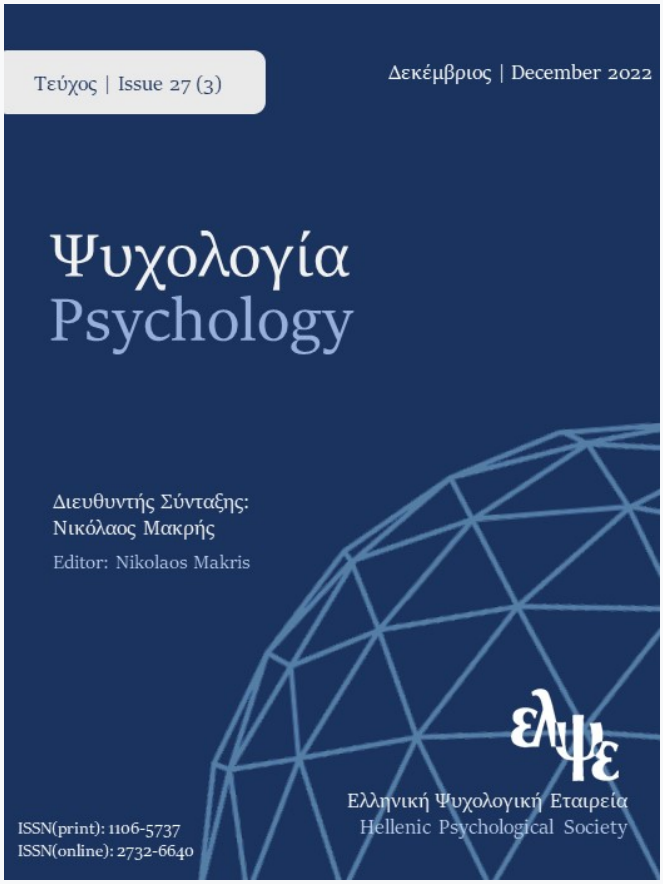
ePublishing

EKT ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Psychology: the Journal of the Hellenic Psychological Society

Vol 27, No 3 (2022)

December 2022



Investigating the relationship between phonological awareness and reading using Event-Related Potentials

Argyro Fella, Christoforos Christoforou, Maria Loizou-Papadopoulou, Timothy C. Papadopoulos

doi: 10.12681/psy_hps.28820

Copyright © 2022, Τιμόθεος Κ. Παπαδόπουλος, Μαρία Λοΐζου-Παπαδοπούλου, Χριστόφορος Χριστοφόρου, Argyro Fella

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0.

To cite this article:

Fella, A., Christoforou, C., Loizou-Papadopoulou, M., & Papadopoulos, T. C. (2022). Investigating the relationship between phonological awareness and reading using Event-Related Potentials. *Psychology: The Journal of the Hellenic Psychological Society*, *27*(3), 79–97. https://doi.org/10.12681/psy_hps.28820

https://epublishing.ekt.gr | **e-Publisher:** EKT | **Downloaded at:** 03/01/2026 00:13:32

ΨΥΧΟΛΟΓΙΑ | PSYCHOLOGY, 27(3), 79-97

Ελληνική Ψυχολογική Εταιρεία
Hellenic Psychological Society

ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ | RESEARCH PAPER

Μελέτη της σχέσης φωνολογικής επίγνωσης και αναγνωστικής ικανότητας μέσω της καταγραφής Γνωστικών Προκλητών Δυναμικών

Αργυρώ ΦΕΛΛΑ[1], Χριστόφορος ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΥ[2], Μαρία ΛΟΪΖΟΥ[3], Τιμόθεος Κ. ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ[4]

[1] Τμήμα Παιδαγωγικών Σπουδών, Πανεπιστήμιο Λευκωσίας, Λευκωσία, Κύπρος
[2] Division of Computer Science, Mathematics & Science, St. John's University, New York, USA
[3] Υπουργείο Παιδείας, Αθλητισμού και Νεολαίας, Λευκωσία, Κύπρος
[4] Τμήμα Ψυχολογίας, Πανεπιστήμιο Κύπρου, Λευκωσία, Κύπρος

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Φωνολογική επίγνωση, αναγνωστικές δυσκολίες, Γνωστικά Προκλητά Δυναμικά, Ελληνική γλώσσα

ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

Τιμόθεος Κ. Παπαδόπουλος,
Τμήμα Ψυχολογίας,
Κτήριο ΟΕΔ 01- Σχολή,
Οικονομικών Επιστημών και Διοίκησης,
Πανεπιστημιούπολη,
Πανεπιστήμιο Κύπρου,
papadopoulos.timothy@ucy.ac.cy

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα έρευνα εξέτασε τις διαφορές μεταξύ παιδιών με αναγνωστικές δυσκολίες (ΑΔ) και τυπικών αναγνωστών (ΤΑ) (με ηλικιακό εύρος 7,70 μέχρι 12,08 χρονών· Μ.Ο. = 9,79, Τ.Α. = 1,57· Κορίτσια = 24) σε δύο έργα φωνολογικής επίγνωσης (αφαίρεση φωνήματος και παραδρομή της γλώσσας), μέσω της καταγραφής Γνωστικών Προκλητών Δυναμικών. Από την καταγραφή των ηλεκτροεγκεφαλογραφημάτων παρατηρήθηκε η έκλυση της κυματομορφής N400. Τα αποτελέσματα για την ηλικιακή ομάδα των 8 ετών έδειξαν ότι οι συμμετέχοντες με ΑΔ είχαν εκτενέστερο N400 σε σχέση με τους ΤΑ στο έργο αφαίρεσης φωνήματος, εύρημα που φανερώνει μεγαλύτερη προσπάθεια, εκ μέρους των παιδιών με ΑΔ, για την επεξεργασία φωνολογικών ερεθισμάτων συγκριτικά με τους τυπικά αναπτυσσόμενους συνομηλίκους τους. Τα χαρακτηριστικά της κυματομορφής N400 στο έργο αφαίρεσης αρχικού φωνήματος ήταν παρόμοια μεταξύ των συμμετεχόντων με ΑΔ και των ΤΑ που ανήκαν στην ηλικιακή ομάδα των 11 ετών, καταδεικνύοντας ότι οι δυσκολίες που αντιμετωπίζουν τα παιδιά στα έργα φωνολογικής επίγνωσης μετριάζονται με την ανάπτυξη, λόγω του βαθμού διαφάνειας του ελληνικού ορθογραφικού συστήματος. Στο έργο παραδρομής της γλώσσας, οι διαφορές μεταξύ των ομάδων στην κυματομορφή N400 δεν ήταν στατιστικά σημαντικές, πιθανότατα λόγω του αυξημένου βαθμού δυσκολίας του συγκεκριμένου έργου. Η συζήτηση εστιάζεται στη σημασία της καταγραφής των Γνωστικών Προκλητών Δυναμικών ως μίας τεχνικής που μπορεί να προσφέρει σημαντική πληροφόρηση αναφορικά με τους φωνολογικούς μηχανισμούς που υποστηρίζουν την ανάγνωση.

Εισαγωγή

Η μελέτη της σχέσης μεταξύ της φωνολογικής επίγνωσης και της αναγνωστικής ικανότητας αποτελεί μία από τις σημαντικότερες διαστάσεις που έχει απασχολήσει τη σχετική με την αναγνωστική ανάπτυξη βιβλιογραφία, τόσο σε γλώσσες με διαφανή (π.χ., Papadopoulos et al., 2012a, 2020a, 2021a) όσο και γλώσσες με αδιαφανή ορθογραφικά συστήματα (π.χ., Kirby et al., 2003· Parrila et al., 2020a)[1]. Η συγκεκριμένη σχέση μελετάται κυρίως μέσω της συσχέτισης επιδόσεων σε φωνολογικά έργα που χορηγούνται προφορικά, και αναγνωστικά έργα που χορηγούνται σε έντυπη μορφή, σε τυπικά αναπτυσσόμενους αναγνώστες (π.χ., Papadopoulos et al., 2012a· Parrila et al., 2004) ή σε ομάδες (νεαρών) αναγνωστών που διαφέρουν ως προς την

[1] Ο βαθμός πολυπλοκότητας της αντιστοιχίας μεταξύ γραφήματος-φωνήματος και αντιστρόφως κατατάσσει τα αλφαβητικά ορθογραφικά συστήματα σε ένα φάσμα από τα διαφανή μέχρι τα αδιαφανή ορθογραφικά συστήματα (π.χ., Seymour et al., 2003). Σε κάποια ορθογραφικά συστήματα, όπως τα Ελληνικά και τα Φινλανδικά, η αντιστοιχία μεταξύ γραφημάτων και φωνημάτων είναι υψηλή, πράγμα που σημαίνει ότι ένα γράφημα ή σύμπλεγμα γραφημάτων προφέρεται πάντοτε με τον ίδιο τρόπο. Εν αντιθέσει, στα αδιαφανή ορθογραφικά συστήματα, όπως στην αγγλική γλώσσα, η αντιστοιχία αυτή είναι χαμηλή, πράγμα που σημαίνει ότι ένα γράφημα ή σύμπλεγμα γραφημάτων δεν προφέρεται πάντοτε με τον ίδιο τρόπο (Ziegler & Goswami, 2005).

επίδοσή τους στην ανάγνωση (π.χ., Georgiou et al., 2012· Melby-Lervåg et al., 2012). Ωστόσο, η μελέτη της σχέσης αυτής, μέσω καταγραφής Γνωστικών Προκλητών Δυναμικών (Event-Related Potentials, ERPs), προσφέρει συγκριτικό πλεονέκτημα για πιο συντονισμένη μελέτη των μηχανισμών που υποστηρίζουν την αναγνωστική ανάπτυξη (π.χ., Breznitz, 2003· Luck, 2005). Παρόλα αυτά, η αναφορά τέτοιων ερευνών στη βιβλιογραφία είναι περιορισμένη είτε αυτή αφορά νεαρούς (π.χ., Jednoróg et al., 2010· Noordenbos et al., 2013) ή ενήλικους (π.χ., Andreou & Karapetsas, 2001) πληθυσμούς. Η παρούσα έρευνα εστιάζεται στη χρήση Γνωστικών Προκλητών Δυναμικών για την κατανόηση της επίδρασης της φωνολογικής επίγνωσης σε παιδιά με αναγνωστικές δυσκολίες και τυπικά αναπτυσσόμενους αναγνώστες στην ελληνική γλώσσα.

Φωνολογική επίγνωση και ανάγνωση

Η φωνολογική επίγνωση ορίζεται ως η συνειδητή γνώση ότι κάθε λέξη αποτελείται από επιμέρους ήχους, τους οποίους μπορεί κάποιος να χειριστεί, δηλαδή να τους απομονώσει, να τους συγκρατήσει στη (φωνολογική) μνήμη, και να τους συνθέσει σε νέες λέξεις (Papadopoulos et al., 2012a). Η φωνολογική επίγνωση βασίζεται στην παραδοχή ότι η ομιλία έχει μία ηχητική υπόσταση και ότι οι ήχοι που συνθέτουν τον προφορικό λόγο αποτελούνται από κάποια σταθερά και επαναλαμβανόμενα μέρη, μεγαλύτερα ή μικρότερα, όπως είναι οι συλλαβές και οι φθόγγοι (φωνήματα).

Η φωνολογική επίγνωση αξιολογείται με διάφορα έργα που ποικίλουν ως προς το επίπεδο της γλωσσικής πολυπλοκότητας ή τον βαθμό δυσκολίας που παρουσιάζουν (Papadopoulos et al., 2009a). Το επίπεδο της γλωσσικής πολυπλοκότητας ενός έργου καθορίζεται από έναν αριθμό παραγόντων, όπως είναι η πολυπλοκότητα της δομής μιας λέξης [π.χ., Σύμφωνο-Φωνήεν (ΣΦ), ΣΣΦ, ή ΣΣΣΦ], η θέση του φωνήματος στη λέξη (αρχή, μέση, ή τέλος) και παράγοντες άρθρωσης (όπως η εκφορά διαφορετικών συμφώνων, π.χ., των πλευρικών συμφώνων, */λ/* και */ρ/*· Anthony & Francis, 2005). Επίσης, ο βαθμός δυσκολίας συνδέεται με τον έλεγχο του βαθμού επίγνωσης και επεξεργασίας των φωνολογικών στοιχείων της γλώσσας στο επίπεδο της ομοιοκαταληξίας, της συλλαβής ή των φωνημάτων (Melby-Lervåg et al., 2012· Παντελιάδου, 2011· Papadopoulos et al., 2009a).

Κατ' επέκταση, δύο από τις ευρύτερες κατηγορίες που εξετάζονται ως μέρη μια ενιαίας δομής φωνολογικής επίγνωσης είναι η συλλαβική και η φωνημική επίγνωση. Η πρώτη αφορά την ανάλυση μιας λέξης σε συλλαβές και η δεύτερη την ανάλυση μιας λέξης σε φωνήματα. Σε ένα δείγμα 947 παιδιών ηλικίας 2-5 ετών, οι Anthony και συνεργάτες (2003) κατέληξαν ότι η φωνημική επίγνωση αναπτύσσεται σε μια *«ημι-παράλληλη ακολουθία»* με τη συλλαβική επίγνωση. Με τον όρο αυτό, οι ερευνητές ήθελαν να υπογραμμίσουν ότι οι δεξιότητες που αφορούν τη συλλαβική και φωνημική επίγνωση αναπτύσσονται μάλλον παράλληλα, με τη συλλαβική επίγνωση όμως να προηγείται ελάχιστα χρονικά από την ανάπτυξη στο φωνημικό επίπεδο (π.χ., Anthony et al., 2003). Αξιοποιώντας προχωρημένα μοντέλα διαχρονικής παραγοντικής αμεταβλητότητας (*longitudinal factorial invariance*), οι Papadopoulos και συνεργάτες (2012a) κατάφεραν (α) να επιβεβαιώσουν τη μονοδιάστατη φύση της φωνολογικής επίγνωσης, (β) να ελέγξουν την αμεταβλητότητα των μετρήσεων, και (γ) να εντοπίσουν δείκτες που μπορούσαν να ερμηνεύσουν την ημι-παράλληλη αυτή ακολουθία, στις ηλικίες 5-8 ετών, όπως είναι τα έργα φωνημικής επίγνωσης, Παρήχηση Πρώτου Ήχου και Σύνθεση Φωνημάτων, που ως απαιτητικότερα, φαίνεται να συμπεριφέρονται διαφορετικά σε μεγαλύτερη από ό,τι σε μικρότερη ηλικία (βλ. Φελλά & Παπαδόπουλος, 2021, για ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας).

Δεδομένων των παραπάνω, οι περισσότερες έρευνες που εξετάζουν την επίδραση της φωνολογικής επίγνωσης στην αναγνωστική επίδοση σε παιδιά ηλικιών 5-12 αξιοποιούν κυρίως το έργο αφαίρεσης φωνήματος (π.χ., Georgiou et al., 2010· Kjeldsen et al., 2014· Messbauer et al., 2002· Papadopoulos et al., 2009b). Στο έργο αυτό, οι συμμετέχοντες καλούνται να βρουν ποια λέξη σχηματίζεται μετά τη διαγραφή ενός συγκεκριμένου φωνήματος από τη λέξη στόχο (π.χ., ποια λέξη σχηματίζεται αν από τη λέξη */τώρα/* αφαιρεθεί ο ήχος */τ/*). Σε παιδιά ηλικίας 11 και άνω, χορηγείται επίσης το έργο της παραδρομής της γλώσσας, το οποίο απαιτεί έναν συνδυασμό λειτουργιών, όπως φωνολογικής κατάτμησης, φωνολογικής σύνθεσης και εργαζόμενης μνήμης (π.χ., Kendeou et al., 2015). Στο έργο αυτό, οι συμμετέχοντες καλούνται να βρουν ποιες λέξεις σχηματίζονται μετά την αντιστροφή των δύο πρώτων ήχων δύο λέξεων (π.χ., */μήλο/ /φίδι/ - /φύλο/ /μύδι/*). Έργα όπως αυτά, φαίνεται να σχετίζονται σημαντικά με την επίδοση στην ανάγνωση και να διακρίνουν αξιόπιστα φτωχούς από τυπικούς αναγνώστες (π.χ., Melby-Lervåg et al., 2012· Nikolopoulos et al., 2006· Papadopoulos et al., 2009b).

Η σχέση φωνολογικής επίγνωσης-ανάγνωσης έχει μελετηθεί συστηματικά σε γλώσσες με διαφανή (π.χ., Papadopoulos et al., 2012b· Torppa et al., 2013) και λιγότερο διαφανή (π.χ., Castles & Coltheart, 2004· de Jong & van der Leij, 1999) ορθογραφικά συστήματα, σε πληθυσμούς όλων των ηλικιών (π.χ., Suárez-Coalla & Cuetos,

2015), με δίγλωσσους πληθυσμούς (π.χ., Loizou & Stuart, 2003) ή πληθυσμούς που παρουσιάζουν γλωσσικές ή άλλες αναπτυξιακές διαταραχές (π.χ., Spanoudis et al., 2019).

Σχετικές ερευνητικές εργασίες με συμμετέχοντες αγγλόφωνους αναγνώστες καταλήγουν ότι οι επιδόσεις των τυπικά αναπτυσσόμενων αναγνωστών σε έργα φωνολογικής επίγνωσης μπορούν να προβλέψουν τόσο συγχρονικά όσο και διαχρονικά, ανεξάρτητα αλλά και αθροιστικά, την επίδοση σε αναγνωστικά έργα (π.χ., Kirby et al., 2003· Parrila et al., 2004· Torgesen et al., 1997). Επιπλέον, η φωνολογική επίγνωση φαίνεται να ερμηνεύει σημαντικό ποσοστό της διακύμανσης ανάγνωσης λέξεων και ψευδολέξεων, ακόμη και μετά τον έλεγχο άλλων σημαντικών για την ανάγνωση μεταβλητών όπως της ηλικίας, του λεξιλογίου, της ορθογραφικής επεξεργασίας και της μορφολογικής επίγνωσης (π.χ., Deacon, 2012).

Τα αποτελέσματα ερευνών με πληθυσμούς που μαθαίνουν να διαβάζουν σε διαφανή γλωσσικά συστήματα, όπως τα Ελληνικά[2], καταλήγουν σε αντικρουόμενα συμπεράσματα. Από τη μία, ορισμένες έρευνες καταλήγουν ότι η συνεισφορά της φωνολογικής επίγνωσης στην πρόβλεψη της ανάγνωσης έχει συγκεκριμένη χρονική διάρκεια, με την επίδρασή της να μειώνεται μετά την ηλικία των 7-8 ετών (π.χ., Papadopoulos et al., 2012b), ιδιαίτερα όταν στην εξίσωση περιλαμβάνονται και άλλοι συναφείς παράγοντες όπως η ταχεία ονομασία ερεθισμάτων ή η μορφολογική επίγνωση (π.χ., Georgiou et al., 2008· Manolitsis et al., 2017). Από την άλλη, έρευνες που αξιοποιούν απαιτητικότερα έργα φωνολογικής επίγνωσης (π.χ., παραδρομής της γλώσσας) καταλήγουν ότι ο ρόλος της φωνολογικής επίγνωσης παραμένει σταθερά σημαντικός στην πρόβλεψη της ανάγνωσης και μετά την ηλικία των 9 ετών (π.χ., Kendeou et al., 2015· Nikolopoulos et al., 2006). Σε κάθε περίπτωση, η φωνολογική επίγνωση, σε γλώσσες με ρηχό ορθογραφικό σύστημα όπως τα Ελληνικά (π.χ., Kendeou et al., 2015· Papadopoulos et al., 2020b) ή τα Φινλανδικά (π.χ., Kjeldsen et al., 2014) υποστηρίζουν το έργο της ανάγνωσης και αποτελούν σημαντικούς δείκτες επίδοσης σχεδόν σε όλο το φάσμα της εκπαίδευσης.

Η φωνολογική επίγνωση μπορεί να λειτουργήσει, επίσης, ως αξιόπιστος δείκτης για τη διάκριση αναγνωστικών δυσκολιών σε διαφορετικές γλώσσες που ποικίλουν ως προς τον βαθμό διαφάνειας του ορθογραφικού τους συστήματος (π.χ., Melby-Lervåg et al., 2012· Papadopoulos et al., 2021b). Παρομοίως, τα αποτελέσματα ερευνών που έχουν διεξαχθεί με ελληνόφωνους πληθυσμούς υποστηρίζουν ότι οι συμμετέχοντες με αναγνωστικές δυσκολίες, ανεξαρτήτως ηλικίας, παρουσιάζουν χαμηλότερες επιδόσεις στις μετρήσεις φωνολογικής επίγνωσης συγκριτικά με τους συνομηλίκους τους (π.χ., Anastasiou & Protopapas, 2015· Diamanti et al., 2018· Protopapas et al., 2008· Rothou & Padeliadu, 2019), με τη φωνολογική επίγνωση να ερμηνεύει σημαντική διακύμανση στην ερμηνεία των αναγνωστικών δυσκολιών στην ελληνική γλώσσα. Παρόλα αυτά, όπως και στην περίπτωση των ερευνών με τυπικά αναπτυσσόμενους πληθυσμούς, η συζήτηση για τους περιορισμούς της φωνολογικής επίγνωσης ως σημαντικού προβλεπτικού δείκτη επικεντρώνεται γύρω από τον βαθμό διαφάνειας του ορθογραφικού συστήματος, την ηλικία των συμμετεχόντων, τον μεθοδολογικό σχεδιασμό των σχετικών ερευνών ή τη φύση των έργων (βλ. Papadopoulos et al., 2021b· Parrila et al., 2020b).

Φωνολογική επίγνωση και Γνωστικά Προκλητά Δυναμικά

Η μέτρηση της φωνολογικής επίγνωσης μέσω έργων που χορηγούνται προφορικά παρέχει πληροφορίες μόνο για το στάδιο εξόδου, μετά το πέρας της επεξεργασίας του λεκτικού ερεθίσματος από το υποκείμενο (Breznitz, 2003). Σε αντίθεση, τα αποτελέσματα από την καταγραφή Γνωστικών Προκλητών Δυναμικών (ΓΠΔ) μπορούν να παρέχουν μία συνεχή μέτρηση της επεξεργασίας από την εμφάνιση του ερεθίσματος μέχρι την απάντηση, καθιστώντας εφικτό τον προσδιορισμό του σταδίου ή των σταδίων της επεξεργασίας τα οποία επηρεάζονται κατά την εκτέλεση των γνωστικών έργων (Luck, 2005). Οι καταγραφές των ΓΠΔ, λόγω του υψηλού χρονισμού τους (παρέχουν απεικονίσεις με ακρίβεια χιλιοστών του δευτερολέπτου), μπορούν να παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για την αποσαφήνιση των γνωστικών διαδικασιών στον εγκέφαλο (Bann & Herdman, 2016· Βλάχος, 2008· Kappenman & Luck, 2012· Καραπέτσας & Ζυγούρης, 2011· Luck, 2005), ενημερώνοντας συνεπώς καλύτερα τα δεδομένα που προέρχονται από τις παραδοσιακές ψυχομετρικές δοκιμασίες που αποτελούν το κύριο αντικείμενο της ψυχολογικής έρευνας (Breznitz, 2003· Σίμος & Κομίλη, 2003).

Τα Γνωστικά Προκλητά Δυναμικά είναι οι διαφορές δυναμικού που καταγράφονται στη δερματική επιφάνεια της κεφαλής και προκαλούνται ως αντίδραση ή προετοιμασία σε κάποιο συγκεκριμένο γεγονός, το οποίο συμβαίνει στο εξωτερικό περιβάλλον ή είναι αποτέλεσμα ενδοψυχολογικής διαδικασίας (Kappenman &

[2] Ένας αρχάριος αναγνώστης μπορεί να διαβάσει με υψηλό ποσοστό ακρίβειας τις λέξεις που συναντά στην ελληνική γλώσσα βασισμένος στην εφαρμογή της γραφοφωνημικής αντιστοιχίας. Οι Protopapas και Vlachou (2009) αναφέρουν συγκεκριμένα 95.1% ποσοστό ακρίβειας στη συνθήκη που αφορά την ανάγνωση λέξεων στην ελληνική γλώσσα.

Luck, 2012· Luck, 2005· Sur & Sinha, 2009). Τα Γνωστικά Προκλητά Δυναμικά αντιπροσωπεύουν την ταυτόχρονη ενεργοποίηση ηλεκτρικών πεδίων ενός μεγάλου αριθμού νευρώνων (Καραπέτσας & Ζυγούρης, 2011· Woodman, 2010). Καταγράφονται συνήθως από ηλεκτρόδια, τα οποία τοποθετούνται στο ανθρώπινο κρανίο (Kappenman & Luck, 2012· Nelson & McCleery, 2008) και προκύπτουν από δεδομένα ηλεκτροεγκεφαλογραφημάτων εξάγοντας τον μέσο όρο των εγκεφαλικών αποκρίσεων σε έναν αριθμό από δοκιμές σε μια προδιαγεγραμμένη πειραματική συνθήκη (Breznitz, 2003). Τα Γνωστικά Προκλητά Δυναμικά αποτελούνται από διάφορες διακριτές κυματομορφές, οι οποίες ταξινομούνται με βάση τον λανθάνοντα χρόνο (ο χρόνος που μεσολαβεί ανάμεσα στην έναρξη του ερεθίσματος και την εμφάνιση της κυματομορφής) και την πολικότητά τους (αν η συγκεκριμένη απόκλιση είναι θετική ή αρνητική, N= αρνητική, P= θετική) (Luck, 2005).

Η κυματομορφή που συστηματικά έχει συνδεθεί με την αναγνωστική ικανότητα είναι η N400. Η κυματομορφή N400 αποτελεί ένα αρνητικό συστατικό των προκλητών δυναμικών που κορυφώνεται περίπου 400 ms μετά την έναρξη του γλωσσικού ερεθίσματος και εντοπίζεται από ηλεκτρόδια που τοποθετούνται στη μέση-βρεγματική περιοχή του εγκεφάλου (για ανασκόπηση βλ. Kutas & Federmeier, 2011· Lau et al., 2008). Πιο συγκεκριμένα, οι Kutas και Federmeier (2011) στο άρθρο ανασκόπησής τους για τα 30 χρόνια ερευνών σχετικών με την κυματομορφή N400 αναφέρουν ότι η N400 χρησιμοποιείται ως όρος "ετικέτα" για την εγκεφαλική δραστηριότητα που εντοπίζεται εντός του χρονικού διαστήματος των 200–600 ms μετά την εμφάνιση συγκεκριμένου τύπου γλωσσικών ερεθισμάτων. Η συγκεκριμένη κυματομορφή έχει παραδοσιακά συνδεθεί με τη σημασιολογική επεξεργασία και τις πειραματικές δοκιμασίες των Kutas και Hillyard (1980), κατά τις οποίες οι συμμετέχοντες διάβαζαν μία σειρά από συντακτικά ορθές προτάσεις. Ωστόσο, σε έναν μικρό αριθμό προτάσεων (25% των συνολικών δοκιμών), η τελευταία λέξη της πρότασης δεν ταίριαζε σημασιολογικά με τα συμφραζόμενα, οδηγώντας κατ΄αυτόν τον τρόπο σε παραβίαση των σημασιολογικών προσδοκιών και συνεπώς στην έκλυση της κυματομορφής N400 (π.χ., «*Ο καφές μου αρέσει με κρέμα και κάλτσες*», βλ. επίσης Federmeier et al., 2007· Kuperberg et al., 2020· Kutas & Besson, 1999).

Μεταγενέστερες έρευνες εντοπίζουν την έκλυση της N400 και σε πειραματικές δοκιμασίες που περιλαμβάνουν ερεθίσματα που στερούνται σημασιολογικού περιεχομένου (π.χ., ψευδολέξεις). Συγκεκριμένα, μια ομάδα ερευνητών εντοπίζει την έκλυση της N400 κατά την ακουστική ή οπτική παρουσίαση ψευδολέξεων που διαφέρουν ως προς τον βαθμό φωνολογικής ομοιότητας (π.χ., ψευδολέξεις που ομοιοκαταληκτούν μεταξύ τους και ψευδολέξεις που δεν ομοιοκαταληκτούν· Coch et al., 2005, 2008), παρέχοντας δεδομένα υπέρ της άποψης ότι η N400 είναι ευαίσθητη και σε φωνολογικές μετρήσεις (π.χ., Coch et al., 2005· Grossi et al., 2001). Η κυματομορφή N400 εντοπίζεται σε έργα φωνολογικής επίγνωσης που αξιολογούν τον βαθμό επίγνωσης και επεξεργασίας ήχων από το επίπεδο της κατάληξης των λέξεων μέχρι το επίπεδο των φωνημάτων (π.χ., Coch et al., 2008· Newman & Connolly, 2009), σε πληθυσμούς όλων των ηλικιών (π.χ., Andersson et al., 2018· Wagensveld et al., 2013) και πληθυσμούς με αναγνωστικές ή άλλες γλωσσικές δυσκολίες (π.χ., Noordenbos et al., 2013· Russeler et al., 2007).

Μέχρι σήμερα, οι ερευνητικές εργασίες που εστιάζουν στη χρήση των Γνωστικών Προκλητών Δυναμικών για την κατανόηση της επίδρασης της φωνολογικής επίγνωσης στην άτυπη αναγνωστική ανάπτυξη καταλήγουν σε σημαντικές διαφορές μεταξύ των συμμετεχόντων με και χωρίς αναγνωστικές δυσκολίες στην κυματομορφή N400. Συγκεκριμένα, οι συμμετέχοντες με αναγνωστικές δυσκολίες φαίνεται να εμφανίζουν εκτενέστερο εύρος και καθυστέρηση στην έκλυση της κυματομορφής N400 κατά την εκτέλεση φωνολογικών έργων, υποδεικνύοντας ότι χρειάζεται να καταβάλλουν μεγαλύτερη προσπάθεια για να επεξεργαστούν τις φωνολογικές πληροφορίες συγκριτικά με τους τυπικούς αναγνώστες (π.χ., Breznitz, 2003· Desroches et al., 2013). Για παράδειγμα, οι Desroches et al. (2013) συνέκριναν την έκλυση της κυματομορφής N400 παιδιών με αναγνωστικές δυσκολίες και τυπικών αναγνωστών (εύρος ηλικιών 8-11 ετών) σε ένα έργο αντιστοίχισης εικόνας-ήχου και κατέληξαν ότι οι διαφορές μεταξύ των ομάδων ήταν στατιστικά σημαντικές. Τα παιδιά με αναγνωστικές δυσκολίες εμφάνιζαν σημαντικά εκτενέστερο εύρος στην κυματομορφή N400 σε σχέση με τους τυπικά αναπτυσσόμενους αναγνώστες στις περιπτώσεις όπου το όνομα της εικόνας που έβλεπαν στον υπολογιστή ομοιοκαταληκτούσε με τη λέξη που άκουγαν. Παρομοίως, οι Jednoróg et al. (2010) βρήκαν ότι τα παιδιά με αναγνωστικές δυσκολίες (με μέση ηλικία τα 10.1 έτη) εμφάνιζαν εκτεταμένο εύρος στην κυματομορφή N400 στις περιπτώσεις που άκουγαν λίστες λέξεων οι οποίες είχαν τα δύο ή τρία αρχικά φωνήματα κοινά.

Η παρούσα έρευνα

Η παρούσα έρευνα αποτελεί, εξ' όσων γνωρίζουμε, την πρώτη ερευνητική εργασία που εξετάζει κατά πόσο παρατηρούνται διαφορές μεταξύ ελληνόφωνων συμμετεχόντων με αναγνωστικές δυσκολίες και τυπικών αναγνωστών στην έκλυση της κυματομορφής N400 κατά την εκτέλεση έργων φωνολογικής επίγνωσης. Το μεγαλύτερο μέρος της σχετικής βιβλιογραφίας συνίσταται σε έρευνες με συμμετέχοντες των οποίων η μητρική γλώσσα είναι τα Αγγλικά (π.χ., Desroches et al., 2013·), με αποτέλεσμα να προκύπτει η ανάγκη για διεξαγωγή ερευνών με πληθυσμούς που μαθαίνουν να διαβάζουν σε πιο διαφανή ορθογραφικά συστήματα. Αντίστοιχες εργασίες με μετρήσεις που προκύπτουν σε συμπεριφορικό επίπεδο (π.χ., Landerl & Wimmer, 2008· Papadopoulos et al., 2012a) έχουν επανειλημμένα τονίσει στη βάση των συμπερασμάτων τους ότι υποθέσεις οι οποίες διατυπώνονται για την αγγλική γλώσσα χρειάζεται απαραιτήτως να ελέγχονται σε γλώσσες με διαφανή ορθογραφικά συστήματα. Η γενίκευση των συμπερασμάτων που αφορούν στα αναγνωστικά φαινόμενα από την αγγλική σε άλλες γλώσσες δεν είναι γραμμική (βλ. Papadopoulos et al., 2021b· Share, 2008). Επιπρόσθετα, στις περισσότερες σχετικές έρευνες συμμετείχαν νεαροί ενήλικες με ιστορικό δυσλεξίας (π.χ., Breznitz, 2003· Russeler et al., 2007), γεγονός που καθιστά απαραίτητη την επαλήθευση των συμπερασμάτων σε αναπτυξιακούς πληθυσμούς. Η παρούσα έρευνα αφορά συγκρίσεις ομάδων διαφορετικών ηλικιών, 8 και 11 ετών. Η επιλογή των συγκεκριμένων ηλικιακών ομάδων βασίστηκε σε δύο τουλάχιστον λόγους: (α) παρείχαν τη δυνατότητα ελέγχου της σχέσης φωνολογικής επίγνωσης και αναγνωστικής ικανότητας με έργα φωνολογικής επίγνωσης που αποτελούν καταλληλότερους ή πιο ευαίσθητους δείκτες σε μικρότερη (8 ετών, έργο αφαίρεσης φωνήματος) ή μεγαλύτερη (11 ετών, έργο παραδρομής της γλώσσας) ηλικία μεταξύ τυπικών αναγνωστών και παιδιών με αναγνωστικές δυσκολίες και (β) περιόριζαν το ενδεχόμενο η λειτουργική πλευροποίηση των γλωσσικών νευρωνικών δικτύων που εμπλέκονται στην αυτόματη αναγνώριση λέξεων και στη φωνολογική επεξεργασία να μην έχει ακόμη αναπτυχθεί (π.χ., Spironelli & Angrilli, 2009).

Στη βάση των σχέσεων που έχουν μελετηθεί μεταξύ της φωνολογικής επίγνωσης και της αναγνωστικής ικανότητας, δύο υποθέσεις κατηύθυναν την παρούσα έρευνα. Πρώτον, αναμέναμε σημαντικές διαφορές στην έκλυση της κυματομορφής N400 κατά την εκτέλεση του έργου αφαίρεσης φωνήματος κυρίως μεταξύ των συμμετεχόντων με αναγνωστικές δυσκολίες και των τυπικών αναγνωστών της μικρότερης ηλικιακής ομάδας των 8 ετών, δεδομένων των απαιτήσεων του έργου, δηλαδή της κατάτμησης και της απαλοιφής φωνήματος και σύνθεσης των υπόλοιπων φωνημάτων για τον σχηματισμό της νέας λέξης (Landerl & Wimmer, 2000· Papadopoulos et al., 2009b). Δεν αναμέναμε, αντιθέτως, διαφορές μεταξύ των ομάδων της μεγαλύτερης ηλικιακής ομάδας των 11 ετών, καθώς δυσκολίες που αφορούν στην αναγνώριση και διαχείριση φωνημάτων μετριάζονται με την ανάπτυξη (π.χ., Landerl & Wimmer, 2000· Papadopoulos et al., 2009b). Δεύτερον, εφόσον ισχύει η υπόθεση ότι το έργο της παραδρομής της γλώσσας λειτουργεί ως ευαίσθητος δείκτης φωνολογικής επίγνωσης σε ηλικίες αναγνωστών που έχουν κατακτήσει τον μηχανισμό της ανάγνωσης (≥ 8 ετών· βλ. π.χ., Φελλά & Παπαδόπουλος, 2021), αναμέναμε να παρατηρήσουμε σημαντικές διαφορές μεταξύ των συμμετεχόντων με και χωρίς αναγνωστικές δυσκολίες και στις δύο ηλικιακές ομάδες κατά την έκλυση της κυματομορφής N400 στο συγκεκριμένο έργο.

Μεθοδολογία

Συμμετέχοντες

Στην παρούσα έρευνα έλαβαν μέρος συνολικά εξήντα (60) συμμετέχοντες ηλικίας 8 και 11 ετών (με ηλικιακό εύρος 7,70 μέχρι 12,08 χρονών· Μ.Ο. = 9,79, Τ.Α. = 1,57· Κορίτσια = 24) με μητρική γλώσσα την ελληνική. Δημιουργήθηκαν ισάριθμες ομάδες ανά ηλικία και αναγνωστική επίδοση (*ν* =15).

Για την επιλογή των συμμετεχόντων με αναγνωστικές δυσκολίες, ζητήθηκε αρχικά από τους εκπαιδευτικούς της Γ΄ και της Στ΄ τάξης (ηλικιακή ομάδα των 8 και 11 ετών, αντίστοιχα) να υποδείξουν μαθητές των τάξεών τους που αντιμετώπιζαν δυσκολίες στην ανάγνωση. Στη συνέχεια, οι μαθητές αυτοί αξιολογήθηκαν με δύο μετρήσεις αναγνωστικής ευχέρειας (ανάγνωσης λέξεων και ψευδολέξεων, Papadopoulos et al., 2009c), μία μέτρηση λεκτικής (Λεξιλόγιο· Wechsler, 2014· Ελληνική εκδοχή: Στογιαννίδου, 2017) και μία μέτρηση μη λεκτικής ικανότητας (Έγχρωμες Μήτρες· Naglieri & Das, 1997· στάθμιση στα ελληνικά: Papadopoulos et al., 2009d) για να διαπιστωθεί κατά πόσο πληρούσαν τα κριτήρια του Διαγνωστικού και Στατιστικού Εγχειριδίου των Ψυχικών Διαταραχών (DSM-V, APA, 2013) για αναγνωστικές δυσκολίες. Για να συμπεριληφθούν συμμετέχοντες στην

ομάδα των παιδιών με αναγνωστικές δυσκολίες έπρεπε να έχουν χαμηλότερη επίδοση στα έργα αναγνωστικής ευχέρειας τουλάχιστον κατά μία τυπική απόκλιση από τον ηλικιακό μέσο όρο και τυπική επίδοση στα έργα λεκτικής και μη λεκτικής ικανότητας.

Στη συνέχεια, τυπικοί αναγνώστες που ανήκαν στις ηλικιακές ομάδες των 8 και 11 ετών εξισώθηκαν με τις ομάδες των συμμετεχόντων με αναγνωστικές δυσκολίες ως προς τη χρονολογική ηλικία και το φύλο (βλ. Πίνακας 1). Επίσης, ελέγχθηκαν οι επιδόσεις των συμμετεχόντων με αναγνωστικές δυσκολίες και των τυπικών αναγνωστών στα έργα λεκτικής και μη λεκτικής ικανότητας, καθώς και σε έργα αξιολόγησης της προσοχής[3] (Naglieri & Das, 1997· στάθμιση στα ελληνικά: Papadopoulos et al., 2009d). Δεν εντοπίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα συγκεκριμένα έργα μεταξύ των παιδιών της ίδιας ηλικίας (βλ. Πίνακας 2). Κανείς από τους συμμετέχοντες στο δείγμα μας δεν είχε διάγνωση στα σχολικά αρχεία για συμπεριφορικά ή συναισθηματικά προβλήματα. Εξασφαλίστηκε η ενυπόγραφη συγκατάθεση των γονέων πριν τη συμμετοχή των παιδιών στην έρευνα.

Πίνακας 1

Περιγραφικές Μετρήσεις

	Ομάδες					
	Ομάδα 1: Συμμετέχοντες με ΑΔ Γ΄	Ομάδα 2: ΤΑ Γ΄	*t*(28)	Ομάδα 3: Συμμετέχοντες με ΑΔ Στ΄	Ομάδα 4: ΤΑ Στ΄	*t*(28)
Φύλο			0,36			-1,12
Αγόρια	8	9		11	8	
Κορίτσια	7	6		4	7	
Ηλικία	8,30 (0,27)	8,36 (0,42)	0,32	11,01 (0,92)	11,47 (0,32)	-1,87

*Σημείωση. ΑΔ= Αναγνωστικές Δυσκολίες· ΤΑ= Τυπικοί Αναγνώστες

Πίνακας 2

Περιγραφικές Μετρήσεις και Τιμές F για Αναγνωστική Ευχέρεια Λέξεων και Ψευδολέξεων, Λεκτική και μη Λεκτική Ικανότητα και για Επιλεκτική Προσοχή

	Ομάδες											
	Ομάδα 1: Συμμετέχοντες με ΑΔ Γ΄			Ομάδα 2: ΤΑ Γ΄			Ομάδα 3: Συμμετέχοντες με ΑΔ Στ΄			Ομάδα 4: ΤΑ Στ΄			Τιμές *F*	
Μεταβλητές	ΜΟ	(ΤΑ)		ΜΟ	(ΤΑ)		ΜΟ	(ΤΑ)		ΜΟ	(ΤΑ)			
Αναγνωστική Ευχέρεια														
Λέξεων	28,87	(6,35)	2,3,4	55,67	(8,16)	4	49,33	(7,22)	4	65,07	(7,03)		67,80	***
Ψευδολέξεων	18,73	(4,15)	2,3,4	32,20	(4,46)	4	29,27	(5,68)	4	39,53	(4,64)		49,13	***
Ικανότητα														
Λεκτική	20,73	(4,46)	3,4	21,33	(4,29)	4	25,47	(4,79)		27,33	(4,37)		7,64	***
Μη Λεκτική	12,87	(3,09)		12,27	(3,37)	4	16,13	(4,32)		16,13	(3,46)		5,00	**
Επιλεκτική Προσοχή														
Έργο 3	0,38	(0,10)	4	0,38	(0,09)	4	0,44	(0,10)		0,54	(0,16)		6,28	**
Έργο 4	0,15	(0,04)	3,4	0,15	(0,04)	4	0,21	(0,06)		0,21	(0,07)		6,58	**

**Σημείωση*. Οι εκθέτες υποδεικνύουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων· οι διαφορές μεταξύ των ομάδων σημειώνονται μόνο από αριστερά προς τα δεξιά· αναφορές για τους εκθέτες: [4] = Ομάδα 4· [3] = Ομάδα 3· [2] = Ομάδα 2· [1] = Ομάδα 1· ΑΔ= Αναγνωστικές Δυσκολίες· ΤΑ= Τυπικοί Αναγνώστες , ** $p < .01$. *** $p < .001$.

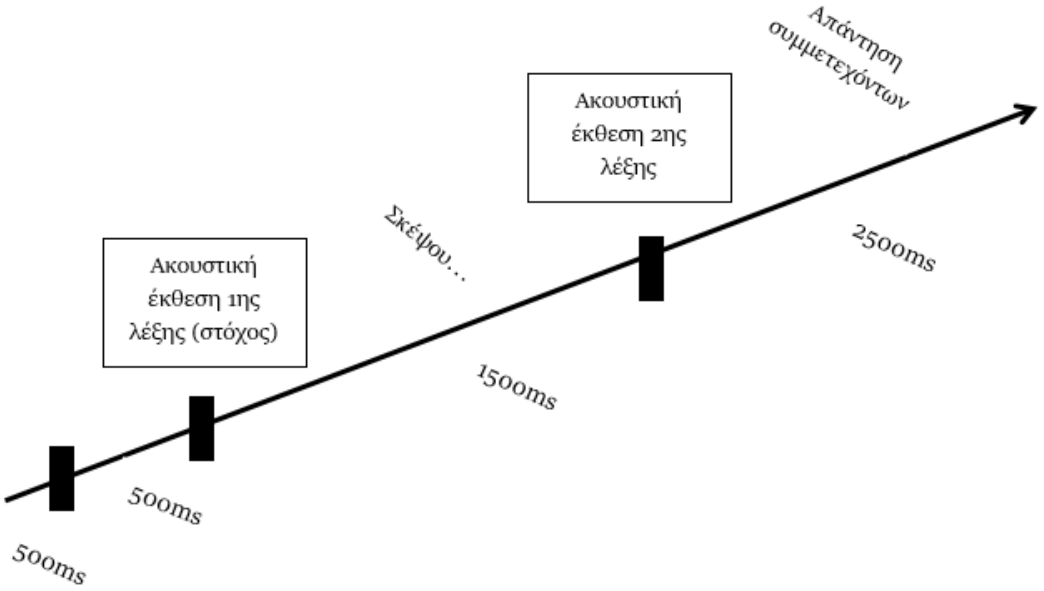
[3] Ο έλεγχος της λειτουργίας της προσοχής θεωρήθηκε απαραίτητος δεδομένης της συμβολής της προσοχής στα Γνωστικά Προκλητά Δυναμικά (βλ. Luck & Kappenman, 2012).

Έργα φωνολογικής επίγνωσης

Για την αξιολόγηση της φωνολογικής επίγνωσης χρησιμοποιήθηκαν τα έργα αφαίρεσης αρχικού φωνήματος και παραδρομής της γλώσσας (προσαρμογή από τους Papadopoulos et al., 2012a και Kendeou et al., 2015, αντίστοιχα).

Έργο αφαίρεσης αρχικού φωνήματος. Στο έργο αυτό, παρουσιαζόταν αρχικά στο κέντρο της οθόνης ένας σταυρός και παρέμενε στην οθόνη για 500ms. Ακολούθως, ο σταυρός αυτός χανόταν και πραγματοποιείτο η ακουστική έκθεση της πρώτης λέξης (λέξη-στόχος). Στη συνέχεια, μία καρτέλα με την οδηγία-υπενθύμιση «σκέψου» παρέμενε στην οθόνη για 1500ms. Εντός του χρονικού αυτού διαστήματος, οι συμμετέχοντες έπρεπε να σκεφτούν ποια λέξη σχηματιζόταν μετά τη διαγραφή του αρχικού φωνήματος από τη λέξη-στόχο. Τέλος, πραγματοποιείτο η ακουστική έκθεση της δεύτερης λέξης και οι συμμετέχοντες έπρεπε πατώντας συγκεκριμένα πλήκτρα του πληκτρολογίου (A και L) να δηλώσουν κατά πόσο η προσλαμβάνουσα αυτή λέξη αποτελούσε ή όχι τη λέξη που σχηματιζόταν μετά τη διαγραφή του αρχικού φωνήματος από τη λέξη-στόχος. Στην περίπτωση που η προσλαμβάνουσα λέξη αποτελούσε τη λέξη που σχηματιζόταν από τη διαγραφή του συγκεκριμένου φωνήματος, οι συμμετέχοντες πατούσαν το πλήκτρο A. Στην αντίθεση περίπτωση, οι συμμετέχοντες πατούσαν το πλήκτρο L. Κατά την ακρόαση της πρώτης και δεύτερης λέξης, η οθόνη ήταν κενή, πράγμα που σημαίνει ότι το έργο αφαίρεσης φωνήματος δεν περιλάμβανε οπτική έκθεση των δύο λέξεων και δεν απαιτούσε οποιαδήποτε οπτική επεξεργασία. Μέγιστος χρόνος απάντησης ήταν τα 2500ms (Γράφημα 1).

Το έργο αφαίρεσης φωνήματος περιελάβανε 100 λέξεις. Οι μισές προσλαμβάνουσες λέξεις αποτελούσαν τις ορθές λέξεις που σχηματίζονταν μετά την αφαίρεση ενός φωνήματος από τις λέξεις-στόχος, ενώ οι υπόλοιπες προσλαμβάνουσες λέξεις αποτελούσαν λανθασμένες ή μη πραγματικές λέξεις που σχηματίζονταν μετά την αφαίρεση ενός φωνήματος από τις λέξεις-στόχος. Προηγήθηκε μία δοκιμαστική φάση, η οποία περιλάμβανε πέντε δοκιμές. Η σειρά των προσλαμβάνουσων λέξεων ήταν σταθερή για όλους τους συμμετέχοντες.

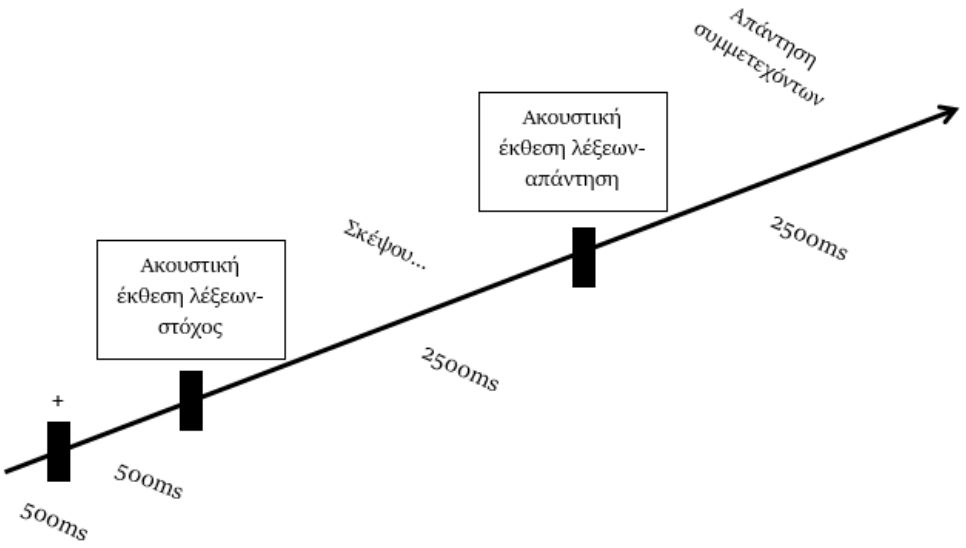


Γράφημα 1. Σχηματική περιγραφή του έργου αφαίρεσης αρχικού φωνήματος

Έργο παραδρομής της γλώσσας. Στο έργο αυτό, εμφανιζόταν στο κέντρο της οθόνης ένας σταυρός και παρέμενε στην οθόνη για 500ms. Ακολούθως, ο σταυρός αυτός χανόταν και πραγματοποιείτο η ακουστική έκθεση δύο λέξεων (λέξεις-στόχος). Μία καρτέλα με την οδηγία-υπενθύμιση «σκέψου» εμφανιζόταν στην οθόνη

και οι συμμετέχοντες έπρεπε να σκεφτούν εντός 2500ms ποιες λέξεις σχηματίζονταν μετά την αντιστροφή των αρχικών ήχων των δύο αυτών λέξεων. Στη συνέχεια, οι συμμετέχοντες άκουγαν ακόμη δύο λέξεις (λέξεις-απάντηση) και έπρεπε πατώντας συγκεκριμένα πλήκτρα του πληκτρολογίου (A και L) να δηλώσουν κατά πόσο οι προσλαμβάνουσες αυτές λέξεις αποτελούσαν ή όχι τις λέξεις που σχηματίζονταν μετά την αντιστροφή των αρχικών ήχων των λέξεων-στόχος. Στην περίπτωση που οι προσλαμβάνουσες λέξεις αποτελούσαν τις λέξεις που προκύπταν από την αντιστροφή των αρχικών ήχων των λέξεων-στόχος, οι συμμετέχοντες πατούσαν το πλήκτρο A. Στην αντίθετη περίπτωση, οι συμμετέχοντες πατούσαν το πλήκτρο L. Το έργο παραδρομής της γλώσσας δεν περιλάμβανε οπτική έκθεση των λέξεων-στόχος και λέξεων-απάντηση. Μέγιστος χρόνος απάντησης ήταν τα 2500ms (βλ. Γράφημα 2).

Το έργο παραδρομή γλώσσας περιλάμβανε 60 ζευγάρια λέξεων. Οι μισές προσλαμβάνουσες λέξεις αποτελούσαν ορθές και πραγματικές λέξεις που σχηματίζονταν μετά την αντιστροφή των αρχικών ήχων των λέξεων, ενώ οι υπόλοιπες προσλαμβάνουσες λέξεις αποτελούσαν μη ορθές λέξεις που σχηματίζονταν μετά την αντιστροφή των αρχικών ήχων των λέξεων. Προηγήθηκε μία δοκιμαστική φάση, η οποία περιλάμβανε πέντε ζευγάρια λέξεων. Η σειρά των προσλαμβάνουσων λέξεων ήταν σταθερή για όλους τους συμμετέχοντες.



Γράφημα 2. Σχηματική περιγραφή του έργου παραδρομής της γλώσσας

Διαδικασία

Τα παιδιά των οποίων οι γονείς έδωσαν τη συγκατάθεσή τους για τη συμμετοχή τους στην έρευνα αξιολογήθηκαν αρχικά στις γνωστικές και γλωσσικές μετρήσεις, με σκοπό να επαληθευτεί με μετρήσιμα κριτήρια κατά πόσο παρουσίαζαν ή όχι αναγνωστικές δυσκολίες. Η προκαταρκτική αυτή αξιολόγηση διήρκησε 40 λεπτά. Στη συνέχεια, χορηγήθηκαν τα έργα φωνολογικής επίγνωσης σε ηλεκτρονικό υπολογιστή (BenQ XL2411R, 1920x1080, 24inch). Οι λέξεις του έργου φωνολογικής επίγνωσης ακούγονταν από τα ηχεία του υπολογιστή με ένταση 65dB. Η συνολική αξιολόγηση του έργου φωνολογικής επίγνωσης διήρκησε 40 λεπτά. Τα πρώτα 20 λεπτά της συνάντησης αφιερώθηκαν στην προετοιμασία των συμμετεχόντων (τοποθέτηση ειδικού καπέλου και εφαρμογή ηλεκτροδίων), ενώ τα υπόλοιπα 20 λεπτά αφιερώθηκαν στη χορήγηση των έργων φωνολογικής επίγνωσης. Η συνάντηση αυτή διεξήχθη στο Κέντρο Εφαρμοσμένης Νευροεπιστήμης στο Πανεπιστήμιο Κύπρου, ύστερα από συνεννόηση με τους γονείς, και εκτός σχολικού προγράμματος (απογευματινές ώρες ή Σαββατοκύριακα). Η μελέτη πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις συστάσεις της Εθνικής Επιτροπής Βιοηθικής Κύπρου και έλαβε έγκριση από το Υπουργείο Παιδείας, Αθλητισμού και Νεολαίας της Κύπρου.

Διαδικασία καταγραφής των Γνωστικών Προκλητών Δυναμικών

Η καταγραφή των ηλεκτροεγκεφαλογραφημάτων πραγματοποιήθηκε από 64 ενεργά ηλεκτρόδια μέσω του συστήματος BioSemi Active-two (BioSemi, Amsterdam, Netherlands, n.d.). Η καταγραφή γινόταν με ρυθμό δειγματοληψίας 512Hz. Η καταγραφή ήταν συνεχής σε όλη τη διάρκεια του πειράματος. Τα ηλεκτρόδια τοποθετήθηκαν στο ειδικό καπέλο, το οποίο είχε από προηγουμένως εφαρμοστεί στο κεφάλι των συμμετεχόντων και οι υποδοχείς του οποίου είχαν γεμίσει με έναν ηλεκτρολύτη gel χρησιμοποιώντας μία ειδική πλαστική σύριγγα. Η πλήρης διάταξη των ηλεκτροδίων έγινε σύμφωνα με το Παγκόσμιο σύστημα 10/20 (Jasper, 1958) στις θέσεις Fp1, Fpz, Fp2, AF7, AF3, AFz, AF4, AF8, F7, F5, F3, F1, Fz, F2, F4, F6, F8, Ft7, Fc5, Fc3, Fc1, Fcz, Fc2, Fc4, Fc6, Ft8, T7, C5, C3, C1, Cz, C2, C4, C6, T8,Tp7, Cp5, Cp3, Cp1, Cpz, Cp2, Cp4, Cp6, Tp8, P9, P7, P5, P3, P1, Pz, P2, P4, P6, P8, P10, PO7, PO5, POz, PO4, PO8, O1, Oz, O2 και Iz. Δεν τέθηκε κάποιο ηλεκτρόδιο ως αναφερόμενο, ακολουθώντας τις οδηγίες χρήσης του συστήματος της BIOSEMI. Οι αντιστάσεις όλων των ηλεκτροδίων υπολογίστηκαν μέσω του συστήματος της BIOSEMI και διατηρήθηκαν μικρότερες από 20 kΩ.

Διαδικασία επεξεργασίας και ανάλυσης Γνωστικών Προκλητών Δυναμικών

Η επεξεργασία του σήματος των μετρήσεων έγινε στο περιβάλλον της MATLAB (http://www.mathworks.com), χρησιμοποιώντας προσαρμοσμένα σενάρια (*custom scripts*) και τις επιλογές που προσφέρει η εργαλειοθήκη της EEGLAB. Σε πρώτη φάση, έγινε ψηφιοποίηση των δεδομένων με συχνότητα δειγματοληψίας 256Hz και πραγματοποιήθηκε επαναπροσδιορισμός των δεδομένων στη μέση τιμή όλων των καναλιών. Ακολούθως, πραγματοποιήθηκε φιλτράρισμα του συνεχούς σήματος με τη χρήση υψιπερατού φίλτρου (*high-pass filter*) με συχνότητα αποκοπής 0.5Hz με σκοπό την αφαίρεση της οποιασδήποτε ολίσθησης (*DC drifts*) και φιλτράρισμα του σήματος με τη χρήση φίλτρων εγκοπής (*notch filter*) με συχνότητα αποκοπής 50Hz που είχε ως στόχο την ελαχιστοποίηση των παρεμβολών (*power-line noise interference*). Τέλος, πραγματοποιήθηκε φιλτράρισμα των δεδομένων με τη χρήση βαθυπερατού φίλτρου (*low-pass filter*) με συχνότητα αποκοπής 25Hz για ελαχιστοποίηση του θορύβου που προκύπτει από διάφορες μη εγκεφαλικές δραστηριότητες που πιθανότατα επηρέασαν την καταγραφή.

Σε δεύτερη φάση, το συνεχές σήμα που ξεκινούσε 200ms πριν την έναρξη ενός σημαντικού για το πείραμα γεγονότος (π.χ., ακρόαση της πρώτης λέξης) και συνεχίζονταν για 600ms μετά την ολοκλήρωση του συγκεκριμένου γεγονότος διαχωρίστηκε σε διαδοχικά τμήματα (*epochs*). Ακολούθως, πραγματοποιήθηκε αφαίρεση από κάθε τμήμα των μη χρήσιμων αντισταθμιστικών τμημάτων (π.χ., από -200ms μέχρι 0 ms από την έναρξη ενός σημαντικού για το πείραμα γεγονότος). Τέλος, εφαρμόστηκαν συγκεκριμένες λειτουργίες (*functions*) από την εργαλειοθήκη της EEGLAB με στόχο την αυτόματη αφαίρεση τεχνητών σφαλμάτων (*artifacts*) από τα κανάλια και τα επιμέρους τμήματα (π.χ., λειτουργίες *"pop_rejchan"* και *"pop_autorej"*).

Σε τρίτη φάση, πραγματοποιήθηκε υπολογισμός των Γνωστικών Προκλητών Δυναμικών για κάθε σημαντικό γεγονός του πειράματος και κάθε συμμετέχοντα, εξάγοντας τον μέσο όρο όλων των εγκεφαλικών αποκρίσεων που συνδέονται με το συγκεκριμένο γεγονός (για περισσότερες πληροφορίες βλ. Christoforou et al., 2013). Συγκεκριμένα, από την ανάλυση των ηλεκτροεγκεφαλογραφημάτων μετά την ολοκλήρωση των μετρήσεων, προέκυψε έκλυση της N400 σε δύο και έξι διακριτές ομάδες καναλιών στα έργα παραδρομής της γλώσσας και αφαίρεσης αρχικού φωνήματος, αντίστοιχα (βλ. Πίνακα 3). Η επιλογή των συγκεκριμένων καναλιών στηρίχτηκε σε αναφορές της βιβλιογραφίας σε περιοχές ενδιαφέροντος (π.χ., Breznitz, 2002) και προέκυψε από την παρατήρηση των Γνωστικών Προκλητών Δυναμικών όλων των συμμετεχόντων στο κάθε έργο ξεχωριστά. Στο έργο αφαίρεσης αρχικού φωνήματος, αφετηρία έκλυσης της N400 αποτελούσε η έναρξη ακρόασης της δεύτερης λέξης (λέξη-απάντηση). Στο έργο παραδρομής της γλώσσας, η έκλυση της συγκεκριμένης κυματομορφής εντοπίστηκε σε δύο χρονικά σημεία μετά την νοερή αντιστροφή των αρχικών ήχων των λέξεων και συγκεκριμένα στην έναρξη ακρόασης της πρώτης και στην έναρξη ακρόασης της δεύτερης λέξης. Σε όλες τις περιπτώσεις, υπολογίστηκε για κάθε συμμετέχοντα το εύρος (*amplitude*) και ο λανθάνοντας χρόνος (*latency*) της κυματομορφής N400.

Πίνακας 3
Περιγραφή Καναλιών που Χρησιμοποιήθηκαν στα Έργα Αφαίρεσης Αρχικού Φωνήματος και Παραδρομής της Γλώσσας

	Κανάλια	
Ομάδα/Έργα	Παραδρομή της Γλώσσας	Αφαίρεση Αρχικού Φωνήματος
1.	12 13 19 20 21 32 45 46 47 48 57 50 56	4,5,10,11,13,38,39
2.	14 15 16 17 51 52 53 54	7,8,9
3.		26,30
4.		46,47,48,49, 50
5.		51,52,53,43
6.		55,56,57,58

Επιλογή αναλύσεων

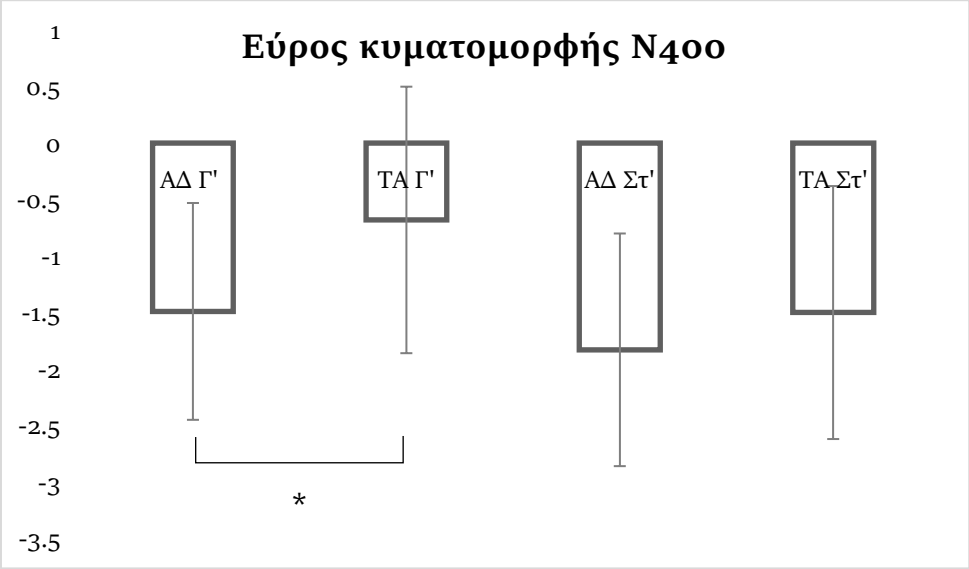
Για τον έλεγχο των υποθέσεων της έρευνας πραγματοποιήθηκαν μία σειρά από πολλαπλές αναλύσεις διακύμανσης (MANOVA) με ανεξάρτητη μεταβλητή την ομάδα (x4) και εξαρτημένες μεταβλητές το εύρος και τον λανθάνοντα χρόνο της κυματομορφής N400.

Συμπληρωματικά, υπολογίστηκε ο δείκτης επίδρασης «*d*» του Cohen (*d*-effects· Cohen, 1969). Η χρήση του δείκτη επίδρασης *d* επιτρέπει τη σύγκριση των ομάδων στη βάση όχι μόνο του μέσου όρου, αλλά και της τιμής της σχετικής απόκλισης, αφού στον τύπο υπολογισμού του δείκτη επίδρασης *d*, η διαφορά των μέσων όρων των δύο ομάδων διαιρείται με την τιμή της τυπικής απόκλισης που έχει υπολογιστεί για τις ομάδες. Τιμές του δείκτη επίδρασης *d*, μεγαλύτερες από 0.80, δείχνουν πως η διαφορά μεταξύ των δύο ομάδων είναι μεγαλύτερη από μία Σχετική Απόκλιση (1 Σ.Α.), και επομένως, στατιστικά σημαντική (βλ. Φελλά & Παπαδόπουλος, 2018).

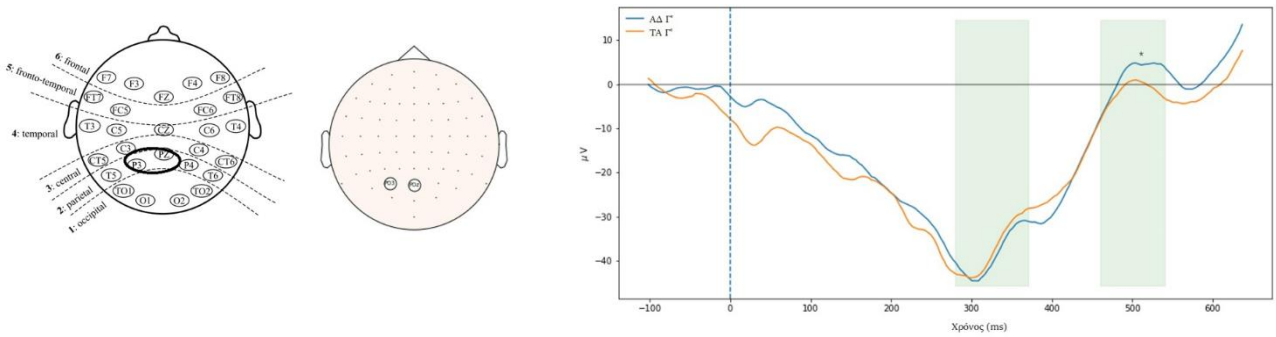
Αποτελέσματα

Αναφορικά με το έργο αφαίρεσης αρχικού φωνήματος, τα αποτελέσματα από τις πολλαπλές αναλύσεις διακύμανσης έδειξαν στατιστικά σημαντική πολυμεταβλητή επίδραση για την ομάδα στην κυματομορφή N400 (λανθάνοντας χρόνος και εύρος της κυματομορφής N400 στην τρίτη ομάδα καναλιών: Wilks' Lambda=,763, $F(6,108) = 2,61$, $p < ,05$, $\eta^2 = ,11$). Η εξέταση των μονομεταβλητών αναλύσεων έδειξε επίσης σημαντική επίδραση για το εύρος της κυματομορφής N400 στην τρίτη ομάδα καναλιών ($F(3,55) = 3,03$, $p < ,05$, $\eta^2 = ,14$). Παρόλο που οι κατά ζεύγη συγκρίσεις δεν έδειξαν διαφορές μεταξύ των ομάδων στη συγκεκριμένη κυματομορφή, εντούτοις η εξέταση των δεικτών επίδρασης έδειξε ότι το εύρος της κυματομορφής N400 των συμμετεχόντων με αναγνωστικές δυσκολίες που ανήκαν στην ηλικιακή ομάδα των 8 ετών ήταν σημαντικά μεγαλύτερο σε σύγκριση με τους τυπικά αναπτυσσόμενους συνομηλίκους τους (*d*=,75). Σε αντίθεση, οι διαφορές μεταξύ των ομάδων που ανήκαν στην ηλικιακή ομάδα των 11 ετών στο εύρος της κυματομορφής N400 δεν ήταν στατιστικά σημαντικές. Τέλος, οι διαφορές μεταξύ των ομάδων στον λανθάνοντα χρόνο της κυματομορφής N400 δεν απέκλιναν σημαντικά στις ομάδες των καναλιών που εξετάστηκαν.

Στο έργο παραδρομής της γλώσσας για τις εξαρτημένες μεταβλητές εύρος και λανθάνοντα χρόνο της κυματομορφής N400 δεν παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση της μεταβλητής ομάδα.



Γράφημα 3. Σχηματική περιγραφή του εύρους της κυματομορφής N400 στο έργο αφαίρεσης αρχικού φωνήματος



Γράφημα 4. Σχηματική επίδραση των διαφορών μεταξύ των παιδιών που ανήκαν στην ηλικιακή ομάδα των 8 ετών (Γ΄ τάξη) στο εύρος της N400 (απεικόνιση διαχωρισμού εγκεφάλου σε περιοχές από Coch et al., 2005)

Συζήτηση

Στόχος της παρούσας έρευνας ήταν η διερεύνηση των διαφορών μεταξύ συμμετεχόντων με αναγνωστικές δυσκολίες και τυπικών αναγνωστών στα χαρακτηριστικά της κυματομορφής N400, κατά τη συμμετοχή τους σε δύο εργαστηριακές μετρήσεις που αξιολογούσαν τη φωνολογική επίγνωση. Η παρούσα έρευνα αποτελεί, εξ' όσων γνωρίζουμε, το πρώτο πείραμα που εξετάζει το συγκεκριμένο θέμα στην ελληνική γλώσσα σε νεαρούς αναγνώστες.

Στο έργο αφαίρεσης αρχικού φωνήματος, παρατηρήθηκε η έκλυση της κυματομορφής N400 στη βρεγματική περιοχή του εγκεφάλου. Η σύνδεση των συγκεκριμένων περιοχών με την κυματομορφή N400 εντοπίζεται και σε άλλες ερευνητικές εργασίες (π.χ., Landi & Perfetti, 2006· McPherson et al., 1998). Σύμφωνα με τους Luck και Kappenman (2012), για την έκλυση της κυματομορφής N400, οι συμμετέχοντες πρέπει να κατανοήσουν και να διατηρήσουν στη μνήμη τους τις πληροφορίες του αρχικού ερεθίσματος (prime word) και ακολούθως να συγκρίνουν το αρχικό ερέθισμα με το ερέθισμα-στόχο (target word). Στο έργο αφαίρεσης φωνήματος, αφετηρία έκλυσης της κυματομορφής N400 αποτελούσε η έναρξη ακρόασης της δεύτερης λέξης, πράγμα που σημαίνει πως η συγκεκριμένη κυματομορφή εντοπίστηκε όταν οι συμμετέχοντες αντιλαμβάνονταν σε πρώτο στάδιο και διατηρούσαν στη φωνολογική τους μνήμη τις ακουστικές πληροφορίες της αρχικής λέξης που άκουγαν (βλ. Araújo et al., 2016). Σε δεύτερο στάδιο, αφαιρούσαν νοερά τον αρχικό ήχο της αρχικής λέξης και σε τρίτο στάδιο συνέκριναν τη λέξη που σχημάτιζαν στο μυαλό τους με τη λέξη-στόχο. Ακολουθώντας αυτή τη διαδικασία,

αποφάσιζαν κατά πόσο η λέξη-στόχος ήταν η ίδια με αυτή που σχημάτιζαν νοερά στη φωνολογική τους μνήμη και πατώντας το κατάλληλο πλήκτρο να την αποδεχτούν ή να την απορρίψουν.

Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν την πρώτη υπόθεση της έρευνας, καθώς οι διαφορές στο έργο αφαίρεσης αρχικού φωνήματος στο εύρος της κυματομορφής N400 μεταξύ των παιδιών με και χωρίς αναγνωστικές δυσκολίες που ανήκαν στην ηλικιακή ομάδα των 8 ετών ήταν στατιστικά σημαντικές. Οι συμμετέχοντες με αναγνωστικές δυσκολίες που ανήκαν στην ηλικιακή ομάδα των 8 ετών είχαν σημαντικά εκτενέστερο N400 σε σύγκριση με τους τυπικά αναπτυσσόμενους συνομηλίκους τους. Τα αποτελέσματα αυτά συνάδουν με τα ευρήματα προηγούμενων ερευνών (π.χ., Breznitz, 2003· Jednoróg et al., 2010) και υποδεικνύουν ότι οι συμμετέχοντες με αναγνωστικές δυσκολίες χρειάζεται να καταβάλλουν μεγαλύτερη προσπάθεια για να επεξεργαστούν τις φωνολογικές πληροφορίες συγκριτικά με τους τυπικούς αναγνώστες (βλ. Breznitz, 2003). Στη βιβλιογραφία, το εύρος της κυματομορφής N400 συνδέεται με διάφορες γνωστικές διεργασίες, μεταξύ των οποίων είναι η ευκολία ή δυσκολία ενσωμάτωσης των φωνολογικών πληροφοριών της αρχικής προσλαμβάνουσας λέξης στην υπο-επεξεργασία λέξη (π.χ., Jednoróg et al., 2010), η ικανότητα διατήρησης και επεξεργασίας των πληροφοριών στη φωνολογική μνήμη (π.χ., Araújo et al., 2016), η ικανότητα νοερής ενεργοποίησης φωνολογικά όμοιων λέξεων με την αρχική προσλαμβάνουσα λέξη (π.χ., Desroches et al., 2013), το μέγεθος του μετασυναπτικού δυναμικού και της νευρωνικής ενεργοποίησης (π.χ., Kutas & Federmeier, 2011). Σε κάθε περίπτωση, το εκτεταμένο εύρος που καταγράφεται στην N400 υποδεικνύει ότι οι συμμετέχοντες με αναγνωστικές δυσκολίες παρουσιάζουν σημαντικές δυσκολίες στη διαχείριση των φωνολογικών πληροφοριών της αρχικής προσλαμβάνουσας λέξης, γεγονός που αποτυπώνεται στην έκλυση της κυματομορφής N400. Μελλοντικές έρευνες είναι σημαντικό να επαληθεύσουν παρόμοια ευρήματα μελετώντας τις διαφορές μεταξύ των παιδιών με και χωρίς αναγνωστικές δυσκολίες στο εύρος της κυματομορφής N400 και με άλλα έργα φωνολογικής επίγνωσης.

Τα αποτελέσματα, όπως επίσης αναμενόταν, ήταν διαφορετικά για την ηλικιακή ομάδα των 11 ετών. Τα χαρακτηριστικά της κυματομορφής N400 στο έργο αφαίρεσης αρχικού φωνήματος ήταν παρόμοια μεταξύ των συμμετεχόντων με αναγνωστικές δυσκολίες και των τυπικά αναπτυσσόμενων συνομηλίκων τους. Το εύρημα αυτό έρχεται να επιβεβαιώσει τα πορίσματα προηγούμενων ερευνών με γνωστικές μετρήσεις, που δείχνουν ότι δυσκολίες που αφορούν στην αναγνώριση και διαχείριση φωνημάτων μετριάζονται με την ανάπτυξη (π.χ., Landerl & Wimmer, 2000· Papadopoulos et al., 2009b). Αυτή η βελτίωση αποδίδεται τόσο στην ορθογραφική διαφάνεια της ελληνικής γλώσσας (π.χ., Papadopoulos et al., 2009b) όσο και στην επίδραση της διδασκαλίας της ανάγνωσης (για ανασκόπηση βλ. Landerl, 2019· Papadopoulos et al., 2021b). Ερευνητικές εργασίες δείχνουν ότι τα παιδιά με αναγνωστικές δυσκολίες που μαθαίνουν να διαβάζουν σε ένα διαφανές ορθογραφικό σύστημα είναι σε θέση να χειρίζονται με σχετική ευκολία την αντιστοιχία μεταξύ γραφημάτων και φωνημάτων, με αποτέλεσμα να διαβάζουν με υψηλή ακρίβεια λέξεις και ψευδολέξεις από τις πρώτες τάξεις του δημοτικού (π.χ., Georgiou et al., 2012· Landerl & Wimmer, 2000). Ο Share (1995, 2008) υποστηρίζει ότι η αναπτυσσόμενη φωνολογική ικανότητα αντιστοιχίας γραφημάτων-φωνημάτων, δρα ως μηχανισμός αυτοδιδασκαλίας και λειτουργεί ως διαμεσολαβητής για την ομαλή ανάπτυξη της αναγνωστικής ικανότητας. Καθώς το παιδί προσπαθεί να διαβάσει μία άγνωστη λέξη, αξιοποιεί φωνολογικούς μηχανισμούς που έχει χρησιμοποιήσει επιτυχώς στο παρελθόν για την ανάγνωση παρόμοιων λέξεων, ως προς τη φωνολογική τους δομή. Η επαναλαμβανόμενη και επιτυχημένη εφαρμογή παρόμοιων μηχανισμών μειώνει σημαντικά τον απαιτούμενο χρόνο αξιοποίησης φωνολογικών μηχανισμών (και κατ΄ επέκταση τον χρόνο ενεργοποίησης της φωνολογικής μνήμης) στις λέξεις που συναντώνται συχνά, ενισχύοντας την αυτόματη ανάγνωση μέρους ή ολόκληρης της λέξης (βλ. Μουζάκη & Πρωτόπαπας, 2010). Συνεπώς, φαίνεται ότι τα παιδιά με αναγνωστικές δυσκολίες μετά την ηλικία των 9 ετών αξιοποιούν το ίδιο αποτελεσματικά τον μηχανισμό ανάπτυξης των φωνολογικών δεξιοτήτων και τη φωνολογική τους μνήμη με τους τυπικά αναπτυσσόμενους συνομηλίκους τους, γεγονός που αποτυπώνεται στα παρόμοια χαρακτηριστικά της κυματομορφής N400 στις δύο ομάδες.

Τα αποτελέσματα δεν επιβεβαιώνουν τη δεύτερη υπόθεση της έρευνας, καθώς στο έργο παραδρομής της γλώσσας δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων (8 ή 11 ετών) με αναγνωστικές δυσκολίες και των ομάδων που εξισώθηκαν ως προς τη χρονολογική ηλικία στην έκλυση της κυματομορφής N400. Το συγκεκριμένο έργο θεωρείται απαιτητικότερο έργο αξιολόγησης της δεξιότητας διαχείρισης ήχων στο επίπεδο του φωνήματος, καθώς χρησιμοποιεί δεξιότητες κατάτμησης, σύνθεσης και φωνολογικής εργαζόμενης μνήμης (Gathercole & Adams, 1993· Kendeou et al., 2015· Landerl & Wimmer, 2000), απαιτώντας σημαντικό χρόνο και προσπάθεια από τους συμμετέχοντες ανεξαρτήτως ηλικίας ή αναγνωστικής ικανότητας, γεγονός που

αποτυπώνεται στην έκλυση της κυματομορφής N400. Για παράδειγμα, στην περίπτωση που αναφέρονταν οι λέξεις /μήλο/ και /φίδι/, οι συμμετέχοντες καλούνταν αρχικά να διαχωρίσουν τον αρχικό ήχο από το υπόλοιπο της κάθε λέξης (/μ/-/ήλο/, /φ/-/ίδι/). Στη συνέχεια, καλούνταν να μετατοπίσουν τον αρχικό ήχο της λέξης *μήλο* και να τον ενώσουν με το υπόλοιπο της δεύτερης λέξης (*/ίδι/*). Η λέξη που πρόκυπτε (/μύδι/) έπρεπε να διατηρηθεί στη μνήμη των συμμετεχόντων, καθώς γινόταν η σύνθεση της άλλης λέξης (/*φίλο*/) (βλ. Landerl & Wimmer, 2000). Ως εκ τούτου, ο βαθμός δυσκολίας του έργου είναι πολύ πιθανόν να επισκίασε πιθανές διαφορές μεταξύ των ομάδων, αφού απαιτούσε και στις δύο ηλικίες, ανεξαρτήτως αναγνωστικής ικανότητας, μια προσεκτική αναζήτηση των λέξεων που προκύπταν από την αντιστροφή των αρχικών φωνημάτων των αρχικών λέξεων. Μελλοντικές έρευνες είναι σημαντικό να επαληθεύσουν παρόμοια ευρήματα μελετώντας τον τρόπο με τον οποίο ο βαθμός δυσκολίας ή γλωσσικής πολυπλοκότητας των φωνολογικών έργων επηρεάζει την εκδήλωση φωνολογικών διαφορών μεταξύ ομάδων τυπικά αναπτυσσόμενων και φτωχών αναγνωστών.

Εκπαιδευτικές εφαρμογές

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έχουν σημαντική εκπαιδευτική συνεισφορά, καθώς υποδεικνύουν ποιες μετρήσεις φωνολογικής επίγνωσης που αξιολογούν τη δεξιότητα αναγνώρισης και διαχείρισης ήχων σε φωνημικό επίπεδο μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κάθε ηλικία για την ανίχνευση και αξιολόγηση συναφών αναγνωστικών δυσκολιών στην ελληνική γλώσσα. Το έργο αφαίρεσης φωνήματος φαίνεται ότι δικαιολογημένα αξιοποιείται συχνότερα στις έρευνες που εξετάζουν τη συνεισφορά της φωνολογικής επίγνωσης στην ερμηνεία των αναγνωστικών δυσκολιών (π.χ., Georgiou et al., 2010· Kjeldsen et al., 2014· Papadopoulos et al., 2009b). Ο εντοπισμός σημαντικών διαφορών μεταξύ συμμετεχόντων με και χωρίς αναγνωστικές δυσκολίες που φοιτούσαν στη Γ' τάξη, στο έργο αφαίρεσης φωνήματος, και κατά την καταγραφή Γνωστικών Προκλητών Δυναμικών υποδεικνύει ότι το συγκεκριμένο έργο μπορεί να λειτουργήσει ως αξιόπιστος δείκτης διάκρισης των φτωχών από τους ικανούς αναγνώστες, τουλάχιστον μέχρι την ηλικία των 8 ετών. Απεναντίας, το απαιτητικό έργο της παραδρομής της γλώσσας φαίνεται ότι δεν μπορεί να λειτουργήσει ως σταθερός γνωστικός δείκτης φωνολογικών διαφορών μεταξύ ομάδων τυπικά αναπτυσσόμενων και φτωχών αναγνωστών μέχρι την ηλικία των 11 ετών, καθώς ο αυξημένος βαθμός δυσκολίας του επισκιάζει τις οποιεσδήποτε διαφορές μεταξύ των ομάδων. Αξίζει να διερευνηθεί σε μελλοντικές έρευνες, αν όντως τα ευρήματα που προκύπτουν ως προς την καταλληλότητα του για τη μέτρηση της φωνολογικής επίγνωσης σε μεγαλύτερες ηλικίες (π.χ., Kendeou et al., 2015) επιβεβαιώνονται και μέσω νευροφυσιολογικών μετρήσεων. Τέλος, τα ευρήματα της παρούσας έρευνας και ιδίως το εκτεταμένο εύρος στην κυματομορφή N400, προσφέρουν εναλλακτικές διαδικασίες διάγνωσης των αναγνωστικών δυσκολιών σε ελληνόφωνους πληθυσμούς με αναγνωστικές δυσκολίες (βλ. Coch et al., 2008 για παρόμοιο επιχείρημα).

Αξίζει να αναφερθούν ορισμένοι περιορισμοί της παρούσας μελέτης. Πρώτον, η παρούσα έρευνα μελέτησε τη σχέση φωνολογικής επίγνωσης και αναγνωστικής ικανότητας μέσω της καταγραφής Γνωστικών Προκλητών Δυναμικών, στη βάση δεδομένων από την ελληνική γλώσσα. Αυτό συνεπάγεται ότι τα ευρήματα της παρούσας έρευνας μπορούν να γενικευτούν κυρίως σε γλώσσες με διαφανή ορθογραφικά συστήματα (π.χ., Φιλανδικά, Γερμανικά). Δεύτερον, η καταγραφή και ανάλυση των ΓΠΔ έγινε στη βάση συγχρονικών δεδομένων. Η εφαρμογή ενός μεθοδολογικού σχεδιασμού που θα επέτρεπε τη συλλογή διαχρονικών δεδομένων, θα μπορούσε να προσφέρει τη δυνατότητα επαλήθευσης των ευρημάτων που προκύπτουν από γνωστικές μετρήσεις αναφορικά με τη σχέση φωνολογικής επίγνωσης και αναγνωστικής ικανότητας (π.χ., Papadopoulos et al., 2012b).

Εν κατακλείδι, η σχέση της φωνολογικής επίγνωσης με την αναγνωστική ικανότητα και η συνεισφορά της στην ερμηνεία συναφών δυσκολιών έχει απασχολήσει σημαντικά τη σχετική βιβλιογραφία. Προφανώς, η μελέτη των διεργασιών, που υποστηρίζουν την ανάγνωση, μέσω της αξιοποίησης ηλεκτροφυσιολογικών μετρήσεων αποτελεί ένα σύνθετο και πολύπλοκο εγχείρημα. Ωστόσο, τα προκείμενα ευρήματα έχουν να προσφέρουν σημαντική πληροφόρηση αναφορικά με την κατανόηση των μηχανισμών που καθορίζουν και ερμηνεύουν την τυπική και άτυπη αναγνωστική ανάπτυξη. Συνεπώς, η έρευνα στην ελληνική γλώσσα, όπως και διεθνώς, οφείλει να ενσωματώνει τέτοιου τύπου μεθοδολογίες, ώστε ο στόχος της κατανόησης της εξελικτικής φύσης των αναγνωστικών δυσκολιών να είναι πιο ρεαλιστικός.

Βιβλιογραφία

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Author.

Anastasiou, D., & Protopapas, A. (2015). Difficulties in lexical stress versus difficulties in segmental phonology among adolescents with dyslexia. *Scientific Studies of Reading, 19(1),* 31–50. https://doi.org/10.1080/10888438.2014.934452

Andersson, A., Sanders, L. D., Coch, D., Karns, C. M., & Neville, H. J. (2018). Anterior and posterior ERP rhyming effects in 3- to 5-year-old children. *Developmental Cognitive Neuroscience*, *30*, 178–190. https://doi.org/10.1016/j.dcn.2018.02.011

Andreou, G., & Karapetsas, A. (2001). Hemispheric asymmetries of visual ERPs in left-handed bilinguals. *Cognitive Brain Research, 12*(2), 333–335. https://doi.org/10.1016/s0926-6410(01)00060-x

Anthony, J. L., & Francis, D. (2005). Development of phonological awareness. *Current Directions in Psychological Science, 14*(5), 255-259. https://doi.org/10.1111/j.0963-7214.2005.00376.x

Anthony, J. L., Lonigan, C. J., Driscoll, K., Phillips, B. M., & Burgess, S. R. (2003). Phonological sensitivity: A quasi-parallel progression of word structure units and cognitive operations. *Reading Research Quarterly, 38*(4), 470-487. https://doi.org/10.1598/RRQ.38.4.3

Araújo, S., Faísca, L., Reis, A., Marques, J. F., & Petersson, K. M. (2016). Visual naming deficits in dyslexia: An ERP investigation of different processing domains. *Neuropsychologia, 91,* 61–76. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2016.07.007

Bann, S., & Herdman, A. T. (2016). Event Related Potentials reveal early phonological and orthographic processing of single letters in letter-detection and letter-rhyme paradigms. *Frontiers in Human Neuroscience, 10,* 176. https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00176

Βλάχος, Φ. (2008). Προκλητά δυναμικά στη βρεφική και νηπιακή ηλικία: Η συμβολή τους στην ανίχνευση της αναπτυξιακής δυσλεξίας. *Εγκέφαλος, 45*, 160-166.

Breznitz, Z. (2002). Asynchrony of visual–orthographic and auditory–phonological word recognition processes: an underlying factor in dyslexia. *Reading and Writing, 15*(1-2), 15–42. https://doi.org/10.1023/A:1013864203452

Breznitz, Z. (2003). Speed of phonological and orthographic processing as factors in dyslexia: Electrophysiological evidence. *Genetic, Social and General Psychology Monographs, 129*(2), 183-206.

Castles, A., & Coltheart, M. (2004). Is there a causal link from phonological awareness to success in learning to read? *Cognition, 91*(1), 77-111. https://doi.org/10.1016/s0010-0277(03)00164-1

Christoforou, C., Constantinidou, F., Shoshilou, P., & Simos, P. G. (2013). Single-trial linear correlation analysis: application to characterization of stimulus modality effects. *Frontiers in Computational Neuroscience*, *7*, 15. https://doi.org/10.3389/fncom.2013.00015

Coch, D., Hart, T., & Mitra, P. (2008). Three kinds of rhymes: An ERP study. *Brain and Language*, *104*(3), 230–243. https://doi.org/10.1016/j.bandl.2007.06.003

Coch, D., Grossi, G., Skendzel, W., & Neville, H. (2005). ERP nonword rhyming effects in children and adults. *Journal of Cognitive Neuroscience*, *17*(1), 168–182. https://doi.org/10.1162/0898929052880020

Cohen, J. (1969). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Academic Press.

de Jong, P.F., & van der Leij, A. (1999). Specific contributions of phonological abilities to early reading acquisition: Results from a Dutch latent variable longitudinal study. *Journal of Educational Psychology, 91*(3), 450-476. https://doi.org/10.1037/0022-0663.91.3.450

Deacon, S. H. (2012). Sounds, letters and meanings: The independent influences of phonological, morphological and orthographic skills on early word reading accuracy. *Journal of Research in Reading, 35*(4), 456–475. https://doi.org/10.1111/j.1467-9817.2010.01496.x

Desroches, A. S., Newman, R.L., Robertson, E. K., & Joanisse, M. F. (2013). Electrophysiological indices of phonological impairments in dyslexia. *Journal of Speech-Language and Hearing Research, 56*(1), 250-264. https://doi.org/10.1044/1092-4388(2012/10-0351

Diamanti, V., Goulandris, N., Campbell, R., & Protopapas, A. (2018). Dyslexia profiles across orthographies differing in transparency: An evaluation of theoretical predictions contrasting English and Greek. *Scientific Studies of Reading, 22(1),* 55–69. https://doi.org/10.1080/10888438.2017.1338291

Federmeier, K. D., Wlotko, E. W., De Ochoa-Dewald, E., & Kutas, M. (2007). Multiple effects of sentential constraint on word processing. *Brain Research*, *1146*, 75–84. https://doi.org/10.1016/j.brainres.2006.06.101

Φελλά, Α., & Παπαδόπουλος, Τ. Κ. (2018). Μελέτη της ορθογραφικής επεξεργασίας μέσω οφθαλμοκίνησης στην ελληνική γλώσσα. *Ψυχολογία, 23*(2), 182-201. https://doi.org/10.12681/psy_hps.23008

Φελλά, Α., & Παπαδόπουλος, Τ. Κ. (2021). Γνωστικοί μηχανισμοί της αναγνωστικής ανάπτυξης στην ελληνική γλώσσα. Στο Σ. Σταυρακάκη (Επιμ.), *Λόγος και νόηση στις διαταραχές παιδιών και ενηλίκων* (σσ. 343-368). Εκδόσεις Βήτα.

Gathercole, S. E., & Adams, A.-M. (1993). Phonological working memory in very young children. *Developmental Psychology, 29*(4), 770–778. https://doi.org/10.1037/0012-1649.29.4.770

Georgiou, G. K., Papadopoulos, T. C., Zarouna, E., & Parrila, R. K. (2012). Are auditory and visual processing deficits related to developmental dyslexia? *Dyslexia, 18*(2), 110-129. https://doi.org/10.1002/dys.1439

Georgiou, G. K., Parrila, R. K., & Papadopoulos, T. C. (2008). Predictors of word decoding and reading fluency in English and Greek: A cross-linguistic comparison. *Journal of Educational Psychology, 100*(3), 566-580. https://doi.org/10.1037/0022-0663.100.3.566

Georgiou, G. K., Protopapas, A., Papadopoulos, T. C., Skaloumbakas, C., & Parrila, R. K. (2010). Auditory temporal processing and dyslexia in an orthographically consistent language. *Cortex, 46*(10), 1330-1344. https://doi.org/10.1016/j.cortex.2010.06.006

Grossi, G., Coch, D., Coffey-Corina, S., Holcomb, P. J., & Neville, H. J. (2001). Phonological processing in visual rhyming: A developmental ERP study. *Journal of Cognitive Neuroscience, 13*(5), 610–625. https://doi.org/10.1162/089892901750363190

Jasper, H. H. (1958). The Ten-Twenty electrode system of the International Federation. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology, 10,* 371-375.

Jednoróg, K., Marchewka, A., Tacikowski, P., & Grabowska, A. (2010). Implicit phonological and semantic processing in children with developmental dyslexia: Evidence from event-related potentials. *Neuropsychologia, 48*(9), 2447–2457. https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.04.017

Kappenman, E. S., & Luck, S. J. (2012). ERP components: The ups and downs of brainwave recordings. In S. J. Luck & E. S. Kappenman (Eds.), *The Oxford handbook of event-related potential components* (pp. 3–30). Oxford University Press.

Καραπέτσας, Α. Β., & Ζυγούρης, Ν. Χ. (2011). Η χρήση των Γνωστικών Προκλητών Δυναμικώνστην πρόγνωση, διάγνωση και αποκατάσταση παιδιών με δυσλεξία. *Εγκέφαλος, 43*(3), 118 – 127.

Kendeou, P., Papadopoulos, T. C., & Spanoudis, G. (2015). Reading comprehension and PASS theory. In T. C. Papadopoulos, R. K. Parrila, & J. R. Kirby (Eds.), *Cognition, intelligence, and achievement* (pp. 117-136). Academic Press.

Kirby, J. R., Parrila, R. K., & Pfeiffer, S. L. (2003). Naming speed and phonological awareness as predictors of reading development. *Journal of Educational Psychology, 95*(3), 453-464. https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.3.453

Kjeldsen, A., Kärnä, A., Niemi, P., Olofsson A., & Witting, K. (2014). Gains from training in phonological awareness in kindergarten predict reading comprehension in grade 9. *Scientific Studies of Reading, 18*(6), 452-467. https://doi.org/10.1080/10888438.2014.940080

Kuperberg, G. R., Brothers, T., & Wlotko, E. W. (2020). A tale of two positivities and the N400: Distinct neural signatures are evoked by confirmed and violated predictions at different levels of representation. *Journal of Cognitive Neuroscience, 32*(1), 12–35. https://doi.org/10.1162/jocn_a_01465

Kutas, M., & Besson, M. (1999). Electrical signs of language in the brain. In C. Fuchs, & S. Robert (Eds.), *Language diversity and cognitive representations* (pp. 159-178). Benjamins.

Kutas, M., & Federmeier, K. D. (2011). Thirty years and counting: Finding meaning in the N400 component of the event-related brain potential (ERP). *Annual Review of Psychology, 62*, 621-647. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.093008.131123

Kutas, M., & Hillyard, S. A. (1980). Reading senseless sentences: brain potentials reflect semantic incongruity. *Science, 207*(4427), 203–205. https://doi.org/10.1126/science.7350657

Landerl, K. (2019). Behavioral precursors of developmental dyslexia. In L. Verhoeven & C. Perfetti (Eds.), *Developmental dyslexia across languages and writing systems* (pp. 229–252). Cambridge University Press.

Landerl, K., & Wimmer, H. (2000). Deficits in phoneme segmentation are not the core problem of dyslexia: Evidence from German and English children. *Applied Psycholinguistics, 21*(2), 243–262. https://doi.org/10.1017/S0142716400002058

Landerl, K., & Wimmer, H. (2008). Development of word reading fluency and spelling in a consistent orthography: An 8-year follow-up. *Journal of Educational Psychology, 100*(1), 150-161. https://doi.org/10.1037/0022-0663.100.1.150

Landi, N., & Perfetti, C. A. (2007). An electrophysiological investigation of semantic and phonological processing in skilled and less-skilled comprehenders. *Brain and Language*, *102*(1), 30–45. https://doi.org/10.1016/j.bandl.2006.11.001

Lau, E. F., Phillips, C., & Poeppel, D. (2008). A cortical network for semantics: (de)constructing the N400. *Nature Reviews Neuroscience*, *9*(12), 920–933. https://doi.org/10.1038/nrn2532

Loizou, M., & Stuart, M. (2003). Phonological awareness in monolingual and bilingual English and Greek five-year-olds. *Journal of Research in Reading, 26*(1)*,* 3-18. https://doi.org/10.1111/1467-9817.261002

Luck, S. J. (2005). *An introduction to the event-related potential technique*. MIT Press.

Luck, S. J., & Kappenman, E. S. (2012). ERP components and selective attention. In S. J. Luck & E. S. Kappenman (Eds.), *The Oxford handbook of event-related potential components* (pp. 295–327). Oxford University Press.

Manolitsis, G., Grigorakis, I., & Georgiou, G. K. (2017). The longitudinal contribution of early morphological awareness skills to reading fluency and comprehension in Greek. *Frontiers in Psychology, 8,* Article 1793. https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01793

McPherson, W. B., Ackerman, P. T., Holcomb, P. J., & Dykman, R. A. (1998). Event-related brain potentials elicited during phonological processing differentiate subgroups of reading disabled adolescents. *Brain and Language*, *62*(2), 163–185. https://doi.org/10.1006/brln.1997.1893

Melby-Lervåg, M., Lyster, S. A., & Hulme, C. (2012). Phonological skills and their role in learning to read: A meta-analytic review. *Psychological Bulletin, 138*(2), 322-352. https://doi.org/10.1037/a0026744

Messbauer, V. C. S., de Jong, P. F., & van der Leij, A. (2002). Manifestations of phonological deficits in dyslexia: Evidence from Dutch children. In L. Verhoeven, C. Elbro, & P. Reitsma (Eds.), *Precursors of functional literacy* (pp. 69-88). John Benjamin.

Μουζάκη, Α., & Πρωτόπαπας, Α. (Επιμ.) (2010). *Ορθογραφία: Μάθηση και διαταραχές*. Gutenberg.

Naglieri, J. A., & Das, J. P. (1997). *Das-Naglieri Cognitive Assessment System*. Riverside Publishing.

Nelson, C. A., 3rd, & McCleery, J. P. (2008). Use of event-related potentials in the study of typical and atypical development. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, *47*(11), 1252–1261. https://doi.org/10.1097/CHI.0b013e318185a6d8

Newman, R. L., & Connolly, J. F. (2009). Electrophysiological markers of pre-lexical speech processing: evidence for bottom-up and top-down effects on spoken word processing. *Biological Psychology*, *80*(1), 114–121. https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2008.04.008

Nikolopoulos, D.**,** Goulandris, N., Hulme, C., & Snowling, M. (2006). The cognitive bases of learning to read and spell in Greek: Evidence from a longitudinal study. *Journal of Experimental Child Psychology, 94*(1), 1-17. https://doi.org/10.1016/j.jecp.2005.11.006

Noordenbos, M. W., Segers, E., Wagensveld, B., & Verhoeven, L. (2013). Aberrant N400 responses to phonological overlap during rhyme judgements in children at risk for dyslexia. *Brain Research, 1537,* 233–243. https://doi.org/10.1016/j.brainres.2013.09.018

Παντελιάδου, Σ. (2011). *Μαθησιακές δυσκολίες και εκπαιδευτική πράξη: Τι & Γιατί*. Πεδίο.

Papadopoulos, T. C., Csépe, V. Aro, M., Caravolas, M., Diakidoy, I. A., Olive, T., & (2021b). Methodological issues in literacy research across languages: Evidence from alphabetic orthographies. *Reading Research Quarterly, 56*, S351-S370. https://doi.org/10.1002/rrq.407

Papadopoulos, T. C., Georgiou, G. K., & Apostolou, T. (2020b). The role of distal and proximal cognitive processes in word reading fluency in Greek. In R. Alves, T. Limpo, & M. Joshi (Eds.), *Reading-writing connections: Towards integrative literacy science* (pp. 171-184). Springer.

Papadopoulos T. C., Georgiou, G. K., & Kendeou, P. (2009b). Investigating the double-deficit hypothesis in Greek: Findings from a longitudinal study. *Journal of Learning Disabilities, 42*(6), 528-547. https://doi.org/10.1177/0022219409338745

Papadopoulos, T. C., Georgiou, G. K., Kendeou, P., & Spanoudis, G. (2009d). *Standardization in Greek of the Das-Naglieri Cognitive Assessment System*. Department of Psychology, University of Cyprus. (Original work published 1997).

Papadopoulos, T. C., Georgiou, G. K., & Parrila, R. K. (2012b). Low-level deficits in beat perception: Neither necessary nor sufficient for explaining developmental dyslexia in a consistent orthography. *Research in Developmental Disabilities, 33*(6), 1841-1856. https://doi.org/10.1016/j.ridd.2012.04.009

Papadopoulos, T. C., Kendeou, P., & Spanoudis, G. (2012a). Investigating the factor structure and measurement invariance of phonological abilities in a sufficiently transparent language. *Journal of Educational Psychology, 104*(2), 321-336. https://doi.org/10.1037/a0026446

Papadopoulos, T. C., Spanoudis, G., & Chatzoudi, D. (2020a). A longitudinal investigation of the double dissociation between reading and spelling deficits: The role of linguistic and executive function skills. *Reading and Writing, 33*(4), 1075-1104. https://doi.org/10.1007/s11145-020-10029-1

Papadopoulos T. C., Spanoudis, G., & Kendeou, P. (2009a). The dimensionality of phonological abilities in Greek. *Reading Research Quarterly, 44*(2), 127-143. http://www.jstor.org/stable/20462722

Papadopoulos, T. C., Spanoudis, G., & Kendeou, P. (2009c). *Early reading skills assessment battery (ERS-AB)*. Department of Psychology, University of Cyprus.

Papadopoulos, T. C., Spanoudis, G., Ktisti, C., Fella, A. (2021a). Precocious readers: A cognitive or a linguistic advantage? *European Journal of Psychology of Education, 36*, 63-90. https://doi.org/10.1007/s10212-020-00470-9

Parrila, R., Dudley, D., Song, S., & Georgiou, G. K. (2020a). A meta-analysis of reading-level match dyslexia studies in consistent alphabetic orthographies. *Annals of Dyslexia*, *70*(1), 1–26. https://doi.org/10.1007/s11881-019-00187-5

Parrila, R. K., Georgiou, G. K., & Papadopoulos, T. C. (2020b). Dyslexia in a consistent orthography: Evidence from reading-level match design. *Dyslexia, 26*(4), 343-358. https://doi.org/10.1002/dys.1650

Parrila, R., Kirby, J. R., & McQuarrie, L. (2004). Articulation rate, naming speed, verbal short-term memory, and phonological awareness: Longitudinal predictors of early reading development. *Scientific Studies of Reading, 8*(1), 3–26. https://doi.org/10.1207/s1532799xssr0801_2

Protopapas, A., Skaloumbakas, C., & Bali, P. (2008). Validation of unsupervised computer-based screening for reading disability in the Greek elementary Grades 3 and 4. *Learning Disabilities: A Contemporary Journal, 6(1),* 45–69.

Protopapas, A., & Vlahou, E. L. (2009). A comparative quantitative analysis of Greek orthographic transparency. *Behavior Research Methods, 41,* 991–1008. https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.991

Rothou, K. M., & Padeliadu, S. (2019). Morphological processing influences on dyslexia in Greek-speaking children. *Annals of Dyslexia*, *69*(3), 261–278. https://doi.org/10.1007/s11881-019-00184-8

Russeler, J., Becker, P., Johannes, S., & Münte, T. F. (2007). Semantic, syntactic, and phonological processing of written words in adult developmental dyslexic readers: an event-related brain potential study. *BMC Neuroscience, 8,* 52. https://doi.org/10.1186/1471-2202-8-52

Seymour, P. H. K., Aro, M., & Erskine, J. M. (2003). Foundation literacy acquisition in Share, D. L. (1995). Phonological recoding and self-teaching: Sine qua non of reading acquisition. *Cognition, 55*(2), 151-218. https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)00645-2

Share, D. L. (1995). Phonological recoding and self-teaching: Sine qua non of reading acquisition. *Cognition, 55*(2), 151-218. https://doi.org/10.1016/0010-0277(94)00645-2

Share, D. L. (2008). Orthographic learning, phonological recoding, and self-teaching. *Advances in Child Development and Behavior, 36,* 31-82. https://doi.org/10.1016/s0065-2407(08)00002-5

Σίμος, Π., & Κομίλη, Α. (2003). *Μέθοδοι έρευνας στην ψυχολογία και τη γνωστική νευροεπιστήμη*. Εκδόσεις Παπαζήση.

Spanoudis, G., Papadopoulos, T. C., & Spyrou, S. (2019). Specific language impairment and reading disability: Categorical distinction or continuum? *Journal of Learning Disabilities, 52*(1), 3- 14. https://doi.org/10.1177/0022219418775111

Spironelli, C., & Angrilli, A. (2009). Developmental aspects of automatic word processing: language lateralization of early ERP components in children, young adults and middle-aged subjects. *Biological Psychology, 80*(1), 35–45. https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2008.01.012

Στογιαννίδου, Α. (2017). *WISC-V GR (Wechsler Intelligence Scale for Children - 5th Edition)*. Μοτίβο Εκδοτική.

Suárez-Coalla, P., & Cuetos, F. (2015). Reading difficulties in Spanish adults with dyslexia. *Annals of Dyslexia*, *65*(1), 33–51. https://doi.org/10.1007/s11881-015-0101-3

Sur, S., & Sinha, V. K. (2009). Event-related potential: An overview. *Industrial Psychiatry Journal*, *18*(1), 70–73. https://doi.org/10.4103/0972-6748.57865

Torgesen, J. K., Wagner, R. K., Rashotte, C. A., Burgess, S., & Hecht, S. (1997). Contributions of phonological awareness and rapid automatized naming ability to growth of word-reading skills in second- to fifth-grade children. *Scientific Studies of Reading, 1*(2)*,* 161–185. https://doi.org/10.1207/s1532799xssr0102_4

Torppa, M., Parrila, R. K., Niemi, P., Lerkkanen, M. K, Poikkeus, A. M., & Nurmi, J. E. (2013). The double deficit hypothesis in the transparent Finnish orthography: A longitudinal study from kindergarten to grade 2. *Reading and Writing, 26*(8), 1353-1380. https://doi.org/10.1007/s11145-012-9423-2

Wagensveld, B., van Alphen, P., Segers, E., Hagoort, P., & Verhoeven, L. (2013). The neural correlates of rhyme awareness in preliterate and literate children. *Clinical Neurophysiology, 124*(7), 1336–1345. https://doi.org/10.1016/j.clinph.2013.01.022

Wechsler, D. (2014). *Wechsler intelligence scale for children* (5th ed.). NCS Pearson.

Woodman G. F. (2010). A brief introduction to the use of event-related potentials in studies of perception and attention. *Attention, Perception & Psychophysics*, *72*(8), 2031–2046. https://doi.org/10.3758/APP.72.8.2031

Ziegler, J. C., & Goswami, U. (2005). Reading acquisition, developmental dyslexia, and skilled reading across languages: A psycholinguistic grain size theory. *Psychological Bulletin, 131*(1), 3-29. https://doi.org/10.1037/0033-2909.131.1.3

ΨΥΧΟΛΟΓΙΑ | PSYCHOLOGY, 27(3), 79-97

Ελληνική Ψυχολογική Εταιρεία
Hellenic Psychological Society

ΕΜΠΕΙΡΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ | RESEARCH PAPER

Investigating the relationship between phonological awareness and reading using Event-Related Potentials

Argyro FELLA[1], Christoforos CHRISTOFOROU[2], Maria LOIZOU[3], Timothy C. PAPADOPOULOS[4]

[1] School of Education, University of Nicosia, Nicosia, Cyprus
[2] Division of Computer Science, Mathematics & Science, St. John's University, New York, USA
[3] Ministry of Education, Sport and Youth, Nicosia, Cyprus
[4] Department of Psychology, University of Cyprus, Nicosia, Cyprus

KEYWORDS

Phonological awareness,
reading difficulties,
Event-Related Potentials (ERPs),
Greek language

CORRESPONDENCE

Timothy C. Papadopoulos,
Department of Psychology,
Building: FEB 01 – Faculty of
Economics and Management,
University Campus,
papadopoulos.timothy@ucy.ac.cy

ABSTRACT

The present study investigated the differences between children with reading difficulties (RD) and their controls (CA) (age range = 7.7–12.08 years; Mage = 9.79 years; SD=1.57; Females = 24) on two phonological awareness tasks (phoneme elision and spoonerism), using Event-Related Potentials. EEG data recording elicited the N400 component in both tasks. The results revealed that 8-year-old children with RD produced significantly longer N400 than their CA controls in phoneme elision task, suggesting that younger children with RD require more time to process the phonological stimuli than their peers. No differences were observed in N400 components between the 11-year-olds, showing that the RD children outgrow difficulties in phonological awareness tasks due to the consistency of the Greek writing system. The RD and CA groups did not differ in the spoonerism task, probably due to the task's increased complexity. Discussion centers around the role of Event-Related Potentials in providing valuable information about the phonological mechanisms underpinning reading.

© 2022, Argyro Fella, Christoforos Christoforou, Maria Loizou, Timothy C. Papadopoulos
Licence CC-BY-SA 4.0