickok, G., & Poeppel, D. (2007). The cortical organization of speech processing. *Nature reviews neuroscience*, 8(5), 393-402.
- Horne, A., Zahn, R., Najera, O. I., & Martin, R. C. (2022). Semantic working memory predicts sentence comprehension performance: a case series approach. *Frontiers in Psychology*, 13, 887586.
- Ivanova, M. V., Dragoy, O., Kuptsova, S. V., Akinina, S. Y., Petrushevskii, A. G., Fedina, O. N., ... & Dronkers, N. F. (2018). Neural mechanisms of two different verbal working memory tasks: a VLSM study. *Neuropsychologia*, 115, 25-41.

- Iwabuchi, T., Nakajima, Y., & Makuuchi, M. (2019). Neural architecture of human language: Hierarchical structure building is independent from working memory. *Neuropsychologia*, 132, 107137.
- Kasselimis, D., Angelopoulou, G., Simos, P., Petrides, M., Peppas, C., Velonakis, G., ... & Potagas, C. (2018). Working memory impairment in aphasia: The issue of stimulus modality. *Journal of Neurolinguistics*, 48, 104-116.
- Kasselimis, D. S., Simos, P. G., Economou, A., Peppas, C., Evdokimidis, I., & Potagas, C. (2013). Are memory deficits dependent on the presence of aphasia in left brain damaged patients?. *Neuropsychologia*, 51(9), 1773-1776.
- Kasselimis, D. S., Simos, P. G., Peppas, C., Evdokimidis, I., & Potagas, C. (2017). The unbridged gap between clinical diagnosis and contemporary research on aphasia: A short discussion on the validity and clinical utility of taxonomic categories. *Brain and language*, 164, 63-67
- Kasselimis, D. S., & Varkanitsa, M. (2015). Neurological approaches to agrammatism.
- Κασελίμης Δ., Αγγελοπούλου Γ., Παπαγεωργίου Γ., Τσολακόπουλος Δ., Πόταγας Κ. (2021) Η αφασία ως νοητική διαταραχή. Στο Σ. Σταυρακάκη (Επιμ.), *Λόγος και νόηση στις διαταραχές παιδιών και ενηλίκων*. ΒΗΤΑ.
- Kessels, R. P., van Den Berg, E., Ruis, C., & Brands, A. M. (2008). The backward span of the Corsi Block-Tapping Task and its association with the WAIS-III Digit Span. *Assessment*, 15(4), 426-434.
- Kushner, H. I. (2015). Norman Geschwind and the use of history in the (re) birth of behavioral neurology. *Journal of the History of the Neurosciences*, 24(2), 173-192.
- Kyrozis, A., Potagas, C., Ghika, A., Tsimpouris, P. K., Virvidaki, E. S., & Vemmos, K. N. (2009). Incidence and predictors of post-stroke aphasia: The Arcadia Stroke Registry. *European journal of neurology*, 16(6), 733-739.

- Lukic, S., Thompson, C. K., Barbieri, E., Chiappetta, B., Bonakdarpour, B., Kiran, S., ... & Caplan, D. (2021). Common and distinct neural substrates of sentence production and comprehension. *NeuroImage*, 224, 117374.
- Lwi, S. J., Herron, T. J., Curran, B. C., Ivanova, M. V., Schendel, K., Dronkers, N. F., & Baldo, J. V. (2021). Auditory comprehension deficits in post-stroke aphasia: Neurologic and demographic correlates of outcome and recovery. *Frontiers in Neurology*, 12, 680248.
- Martin G. N. (2011). *Νευροψυχολογία. Εγκέφαλος και Συμπεριφορά* (Χ. Τσορμπατζούδης Επιμ., Ι. Σαββίδου Μετ.). Αθήνα: ΕΛΛΗΝ.
- Martin, R. C., Ding, J., Hamilton, A. C., & Schnur, T. T. (2021). Working memory capacities neurally dissociate: Evidence from acute stroke. *Cerebral Cortex Communications*, 2(2), tgab005.
- Martin, N., Saffran, N. (1997). Language and auditory-verbal short-term memory impairments: Evidence for common underlying processes. *Cognitive Neuropsychology*, 14(5), 641-682.
- Martin, R. C., Shelton, J. R., & Yaffee, L. S. (1994). Language processing and working memory: Neuropsychological evidence for separate phonological and semantic capacities. *Journal of memory and language*, 33(1), 83-111.
- Matchin, W., & Hickok, G. (2020). The cortical organization of syntax. *Cerebral Cortex*, 30(3), 1481-1498.
- Matchin, W., Basilakos, A., Den Ouden, D. B., Stark, B. C., Hickok, G., & Fridriksson, J. (2022). Functional differentiation in the language network revealed by lesion-symptom mapping. *NeuroImage*, 247, 118778.
- Matchin, W., den Ouden, D. B., Hickok, G., Hillis, A. E., Bonilha, L., & Fridriksson, J. (2022). The Wernicke conundrum revisited: evidence from connectome-based lesion-symptom mapping. *Brain*, 145(11), 3916-3930.

- McNeil, M. R., & Pratt, S. R. (2001). Defining aphasia: Some theoretical and clinical implications of operating from a formal definition. *Aphasiology*, 15(10-11), 901-911.
- Mesulam, M. M., Thompson, C. K., Weintraub, S., & Rogalski, E. J. (2015). The Wernicke conundrum and the anatomy of language comprehension in primary progressive aphasia. *Brain*, 138(8), 2423-2437.
- Minkina, I., Rosenberg, S., Kalinyak-Fliszar, M., & Martin, N. (2017, February). Short-term memory and aphasia: From theory to treatment. In *Seminars in Speech and Language* (Vol. 38, No. 01, pp. 017-028). Thieme Medical Publishers.
- Murakami, T., Kell, C. A., Restle, J., Ugawa, Y., & Ziemann, U. (2015). Left dorsal speech stream components and their contribution to phonological processing. *Journal of Neuroscience*, 35(4), 1411-1422.
- Nikravesh, M., Aghajanzadeh, M., Maroufizadeh, S., Saffarian, A., & Jafari, Z. (2021). Working memory training in post-stroke aphasia: Near and far transfer effects. *Journal of communication disorders*, 89, 106077.
- Obermeyer, J., Reinert, L., Kamen, R., Pritchard, D., Park, H., & Martin, N. (2022). Effect of working memory load and typicality on semantic processing in aphasia. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 31(1), 12-29.
- Papagno, C., & Cecchetto, C. (2019). Is STM involved in sentence comprehension?. *Cortex*, 112, 80-90.
- Potagas, C., Kasselimis, D., & Evdokimidis, I. (2011). Short-term and working memory impairments in aphasia. *Neuropsychologia*, 49(10), 2874-2878.
- Pustina, D., Avants, B., Faseyitan, O. K., Medaglia, J. D., & Coslett, H. B. (2018). Improved accuracy of lesion to symptom mapping with multivariate sparse canonical correlations. *Neuropsychologia*, 115, 154-166.
- R Core Team (2021). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

- Riccardi, N., Rorden, C., Fridriksson, J., & Desai, R. H. (2022). Canonical sentence processing and the inferior frontal cortex: Is there a connection?. *Neurobiology of language*, 3(2), 318-344.
- Rolls, E. T., Joliot, M., & Tzourio-Mazoyer, N. (2015). Implementation of a new parcellation of the orbitofrontal cortex in the automated anatomical labeling atlas. *Neuroimage*, 122, 1-5.
- Salis, C., Kelly, H., & Code, C. (2015). Assessment and treatment of short-term and working memory impairments in stroke aphasia: a practical tutorial. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 50(6), 721-736.
- Salis, C., Hwang, F., Howard, D., & Lallini, N. (2017, February). Short-term and working memory treatments for improving sentence comprehension in aphasia: A review and a replication study. In *Seminars in speech and language* (Vol. 38, No. 01, pp. 029-039). Thieme Medical Publishers.
- Salis, C., Martin, N., Meehan, S. V., & McCaffery, K. (2018). Short-term memory span in aphasia: Insights from speech-timing measures. *Journal of neurolinguistics*, 48, 176-189.
- Saur, D., Lange, R., Baumgaertner, A., Schraknepper, V., Willmes, K., Rijntjes, M., & Weiller, C. (2006). Dynamics of language reorganization after stroke. *Brain*, 129(6), 1371-1384.
- Schwering, S. C., Jacobs, C. L., Montemayor, J., & MacDonald, M. C. (2023). Lexico-syntactic constraints influence verbal working memory in sentence-like lists. *Memory & Cognition*, 1-19.
- Scott, B. H., & Mishkin, M. (2016). Auditory short-term memory in the primate auditory cortex. *Brain research*, 1640, 264-277.
- Shahouzaie, N., Farzadfar, M. T., Jamali, J., & Sobhani-Rad, D. (2023). The impact of subcortical stroke-related aphasia on executive functions and working memory: Subcortical aphasia affects executive functions and working memory. *Applied Neuropsychology: Adult*, 1-7.
- Sheppard, S. M., Meier, E. L., Kim, K. T., Breining, B. L., Keator, L. M., Tang, B., ... & Hillis, A. E. (2022). Neural correlates of syntactic comprehension: A longitudinal study. *Brain and language*, 225, 105068.

- Sheppard, S. M., & Sebastian, R. (2021). Diagnosing and managing post-stroke aphasia. *Expert review of neurotherapeutics*, 21(2), 221-234.
- Silkes, J. P., Zimmerman, R. M., Greenspan, W., Reinert, L., Kendall, D., & Martin, N. (2021). Identifying verbal short-term memory and working memory impairments in individuals with latent aphasia. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 30(1S), 391-406.
- Sim, M., Kim, S. Y., & Suh, Y. (2022). Sample size requirements for simple and complex mediation models. *Educational and Psychological Measurement*, 82(1), 76-106.
- Simos, P. G., Kasselimis, D., & Mouzaki, A. (2011). Age, gender, and education effects on vocabulary measures in Greek. *Aphasiology*, 25(4), 475-491.
- Simos, P. G., Kasselimis, D., Potagas, C., & Evdokimidis, I. (2014). Verbal comprehension ability in aphasia: demographic and lexical knowledge effects. *Behavioural Neurology*, 2014.
- Simos, P., Papastefanakis, E., Panou, T., & Kasselimis, D. (2011). The Greek Memory Scale. Rethymno: Laboratory of Applied Psychology.
- Traxler, M. J. (2011). Parsing. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 2(4), 353-364.
- Tsapkini, K., Vlahou, C. H., & Potagas, C. (2010). Adaptation and validation of standardized aphasia tests in different languages: Lessons from the Boston Diagnostic Aphasia Examination—Short Form in Greek. *Behavioural neurology*, 22(3-4), 111-119.
- Tsouli, S., Kyritsis, A. P., Tsagalis, G., Virvidaki, E., & Vemmos, K. N. (2009). Significance of aphasia after first-ever acute stroke: impact on early and late outcomes. *Neuroepidemiology*, 33(2), 96-102.
- Vandenborre, D., Visch-Brink, E., & Mariën, P. (2015). The development of modern approaches to aphasia: A concise overview. *International journal of rehabilitation research*, 38(3), 189-194.
- Yildirim, F. B., & Sarikcioglu, L. (2007). Marie Jean Pierre Flourens (1794 1867): an extraordinary scientist of his time. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, 78(8), 852.

Yoon, J., Campanelli, L., Goral, M., Marton, K., Eichorn, N., & Obler, L. K. (2015). The effect of plausibility on sentence comprehension among older adults and its relation to cognitive functions. *Experimental aging research*, 41(3), 272-302.

Yushkevich, P. A., Piven, J., Hazlett, H. C., Smith, R. G., Ho, S., Gee, J. C., & Gerig, G. (2006). User-guided 3D active contour segmentation of anatomical structures: significantly improved efficiency and reliability. *Neuroimage*, 31(3), 1116-1128.

Παράρτημα

Πίνακας 1

Περιγραφικά στοιχεία των μεταβλητών

| Μεταβλητές | M.O. | T.A. | Εύρος Τιμών | N |
|------------|-------|-------|-------------|----|
| PPVT | 19,71 | 8,59 | 1-31 | 35 |
| CIG | 4,06 | 4,3 | 0-14 | 35 |
| DSF | 32,37 | 34,12 | 0-133 | 42 |
| DSB | 17,23 | 18,11 | 0-70 | 42 |
| CorsiF | 30,80 | 23,64 | 0-96 | 42 |
| CorsiB | 22,8 | 21,06 | 0-77 | 40 |

Πίνακας 2

Αλληλοσυσχετίσεις μεταβλητών

| Μεταβλητές | PPVT | CIG | DSF | DSB | CorsiF |
|------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| CIG | ,665 ,000 | | | | |
| DSF | ,637 ,000 | ,818 ,000 | | | |
| DSB | ,614 ,000 | ,772 ,000 | ,896 ,000 | | |
| CorsiF | ,449 ,003 | ,362 ,016 | ,471 ,001 | ,386 ,006 | |
| CorsiB | ,606 ,000 | ,493 ,001 | ,507 ,000 | ,468 ,001 | ,587 ,000 |

Πίνακας 3*Ιεραρχική παλινδρόμηση με την επίδοση στην δοκιμασία CIG ως μεταβλητή κριτήριο*

| Προβλεπτικές Μεταβλητές | B | SE B | β |
|-------------------------|------|------|--------|
| Μοντέλο 1 | | | |
| Φύλο | 3,07 | 2,35 | ,34* |
| Έτη εκπαίδευσης | ,28 | ,17 | ,27 |
| Μοντέλο 2 | | | |
| Φύλο | 2,86 | 1,09 | ,31* |
| Έτη εκπαίδευσης | -,19 | ,15 | -,18 |
| PPVT | ,38 | ,07 | ,76*** |
| Μοντέλο 3 | | | |
| Φύλο | 2,14 | ,88 | ,23* |
| Έτη εκπαίδευσης | -,18 | ,12 | -,17 |
| PPVT | ,22 | ,07 | ,44** |
| DSB | ,12 | ,03 | ,52*** |
| Μοντέλο 4 | | | |
| Φύλο | 2,11 | ,91 | ,23* |
| Έτη εκπαίδευσης | -,18 | ,13 | -,17 |
| PPVT | ,20 | ,08 | ,39* |
| DSB | ,12 | ,03 | ,52*** |
| CorsiF | -,01 | ,02 | -,03 |
| CorsiB | ,02 | ,03 | ,11 |

*p<0,05, **p<0,01, ***p<0,001

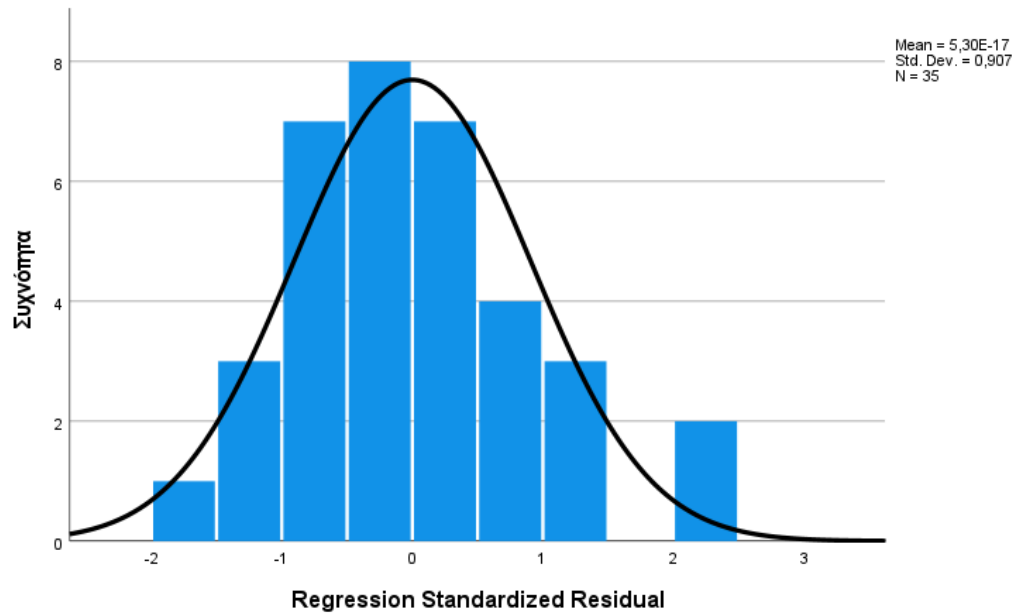
Πίνακας 4

Ποσοστά των ανατομικών περιοχών με σημαντική συμβολή στην πρόβλεψη των συμπεριφορικών μεταβλητών

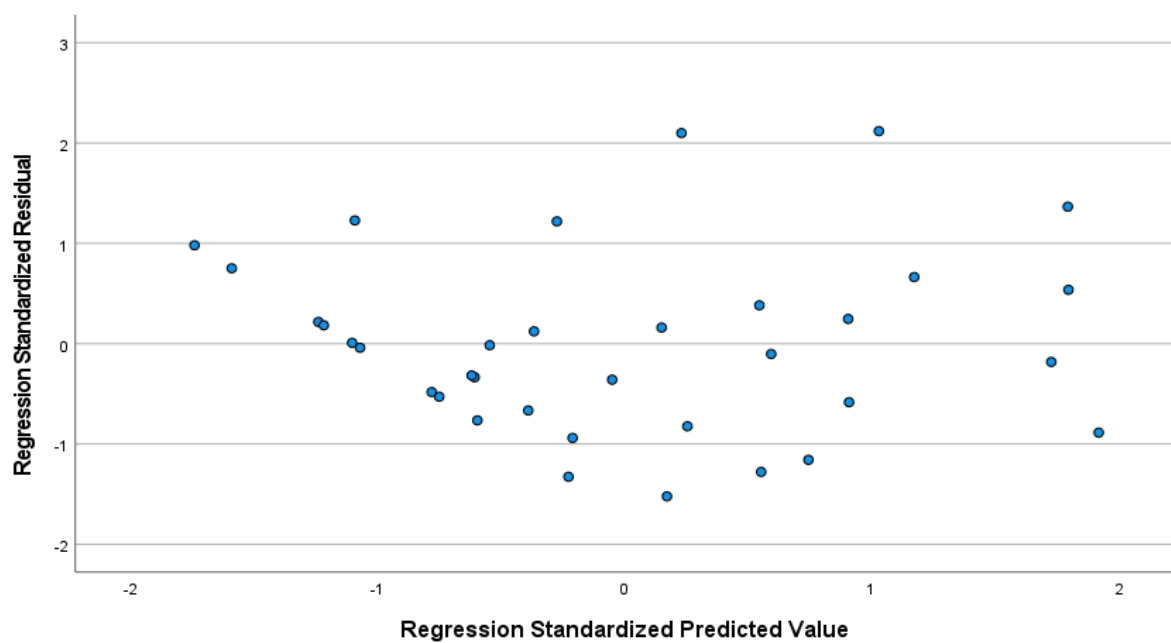
| Περιοχές | SCCAN | | | VLSM | | |
|------------------------|-------|------|------|-------|-------|-------|
| | CIG | DSF | DSB | CIG | DSF | DSB |
| Υπερχείλια έλικα | 0,96 | 0,85 | 0,82 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Γωνιώδης έλικα | 0,94 | 0,64 | 0,83 | 0,01 | <0,01 | <0,01 |
| Άνω κροταφική έλικα | 0,86 | 0,88 | 0,95 | <0,01 | 0,05 | 0,04 |
| Κέλυφος | 0,79 | 0,47 | 0,56 | 0 | 0 | 0 |
| Έλικα του Heschl | 0,68 | 0,67 | 0,67 | 0 | 0 | 0,01 |
| Μέση κροταφική έλικα | 0,59 | 0,51 | 0,66 | 0,06 | 0,02 | 0,01 |
| Κάτω βρεγματικό λόβιο | 0,56 | 0,26 | 0,27 | 0 | <0,01 | <0,01 |
| Νήσος | 0,39 | 0,27 | 0,57 | 0 | 0 | 0 |
| Ωχρά σφαίρα | 0,38 | 0,05 | 0,03 | 0 | 0 | 0 |
| Αμυγδαλή | 0,28 | 0,10 | 0,09 | 0 | 0 | 0 |
| Άνω κροταφικός πόλος | 0,28 | 0,32 | 0,52 | 0 | 0 | 0 |
| Ρολάνδρια καλύπτρα | 0,25 | 0,56 | 0,73 | 0 | 0 | 0 |
| Μετακεντρική έλικα | 0,21 | 0,17 | 0,14 | 0 | 0 | <0,01 |
| Μέσος κροταφικός πόλος | 0,11 | 0,18 | 0,30 | 0 | 0 | 0 |
| Μέση ινιακή έλικα | 0,10 | 0,04 | 0,04 | <0,01 | 0 | 0 |
| Τριγωνική μοίρα | 0,08 | 0,01 | 0,35 | 0 | 0 | 0 |
| Κογχική μοίρα | 0,06 | 0,01 | 0,32 | 0 | 0 | 0 |
| Καλυπτρική μοίρα | 0,03 | 0,02 | 0,53 | 0 | 0 | 0 |

Σχήμα 1

Ιστόγραμμα συχνότητας των τυποποιημένων καταλοίπων της παλινδρόμησης

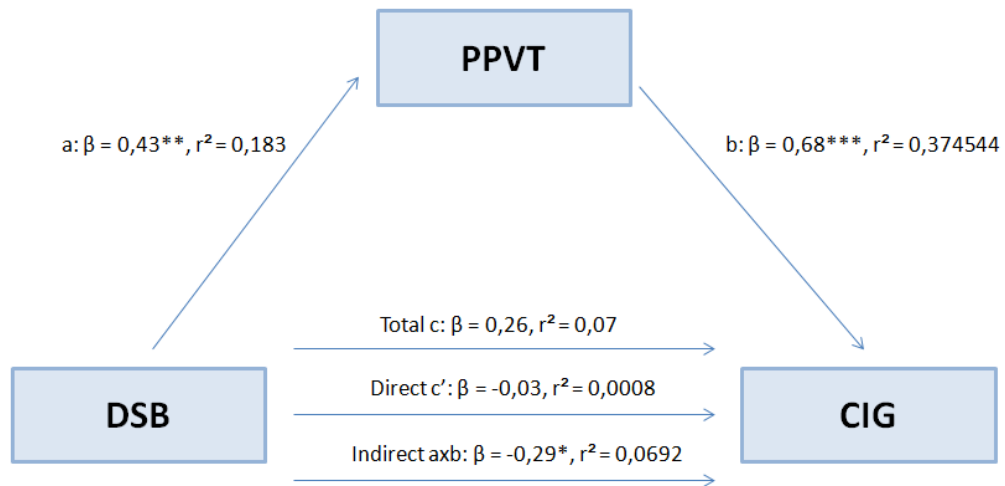
**Σχήμα 2**

Διάγραμμα σκεδασμού των τυποποιημένων καταλοίπων προς τις προβλεπόμενες τιμές



Σχήμα 3

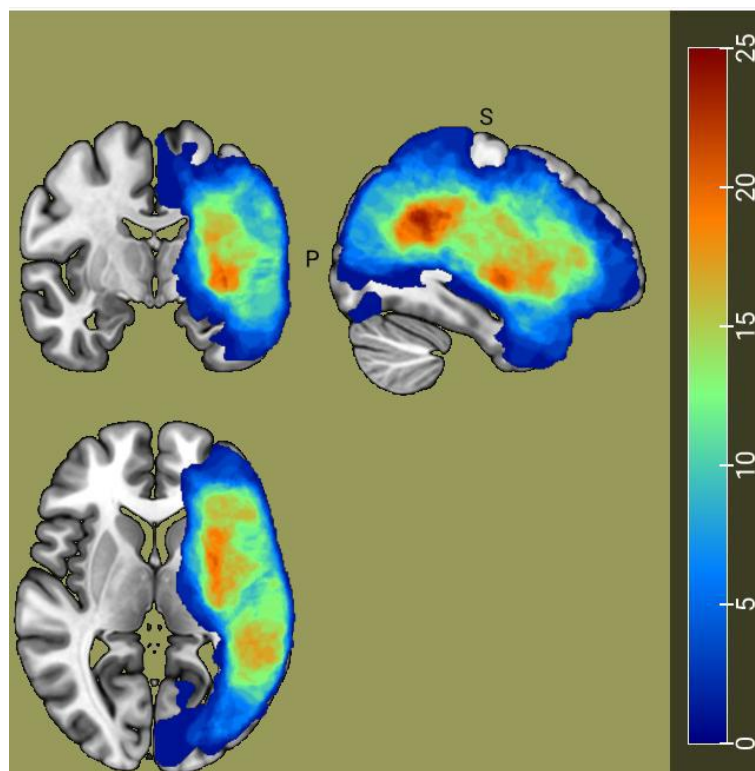
Μοντέλο διαμεσολάβησης του PPVT στην σχέση DSB και CIG



* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$

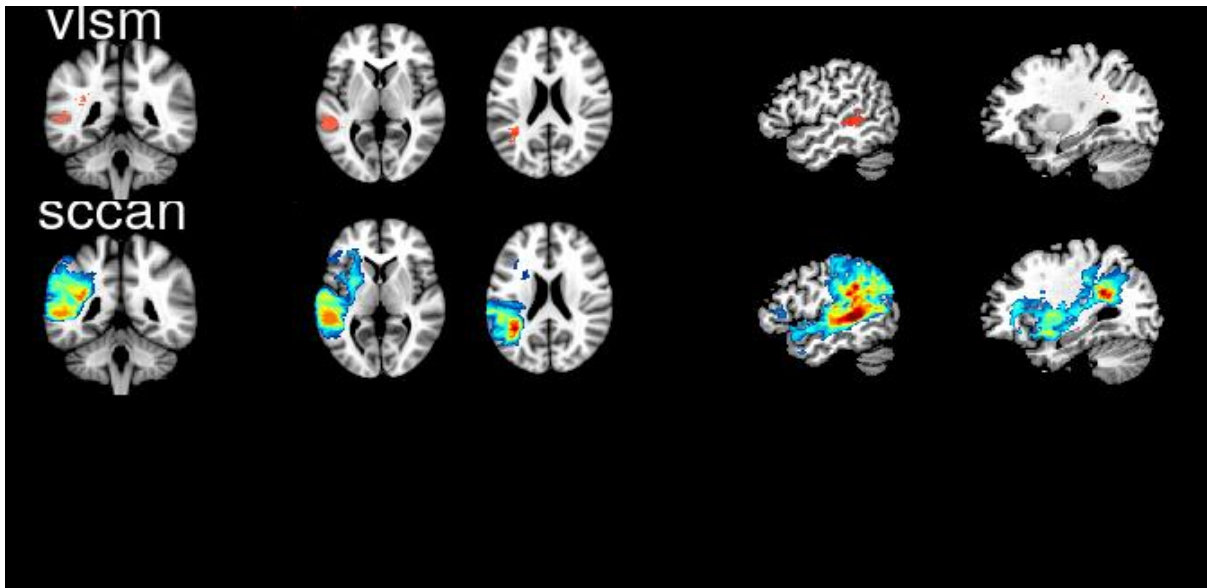
Σχήμα 4

Σχεδιάγραμμα αλληλοεπικάλυψης των χαρτών βλάβης των συμμετεχόντων



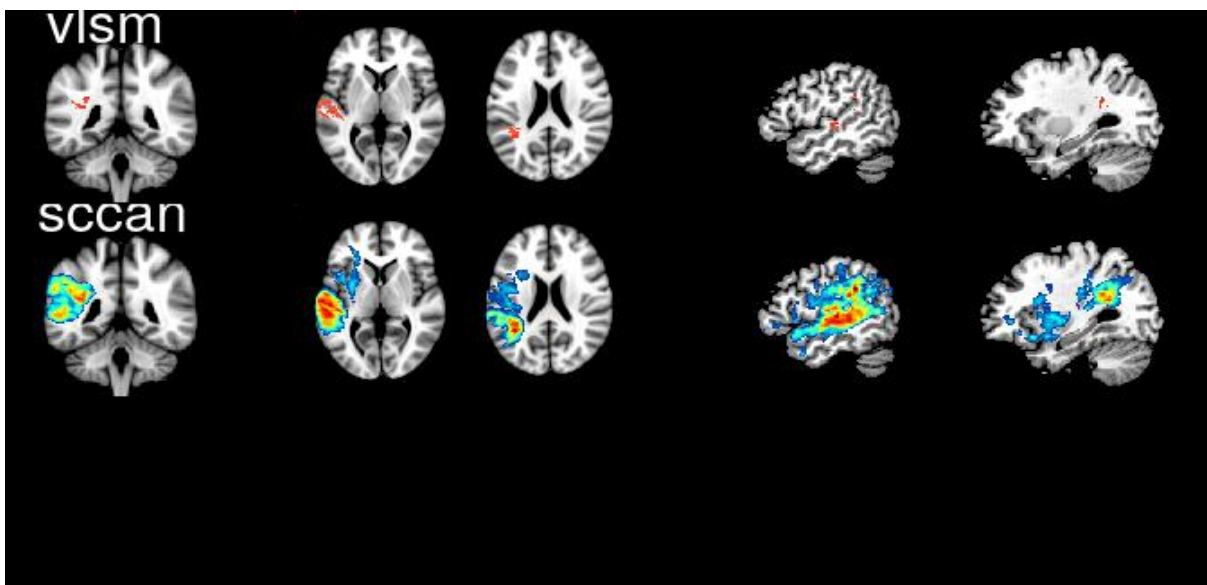
Σχήμα 5

Αποτελέσματα SCCAN και VLSM ανάλυσης για το CIG



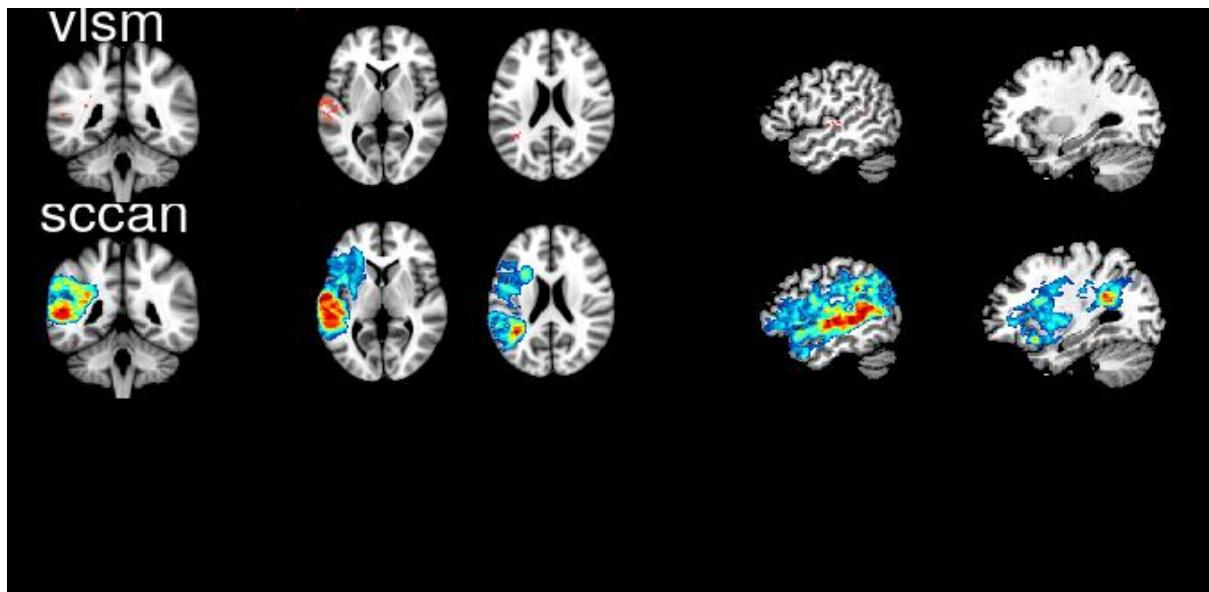
Σχήμα 6

Αποτελέσματα SCCAN και VLSM ανάλυσης για το DSF



Σχήμα 7

Αποτελέσματα SCCAN και VLSM ανάλυσης για το DSB



ΙΑΤΡΙΚΗ ΣΧΟΛΗ**ΑΙΓΙΝΗΤΕΙΟ ΝΟΣΟΚΟΜΕΙΟ**

Βας. Σοφίας 72-74

Αθήνα 11528

Αγαπητέ συμμετέχοντα,

Η αφασία είναι μία επίκτητη πάθηση η οποία συνήθως προκύπτει μετά από αγγειακό εγκεφαλικό επεισόδιο στο κυρίαρχο για τον λόγο ημισφαίριο. Έχει παρατηρηθεί συχνά η ύπαρξη συνοδών δυσκολιών στην μνήμη μαζί με τις γλωσσικές δυσκολίες. Η φύση της γλώσσας ως νοητική λειτουργία δεν μας είναι ακόμα εντελώς ξεκάθαρη. Ωστόσο, μέσω των μελετών των συνιστωσών της φιλοδοξούμε να χτίσουμε μία καλύτερη κατανόηση η οποία στην συνέχεια θα μας βοηθήσει στην ανάπτυξη καταλληλότερων εργαλείων για την καλύτερη διάγνωση των δυσκολιών των ατόμων με αφασία ή γενικότερα γλωσσικά ελλείμματα, καθώς και στην ανάπτυξη θεραπευτικών προγραμμάτων αποκατάστασης των δυσκολιών, ώστε να εξασφαλίσουμε την καλύτερη ποιότητα ζωής των ανθρώπων μετά από εγκεφαλικές βλάβες. Η εν λόγω ερευνητική προσπάθεια πραγματοποιείται με σκοπό την εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας στο Μεταπτυχιακό Τμήμα Κλινικής Νευροψυχολογίας και Νοητικών Νευροεπιστημών της Ιατρικής Σχολής του Πανεπιστημίου Αθηνών, με τίτλο «Διερεύνηση του νευρωνικού υποστρώματος και της σχέσης μεταξύ δοκιμασιών ενεργού μνήμης και ακουστικής κατανόησης στην αφασία». Ο στόχος της μελέτης είναι αφενός να διερευνηθεί κατά πόσο οι δυσκολίες στην ενεργό μνήμη μπορούν να προβλέψουν τις δυσκολίες κατανόησης, αφετέρου η σύνδεση της κατανόησης και της ενεργού μνήμης σε νευρωνικό επίπεδο.

Διαδικασία: Η συμμετοχή σας περιλαμβάνει την συλλογή και καταγραφή πληροφοριών και δεδομένων που σας αφορούν. Τα δεδομένα αυτά συλλέγονται από τον ερευνητή. Η συλλογή δεδομένων αποτελείται από δύο μέρη. Πρώτον, τη νευροψυχολογική αξιολόγηση, η οποία περιλαμβάνει μία σειρά από δοκιμασίες για τις νοητικές λειτουργίες, όπως η μνήμη και ο λόγος. Δεύτερον, απεικονιστικά δεδομένα τα οποία λαμβάνονται μέσω της τεχνολογίας του μαγνητικού τομογράφου.

Κίνδυνοι και ενοχλήσεις: Κανένας κίνδυνος για τους συμμετέχοντες δεν προκύπτει από το ερευνητικό πρωτόκολλο.

Δημοσίευση δεδομένων – αποτελεσμάτων: Η συμμετοχή σας στην έρευνα συνεπάγεται ότι συμφωνείτε με την μελλοντική δημοσίευση των αποτελεσμάτων της, με την προϋπόθεση ότι οι πληροφορίες θα είναι ανώνυμες και δε θα αποκαλυφθούν τα ονόματα των συμμετεχόντων. Τα δεδομένα που θα συγκεντρωθούν θα κωδικοποιηθούν με αριθμό, ώστε το όνομα σας δε θα φαίνεται πουθενά.

Πληροφορίες: Μη διστάσετε να κάνετε ερωτήσεις γύρω από το σκοπό ή την διαδικασία της εργασίας. Αν έχετε οποιαδήποτε αμφιβολία ή ερώτηση ζητήστε μας να σας δώσουμε διευκρινίσεις (email: yorgtsik@med.uoa.gr).

Ελευθερία συναίνεσης: Η συμμετοχή σας είναι εθελοντική. Είστε ελεύθερος-η να μην συναινέσετε ή να διακόψετε τη συμμετοχή σας όποτε το επιθυμείτε. Εάν επιθυμείτε να αφαιρεθούν τα

δεδομένα σας από την ανάλυση, μπορείτε να μας ενημερώσετε μέσω email, στέλνοντάς μας τον αύξοντα αριθμό συμμετοχής σας, έως και τον Ιανουάριο του 2024. Τέλος, εάν επιθυμείτε να λάβετε πληροφορίες σχετικά με τα αποτελέσματα της μελέτης, παρακαλούμε επικοινωνήστε μαζί μας μέσω email μετά τον Μάιο του 2024 οπότε και θα έχει ολοκληρωθεί η ανάλυση.

Σας ευχαριστούμε πολύ για το ενδιαφέρον σας,

Εάν επιθυμείτε να λάβετε μέρος στην έρευνα, παρακαλώ να υπογράψετε το Έντυπο Συναίνεσης που ακολουθεί.

ΕΠΙΣΤΟΛΗ ΣΥΝΑΙΝΕΣΗΣ ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΑ

Αύξων Αριθμός:

Όνομα Συμμετέχοντα:

Τίτλος Μελέτης: «Διερεύνηση του νευρωνικού υποστρώματος και της σχέσης μεταξύ δοκιμασιών ενεργού μνήμης και ακουστικής κατανόησης στην αφασία»

Επιστημονικός Υπεύθυνος: Πόταγας Κωνσταντίνος

Ερευνητής: Τσικλής Γεώργιος

Παρακαλώ να συμπληρωθεί από τον συμμετέχοντα (σημειώστε Χ εντός του κουτιού):

- 1 Επιβεβαιώνω ότι διάβασα και κατανόησα το πληροφοριακό έντυπο για την ανωτέρω μελέτη. Μου δόθηκε η ευκαιρία να επεξεργαστώ τις πληροφορίες, να υποβάλλω ερωτήσεις και να λάβω ικανοποιητικές εξηγήσεις.
- 2 Αντιλαμβάνομαι ότι η συμμετοχή μου είναι εθελοντική και έχω τη δυνατότητα να αποχωρήσω όποτε θελήσω χωρίς να είμαι υποχρεωμένος-η να δώσω οποιαδήποτε εξήγηση.
- 3 Συμφωνώ να λάβω μέρος στην ανωτέρω μελέτη

Υπογραφή συμμετέχοντα:

Υπογραφή προσώπου που λαμβάνει το έντυπο:

Το παρόν είναι διπλότυπο και ως εκ τούτου συμπληρώνεται και υπογράφεται εις διπλούν. Το ένα αντίτυπο προορίζεται για τον συμμετέχοντα, ενώ το άλλο για τον ερευνητή.