

**Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών Εξειδίκευσης του Τμήματος
Ελληνικής Φιλολογίας του Δημοκριτείου Πανεπιστημίου Θράκης
σε συνεργασία με το
ΕΚΕΦΕ Δημόκριτος – Ινστιτούτο Πληροφορικής και Επικοινωνιών με τίτλο:
«Εξειδίκευση στις Τ.Π.Ε. και Ειδική Αγωγή – Ψυχοπαιδαγωγική της ένταξης»**

**Η ΑΙΤΙΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΔΥΣΑΡΙΘΜΗΣΙΑΣ ΚΑΙ Η ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ ΤΩΝ Τ.Π.Ε. ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΓΝΩΣΗ ΚΑΙ
ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΗΣ
THE ETIOLOGY OF DYSCALCULIA AND THE DESCRIPTION OF
ICT TOOLS FOR
THE DIAGNOSIS AND TREATMENT**

της
Μάλλη Ευγενίας

Μεταπτυχιακή διατριβή που υποβάλλεται
στην τριμελή επιτροπή για την απόκτηση του μεταπτυχιακού τίτλου του Προγράμματος
Μεταπτυχιακών Σπουδών Εξειδίκευσης του Τ.Ε.Φ-Δ.Π.Θ. σε συνεργασία με το
Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. Δημόκριτος – Ινστιτούτο Πληροφορικής και Επικοινωνιών
με τίτλο: «Εξειδίκευση στις Τ.Π.Ε. και Ειδική Αγωγή – Ψυχοπαιδαγωγική της ένταξης»

Εγκεκριμένο από την τριμελή επιτροπή:

- 1^{ος} Επιβλέπων: Δρ. Δρίγκας Αθανάσιος, Διευθυντής ερευνών Ι.Π.Τ. Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. “ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ”
2^η Επιβλέπουσα: Δρ. Σταθοπούλου Αγάθη, Συνεργάτιδα ερευνήτρια Ι.Π.Τ. Ε.Κ.Ε.Φ.Ε.
“ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ”
3^{ος} Επιβλέπων: Δρ. Ρίζος Σπυρίδων, Συνεργάτης ερευνητής Ι.Π.Τ. Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. “ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ”

Κομοτηνή/Αθήνα
2019

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η Δυσαριθμησία αποτελεί μια ειδική μαθησιακή δυσκολία που επηρεάζει την ικανότητα ενός παιδιού να κατανοήσει τις αριθμητικές έννοιες και να εκτελέσει μαθηματικούς υπολογισμούς. Παρά το υψηλό ποσοστό εμφάνισης της, οι έρευνες που σχετίζονται με αυτήν είναι ελάχιστες και η αιτιολόγησή της ακόμα είναι αβέβαιη. Γι' αυτόν τον λόγο η παρούσα έρευνα στόχευσε αρχικά να διερευνήσει τους πιθανούς παράγοντες που ευνοούν την ανάπτυξη της Δυσαριθμησίας. Ειδικότερα μελετάται η νευροψυχολογική και γενετική βάση της Δυσαριθμησίας, τα γνωστικά ελλείμματα που υπεισέρχονται σε αυτήν όπως η προσοχή, η μνήμη και η οπτικο-χωρική ικανότητα καθώς και το άγχος για τα μαθηματικά.

Τα τελευταία χρόνια έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος στη χρήση των Τ.Π.Ε (Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών) στην εκπαίδευση των μαθητών με μαθησιακές δυσκολίες. Στη παρούσα εργασία επιλέχθηκαν μερικές σημαντικές μελέτες που υπογραμμίζουν τη σημασία της χρήσης των Τ.Π.Ε, με ιδιαίτερη αναφορά σε συγκεκριμένες διαδικτυακές, φορητές εφαρμογές και εφαρμογές σε υπολογιστή, τόσο για τη διάγνωση όσο και για την παρέμβαση μαθητών με Δυσαριθμησία. Τα αποτελέσματα των μελετών αποκάλυψαν ότι η χρήση των Τ.Π.Ε έχει σημαντική επίδραση στην ανάπτυξη της μάθησης στα Μαθηματικά και λειτουργεί ως πολύτιμος αρωγός-εργαλείο στην εκπαιδευτική διαδικασία των παιδιών με Δυσαριθμησία.

ABSTRACT

Dyscalculia is a special learning difficulty that affects a child's ability to understand numerical meanings and perform mathematical calculations. Despite its high incidence, research related to it is little and its justification is still uncertain. For this reason, the present research was initially aimed at exploring the potential factors that favor the development of Dyscalculia. In particular, the neuropsychological and genetic basis of Dyscalculia is studied, cognitive deficits such as attention, memory and visual-spatial ability as well as anxiety about mathematics.

In recent years, significant progress has been made in the use of ICT (Information and Communication Technologies) in the education of pupils with learning disabilities. In the present research, some important studies have been selected to highlight the importance of the use of ICTs, with particular reference to specific web applications, mobile applications and computer applications, both for the diagnosis and for the intervention of students with Dyscalculia. The results of the studies have revealed that the use of ICTs has a significant impact on the development of mathematical learning and works as a valuable aid tool in the educational process of children with Dyscalculia.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αγαλιώτης, Ι. (2009). *Μαθησιακές δυσκολίες στα Μαθηματικά*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Washington, DC: Author
- American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4th ed., text rev.). Washington, DC: Author.
- American Psychiatric Association. (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4th ed.). Washington, DC: Author.
- Amiripour, P., Bijanzadeh, M. H., Rostamy-Malkhalifeh, M., & Najafi, M. (2011). The effects of assistive technology on increasing capacity of mathematical problem solving in dyscalculia students. *International Journal of Applied*, 1(1), 81-89.
- Ansari, D., De Smedt, B., & Grabner, R. H. (2012). Neuroeducation—a critical overview of an emerging field. *Neuroethics*, 5(2), 105-117.
- Arsalidou, M., & Taylor, M. J. (2011). Is $2+2=4$? Meta-analyses of brain areas needed for numbers and calculations. *Neuroimage*, 54(3), 2382-2393.
- Askenazi, S., & Henik, A. (2010). Attentional networks in developmental dyscalculia. *Behavioral and brain functions*, 6(1), 2.
- Ashcraft, M. H., & Faust, M. W. (1994). Mathematics anxiety and mental arithmetic performance: An exploratory investigation. *Cognition & Emotion*, 8(2), 97-125.
- Ashkenazi, S., Rubinsten, O., & Henik, A. (2009). Attention, automaticity, and developmental dyscalculia. *Neuropsychology*, 23(4), 535.
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends in cognitive sciences*, 4(11), 417-423.
- Brunda, A., & Bhavithra, J. (2010). Adaptive computer assisted instruction (CAI) for students with dyscalculia (learning disability in mathematics). In *Proceedings of the 1st Amrita ACM-W Celebration on Women in Computing in India* (pp. 12). India: ACM.
- Butterworth, B. (2011). Foundational numerical capacities and the origins of dyscalculia. In *Space, Time and Number in the Brain*. New York: Academic Press, 14, 249-265.
- Butterworth, B., Varma, S., & Laurillard, D. (2011). Dyscalculia: from brain to education. *Science*, 32(6033), 1049-1053.
- Butterworth, B., & Laurillard, D. (2010). Low numeracy and dyscalculia: identification and intervention. *ZDM*, 42(6), 527-539.
- Butterworth, B. (2008). Developmental dyscalculia. *Child neuropsychology: Concepts, theory, and practice*, 357-374.

- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(1), 3-18.
- Butterworth, B. (2003). *Dyscalculia screener*. London: NferNelson Publishing Company Limited,
- Cangoz, B., Altun, A., Olkun, S., & Kacar, F. (2013). Computer Based Screening Dyscalculia: Cognitive and Neuropsychological Correlates. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 12(3), 33-38.
- Cantlon, J. F., Platt, M. L., & Brannon, E. M. (2009). Beyond the number domain. *Trends in cognitive sciences*, 13(2), 83-91.
- Cho, S., Ryali, S., Geary, D. C., & Menon, V. (2011). How does a child solve $7+8$? Decoding brain activity patterns associated with counting and retrieval strategies. *Developmental science*, 14(5), 989-1001.
- Cohn, R. (1961). Dyscalculia. *Archives of Neurology*, 4, 301-307.
- Devine, A., Hill, F., Carey, E., & Szűcs, D. (2018). Cognitive and emotional math problems largely dissociate: Prevalence of developmental dyscalculia and mathematics anxiety. *Journal of Educational Psychology*, 110(3), 431.
- De Visscher, A., Szmalec, A., Van Der Linden, L., & Noël, M. P. (2015). Serial-order learning impairment and hypersensitivity-to-interference in dyscalculia. *Cognition*, 144, 38-48.
- Drigas, A., & Pappas, M. (2017). The Consciousness-Intelligence-Knowledge Pyramid: An 8x8 Layer Model. *International Journal of Recent Contributions from Engineering, Science & IT (iJES)*, 5(3), 14-25.
- Drigas, A., & Pappas, M. (2015). ICT Based Screening Tools and Etiology of Dyscalculia. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 5(3), 61-66.
- Dyscalculia in Children. (χ. η.). Treatment, exercises. Ανακτήθηκε 30 Απριλίου, 2019 από <https://www.cognifit.com/pathology/dyscalculia>
- Francis, T., Smith, G., Wareham, J. and Wood, H. (2013). Dyscalc. Ανακτήθηκε 30 Απριλίου, 2019 από <http://app.educational-psychologist.co.uk/screening/dyscalculic/about.aspx>
- Fuchs, L. S., Fuchs, D., Compton, D. L., Powell, S. R., Seethaler, P. M., Capizzi, A. M., & Fletcher, J. M. (2006). The cognitive correlates of third-grade skill in arithmetic, algorithmic computation, and arithmetic word problems. *Journal of Educational Psychology*, 98(1), 29.
- Geary, D. C. (2004). Mathematics and learning disabilities. *Journal of learning disabilities*, 37(1), 4-15.
- Jovanović, G., Jovanović, Z., Banković-Gajić, J., Nikolić, A., Svetozarević, S., & Ignjatović-Ristić, D. (2013). The frequency of dyscalculia among primary school children. *Psychiatria Danubina*, 25(2), 0-174.
- Καραγιαννάκης, Γ. (2018). *Οι αριθμοί...πέρα από τους κανόνες*. Αθήνα: Πεδίο.

- Karagiannakis, G., & Baccaglini-Frank, A. (2014). The DeDiMa battery: a tool for identifying students' mathematical learning profiles. *Health Psychology Review*, 2(4), 291-297.
- Karagiannakis, G., Baccaglini-Frank, A., & Papadatos, Y. (2014). Mathematical learning difficulties subtypes classification. *Frontiers in human neuroscience*, 8, 57.
- Käser, T., Baschera, G. M., Kohn, J., Kucian, K., Richtmann, V., Grond, U., & von Aster, M. (2013). Design and evaluation of the computer-based training program Calcularis for enhancing numerical cognition. *Frontiers in psychology*, 4, 489
- Kaufmann, L. (2008). Dyscalculia: neuroscience and education. *Educational research*, 50(2), 163-175.
- Kiger, D., Herro, D., & Prunty, D. (2012). Examining the influence of a mobile learning intervention on third grade math achievement. *Journal of Research on Technology in Education*, 45(1), 61-82.
- Kolb, B. and Whishaw, I.Q. (1996) Fundamentals of human neuropsychology. 4th Edition, New York: W.H. Freeman and Company
- Kosc, L. (1974). Developmental dyscalculia. *Journal of learning disabilities*, 7(3), 164-177.
- Kucian K., & von Aster M. (2015). Developmental dyscalculia. *Eur J Pediatr*, 174, 1-13.
- Kucian, K., Loenneker, T., Dietrich, T., Dosch, M., Martin, E., & Von Aster, M. (2006). Impaired neural networks for approximate calculation in dyscalculic children: a functional MRI study. *Behavioral and Brain Functions*, 2(1), 31.
- Mazzocco, M. M., & Räsänen, P. (2013). Contributions of longitudinal studies to evolving definitions and knowledge of developmental dyscalculia. *Trends in Neuroscience and Education*, 2(2), 65-73.
- Lafay, A., St-Pierre, M. C., & Macoir, J. (2017). The Mental Number Line in Dyscalculia: Impaired Number Sense or Access From Symbolic Numbers?. *Journal of learning disabilities*, 50(6), 672-683.
- Lai, Y., Zhu, X., Chen, Y., & Li, Y. (2015). Effects of mathematics anxiety and mathematical metacognition on word problem solving in children with and without mathematical learning difficulties. *PloS one*, 10(6), e0130570.
- Menon, V. (2016). Working memory in children's math learning and its disruption in dyscalculia. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 10, 125-132.
- Nagavalli, T., & Juliet, P. (2015). Technology for Dyscalculic Children. *SALEM*, 16, 1-10.
- Noël, M. P. (2009). Counting on working memory when learning to count and to add: A preschool study. *Developmental Psychology*, 45(6), 1630.
- O'Malley, P., Jenkins, S., Wesley, B., Donehower, C., Rabuck, D. & Lewis, M. (2013). Effectiveness of Using iPads to Build Math Fluency. Presented at Council for Exceptional

Children Annual Meeting 2013. Retrieved May 22, 2019 from <https://www.learntechlib.org/p/113618/>.

- Pappas, M., Drigas, A. & Polychroni, F. (2018). An Eight-Layer Model for Mathematical Cognition. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 13(10), 69-82.
- Plerou, A., & Vlamos, P. (2016). *Algorithmic thinking and mathematical learning difficulties classification*. *Am. J. Appl. Psychol*, 5(5), 22.
- Plerou, A., Vlamos P., & Kourouthanasis P. (2014). *Screening Dyscalculia and Algorithmic Thinking Difficulties*. 1st International Conference on New Developments in Science and Technology Education” Proceedings Manuscripts. Greece: Department of Informatics, Ionian University.
- Plerou, A. (2014). Dealing with Dyscalculia over time. In *International Conference on Information Communication Technologies in Education*. Greece: Ionian University.
- Porpodas, K. (2003). Diagnostic evaluation and treatment of learning disabilities in elementary school (Reading, Spelling, Dyslexia, Mathematics). *EPEAEK (2002-2006)*.
- Price, G. R., & Ansari, D. (2013). Dyscalculia: Characteristics, causes, and treatments. *Numeracy*, 6(1), 2.
- Räsänen, P., Salminen, J., Wilson, A. J., Aunio, P., & Dehaene, S. (2009). Computer-assisted intervention for children with low numeracy skills. *Cognitive development*, 24(4), 450-472.
- Rosselli, M., Matute, E., Pinto, N., & Ardila, A. (2006). Memory abilities in children with subtypes of dyscalculia. *Developmental neuropsychology*, 30(3), 801-818.
- Rotzer, S., Loenneker, T., Kucian, K., Martin, E., Klaver, P., & Von Aster, M. (2009). Dysfunctional neural network of spatial working memory contributes to developmental dyscalculia. *Neuropsychologia*, 47(13), 2859-2865.
- Rubinsten, O., & Henik, A. (2009). Developmental dyscalculia: Heterogeneity might not mean different mechanisms. *Trends in cognitive sciences*, 13(2), 92-99.
- Rubinsten, O., & Tannock, R. (2010). Mathematics anxiety in children with developmental dyscalculia. *Behavioral and Brain functions*, 6(1), 46.
- Rubinsten, O., Henik, A., Berger, A., Shahar-Shalev, S., (2002). The development of internal representations of magnitude and their association with Arabic numerals. *Journal of Experimental Child Psychology*, 81, 74–92.
- Seo, Y. J., & Woo, H. (2010). The identification, implementation, and evaluation of critical user interface design features of computer-assisted instruction programs in mathematics for students with learning disabilities. *Computers & Education*, 55(1), 363-377.

- Shalev, R., Manor, O., Kerem, B., Ayali, M., Badichi, N., Friedlander, Y., & Gross - Tsur, V. (2001). Developmental dyscalculia is a familiar learning disability. *Journal of Learning Disabilities*, 34(1), 59-65.
- Szűcs, D., & Goswami, U. (2013). Developmental dyscalculia: Fresh perspectives. *Trends in Neuroscience and Education*, 2(2), 33-37.
- Szucs, D., Devine, A., Soltesz, F., Nobes, A., & Gabriel, F. (2013). *Developmental dyscalculia is related to visuo-spatial memory and inhibition impairment*. *Cortex*, 49(10), 2674-2688.
- Τζιβνίκου, Σ. (2015). *Αξιολόγηση Μαθησιακών Δυσκολιών*. Ανακτήθηκε από https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/5334/5/02_chapter_2.pdf
- Τζιβνίκου, Σ. (2015). *Μαθησιακές δυσκολίες-διδασκτικές παρεμβάσεις*. Ανακτήθηκε από https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/5334/5/02_chapter_2.pdf
- Τζιβνίκου, Σ. (2015). *Σταθμισμένα και άτυπα κριτήρια αξιολόγησης μαθησιακών δυσκολιών*. Ανακτήθηκε από https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/5339/7/02_chapter_7.pdf
- Toki, E. I., Zakopoulou, V., & Pange, J. (2014). Preschoolers' Learning Disabilities Assessment: New Perspectives in Computerized Clinical Tools. *Sino-US English Teaching*, 11(6), 401-410.
- Trott, C., & Beacham, N. (2006). Project Report: Wider use of DyscalculiUM. *MSOR Connections*, 6(2), 1-8.
- Von Aster, M. (2000). Developmental cognitive neuropsychology of number processing and calculation: varieties of developmental dyscalculia. *European Child & Adolescent Psychiatry*, 9(2), 41-57.
- Why Do Children Need (2013). Ανακτήθηκε 20 Απριλίου, 2019 από <https://www.globalpartnership.org/blog/why-do-children-need-strong-mental-number-line>
- Wilson, A. J., Dehaene, S., Pinel, P., Revkin, S. K., Cohen, L., & Cohen, D. (2006). Principles underlying the design of "The Number Race", an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioral and brain functions*, 2(1), 19.
- World Health Organization. (1992). *The ICD-10 classification of mental and behavioural disorders: clinical descriptions and diagnostic guidelines*. Geneva: World Health Organization.
- Zygouris, N. C., Vlachos, F., Dadaliaris, A. N., Oikonomou, P., Stamoulis, G. I., Vavougiou, D., & Striftou, A. (2017). A neuropsychological approach of developmental dyscalculia and a screening test via a web application. *International Journal of Engineering Pedagogy (iJEP)*, 7(4), 51-65.

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

Δείγματα γραπτών από μαθητές με δυσαριθμησία. Ανακτήθηκε στις 20.04.2019 από <https://www.cognifit.com/pathology/dyscalculia>

Παράδειγμα του numerical Stroop task. Ανακτήθηκε στις 20.04.2019 από <https://www.slideserve.com/adeola/where-does-mathematics-come-from>

Η απεικόνιση της νοητής αριθμογραμμής δείχνει γιατί ο εγκέφαλος αποφασίζει ότι το 10 είναι μεγαλύτερο από 1 γρηγορότερα από ότι μπορεί να αποφασίσει ότι το 80 είναι μεγαλύτερο από 70. Ανακτήθηκε στις 20.04.2019 από <https://www.globalpartnership.org/blog/why-do-children-need-strong-mental-number-line>

Αποτελέσματα του τεστ Dyscalc. Ανακτήθηκε στις 20.04.2019 από <http://app.educational-psychologist.co.uk/screening/dyscalculic/>