

**‘Specialization in ICTs and Special Education: Psychopedagogy of Integration’
Postgraduate Program Studies
DEMOKRITUS UNIVERSITY OF THRACE Department of Hellenic Philology
in collaboration with
NCSR DEMOKRITOS Informatics and Telecommunications Institute**

DYSCALCULIA: DEFINITIONS, CAUSES AND TREATMENT

POLIDERA MARIA

POSTGRADUATE
THESIS

SUPERVISOR – COMMITTEE

1. ΜΑΡΙΑ ΜΗΤΣΙΑΚΗ
ΕΠΙΚΟΥΡΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ Τ.Ε.Φ. ΔΠΘ
2. ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ ΤΕΝΤΖΕΡΗΣ
ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ ΕΡΕΥΝΗΤΗΣ Ι.Π.Τ. Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. “ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ”
3. ΔΟΣΗ ΙΦΙΓΕΝΕΙΑ
ΜΕΤΑΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΕΡΕΥΝΗΤΡΙΑ Τ.Ε.Φ. ΔΠΘ

KOMOTINI / ATHENS 2018

Περίληψη

Στόχος της παρούσας έρευνας ήταν να απαντήσει στο ερώτημα αν η δυσαριθμησία αποτελεί μια διακριτή μαθησιακή δυσκολία, καθώς έχουν προηγηθεί αρκετές έρευνες που προσπαθούν να δώσουν απάντηση στο συγκεκριμένο ερώτημα, και οι απόψεις διίστανται. Αναφέρονται οι ορισμοί της δυσαριθμησίας, όπως έχουν δοθεί μέσα από έργα ερευνητών και οι κατηγορίες, στις οποίες θα μπορούσαν να ενταχθούν οι διαφορετικές μορφές με τις οποίες εμφανίζεται. Γίνεται μια προσπάθεια να αναφερθούν τα κύρια αίτια της δυσαριθμησίας διερευνώντας τη γενετική προδιάθεση, την εγκεφαλική λειτουργία και τα γνωστικά ελλείμματα. Επιπλέον, παρουσιάζονται τα κύρια συμπτώματα που μπορούν να βοηθήσουν στην έγκαιρη διάγνωση της δυσαριθμησίας και στην άμεση παρέμβαση. Αναφέρονται άλλες μαθησιακές δυσκολίες, με τις οποίες συνυπάρχει η δυσαριθμησία και παρουσιάζονται διαγνωστικά κριτήρια και τρόποι αξιολόγησης. Τέλος, προτείνονται τρόποι αντιμετώπισης μέσω του παιχνιδιού και μορφές παρέμβασης, που θα μπορούσαν να βοηθήσουν τους εκπαιδευτικούς στη βελτίωση των επιδόσεων των μαθητών με δυσαριθμησία στα μαθηματικά. Κατά τη βιβλιογραφική έρευνα διαπιστώθηκε πως πλέον όλη η επιστημονική και εκπαιδευτική κοινότητα συμφωνεί πως η δυσαριθμησία αποτελεί αναμφισβήτητα μια διακριτή μαθησιακή δυσκολία, σαφώς διαχωρισμένη από τη δυσλεξία, με την οποία υπήρχε η τάση να συγχέεται παλαιότερα. Περισσότερα βήματα πρέπει να γίνουν προς την κατασκευή ενός σταθμισμένου διαγνωστικού εργαλείου που θα χρησιμοποιείται σε διεθνές επίπεδο, αλλά και προς την αντιμετώπιση της δυσαριθμησίας μέσω της ανάπτυξης των βασικών μαθηματικών ικανοτήτων των παιδιών σε στέρεες βάσεις.

Λέξεις κλειδιά: δυσαριθμησία, γνωστικά ελλείμματα στα μαθηματικά, μαθησιακές δυσκολίες, μαθηματικές ικανότητες

Abstract

The purpose of the present study was to answer the question whether dyscalculia is a distinct learning difficulty, as several researches have been attempted to answer this question and the views differ. The definitions of

dyscalculia are presented, as they have been given through research projects, as well as the different forms in which dyscalculia can be cited. An attempt is made to highlight the main causes of dyscalculia by exploring genetic predisposition, cerebral function and cognitive deficits. In addition, the main symptoms that can help in the early diagnosis of dyscalculia and in immediate intervention are presented. Other learning difficulties, with which dyscalculia coexists, as well as diagnostic criteria and evaluation methods are presented. Finally, there are proposed ways of dealing with dyscalculia through games and forms of intervention that could help teachers to improve the performance of pupils with dyscalculia mathematics. The research has found that now all the scientific and educational community agrees that dyscalculia is undoubtedly a distinct learning difficulty, clearly separated from dyslexia, with which there was a tendency to be confused in the past. More steps need to be taken to build a weighted diagnostic tool to be used worldwide, but also to tackle dyscalculia through the development of children's basic math skills on solid bases.

Key words: dyscalculia, cognitive deficits in mathematics, learning difficulties, capacities for arithmetic

Πρόλογος

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους καθηγητές του μεταπτυχιακού για τις πολύτιμες γνώσεις που με βοήθησαν να αποκτήσω στον τομέα της ειδικής αγωγής και για την αμέριστη βοήθειά τους σε αυτό το ταξίδι γνώσης. Επίσης, τον επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας, κύριο Τεντζέρη Εμμανουήλ για τις χρήσιμες συμβουλές και την καθοδήγησή του στην εκπόνηση της εργασίας, όπως και την τριμελή επιτροπή συνολικά για την υποστήριξη. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την

οικογένειά μου που με στήριξε σε όλη τη διάρκεια της φοίτησής μου στο Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	1
Abstract.....	2
Πρόλογος.....	3
Εισαγωγή.....	6
1. Ειδικές μαθησιακές δυσκολίες.....	8
2. Δυσαριθμησία.....	10
2.1 Ορισμοί δυσαριθμησίας.....	10
2.2 Είδη δυσαριθμησίας.....	14
2.3	
Διαφοροδιάγνωση.....	
.....	16
2.4 Επιδημιολογικά στοιχεία.....	19
3. Αιτιολογία.....	20
3.1 Δυσαριθμησία και κληρονομικότητα.....	23

Βιβλιογραφία

- Αγαλιώτης, Ι. (2011). *Διδασκαλία Μαθηματικών στην Ειδική Αγωγή και Εκπαίδευση : Φύση και εκπαιδευτική διαχείριση των μαθηματικών δυσκολιών*. Αθήνα: Γρηγόρη.
- Αγαλιώτης, Ι. (2004). *Μαθησιακές δυσκολίες στα μαθηματικά: αιτιολογία-αξιολόγηση-αντιμετώπιση*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα
- Αγαλιώτης, Ι. (2000). *Μαθησιακές Δυσκολίες στα Μαθηματικά*. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Ashcraft, M.(1995). *Cognitive psychology and simple arithmetic: A review and a summary of new directions*. *Math cognition* (1), 3-34.
- Ashcraft, M. H., Yamashita, T. S., & Aram, D. M. (1992). Mathematics performance in left and right brain-lesioned children. *Brain and Cognition* (19), 208-252.
- Ashkenazi, S., Mark-Zigdon, N., & Henik, A. (2009). Numerical distance effect in developmental dyscalculia. *Cognitive Development*, 24(4), 387-400.
- Baddeley, A. (1992). Working memory. *Science*, 255(5044), 556-559.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working memory*. England: Oxford University Press.
- Badian, N. A. (1983). Dyscalculia and nonverbal disorders of learning. In Myklebust, H. R. *Progress in Learning Disabilities* (5), 235-264.
- Broman, S., Bien, E., & Shaughnessy, P. (1985). *Low achievement Children: the first seven years*. Hillsdale ,NJ : ERLbaum.

- Bull, R., & Johnston, R. S. (1997). Children's arithmetical difficulties: Contributions from processing speed, item identification and short-term memory. *Journal of Experimental Child Psychology* (65), σσ. 1-24.
- Butterworth, B. (2010). Foundational numerical capacities and the origins of dyscalculia. *Trends in cognitive sciences*, 14(12), 534-541.
- Butterworth, B., & Yeo, D. (2004). *Dyscalculia Guidance*. London: NferNelson Publishing Company.
- Butterworth, B. (2004). *Dyscalculia Screener*. London, NFER-Nelson Publishing Company Limited; 2004.
- Γρίβα, Γ. (2012). *Η μάθηση των μαθηματικών υπό το πρίσμα αναπτυξιακών διαταραχών που την δυσχεραίνουν – Θεωρητικά και διδακτικά ερωτήματα και προκλήσεις*.
- Carey, S. (2004). Bootstrapping and the origin of concepts. *Daedalus*. (133), 59-68.
- Chinn, S.J., & Ashcroft, R. (1993). *Mathematics for Dyslexics*. London: Whurr Publishers Ltd.
- De Visscher, A., & Noël, M. P. (2013). A case study of arithmetic facts dyscalculia caused by a hypersensitivity-to-interference in memory. *Cortex*, 49(1), 50-70.
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P., Cohen, L. (2003). *Three parietal circuits for number processing*. *Cognitive Neuropsychology*, 20, 487-506, 11.
- Dehaene, S., Spelke, E., Pinel, P., Stanescu, R., & Tsivkin, S. (1999). Sources of mathematical thinking: Behavioral and brain-imaging evidence. *Science*, 284(5416), 970-974.

Dehaene, S. (1997). *The number Sense: how the mind creates mathematics*. Oxford: Oxford University Press.

Devine, A., Soltész, F., Nobes, A., Goswami, U., & Szűcs, D. (2013). Gender differences in developmental dyscalculia depend on diagnostic criteria. *Learning and Instruction*, 27, 31-39.

DfES, D. f. (2001). *Guidance of Support Pupils with Dyslexia and Dyscalculia (DfES 0521/2001)*. London: DfES.

Εξαρχάκος, Θ. (1993). *Διδακτική των Μαθηματικών: Εκπαίδευση και Μαθηματικά-Ειδική Διδακτική των Μαθηματικών-Ειδικά θέματα Διδακτικής Μαθηματικών*. Αθήνα :Ελληνικά Γράμματα.

Emerson, J., & Babbie, P. (2010). *The Dyscalculia Assessment*. Brian Butterworth.

Engle, R.W. (2002). Working memory capacity as executive attention. *Current directions in psychological science*, 11(1), 19-23.

Faust, M., Ashcraft, M., & Fleck, D. (1996). Mathematics anxiety effects in simple and complex addition. *Mathematical Cognition* (2), 25-62.

Fuchs, L., Fuchs, D., Compton, D., Powell, S., Seethaler, P., Capizzi, A., et al. (2006). The cognitive correlates of third -grade skill in arithmetic, algorithmic computation, and arithmetic word problems. *Journal of Educational Psychology* , 98 (1), 29-43.

Fuchs, L., Compton, D., Fuchs, D., Paulsen, K., Bryant, J. D., & Hamlett, C. (2005). The prevention, Identification, and Cognitive Determinants of Math Difficulty. *Journal of Educational Psychology* , 97 (3), 493-513.

- Geary, D.C.(2006). Dyscalculia at an Early Age: Characteristics and Potential Influence on Socio-Emotional Development. In R.E. Tremblay & R.D. Peters (Eds.), *Encyclopedia on Early Childhood Development* [online]. Montreal, Quebec: Center of Excellence for Early Childhood Development, 1-4.
- Geary, D.C.(2005).Role of cognitive theory in the study of learning disability in mathematics. *Journal of Learning Disabilities*, 38, 305–307.
- Geary, D.C.(2004).Mathematics and learning disabilities. *Journal of Learning Disabilities* (37), 4-15.
- Geary, D.(1993).Mathematical disabilities: Cognitive, neuropsychological and genetic components. *Psychol Bull.* (114).
- Geary, D.C., Bow-Thomas C. & Yao, Y. (1992), Counting Knowledge and Skill in Cognitive Addition: A Comparison of Normal and Mathematically Disabled Children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 54, 372-391.
- Geary, D. C., & Brown, S. C. (1991). Cognitive addition: Strategy choice and speed-of processing differences in gifted, normal, and mathematically disabled children. *Developmental Psychology* (27)398-406.
- Gersten, R.,& Chard, D. (1999). Number sense: Rethinking arithmetic instruction for students with mathematical disabilities. *The Journal of special education*, 33(1), 18-28.
- Ginsburg, H. (1997). Mathematics learning disabilities: A view from developmental psychology. *Journal of Learning Disabilities* (30),20-33.

- Greven, C.U., Kovas, Y., Willcutt, E. G., Petrill, S. A., & Plomin, R. (2014). Evidence for shared genetic risk between ADHD symptoms and reduced mathematics ability: a twin study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 55(1), 39-48.
- Gross-Tsur, V., Manor, O., & Shalev, R. S. (1996). Developmental dyscalculia: prevalence and demographic features. *Developmental Medicine and Child Neurology* (38), 25-33.
- Hammill, D. (1990). On defining learning disabilities: An emerging consensus. *Journal Learning Disabilities* (23), 76-84.
- Hart, S. A., Petrill, S. A., Willcutt, E., Thompson, L. A., Schatschneider, C., Deater-Deckard, K., & Cutting, L. E. (2010). Exploring how symptoms of attention-deficit/hyperactivity disorder are related to reading and mathematics performance: General genes, general environments. *Psychological Science*, 21(11), 1708-1715.
- Iuculano, T., Tang, J., Hall, C. W., & Butterworth, B. (2008). Core information processing deficits in developmental dyscalculia and low numeracy. *Developmental science*, 11(5), 669-680.
- Joffe, L. (1990). The mathematical aspects of dyslexia: a recap of general issues and some implications for teaching. *in Links* , 7-10.
- Jordan, N., Hanich, L. B., & Kaplan, D. (2003). A longitudinal study of mathematical competencies in children with mathematics difficulties with and without comorbid reading difficulties. *Journal of Child Development* (74), 834-850.
- Jordan, N., Kaplan, D., & Hanich, L. (2002). Achievement growth in children with learning difficulties in mathematics: Findings of a two -year longitudinal study. *Journal of Educational Psychology* (94), 586-597.

- Καραπέτσας, Α. & Λαδόπουλος, Ε.(2008). Μετωπιαίοι λοβοί και εκπαίδευση. *Το βήμα των κοινωνικών επιστημών, Τόμος ΙΓ'*, (τεύχος 52), σελ. 93-97.
- Kadosh, C.R. & Walsh, V. (2007). Dyscalculia. *Current Biology*,(17),946-947.
- Kaufmann, L., & Von Aster, M. (2012). The diagnosis and management of dyscalculia. *Deutsches Arzteblatt International*, 109(45),767-778.
- Kay, J., & Yeo, D. (2012). *Dyslexia and maths*. David Fulton Publishers.
- Khing, B. (2016). Dyscalculia: Its types, symptoms, causal factors, and remedial programmes. *Learning Community: An International Journal of Educational and Social Development*, 7(3),217.
- Kosc, L. (1974). Developmental Dyscalculia. *Journal of Learning Disabilities* (7), 164-177.
- Kucian, K. & Von Aster M. (2015). Developmental Dyscalculia. *European Journal of Pediatrics*, (174), 1-13.
- Landerl, K., Bevan, A., & Butterworth, B. (2004). Developmental dyscalculia and basic numerical capacities: A study of 8–9-year-old students. *Cognition*, 93(2), 99-125
- Μπαλαφούκα, Μ. (2011). *Μαθησιακές Δυσκολίες*. Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών. Π.Ε. Πετράκης.
- Mang, B.,& Poth, A. (1999). *Mathematik ungenuegend*. Puchheim: Verlag.
- Mazzocco, M.M., Myers, G.F., Lewis, K.E., Hanich, L.B., & Murphy, M.M. (2013). Limited knowledge of fraction representations differentiates middle school students with mathematics learning disability (dyscalculia) versus low

mathematics achievement. *Journal of experimental child psychology*, 115(2), 371-387.

Mazzocco, M., Feigenson, L., & Halberda, J. (2011). Impaired acuity of the approximate number system underlies mathematical learning disability (dyscalculia).

Mazzocco, M. M., & Devlin, K. T. (2008). Parts and 'holes': Gaps in rational number sense among children with vs. without mathematical learning disabilities. *Developmental science*, 11(5), 681-691.

Mercer, C.D., & Pullen, P.C. (1997). *Students with learning disabilities*. Columbus, OH: Merrill.

Michaelson, M. T. (2007). An overview of dyscalculia: Methods for ascertaining and accommodating dyscalculic children in the classroom. *Australian Mathematics Teacher*, 63(3), 17-22.

Miles, T. R. (1992). *Some theoretical considerations*. In Miles, T.R., & Miles, E. (Eds). *Dyslexia and Mathematics*. London: Routledge.

Montague, M.(1998).Cognitive strategy instruction in mathematics for students with learning disabilities. Austin, TX : Pro-Ed.177-199.

Montague, M. (1992). The effects of cognitive and metacognitive strategy instruction on the mathematical problem solving of middle school students with learning disabilities. *Journal of learning disabilities*, 25 (4),230-248.

Monuteaux, M. C., Faraone, S. V., Herzig, K., Navsaria, N., & Biederman, J. (2005). ADHD and dyscalculia: Evidence for independent familial transmission. *Journal of learning disabilities*, 38(1), 86-93.

- Moustafa, B. M. (1999). Multisensory approaches and learning styles theory in the elementary school: summary of reference papers. Ανακτήθηκε στις 22/6/2018 από <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED432388.pdf>
- Mussolin, C., Mejias, S., & Noël, M. P. (2010). Symbolic and nonsymbolic number comparison in children with and without dyscalculia. *Cognition*, 115(1), 10-25.
- Noel, M., & Rousselle, M. (2011). Developmental changes in the profiles of Dyscalculia : An explanation based on a double exact and approximate number representation model. *Journal of Frontiers in Human Neuroscience*(5), 165.
- Ostad, S.A. (1998). Developmental differences in solving simple arithmetic word problems and simple number-fact problems: A comparison of mathematically normal and mathematically disabled children. *Mathematical Cognition*, 4, 1-19.
- Παπαδάτος , Γ. & Μπαστέα Α., (2011). *Θέματα Μαθησιακών Δυσκολιών και Δυσλεξίας*. Σμυρνιωτάκης. Αθήνα
- Περικλειδάκης Γ.Α. & Τρούλης Γ. (2003). *Μαθησιακές δυσκολίες στα Μαθηματικά σε παιδιά Δημοτικού Σχολείου με κανονική νοημοσύνη - Δυσαριθμησία (Διάγνωση - Αντιμετώπιση)*, Διδακτορική διατριβή. Πανεπιστήμιο Κρήτης. Ρέθυμνο, Ελλάδα.
- Πλέρου, Α. (2010). *Δυσαριθμησία: Η Πολυδιάστατη δυσκολία στην κατανόηση των μαθηματικών*. Ανακτήθηκε από https://www.researchgate.net/publication/258220833_Dyscalculia_The_Multidimensional_Difficulty_in_Understanding_Mathematics
- Πολυχρονοπούλου Σ. (2003). *Παιδιά και έφηβοι με ειδικές ανάγκες και δυνατότητες. Σύγχρονες τάσεις Εκπαίδευσης και Ειδικής Υποστήριξης*, τόμος Α', Αθήνα

- Passolunghi, M.C., and Siegel, L.S. (2004). Working memory and access to numerical information in children with disability in mathematics. *Journal of experimental child psychology* 88.4 (2004) .348-367.
- Price, G. R., & Ansari, D. (2013). Dyscalculia: Characteristics, causes, and treatments. *Numeracy*, 6(1), 2.
- Raytheon, Company (2012). *Math Relevance to U.S. Middle School Students: A Survey Commissioned by Raytheon Company*. Ανακτήθηκε από http://www.mathmovesu.com/sites/default/files/Math-Relevance_rtn12_studentsmth_results_2012.pdf
- Rivera, D., & Smith, D. (1997). *Teaching Students with Learning and Behavior Problems*. Boston: Allyn & Bacon.
- Rourke, B. & (1991). *Learning disabilities and psychosocial functioning*. New York: Guilford Press.
- Rourke, B. P. & Finlayson, M. (1978). Neurological significance of variations in patterns of academic performance: Verbal and visual-spatial abilities. *Journal of Abnormal Child Psychology* (6), 121-133.
- Στασινός, Δ. (1999). *Δυσλεξία και Σχολείο*. Αθήνα: Gutenberg
- Shalev, R.S. (2004). Developmental Dyscalculia. *Journal of Child Neurology*, 19(10), 765-771.
- Shalev, R. S., & Gross - Tsur, V. (2001). Developmental dyscalculia. *Pediatric Neurology* (24), 337-342.
- Shalev, R., Manor, O., & Kerem, b. (2001). Developmental dyscalculia is a familiar learning disability. *Journal Learning disability* (34), 59-65.

- Shalev, R., Manor, O., Kerem, B., Ayali, M., Badichi, N., Friedlander, Y., et al. (2001). Developmental dyscalculia is a familiar learning disability. *Journal of Learning Disabilities* (34), 59-65.
- Τζιβινίκου, Σ. (2015). Μαθησιακές δυσκολίες - διδακτικές παρεμβάσεις. [ηλεκτρ. βιβλ.] Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. κεφ 7. Ανακτήθηκε στις 06/ 23 /2018 από <http://hdl.handle.net/11419/5339>
- Von Aster, G.M. & Shalev, R.S. (2007). Number Development and Developmental Dyscalculia. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49, 868-873.
- Wacogne, C., Changeux, J. P., & Dehaene, S. (2012). A neuronal model of predictive coding accounting for the mismatch negativity. *Journal of Neuroscience*, 32(11), 3665-3678.