

Ενδείξεις από ανιχνευτικά δυναμικά και διχωτική ακοή για συμμετοχή του δεξιού ημισφαιρίου στην ανάκτηση της γλώσσας σε αφασικούς ασθενείς

Α. Παπανικολάου¹ και Π. Σίμος²

Στις τρεις μελέτες που παρουσιάζονται εδώ χρησιμοποιήθηκαν ανιχνευτικά προκλήτά δυναμικά και μια δοκιμασία διχωτικής ακοής που εκτιμά την σχετική ενεργοποίηση των εγκεφαλικών ημισφαιρίων κατά την διάρκεια ποικίλων τύπων γλωσσικών δοκιμασιών. Εξετάστηκαν τέσσερις ομάδες υποκειμένων: αφασικοί ασθενείς στη φάση της αποκατάστασης της γλωσσικής λειτουργίας, μη αφασικοί ασθενείς που πάσχουν από βλάβες στο δεξί ημισφαίριο, φυσιολογικοί εθελοντές και δυσαρθρικοί ασθενείς (σε μια μελέτη μόνο). Τα αποτελέσματα συμφωνούσαν σε ένα πρότυπο μεγαλύτερης ενεργοποίησης του δεξιού ημισφαιρίου στη διάρκεια των γλωσσικών δοκιμασιών για τους αφασικούς και σε μικρότερο βαθμό, για τους δυσαρθρικούς ασθενείς, σε αντίθεση με τους μη αφασικούς ασθενείς και τα φυσιολογικά υποκείμενα. Τα δεδομένα αυτά συνηγορούν, μαζί με ενδείξεις από άλλες ανεξάρτητες ή και συγκλίνουσες μετρήσεις, υπέρ της υπόθεσης, άποψης, θέσης ότι η αποκατάσταση των γλωσσικών λειτουργιών μετά από βλάβες στο αριστερό ημισφαίριο διαμεσολαβείται από την αυξημένη συμμετοχή του μη κυρίαρχου ημισφαιρίου για τις λειτουργίες αυτές.

Εισαγωγή

Η μερική ή ολική αποκατάσταση των γλωσσικών λειτουργιών σε ασθενείς που έχουν βλάβες στο αριστερό ημισφαίριο, οι οποίες προκάλεσαν αφασία, είναι αρκετά συχνή. Διάφορες εργασίες (Kertesz and McCabe, 1977, Reinvang and Engvik, 1980 και Sarno and Levita, 1979) αναφέρουν ότι η μεγαλύτερη βελτίωση σημειώνεται μέσα στους πρώτους 6-12 μήνες σε συνάρτηση με παράγοντες όπως η ηλικία, η αιτιολογία και η σοβαρότητα των αρχικών συμπτωμάτων. Για την ερμηνεία αυτού του φαινομένου έχουν προταθεί στο παρελθόν αρκετές υποθέσεις, που αποδίδουν την ανάρρωση από την αφασία σε διαφορετικούς, αν

και όχι αμοιβαία αποκλειόμενους, νευροφυσιολογικούς μηχανισμούς. Ένας από αυτούς είναι η μεγαλύτερη δραστηριοποίηση των δομών του φλοιού του σχετικά υγιούς δεξιού ημισφαιρίου οι οποίες αντιστοιχούν στις πληγείσες δομές του αριστερού ημισφαιρίου. Η υπόθεση αυτή, μετά από την πρώτη διατύπωσή της από το Wernicke, υποστηρίχτηκε από αρκετούς ερευνητές, όπως οι Henschen (1922), Luria (1963) και Geschwind (1969), ενώ έχει υπάρξει και πειραματική στήριξή της, ήδη από τα τέλη του περασμένου αιώνα. Από τις πρώτες σχετικές ενδείξεις ήταν η παρατήρηση του Gowers (1893) ότι οι ασθενείς με

¹ *Division of Neurosurgery The University of Texas Medical Branch, Καθηγήτης*

² *Τμήμα Φιλοσοφικών και Κοινωνικών Σπουδών Πανεπιστημιο Κρήτης, Φοιτητής*

τραυματική αφασία, των οποίων οι γλωσσικές τους λειτουργίες είχαν αποκατασταθεί, υποτροπίασαν όταν υπέστησαν καινούργιες βλάβες στο δεξιό ημισφαίριο. Παρόμοιες παρατηρήσεις έκανε και ο Nielsen (1936). Περαιτέρω ενδείξεις προσέφερε η μελέτη του Kinsbourne (1971), καθώς απέδειξε ότι η ικανότητα ομιλίας των δύο από τους τρεις αφασικούς ασθενείς που εξέτασε, μειώθηκε με την έγχυση αμοβαρβιτάλης (ενός βαρβιτουρικού θραχειάς δράσης, το οποίο είναι γνωστό ότι προκαλεί παροδική απώλεια της λειτουργίας του ομόπλευρου ημισφαιρίου) στη δεξιά έσω καρωτίδα, ενώ έμεινε ανεπηρέαστη μετά από την έγχυση στην αριστερή έσω καρωτίδα.

Άλλες σχετικές ενδείξεις για την ικανότητα του δεξιού ημισφαιρίου να αναλαμβάνει τη γλωσσική επεξεργασία παρέχονται και από τη μελέτη βρεφών και νηπίων, τα οποία ανέπτυξαν σχεδόν φυσιολογική γλωσσική ικανότητα, παρόλο που είχαν υποστεί αφαίρεση του φλοιού ή και ολόκληρου του αριστερού ημισφαιρίου για την αντιμετώπιση νηπιακής ημιπληγίας (Basser, 1962, Dennis and Whitaker, 1976, Gardner et al., 1955, Levin, 1981, Smith and Sugar, 1975 και Wilson, 1970). Υπάρχουν επίσης, αν και είναι σαφώς σπανιότερες, κλινικές αναφορές σε ενήλικες ασθενείς, οι οποίοι υπέστησαν αφαίρεση ή καθολική καταστροφή της κροταφοβρεγματικής περιοχής του αριστερού ημισφαιρίου και παρουσίασαν θεαματική ανάκτηση ή και διαρκή βελτίωση των γλωσσικών λειτουργιών μετά το συμβάν (Burklund and Smith, 1977 και Cummings et al., 1979). Σειρά πειραματικών μελετών έχουν σχεδιαστεί και εκτελεστεί για τον έλεγχο της ίδιας υπόθεσης. Οι

Moore και Parpanikolaou (1988) υπέβαλαν σε μια δοκιμασία διχωτικής ακοής τέσσερις ομάδες υποκειμένων: (α) αφασικούς ασθενείς σε διάφορα επίπεδα αποκατάστασης της γλωσσικής λειτουργίας, (β) δυσarthρικούς ασθενείς, που είχαν υποστεί ελαφρές βλάβες στο αριστερό ημισφαίριο, (γ) μη αφασικούς ασθενείς με βλάβες στο δεξιό ημισφαίριο και (δ) φυσιολογικά υποκείμενα¹.

Παρατηρήθηκε μια σαφής τάση στους ασθενείς, της πρώτης ομάδας να παρουσιάζουν υπεροχή στις επιδόσεις του αριστερού αυτιού στη σωστή ανάκληση ταυτόχρονα παρουσιαζομένων συλλαβών, σε αντίθεση με τις υπόλοιπες ομάδες, στις οποίες καταγράφηκε η αναμενόμενη υπεροχή στις επιδόσεις του δεξιού αυτιού. Παρόμοια μορφή (pattern) υπεροχής αυτιού σε αφασικούς ασθενείς έχει διαπιστωθεί από πολλούς ερευνητές (Bavosi and Pupp, 1984, Johnson, Sommers and Weidner, 1977 και 1978 και Petit and Noll, 1979), και έχει θεωρηθεί, στα πλαίσια του παραδείγματος της διχωτικής ακοής, ως ένδειξη της αυξημένης συμβολής του δεξιού ημισφαιρίου στις γλωσσικές λειτουργίες. Περισσότερο άμεσες ενδείξεις για την υπόθεση που εξετάζεται εδώ, παρέχουν τα δεδομένα των Deutsch, Parpanikolaou και Eisenberg (1987). Στη μελέτη αυτή ερευνήθηκαν, με τη μέθοδο καταγραφής της τοπικής Ροής του Αίματος στον Εγκέφαλο², οι μορφές της αύξησης της μεταβολικής δραστηριότητας του φλοιού των ημισφαιρίων στους πρώην αφασικούς ασθενείς της προηγούμενης μελέτης κατά την εκτέλεση διάφορων δοκιμασιών, μεταξύ των οποίων ήταν και η Ανίχνευση Φωνολογικών Στόχων. Υπολογίστηκε η μεταβολή των παραμέτρων της ροής του αίματος στις

¹ Περισσότερα στοιχεία για τα υποκείμενα δίνονται στη δεύτερη από τις μελέτες που περιγράφονται στη συνέχεια

² Regional Cerebral Blood Flow

πειραματικές δοκιμασίες, για κάθε ημισφαίριο, σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές σε κατάσταση ηρεμίας. Βρέθηκε ότι η ομάδα των αφασικών ασθενών παρουσίασε μεγαλύτερη από τη φυσιολογική αύξηση της ροής σε όλες τις περιοχές του ωλοίου, κατά την επιτυχή εκτέλεση της πειραματικής διαδικασίας. Η μορφή, όμως, της ενεργοποίησης του φλοιού ήταν ασύμμετρη, υποδηλώνοντας μεγαλύτερη ενεργοποίηση του δεξιού ημισφαιρίου. Για το συστηματικό πειραματικό έλεγχο της υπόθεσης για ανακατανομή των ρόλων των ημισφαιρίων στις γλωσσικές λειτουργίες, χρησιμοποιήθηκαν σε τρεις ανεξάρτητες μελέτες, τις οποίες παρουσιάζουμε εδώ, ανιχνευτικά νευρο-ηλεκτρικά δυναμικά³ με βάση την παραδοχή ότι μπορούν να αντιπροσωπεύσουν, με έγκυρο τρόπο, τη διαφορική ενεργοποίηση των εγκεφαλικών ημισφαιρίων σε συσχετισμό με τον τύπο μιας ειδικής ενασχόλησης των υποκειμένων στη διάρκεια των πειραματικών συνθηκών.

Το μεθολογικό μέρος του «ανιχνευτικού» παραδείγματος συνίσταται στην καταγραφή προκλητών νευρο-ηλεκτρικών δυναμικών σε ένα ανιχνευτικό ερέθισμα (οπτικό ή ακουστικό) (α) στη διάρκεια μιας συνθήκης ελέγχου, στην οποία το υποκείμενο καθοδηγείται να δίνει προσοχή σ' αυτό το ερέθισμα, και (β) σε πειραματικές συνθήκες, στη διάρκεια των οποίων το υποκείμενο θα πρέπει να αγνοεί το ανιχνευτικό ερέθισμα, ενώ ασχολείται με διάφορες γνωστικές δοκιμασίες. Οι χαρακτηριστικές κορυφές (αρνητικές και θετικές αποκλίσεις) των δυναμικών, που καταγράφονται κατά τη διάρκεια της συνθήκης ελέγχου, έχουν μέγιστο και αμφοτερόπλευρα συμμετρικό εύρος, ενώ, κατά τη διάρκεια των πειραματικών δοκιμασιών, το εύρος τους υποβαθμίζεται με ασύμμετρο τρόπο. Ειδικότερα, οι δοκιμασίες που απαι-

τούν κάποια μορφή γλωσσικής επεξεργασίας συνδέονται με μεγαλύτερη υποβάθμιση του εύρους των ανιχνευτικών δυναμικών στην κροταφική, κυρίως, περιοχή του αριστερού ημισφαιρίου, και οι δοκιμασίες που ενέχουν χωρο-οπτική επεξεργασία συνδέονται με μεγαλύτερη υποβάθμιση στη βρεγματική κυρίως περιοχή του δεξιού ημισφαιρίου στους φυσιολογικούς δεξιόχειρες ενήλικες (Παπανικολάου, 1987, Papanicolaou, 1980, Papanicolaou, and Johnstone, 1984, Papanicolaou, Levin, Eisenberg et al., 1983, Papanicolaou, Schmidt, Moore et al., 1983 και Papanicolaou, Deutsch, Bourbon et al., 1987). Έχει γίνει δεκτό ότι ο βαθμός της υποβάθμισης του εύρους των ανιχνευτικών δυναμικών σε ένα ημισφαίριο είναι ένας ικανοποιητικός δείκτης της σχετικής ενασχόλησης αυτού του ημισφαιρίου με την φύση της πειραματικής δοκιμασίας. Η εγκυρότητα αυτής της παραδοχής υποστηρίζεται εμπειρικά και από τη διαπιστωμένη συμφωνία της μορφής της υποβάθμισης αυτής με τη μορφή της μεταβολής των παραμέτρων της τοπικής Ροής του Αίματος στον Εγκέφαλο, στη διάρκεια των ίδιων δοκιμασιών (Papanicolaou et al., 1987). Η χρήση, τέλος, του «ανιχνευτικού» παραδείγματος για τον προσδιορισμό του βαθμού της σχετικής ενεργοποίησης μιας σχετικά εντοπισμένης περιοχής ενός ημισφαιρίου βασίζεται στη θεωρητική παραδοχή, σύμφωνα με την οποία η ενασχόληση αυτού του ημισφαιρίου με την επεξεργασία της πληροφόρησης, που απαιτείται για την εκτέλεση μιας δοκιμασίας, περιορίζει τη δυνατότητά του να επεξεργάζεται, ταυτόχρονα, επιπρόσθετη και άσχετη με αυτή τη δοκιμασία πληροφόρηση, όπως είναι στην περίπτωση μας το ανιχνευτικό ερέθισμα.

Η βασική πρόβλεψη που ελέγχθηκε στη σειρά των μελετών που παρουσιάζουμε εδώ είναι ότι οι αφασικοί ασθενε-

³ Probe evoked potentials

νείς, στην πορεία της αποκατάστασης της γλωσσικής λειτουργίας, παρουσιάζουν μεγαλύτερη υποβάθμιση του εύρους των ανιχνευτικών δυναμικών στο δεξιό από ό,τι στο αριστερό ημισφαίριο, μια μορφή αντίθετη από αυτό που καταγράφεται σε φυσιολογικά άτομα αλλά και σε ασθενείς, που έχουν υποστεί βλάβες στο δεξιό ημισφαίριο, χωρίς ποτέ να παρουσιάσουν αφασικά συμπτώματα.

ΜΕΛΕΤΗ 1⁴

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Υποκείμενα

Στα πλαίσια αυτής της μελέτης εξετάστηκε (α) μια ομάδα πρώην αφασικών ασθενών, οι οποίοι είχαν υποστεί στο παρελθόν εστιακές βλάβες στο αριστερό ημισφαίριο, (β) μια ομάδα ασθενών, που είχαν υποστεί διάχυτες βλάβες στο δεξιό ημισφαίριο αλλά δεν παρουσίασαν ποτέ αφασικά συμπτώματα και (γ) τέλος, υγιείς εθελοντές ως ομάδα ελέγχου. Ο βαθμός της ανάκτησης των γλωσσικών λειτουργιών γι' αυτούς τους ασθενείς είχε μετρηθεί από τις επιδόσεις τους στη δοκιμασία γλωσσικών λειτουργιών στην αφασία (Benton and Hamsher, 1978). Όπως και στις δύο μελέτες που ακολουθούν, όλα τα υποκείμενα ήταν δεξιόχειρες. Η διάγνωση των εγκεφαλικών βλαβών είχε γίνει με αξονική τομογραφία. Συνοπτικά κλινικά και δημογραφικά στοιχεία για τις ομάδες του πειράματος παρουσιάζονται στους Πίνακες 1 και 2.

Πειραματική διαδικασία

Για τη συλλογή και τον περιορισμό των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το σύστημα Nicolet Med-80. Το ανιχνευτικό ερέθισμα ήταν ένα «κλικ» με διάρκεια 999 ms που παρουσιάζονταν με τη βοήθεια ακουστικών και στα δύο αυτιά ταυτόχρονα, με σταθερό ρυθμό 0.7 κλικ sec και ένταση 85 dB SPL. Δόθηκε η οδηγία στα υποκείμενα να κρατούν εστιασμένο το βλέμμα τους σ' ένα σημείο ακριβώς μπροστά τους, όσο διαρκούσε η καταγραφή, ώστε να ελαχιστοποιηθούν τα παράσιτα από κινήσεις των ματιών. Για τον υπολογισμό του μέσου όρου (averaging), το ανιχνευτικό ερέθισμα επαναλαμβανόταν 200 φορές για κάθε ημισφαίριο και συνθήκη. Η καταγραφή έγινε με ηλεκτρόδια, τοποθετημένα στις κροταφικές περιοχές: T3 και T4 σύμφωνα με το Διεθνές Σύστημα 10-20 (Jaspers, 1958), με ηλεκτρόδιο αναφοράς στο λοβίο του αυτιού. Το σήμα φιλτραριζόταν μεταξύ 1 και 30 Hz.

Το πείραμα περιελάμβανε δύο συνεδρίες καταγραφής με 5λεπτο διάλειμμα μεταξύ τους. Στη διάρκεια της συνθήκης ελέγχου, τα υποκείμενα έπρεπε απλά να δίνουν προσοχή στο ανιχνευτικό ερέθισμα. Στη διάρκεια της πειραματικής συνθήκης έπρεπε να το αγνοούν και να ασχολούνται με μια δοκιμασία λεκτικής κωδικοποίησης. Η δοκιμασία συνίστατο στην απομνημόνευση ενός καταλόγου 30 πολύ κοινών και χαμηλής εικονικότητας⁵ ουσιαστικών ονομάτων (Ραϊνίο, Yuille and Madigan, 1968). Για να εξετασθεί ο βαθμός ενασχόλησης των υποκειμένων με τη δοκιμασία, τους δόθηκε αμέσως μετά μια δοκιμασία αναγνώρισης, που περιελάμβανε δέκα από τις λέξεις του καταλόγου που είχαν ακούσει

⁴ Ο τίτλος της πρώτης δημοσίευσης ήταν: Papanicolaou A.C., Levin H.S. and Eisenberg H.M. Evoked potential correlates of recovery from aphasia after focal left hemisphere injury in adults. *Neurosurgery*, 1984, 14, 412-5.

⁵ Low imagery

και δέκα παρόμοιες αλλά άσχετες λέξεις, για διάσπαση. Οι επιδόσεις όλων των ομάδων ήταν περίπου στο ίδιο επίπεδο.

Η παράμετρος που μετρήθηκε στο πείραμα ήταν η διαφορά εύρους μεταξύ δύο βασικών κορυφών των προκλητών δυναμικών στο ανιχνευτικό ερέθισμα: την αρνητική κορυφή (peak) N1 και τη θετική κορυφή P2 με μέση επιβράδυνση 79.2 ms (SD, 20.8) και 173.7 ms (SD,

31.71) αντίστοιχα. Η εξαρτημένη μεταβλητή του πειράματος ήταν ο λόγος του εύρους N1-P2 στην πειραματική συνθήκη προς το ίδιο εύρος στη συνθήκη ελέγχου, για κάθε υποκείμενο και ημισφαίριο. Οι τιμές αυτές αντιπροσωπεύουν τη μεταβολή του N1-P2 εύρους στη διάρκεια της πειραματικής συνθήκης, σε σχέση με τη συνθήκη ελέγχου και υποδεικνύουν το βαθμό της σχετικής συμμετοχής του κάθε ημισφαιρίου στην

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Συνοπτική παρουσίαση κλινικών και δημογραφικών στοιχείων κατά ομάδα υποκειμένων για κάθε μία από τις τρεις μελέτες

	Πρώην Αφασικοί	Μη Αφασικοί	Δυσαρ- θρικοί	Φυσιολογικά υποκείμενα	
N	6	6	-	8	Μελ.1
	11	10	10	11	Μελ.2
	21	15	-	17	Μελ.3
Ηλικία (Μ.Ο.)	27.3	25.6	-	-	Μελ.1
	55.5	57.3	54.0	42.0	Μελ.2
	50.3	55.7	-	52.3	Μελ.3
Διάστημα από εγκεφαλική βλάβη (Μ.Ο., μήνες)	24.3	11.1	-	-	Μελ.1
	52.7	17.1	23.5	-	Μελ.2
	36.5	18.5	-	-	Μελ.3
GCS (Μ.Ο.) ⁶ Επίδοση στο WAB (Μ.Ο.) ⁷	10.5(N=4)	13.0(N=6)	-	-	Μελ.1
	89.6	97.0	96.0	-	Μελ.2
	77.5	98.0	-	-	Μελ.3
Εκπαίδευση (Μ.Ο., έτη)	-	-	-	-	Μελ.1
	14.1	11.9	12.5	13.6	Μελ.2
	12.9	12.0	-	14.0	Μελ.3
Αναλογία ανδρών γυναικών	5/1	4/2	-	-	Μελ.1
	8/3	5/5	6/4	4/7	Μελ.2
	13/8	7/8	-	7/10	Μελ.3

⁶ Glasgow Coma Score

⁷ *Western Aphasia Battery*: Χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση της τρέχουσας γλωσσικής λειτουργικότητας των ασθενών. Η επίδοση σ' αυτό είναι δείκτης του βαθμού ανάκτησης των γλωσσικών λειτουργιών. Φυσιολογική θεωρείται κάθε επίδοση >93,8.

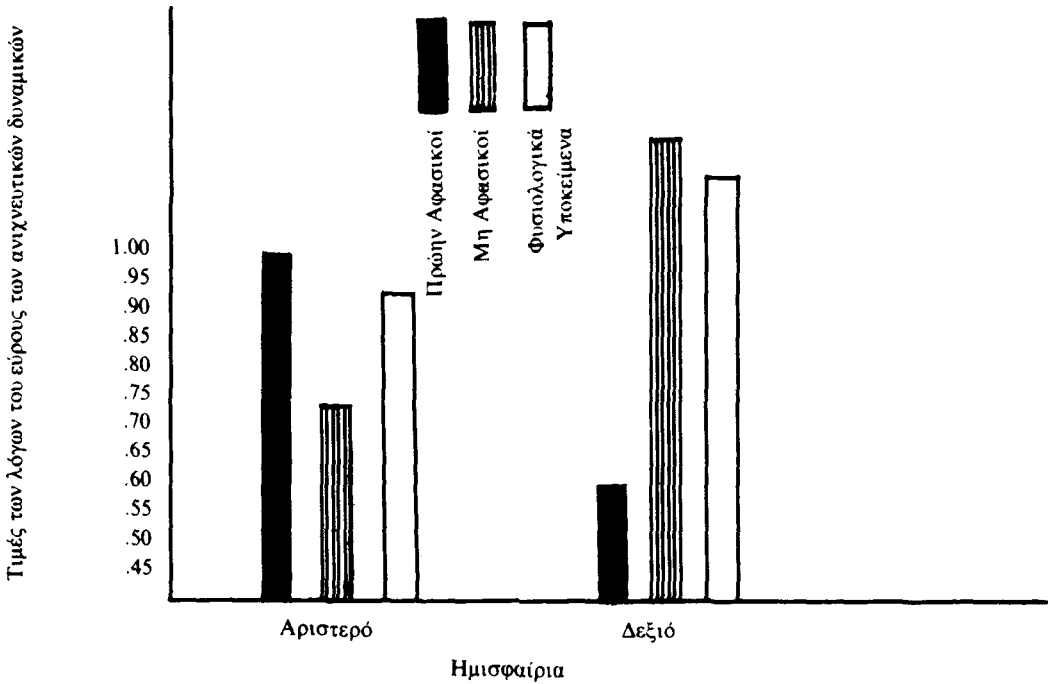
πειραματική δοκιμασία. Με τον τρόπο αυτό εξασφαλίζεται ο έλεγχος ανεπιθύμητων διακυμάνσεων στις βασικές τιμές (*raw scores*) του εύρους των δυναμικών εξαιτίας πιθανών συγχυτικών επιδράσεων από τεχνικούς ή ανατομικούς παράγοντες (Leissner, Lindhold and Petersen, 1970). Η τιμή 1.00 για το λόγο αυτό αντιστοιχεί σε μηδενική μεταβολή του εύρους μεταξύ των συνθηκών ενώ, όσο μικρότερες από το 1.00 είναι οι τιμές, τόσο μεγαλύτερος ο βαθμός της υποβάθμισης του εύρους του ανιχνευτικού δυναμικού στο συγκεκριμένο ημισφαίριο κατά την πειραματική δοκιμασία.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Χρησιμοποιήθηκε μια σειρά από *t*-tests για να εξετασθεί εάν κάθε μία μέση τιμή υποβάθμισης των ανιχνευτικών δυναμικών ήταν σημαντικά μικρότερη από το 1.00. Η υποβάθμιση βρέθηκε να είναι έγκυρη στο αριστερό μόνο ημισφαίριο για τα φυσιολογικά υποκείμενα ($p < .01$) και τους μη αφασικούς ασθενείς ($p < .001$), και στο δεξιό μόνο ημισφαίριο για τους πρώην αφασικούς ασθενείς ($p < .001$). Η μορφή αυτή διακρίνεται στο Σχήμα 1. Από την εφαρμογή, στη συνέχεια, της Ανάλυσης Διακύμανσης (ANOVA) μικτού σχεδιασμού του τύπου 2(ημισφαίρια)×3(ομάδες) πάνω στις ίδιες τιμές, αποκαλύφθηκε μια εξαιρετι-

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Κλινικά δεδομένα για τους πρώην αφασικούς ασθενείς από κάθε μελέτη

		Αριθμός Υποκειμένων		
		Μελ. 1	Μελ. 2	Μελ. 3
Αρχική διάγνωση	Ανομικού τύπου	3	-	
	Εκφραστικού τύπου	1	9	18
	Προσληπτικού τύπου	-	1	-
	WERNICKE	1	-	-
	Καθολική	1	1	2
Αιτιολογία εγκεφαλικής βλάβης	Αγγειακά Εγκεφαλικά επεισόδια	1	11	16
	Αιματώματα-Αιμορραγίες (κρανιακοί τραυματισμοί)	4	-	5
	Νεοπλασίες	1	-	-



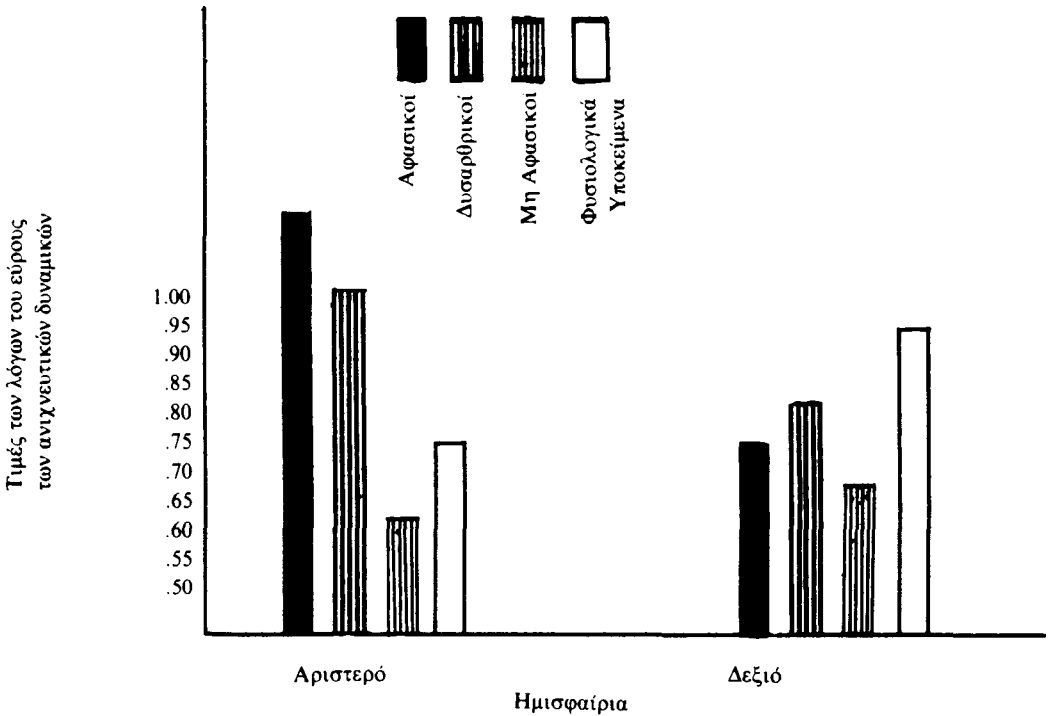
ΣΧΗΜΑ 1. Μέσες τιμές των λόγων (συνθήκη λεκτικής κωδικοποίησης / συνθήκη ελέγχου), του εύρους των αντιχενευτικών δυναμικών για κάθε ημισφαίριο & ομάδα της Μελέτης 1.

κά στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση αυτών των παραγόντων ($p < .0002$). Τέλος, από την ανάλυση των απλών κύριων επιδράσεων των ημισφαιρίων, βρέθηκε ότι τα φυσιολογικά υποκείμενα και οι μη αφασικοί ασθενείς παρουσίασαν μεγαλύτερη υποβάθμιση στο αριστερό ημισφαίριο ($p < .05$) και οι πρώην αφασικοί ασθενείς στο δεξιό ημισφαίριο ($p < .005$).

ΜΕΛΕΤΗ 2⁸

Με τη μελέτη αυτή επιχειρήθηκε, μέσα στο ίδιο μεθοδολογικό πλαίσιο η επανάληψη και η επέκταση των ευρημάτων της προηγούμενης, με την προσθήκη μιας ομάδας δυσαρθρικών ασθενών, που είχαν υποστεί ελαφρές βλάβες στο αριστερό ημισφαίριο.

⁸ Η αρχική δημοσίευση της μελέτης ήταν: Papanicolaou A.C., Moore B.D., Levin H.S. and Eisenberg H.M. Evoked potential correlates of right hemisphere involvement in language recovery following stroke. *Arch. Neurol.*, 1987, 44, 521-4.



ΣΧΗΜΑ 2. Μέσες τιμές των λόγων (συνθήκη λεκτικής κωδικοποίησης / συνθήκη ελέγχου), των λόγων του εύρους των ανιχνευτικών δυναμικών, σε συνάρτηση των ημισφαιρίων και των πειραματικών ομάδων από τη Μελέτη 2.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Υποκείμενα

Οι Πίνακες 1 και 2 περιέχουν συνοπτικά κλινικά και δημογραφικά στοιχεία για τις ομάδες του πειράματος. Παρά τη χαμηλή βαθμολογία των πρώην αφασικών στο WAB (δες υποσημείωση 6) κανένας απ' αυτούς δεν παρουσίαζε ελλείματα αφασικού τύπου στην πρόσληψη ή στην παραγωγή του λόγου την εποχή που συμμετείχε στο πείραμα.

Πειραματική διαδικασία

Το τεχνικό μέρος της καταγραφής των ανιχνευτικών δυναμικών ήταν όμοιο με εκείνο της προηγούμενης μελέτης, εκτός από τα παρακάτω στοιχεία: το ανιχνευτικό ερέθισμα ήταν ένας τόνος με συχνότητα 1000 Hz, χρόνο έγερσης-παύσης 9.9 ms, σταθερό επίπεδο 30 ms και ένταση 65 dB SPL και παρουσιάζονταν από στεροφωνικά ακουστικά (Realii-

stic NOVA 40) με ρυθμό 1 τόνος sec. Η πειραματική συνθήκη περιελάμβανε μια δοκιμασία λεκτικής κωδικοποίησης, η οποία συνίστατο στην απομνημόνευση ενός καταλόγου 20 πολύ κοινών και χαμηλής εικονικότητας λέξεων. Όλα τα υποκείμενα ανέφεραν ότι η πειραματική διαδικασία ήταν πολύ απαιτητική. Οι αφασικοί ασθενείς σημείωσαν τη χαμηλότερη επιδοση, ακολουθούμενοι κατά σειρά από τους δυσαρθρικούς, τους μη αφασικούς ασθενείς και την ομάδα ελέγχου.

Οι κορυφές των ανιχνευτικών δυναμικών, που απομονώθηκαν, ήταν και πάλι οι N1 και P2 με μέση επιβράδυνση 98.3 και 176.6 ms αντίστοιχα. Ως τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής υπολογίστηκαν οι ίδιοι λόγοι του εύρους των δυναμικών με την προηγούμενη μελέτη.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Για να ελεγχθεί η υπόθεση ότι οι πρώην αφασικοί ασθενείς παρουσιάζουν μεγαλύτερη ενεργοποίηση του δεξιού ημισφαιρίου, κατά την ενασχόλησή τους με γλωσσικές δοκιμασίες, σε αντιδιαστολή με τα φυσιολογικά υποκείμενα και τους μη αφασικούς ασθενείς, οι τιμές των λόγων των ανιχνευτικών δυναμικών υποβλήθηκαν σε Ανάλυση Διακύμανσης μικτού σχεδιασμού του τύπου 4(ομάδες)×2(ημισφαίρια), η οποία έδωσε μια στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση αυτών των παραγόντων ($F=3.40$, $df=3.38$, $p<.03$). Οκτώ από τους έντεκα αφασικούς ασθενείς και έξι από τους δέκα δυσαρθρικούς παρουσίασαν μεγαλύτερο βαθμό υποβάθμισης των δυναμικών στο δεξιό ημισφαίριο. Η αξιοπιστία αυτού του φαινομένου καταδείχθηκε για

την πρώτη ομάδα με τη σύγκριση των λόγων του εύρους των δυναμικών μεταξύ των δύο ημισφαιρίων, με τη χρήση ενός t-test για συσχετιζόμενα δείγματα. Η τιμή του t-test βρέθηκε να είναι στατιστικά σημαντική ($t=2.99$, $df=10$, $p<.02$) υποδηλώνοντας την αξιοπιστία της ημισφαιρικής ασυμμετρίας, που διακρίνεται στο Σχήμα 2. Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί με τα ευρήματα της προηγούμενης μελέτης. Για να διευκρινιστεί, τέλος, εάν η παρατηρούμενη ασυμμετρία στις βασικές τιμές του εύρους των ανιχνευτικών δυναμικών για τις ομάδες των ασθενών οφειλόταν σε πλαγιωμένα περιφερειακά ή κεντρικά ελλείματα της αισθητηριακής επεξεργασίας του ανιχνευτικού ερεθίσματος, εξαιτίας των μονόπλευρων εγκεφαλικών βλαβών, υποβλήθηκαν οι τιμές από τη συνθήκη ελέγχου σε μια ξεχωριστή Ανάλυση Διακύμανσης μικτού σχεδιασμού της μορφής 4(ομάδες)×2(ημισφαίρια). Τα αποτελέσματα δεν έδωσαν καμμία στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση από κάποιο παράγοντα, γεγονός που μπορεί να υποδηλώνει ότι οι ημισφαιρικές ασυμμετρίες, που καταγράφηκαν στην πειραματική συνθήκη, αντικατοπτρίζουν διαφορετικό βαθμό ημισφαιρικής ενασχόλησης με τη γλωσσική δοκιμασία και για τις τρεις ομάδες.

ΜΕΛΕΤΗ 3⁹

Οι σκοποί της μελέτης αυτής ήταν: (α) η επανάληψη των ευρημάτων από τα ανιχνευτικά δυναμικά των δύο προηγούμενων μελετών και η επέκτασή τους, με τη χρήση πειραματικών δοκιμασιών που αντιπροσωπεύουν τόσο το τμήμα της πρόσληψης όσο και της παραγωγής της

⁹ Η αρχική δημοσίευση της μελέτης ήταν: Papanicolaou A.C., Moore B.D., Deutsch G., Levin H.S. and Eisenberg H.M. Evidence for right hemisphere involvement in recovery from aphasia. *Arch. Neurol.*, 1988, 45, 1025-9.

γλώσσας, και με τη συμμετοχή μεγαλύτερου δείγματος πρώην αφασικών και μη αφασικών ασθενών, και (β) η επανάληψη σ' αυτό το βελτιωμένο δείγμα, προηγούμενων παρατηρήσεων, οι οποίες με τη χρήση μιας δοκιμασίας διχωτικής ακοής με λεκτικά ερεθίσματα, έχουν προταθεί είτε ως συγκλίνουσες (Moore and Papanicolaou, 1988 και Papanicolaou, Moore, Levin, et al., 1987), είτε ως ανεξάρτητες ενδείξεις (πχ, Bavoisi and Rupp, 1984 και Johnson, Sommers and Weidner, 1977) για την υπόθεση της αλλαγής της ημισφαιρικής κυριαρχίας, μετά από βλάβες στο αριστερό ημισφαίριο.

Η πρόβλεψη ήταν ότι παρατηρείται μεγαλύτερος βαθμός υποβάθμισης των ανιχνευτικών δυναμικών στο δεξιό, σε σχέση με το αριστερό, ημισφαίριο για τους περισσότερους πρώην αφασικούς σε όλες τις πειραματικές δοκιμασίες, και επί πλέον ότι υπάρχει μια τάση για υπεροχή του αριστερού αυτιού στη δοκιμασία διχωτικής ακοής σε αντίθεση με τους μη αφασικούς ασθενείς και τα φυσιολογικά υποκείμενα.

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Υποκείμενα

Συνοπτικά κλινικά και δημογραφικά στοιχεία για τις ομάδες του πειράματος περιέχονται στους Πίνακες 1 και 2. Παρόμοιας αιτιολογίας και ανάλογης σοβαρότητας βλάβες σε διάφορες περιοχές του δεξιού ημισφαιρίου είχαν διαγνωστεί στους μη αφασικούς ασθενείς. Ο βαθμός αποκατάστασης της γλωσσικής λειτουργίας κυμαινόταν στους ασθενείς από ελάχιστος ως πολύ υψηλός (επίδοση στο WAB σε φυσιολογικά πλαίσια -δες υποσημείωση 6).

Πειραματική διαδικασία

Κάθε υποκείμενο εξετάστηκε πρώτα με το WAB, στη συνέχεια με τη δοκιμασία διχωτικής ακοής και τέλος υποβλήθηκε στη διαδικασία των ανιχνευτικών δυναμικών. Η μέθοδος καταγραφής και τα χαρακτηριστικά του ανιχνευτικού ερεθίσματος ήταν όμοια με της δεύτερης μελέτης, με τη διαφορά ότι ο ρυθμός παρουσίας του τελευταίου ήταν 1.1 τόνοι/sec. Το πείραμα περιελάμβανε μια συνθήκη ελέγχου, στη διάρκεια της οποίας, όλα τα υποκείμενα έπρεπε απλά να προσέχουν το ανιχνευτικό ερέθισμα και τέσσερες πειραματικές συνθήκες στις οποίες το ανιχνευτικό ερέθισμα έπρεπε να αγνοείται από τα υποκείμενα κατά την ενασχόλησή τους με την πειραματική δοκιμασία. Έτσι, η δεύτερη συνθήκη περιελάμβανε μια δοκιμασία Λεκτικής Κωδικοποίησης, ακριβώς όμοια με εκείνη που είχε χρησιμοποιηθεί στη δεύτερη μελέτη.

Σε μια τρίτη συνθήκη (Ανίχνευση Φωνολογικού Στόχου), η δοκιμασία επετελείτο από την εκφώνηση μιας σειράς άσχετων μεταξύ τους λέξεων (με ρυθμό 0,5 λέξεις/sec, σε ακανόνιστα μεταξύ τους διαστήματα) στις οποίες περιλαμβάνονταν και λέξεις που περιείχαν το φωνημικό σύμπλεγμα «br». Τα υποκείμενα έπρεπε να γνωστοποιούν την ανίχνευση του φωνημικού συμπλέγματος, προφέροντας τη λέξη που το περιείχε. Στα πλαίσια μιας τέταρτης συνθήκης (Ανίχνευση Σημασιολογικού Στόχου) παρουσιάζονταν προφορικά ένας παρόμοιος κατάλογος λέξεων και τα υποκείμενα έπρεπε να ανιχνεύουν και να γνωστοποιούν την παρουσία λέξεων από την ίδια σημασιολογική κατηγορία (ονόματα πουλιών). Στην πέμπτη συνθήκη (Επισκίαση)¹⁰ το έργο των υποκειμένων ήταν να επαναλαμβάνουν κάθε μία λέξη από ένα κατάλογο, αμέσως μόλις την ά-

¹⁰ Shadowing

κουγαν ολόκληρη. Η σειρά παρουσίας των συνθηκών ήταν τυχαία για κάθε υποκείμενο.

Σε όλες τις πειραματικές δοκιμασίες, οι αφασικοί ασθενείς σημείωσαν τη χαμηλότερη επίδοση (με μέτρο το ποσοστό σωστών απαντήσεων), ακολουθούμενοι από τους μη αφασικούς ασθενείς, ενώ τα φυσιολογικά υποκείμενα σημείωσαν την υψηλότερη βαθμολογία.

Τόσο οι κορυφές των ανιχνευτικών δυναμικών, οι τιμές του εύρους των οποίων επιλέχθηκε να αναλυθούν, όσο και η διαδικασία υπολογισμού της εξαρτημένης μεταβλητής ήταν όμοια με των δύο προηγούμενων μελετών. Η μέση επιβράδυνση για τις κορυφές N1 και P2 ήταν 103.6 (SD=29.4) και 175.0 (SD=30.0) αντίστοιχα.

Πριν από την εξέταση με τα ανιχνευτικά δυναμικά, όλα τα υποκείμενα υποβάλλονταν σε μια δοκιμασία διχωτικής ακοής «μονής απάντησης»¹¹, η οποία συνίστατο στη διχωτική παρουσίαση 30 ζευγών από συλλαβές, χωρίς σημασία της μορφής σύμφωνα-φωνήεν (pa, da, ka, ga, ba και ta) με ρυθμό 1 ζεύγος/6 sec. Οι συλλαβές κάθε ζεύγους παρουσιάζονταν ταυτόχρονα και αμέσως μετά τα υποκείμενα έπρεπε να αναφέρουν τη συλλαβή που είχαν ακούσει ακόμα και αν χρειαζόταν να μαντέψουν, στην περίπτωση που προσλάμβαναν τις συλλαβές παραμορφωμένες ή ασαφείς. Για να ελεγχθούν πιθανές ακουστικές διαφορές μεταξύ των ακουστικών, γινόταν εναλλαγή των τελευταίων και επανάληψη της διαδικασίας μετά από 30 παρουσιάσεις. Για την παρουσίαση των συλλαβών χρησιμοποιήθηκε ένα κασσετόφωνο SONY CFS-45 και στερεοφωνικά ακουστικά (Realistic NOVA 40). Η χρήση της παραλλαγής της διαδικασίας με

μονή απάντηση αν και έχει δεχτεί κριτική στο παρελθόν (Linebaugh, 1978) έχει δείχθει ότι δίνει αποτελέσματα που διαφέρουν σημαντικά από εκείνα της διαδικασίας των «δύο απαντήσεων» στο παράδειγμα της υποχρεωτικής επιλογής¹² (Repp, 1976). Εξαρτημένη μεταβλητή ήταν το άθροισμα του αριθμού των σωστών απαντήσεων για κάθε αυτί και ομάδα. Επιπλέον, υπολογίστηκαν οι αντίστοιχες τιμές των λαθών.

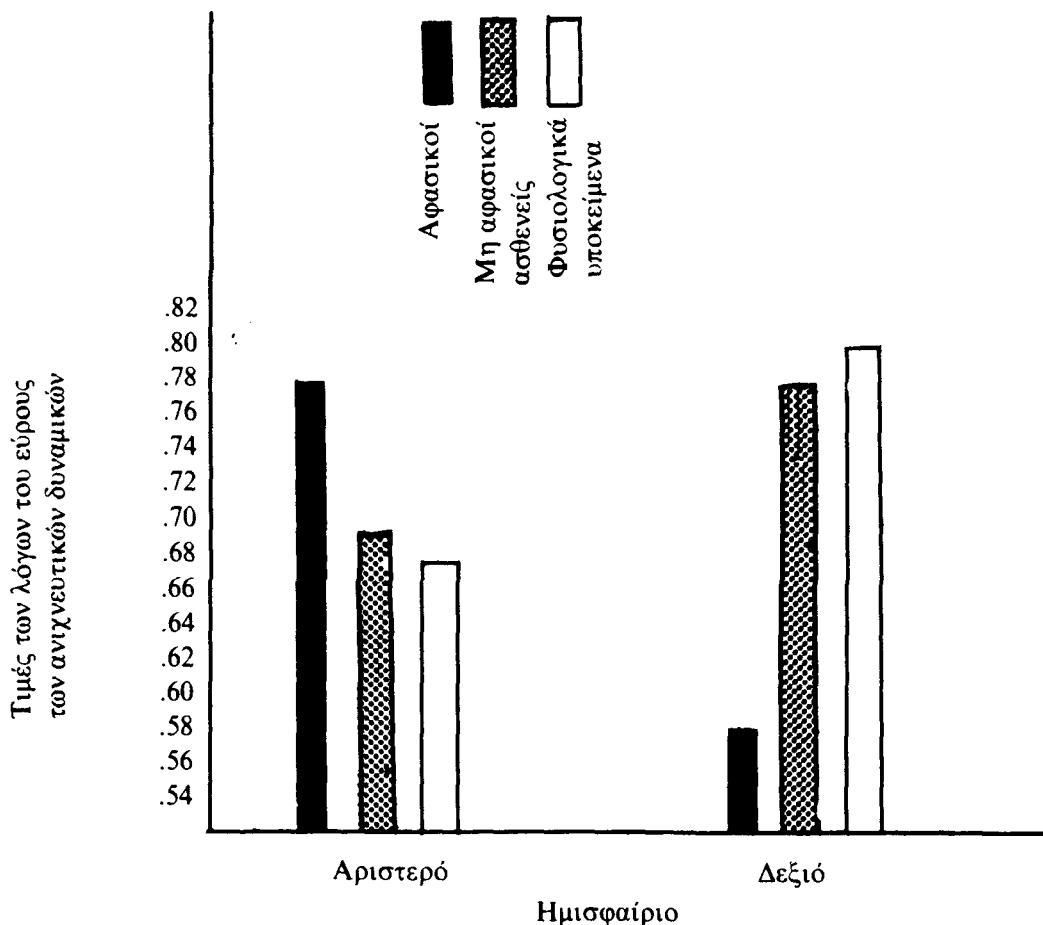
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Αποτελέσματα από τα ανιχνευτικά δυναμικά

Για να ελεγχθεί η βασική υπόθεση ότι οι ασθενείς με βλάβες στο αριστερό ημισφαίριο παρουσιάζουν μεγαλύτερη ενεργοποίηση του δεξιού ημισφαιρίου κατά την εκτέλεση των γλωσσικών δοκιμασιών, σε αντίθεση με τους ασθενείς με βλάβες στο δεξιό ημισφαίριο και τα φυσιολογικά υποκείμενα, οι λόγοι του εύρους των ανιχνευτικών δυναμικών υποβλήθηκαν σε Ανάλυση Διακύμανσης μικτού σχεδιασμού του τύπου 3(ομάδες)×2 (ημισφαίρια)×4(δοκιμασίες). Η ανάλυση έδειξε μία μόνο στατιστικά σημαντική αλληλεπίδραση, μεταξύ ημισφαιρίων και ομάδων ($F=4.21$, $df=2, 46$, $p<.03$). Το αποτέλεσμα αυτό επιβεβαιώνει την αρχική πρόβλεψη για μεγαλύτερη υποβάθμιση των ανιχνευτικών δυναμικών στο δεξιό ημισφαίριο, για τους αφασικούς ασθενείς, και στο αριστερό ημισφαίριο για τους μη αφασικούς ασθενείς και τα φυσιολογικά υποκείμενα, στο σύνολο των πειραματικών δοκιμασιών.

¹¹ Δηλαδή απάντηση με μια μόνο συλλαβή κατά αυτί. Η διαδικασία ήταν όμοια με εκείνη που είχε χρησιμοποιηθεί από τους Moore και Papaniolaou (1988).

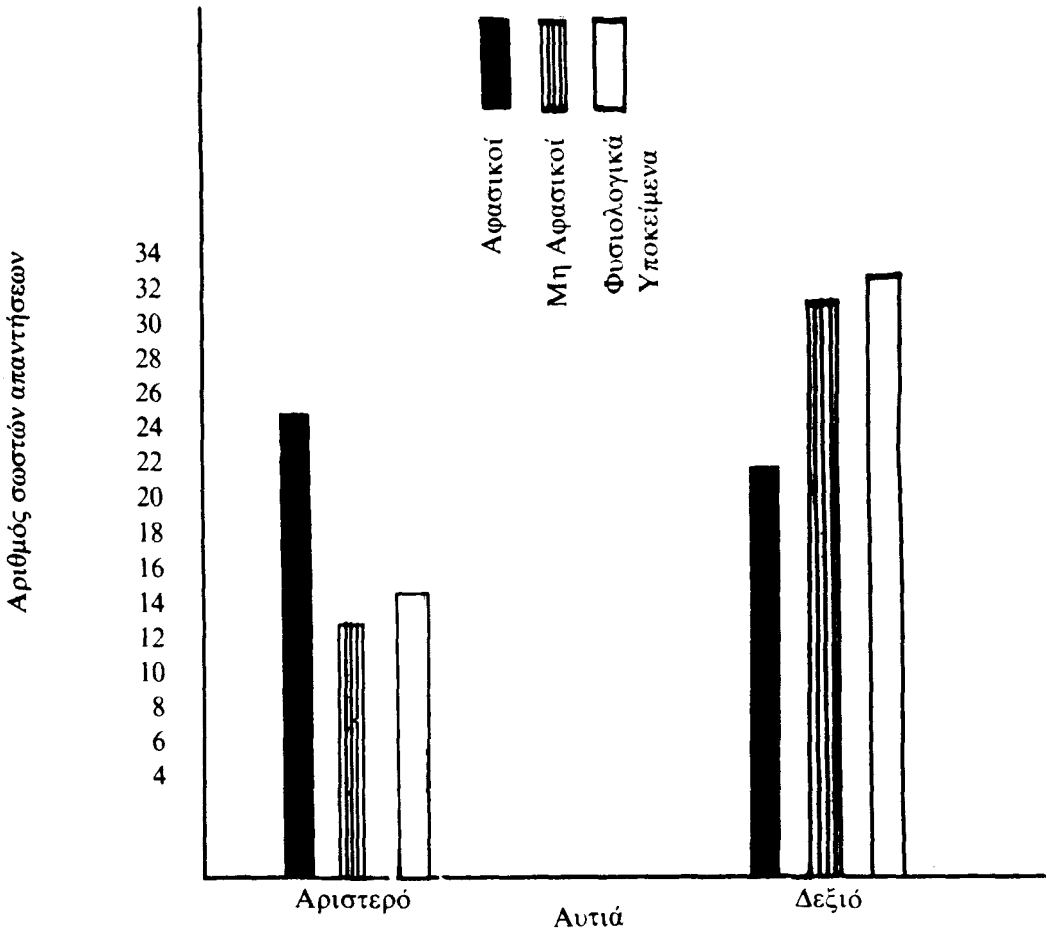
¹² *Forced choice paradigm*



ΣΧΗΜΑ 3. Μέσες τιμές των λόγων (σύνολο πειραματικών συνθηκών / συνθήκη ελέγχου), του εύρους των ανιχνευτικών δυναμικών για κάθε ημισφαίριο και για το σύνολο των πειραματικών συνθηκών.

Στη συνέχεια, τα δεδομένα των ίδιων λόγων, από κάθε δοκιμασία χωριστά, υποβλήθηκαν σε τέσσερις Αναλύσεις Διακύμανσης μικτού σχεδιασμού του τύπου 3(ομάδες)×2(ημισφαίρια) για να διαπιστωθεί εάν σημειώθηκε η ίδια μορφή σχετικής υποβάθμισης σε κάθε μία. Η τιμή του κριτηρίου για την αλληλεπίδραση των ομάδων και των ημισφαιρίων βρέθηκε στατιστικά σημαντική για τη δεύτερη ($F=5.02$, $df=2.49$, $p<.02$), την τρίτη ($F=3.80$, $df=2.50$, $p<.03$) και την τέταρτη ($F=4.68$, $df=2.48$, $p<.02$), όχι

όμως και για την πέμπτη δοκιμασία ($F=2.54$, $df=2.49$, $p<.09$). Το τελευταίο αποτέλεσμα οφείλεται πιθανότατα στην ευκολία της δοκιμασίας Επισκίασης για τα φυσιολογικά υποκείμενα και τους μη αφασικούς ασθενείς, όπως διαπιστώθηκε από προσωπικές αναφορές, και από την επίδοση των δύο ομάδων (100 και 99,6% σωστές απαντήσεις, αντίστοιχα). Στις δυο αυτές ομάδες παρατηρήθηκε απλά μια τάση για μεγαλύτερη υποβάθμιση των ανιχνευτικών δυναμικών στο αριστερό ημισφαίριο η οποία, όμως, μπορεί



ΣΧΗΜΑ 4. Μέσοι αριθμοί σωστών απαντήσεων σε συλλαβές που παρουσιάζονται διχωτικά, για κάθε αυτί και ομάδα

να αποδοθεί στη συχνά παρατηρούμενη επίδραση επικάλυψης (*masking effect*) του εκφωνούμενου υλικού πάνω στο ανιχνευτικό ερέθισμα. Η επιλογή πάντως όχι ιδιαίτερα δύσκολων δοκιμασιών έγινε σκόπιμα ώστε η εκτέλεσή τους από τους αφασικούς ασθενείς να μην είναι απογοητευτική για του ίδιους.

Οι βασικές τιμές του εύρους των δυναμικών της συνθήκης ελέγχου υποβλήθηκαν σε Ανάλυση Διακύμανσης μικτού σχεδιασμού του τύπου 3(ομάδες)×2(ημισφαίρια), για να ελεγχθεί η πιθανότητα ότι οι ασυμμετρίες στους λόγους του εύρους των δυναμικών, που παρατηρήθη-

καν στους ασθενείς στο σύνολο των γλωσσικών δοκιμασιών, οφείλονταν σε πλαγιωμένα αισθητηριακά ελλείματα, εξ αιτίας των μονόπλευρων εγκεφαλικών βλαβών. Η ανάλυση έδωσε αρνητικά για την πιθανότητα αυτή αποτελέσματα και ανάλογα με εκείνα που βρέθηκαν στη δεύτερη μελέτη.

Τέλος, θεωρήθηκε ότι δεν υπήρχε καμία σαφής ένδειξη ότι ο βαθμός της ενασχόλησης του δεξιού ημισφαιρίου των αφασικών ασθενών με γλωσσικές λειτουργίες μπορούσε να συσχετισθεί με την επίδοσή τους στο WAB ή την σοβαρότητα των εγκεφαλικών βλαβών που είχαν.

Αποτελέσματα από τη δοκιμασία διχωτικής ακοής

Για να διαπιστωθεί εάν οι ομάδες διέφεραν μεταξύ τους στην υπεροχή του ενός αυτιού, οι μέσοι αριθμοί των σωστών απαντήσεων υποβλήθηκαν σε Ανάλυση Διακύμανσης επαναληπτικών μετρήσεων του τύπου 2(αυτιά)×3 (ομάδες), η οποία αποκάλυψε μια στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση για τον παράγοντα αυτιά ($F=15.71$, $df=1.49$, $p<.0002$) και μια επίσης σημαντική αλληλεπίδραση ($F=5.55$, $df=2.49$, $p<.007$).

Στο σχήμα 4 φαίνεται καθαρά η αναμενόμενη υπεροχή του δεξιού αυτιού στα φυσιολογικά υποκείμενα και στους μη αφασικούς ασθενείς, σε αντίθεση με τους αφασικούς ασθενείς, οι οποίοι παρουσίασαν μία πολύ διαφορετική μορφή με μια ελαφρά υπεροχή του αριστερού αυτιού. Το γεγονός αυτό υποδηλώνει μια τάση για μεγαλύτερη συμμετοχή του δεξιού ημισφαιρίου στη δοκιμασία της διχωτικής ακοής που χρησιμοποιήθηκε.

Η παρατήρηση ότι στη συνθήκη ελέγχου τα ανιχνευτικά δυναμικά ήταν αμφοτερόπλευρα συμμετρικά για όλα τα υποκείμενα, αποτελεί ισχυρή ένδειξη ότι η εξαιρετικά μειωμένη προτίμηση του δεξιού αυτιού που βρέθηκε στους αφασικούς ασθενείς δεν οφείλεται σε μονόπλευρη αισθητηριακή έκπτωση, εξ αιτίας της βλάβης στο αριστερό ημισφαίριο (Linebaugh, 1978, Niccum, Speaks, Rubens et al., 1986 και Niccum, Selnes, Speaks et al., 1986), και συγκεκριμένα είτε στις πρωτογενείς αισθητηριακές περιοχές (έλικα του Heschl), είτε στον ακουστικό συνειρμικό φλοιό. Η τελευταία πιθανότητα γίνεται μικρότερη αν ληφθεί ακόμα υπ' όψιν ότι: (α) ο συνολικός αριθμός των λαθών κατά τη δοκιμασία δεν διέφερε σημαντικά μεταξύ ασθενών και φυσιολογικών υποκειμένων (η τιμή του κριτηρίου F από την Ανάλυση Διακύμανσης μονής κατεύθυνσης, που

εκτελέστηκε, βρέθηκε μη σημαντική), και (β) το μέγεθος της υπεροχής του αριστερού ή του δεξιού αυτιού δεν ήταν μεγαλύτερο στους αφασικούς και μη αφασικούς ασθενείς, αντίστοιχα, από το ίδιο μέγεθος για το δεξί αυτί στα υποκείμενα ελέγχου, καθώς δεν βρέθηκε στατιστικά σημαντική κύρια επίδραση των ομάδων στην Ανάλυση Διακύμανσης, που έγινε αρχικά. Τα τελευταία αποτελέσματα θα αναμενόταν όταν, εξαιτίας μιας μονόπλευρης αισθητηριακής έκπτωσης, είχε ελαχιστοποιηθεί η ικανότητα του ενός ημισφαιρίου για επεξεργασία ακουστικών ερεθισμάτων και κατά συνέπεια είχε μειωθεί ο ανταγωνισμός και η παρεμβολή του πληγέντος στο ακέραιο ημισφαίριο. Οι ενδείξεις αυτές συνηγορούν υπέρ της υπόθεσης ότι η μεταβολή στην υπεροχή του αυτιού για λεκτικό υλικό, στους αφασικούς ασθενείς, οφείλεται στην αλλαγή του βαθμού της σχετικής συμμετοχής των ημισφαιρίων στις γλωσσικές λειτουργίες και όχι στην εξασθένηση των γλωσσικών μηνυμάτων προτού να υποστούν γλωσσολογική επεξεργασία.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η διαπίστωση ότι είναι αρκετά κοινό φαινόμενο η αποκατάσταση των γλωσσικών λειτουργιών σε άτομα που παρουσίασαν κάποια μορφή αφασίας μετά από βλάβες στο αριστερό ημισφαίριο (Kertesz and McCabe, 1977, Reinvang and Engvik, 1980 και Sarno and Levita, 1979), θέτει αρκετά ζητήματα αναφορικά με τους μηχανισμούς που διαμεσολαβούν γι' αυτή τη θελτώση ή ίαση και κατ' επέκταση για τη σχέση που μπορεί να υπάρχει με το γενικότερο πρόβλημα της πλαστικότητας του νευρικού συστήματος.

Τα αποτελέσματα από τις τρεις μελέτες που παρουσιάσαμε διεξοδικά σ' αυτό

το άρθρο συμφωνούν με προηγούμενα ευρήματα από το ίδιο εργαστήριο (Deutsch, Paranicolaou and Eisenberg, 1987 και Moore and Paranicolaou, 1988), καθώς και με παλαιότερες αναφορές από μελέτες κλινικών περιπτώσεων (Basser, 1962, Cummings, Benson, Walsh et al, 1979, Dennis and Whitaker, 1976, Gardner, Karnosh, McClure et al. 1955, Gowers, 1893, Kinsbourne, 1971, Levin, 1981, Nielsen, 1936, Smith and Sugar, 1975 και Wilson, 1970). Στο σύνολό τους τα δεδομένα αυτά ενισχύουν την υπόθεση ότι το υπό εξέταση φαινόμενο συνδέεται με σημαντική αύξηση της συμμετοχής, στη γλωσσική επεξεργασία, του μη κυρίαρχου, αλλά σχετικά υγιούς, δεξιού ημισφαιρίου. Τα αποτελέσματα που παραθέτουμε προέρχονται από την παράλληλη εφαρμογή δύο ερευνητικών παραδειγμάτων (ανιχνευτικά δυναμικά και διχωτική ακοή), τα οποία έχουν δοκιμαστεί, ανεξάρτητα, στο παρελθόν για την εγκυρότητά τους στην εκτίμηση της ημισφαιρικής κυριαρχίας για τη γλώσσα (Paranicolaou, Deutch, Bourbon et al. 1987, Paranicolaou, Levin, Eisenberg et al, 1983 και Repp, 1976). Τα ευρήματα από τη χρήση των ανιχνευτικών δυναμικών επαναλήφθηκαν με αξιοσημείωτη μεταξύ τους συμφωνία και στις τρεις μελέτες που περιγράφουμε, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν σε διαφορετικές ομάδες πρώην αφασικών και μη αφασικών ασθενών, παρέχοντας έτσι θετικές ενδείξεις για την αξιοπιστία της μεθόδου για τον έλεγχο πειραματικών υποθέσεων, που αφορούν κλινικούς πληθυσμούς. Τα ευρήματα των δύο πρώτων μελετών επεκτάθηκαν, με τη χρησιμοποίηση, στην τρίτη, μιας σειράς γλωσσικών δοκιμασιών, σε περισσότερους τύπους της πρόσληψης γλωσσικών στοιχείων (φωνολογική και σημασιολογική επεξεργασία). Στο σύνολό τους, τα αποτελέσματα παρέχουν ενδείξεις για μεγαλύτερη νευροηλεκτρική ενεργοποίηση των κροταφικών περιοχών του δεξιού ημισφαιρίου, σε σχέση με τις ομόλογες

περιοχές του αριστερού, στην ομάδα των πρώην αφασικών ασθενών κατά την εκτέλεση γλωσσικών δοκιμασιών, σε αντίθεση με τις ομάδες των φυσιολογικών υποκειμένων και των μη αφασικών ασθενών, στις οποίες παρατηρήθηκε προεξάρχουσα ενεργοποίηση του αριστερού ημισφαιρίου. Αυτή η μορφή έχει βρεθεί, με την ίδια μέθοδο, ότι χαρακτηρίζει την πλειοψηφία των φυσιολογικών δεξιόχειρων υποκειμένων κατά τη γλωσσική επεξεργασία (βλέπε π.χ. Paranicolaou, Levin, Eisenberg et al., 1983). Το γεγονός ότι οι πρώην αφασικοί ασθενείς εξετάστηκαν στα πειράματα μεγάλο διάστημα μετά από την πρόκληση της εγκεφαλικής βλάβης (βλ. Πίνακα 1) συνηγεί υπερ της μονιμότητας του φαινομένου. Παράλληλα διαπιστώθηκε με αρκετή βεβαιότητα (στη δεύτερη και τρίτη μελέτη) ότι η κατεύθυνση της ημισφαιρικής ασυμμετρίας στη νευρο-ηλεκτρική ενεργοποίηση σε αυτούς τους ασθενείς δεν αποτελούσε απλό επιφανόμενο μιας πιθανής μονόπλευρης παρεμβολής των εγκεφαλικών βλαβών στην ικανότητα ακουστικής επεξεργασίας του ανιχνευτικού ερεθίσματος.

Το γεγονός ότι όλοι οι αφασικοί ασθενείς που εξετάστηκαν είχαν ισχυρό ιστορικό δεξιοχειρίας και παρουσίαζαν μονόπλευρες εστιακές βλάβες καταρρίπτει την πιθανότητα να παρουσίαζαν μικτή ημισφαιρική κυριαρχία ή τα γλωσσικά τους ελλείματα να οφείλονταν σε χιαστή αφασία (Boller, 1973, Brown and Hecaen, 1976 και Ettlinger, Jackson and Zangwill, 1955). Τέλος, η συμμετοχή στην έρευνα ομάδων ασθενών, οι οποίοι δεν είχαν παρουσιάσει ποτέ προβλήματα στη γλώσσα, έγινε για τον πειραματικό έλεγχο του παράγοντα του εγκεφαλικού τραυματισμού, ανεξάρτητα από το σημείο (πλευρά) της βλάβης.

Η υπόθεση της αλλαγής της ημισφαιρικής κυριαρχίας για τη γλώσσα θα πρέπει να θεωρηθεί σε συνάρτηση με τις τρέχουσες απόψεις που αφορούν τη δυνατότητα του δεξιού ημισφαιρίου στους

ενήλικες να αναλαμβάνει τις γλωσσικές λειτουργίες μετά από την αφαίρεση του αριστερού ημισφαιρίου (Zaidel, 1976), ή να συμμετέχει στη διεκπεραίωσή τους, όταν το τελευταίο είναι ακέραιο (Beaumont, 1982 και Berlin, 1977), ή ακόμα να επιτελεί κάποια γλωσσική επεξεργασία, ανεξάρτητα από το κυρίαρχο για την γλώσσα ημισφαίριο (Gazzaniga and Hillyard, 1971, Gazzaniga and Sperry, 1967 και Sidtis, Volpe, Wilson, et al., 1981).

Οι ενδείξεις από τα ανιχνευτικά δυναμικά, που παραθέτουμε εδώ, έχουν το σημαντικό πλεονέκτημα να παρακάμπτουν τα προβλήματα εγκυρότητας που τίθενται για τις μελέτες οι οποίες στοχεύουν στη διερεύνηση της σχετικής συμβολής των δύο ημισφαιρίων στη γλώσσα, στηριζόμενες σε μεθόδους καταγραφής παραμέτρων συμπεριφοράς (Cohen, 1982 και Millar and Whitaker, 1983). Επιπρόσθετα, η εφαρμογή του ανιχνευτικού παραδείγματος προσδίδει σημαντική «οικολογική»¹³ αξία (Papanicolaou and Johnstone, 1984) στα συμπεράσματά μας, την οποία θα στερούσε η χρήση απλών προκλητών δυναμικών.

Παρ' όλα αυτά, παραμένουν αρκετά προβληματικά σημεία, τα οποία είναι κοινά στις μελέτες που χρησιμοποιούν κλινικά υποκείμενα για την έρευνα της πλαγίωσης των γλωσσικών λειτουργιών. Μεταξύ αυτών σημειώνουμε, πρώτα απ' όλα, την αδυναμία ελέγχου ή αξιολόγησης του ακριβούς μεγέθους και της φύσης (α) της ικανότητας για συμμετοχή στη γλωσσική επεξεργασία που υπολείπεται στο αριστερό ημισφαίριο των πρώην αφασικών ασθενών αμέσως μετά την πρόκληση της εγκεφαλικής θλάθης), (β) της ανάκτησης (εάν υπήρξε) νευρικής λειτουργικότητας από τις πληγείσες «γλωσσικές» περιοχές του ίδιου ημισφαιρίου, και (γ) (θεωρητικά μόνο)

της μεταφοράς γλωσσικών λειτουργιών σε άλλες σχετικά υγιείς περιοχές του αριστερού ημισφαιρίου σ' αυτή την ομάδα των ασθενών. Οι παραπάνω διεργασίες σχετίζονται τόσο με ενδογενείς όσο και εξωγενείς παράγοντες οι οποίοι δεν έχουν προσδιοριστεί ικανοποιητικά ως τώρα. Η νευρο-ηλεκτρική ενεργοποίηση, που καταγράφηκε στο αριστερό ημισφαίριο των πρώην αφασικών ασθενών στη διάρκεια των γλωσσικών δοκιμασιών, υποδεικνύει την ύπαρξη τέτοιας φύσεως διεργασιών, με αθροιστικό όμως και όχι με διακριτικό τρόπο.

Στην όποια περίπτωση, πάντως, θα ήταν δύσκολο να διασαφηνιστεί εάν η, των «γλωσσικών» περιοχών του αριστερού ημισφαιρίου που έχουν πληγεί και που οπωσδήποτε δυσλειτουργούν, δεν αντιπροσωπεύει κυρίως την παραγωγή «θορύβου», ο οποίος είναι δυνατό να παρεμβαίνει στην προσπάθεια του δεξιού ημισφαιρίου να διεκπεραιώσει τη γλωσσική επεξεργασία.

Μία ακόμη δυνητική πηγή προβλημάτων, που αφορά το σύνολο των μελετών οι οποίες απευθύνονται σε υποθέσεις διαφορικής ημισφαιρικής λειτουργίας, σχετίζεται με ένα αριθμό μεταβλητών «μεταξύ υποκειμένων», σε σχέση με τις οποίες η διακύμανση των ποικίλων μεγεθών της ημισφαιρικής ασυμμετρίας για τη γλώσσα δεν είναι ικανοποιητικά προβλέψιμη. Τέτοιες μεταβλητές είναι, μεταξύ άλλων, το φύλο, η προτίμηση χεριού, το οικογενειακό ιστορικό της και οι ατομικές στρατηγικές στη γνωστική επεξεργασία (Bryden, 1978). Στην περίπτωσή μας, η ανεξέλεγκτη συμμετοχή αυτών των παραγόντων στη διαμόρφωση των πειραματικών αποτελεσμάτων δεν θα έπρεπε να αγνοηθεί, καθώς, όσον αφορά τα ανιχνευτικά δυναμικά, δεν υπάρχουν δεδομένα με φυσιολογικές τιμές (*normative data*) για το βαθμό της

¹³ Δηλαδή, η εξέταση αυτού του τύπου πλησιάζει όσο είναι δυνατό τις συνθήκες τρέχουσας συμπεριφοράς των υποκειμένων

συσχέτισης κάθε ενός απ' αυτούς με την εξαρτημένη μεταβλητή, ενώ, αναφορικά με τη διχωτική ακοή, τα υπάρχοντα δεδομένα συνιστούν, στο σύνολό τους, μάλλον ασαφείς ενδείξεις (Dagenbauch, 1986, Lake and Bryden, 1976 και Piazza, 1980). Οι διαπιστώσεις αυτές συνδέονται με το γενικότερο ζήτημα που αφορά τη χρησιμοποίηση ομαδικών δεδομένων στη μελέτη ημισφαιρικών ασυμμετριών για γνωστικές λειτουργίες (βλέπε π.χ., Caramazza and Martin, 1983 και Colbourn, 1978). Παρ' όλο, λοιπόν, ότι τα αποτελέσματα από τις μελέτες, που παρουσιάζουμε εδώ, παρέχουν σαφείς ενδείξεις για μεγαλύτερη συμβολή, στους περισσότερους από τους πρώην αφασικούς ασθενείς, μηχανισμών δι-ημισφαιρικής νευρικής αναδιοργάνωσης στην παρατηρούμενη λειτουργική ανασύσταση της γλώσσας, εξακολουθεί να παραμένει αδιευκρίνιστο τόσο το μέγεθος της παράλληλης συμμετοχής στο φαινόμενο μηχανισμών ενδο-ημισφαιρικής νευρικής πλαστικότητας, όσο και η ακριβής φύση της υποτιθέμενης ανακατανομής των ρόλων των ημισφαιρίων. Μπορεί πάντως να διατυπωθεί, έστω και πρόωρα, μια πρόταση για τον πιθανό παράγοντα, που διαμεσολαβεί αυτό το φαινόμενο, με την υπόθεση ότι οι βλάβες στις «γλωσσικές» περιοχές του αριστερού ημισφαιρίου διευκολύνουν να σταματήσει η αναστολή της συμμετοχής των ομολόγων περιοχών του δεξιού, οι οποίες βρίσκονται κανονικά σε καθεστώδες συνεχούς και ενεργητικής αναστολής, καθώς είναι πολύ λιγότερο αποτελεσματικές στη διεκπεραίωση γλωσσικών λειτουργιών (Papanicolaou, 1980). Η ευρετική αξία αυτής της υπόθεσης ενισχύεται και από την παρατήρηση ότι αρκετοί από τους δυσαρθρικούς ασθενείς της δεύτερης μελέτης, παρουσίασαν παρόμοια μορφή υποβάθμισης, αλλά με μικρότερο βαθμό

ασυμμετρίας, του εύρους των ανιχνευτικών δυναμικών, με την ομάδα των αφασικών ασθενών, αν και είχαν υποστεί ελαφρές εγκεφαλικές βλάβες και παροδικά, μόνο, προβλήματα στο λόγο. Φαίνεται, λοιπόν, πιθανό ότι αυτές οι εγκεφαλικές βλάβες ήταν επαρκείς για να προκαλέσουν τη μερική διευκόλυνση για να σταματήσει η αναστολή της λειτουργίας των «γλωσσικών» περιοχών του δεξιού ημισφαιρίου σε αυτούς τους ασθενείς.

Επισημαίνουμε, τέλος, ότι τα δεδομένα που παραθέτουμε εδώ δεν προσφέρουν ενδείξεις για την αξιολόγηση της διαφορικής συμβολής ειδικών μηχανισμών γνωστικής επεξεργασίας στη μορφή της ημισφαιρικής πλαγίωσης της γλώσσας, η οποία βρέθηκε να διακρίνει σ' ένα βαθμό τους πρώην αφασικούς ασθενείς από τις άλλες ομάδες που μελετήθηκαν. Πιστεύουμε ότι η μελλοντική έρευνα θα πρέπει να στραφεί σ' αυτή την κατεύθυνση με δύο τρόπους. Πρώτον, επιλέγοντας πειραματικές δοκιμασίες, οι οποίες θα έχουν δοκιμαστεί ανεξάρτητα, για την εγκυρότητα τους, στην αντιπροσώπευση των επιμέρους γνωστικών διεργασιών που συνθέτουν τη γλωσσική επεξεργασία. Και δεύτερον, χρησιμοποιώντας βελτιωμένες τεχνικές καταγραφής της εγκεφαλικής ενεργοποίησης, όπως τα Προκλητά Μαγνητικά Πεδία¹⁴ (Papanicolaou, Wilson, Busch et al., 1988), σε συνδυασμό με τη Μαγνητική Απεικόνιση¹⁵ (Papanicolaou, Baumann, Rogers et al., 1990). Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται μια σταθερή αύξηση του όγκου των δεδομένων με φυσιολογικές τιμές από την εφαρμογή αυτών των μεθόδων, με πολύ ενθαρρυντικές ενδείξεις για την εγκυρότητα και την αξιοπιστία των μεγεθών που χρησιμοποιούν τόσο στη μελέτη φυσιολογικών όσο και κλινικών πληθυσμών (βλέπε Papanicolaou, υπό δημοσίευση, για πρόσφατη α-

¹⁴ Evoked Magnetic Fields

¹⁵ Magnetic Resonance Imaging

νασκόπηση). Τα σοβαρά πλεονεκτήματά τους, κυρίως στον εντοπισμό των πηγών της δραστηριότητας του εγκεφαλικού φλοιού, σε σχέση με τον τύπο της πειραματικής δοκιμασίας ή ερεθίσματος, υπόσχονται σημαντική πρόοδο στη διερεύνηση των ειδικών μηχανισμών, που συμ-

μετέχουν τόσο στο φαινόμενο της ημισφαιρικής κυριαρχίας για τη γλώσσα στον ακέραιο εγκέφαλο όσο και στη διαδικασία της στροφής αυτής της κυριαρχίας μετά από βλάβες στο αριστερό ημισφαίριο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Basser L.S. Hemiplegia of early onset and the faculty of speech with special reference to the effects of hemispherectomy. *Brain*, 1962, 85, 427-60.
- Bavosi R. and Rupp R.R. Dichotic abilities in children, normal adults and aphasic adults for open and closed context words. *Journal of Audit. Research*, 1984, 24, 265-78.
- Beaumont J.G. Studies with verbal stimuli. In J.G. Beaumont (Ed.) *Divided visual field studies of cerebral organization*. Academic Press, 1982.
- Benton A.L. and Hamsher K. *Multilingual Aphasia Examination*. Iowa City, University of Iowa, 1978.
- Berlin C.I. Hemispheric asymmetry in auditory tasks. In S. Harvad, R.W. Doty, L. Goldstein, J. Jaynes and G. Krauthamer (Eds). *Lateralization in the nervous system*. Academic Press, 1977.
- Boller F. Destruction of Wernicke's area without language disturbance: A fresh look at crossed aphasia. *Neuropsychologia*, 1973, 11, 243-6.
- Brown J.W. and Hecaen H. Lateralization and language representation: Observations on aphasia in children, left-handers and «anomalous» dextrals. *Neurology* (NY), 1976, 26, 183-9.
- Bryden M.P. Strategy effects in the assessment of hemispheric asymmetry. In G. Underwood (Ed.) *Strategies of information processing*. Academic Press, 1978.
- Burklund C.W. and Smith A. Language and the cerebral hemispheres: observation of verbal and nonverbal responses during 18 months following left «dominant» hemispherectomy. *Neurology*, 1977, 27, 627-33.
- Caramazza A. and Martin R.C. Theoretical and methodological issues in the study of aphasia. In J.B. Hellige (Ed.) *Cerebral hemisphere asymmetry: Method, theory and application*. Praeger Publishers, 1983.
- Cohen G. Theoretical interpretations of lateral asymmetries. In J. G. Beaumont (Ed.) *Divided visual field studies of cerebral organization*. Academic Press, 1982.
- Colbourn C.J. Can laterality be measured? *Neuropsychologia*, 1978, 16, 283-9.
- Cummings J.L., Benson D.F., Walsh M.J. and Levine H.L. Left- to-right transfer of language dominance: A case study. *Neurology* (NY), 1979, 29, 1547-50.
- Dagenbauch D. Subject variable effects in correlations between auditory and visual language processing asymmetries. *Brain Language*, 1986, 28, 169-77.

- Dennis M. and Whitaker H.A. Language acquisition following hemidecortication: Linguistic superiority of the left over the right hemisphere. *Brain Language*, 1976, 3, 404-33.
- Deutsch G., Papanicolaou A.C. and Eisenberg H.M. CBF during tasks intended to differentially activate the cerebral hemispheres: New normative data and preliminary applications in recovering stroke patients. *Journal of Cerebral Blood Flow Metabolism*, 1987, 7, S306.
- Ettliger G., Jackson C.V. and Zangwill O.L. Dysphasia following right temporal lobectomy in a right-handed man. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 1955, 18, 214-7.
- Gardner W.J., Karnosh L.J., McClure C.C. Jr. and Gardner A.K. Residual function following hemispherectomy for tumor and for infantile hemiplegia. *Brain*, 1955, 78, 487-502.
- Gazzaniga M.S. and Hillyard S.A. Language and speech capacity of the right hemisphere. *Neuropsychologia*, 1971, 9, 273-80.
- Gazzaniga M.S. and Sperry R.W. Language after section of the cerebral commissures. *Brain*, 1967, 90, 131-48.
- Geschwind N. Problems in the anatomical understanding of the aphasias. In A.L. Benton (Ed.) *Contributions to Clinical Neuropsychology*. Chicago, Aldine. 1969.
- Gowers W.R. *A Manual of diseases of the nervous system*. London, Churchill, 1893.
- Henschen S.E. *Klinische und Anatomische Beiträge zur Pathologie des Gehirns*. Stockholm, Nordiska Bokhandeln. 1922, vols 5-7.
- Jaspers H.H. The ten-twenty electrode system of the international federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1958, 10, 361-5.
- Johnson J., Sommers R.K. and Weidner W.E. Dichotic ear preference in aphasia. *Journal of Speech and Hearing Research*, 1977, 20, 116-129.
- Johnson J.P., Sommers R.K. and Weidner W.E. In response to dichotic ear preference in aphasia: Another view. *Journal of Speech and Hearing Research*, 1978, 21, 601-3.
- Kertesz A. and McCabe P. Recovery patterns and prognosis in aphasia. *Brain*, 1977, 100, 1-18.
- Kinsbourne M. The minor cerebral hemispheres as a source of aphasic speech. *Archives of Neurology*, 1971, 25, 302-6.
- Lake D.A. and Bryden M.P. Handedness and sex differences in hemispheric asymmetry. *Brain Language*, 1976, 3, 266-82.
- Leissner P., Lindhold L-E. and Petersen I. Alpha amplitude dependence on skull thickness as measured by ultra sound technique. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1970, 29, 392-9.
- Levin H.S. Aphasia in closed head injury. In M.T. Sarno (Ed.) *Acquired Aphasia*. New York, Academic Press, 1981.
- Levin H.S., Grossman R.G., Sarwar M. and Meyers C.A. Linguistic recovery after closed head injury. *Brain Language*, 1981, 12, 360-74.
- Linebaugh C.W. Dichotic ear preference in aphasia: Another view. *Journal of Speech and Hearing Research*, 1978, 21, 598-600.
- Luria A.R. *Restoration of function after brain injury*. London, Pergamon Press, 1963.
- Millar J.M. and Whitaker H.A., The right hemisphere's contribution to language: A review of the evidence from brain-damaged subjects. In S.J. Segalowitz (Ed.) *Language functions and brain organization*. Academic Press, 1983, pp. 87-113.
- Moore B. and Papanicolaou A.C. Dichotic listening evidence of right hemisphere involvement in recovery from aphasia following stroke. *Journal of clinical and experimental Neuropsychology*, 1988, 10, 380-5.

- Niccum N., Selnes O., Speaks C. et al. Longitudinal dichotic listening patterns for aphasic patients: III. Relationship to language and memory variables. *Brain Language*, 1986, 28, 303-17.
- Niccum N., Speaks C., Rubens A. et al. Longitudinal dichotic listening patterns for aphasic patients: II. Relationship with lesion variables. *Brain Language*, 1986, 28, 289-302.
- Nielsen J.M. *Agnosia, Apraxia, Aphasia: Their value in cerebral localization*. New York, Paul B. Hoeber, Inc., 1936.
- Paivio A., Yuille J.C. and Madigan S.A. Concreteness imagery and meaningfulness values for 925 nouns. *Journal of Experimental Psychology Monographs (Suppl.)*, 1968, 76, 1-25.
- Papanicolaou A.C. Cerebral excitation profiles in language processing: The photic probe paradigm. *Brain Language*, 1980, 9, 269-80.
- Παπανικολάου Α. Εκτίμηση ημισφαιρικής επικράτησης για νοητικές λειτουργίες με ανιχνευτικά νευρο-ηλεκτρικά δυναμικά. Στο Γ. Καπρίνης, Θ. Καράβατος και Θ. Τζαβάρας (Εκδ.), *Κείμενα Νευροψυχολογίας*. Θεσσαλονίκη, Σύγχρονα Θέματα, 1987.
- Papanicolaou A.C. Baumann S., Rogers R.L., Saydjari C., Amparo E.G. and Eisenberg H.M. Localization of auditory response sources using Magnetoencephalography and Magnetic Resonance Imaging. *Archives of Neurology*, 1990, 47, 33-7.
- Papanicolaou A.C., Deutsch G., Bourbon W.T. et al. Convergent evoked potential and cerebral blood flow evidence of task-specific hemispheric differences. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 1987, 66, 515-20.
- Papanicolaou A.C. and Johnstone J. Probe evoked potentials: Theory, method and applications. *International Journal of Neurosciences*, 1984, 24, 107-31.
- Papanicolaou A.C., Levin H.S., Eisenberg H.M. and Moore B.D. Evoked potential indices of selective hemispheric engagement in affective and phonetic tasks. *Neuropsychologia*, 1983, 21, 401-5.
- Papanicolaou A.C., Schmidt A.L., Moore B.D. and Eisenberg H. M. Cerebral activation patterns in an arithmetic and a visuospatial processing task. *International Journal of Neurosciences*, 1983, 20, 283-8.
- Papanicolaou A.C., Wilson G.F., Busch C., DeRego P., Orr C., Davis I. and Eisenberg H.M. Hemispheric asymmetries in phonological processing assessed with Probe Evoked Magnetic Fields. *International Journal of Neurosciences*, 1988, 39, 275-81.
- Petit J.M. and Noll J.D. Cerebral dominance in aphasia recovery. *Brain Language*, 1979, 7, 191-200.
- Piazza D.M. The influence of sex and handedness in the hemispheric specialization of verbal and nonverbal tasks. *Neuropsychologia*, 1980, 18, 163-76.
- Reinvang I. and Engvik E. Language recovery in aphasia from three to six months after stroke. In M.T. Sarno and O. Hook (Eds) *Aphasia: assessment and treatment*. New York, Masson Publishers USA, Inc., 1980.
- Repp B. *Identification of dichotic fusions: Haskins Laboratories report on speech research*. New Haven, Conn. Haskins Laboratories, 1976.
- Sarno M.T. and Levita E. Recovery in treated aphasia during the first year post-stroke. *Stroke*, 1979, 10, 663-70.
- Sidtis J.J., Volpe B.T., Wilson D.H., Rayport M. and Gazzaniga M.S. Variability in right hemisphere language function after callosal section: Evidence for a continuum of generative capacity. *Journal of Neurosciences*, 1981, 1, 323-31.

Smith A. and Sugar O. Development of above normal language and intelligence 21 years after hemispherectomy. *Neurology* (NY), 1925, 25, 813-8.

Springer S.P. Tachistoscopic and dichotic-listening investigations of laterality in normal human subjects. In S. Harvad, R.W. Doty, L. Goldstein, J. Jaynes and G. Krauthamer (Eds) *Lateralization in the nervous system*. Academic Press, 1977.

Wilson P.J.E. Cerebral hemispherectomy for infantile hemiplegia: A report of 50 cases. *Brain*, 1970, 93, 147-80.

Zaidel E. Auditory vocabulary of the right hemisphere following brain bisection and hemidecortication. *Cortex*, 1976, 12, 191-211.

Υπό δημοσίευση

Papanicolaou A.C. Applications of Magnetoencephalography to the study of cognition. In R. Zappuia (Ed.) *Windows on the brain: Neuropsychology's technological frontiers*. Annals of the New York Academy of Science.