

**I. ΜΙΧΕΛΟΓΙΑΝΝΗΣ - Μ. ΤΖΕΝΑΚΗ - Μ. ΒΑΜΒΟΥΚΑΣ
Ν. ΠΑΡΙΤΣΗΣ - Ε. ΓΙΑΧΝΑΚΗΣ - Ε. ΠΡΟΚΟΠΑΚΗΣ**

ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΟΕΓΚΕΦΑΛΟΓΡΑΦΗΜΑ ΣΕ ΠΑΙΔΙΑ ΜΕ ΜΑΘΗΣΙΑΚΕΣ ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ

Εισαγωγή

Οι μαθησιακές δυσκολίες αφορούν ένα μεγάλο μέρος του μαθητικού πληθυσμού. Τα παιδιά με μαθησιακές δυσκολίες, είναι σύμφωνα με το σχετικό ορισμό, παιδιά με φυσιολογική νοημοσύνη. Αποτελούν το 10% μέχρι 30% του μαθητικού πληθυσμού, ανάλογα με τα κριτήρια που έχουν εκτιμηθεί στις διάφορες στατιστικές (5,13).

Για να εκπαιδευτούν και να μπουν στο σωστό δρόμο μάθησης και διάπλασης του χαρακτήρα τους, τα παιδιά αυτά χρειάζονται βοήθεια. Για να γίνει όμως αυτό, απαιτείται μια συντονισμένη προσπάθεια από διάφορες ειδικότητες. Επίσης είναι απαραίτητοι ειδικοί για την έγκαιρη ανίχνευση και εκτίμηση των παιδιών με μαθησιακές δυσκολίες. Υπάρχουν πολλά τεστ για ανίχνευση μαθησιακών δυσκολιών. Πρώτα χορηγούνται τα ανιχνευτικά τεστ σε όλο το μαθητικό πληθυσμό, με τα οποία ανιχνεύονται τα ύποπτα για μαθησιακές δυσκολίες παιδιά.

Αυτά τα παιδιά στη συνέχεια πρέπει να εκτιμηθούν πάλι με ειδικά τεστ από ειδικούς για πιο ακριβή εκτίμηση, έτσι ώστε να προγραμματιστεί η αντιμετώπιση του προβλήματος. Τόσων τα ανιχνευτικά τεστ, όσων και τα τεστ εκτίμησης, παρ'όλο που έχουν προσφέρει πάρα πολλά, έχουν αδυναμίες γι'αυτό γίνεται συνεχής προσπάθεια βελτίωσής τους. Επειδή με τα τεστ αυτά εκτιμάται έμμεσα ή άμεσα η εγκεφαλική λειτουργία, γι'αυτό τα τελευταία χρόνια αναπτύσσονται και νευροφυσιολογικές μέθοδοι που σκοπεύουν στο να δώσουν τη δυνατότητα ανάπτυξης αντικειμενικών μεθόδων μέτρησης στοιχείων από την εγκεφαλική λειτουργία π.χ. ηλεκτρικών δυναμικών που παράγονται κατά τη λειτουργία του εγκεφάλου. Τέτοιες αντικειμενικές μετρήσεις, θα μπορούσαν να βοηθήσουν ουσιαστικά.

Το Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (ΗΕΓ) είναι μια από τις βασικές νευροφυσιολογικές εξετάσεις που έχουν σκοπό να βοηθήσουν στην εκτίμηση της εγκεφαλικής λειτουργίας για ιατρική διάγνωση, π.χ. για λειτουργική εκτίμηση δυσλειτουργιών όπως διαταραχών λόγου, ψυχωσικών διαταραχών κλπ. Με τη βοήθεια των ηλεκτρονικών υπολογιστών (Η/Υ), μπορούμε να αποκομίσουμε περισσότερες πληροφορίες από τα ΗΕΓ — σήματα που παράγονται από τον εγκέφαλο και

καταγράφονται στην επιφάνεια του κρανίου. Αυτό μας δίνει δυνατότητες για πιο λεπτομερή εκτίμηση της εγκεφαλικής λειτουργίας.

Σκοπός της έρευνας που παρουσιάζουμε εδώ είναι να χρησιμοποιήσουμε μία μέθοδο ανάλυσης του ΗΕΓ κατά τη διάρκεια ενεργοποίησης της εγκεφαλικής λειτουργίας και να εκτιμήσουμε τις δυνάμεις να μελετηθούν αλλαγές σε μετρήσιμα στοιχεία των παραγομένων ηλεκτρικών δυναμικών του εγκεφάλου, σε παιδιά με κακή σχολική επίδοση, αλλά χωρίς οργανική δυσλειτουργία του εγκεφάλου. Θέλαμε να ελέγξουμε το κατά πόσον μπορούμε να αντικειμενοποιήσουμε (να μετρήσουμε) την αδυναμία μάθησης σε παιδιά που έχουν μείνει πίσω στη μαθησιακή ικανότητα λόγω ελλείπων ερεθισμάτων από το περιβάλλον.

2. Συναφείς έρευνες - επίπεδο έρευνας

Η κλινική νευροφυσιολογία βρίσκεται σε εξέλιξη με σκοπό να συμβάλει στην εκτίμηση της εγκεφαλικής λειτουργίας των παιδιών με μαθησιακές δυσκολίες. Οι νευροφυσιολογικές μέθοδοι που μπορούν να βοηθήσουν στην εκτίμηση της εγκεφαλικής λειτουργίας είναι κυρίως το **Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (ΗΕΓ)** και διάφοροι τύπου **προκλητών δυναμικών**. Μερικές εξετάσεις γίνονται με εξειδικευμένες ηλεκτρονικές συσκευές που κυκλοφορούν στο εμπόριο (8). Τέτοιες συσκευές χρησιμοποιούνται σε μερικά κέντρα και μπορεί να βοηθήσουν στην εκτίμηση και φαρμακευτική θεραπεία παιδιών με μαθησιακές δυσκολίες, που οφείλονται σε δυσλειτουργίες του εγκεφάλου. Ενδεικτικά αναφέρουμε ένα παράδειγμα που δείχνει την αξία του Ηλεκτροεγκεφαλογράφηματος (ΗΕΓ) στην διαγνωστική πράξη: Υπάρχουν παιδιά που παρουσιάζουν απότομα-βραχεία (παροξυσμικά, όπως ονομάζονται) κύματα στον εγκέφαλο, τα οποία οφείλονται σε επιληπτικής φύσης παροδική δυσλειτουργία. Αυτά μπορεί να εκτιμηθούν με συσκευές που καταγράφουν το ΗΕΓ, ενώ συγχρόνως ελέγχεται η ικανότητα αντίδρασης του παιδιού με τη βοήθεια κάποιου τεστ. Τέτοιου είδους απότομες δυσλειτουργίες του εγκεφάλου φαίνονται σε μια εξέταση με κατάλληλο σύστημα και με τη βοήθεια Η/Υ. Αυτές επηρεάζουν την επαφή και ικανότητα αντίδρασης των παιδιών κατά τη διάρκεια της παροξυσμικής εκφόρτισης. Πολλές εκφορτίσεις τέτοιου είδους, εφόσον συμβαίνουν, μπορεί να επηρεάσουν την επίδοση των παιδιών στο σχολείο. Σε μερικά κέντρα με καλά εξοπλισμένα νευροφυσιολογικά εργαστήρια γίνεται λεπτή αξιολόγηση τέτοιων ευρημάτων στο ΗΕΓ που βοηθούν στην κατάλληλη εκτίμηση και θεραπευτική αντιμετώπιση των παιδιών μ' αυτό το πρόβλημα που σε μεγάλη συχνότητα σχετίζεται με μαθησιακές δυσκολίες.

Τα **προκλητά δυναμικά** είναι μια άλλη νευροφυσιολογική εξέταση που μπορεί να μας δώσει πληροφορίες για τη λειτουργία του εγκεφάλου. Τα δυναμικά

αυτά καταγράφονται από την επιφάνεια του κρανίου και είναι απάντηση του εγκεφάλου σε εξωτερικά ερεθίσματα. Η καταγραφή τους απαιτεί πολύπλοκα ηλεκτρονικά μηχανήματα και αυστηρές συνθήκες καταγραφής. Κάθε εξωτερικό ερέθισμα που εισέρχεται στον εγκέφαλο π.χ. ακουστικά ερεθίσματα, οπτικά ερεθίσματα κλπ, προκαλεί αντιδράσεις και επεξεργασίες σε ομάδες νευρικών κυττάρων που σχετίζονται με το εκάστοτε σύστημα πρόσληψης. Με κατάλληλες συσκευές μπορούμε να συνδυάσουμε καταγραφή των ηλεκτρικών δυναμικών από το κεφάλι ενώ προκαλούνται επανειλημμένα ερεθίσματα όπως π.χ. βραχεία ακουστικά ερεθίσματα. Έτσι καταγράφουμε την αντίδραση του εγκεφάλου στο συγκεκριμένο ερέθισμα. Για να καταγράψουμε πιο ευκρινή απάντηση, αθροίζουμε με τη βοήθεια Η/Υ μερικές απαντήσεις που πήραμε μετά τα επανειλημμένα ερεθίσματα. Οι απαντήσεις δηλ. τα προκλητά δυναμικά είναι κυματομορφές που παρουσιάζουν μια πρώτη ομάδα κυμάτων που σχετίζονται με την πρώτη είσοδο των ερεθισμάτων στον εγκέφαλο και την πρώτη μεταβίβασή και επεξεργασία των μεταβιβαζομένων ηλεκτρικών ώσεων. Ακολουθεί ομάδα κυμάτων που προέρχονται από παραπέρα "**εσωτερική**" **επεξεργασία** των μεταβιβαζομένων σημάτων στις αρμόδιες περιοχές του εγκεφάλου. Τα κύματα αυτά προέρχονται από πιο **πολύπλοκες επεξεργασίες** που αντιστοιχούν, ως ένα βαθμό, στις ανώτερες πνευματικές λειτουργίες. Τα κύματα αυτά όμως είναι ασαφή και δύσκολο στο να εκτιμηθούν και γι' αυτό δεν μπορούμε να αξιοποιήσουμε τις πληροφορίες που περιέχουν. Μπορούμε όμως, με κατάλληλη μεθοδολογία, να εκτιμήσουμε μερικές τέτοιου είδους κυματομορφές και να τις χρησιμοποιήσουμε στην πράξη για διάγνωση και εκτίμηση της εγκεφαλικής λειτουργίας. Συχνά χρησιμοποιείται το κύμα "P300" (p=positive δηλ. θετικό, με λανθάνοντα χρόνο από την εφαρμογή του ερεθίσματος περί τα 300 msec). Το κύμα αυτό καταγράφεται ευκρινώς αν δοθούν δυο ερεθίσματα από τον εξεταστή στον εξεταζόμενο εκ των οποίων το δεύτερο αναμένεται μετά το πρώτο π.χ. "πρώτα θα ακούσεις έναν ήχο με τα ακουστικά που φοράς και να προσέχεις να σηκώσεις το χέρι σου όταν, σε λίγο, ακούσεις ένα σφύριγμα". Η απάντηση του εγκεφάλου στον ήχο και το σφύριγμα καθώς και η αναμονή για να έλθει το σφύριγμα οδηγούν σε πολύπλοκη εξεργασία που παράγει το P300. Αναφέρουμε το παράδειγμα της χρήσης του P300 στην εκτίμηση παιδιών με διάσπαση προσοχής. Τα παιδιά με το σύνδρομο της διάσπασης της προσοχής (ADD=Attention Deficit Disorder) κάνουν, σε σύγκριση με φυσιολογικά, περισσότερα λάθη και αντιδρούν βραδέως σε ψυχολογικές δοκιμασίες εκτίμησης της συγκέντρωσης. Τα ίδια παιδιά βρέθηκε να παρουσιάζουν μικρότερο P300 που μεγαλώνει με φάρμακα που βελτιώνουν την προσοχή των παιδιών αυτών (και την υπερκινητικότητα). Αυτό το εύρημα δεν παρατηρήθηκε σε παιδιά με ψυχωσικό σύνδρομο. Πολλών ειδών ανάλογα ευρήματα σε εγκεφαλικές δυσλειτουργίες ή και ειδικές διαταραχές όπως το P300 ή το P400 σε

διαταραχές λόγου ή σε διάφορα ψυχωσικά πειράματα, εμπλουτίζουν τις γνώσεις μας με σκοπό να γίνουν ουσιαστικές βοηθητικές εξετάσεις, σε παιδιά που παρουσιάζουν εγκεφαλικές δυσλειτουργίες και προβλήματα στη σχολική επίδοση.

Εκτός των παραπάνω, το ΗΕΓ αποτελεί μέθοδο με προοπτικές να βοηθήσει ουσιαστικά στην εκτίμηση της εγκεφαλικής λειτουργίας σε παιδιά με διάφορα προβλήματα. Τα ηλεκτρικά σήματα του ΗΕΓ περιέχουν πολλές πληροφορίες αλλά το πρόβλημα είναι να μπορέσουμε να τα εκτιμήσουμε και να βρούμε μετρήσιμες παραμέτρους, που να συσχετίζονται με επιμέρους εγκεφαλικές λειτουργίες. Η ανάλυση των ΗΕΓ — σημάτων με τη βοήθεια Η/Υ άνοιξε νέες δυνατότητες για εξαγωγή μετρήσιμων στοιχείων από τα σήματα αυτά. Σε μεγάλο βαθμό χρησιμοποιείται η ανάλυση Fourier με τη βοήθεια της οποίας ξεχωρίζουμε και εκτιμούμε διάφορες συχνότητες που αποτελούν το ΗΕΓ — σήμα. Μετά την ανάλυση Fourier μπορούμε να εκτιμήσουμε το βαθμό συντονισμού διαφόρων συχνοτήτων του ΗΕΓ — σήματος σε δυο σημεία του εγκεφάλου. Ο συντονισμός αυτός συσχετίζεται με την σύγχρονη λειτουργία δύο περιοχών που έχουν κάποια λειτουργική αποστολή. Αυτό γίνεται με την "συνάφεια" (coherence) που αντιστοιχεί στην αλλαπκή στατιστική έννοια της συσχέτισης. Εμείς χρησιμοποιούμε, σαν μέθοδο εκτίμησης, τη μελέτη των μεταβολών της "συνάφειας" σε συσχετιζόμενες περιοχές του εγκεφάλου και στις διάφορες συχνότητες των ΗΕΓ — σημάτων. Πολλά μας είναι άγνωστα. Η μεθοδολογία είναι δύσκολη και η εξήγηση των αποτελεσμάτων δεν είναι εύκολη. Όμως, οι μελέτες αυτές προσθέτουν γνώσεις που μαζί με άλλες θα αποτελούν πρακτικές βοηθητικές διαγνωστικές μεθόδους στο μέλλον.

Οι μέχρι τώρα μελέτες με τη βοήθεια ανάλυσης ΗΕΓ — σημάτων είναι πολλές. Ένα μεγάλο μέρος σχετίζεται με την εκτίμηση της εγκεφαλικής λειτουργίας σε παιδιά που έχουν ειδικές διαταραχές λόγου, διάφορες νευροψυχιατρικές δυσλειτουργίες, διαταραχές συμπεριφοράς ή καθυστέρηση (11).

Προσπάθειες για χρήση του ΗΕΓ στην εκτίμηση των ανωτέρω διαταραχών έχουν γίνει από την ανακάλυψη του ΗΕΓ αλλά μόνο τα τελευταία χρόνια, η ανάλυση με Η/Υ έχει αρχίσει να δίδει ελπίδες για πρακτική διαγνωστική χρήση. Ιδιαίτερη πρακτική σημασία δίδεται στη λεγόμενη "χαρτογράφηση" που είναι η έγχρωμη εκτύπωση των διαφόρων κυματομορφών μετά από την ποσοτική ανάλυση με Η/Υ. Τα διάφορα χρώματα αντιστοιχούν στις εντάσεις των κυμάτων σε διάφορες περιοχές του εγκεφάλου, σε διάφορες συχνότητες, έτσι ώστε να δίδεται μια παραστατική εικόνα των κυματομορφών και να μπορούν να φανούν πιο εύκολα οι μεταβολές τους. Οι μέχρι τώρα μελέτες δεν έχουν δώσει σίγουρα διαγνωστικά κριτήρια, αλλά χρειάζονται ακόμα αρκετά χρόνια για να επιτύχουμε

τουλάχιστον ένα μέρος από αυτά που επιδιώκουμε. Αρκετές προσπάθειες έχουν γίνει για μελέτη περιπτώσεων παιδιών με διαταραχές στο γλωσσικό τομέα.

Φασματική ανάλυση του ΗΕΓ παιδιών με δυσλεξία και παραπέρα εκτίμηση των αποτελεσμάτων της ανάλυσης έχουν δώσει ενδιαφέροντα αποτελέσματα αλλά όχι όμως ακόμα τέτοια που να μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διάγνωση. Οι μέχρι τώρα διαπιστωθείσες διαταραχές σε παιδιά με διαταραχές λόγου αφορούν σε διάφορες συχνότητες του ΗΕΓ — σήματος καθώς και σε διαταραχές της συνοχής. Διαφορές στις συνοχές π.χ. από τον οπτικό φλοιό κατά τη διάρκεια οπτικών ερεθισμάτων σε σχέση με τις φυσιολογικές αντιδράσεις, έχουν βρεθεί και σε παιδιά με μέτρια πνευματική καθυστέρηση. Σε παιδιά με διάφορες οργανικές διαταραχές στην εγκεφαλική λειτουργία ή ακόμα και σε παιδιά με υποσιτισμό, έχουν βρεθεί αρκετές αποκλίσεις από το φυσιολογικό, στις ποσοτικές αναλύσεις των ΗΕΓ — σημάτων. Μέχρι τώρα δεν μας είναι γνωστό από την παγκόσμια βιβλιογραφία να έχουν μελετηθεί παιδιά με κακή σχολική επίδοση αλλά χωρίς διαταραχές λόγου, χωρίς νοητική καθυστέρηση, χωρίς νευρολογικές και ψυχιατρικές διαταραχές, όπως είναι τα παιδιά που εξετάσαμε.

3. Το υλικό της έρευνάς μας

Για να μελετηθούν μερικά από τα βαθύτερα αίτια μαθησιακών δυσκολιών, εξετάστηκαν περί τα 1000 παιδιά από τον δεύτερο ερευνητή στο Ηράκλειο Κρήτης και ύστερα από άδεια του Υπουργείου Παιδείας. Από τα παιδιά αυτά εξετάστηκαν 58 λεπτομερέστερα. Η εκτίμηση των παιδιών αυτών περιλαμβάνει: Πληροφορίες από τη βαθμολογία στα διάφορα μαθήματα, εκτίμηση κοινωνικής στάθμης, κοινωνιόγραμμα, νευρολογική εξέταση, εκτίμηση προσωπικότητας με το ερωτηματολόγιο Eysenck, εκτίμηση συμπεριφοράς με το ερωτηματολόγιο Rutter, εξέταση των παιδιών με το τεστ Illinois ψυχολογικών ικανοτήτων (Ελληνική ισθάμιση από Ι. Παρασκευόπουλο).

Από τα 58 παιδιά μπορέσαμε να σχηματίσουμε δύο ομάδες των 22 παιδιών ηλικίας 10-12 ετών, όμοιας κοινωνικής στάθμης, χωρίς ουδεμία νευροψυχιατρική διαταραχή, χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά στο νοητικό τμήμα του Illinois. Τη μία ομάδα αποτελούν μαθητές και μαθήτριες με χαμηλή σχολική επίδοση και την άλλη με υψηλή σχολική επίδοση.

4. Μέσα συλλογής ερευνητικού υλικού

— Νευροφυσιολογικές εξετάσεις:

Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (ΗΕΓ)

Το ΗΕΓ στις δύο ομάδες έγινε με τον ίδιο τρόπο δηλ. σε ηρεμία, στη συνέχεια το παιδί έκανε κινήσεις με τα χέρια σύμφωνα με οδηγίες και τέλος άκουγε παραμύθι με μουσική. Λεπτομερής περιγραφή της μεθόδου γίνεται σε άλλη δημοσίευση (11).

Οι κινήσεις των χεριών και τα ακουστικά ερεθίσματα είχαν σκοπό να ενεργοποιήσουν περιοχές του εγκεφάλου.

5. Αποτελέσματα

Στη συνέχεια έγινε σύγκριση των αντιδράσεων στις ενεργοποιήσεις αυτές στις δύο ομάδες των παιδιών με την εκτίμηση της "συνάφειας" (coherence) που αντιστοιχεί στη στατιστική συσχέτιση κυμάτων του εγκεφάλου σε δύο περιοχές του, που συντονίζονται στη λειτουργία τους. Βρέθηκαν μερικές στατιστικά σημαντικές διαφορές. Είναι ενδεικτικό του ότι η ομάδα των παιδιών με τις μαθησιακές δυσκολίες παρουσιάζει κάποια λειτουργική διαφορά από την ομάδα με τους μαθητές με υψηλή σχολική επίδοση (βλ. σχήμα).

6. Συζήτηση

Οι περισσότερες περιπτώσεις μαθησιακών δυσκολιών στη χώρα μας οφείλονται σε δυσμενείς επιδράσεις του οικογενειακού περιβάλλοντος. Συναντώνται σε οικογένειες με χαμηλό κοινωνικοοικονομικό επίπεδο. Σε τέτοιες οικογένειες και η νοσηρότητα είναι πιο μεγάλη (12). Εμείς αποκλείσαμε από το δείγμα της έρευνάς μας τα παιδιά που έχουν νευρολογικές και ψυχιατρικές διαταραχές και χαμηλό δείκτη νοημοσύνης. Η αρνητική επίδραση της οικογένειας στα παιδιά με κακή σχολική επίδοση, αρχίζει πολύ νωρίς. Υπάρχουν διαφορές στους τρόπους μελέτης και ερμηνείας της επίδρασης του περιβάλλοντος στο παιδί καθώς επίσης και της επίδρασης κληρονομικών παραγόντων. Ανεξάρτητα όμως από αυτούς, είναι γνωστό από πολλές έρευνες ότι το περιβάλλον μπορεί να επηρεάσει το παιδί ουσιαστικά στην ικανότητά του και τη συμπεριφορά του (2,4). Αυτό μπορεί να διαπιστωθεί με διάφορες μετρήσεις, χρησιμοποιώντας διάφορα τεστ ανάλογα με το τι θέλουμε να εκτιμήσουμε και σε ποια ηλικία (9,10,13).

Τα διάφορα τεστ μπορεί να μας δώσουν ένα δείκτη με πρακτική σημασία, χωρίς όμως να επιτυγχάνεται το απόλυτο και αυτό οφείλεται στη φύση των δοκιμασιών αυτών. Δεν θα μπορούσαμε π.χ. να πούμε ότι όλα τα παιδιά που εκτιμάμε με τα τεστ νοημοσύνης μας δίνουν έναν απόλυτο αριθμό που μας εκφράζει με σιγουριά αυτό που θέλαμε να μετρήσουμε (2: σσ. 304-395). Στην έρευνά μας η νοημοσύνη των παιδιών που έχουν κακή σχολική επίδοση δεν υπολείπεται σε σχέση με τη νοημοσύνη εκείνων που έχουν καλή σχολική επίδοση.

(Δεν βρέθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο νοητικό τμήμα του ΓΤΡΑ μεταξύ των δύο ομάδων). Όμως τα παιδιά με κακή σχολική επίδοση, έχουν λιγότερες αποθηκευμένες πληροφορίες, λόγω της ελλιπούς επίδρασης του περιβάλλοντος, καθώς και της μειωμένης ικανότητας για μάθηση, που σχετίζονται με τη σχολική επίδοση. Τα αποτελέσματα μας είναι ενδεικτικά του ότι υπάρχουν μετρήσιμες διαφορές μεταξύ "κακών" και "καλών" μαθητών στη διάρκεια ενεργοποίησης της εγκεφαλικής λειτουργίας (στις κινήσεις του χεριού στην ακοή, όπως χρησιμοποιήθηκε στην έρευνά μας).

Αυτά δείχνουν ότι παρ'όλο που η νευρολογική εξέταση, η εκτίμηση του ψυχισμού και της νοημοσύνης κατατάσσουν τα παιδιά με κακή σχολική επίδοση στα φυσιολογικά, αυτά υπολείπονται λειτουργικά σε ορισμένους τομείς.

Τι σημαίνει αυτό; Είναι αυτή η "δυσλειτουργία" αναστρέψιμη; Το αν είναι αναστρέψιμη είναι αντικείμενο άλλης μελέτης. Είναι όμως γνωστή η ικανότητα μάθησης του εγκεφάλου και από τις γνώσεις που έχουμε γι'αυτήν θα πρέπει να υπολογίσουμε ότι με τη μάθηση πρέπει να μπορούμε να διορθώσουμε μια τέτοια δυσλειτουργία. Τι συμβαίνει όμως στο ανατομικό υπόστρωμα (τον εγκέφαλο μ'όλα τα κύτταρα και τις συνάψεις του) μιας τέτοιας δυσλειτουργίας; Αυτό είναι δύσκολο να εκτιμηθεί κι εμείς προσπαθήσαμε να προσθέσουμε γνώσεις στο βασικό αυτό ερώτημα. Είναι γνωστό από πειράματα ότι οι συνάψεις των νευρικών κυττάρων αναπτύσσονται ανάλογα με τα ερεθίσματα που δέχονται τα κύτταρα, για να τα μεταβιβάσουν παραπέρα. Η κακή ανάπτυξη των συνάψεων μπορεί να είναι αναστρέψιμη, αν δεν υπήρχε παντελής και μακροχρόνια έλλειψη ερεθισμάτων (1). Από τα ευρήματα της μελέτης μας προκύπτει το ακόλουθο ερώτημα: η έλλειψη επαρκών ερεθισμάτων από το περιβάλλον στους "κακούς" μαθητές έχει οδηγήσει το ανατομικό υπόστρωμα των ανωτέρων πνευματικών λειτουργιών σε κάποια παρόμοια αναστρέψιμη κατάσταση; Είναι ένα ερώτημα που δεν μπορεί να απαντηθεί εύκολα, αλλά βασικές έρευνες, όπως η δικιά μας, που μπορούν να "μετρήσουν" κάτι από την εγκεφαλική λειτουργία θα οδηγήσουν μελλοντικά τουλάχιστον σε πρακτικές μεθόδους εκτίμησης και διαφορικής διάγνωσης εγκεφαλικών δυσλειτουργιών της παιδικής ηλικίας. Τέτοιες προσπάθειες άρχισαν να γίνονται ήδη από τον προηγούμενο αιώνα με τη βοήθεια αρχικά της παιδονευρολογίας και ψυχολογίας (15).

Όπως αναφέραμε παραπάνω τα αποτελέσματα μας είναι ενδεικτικά του ότι υπάρχουν μετρήσιμες διαφορές μεταξύ "κακών" και "καλών" μαθητών στη διάρκεια ενεργοποίησης της εγκεφαλικής λειτουργίας.

Απ'αυτά όμως ανακύπτουν τα ερωτήματα:

1) Γιατί ενεργοποιούνται λιγότερο οι περιοχές αυτές που βρήκαμε ότι υστερούν; 2) Γιατί αυτό συμβαίνει σε ορισμένες μόνο συχνότητες; 3) Γιατί αυτά τα

ευρήματα στους "κακούς" μαθητές; Οι απαντήσεις είναι δύσκολες και όλες οι εργασίες που αναφέρονται σε παρόμοιες ποσοτικές αναλύσεις των ΗΕΓ — σημάτων παρουσιάζουν μεγάλες δυσκολίες στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Οι περιοχές του εγκεφάλου που παρουσιάζουν τις διαφορές κατά την ενεργοποίηση είναι περίπου αυτές που θα αναμενόταν αλλά υπάρχουν και περιοχές μη αναμενόμενες π.χ. μετωπιαία περιοχή δεξιά στα ακουστικά ερεθίσματα. Παρόμοια μη αναμενόμενα ευρήματα βρίσκονται και σε άλλες μελέτες όπως οργανικές δυσλειτουργίες του εγκεφάλου και ψυχώσεις. Το γιατί οι διαφορές αναφέρονται σε μερικές συχνότητες των ΗΕΓ — σημάτων και ιδίως στις πιο υψηλές συχνότητες, είναι άλλο ένα ερώτημα με δύσκολη απάντηση αλλά παρόμοια ερωτήματα απαντώνται σε παρόμοιες μελέτες παιδιών με εγκεφαλικές δυσλειτουργίες, τουλάχιστον όσον αφορά την πυκνότητα φάσματος των συχνοτήτων αυτών (power spectrum). Δεν έχουν διευκρινισθεί πολλά ερωτηματικά. Τέλος, το να απαντήσουμε στο γιατί τα παιδιά αυτά που δεν έχουν νευροψυχιατρικές διαταραχές παρουσιάζουν αυτήν την οργανική, μετρήσιμη δυσλειτουργία, είναι επίσης πολύ δύσκολο. Μπορούμε μόνο να αναφερθούμε σε πειραματικά δεδομένα που έχουν επιβεβαιώσει ατελείς αναπτύξεις συνάψεων μεταξύ υπολειπόμενων νευρικών κυττάρων.

Στις εκτιμήσεις υπάρχουν συχνά δυσκολίες και γι' αυτό αναζητούνται και νέες μέθοδοι όπως οι νευροφυσιολογικές και ελπίζουμε ότι και οι αναλύσεις των ΗΕΓ — σημάτων με τη βοήθεια των Η/Υ θα εξελιχθούν σε ευαίσθητες μεθόδους. Δείγμα είναι και τα αποτελέσματα της παρούσης εργασίας μας που δίνει λεπτές διαφορές σε περιπτώσεις ελαχίστων αποκλίσεων τουλάχιστον σε μετρήσιμες παραμέτρους στους "καλούς" και "κακούς" μαθητές χωρίς εγκεφαλική βλάβη.

Οι "καλοί" μαθητές δέχονται περισσότερα ερεθίσματα και το Κεντρικό Νευρικό Σύστημά τους αναπτύσσεται περισσότερο λειτουργικά και υπολογίζουμε και "συναπτικά". Οι "κακοί" μαθητές υπολείπονται στο στάδιο και στην κατάσταση που τα εξετάσαμε, χωρίς αυτό να σημαίνει ότι η κατάσταση δεν είναι αναστρέψιμη. Είναι γνωστό ότι η μάθηση μπορεί να αυξήσει τις ικανότητες του εγκεφάλου.

Επίσης είναι γνωστή η κακή επίδοση στο σχολείο των παιδιών που δεν παίρνουν αρκετά ερεθίσματα από το περιβάλλον και αυτό είναι πολύ συχνό στην πατρίδα μας. Τα παιδιά με κακή σχολική επίδοση πρέπει να εκτιμώνται λεπτομερώς για να φανούν οι ιδιαίτερες αδυναμίες που έχουν για να μπορούν να βοηθηθούν (5,6). Νομίζουμε ότι το πιο ενδιαφέρον εύρημα είναι το ότι οι υπάρχουσες διαφορές σε μερικές παραμέτρους στο αριστερό και δεξιό ημισφαίριο δείχνει ότι η διαφοροποίηση των ημισφαιρίων στους "κακούς" μαθητές υπολείπεται εν μέρει. Η διαφοροποίηση των ημισφαιρίων είναι το ανώτερο στάδιο

ανάπτυξης του εγκεφάλου και το εύρημα μας είναι ενδεικτικό κάποιας διαταραχής στη διαφοροποίηση αυτή, στις δύο ομάδες. Είναι ένα εύρημα που υπόσχεται πολλά όσον αφορά τη μελλοντική συμβολή νευροφυσιολογικών μεθόδων στην εκτίμηση των παιδιών σε σχέση με τη σχολική τους επίδοση.

ABSTRACT

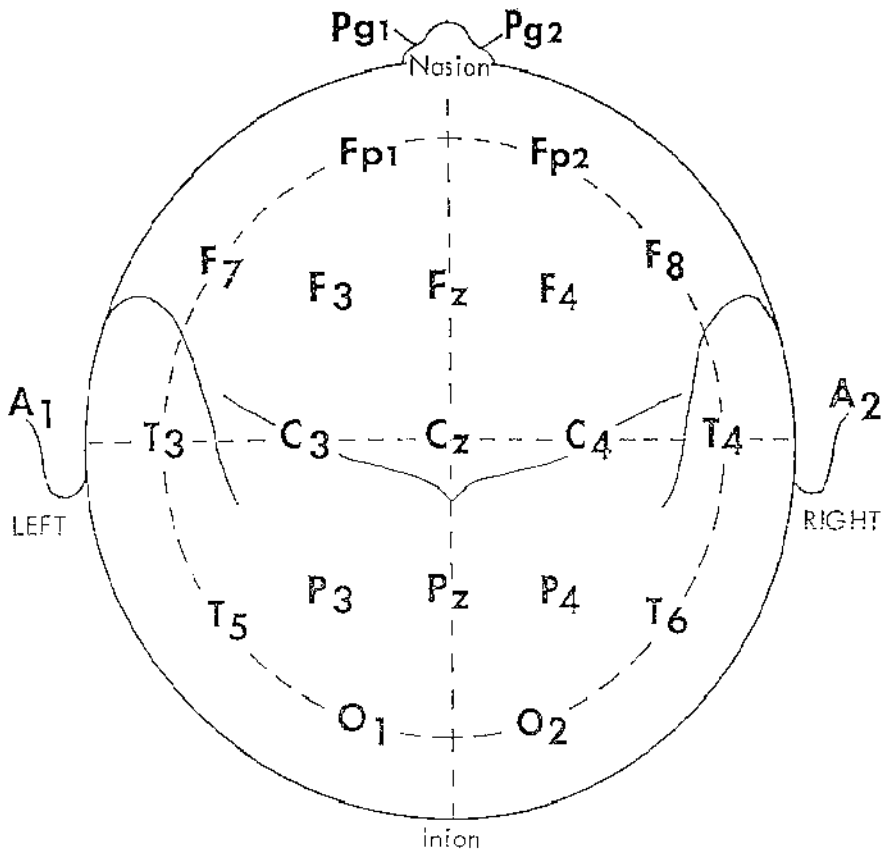
Today, there is much evidence that the methods of electroencephalographic (EEG) signal analysis, using small computers, will give diagnostic criteria concerning functional brain disturbances. The methods mostly used are the spectral analysis and the evoked potentials. Both have given important knowledge but we have not yet obtained a typical diagnostic criterion for any specific brain dysfunction.

The modern EEG analysis methods, together with the different psychological tests will be very helpful for the assessment of different brain dysfunctions and learning difficulties.

We performed EEG registration at rest and during different tasks. The differences between rest and the tasks in learning disabled children were different in relation to controls. The learning disabled children had not any organic brain damage after medical and clinical testing. These findings suggest that we will be able, in the future, to obtain objective diagnostic findings in cases of slight brain dysfunctions in learning disabled children.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βάμβουκας Μ. Εισαγωγή στην ψυχοπαιδαγωγική έρευνα και μεθοδολογία, Αθήνα, Εκδ. Γρηγόρη, 1993.
- Cole M.: "The development of children", *Scientific American Books*, Distr. by W.H. Freeman a. Co. N.York, 1989.
- Dykman R.A, Ackerman P.T. Attention deficit disorder an specific reading disability: Separate but often overlapping disorders, *J. Learning Dissab.* 1991, 24: 96-103.
- Faw T., Belkin G.S. Child Psychology, McGraw-Hill Publ. Co., N. York, 1988.
- Feagans L. "A current view of learning disabilities", *J. of Pediatrics*. 1983, 102: 487-493.
- Ferguson D.M., Horwood L.J. "Attention deficit and reading achievement", *J. Child Psychol Psychiat.* 1992, 33: 375-385.
- Fletcher J.M. "Methodological issues in the classification of attention-related disorders", *Journal of Learning Disabilities*. 1991, 24: 72-77.
- Gasser T., Jennen-Steinmetz Chr., Verleger R. "EEG coherence at rest and during a visual task in two groups of children", *Electroenceph. Clin. Neurophys.* 1987, 67: 151-158. Huttenlocher P. R. Levine S.C., Huttenlocher L., Gates J.: "Disrimination of normal and at-risk preschool children on the basis of neurological tests", *Develop. Med. Child Neurol.* 1990, 32: 394-402.
- Klein S.K. "Evaluation for suspected language disorders in preschool children", *Pediatric Clin. of N. America*. 1991, 38: 1455-1467.
- Kuder S.L. "Language abilities and progress in a direct instruction reading program for students with learning disabilities", *J. Learning Disab.* 1991, 24: 124-128.
- Μιχελουγιάννης Ι, Μακαρώνης Γ, Μπάδα Α, Παντελάκης Σ. Κινητική ωριμότητα και σχολική επίδοση, *Παιδιατρική*, 1985, 48: 205-211.
- Micheloyiannis S, Paritsis N, Trikas P. "EEG coherence during hemispheric activation in schizophrenics", *Eur. Arch. Psych. and Clin. Neurology*. 1991, 78: 1-14.
- Singh N.N., Beale I.L. Learning disabilities, Springer-Verlag, N.York, 1992.
- Stevenson J., Fredman G. "The social environmental correlates of reading ability", *J. Child Psychol. Psychiat.* 1990, 31: 681-698.
- Taylor E.: "Developmental neuropsychiatry", *J. Child Psychol. Psychiat.* 1991, 32: 3-47.



Σχήμα:

Διεθνής σχηματική παράσταση των σημείων από τα οποία γίνεται καταγραφή των σημάτων του εγκεφάλου. Είναι μία όψη του κεφαλιού εκ των άνω. Μπροστά είναι το πρόσωπο και αριστερά-δεξιά φαίνονται τα αυτιά. Στην έρευνά μας, βρέθηκε κροταφικά και βρεγματικά και από τις δύο πλευρές (T3, T5, C3, P3, T4, T6, C4, P4) και λιγότερο μετωπιαία δεξιά (Fp2, F4) "υπολειτουργικότητα" στις υψηλές συχνότητες κατά τη διάρκεια των ακουστικών ερεθισμάτων ενώ γινόταν το ΗΕΓ. Επίσης κροταφικά και στις κεντρικές περιοχές (T3, T5, C3, T4, P4, C4, T6) βρέθηκε "υπολειτουργικότητα" στην άσκηση με το χέρι κατά τη διάρκεια του ΗΕΓ.

Οι περιοχές αυτές του εγκεφάλου εμπλέκονται άμεσα και έμμεσα στις αντιδράσεις του Κεντρικού Νευρικού Συστήματος που προκλήθηκαν με τα ακουστικά ερεθίσματα και τις κινήσεις των χεριών κατά το ΗΕΓ.