

DISKALKULIJA – VIENS NO MĀCĪŠANĀS TRAUCĒJUMU VEIDIEM

Dyscalculia – one of the Types of Learning Disabilities

Sarmīte Tūbele
Latvijas Universitāte

Abstract. *The article is devoted to a theoretical justification of dyscalculia showing a link between characteristics of brain functions and expressions of learning disorders. Although dyscalculia and dyslexia are linked problems, the cognitive profile is different. Significant understanding of dyscalculia deals with origin and manifestations of it that affect learning in school and future quality of life. Development of neuroscience and brain studies performing magnetic resonance imaging (MRI), allow accurate descriptions of problem and in addition to search for ways to reduce the negative effects of dyscalculia.*

Keywords: *dyscalculia, learning disabilities.*

Ievads ***Introduction***

Par diskalkuliju latviešu valodā ir maz pētījumu. Mācīšanās traucējumu sarežģītība un skolēnu ar to skaita pieaugums prasa nopietnu analīzi un ieteikumu veidošanu, kas skolotāja ikdienas darbā ir ļoti nepieciešama. Viens no teorētiskiem pētījumiem veikts ESF projekta “Izglītojamo ar funkcionāliem traucējumiem atbalsta sistēmas izveide” (vienošanās nr. 2010/0330/1DP/1.2.2.4.3/IPIA/VIAA/001) ietvaros, un ir izveidota rokasgrāmata “Metodiskais materiāls pedagogiem darbam ar izglītojamiem, kuriem ir mācīšanās traucējumi un redzes traucējumi” (Tūbele, Landra, Šūmane, u. c., 2013). Rokasgrāmatas pielikumos veidotas arī darba lapas un dažādi interaktīvie materiāli, lai mazinātu aritmētisko darbību apguves grūtības. Ir pētījumi, kas liecina, ka cilvēki ar vājām matemātikas prasmēm mazāk pelna, mazāk tērē naudu, bieži viņiem ir problēmas ar likumu un biežāk novērojamas arī dažādas saslimšanas (Diskalkulija, b.g.). Aritmētisko spēju attīstība ir atkarīga no neirobioloģisko procesu sabalansētības galvas smadzeņu garozā, īpaši tajās zonās, kas vai nu atbild tieši par aritmētiku vai kādām prāta pamatfunkcijām, kas nepieciešamas skaitļošanas darbību izpratnei.

Pētījuma mērķis – sniegt teorētisku skaidrojumu par diskalkuliju kā vienu no mācīšanās traucējumu veidiem un pamatot atbalsta pasākumu nepieciešamību, raksturot tos.

Pētīšanas metodes – zinātniskās literatūras analīze.

Diskalkulijas jēdziens ***Concept of Dyscalculia***

Vienā no mācīšanās traucējumu enciklopēdijām diskalkulija tiek definēta kā mācīšanās traucējums, kas skar aritmētiskās prasmes. Tomēr tas ir

medicīniskais jēdziens, kas saistīts ar smadzeņu disfunkciju, kas lielākoties radusies jau kopš dzimšanas. Daudziem skolēniem, kam ir diagnosticēti specifiski mācīšanās traucējumi vai uzmanības deficīts, var būt problēmas, kas saistītas ar matemātikas mācīšanos, izmantojot matemātikas jēdzienus, darbības un procedūras (Turkington, Harris, 2006). Diskalkulijas vēsturiskais aspekts aplūkots jau minētajā rokasgrāmatā, kur atzīmētas arī galvenās grūtības matemātisko priekšstatu un prasmju apgūvē – skaitļošanā, reizināšanā, problēmu risināšanā, ģeometrijā, galvas rēķinos, darbībās ar decimāldaļskaitļiem, mērījumos, dalīšanā (Tūbele, Landra, Šūmane, u. c., 2013). Zinātnieki runā arī par attīstības diskalkuliju (*developmental dyscalculia*), ko definē kā specifisku mācīšanās un kognitīvu traucējumu matemātikā, kas atbilst Garīgās veselības traucējumu diagnostikas un statistikas rokasgrāmatas (*DSM-IV*²) definīcijai – bērna matemātiskās spējas ir ievērojami zemākas nekā citiem attiecīgajā vecuma grupā, ir traucēta izpratne par skaitļu jēdzieniem un matemātiskām darbībām, neskatoties uz atbilstīgu intelektu un mācīšanas metodēm, un tas ievērojami ietekmē mācību sasniegumus un ikdienas dzīvi (Cappelletti, Price, 2013; Dinkel, Willmes, Krinzinger et al., 2013; Kaufmann, Vogel, Starke et al., 2009). Attīstības diskalkuliju raksturo grūtības saprast un darboties ar skaitlisko informāciju bez vārdiem, vizuāli un telpiski; mācoties un mēģinot iegaumēt aritmētiskus faktus un risinot aritmētiskas darbības (Rotzer, Loenneker, Kucian et al., 2009), tā izpaužas izteiktās rēķināšanas grūtībās. Skolēni ar diskalkuliju bieži pieļauj kļūdas rēķinos un ar grūtībām veic matemātiskās darbības; viņi izvēlas vecumam neatbilstīgas skaitļošanas un citas problēmu risināšanas stratēģijas (pirkstu izmantošana). Viņiem ir arī grūtības atcerēties aritmētikas pamata faktus ilgtermiņa atmiņā. Rēķināšanas grūtības izraisa ievērojamas problēmas akadēmiskās un praktiskās aktivitātēs.

Gan disleksija, gan diskalkulija ir mācīšanās traucējumi ar neirobioloģisku izcelsmi, tomēr to izpausmes ir atšķirīgas. Reizēm šie traucējumi var kombinēties. Pētnieki, kas mēģinājuši noteikt, vai šo traucējumu līdzās pastāvēšana ir likumsakarība, vai tikai sagādāšanās, konstatējuši, ka abu šo mācīšanās traucējumu kognitīvie profili ir atšķirīgi (Landerl, Fussenegger et al., 2009). Tas nozīmē, ka arī izpausmes un izmantojamie paņēmieni korekcijā ir atšķirīgi.

Diskalkulijas simptomi un diagnostika ***Symptoms and Diagnostics of Dyscalculia***

Diskalkulijas gadījumā simptomi ir ļoti dažādi, kas var kombinēties ar normāli vai pat ļoti labi attīstītu valodu un citām prasmēm; bieži ir ļoti laba vizuālā atmiņa uz iespiestiem vārdiem un tekstu. Tai pat laikā ir ļoti vājas matemātiskās prāta spējas, ir problēmas naudas izmantošanā (saņemot atlikumu, izrakstot rēķinu vai veicot aprēķinus). Reizēm tas var pat pārvērsties par

² Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 4. izdevums.

patiesām bailēm no naudas un darījumiem ar to. Bērni ar diskalkuliju nespēj pilnībā saprast skaitļu jēgu un izvērtēt skaitliskos lielumus. Personām ar diskalkuliju var būt problēmas ar tādām matemātiskām darbībām kā saskaitīšana, atņemšana, reizināšana; ar tādiem jēdzieniem kā secīgums u. c.; tas var kombinēties ar sliktu izpratni par virzieniem, neprasmi lasīt karti, izprast laiku, laika grafiku, laika ievērošanu, pagātnes un nākotnes notikumu secību (Turkington, Harris, 2006).

Raksturīgākās grūtības, apgūstot matemātiskās zināšanas un prasmes, ir apkopotas, izmantojot vairāku pētnieku atziņas (Лалаева, Гермаковская, 2005; Тубеле, Ландра, Шūмане, u. c., 2013).

- Nepietiekamas zināšanas par skaitļa sastāvu, grūtības iemācīties likumus par skaitļu veidošanos.
- Nepietiekama izpratne par pozitīvajām un negatīvajām vērtībām.
- Neizveidota skaitļu kvantitatīvo (skaitlisko) attiecību izpratne.
- Automātiski atveido skaitļu secību.
- Grūtības izprast informācijas vai notikumu secīgumu.
- Reizēm grūtības izprast jēdzienus, kas attiecas uz tādām kategorijām kā dienas, nedēļas, mēneši, gadalaiki, ceturksnis utt.
- Grūtības noteikt skaitļa attiecības ar blakus esošajiem skaitļiem.
- Grūtības noteikt skaitļa vietu naturālo skaitļu rindā.
- Grūtības soli pa solim veikt matemātiskās darbības noteiktā secībā.
- Nepietiekami apgūts matemātisko jēdzienu krājums.
- Nepareizi nosauc skaitļus.
- Neprecīzs priekšstats par ciparu grafisko struktūru.
- Elementārs aritmētisko darbību veikšanas paņēmieni (bērns “skaita uz pirkstiem”).
- Nezina saskaitīšanas un atņemšanas, reizināšanas un dalīšanas tabulas.
- Grūtības rīkoties ar naudu.
- Reizēm grūtības orientēties papīra lapā, rakstīt ciparus stabiņos, orientēties garos aprēķinos.
- Domāšanas operācijas pārsvarā ir konkrētas.

Diagnostikas jomā vēl ir daudz darāmā, jo lielākoties skolotājs to izdara, salīdzinot skolēnu sniegumu un novērojot specifiskās grūtības mācību procesā. Diskalkulijas (īpaši attīstības diskalkulijas) traucējuma diagnostika balstās uz vairākiem diagnostiskiem testiem, kas ir domāti tieši šī traucējuma noteikšanai. Citus testus šajā procedūrā neiekļauj. Lielu atbalstu varētu sniegt neirozinātņu attīstība un smadzeņu darbības pētījumi, veicot magnētiskās rezonanses izmeklējumus (MRI), kas ļautu precīzi raksturot problēmas cēloņus un līdztekus meklēt veidus, kā mazināt negatīvās izpausmes. Bieži skaitļošanas traucējumi diskalkulijas gadījumā ir saistīti ar funkcionālām un strukturālām novirzēm galvas smadzeņu pieres daivā. Vairāku zinātnieku pētījumu rezultāti (Kucian,

Loenneker, Dietrich et al., 2006) parāda atšķirības smadzeņu aktivitātes mērījumos bērniem ar attīstības diskalkuliju un bērniem ar parastiem sasniegumiem. Bērni ar diskalkuliju uzrādīja vājāku aktivitāti, veicot aritmētiskos aprēķinus. Tas tika konstatēts magnētiskās rezonanses izmeklējumos, kaut arī abu grupu bērni teica, ka uzdevumus atrisināt bija viegli. Abu grupu bērniem bija normāli attīstīts intelekts un nebija nekādu citu neiroloģisku, garīga rakstura vai mācīšanās traucējumu (disleksijas, uzmanības deficīta un hiperaktivitātes sindroma (UDHS)). Veicot MRI, dati ir daudzsoļi, lai varētu runāt par kognitīviem fenotipiem, kas varētu veicināt diskalkulijas diagnostikas ticamību. Pētnieku grupa (Dinkel, Willmes, Krinzinger et al., 2013) konstatēja novirzes neirālos mehānismos bērnu grupā ar diskalkuliju pat tad, kad sniegtā atšķirības netika novērotas. Telpisko darba atmiņu regulē plašs sadarbības tīkls starp atsevišķām galvas smadzeņu garozas pieres un paura daivu zonām. Ir konstatētas atšķirības starp pieaugušo un bērnu smadzeņu darbības aktivitātēm, risinot matemātikas uzdevumus. Zinātnieki (Rotzer, Loenneker, Kucian et al., 2009) ar savu pētījumu ir parādījuši, ka ir ievērojamas izmaiņas neirālās atbildes reakcijās telpiskās darba atmiņas procesos bērniem ar diskalkuliju. Tas ļauj secināt, ka telpiskā darba atmiņa ietekmē aritmētisko kompetenču apguvi un turpmāk palīdz uzlabot izpratni par attīstības diskalkuliju. Smadzeņu darbības funkciju pētījumi parāda, ka bērniem ar diskalkuliju ir spēcīgāka aktivitāte kreisajā paura daivā, atšķirībā no citiem bērniem (Kaufmann, Vogel, Starke et al., 2009). Šie autori runā arī par to, ka pirkstu vingrinājumi stimulē skaitīšanas stratēģijas bērniem ar diskalkuliju, kamēr kontrolgrupas bērni atrisināja uzdevumus, neizmantojot skaitīšanas stratēģijas. Lai arī konkrētā pētījuma analīze neparāda ļoti pārliecinošus rezultātus un pētījumi ir jāturpina, tomēr ir vērtīgi ņemamas norādes par stimulu izmantošanas lietderīgumu. Bērniem ar funkcionāliem deficītiem darbībā ir jāiesaista plašāki smadzeņu rajoni, lai izpildītu uzdevumu un aktivizācija ir spēcīgāka, kas kompensētu viņu skaitļošanas grūtības (Kaufmann, Vogel, Starke et al., 2009). Ir veikti pētījumi, kuros iegūti dati par to, kā pieaugušie ar diskalkuliju spēj izdarīt semantiskus spriedumus par skaitļiem. Tie bija pētījumi, kuru rezultāti parādīja to, ka pieaugušajiem ar diskalkuliju tika novērotas strukturālas izmaiņas un nepietiekami funkcionējošas sistēmas galvas smadzeņu garozā, kas darbojas kopā ar sistēmām, kuras veicina operācijas ar skaitļiem (Cappelletti, Price, 2013). Pētnieki konstatēja, ka neskatoties uz samazinātu pelēkās vielas daudzumu atsevišķos galvas smadzeņu garozas paura daivas reģionos, tika veikti precīzi aprēķini, pateicoties aktīvai pieres un paura daivas zonu sadarbībai. Tātad ir gadījumi, kad ir iespējama zināma darbību uzlabošanās (Cappelletti, Price, 2013).

Pētījumā par mījsakarībām disleksijas un diskalkulijas izpausmēs tika izmantoti dažādi testi un vērtēti to sniegums. Tika konstatēts, ka testu sniegums dažādās skolēnu grupās nav vienāds. Ja skolēniem ar disleksiju galvenās grūtības sagādāja fonoloģiskie procesi, tad skolēniem ar diskalkuliju galvenās

grūtības sagādā darbības ar skaitļiem (Landerl, Fussenegger et al., 2009). Pēc šo autoru domām tas norāda uz disleksijas un disgrāfijas atšķirīgo kognitīvo deficītu. Tas nozīmē, ka disleksijas gadījumā un diskalkulijas gadījumā ir traucētas divu dažādu smadzeņu zonu aktivitāte un funkcijas (Landerl, Fussenegger et al., 2009) – kreisās paurā un deniņu daivas disleksijas gadījumā (Schaywitz, 2003), un abpusējas paurā daivu zonas diskalkulijas gadījumā (Wilson & Dehaene, 2007).

Pētnieki atzīst, ka vēl ir nepieciešami pētījumi, lai varētu sniegt rekomendācijas, kā organizēt mācību procesu skolā un kādus terapeitiskus paņēmienus izmantot (Kucian, Loenneker, Dietrich et al., 2006). Īpaši – kādi speciāli vingrinājumi varētu optimizēt un veicināt specifisko smadzeņu plasticitāti bērniem ar attīstības diskalkuliju. Tas būtu labs neirozinātņu devums skolai, izglītībai.

Palīdzība un atbalsta pasākumi *Assistance and Support Measures*

Cilvēkiem ar diskalkuliju nepieciešama palīdzība informācijas organizēšanā un apstrādē, visā, kas attiecas uz skaitļiem un matemātikas jēdzieniem un darbībām. Tā kā matemātika ir īpaša valodas forma, kurā burtu un simbolu vietā tiek lietoti cipari, ir svarīgi ar bērnu tajā sazināties iespējami bieži un skaidri (Turkington, Harris, 2006). Lai sekmētu matemātikas apguvi un gūtu panākumus, vajadzētu runāt par septiņām pamata prasmēm, kas ļauj veiksmīgi mācīties aritmētikas pamatus (Sharma, 1989).

- Sekot secīgiem virzieniem.
- Atpazīt paraugus.
- Izprast jēdzienus par daudzumu, kvantitāti (*quantity*) un kopsummu (*amount*), par apjomu, izmēru (*size*) un lielumu (*magnitude*).
- Vizualizēt attēlus prātā un manipulēt ar tiem.
- Izprast telpisko orientāciju un telpu; nosaukt labo un kreiso pusi; nosaukt debess puses virzienus; horizontālos un vertikālos virzienus utt.
- Izdarīt deduktīvos slēdzienus, t. i., no vispārīgā principa uz atsevišķo vai no apgalvojuma uz loģisko slēdzienu.
- Veikt induktīvu spriešanu.

Apkopojot dažādus ieteikumus, var veidot stratēģijas diskalkulijas izpaušmju mazināšanā (Clements, 1966; Tūbele, Landra, Šūmane u. c., 2013; Лалаева, Гермаковская, 2005), bet viens no galvenajiem priekšnoteikumiem ir ievērot skolēna stiprās puses, lai saglabātu pašapziņu un balstītos uz panākumiem.

- Palīdziet skolēniem attīstīt konceptuālu izpratni un spējas.
- Apsveriet iespēju vairāk piedāvāt mutiskus testus.

- Ļaujiet bērnam izmantot “skaitīšanu uz pirkstiem” un veikt atzīmes, piezīmes uz papīra.
- Izmantojiet rūtiņu papīru.
- Lietojiet diagrammas un zīmējumus, lai skaidrotu matemātikas jēdzienus.
- Vizualizējiet iespējami vairāk informācijas (īpaši teksta uzdevumus).
- Reizēm var palīdzēt teksta uzdevumu lasīšana skaļi (lai iesaistītu dzirdes uztveri, kas var būt spēcīga).
- Veltiet vairāk laika uzdevumu izpratnes veicināšanai.
- Nodrošiniet palīdzību arī no vienaudžu puses.
- Iesakiet lietot krāsainus zīmuļus un pildspalvas, lai veidotu uzskatāmāku uzdevumu pierakstu.
- Darbojieties ar atgādnēm, kalkulatoru, citiem palīgīdzekļiem un tehnoloģijām.
- Veidojiet zīmējumus vārdu skaidrojumiem.
- Izmantojiet mnemoniskos paņēmienus, lai iegaumētu darbības un matemātiskos jēdzienus.
- Izmantojiet ritmu un mūziku, lai iemācītos matemātiku.
- Ieplānojiet darbu ar datoru, lai skolēns varētu vingrināties.
- Pielāgojiet mācīšanās stilu, cik vien tas iespējams.

Diskalkulija ilgst visu mūžu, sniegums uzlabosies, ja tiks veikta intensīva koriģējoši attīstošā darbība. Bērnam ir jāiegūst izpratne, kā lietot matemātiku ikdienas dzīvē; vecākiem un skolotājiem ir jāstrādā kopā, lai noteiktu nepieciešamās stratēģijas (Turkington, Harris, 2006).

Ieteikumi, kas palīdz skolotājam izvēlēties darbības veidu atkarībā no tā, kā mācās skolēns – kvantitatīvi vai kvalitatīvi (Tūbele, Landra, Šūmane u. c., 2013), ļauj veidot daudzveidīgas instrukciju stratēģijas, kas nepieciešamas skolēniem ar dažādu uztveri un mācīšanās stilu. Atbalsta pasākumi skolā ir rūpīgi jāplāno, lai katram skolēnam tie būtu viņa vajadzībām atbilstīgi. Nav ieteicamas papildus nodarbības ar to pašu saturu, kas ir mācību stundā.

Secinājumi **Conclusions**

Diskalkulija ir medicīniska diagnoze, ko raksturo grūtības veikt aritmētiskas darbības un tā ir saistīta ar smadzeņu disfunkciju.

Attīstības diskalkulija (*developmental dyscalculia*) tiek definēta kā specifisks mācīšanās un kogenitāls traucējums matemātikā, bērna matemātiskās spējas ir ievērojami zemākas nekā citiem attiecīgajā vecuma grupā, ir traucēta izpratne par skaitļu jēdzieniem un matemātiskām darbībām, neskatoties uz atbilstīgu intelektu un mācīšanas metodēm, un tas ievērojami ietekmē mācību sasniegumus un ikdienas dzīvi.

Diskalkulijas gadījumā simptomi ir ļoti dažādi, kas var kombinēties ar normāli vai pat ļoti labi attīstītu valodu un citām prasmēm; bieži ir ļoti laba vizuālā atmiņa uz iespiestiem vārdiem un tekstu. Tai pat laikā ir ļoti vājas matemātiskās prāta spējas.

Diskalkulijas traucējuma diagnostika balstās uz vairākiem diagnostiskiem testiem, kas ir domāti tieši šī traucējuma noteikšanai. Citus testus šajā procedūrā neiekļauj. Lielu atbalstu varētu sniegt neirozinātņu attīstība un smadzeņu darbības pētījumi, veicot magnētiskās rezonanses izmeklējumus (MRI), kas ļautu precīzi raksturot problēmas cēloņus un līdztekus meklēt veidus, kā mazināt negatīvās izpausmes.

Cilvēkiem ar diskalkuliju nepieciešama palīdzība informācijas organizēšanā un apstrādē, visā, kas attiecas uz skaitļiem un matemātiskas jēdzieniem un darbībām.

Apkopojot dažādus ieteikumus, var veidot stratēģijas diskalkulijas izpausmju mazināšanā, bet viens no galvenajiem priekšnoteikumiem ir ievērot skolēna stiprās puses, lai saglabātu pašapziņu un balstītos uz panākumiem.

Summary

Theoretical basis of dyscalculia describes the understanding of the problem both from the medical and educational point of view. Understanding of dyscalculia has been little studied in Latvian. Complexity of learning disorders and growth of the students with learning disabilities requires serious analysis and recommendations for the teacher's daily work. One theoretical research is done during the ESF project "Support System for Students with Functional Disabilities" (agreement nr. 2010/0330/1DP/1.2.2.4.3/IPIA/VIAA/001) and manual is created "Methodological material for teachers to work with students who have learning disabilities and visual impairment" (Tūbele, Landra, Šūmane, et al., 2013). One of Encyclopedias of Learning Disabilities states that Dyscalculia is learning disability which affects mathematical skills. Dyscalculia is a medical term associated with brain dysfunction that is presumably present at birth. Many students identified as having a specific learning disability or attention disorder may have associated problems with learning or applying mathematical concepts, functions, and procedures (Turkington, Harris, 2006).

Students with dyscalculia often make mistakes in maths and hardly perform math operations, they choose inappropriate computing and other problem-solving strategies for their age level (using fingers). They also have trouble in remembering basic arithmetic facts in long-term memory. Numeracy difficulties lead to significant problems in academic and practical activities.

Both dyslexia and dyscalculia, are learning disabilities with neurobiological origins, but their expressions are different. Sometimes these problems can be combined, however, cognitive profiles of both of these learning disorders are different (Landerl, Fussenegger et al., 2009). This means that the signs and used intervention methods are different.

Symptoms in the case of dyscalculia are very different, which can be combined with normal or even very well-developed language and other skills, often have a very good visual memory of the printed words and text. This can be combined with a very weak mental math abilities, problems in the use of money (the balance upon invoicing or by calculation). Sometimes it may even turn into a real fear of money and deals with it. Children with dyscalculia can not fully understand the meaning of numbers and evaluate the figures.

Diagnostics is developing, mostly because the teacher compares student's performance and observation of specific learning difficulties. Dyscalculia's diagnosis is based on the number of diagnostic tests. Great support could be from the development of neuroscience and brain studies by magnetic resonance imaging (MRI). Often computational problems in dyscalculia case are related to functional and structural abnormalities in the brain frontal lobe. Several scientific studies (Kucian, Loenneker, Dietrich et al., 2006) illustrate the differences in brain activity measurements in children with developmental dyscalculia and children with normal achievement.

Despite the reduced amount of gray matter in certain brain cortical parietal lobe regions precise estimates were made by active cooperation of frontal and parietal lobe areas. So there are cases where some improvement in functioning may be achieved (Cappelletti, Price 2013). The researchers acknowledge that further studies are needed in order to provide recommendations on how to organize the process of learning in school and what therapeutic techniques to use (Kucian, Loenneker, Dietrich et al., 2006). Particularly, what specific training could be improved to address specific brain plasticity in children with developmental dyscalculia. It would be a good contribution of neuroscience for school, for education.

People with dyscalculia need help in organizing and processing of information, in all that relates to numbers and mathematical concepts and operations.

Summarizing the various recommendations we can build strategies for reducing expression of dyscalculia (Clements 1966; Tübele, Landra, Šūmane, et al., 2013; Лалаева, Гермаковская, 2005), but a key requirement is to follow the pupil's strengths in order to maintain self-esteem and build on success.

Support measures at school must be carefully planned so that every pupil get teaching according to his needs. Exercises of the same content of a lesson in addition are not recommended.

Literatūra **References**

1. Cappelletti, M., Price, C.J. (2013). Residual number processing in dyscalculia. In *NeuroImage: Clinical* 4 (2014) 18-28 Elsevier. Retrieved from www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3836281/pdf/main.pdf
2. Clements, S. (1966). *Minimal Brain Disfunction in Children: Terminology and Identification: Phase One of the Three Phase Project*. USA: U.S. Department of Health, Education and Welfare.
3. Dinkel, Ph.J., Willmes, K., Krinzinger, H., Konrad, K., Koten Jr., J.W. (2013). Diagnosing Developmental Dyscalculia on the Basis of Reliable Single Case fMRI Methods: Promises and Limitations. In *PloS ONE* 8(12): e83722. doi:10.1371/journal.pone.0083722 Retrieved from www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3857322
4. *Diskalkulija* (b.g.) Learning Disabilities (LD). Pieejams: <http://learndis.co.il/diskalkuliya>
5. Kaufmann, L., Vogel, S.E., Starke, M., Kremser, C. Schocke, M., Wood, G. (2009). Developmental dyscalculia: compensatory mechanisms in left intraparietal regions in response to nonsymbolic magnitudes. In *Behavioral and Brain Functions* 2009, 5:35 doi:10.1186/1744-9081-5-35 Retrieved from <http://www.behavioralandbrainfunctions.com/content/5/1/35>
6. Kucian, K., Loenneker, Th., Dietrich, Th., Dosch, M., Martin, E., von Aster, M. (2006). Impaired neural networks for approximate calculation in discalculic children: a functional MRI study. In *Behavioral and Brain Functions* 2006, 2:31 doi:

- 10.1186/1744-9081-2-31 Retrieved from
<http://www.behavioralandbrainfunctions.com/content/2/1/31>
7. Landerl, K., Fussenegger, B., Moll, K., Willburger, E. (2009). Dyslexia and dyscalculia: Two learning disorders with different cognitive profiles. In *Journal of Experimental Child Psychology* 103 (2009) 309-324 Elsevier. doi:10.1016/j.jecp.2009.03.006
 8. 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. In *Neuropsychologia* 47 (2009) 2859-2865 Elsevier. doi:10.1016/j.neuropsychologia2009.06.009
 9. Shaywitz, S. (2003). *Overcoming Dyslexia: a new and complete science-based program for reading problems at any level*. New York: Vintage Books, A Division Random House, Inc.
 10. Sharma, M. (1989). *How children learn mathematics*: Professor Mahesh Sharma, in interview with Bill Domoney. London, England: Oxford Polytechnic, School of Education. 90 min. Educational Methods Unit. Videocassette.
 11. Tūbele, S., Landra, T., Šūmane, I., Burčaka, M., Laganovska, E., Kušnere, S., Vīgante, R. (2013). *Metodiskais materiāls pedagogiem darbam ar izglītojamiem, kuriem ir mācīšanās traucējumi un redzes traucējumi*. Pieejams: www.visc.gov.lv
 12. Turkington, C., Harris, J.R. (2006). *The Encyclopedia of Learning Disabilities*: Second Edition. United States of America: American Bookworks.
 13. Wilson, A.J., Dehaene, S. (2007). Number sense and developmental dyscalculia. In D. Coch, G. Dawson & K. Fischer (Eds.). *Human behavior, learning and the developing brain: Atypical development* (pp. 212-238). New York: Guilford.
 14. Лалаева, Р. И., Гермаковская, А. (2005). *Нарушения в овладении математикой (дискалькулии) у младших школьников*. Санкт-Петербург: Союз.