

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ФАКУЛТЕТ ЗА СПЕЦИЈАЛНУ ЕДУКАЦИЈУ И
РЕХАБИЛИТАЦИЈУ

Санела Р. Петровић

**КОРЕЛАЦИЈА МАТЕМАТИЧКИХ
СПОСОБНОСТИ И ЕГЗЕКУТИВНИХ
ФУНКЦИЈА КОД ДЕЦЕ СА
ЦЕРЕБРАЛНОМ ПАРАЛИЗОМ**

докторска дисертација

Београд, 2023

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF SPECIAL EDUCATION AND REHABILITATION

Sanela R. Petrović

**CORRELATION BETWEEN
MATHEMATICAL ABILITIES AND
EXECUTIVE FUNCTIONS IN CHILDREN
WITH CEREBRAL PALSY**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2023

Ментор:

Др Радмила Никић, редовни професор у пензији, Универзитет у Београду, Факултет за специјалну едукацију и рехабилитацију

Комисија:

Др Драган Рапаић, редовни професор, Универзитет у Београду, Факултет за специјалну едукацију и рехабилитацију - председник

Др Саша Радовановић, научни саветник, Универзитет у Београду, Институт за медицинска истраживања, члан

Датум одбране: _____

Теодори и Кости

Захвалница

Желим да се захвалим својој менторки проф. Др Радмили Никић на разумевању, стручним саветима, помоћи и подршци током израде ове докторске дисертације, као и члановима комисије на коментарима и сугестијама који су допринели завршној форми рада.

Искрену захвалност дугујем деци, родитељима и наставницима који су учествовали у истраживању.

Посебна захвалност припада мојим пријатељима Мирјани и Николи Гавриловић који су били уз мене и веровали да могу ову дисертацију да доведем до краја.

Хвала драгој колегиници Марији Зулић на свим сугестијама.

Највећу захвалност дугујем супругу Далибору, деци Теодори и Кости за сву љубав и стрпљење, као и мојим и супруговим родитељима на неизмерној подршци и помоћи коју су ми пружали током рада на овој дисертацији.

КОРЕЛАЦИЈА МАТЕМАТИЧКИХ СПОСОБНОСТИ И ЕГЗЕКУТИВНИХ ФУНКЦИЈА КОД ДЕЦЕ СА ЦЕРЕБРАЛНОМ ПАРАЛИЗОМ

РЕЗИМЕ

Деца са церебралном парализом као последицу присуства моторичког оштећења али и придружених сметњи често имају повећан ризик од потешкоћа у учењу а посебно оних које су везане за усвајање математике. Испитивање математичких способности код деце са церебралном парализом као и њихова повезаност за егzekутивним функцијама био је велики изазов пре свега јер је ова тема занемарена и недовољно проучена код деце са церебралном парализом. Управо из тих разлога основни циљ нашег истраживања је био да се утврди развој математичких способности и егzekутивних функција код деце са церебралном парализом, као и да се испита природа њиховог односа.

Узорком је обухваћено 29 испитаника са церебралном парализом оба пола, узраста од 8 до 12 година, ученика од II до VI разреда из две основне школе, редовне и школе за децу са сметњама у развоју. У истраживању су коришћени тестови за процену математичких способности као и тестови за процену егzekутивних функција (когнитивне флексибилности, инхибиторне контроле, радне меморије и способности планирања).

Анализом резултата математичких способности утврђено је да испитаници са церебралном парализом имају статистички значајно нижа постигнућа на Раном нумеричком тесту као и на тесту Питања о бројевима у односу на децу типичног развоја. Ученици са церебралном парализом испољавају потешкоће и у аритметици као и геометрији.

Даљом анализом резултата утврђена је повезаност између когнитивне флексибилности и процењених математичких способности. Посматрани заједно показатељи когнитивне флексибилности статистички значајно предвиђају већину испитаних математичких способности а број категорија Висконсин теста сортирања

карата се издваја као предиктор који има највећи допринос у предвиђању одређених математичких способности.

Резултати истраживања показују да и између Струп теста који је коришћен за мерење инхибиторне контроле и мерених математичких способности постоји статистички значајна повезаност. Као значајни предиктори издвајају се: Струп 1 број грешака, Струп 2 број грешака и Струп грешке разлике.

Када се ради о корелацији између радне меморије и развијености математичких способности можемо видети да су делови теста Аудитивног памћења као и варијабле Rey теста сложене фигуре у корелацији са већином испитаних варијабли математичких способности. Ако посматрамо све варијабле радне меморије заједно, аудитивне и невербалне, показатељи радне меморије предвиђају статистички значајно већину варијабли везаних за математичке способности. Међу показатељима радне меморије, када се посматрају удружено, једини статистички значајан предиктор јесте Rey сећање време. Међутим, сет варијабли радне меморије није значајно повезан са сетом варијабли математичких способности.

Посматрани заједно, показатељи способности планирања предвиђају статистички значајно све варијабле математичких способности. Број тачних решења се најчешће јавља као предиктор који има значајно већи допринос у односу на друге у појединим испитаним математичким способностима. Резултати каноничке регресије указују још да сет варијабли способности планирања јесте повезан са сетом математичких способности.

Темељно познавање математичких способности код деце са церебралном парализом као и њихова повезаност са егzekутивним функцијама омогућује нам креирање наставе и рехабилитационих третмана код ове деце. Уочене потешкоће могу имати значајан утицај на њихово функционисање у школском али и социјалном окружењу. Поред тога резултати овог истраживања обогаћују теоретска знања о факторима који могу утицати на усвајање знања из области математике.

Кључне речи: церебрална парализа, математичке способности, когнитивна флексибилност, инхибиторна контрола, радна меморија, планирање.

Научна област: Специјална едукација и рехабилитација (Дефектологија)

Ужа научна област: Специјална едукација и рехабилитација особа са моторичким поремећајима (Соматопедија)

CORRELATION BETWEEN MATHEMATICAL ABILITIES AND EXECUTIVE FUNCTIONS IN CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY

ABSTRACT

Children with cerebral palsy often have a greater risk of experiencing learning difficulties especially those related to the acquisition of mathematical skills, due to the presence of motor or multiple disorders. Investigating mathematical abilities in children with cerebral palsy as well as their connection to executive functions has been a great challenge, primarily because this topic has been neglected and insufficiently researched. Therefore, the main aim of this research was to investigate the development of mathematical abilities and executive functions in children with cerebral palsy, as well as the nature of their relationship.

The sample comprised 29 children of both sexes, 8 to 12 years of age, second and fourth grade students of two elementary schools, one, which follows regular national curriculum, and the other, which follows special education curriculum. We used mathematical ability tests as well as executive function tests (cognitive flexibility, inhibitory control, working memory and planning abilities).

After analyzing the data regarding mathematical abilities, we have established that children with cerebral palsy have statistically significant lower achievement on Early numerical test and Questions about numbers test in comparison to other children. Students with cerebral palsy have trouble with arithmetic and geometry.

Further data analysis has shown a connection between cognitive flexibility and assessed mathematical abilities. Observed together, the indicators of cognitive flexibility statistically significantly predict most of the assessed mathematical abilities, and the number of categories of Wisconsin Card Sorting Test stands out as a predictor of certain mathematical abilities.

The results of this research have shown a statistically significant correlation between Stroop test used for the measurement of inhibitory control test and assessed

mathematical abilities. The following predictors stand out: Stroop 1 number of mistakes, Stroop 2 number of mistakes and Stroop mistake differences.

Regarding the correlation between the level of working memory development and mathematical ability development, we can observe that the parts of Auditory memory test and the variables of Rey complex Figure Test are in correlation with the majority of examined variables of mathematical abilities. If we observe all the variables of working memory together, auditory and verbal, the indicators of working memory predict statistically significant majority of variables related to mathematical abilities. Among working memory indicators, when we observe them together, the only statistically significant indicator is Rey recollection of time test. However, the working memory variables are not statistically significantly related to the variables of mathematical abilities. Observed together, the indicators of planning abilities statistically significantly predict all the variables of mathematical abilities. The number of correct answers often serves as a greater predictor in certain mathematical abilities in comparison to others. Canonical correlation analysis indicate that the set of planning ability variables is connected with the set of mathematical abilities.

Thorough knowledge of mathematical abilities in children with cerebral palsy as well as their connection to executive functions enable us to create better educational curriculum and rehabilitation treatments. Observed difficulties can have a great impact on their behavior in school and social environment. In addition, the results of this research enrich theoretical knowledge of the factors, which may influence the acquisition of mathematical knowledge.

Key words: cerebral palsy, mathematical abilities, cognitive flexibility, inhibitory control, working memory, planning.

Field of science: Special education and rehabilitation

Scientific subfield: Special Education and Rehabilitation of Persons with Difficulties in Motor Disorder

САДРЖАЈ

УВОД.....	1
1. ТЕОРИЈСКИ ПРИСТУП ПРОБЛЕМУ ИСТРАЖИВАЊА	3
1.1. Појмовно одређење математике	3
1.2. Специфичности почетне наставе математике	14
1.3. Неуробиолошка основа математике	23
1.4. Индикатори математичког развоја	28
1.5. Егzekутивне функције	31
1.6. Егzekутивне функције као предиктор математичког успеха.....	39
1.7. Церебрална парализа.....	44
1.7.1. Дефиниција	44
1.7.2. Класификација.....	47
1.7.3. Етиологија и преваленца	48
1.7.4. Карактеристике деце са церебралном парализом	51
1.8. Претходна истраживања.....	60
2. ПРЕДМЕТ, ЦИЉ, ЗАДАЦИ О ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА	71
2.1. Предмет истраживања	71
2.2. Циљ истраживања	71
2.3. Задачи истраживања	71
2.4. Хипотезе истраживања	72
3. МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА	73
3.1. Узорак истраживања	73
3.2. Време и место истраживања.....	77
3.3. Варијабле истраживања	77
3.4. Поступци и инструменти истраживања	78
3.5. Поузданост примењених инструмената.....	93

3.6. Статистичке мере	94
4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА	96
4.1. Процена математичких способности.....	96
4.2. Процена когнитивне флексибилности и утицај на развој математичких способности код деце са церебралном парализом.....	121
4.3. Процена инхибиторне контроле и повезаност са математичким способностима.....	133
4.4. Процена радне меморије и повезаност са математичким способностима.....	142
4.5. Процена способности планирања и повезаност са математичким способностима	151
5. ДИСКУСИЈА	161
5.1. Математичке способности деце са церебралном парализом	162
5.2. Развој когнитивне флексибилности и повезаност са математичким способностима код деце са церебралном парализом	177
5.3. Развој инхибиторне контроле и повезаност са математичким способностима код деце са церебралном парализом	182
5.4. Развој радне меморије и повезаност са математичким способностима код деце са церебралном парализом.....	186
5.5. Развој способности планирања и повезаност са математичким способностима код деце са церебралном парализом	190
6. ЗАКЉУЧАК.....	194
6.1. Прва хипотеза	194
6.2. Друга хипотеза.....	195
6.3. Трећа хипотеза.....	196
6.4. Четврта хипотеза	197
6.5. Пета хипотеза	198
6.6. Допринос и ограничења истраживања	198
ЛИТЕРАТУРА.....	201
ПРИЛОЗИ	239

ПРИЛОГ 1. Листа скраћеница	239
ПРИЛОГ 2. Биографија аутора	241
ПРИЛОГ 3. Изјава о ауторству.....	244
ПРИЛОГ 4. Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада.....	245
ПРИЛОГ 5. Изјава о коришћењу.....	246

УВОД

Заинтересованост истраживача за процену раних математичких способности, нарочито нумеричких, код деце порасла је у протеклој деценији како у области процене тако и у области наставе. Разлози за то су што би адекватан развој пренумеричких и раних нумеричких вештина унапредио математичко знање у каснијим разредима када деца добијају њихово прво формално математичко обучавање (Berch, 2005). Да би то било могуће веома је значајано испитати узроке који могу утицати на усвајање знања у математици.

Познато је да деца полазе у школу са различитим нивоима знања потребним за почетну наставу математике. Ове се разлике могу приписати факторима средине: као што су социо – економски статус или родитељска стимулација, искуство са различитим врстама материјала (Arnold & Doctoroff, 2003; Cleveland et al., 2000) и дечијим способностима као што је осећај за број (Griffin, Case, & Siegler, 1994), интелигенција, или друга област као што су опште функције (Espy et al., 2004). Студије показују да област – опште когнитивне способности, тачније извршне, односно егзекутивне функције, могу обезбедити добра објашњења за разлике у раном учењу математике (Bull & Scerif, 2001; Espy et al., 2004; Kroesbergen, Van de Rijt, & Van Luit, 2007). Наведени узроци су углавном исти и код деце са сметњама у развоју а међу њима и деце са церебралном парализом.

Иако је познато да се код деце са церебралном парализом јављају бројне сметње у учењу мали је број студија које су те сметње испитале. Фрамптон и сар. (Frampton, Yude, & Goodman, 1998) испитујући преваленцу тешкоћа у учењу код деце са хемиплегичном церебралном парализом која похађају и специјалну и редовну школу налазе да 36% од ове деце имају бар једну специфичну тешкоћу учења при чему су 25% потешкоће у аритметици, за разлику од 19% који имају тешкоће у читању. Деца са церебралном парализом заостају у бројању, рачунању и простим аритметичким операцијама у односу на своје типично развијене вршњаке што је посебно изражено код деце са церебралном парализом у специјалном образовању која нису била у стању да држе корак са својим типично развијеним вршњацима у

основној школи (Jenks, de Moor, & van Lieshout, 2009). Међутим, због мањка студија на ову тему не могу се извести општи закључци о пореклу и развојним путањама аритметичких способности ове деце (van Rooijen, Verhoeven, & Steenbergen, 2011).

Имајући то у виду, циљ ове докторске дисертације је повезаност раних математичких способности деце са церебралном парализом предшколског узраста са егzekутивним функцијама као једним од фактора њиховог развоја. Добијени резултати доприносе не тако богатим теоријским оквирима утицаја егzekутивних функција на ране математичке способности код деце са церебралном парализом и указују на смернице рада са овом децом у почетној настави математике. Овакво полазиште је у складу са истраживањима домаћих и страних аутора који указују на чињеницу да се процес усвајања математичких знања не сме посматрати само кроз ниво интелектуалних и академских постигнућа, јер то представља веома сужен приступ који игнорише неуропсихолошке функције које леже у основи усвајања математике а које представљају важне предикторе усвајања ових знања (Semrud-Clikienam et al., 1992; Joshi, 1999 све према Јапундџа-Милисављевић, 2009).

1. ТЕОРИЈСКИ ПРИСТУП ПРОБЛЕМУ ИСТРАЖИВАЊА

1.1. Појмовно одређење математике

Бавећи се историјом математике, Хоџкин (Hodgkin, 2005) је смешта у све важне временске тачке и периоде, почевши од Вавилонa, Старе Грчке и Рима, затим представља кинеску и исламску математику, револуцију коју је у свет науке увео Галилео Галилеј, а потом и у важне сфере из области математике као што су рачунање, геометрија, односи у простору и њихов развој све до данашњих висина. XX век је затим донео више математике и промена у овој области, у начину на који се схвата и примењује, него читава историја пре тога. Том приликом Hodgkin (2005) наводи да је тешко дати одговор на питање када је математика настала јер то зависи од тога на шта конкретно мислимо када поменемо математику, односно зависи од начина на који је дефинишемо. Многи су покушали ближе да одреде појам математике, мада не постоји дефиниција која је универзално прихваћена. Једну од најједноставнијих можемо пронаћи у Оксфордском речнику (Oxford Learning Dictionary, n.d.) где се наводи да је математика „наука о бројевима и облицима“. Још један покушај да се математика конципира једноставно и прецизно у оквиру једне једине реченице довео је до дефиниције да је математика „наука која проучава претпоставке, њихове особине и примену“ (Yadav, 2017, p. 41). Међутим, оно што се најчешће замера покушајима да се математика дефинише јесте чињеница да је често представљена као наука која нема никакве везе са реалним светом (Ziegler & Loos, 2017), што се може приметити у начину на који је математику конципирала Никић (2008) истичући да задатак математике јесте да проучава апстракције света око нас, са циљем да се открију и формирају нови појмови, а на ово може да се надовеже дефиниција која математику одређује као „научно-логички систем који обухвата променљиве величине, апстрактне структуре, као и просторне односе“ (Јарундџа-Милисављевић, 2018).

Основне области које се издвајају из математике су аритметика, алгебра и геометрија (Van Luit, 1994). Аритметика, која је као појам настала од речи *arithmos* која значи бројеви, и речи *techne* која значи умеће, у складу са тим подразумева подручје математике које се бави бројевима, као и манипулацијом бројевима кроз спровођење различитих рачунских операција, односно сабирања, одузимања, множења и дељења (Cvijanović, 2015), и сматра се да је за аритметику најважније разумети везе које постоје између бројева, али и самих операција (Gilmore, 2006, према Prather & Alibali, 2009). Бјорклунд и сарадници (Björklund et al., 2021) истичу да постоје одређене поставке од којих се полази приликом учења аритметичких вештина – најпре перципирање аритметичких задатака одређује начин на који ће се они решавати, затим те разлике у перцепцији потичу од конкретних сегмената задатка на који смо усредсређени, а ти сегменти потом зависе од свести ученика, а уколико нисмо фокусирани на кључне елементе задатка може доћи до неуспеха приликом решавања истог, да би се на крају нагласила улога наставника као пружаоца помоћи током покушаја адекватног перципирања кључних аспеката задатка. Схватање аритметике зависи од нивоа математичког мишљења појединца, које може подразумевати да је број неодвојив од скупа конкретних објеката, наредни ниво подразумева да је број одвојен, док трећи ниво представља апстрактно словно записивање (Дејић, 2008).

Ови нивои мишљења везују се за још једно подручје математике, алгебру. Етимологија ове речи води нас до њених арапских корена и фразе *Al-jabr* која се преводи као спајање сломљених сегмената, односно обнављање (Cvijanović, 2015). Сматра се да алгебра проучава системе и структуре прорачуна и релација, да проучава функције и заједничке варијације, као и да подразумева моделовање математичког језика (Karut, 2008). Алгебра почиње онда када се, решавајући задатке, појаве недоумице и питања зашто нешто радимо баш на тај начин (Crvenković i Ravano, 2014, према Laketić, 2019), и јасна је потреба да се добије одговор на то питање када се у обзир узме чињеница да прелаз са конкретних бројева и величина у оквиру аритметике, на симболе и непознате величине у алгебри, креира бројне проблеме због немогућности да се задатак реши јер његове вредности нису познате, а

осим тога поменути симболи неретко могу диференцирано да се тумаче у зависности од поставке задатка (Милинковић и Маричић, 2022).

Геометрија је подручје математике настало због деловања у свакодневној пракси, што потврђује и њен дослован превод са грчког језика, а то је гео = Земља, метрија = мерење (Stanković, 2006). Она пружа знања о просторном свету, бави се дескрипцијом и разумевањем релација, а оријентација и визуелно сагледавање истичу се као њени главни покретачи (Јарундџа-Милисављевић, 2018). Романо (Romano, 2009а) и Дејић (2000) наводе ван Хилеове (van Hiele) нивое разумевања геометрије: нулти, ниво визуализације, у оквиру ког се одлуке доносе ослањањем на перцепцију; затим први, ниво анализирања када се фигуре упознају и разликују по својим својствима без уочавања везе између њих; други ниво је ниво апстракције и сматра се зачетком дедуктивног начина размишљања, и тада се уочавају релације својстава. Последња два нивоа нису одлика основношколског периода, те је трећи ниво (коначне) дедукције у оквиру ког је могуће извођење доказа и закључака на средњошколском нивоу, а последњи, односно четврти, ниво строгости карактеристичан је за период након средње школе у оквиру ког је могуће поређење математичких система, разумевање веза између њих, а сама геометрија постаје апстрактно дедуктивни систем.

Како смо основне области математике ближе објаснили служећи се математичким мишљењем, неопходно је дефинисати и овај изузетно значајан појам. Говорећи о мишљењу, Антонијевић (2014) помиње аналитичко-синтетички карактер мисаоних операција, да би на то надовезао чињеницу да само математичко мишљење подразумева знања и појмове помоћу којих се те операције спроводе, као и да је јако значајно која конкретна знања и појмови, у којим комбинацијама и на којим нивоима разумевања представљају основу за развој математичког мишљења. Међутим, разумевање и дефинисање математичког мишљења нису тако једноставни јер не постоје елементи заједнички за све његове категорије, каква су аритметичко, алгебарско или геометријско мишљење (Sternberg, 1996). Даље, Антонијевић (2014, str. 219) запажа и да се „математичко мишљење у оквиру наставе математике остварује као део ширег процеса развоја математичког приступа објективној

стварности“, и да тај приступ може бити теоријски, мисаони и појмовни. Наводе се и процеси који прожимају математичко мишљење, као што су специјализовање, које се односи на испробавање неких нових задатака и примера, генерализовање које подразумева дефинисање образаца, нагађање кроз које се врши предвиђање резултата, и убеђивање које, као најкомплекснији процес, значи установити и представити разлоге и доказе за неку тврдњу (Stacey, 2006). Истовремено, Црвенковић и Романо (2015) набрајају алате математичког мишљења: аналитичка средства свести, специјалне вештине решавања проблема, вештине резоновања, и посебне репрезентативне вештине. Дакле, математичко мишљење сазрева упоредо са математичким појмовима и знањима која га сачињавају, која су, као што смо већ напоменули, различита за све категорије мишљења.

Никић (2008) наводи и неколико карактеристика фаза менталног развоја према Пијажеу, које су значајне за развој математичког мишљења. Тако истиче да преоперативну фазу карактерише нереверзибилност мишљења, да би дете у наредној, односно фази конкретних операција, стекло способност вршења операција уназад, што значи да је његово мишљење конкретно-операционално. Тек се у оквиру треће фазе, на нивоу формалних операција, јавља формална логика, односно закључивање из претпоставки.

Испитујући природу аритметичког мишљења, Гинзбург (Ginsburg, 1977) закључује о његовим особинама, па је бројање главни елемент дечије аритметике која је уређена и организована, затим деца креирају неуобичајене поступке за решавање задатака, а важан део учења аритметике је и могућност да се препознају недоследности или нерегуларности у оквиру задатка. Оно што се често помиње јесте и подучавање математичког мишљења са циљем да се ученици оспособе да математички размишљају приликом решавања задатака, не нужно везаних искључиво за област математике, па група аутора (Resnick et al., 2005) говори о програму и његовим принципима чији је циљ подучавање аритметичког мишљења. Тај програм наводи да би требало искористити неформална знања, односно знања која су деца стекла ван школског контекста, за рад у учионици, и притом радити на самопоуздању и вери у сопствено знање, а са друге стране искористити математички

запис у свом формалном облику за транспарентно приказивање резултата, уз нагласак на то да саме математичке структуре треба што пре да постану алат за свакодневно проналажење и тумачење проблема, који не морају само да се реше, већ би о њима требало дискутовати са циљем развијања критичке мисли у овој области. На овај начин потврђује се значај узајамног деловања између манипулација квантитативним релацијама и математичког мишљења (Selimović i Karić, 2011). Ово подразумева да су крајњи продукт аритметичког мишљења резултати, односно проналажење решења неког конкретног задатка.

Наводи се да је аритметичко мишљење, односно управљање бројевима, део алгебарског мишљења, као и аналитичност, односно интроспективност мишљења, због које алгебарско мишљење репрезентује анализирани математичке објекте (Lins, 1992; Radfor, 2006, оба према Romano, 2009б). Поред тога, Црвенковић и Романо (2015) наводе начине за перципирање основних алгебарских идеја, где се алгебра посматра као језик, као алат за математичко моделовање, и као апстракција математике. Ова истакнута повезаност алгебарског и аритметичког мишљења наглашава релевантност ране алгебре и раноалгебарског мишљења, које би помогло да ученици, најпре, ефикасније разумеју аритметику, али и читаву математику, а затим би олакшало и подучавање саме алгебре у старијим разредима, али и поимање свакодневних проблемских ситуација (Cvijanović, 2016). Наводе се и начини да се подстакне раноалгебарско мишљење, а то су уочавања аритметичких правилности, уочавање релацијских и функционалних веза, фокусирање на разумевање онога шта је проблем, и преиспитивање улоге знака једнакости (Стевановић и сар., 2014). Ово све подразумева да је алгебарско мишљење фокусирано на процесе који су неопходни да би се дошло до неких решења, али без анализе тих добијених резултата. Дакле, док је средиште аритметике само израчунавање, прогрес алгебарског мишљења подразумева нека прилагођавања, па није важно само рачунање него и односи који постоје, а самим тим није значајно једино како ће се проблем решити, већ и како ће се представити. Осим тога, фокус је и на самим операцијама и њиховој инверзности, као и на бројевима, али и на симболима,

односно словима, и на крају преостаје редефинисање значења знака једнакости (Kieran, 2004).

Представљајући геометрију као област математике, истакли смо и њене нивое разумевања, ниво визуализације, анализирања, апстракције, дедукције и прецизности. Како се последња два наведена нивоа односе на средњошколски период, представимо објекте, структуру и типичне одлике геометријског мишљења на нултом, првом и другом нивоу (Čižmešija i sar., 2010). Нулти ниво визуализације усмерен је на појединачне облике и њихово визуелно препознавање, именовање и сортирање. На овом нивоу, ученици често користе ирелевантна визуелна својства, што се нарочито одражава на дескрипцију и класификовање облика, а осим тога често их збуњује промена оријентације ликова због фиксираних представа о њиховим обрасцима. Први ниво, ниво анализе, конципиран је на класи ликова, и својства тих појединачних ликова се односе на читаву класу. На овом нивоу, поређења су могућа у односу на једно, за ученике, битно својство, док при описивању користе сва својства до којих су дошли искључиво они сами, те допринос других људи није добродошао, а до истинитости неке тврдње долазе искључиво емпиријским путем. На нивоу апстракције, односно неформалне дедукције, ученици уочавају релације међу својствима ликова, а сам објект геометријског мишљења чине дефиниције класа ликова. Овај начин мишљења је економичнији, спонтанији и приступачнији за спољашње сугестије него претходни, и полазница је дедуктивног закључивања, али ученици и даље не разумеју шта конкретно дефиниције, теореме и докази представљају (Čižmešija i sar., 2010). Занимљиво је да је истраживање спроводено над будућим учитељима показало да поседују слаба предзнања, вештине визуализације и визуално-просторне способности, што значи да најпре они сами морају да стекну компетенције из области геометрије, пре него што почну да подучавају своје будуће ученике (Baranović, 2022).

Сивил (Civil, 2002) сматра да математика није једноставан конструкт, па наводи макар три врсте математике: математику која се учи у школама, математику у школском контексту којом се деца баве попут правих математичара, и на крају математика из свакодневног живота, а циљ последње наведене је да у оквиру

учионице креира окружење учења ван школе. Овим се наглашава значај математичких способности за свакодневно функционисање, па је јасно да та свакодневица може да буде отежана ученицима који се суочавају са неким потешкоћама У прилог овоме говори и истраживање Granberga и сарадника (2017) које је испитивало која су аритметичка знања потребна ученицима са лаком интелектуалном ометеношћу да би користили и тумачили рецепте приликом часова кувања. Показало се да је неопходно да ови ученици разумеју на који начин да интерпретирају различите бројеве, тј. целе бројеве, децималне записе или разломке, затим како да интерпретирају и користе мере, и како да рачунају, односно додају или одузимају одређене елементе рецепта (Granberg et al., 2017).

Прелаз са конкретне математике, каква је аритметика, на апстрактну алгебру, представља плодно тло за креирање изазовних образовних ситуација када су у питању ученици са сметњама у учењу. Показало се да они нису довољно спремни за ову сферу математике, те су, у складу са тим, и њихова постигнућа из ове области на ниском нивоу (O'Shea et al., 2017), а једно истраживање је истакло да су осмишљавање реалних проблемских сценарија, коришћење стварних објеката, визуелно приказивање једначине и давање вербалних инструкција ефикасан алат за подучавање алгебре када су у питању ученици са умереном интелектуалном ометеношћу (Chapman et al., 2019).

Као грана математике која заузима кључну позицију у разумевању простора, геометрија има важно место у оквиру школске математике, а када дође до нарушавања способности менталне манипулације и ротације, просторног опажања и геометријске визуелизације (Milinković i Ševa, 2021), често се у оквиру наставе имплементирају начини рада који ту ситуацију могу да побољшају, попут компјутерских игрица (Demir, 2020), информационо комуникационих технологија (Galitskayh & Drigas, 2020), или једноставнијих приступа какав је давање инструкција приликом рада (Orihuela et al., 2019).

Математичке способности представљају комплексан систем који је сачињен од низа међусобно повезаних способности и вештина. Њихов квалитет је условљен развојем предматематичких способности и вештина, математичког језика,

математичких процедура и концепата, потенцијалом за упамћивање и аутоматско присећање математичких чињеница, могућност стварања и генерализације чињеница, као и евалуацију резултата (Gligorović, 2013). Математичка способност се састоји од квантитативних и квалитативних способности, од каузалних способности којима се уочавају узрочно-последичне везе, од спацијалних, као и од индуктивне и дедуктивне способности, а овако дефинисана математичка способност доведена је у везу са математичком креативношћу. Конкретно, показало се да постоји веза између ова два појма, односно да је математичка креативност један од елемената математичке способности (Kattou et al., 2013). Нека истраживања показују да без обзира на свест о стереотипима, девојчице своје математичке способности доживљавају као боље управо онда када се родни идентитет наглашава (Martinot & Désert, 2007). Такође, показало се да је ниво математичких способности предиктор математичке писмености (Nurutami et al., 2018), али и да одређује начин на који ће ученици размишљати приликом решавања математичких проблема (Sanjaya et al., 2018). Кадум (Kadum, 2006) наводи да се показало да постоје разлике између оних који су способни и оних који нису способни за математику, па тако математичка способност подразумева брзо уопштавање садржаја и брзо пребацивање са директног на индиректан ток мисли, као и брзо скраћивање поступака приликом решавања математичких проблема. Осим тога, наводи да је за њихово решавање неопходно да се задатак, пре свега, разуме, да се креира план за његово решавање, да се тај план испуни, да би се на крају извршила евалуација добијеног решења.

Математички језик представља један од многих елемената који условљавају функционисање комплексног система какав су математичке способности. Оно што математику сврстава у врсту језика јесу сличности које постоје између ове две категорије: при комуникацији се користе апстракције, и њихово разумевање повећава се у складу са искуством и праксом, а сама комуникација захтева одређена (де)кодирања; осим тога, симболи су једнолични и доследни, а комуникација захтева њихово памћење, затим постоји безброј начина за изражавање, и значење контекста може да зависи од редоследа симбола, због чега су почетницима неретко неопходна тумачења, а искуства стечена у детињству представљају основу за развој у овој сфери

(Wakefield, 2000). Ово је важно јер резултати истраживања говоре да ниво математичког језика условљава усвајање математике у раном узрасту (Purpura et al., 2019; Purpura & Reid, 2016). У прилог овоме говори студија спроведена над две групе деце, од којих је једна била укључена у третман математичког језика, где се показало да учесталији контакт са математичким језиком побољшава математичке вештине ових ученика (Purpura et al., 2017).

Математичка писменост је способност која је неопходна за решавање математичких задатака, али се примењује и приликом испитивања, дефинисања и решавања проблема у стварном животу (Martin, 2007). Конкретније, математичка писменост је вештина која омогућава употребу математике при критичкој анализи свакодневних ситуација. Сматра се да у себе укључује велики број елемената, попут математичког мишљења, аргументовања, комуникације и моделовања, затим поставке, решавања и представљања задатака, као и симбола и технологије (Rizki & Priatna, 2019), и свака од ових компетенција обухвата стадијуме који прате њен развој, где у почетку они подразумевају добијање и употребу директних упутстава, информација, модела или процедура, да би на крају те компетенције условиле независна, напредна и комплексна поступања, уз напомену да ниво стадијума зависи од захтева самог проблема (Steen et al., 2007). Математичка писменост, заправо, оснажује саму математику јер омогућава њено коришћење у контексту који није изричито математички (Niss, 2015).

Изучавајући литературу са намером да концепт математичких вештина смести у јасан теоријски оквир, Парвијанен (Parviainen, 2019) их дели у три категорије – нумеричке вештине, вештине просторног размишљања, и вештине математичког размишљања и закључивања. И саме нумеричке вештине подразумевају неке своје елементе: осећај за број, бројање, основне аритметичке вештине и разумевање математичких релација. Даље, вештине просторног размишљања ослањају се на осећај за простор, из чега произилазе просторно расуђивање, осећај за геометрију и осећај за време. На крају, вештине математичког размишљања и закључивања захтевају могућност логичког размишљања и анализирања, и вештине решавања проблема. Овим путем се истакла повезаност свих категорија математичких вештина,

наглашавајући значај холистичког приступа њиховом развоју. Такође, ова веза је још истакнутија уколико се интересовање за област математике јави на што ранијем узрасту, јер је то предиктор снажних математичких вештина (Fisher et al., 2012), а као један од начина да се то интересовање подигне, или уопште постигне, помиње се квалитетан предшколски програм (Lehrl et al., 2016), односно сматра се да важну улогу у том процесу могу да имају и сами родитељи, кроз изазовне, нумеричке задатке које ће поставити пред своју децу (Girard et al., 2021).

Процес усвајања математичких садржаја састоји се од примања садржаја, као и разумевања математичких појмова, затим извођења нових математичких појмова, слагања математичких појмова у логичку целину, као и интерпретацију математичких садржаја у пракси. Свака од ових етапа зависи од неуропсихолошких способности индивидуе (Japundža-Milisavljević, 2009). Четири општа подручја когнитивног развоја која се показују као важна за усвајање неопходних академских вештина и школског градива су: лингвистичко-концептуално; визуоспацијалноконструктивно; секвенцијално-аналитичко; и подручје моторичког планирања, извршавања и регулације активности (Reid, 2001). О значају когнитивних фактора говорили су и италијански аутори (Passolunghi et al., 2008) чије је истраживање установило да је радна меморија посредник који предвиђа усвојеност математичких вештина на основношколском узрасту. Адекватно усвајање математичких садржаја важно је и због развоја математичког мишљења, јер то усвајање подразумева откривање првих математичких знања и појмова, што омогућава креирање правца у оквиру ког се сазнавање математике и математичко мишљење међусобно омогућавају и условљавају (Antonijević & Vujisić Živković, 2015). Хатано (Hatanō, 1996) сугерише неколико смерница које би могле да послуже приликом усвајања математичких садржаја. Он сматра да би требало да се позабавимо занимљивим проблемом из контекста који је ученику познат, и да том приликом ученике треба подстицати да се служе сопственим идејама и вештинама онако како они желе, а саме проблеме треба сортирати према неком изабраном критеријуму. Још један предлог јесте и интеракција са вршњацима, као и пружање

прилике да се, с времена на време, сагледа постигнути успех, а не запоставља се ни евентуална потреба да се појединачне, важне вештине подвргну увежбавању.

Један од процеса који не може да заобиђе усвајање математичких садржаја јесте математичко закључивање, и то је фактор који приликом размишљања доводи до тога да се из две или више мисли креира неки општи закључак повезивањем познатих чињеница. Управо су резонување и способност да се решавају проблеми немогући уколико постоје потешкоће са математичким закључивањем (Hasanah et al., 2019). Никић (2008) сматра да је један од основних циљева математичког образовања да се ученици оспособе за математичко закључивање, односно за анализу, образложење и доказивање релација међу математичким објектима, и том приликом наводи најчешћу поделу закључивања, на индуктивно и дедуктивно. Дедуктивно закључивање се сматра основом математике јер се тим путем конструишу логички докази који су њој као науци неопходни, и подразумева резонување које полази од познатих, општих чињеница да би се добиле посебне информације које не морају да се потврђују експериментима, јер оно што важи за опште важи и за посебно (Ayalon & Even, 2008). Индуктивно закључивање се, са друге стране, посматра као алат за генерализацију решења проблема и знања, до којих се долази кроз повезивање појединачних ставова у законе или опште закључке (Sosa-Moguel & Aparicio-Landa, 2021).

Да бисмо усвојили математичке садржаје, најпре треба да савладамо математичке проблеме, и група аутора (Phonapichat et al., 2014) наводи потешкоће које се најчешће јављају том приликом, почевши од тога да су ученици нестрпљиви и не желе да читају математичке текстуалне задатке, као ни проблеме који су предугачко написани, што ће довести до површног читања и самим тим неразумевања проблема о ком неће ни покушати да размисле већ ће само нагађати решење, а осим тога неретко не разумеју кључне речи задатка, или чак нису у стању да диференцирају који су им подаци дати у проблему важни за његово решавање. Због тога, када говоримо о усвајању математичких садржаја, незаобилазна тема су и математички појмови који представљају основу за стицање математичких знања и вештина. У процесу мишљења појмови имају двоструки значај, користе се као

средство којим се манипулише, али се и формирају. Математички појмови настају у дијалектичком јединству чулног искуства и мисаоних активности. Неопходно је да развој математичких појмова буде одређен развојним одликама деце, као и одликама њиховог процеса учења. Поменути процес учења подразумева да дете имплементира своја искуства и знања приликом стицања нових појмова, и да том приликом активно учествује у процесу учења, и практичним и мисаоним залагањем, а да део тог процеса буду сви људи са којима дете остварује интеракцију, уз примену одговарајућих материјала и увођење вербализације онда када је то потребно (Marendić, 2009).

1.2. Специфичности почетне наставе математике

Предшколско васпитање и образовање спровођено је на основу Правилника о општим основама предшколског програма ("Службени гласник РС", бр. 62/03, 64/03-исправка, 58/04, 62/04-исправка, 79/05-др. закон и 101/05-др.закон), и за циљ је имало обезбеђивање повољне и подстицајне средине, која би омогућила коришћење пуних потенцијала и за циљ је имало обезбеђивање повољне средине која би омогућила коришћење пуних потенцијала деце, стимулисала их на активност да би подстакла максимални развој њихових способности.. Овај Правилник је предвиђао два модела предшколског васпитања и образовања: модел А – отворен систем васпитања у оквиру ког се програм развија зависно од интересовања деце, и модел Б – когнитивно-развојни програм који има разрађене циљеве, задатке и активности које васпитач бира у односу на потребе, могућности и интересовања деце. Почетно математичко образовање у оквиру Модела А припремног предшколског програма засновано је на подстицању логичко-математичког мишљења, а стицање и изграђивање почетних математичких појмова реализују се кроз опажање и схватање простора и просторних односа, кроз логичке операције на конкретним предметима и појавама, развијање појмова геометријских облика у равни и простору, кроз мерење и мере, и временске односе. Када је у питању Модел Б припремног предшколског

програма, једна од области васпитно-образовног рада јесте и развој математичких појмова, а то се односи на положаје у простору, кретање кроз простор, поређење и процењивање, области, линије и тачке, облике, образовање скупова, бројност скупова и временско сазнање.

Од септембра 2019. године нови програм предшколског васпитања и образовања сукцесивно се уводи у предшколске установе како би се на тај начин свима обезбедила потенцијално потребна стручна подршка. Овај програм, који носи назив „Године узлета“, заснива се на актуелним стратешким и законским документима, савременим теоријским поставкама о детињству, учењу и раном развоју, релевантним међународним документима, традицији и хуманистичким вредностима, и савременим теоријама курикулума. Када је у питању стицање математичких компетенција, замишљено је да се оне развијају кроз богата сензорна искуства и практичну манипулацију, кроз примену логичко-математичког мишљења, кроз подстицање радозналости и применом досадашњих сазнања приликом решавања практичних проблема (Министарство просвете, 2022).

Наставни план и програм за први разред основне школе утврђен је Правилником о плану наставе и учења за први циклус основног образовања и васпитања и програму наставе и учења за први разред основног образовања и васпитања („Службени гласник РС“, бр. 10/2017, 12/2018, 15/2018, 18/2018, 1/2019 и 2/2020). Према њему, циљ наставе математике првог разреда је да ученик савлада математичка знања и вештине, развије математичко мишљење и постане математички писмен, да се оспособи за практичну примену свог знања, али и за даље учење математике, односно за усвајање њених наредних појмова. Садржај који омогућава остваривање тих циљева прожет је кроз области геометрије, бројева и мерења и мера. Геометрија подразумева да се кроз уочавање предмета и бића и њихових односа, започне развој опажања простора и то кроз положај, величину и облик предмета. Област бројева се надовезује на знање стечено предшколским програмом, и након што се формира појам броја и бројевног низа деца се упознају са сабирањем и одузимањем. За област мерења и мера сугеришу се практичне

активности које ће децу упознати са концептом мерења, али се не укључују стандардне јединице мере.

Формирање почетних математичких појмова представља област на чијем се развоју ради и пре поласка у школу, али је у том периоду далеко значајније посматрати на који ће начин дете приступити решавању задатка, него да ли ће добити тачно решење, због чега се сматра да је приступ математици у овом узрасту васпитног карактера (Николић, 2012). То формирање почетних математичких појмова би требало да буде усаглашено са развојним карактеристикама ученика, али и карактеристикама самог њиховог процеса учења (Marendić, 2009), због чега треба истаћи и да когнитивно функционисање условљава формирање почетних математичких појмова (Selimović i Karić, 2011). Осим тога, Глигоровић (Gligorović, 2010) наводи да је способност разликовања детерминишући фактор који одређује развој нумеричких способности.

Период пре поласка у школу припада преоперативној фази менталног развоја и карактерише га ситуацијска интелигенција, односно доминација перцептивне стварности, због чега конзервација, реверзибилност, серијација и класификација, као способности мишљења, нису још увек присутне (Marendić, 2009). Само предшколско васпитање и образовање конципирано је тако да у себи садржи и активности за обраду и усвајање почетних математичких појмова, те његови програмски садржаји подразумевају да се кроз различите активности, у зависности од узраста, деци најпре помогне да схвате просторне, временске и квантитативне релације, затим да их уочавају и класификују, да би на крају сопственим активностима могли да решавају квантитативне односе (Николић, 2012). У складу са тим, Маричић и Стаматовић (Maričić i Stamatović, n.d.) су показале да дуже похађање предшколског васпитања и образовања води ка боље развијеним логичким операцијама, наглашавајући да је неопходно посебно вредновати постигнућа предшколског васпитања и образовања, јер само тенденција да се постигну што бољи резултати води ка успеху на наредном нивоу образовања. Друго истраживање испитивало је на који начин вођена настава о односима међу бројевима утиче на способност деце предшколског узраста да представе количину на више различитих начина, па је установљено да су деца која су

добила те инструкције била много успешнија у задацима који су испитивали односе међу бројевима него њихови вршњаци који нису прошли кроз то подучавање (Jung et al., 2013). Једно истраживање испитивало је и да ли је кроз циљеве и задатке предшколског програма и програма наставе математике за прва два разреда основне школе, постигнут усклађен рад васпитача и учитеља када је у питању усвајање математичких појмова и развијање когнитивних и математичких способности. Показало се да постоји континуирана веза између ова два нивоа образовања и васпитања која ја узлазно-развојног карактера (Копас-Вукашиновић и Стојановић, 2012).

Када су у питању развој почетних математичких појмова и садржаји који до тога воде, методички правац којим треба да се крећемо почиње опажањем и схватањем простора и просторних односа, и ослања се на активности које полазе од упознавања простора сензорним али и посредним путевима, па преко стицања способности просторности на властитом телу, и развијања правилне употребе термина за појмове и односе у простору (Николић, 2012). Група аутора (Montague-Smith et al., 2018) говорила је о томе на који начин деца стичу знања о простору и облицима, па најпре наводе да је рано конструисање концепта облика тополошко, због могућности да се, кроз стискање или растезање, физички облик преобрази. Међутим, као главна одлика овог периода наводи се визуализација, односно обезбеђивање прилика да се просторни облици примете, а потом и именују. Даље, томе доприносе правилност и оријентација облика, као и коришћење примера који су слични неком конкретном облику, али нису његов представник. Конкретно, овде се ради о томе да се сугерише употреба и неправилних облика и облика чија једна страница неће бити у равни са ивицом папира, како се правилност и оријентација не би посматрале као централне карактеристике облика, а све са циљем да се деца оспособе да и неправилне и неоријентисане облике сврстају у одговарајућу категорију. Употреба примера који су слични неком конкретном облику, али нису његов представник, требало би да подстакне доношење закључака о томе који су то суштински атрибути сваког појединачног облика. Исти аутори (Montague-Smith et al., 2018) анализирали су и активности које доводе до напретка у овој сфери, па наводе

манипулацију природним и произведеним облицима, истраживање линија, испитивање 2Д или 3Д облика, рефлексију и симетрију, положај и кретање, као и интерпретирање сликовних илустрација и репрезентација просторних релација. Деца своју околину посматрају као јединствену целину, те се њени садржаји прожимају са садржајима других области рада, а тако интегрисано функционисање развија и креативност, као и мисаоне, физичке и социјалне способности (Голубовић-Илић, 2021). Осим тога, једно истраживање наглашава и да бављење математиком кроз игру с вршњацима доводи до проучавања напреднијих математичких аспеката, а то се, између осталог, односило и на игру облицима (Zippert et al., 2019).

Опажање и схватање простора и односа је увертира за стицање знања из геометрије јер је то математичка област која се бави управо тиме, односно интеракцијама са облицима у простору и знањем о њиховој дужини, површини или запремини, потом променама њихових карактеристика и настанком бројних теорија, али и визуелном улогом и разумевањем облика који доприносе бољем разумевању математичких концепата, али и бројних других домена у које су се имплементирали геометријски облици (Hershkowitz, 2020). Када смо говорили о опажању и схватању облика и простора, поменули смо визуализацију као фактор који дефинише тај период развоја, а то је управо један од нивоа који се везује за развој геометријских појмова – тек након што ученици опазе неки облик моћи ће да га анализирају, а потом и да обављају једноставне дедукције, и та способност да нешто препознају јесте база за креирање основних геометријских знања (Ђокић и Трмчић, 2012). Ово нас доводи до чињенице да знања стечена у предшколском узрасту утичу на знања на каснијим нивоима школовања, односно та знања постају алат којим се стичу нова сазнања. Тако су Маричић и Стаматовић (Maričić i Stamatović, 2017) показале да предшколски програм значајно одређује развој геометријских концепата, иако тај утицај није подједнак за све аспекте геометрије. Резултати су показали да ниво образовања родитеља детета представља фактор који утиче на развој геометријских знања, али не треба заборавити да квалитетно знање подразумева три карактеристике: идентичност која се односи на преклапање са новим, будућим знањем, адекватност тј. исправност и свеобухватност, и структурираност, односно

адекватну уређеност (Ђокић и Трмчић, 2012). Даље, истраживање које су спровеле шведске ауторке (Gejard & Melander, 2018), а које је испитивало начин на који се предшколска геометрија примењује у интеракцији са вршњацима приликом игре са магнетном играчком за конструкцију, указало је на значај индиректних вербалних и просторних гестова, као и гестова показивања приликом дефинисања геометријских облика, и овим се истакла важност пружања слободе да се геометрија истражи на слободан начин уз дозирано пружање прецизнијих и исправних објашњења. У складу са тим, сматра се да се учење геометрије може описати следећим особинама: интернализовање односно преображај екстерне у интерну активност, када више није битно шта се види већ на који начин, потом математизовање као процес приликом ког дати контекстуални елементи постају математички појмови и релације, и на крају оправдање које подразумева поступке који се спроводе да би се свима растумачило шта појединац види, ради и мисли (Hershkowitz, 2020).

Пре него што почнемо да говоримо о формирању појма броја, морамо да се позабавимо неким преднумеричким концептима, односно појмом скупа јер је то етапа која претходи формирању појма броја и увођењу рачунских операција. Међутим, још један преднумерички концепт одређује формирање скупова, а то је класификација. Иако се, најпре, груписања врше без ослањања на било каква својства, постепено стицање знања о карактеристикама предмета доводи до груписања објеката у односу на неки критеријум, а то је знак преласка са квантитативног на квалитативно математичко размишљање (Николић, 2012). Скупови се формирају коришћењем објеката који су деци познати и блиски, и сматра се да су деца усвојила појам скупа када мисаоно повезују неке предмете у целину на основу неке карактеристике која нема никакве везе са положајем и карактеристикама самог предмета (Дејић, 2000). Формирање појма подскупа кроз очигледне и просте примере, а потом и њихово састављање и растављање представљају радње које нас уводе у сабирање и одузимање, а са истим циљем спроводе се и активности придруживања елемената једног елементима другог скупа, јер се кроз упоређивање бројности скупова формирају и појмови више односно мање (Никић, 2008). Такође, треба напоменути да је да је једна студија случаја показала да социјалне активности

имају утицај на рани нумерички развој код деце узраста до три године (Mih, 2002), што поново наглашава значај деци блиских и познатих примера како би се почело са формирањем појма скупа, који последично води ка формирању појма броја.

Да бисмо говорили о томе да је постављена база за развој појма броја, неопходно је да се усвоји перманентност објекта, а потом и да се развије могућност конзервације која подразумева способност да се квалитативна својства објекта посматрају независно од његових квалитативних карактеристика, те број постаје показатељ количине елемената (Gligorović, 2010). Осим тога, када се упознајемо са одређеним бројем, неопходно је да се уочи његово место у бројном низу, као и да се упозна његова структура (Прентовић, 2008). Наводи се да постоје два приступа за формирање појма броја, а то су скуповни и бројевни. Скуповни приступ захтева формирање скуповне појмове како би било могуће упоређивање скупова и придруживање елемената једног елемента другом скупа, и примеренији је деци. Са друге стране, бројевни приступ зависи од чињенице да ли деца знају да броје, и сам појам броја изграђује се кроз различите активности бројања (Дејић, 2008). Наравно, и само бројање пролази кроз различите фазе, па се очекује да, код једноставног задатка сабирања, деца броје оба сабирка са или без помоћи прстију, и један од начина је да се и један и други броје кренувши од један, или добројавањем већег сабирка на мањи, односно мањег сабирка на већи, да би се дошло до циља, односно до збира (Geary & Hoard, 2005).

Ауторка Софиан (Sophian, 2009) је, испитивајући доступна истраживања, дошла до четири генерализације које се односе на знање о бројевима, па се најпре помиње да је нумерички развој вишеструк, затим завистан од узраста, варијабилан и флексибилан. Вишеструкост подразумева да се нумерички развој не везује само за способност бројања и познавање аритметичких чињеница, док старосна зависност подразумева да старија деца готово увек постижу већи успех на задацима овог типа, а варијабилност говори о различитом ангажовању и извођењу задатака међу децом. У прилог овим генерализацијама говори студија чији аутори (Litkowski et al., 2020) истичу да је значај њених резултата то што сугеришу да деца у различитим узрастима демонстрирају различите сегменте математичких вештина, а истраживање је

обухватило чак осам нумеричких вештина сврстаних у три категорије: нумерисање, релације и аритметичке операције. Флексибилност, као последња генерализација, подразумева утицај неформалних активности и разговора родитеља и наставника на стицање нумеричког знања, и управо су Левин и сарадници (Levine et al., 2010) показали да је разговор родитеља са децом на раном узрасту фактор који може да утиче на њихов нумерички развој.

Трећа важна математичка област јесте мерење и мере. Специфичност почетне наставе у овој сфери огледа се у чињеници да је предшколски узраст кључан за опажање и схватање димензија предмета, док рани основношколски узраст јесте период формирања способности конзервације дужине, тежине и запремине (Николић, 2012). Када је у питању развијеност појма мерење дужине, Антић и Ђокић (2018) установиле су да постоји значајна разлика између нивоа усвојености овог појма и његових стварних компонената, као да ни сам наставни програм из математике није био адекватна подршка учитељима приликом њиховог подучавања. О значају адекватног подучавања говори и студија која је испитивала значај давања упутстава за развој учења, где је код 40% испитаника инструкција довела до подизања знања о појму дужине на виши ниво, док је код преосталих допринела позитивним променама у понашању које је везано за учење (Sarama et al., 2021). Поменута конзервација дужине могућа је на узрасту од око седам до осам година, док је конзервација тежине могућа са око осам до девет година, док је са око 11 година могућа у случају конзервације запремине, и том приликом се истиче значај практичне делатности, односно манипулисања предметима за развој ових способности (Николић и сар., 2015). На крају, треба напоменути да се значај ове математичке области огледа у њеној вези са другим наукама, јер удруженост ових знања не би била могућа без способности мерења, а иако се математика често повезује са апстрактним, мерење и мере су оно што је повезује са физичким светом (Smith III et al., 2011).

Када говоримо о реализацији тема у настави математике, сугерише се комбиновање алгебарских и геометријских садржаја, па се предлаже да се, у првом разреду, најпре крене са положајем, величином и обликом предмета, затим се прелази на природне бројеве до десет и нулу и њихово сабирање и одузимање, потом

би на ред дошле линије, па природни бројеви до 20 и њихово сабирање и одузимање, затим мерење и мере, и на крају природни бројеви до 100, односно сабирање и одузимање без преласка десетице („Службени гласник РС“, бр. 10/2017, 12/2018, 15/2018, 18/2018, 1/2019 и 2/2020). Шагуд и Топлек (Šagud i Toplek, 2018) говоре о настави математике која се спроводи вођена принципима Марије Монтесори и мишљу да деци треба помоћи да нешто учине сами. У вртићу се деца већ у трећој години сусрећу са бројањем, а око пете године се уче рачунске операције коришћењем бројних разноврсних материјала, и полако се уводе у причу о површини геометријских облика, али и о разломцима кроз дељење кругова на мање делове, и на том предшколском узрасту такође добијају прилику да науче да користе сат, а то је способност која се, иначе, учи у другом разреду основне школе. Када је у питању рад у основној школи по принципима Марије Монтесори, нагласак је на развоју логике и математичког размишљања, и иако овакве школе неретко прате традиционални наставни план и програм, деца су та која бирају када и шта желе учити, а обрада обавезног градива осигурана је кроз седмични и месечни план којих се деца придржавају. Осим тога, извршена је компаративна анализа наставе математике у Републици Србији и у неким земљама Европе, и оно што се истиче као кључна разлика јесте то што су наставни програми других земаља савременији и стичу се знања потребна да се заправо разумеју законитости природе и друштва, а не да се само, готово механички, усавршава техника рачунања и решавања разних математичких проблема. Такође, наставни програми у европским земљама садрже препоручене теме за проширивање садржаја које у нашим програмима недостају, а које би сигурно допринеле осавремењивању почетне наставе математике (Пинтер-Крекић, 2012).

У организацији почетне наставе математике велика пажња мора да се посвети и стилима учења ученика који могу да буду један од потенцијалних разлога математичког неуспеха, ако наставне методе које се примењују нису усклађене са тим потребама деце. Стили учења могу бити визуелни, аудитивни, кинестетички и мешовити (Bašić и Mišurac, 2016; Егерић и Ђурић, 2012).

1.3. Неуробиолошка основа математике

Развој мозга детета почиње још интраутерино, али се његово сазревање дешава у периоду између рођења и одраслог доба јер долази до раста дендрита, синапси, као и аксона и формирања њиховог мијелинског омотача. Конкретно, гранање дендрита је најочигледније током првих шест месеци живота јер расте и до десет пута више него било када у животу, а све до четврте године се управо тиме објашњава увећање мождане коре и масе. Када је у питању формирање синаптичких веза, максимална синаптичка густина и интензитет биће постигнути тако да свака кортикална област има своје појединачно време врхунца. Та хиперпродукција синаптичких веза почеће да се губи све док не достигне зрели ниво, а исто важи и за формирање аксона, па и неурона. Наравно, церебрално сазревање није праћено само регресивним процесима, већ се јављају и адитивни, какви су пролиферација, миграција и диференцијација. Не смемо заборавити још један важан процес сазревања, а то је мијелинизација која повећава ефикасност преноса сигнала кроз нервни систем. Иако постоје неке правилности када су у питању изградња и организација церебралног ткива, одлике кортикалног ткива могу да зависе од утицаја бројних чинилаца, а та прилагодљивост мозга на нова искуства назива се пластицитет (Krstić, 2008). Промене које настају могу бити хемијске, структурне, физичке, и мозак је током детињства најосетљивији на те трансформације, чиме се сугерише да постоје оптимални периоди за учење, након којих је оно готово немогуће, или је, макар, изузетно отежано (Tadić i Jelenaca, 2019).

Развој математичких способности често је везан за аритметичка постигнућа, па не чуди појачано интересовање истраживача за активност церебралних структура које су задужене управо за ове процесе. Оно што је један преглед истраживања (Peters & De Smedt, 2018) истакао јесте чињеница да аритметика захтева покретање великог броја можданих области, а то укључује префронталне, окципито-темпоралне, постериорно паријеталне и хипокампадне области. Велико занимање стручњака за ову област може да објасни и велики број питања на које тек треба да се понуди одговор, па се, за почетак, наводи потреба да се ова испитивања спроводе у периоду

од првог до трећег разреда основне школе, што би омогућило да се стекне увид у начин на који се промене дешавају постепено током времена, јер се у том периоду, у настави математике, највећа пажња посвећује управо развоју аритметичких способности. Још једно неодговорено питање везано је за функционалне и структуралне абнормалности код особа атипичног развоја, јер је непознато да ли су оне полазиште или последица њиховог стања. Због тога је важно испитати активност церебралних структура особа са развојним сметњама, како бисмо установили да ли су промене на мозгу неуробиолошки узрок проблема, или су консеквенце различитог, односно недовољног аритметичког искуства. Не сме да се заборави ни утицај фактора окружења и потреба да се испитивања врше у оквиру различитих културолошких група, јер наставни програм из математике није свуда исти, а и једна година подучавања у оквиру једне земље, неће донети исте резултате као подучавање у некој другој, и као најлакши пример за поређење можемо да узмемо земље западне Европе и источне Азије. О томе говори студија која се бавила начином решавања аритметичких задатака и активношћу специфичних области мозга у тим ситуацијама, и то код оних којима је матерњи језик енглески и кинески, те су уочене неке функционалне дистинкције церебралних структура ове две групе приликом решавања математичких задатака које не могу да се припишу искључиво језичким разликама (Tang et al., 2006). На крају, наглашава се и потреба за коришћењем разноврсних техника које би дале бољи увид у динамику процеса церебралних структура задужених за аритметичке радње (Peters & De Smedt, 2018).

Минон (Menon, 2015) је понудио објашњење за главне неурокогнитивне процесе које везујемо за аритметичке радње, па тако најпре помиње декодирање визуелних и фонолошких карактеристика стимулуса, односно декодирање облика броја за који је задужен вентрални темпоро-окципитални кортекс, а одговоран је и за креирање визуоспацијалних репрезентација нумеричког квантитета, али уз помоћ интрапаријеталне бразде. Наредни процес односи се на системе процедуралне и радне меморије чији рад омогућавају фронтално-паријетални режањ и базалне ганглије, односно ове церебралне структуре креирају краткорочне репрезентације којима се манипулише квантитетом у трајању од неколико секунди. Када су у питању

системи епизодне и семантичке меморије, њихово функционисање и формирање дугорочне меморије и генерализовање ван изолованих атрибута проблема, обезбеђују медијални темпорални кортекс, предњи темпорални режањ и ангуларни гирус. На крају, напомиње се важност префронталне коре која је задужена за управљење пажњом приликом извлачења чињеница из меморије и приликом циљаног одлучивања.

Активност ангуларног гируса приликом аритметичких задатака није типична за децу, код које се хипокампус повезује са призивањем аритметичких чињеница. Наводи се да је радна меморија повезана са префронталним кортексом и постериорном паријеталном кором, као и да је појачана активност ових области повезана са раним фазама учења и комплексним проблемима. И у студији која је испитивала да ли су индивидуалне разлике можданих механизма за аритметику узрок варијабилности средњошколског математичког постигнућа, примећена је појачана активност десног интрапаријеталног сулкуса приликом задатака рачунања и притом је повезана са нижим математичким скором, док је појачана активност области које су задужене за призивање аритметичких информација – левог супрамаргиналног гируса, повезана са вишим математичким скором, чиме се наглашава да је за виши ниво математичких компетенција неопходно успешно кодирање аритметичких чињеница (Price et al., 2013).

Мерена је активност мозга и приликом решавања аритметичких и алгебарских задатака, па се показало да алгебра активира билатералну средњу темпоралну вијугу, билатералну инфериорну фронталну вијугу, дорзомедијални префронтални кортекс и леви ангуларни гирус, а овакви резултати сугеришу да алгебру, као апстракцију аритметике, подржава семантичка мрежа (Cheng et al., 2022). Занимљиво је поменути и да је установљено да су адолесценти у предности у односу на одрасле особе када је учење алгебре у питању, јер су резултати показали активност префронталних региона током првих дана вежбања, али се та активност након вежбања постепено смањивала, и то упућује на напредовање способности учења алгебре, што није случај код одраслих (Luna, 2004).

Интересантна је и студија која је испитивала да ли концентрација неуротрансмитера у мозгу може да укаже да ли ученику адолесценту недостаје математичко образовање. Резултати су показали да смањене количине неуротрансмитера у средњем фронталном гирусу могу да диференцирају ученике у односу на њихово математичко образовање, као и да могу да се предвиде промене математичког закључивања чак 19 месеци касније (Zacharopoulos et al., 2021). Када је у питању подучавање један на један, показало се да разлике у функционисању можданих структура везаних за учење и меморију, а не аритметичку обраду, предвиђају успешност поменутог подучавања, па је, пре свега, активност хипокампуса та која предвиђа напредак математичких вештина, али и његова веза са дорзолатералним и префронталним кортексом и базалним ганглијама (Supekar et al., 2013). Са друге стране, када је испитивана мождана активност код ученика којима се представља начин долажења до решења који они потом увежбавају, и код ученика који самостално осмишљавају пут до решења, показало се да се у случају обе групе повећава ангажовање фронтално-паријеталних мрежа, али да је код самосталнијих ученика приметна смањена активност ангуларног гируса јер такав начин решавања проблема није поставио захтевне прохтеве пред вербалну меморију (Karlsson Wirebring et al., 2015). На крају, најбоља потврда чињенице да је развој нумеричких и аритметичких способности условљен областима које су најчешће лоциране у фронталном и паријеталном кортексу јесте студија која је испитивала мождану активност ученика надарених за математику и која је притом потврдила интрахемисферну фронтопаријеталну повезаност, и означила је као неуролошко својство даровитих ученика (Prescott et al., 2010). Интересантно је и то да је истраживање које је испитивало значај визуелног искуства за математички успех, на узорку од троје слепих математичара, показало да се напредне математичке способности могу развити и без тог искуства, као и да се математичке структуре у мозгу могу формирати независно од његовог утицаја, јер је примећена активност оних можданих мрежа које су ангазоване када неке основне математичке задатке решавају они који нису математичари (Amalric et al., 2018).

Када су у питању деца са математичким потешкоћама, показало се да они имају проблем не само са нумеричким можданим структурама, односно десним супериорним паријеталним режњом и интрапаријеталним сулкусом, већ и са областима које погађају вербално функционисање (Berteletti et al., 2014). Због тога су поједини аутори били заинтересовани и за церебралну активацију области које су везане за вербални домен. Група аутора (Zarnhofer et al., 2013) желела је да испита неуролошке корелације два различита когнитивна стила, односно визуализације и вербализације, приликом решавања текстуалних математичких задатака. Визуализација бројева и резултата приликом рачунања била је повезана са ангажовањем области које су важне за визуелну обраду, али је занимљиво да је леви ангуларни гирус, иначе повезан са формирањем дугорочне меморије и позивањем аритметичких чињеница из исте, показао корелацију са вербализацијом, односно усменим понављањем бројева и резултата приликом рачунања, те аутори истичу његову специфичну повезаност са вербалним доменом, односно са обрадом бројева на начин који је специфичан за дати модалитет. О активацији језичких можданих структура говорили су и аутори (Amalric & Dehaene, 2019) чије је истраживање испитивало дисоцијацију математичких и језичких региона мозга кроз оцењивање истинитости тврдњи, те се показало да су уобичајене језичке области активиране само приликом рашчлањивања математичких и нематематичких тврдњи, али њихово покретање није имало никакве везе са математичким садржајем, већ искључиво са синтаксичком тежином. Другим речима, установљена је неповезаност церебралних структура задужених за семантику математичких садржаја и садржаја који немају никакве везе са овом науком (Amalric & Dehaene, 2018), односно математичка синтакса, као формални језик, на неуронском нивоу обрађује се другачије него природни језик (Friedrich & Friederici, 2009).

1.4. Индикатори математичког развоја

Развој математичких вештина и способности не одвија се код свих истим темпом, нити код свих ученика достиже подједнак обим, због чега сва деца у школу полазе са диференцираним опсегом знања које је потребно за почетно усвајање математике и њених појмова. Поменуте разлике могу да се објасне бројним факторима, а један од њих је и радна меморија, са своје три компоненте – централно извршном, фонолошком и визуоспацијалном (Baddeley & Loggie, 1999, према Kroesbergen et al., 2007). Ефикасност радне меморије често се везује и за математичку анксиозност, и аутори наводе да она може да компромитује функционисање радне меморије (Ashcraft & Krause, 2007), односно да нарушава ефикасност њених стратегија за решавање математичких проблема (Ramirez et al., 2013). Дакле, осим што може директно да утиче на извршење математичких задатака, математичка анксиозност делује и посредним путевима, кроз способност радне меморије, на афективни пад математичких постигнућа (Skagerlund et al., 2019). Сматра се и да је математичка анксиозност ометајући фактор само у ситуацији када се код ученика функционисање радне меморије реализује на високом нивоу, јер тада негативне емоције онемогућавају коришћење њених пуних потенцијала, и деца су подложнија сметњама (Passolunghi et al., 2019).

Још један когнитивни аспект који је довођен у везу са математичким постигнућима јесте интелигенција, јер се показало да њен коефицијент условљава ниво математичких способности, али и других академских области, како је показало PISA испитивање у 56 земаља света (Lynn & Mikk, 2009). Једна петогодишња лонгитудинална студија показала је да интелигенција, али и брзина обраде и централна извршна компонента радне меморије, регистроване у првом разреду основне школе, предвиђају математички (не)успех пет година касније (Geary, 2011). Осим тога, са циљем да се одреди однос између интелигенције и математике, спроведена је мета анализа која је истакла њихову снажну корелацију која расте с годинама, као и повезаност флуидне интелигенције са комплексним математичким вештинама (Peng et al., 2019).

Мануелна спретност утиче на развој нумеричких способности детета, јер одређује на који ће начин и у којој мери представљати бројеве својим прстима, односно означена је као индикатор математичких постигнућа (Fernández-Méñez et al., 2020; Fisher et al., 2020). Да моторичке вештине имају удела у развоју математичких вештина и способности, показала је група белгијских аутора (Pieters et al., 2012) чија је студија показала низак ниво моторичких компетенција код деце која имају потешкоће у учењу математике. Поједина истраживања показала су да нису само моторичке вештине предиктор математичког успеха, већ и учествовање у физичким активностима. Тако је једна група аутора у оквиру своје студије указала на то да општа кондиција организма предвиђа математичка постигнућа (de Bruijn et al., 2019), односно да су фитнес и сопствена процена учествовања у физичким активностима у позитивној корелацији са математичким компетенцијама, а та је повезаност индиректна јер је посредник визуоспацијална компонента радне меморије (Suväoja et al., 2021). Мада ове везе нису до краја објашњене, сугеришу да на математички успех значајно утиче учествовање у физичким активностима.

Социоекономски статус породице је фактор који може да утиче на успех у било којој области, а то није заобишло ни академска постигнућа. Истраживања су показала да социоекономски статус утиче на математичке компетенције, и то тако што бољи социоекономски статус, ако говоримо о деци типичног развоја, подразумева боља математичка постигнућа (Alordiah et al., 2015; Peng et al., 2019), и мада је ова корелација видљива, неки аутори сматрају да социоекономски фактор ближе одређује развој језика и говора (Liu et al., 2020). Када се овај фактор разложи на његове саставне елементе, образовање родитеља и породични приходи утичу на математичка постигнућа више него било који други социоекономски елемент (Schiller et al., 2002; Wang et al., 2014). О овом феномену говорили су и Густафсон и сарадници (Gustafsson et al., 2018) приметивши још једном тренд утицаја социоекономских фактора на усвајање математичких знања, али притом наводећи да је социоекономски статус школе тај који треба да негира ефекат социоекономских прилика сваког појединачног ученика, и на тај начин умањи њихов утицај на академска постигнућа.

Незаобилазан утицај на академска постигнућа имају и породичне прилике, и показало се да подршка оба родитеља приликом избора математике и науке као каријере и занимања позитивно утиче на математичку самоефикасност (Turner et al., 2004). Ванг (Wang, 2004) је понудила занимљиву компарацију америчких и кинеских ученика, притом наводећи да поједини породични фактори више утичу на ђаке у Кини, као што су висока очекивања мајке, затим заједнички живот са биолошким родитељима, додатно време за учење, мањеведеног времена уз телевизију, ниска стопа изостајања из школе. Овим се упоредо истиче и значај културолошког контекста за стицање математичких компетенција.

Разговор о академским, односно математичким постигнућима неизбежно поставља питање колико су важан фактор сами учитељи који исту ту математику подучавају, и студије говоре да знање наставника условљава развој решавања математичких проблема, али да његово само понашање може да буде негативан фактор уколико је клима на часу нестимулативна и неповољна, уколико дате инструкције нису довољно јасне ни прецизне, уколико своје подучавање не прилагођава групи деце са којом ради већ се једнолично држи истих стратегија у раду, и самим тим не успева ефикасно да подучава нити да управља својим часом (Kaskens et al., 2020; Tambunan et al., 2021).

Листа фактора који утичу на математички развој је изузетно дуга, и због природе математике као науке, често се фокус ставља на когнитивне чиниоце, а неке од њих смо већ поменули. Још један такав представљају и егзекутивне функције, и контролни процесу у оквиру њих, ажурирање, пребацивање и инхибиција (Miyake & Friedman, 2012).

1.5. Егзекутивне функције

Без обзира на то да ли говоримо о детету које формира своје прве реченице, ученику основне школе који је на усменом испитивању, студенту који је на разговору за посао, или запосленима који треба да предају извештај свом надређеном, свака од ових појединачних ситуација захтеваће укључивање егзекутивних функција, што их чини независним од узраста, контекста и природе задатка. Егзекутивне функције, у складу са тим, можемо да представимо као алат који обрађује досадашња искуства, тренутну ситуацију и будуће животне интенције, са циљем регулисања наших поступака који су усмерени ка неком изабраном циљу (Moran & Gardner, 2007). Конкретније, извршне функције представљене су као процеси задужени за неке друге когнитивне процесе, односно њихов задатак је да њима управљају, да их контролишу, и да ускладе њихово испољавање (Bull & Lee, 2014). Поједини аутори понудили су своје виђење егзекутивних функција, па Темпл (Temple, 1997) наводи: способност да се понашање испланира и организује у простору и времену како би се испуниле замишљене аспирације; способност прилагођавања стратегија тренутној ситуацији; већ поменуто планирање праћено је одређивањем циља и доношењем одлука који ка том циљу воде, уз контролу сопственог понашања; неизоставни фактори су и емпатија и самосвест.

Још један аутор (Stuss, 1992, prema McCloskey, 2009) формулисао је извршне функције као комплексну способност, односно као способност интеграције изолованих информација у једну целину, затим као способност пребацивања из једног концепта у други, из чега произилази способност модификације понашања, способност управљања информацијама које долазе из различитих извора, и способност да се из целокупног знања изаберу и искористе само она која су за дати контекст релевантна. Начин на који Моран и Гарднер (Moran & Gardner, 2007) представљају егзекутивне функције подразумева три параметра, брдо које се односи на успостављање јасног циља, вештину која подразумева способности потребне да се тај циљ постигне, и вољу као истрајност док се задати циљ не постигне.

Бавећи се основним компонентама егзекутивних функција, група аутора (Miyake & Friedman, 2012) извела је закључке који се односе на природу и организацију диференцираности која постоји међу њима. Пре свега, поменуте разлике су, парадоксално, у јединству због постојања неких заједничких основних способности које прожимају све компоненте извршних функција, али и у разноликости која се од њих и очекује. Други закључак односи се на сложеност генетичких структура егзекутивних функција и констатацију да се значајан генетски допринос испољава кроз постојеће разлике међу поменутим компонентама. Такође, напомиње се и могућност да се, кроз когнитивна мерења, предвиде појединачне разлике у понашању које је клинички и друштвено релевантно. Последње запажање везује се за стабилан развој егзекутивних функција и њихових појединачних разлика.

У складу са тим, пре него што се позабавимо самим компонентама извршних функција, најпре треба рећи нешто о њиховом развоју. Треба поменути да се егзекутивне функције често представљају као „извршни директори“ мозга јер су лоциране у његовим предњим режњевима, те је развој извршних функција везан за промене у овим областима, па, на пример, током првих шест месеци живота фронталне области постану довољно мијелинизоване, због чега дете може да регулише перцептивни процес посматрања (McCloskey et al., 2009), и често се помиње да се током прве две године префронтални кортекс развија брже него у било ком каснијем периоду живота (Diamond, 2013). Шимлеша и Цепанец (Šimleša i Серапес, 2008) понудиле су приказ развојних периода егзекутивних функција, и то у раном детињству, у предшколском добу, и у средњем детињству и адолесценцији па све до одраслог доба. Период раног детињства карактерише повећање у метаболизму глукозе фронталне коре, затим раст тела пирамидалних неурона трећег слоја префронталне мождане коре и повећање њихових дендрита, а такође долази и до раста нивоа допамина у тој регији. Све поменуто изазива бројне промене, па је у другој половини прве године живота приметан развој радне меморије, инхибиције одговора и способности једноставног планирања. Предшколски узраст је период интензивних промена на мозгу, те је број синапси у префронталној можданој кори већи него код одраслих, и доводи до сазревања начина обраде информација, па ово

раздобље одликује развој способности инхибирања доминантног одговора, и одговора уопште, као и коришћења једноставних стратегија. Током адолесценције и одраслог доба долази до елиминације синапси, промене у нивоу допамина, и до сазревања подручја префронталне мождане коре, а то резултира прогресом когнитивне флексибилности и брзине давања одговора. Такође, Миловановић (Milovanović, 2012) се бавила испитивањем развоја егзекутивних компонената функција пажње у адолесценцији, и дошла је до закључка да је то период динамичног развоја селективности, капацитета, флексибилности, одржавања и концентрације пажње, и отпорности на дистракције. Осим тога, група аутора која је испитивала развој три аспекта егзекутивних функција током каснијих фаза адолесценције, односно између 14. и 18. године, установила је да промене у извођењу задатака пребацивања или радне меморије нису повезане са узрастом, али су промене приликом извршавања задатака инхибиције повезане са овим фактором (Theodoraki et al., 2020).

Оштећење фронталних режњева повезује се са поремећајем егзекутивног функционисања, па је важно истаћи да лезија одређених регија мозга код одраслих неће нужно подразумевати иста последична испољавања и код деце, те код њих могу да буду погођене сасвим другачије функције. Због тога се сматра да су, у развојном периоду, способности и потенцијалне сметње које су настале након лезије, одраз веза које су се градиле, повезивале и успостављале креирајући функционалне мреже у различитим деловима мозга, а не одраз специфичних функција за које се сматра да су карактеристика, исто тако, специфичних регија мозга (Holmes Bernstein & Waber, 2007).

Као што смо већ поменули, ажурирање, пребацивање и инхибиција наводе се као главни процеси егзекутивних функција. Ажурирање је блиско повезано са радном меморијом јер представља њену способност да задржи неопходне податке и да њима манипулише (Bellon et al., 2019), због чега ћемо најпре упознати управо ову компоненту. Када би наше ментално имало блок у који може да записује информације и потом их обрађује, то би онда била радна меморија (Miller, 2013). Конкретније, радна меморија је представник система који су потребни за извршавање

задатака попут расуђивања, разумевања, учења, односно радна меморија је кључни фактор понашања која су усмерена ка неком циљу, јер без њеног задржавања и манипулисања подацима, извршење задатка, тј. извођење понашања не би било могуће. Сам концепт је произашао из идеје привременог чувања информација у краткорочној меморији, али се наглашава да је термин радна меморија настао с разлогом – да се нагласи да њена улога није пуко складиштење, већ да она представља читав оквир и технике које се могу применити на активности које су за њу саму релевантне (Baddeley, 2010; Chai et al., 2018). Радна меморија је најчешће представљена као троделни модел који се састоји из централног извршног система који ради уз помоћ визуоспацијалне меморије, задужене за визуелни материјал, и уз помоћ фонолошке петље, задужене за вербални и акустички материјал (Baddeley & Hitch, 1974). Комплексност радне меморије додатно се приближава када се малопређашњем психолошком концепту придода и неуронаучни, односно информација да радна меморија активира фронтално-паријеталне регије мозга, укључујући префронтални, цингуларни и паријетални кортекс (Chai et al., 2018). Најједноставније речено, радна меморија олакшава когнитивне операције јер омогућава да се информације стално „имају на уму“ (Spencer, 2020).

Школски контекст је окружење које у највећој мери захтева да се информације имају на уму, па је испитивање повезаности радне меморије и академских постигнућа неизбежно. Показало се да је радна меморија повезана са постигнућима из математике код ученика старих 11 или 12 година (St Clair-Thompson & Gathercole, 2006), односно да предвиђа и ране академске вештине (Montoya et al., 2019). Група аутора (Huizinga et al., 2018) је прегледом литературе радну меморију истакла као предиктор способности читања, математичких способности, али је установила и да функционисање радне меморије може бити условљено срединским факторима, какав су утицај родитеља или наставника. Говорећи у овом смеру, немогуће је не прокоментарисати везу радне меморије и пажње. Испитивање проблема у понашању код деце узраста између пет и шест година, и између девет и десет година, која притом имају проблеме са смањеним капацитетом радне меморије, показало је да већина ове деце има изражене когнитивне проблеме који се манифестују као кратак

распон пажње, висока дистрактибилност, потешкоће приликом праћења сопственог рада, али и креирања нових решења проблема, чиме се ниски резултати радне меморије наводе као индикатор проблема у понашању код деце (Gathercole et al., 2008). Поред тога, установљено је да повећање оптерећења радне меморије условљава пажњу, односно њену извршну контролу услед промене фокуса пажње са ставки које се већ налазе у радној меморији (Hester & Garavan, 2005).

Већ поменуто ажурирање, као кључни процес радне меморије, има двоструку улогу, пасивну која се односи на чување информација, и активну која подразумева њихово манипулисање, али је важно истаћи да овај процес своје улоге извршава у односу на задати задатак који условљава замену нерелевантних података новим и значајним информацијама (Miyake et al., 2000). На овај начин врши се динамичка обрада радне меморије (Japundža-Milisavljević, 2018). Важно је напоменути и то да се активно одржавање података у радној меморији, као процес ажурирања, развија и након адолесценције, док је други процес, односно контрола сметњи, задужен за промене које се током развоја дешавају при ажурирању (Carriedo et al., 2016). Даље, испитивање повезаности ажурирања са академским постигнућима довело је до сазнања да је код деце, узраста између 9 и 12 година, ажурирање повезано са читањем, аритметичким постигнућима, и вербалним и невербалним резоновањем (van der Sluis et al., 2007), а осим тога доводи се у везу и са постигнућима на задацима који испитују вербалну и визуоспацијалну радну меморију (St Clair-Thompson & Gathercole, 2006). Говорећи о вези са математичким постигнућима, група аутора (Stolte et al., 2020) је испитујући децу узраста од 8 до 13 година, дошла до сазнања да је ажурирање у позитивној корелацији са математичком креативношћу, као и са математичким способностима уопште.

Инхибиција би најлакше могла да се представи као потискивање понашања (Zelazo et al., 2003), односно као способност да се намерно потисну аутоматски и доминантни одговори онда када они нису оно што нам је потребно (Miyake et al., 2000). Она нам обезбеђује контролу импулса и спољашњих стимулуса, јер омогућава контролу пажње, понашања, менталних репрезентација или емоција (Diamond, 2013). Инхибиција би могла да се представи на два начина, као самоконтрола и као

контрола сметњи. Самоконтрола или инхибиција одговора јесте потискивање доминантног одговора како би се дао онај који је прикладнији, док контрола сметњи подразумева да се управља пажњом и мислима да би се одржао фокус и игнорисале сметње из окружења (Diamond, 2020). И у случају инхибиције потврђује се да оштећење одређених регија мозга код одраслих неће нужно подразумевати исто испољавање лезије и код деце, па група аутора (Durstun et al., 2002) истиче снажнију активност префронталног и паријеталног кортекса код деце него код одраслих у ситуацији успешних инхибиторних одговора. Због тога треба поменути резултате истраживања које се бавило испитивањем развоја инхибиције над испитаницима старости између 6 и 17 година, с намером да се диференцирају разлике у сазревању овог процеса егзекутивних функција током детињства и адолесценције. Резултати истичу да се развој инхибиторне контроле дешава и током адолесценције, уз напомену да је тип коришћених задатака приликом мерења тај који условљава смер сазревања ове функције јер се сматра да задаци погађају различите компоненте процеса инхибиције (Leon-Carrion et al., 2004). Поједини аутори (Müller & Kerns, 2015) напомињу и да се промене у појединим аспектима инхибиције не протежу само до адолесценције, већ и до одраслог доба, али се наводи да је природа тих промена нејасна, те је тешко дефинисати их као квалитативне или квантитативне.

У погледу академских постигнућа, инхибиција се доводи у везу са математичким успехом, успехом из енглеског језика (матерњи језик) и научних предмета код деце узраста 11 и 12 година (St Clair-Thompson & Gathercole, 2006), а исти резултати добијени су и када је старост испитаника ишла и до 16 година (Latzman et al., 2010). Међутим, занимљиво је поменути истраживање које је показало да повезаност инхибиције са читањем и математичким успехом зависи од културног контекста јер резултати истичу инхибицију као снажан предиктор код ученика из Кине, али не и код ученика из Канаде, код којих радна меморија условила напредовање у математици и читању (Georgiou et al., 2020). Осим тога, инхибиција се често наводи и као медијатор везе између физичке активности и академских постигнућа, уз напомену да би физичке активности, управо из тих разлога, требало да

се фокусирају на побољшања у сфери егzekутивних функција (Visier-Alfonso et al., 2021).

Већ истакнута улога инхибиције која говори о контроли пажње, понашања, емоција, сугерише постојање потенцијалних проблема уколико би њено функционисање било нарушено. У складу са тим, инхибиторна контрола се често доводи у везу са хиперкинетичким поремећајем, па се показало да је инхибиција снажно повезана са њеним симптомима и код дечака и код девојчица узраста од пет до осам и по година, као и са каснијим егzekутивним функционисањем, које је такође повезано са симптомима хиперкинетичког поремећаја (Berlin et al., 2003). Такође, показало се да резултати мерења инхибиторне контроле јесу фактори који дискриминишу децу са хиперкинетичким синдромом од типичне деце (Berlin et al., 2004; Scheres et al., 2004).

Когнитивну флексибилност најлакше је дефинисати кроз њене кључне карактеристике, па стога она представља способност која се стиче искуством, која подразумева прилагођавање стратегија когнитивне обраде, а та адаптација се реализује након што се конкретни задатак обавља неко одређено време (Canas et al., 2006). Група аутора (Miyake et al., 2000) когнитивну флексибилност назива пребацивањем, и то се односи на пребацивање пажње и промену задатка, а то, конкретније, значи да когнитивна флексибилност зависи од процеса пажње и од представљања знања, јер стална промена услова средине у којима се задатак обавља захтева да се на њих усмери пажња, а те новонастале ситуације је могуће тумачити на адекватан начин само уколико се знање реконструише (Canas et al., 2006). Дакле, когнитивна флексибилност захтева мултипле перспективе, као и брза прилагођавања променама (Diamond, 2020). Даље, сматра се да је когнитивна флексибилност условљена двема врстама интеракција, интеракцијом когнитивних механизма и интеракцијом сензомоторних механизма у развојном периоду (Ionescu, 2012).

У оквиру академског контекста, утврђено је да когнитивна флексибилност представља фактор који у великој мери одређује школска постигнућа, и то писменост и математички успех током четвртог и шестог разреда основне школе, као и да се то нарочито односи на старије ученике (Magalhães et al., 2020), а друга група аутора

когнитивну флексибилност повезује са читањем и науком (су и када је старост испитаника ишла и до 16 година (Latzman et al., 2010). Ово не чуди ако знамо да се показало да се развој когнитивне флексибилности наставља и током периода адолесценције (Huizinga et al., 2006).

Дакле, већ поменуте главне компоненте егzekутивног функционисања означене су као предиктори потешкоћа у читању, али и математичких потешкоћа, и током основношколског и током средњошколског образовања (Huizinga et al., 2018). Такође, није случајно то што је когнитивна флексибилност представљена на крају. Већ смо поменули да она подразумева промену перспектива, и просторне и интерперсоналне, а то ће бити изводљиво само ако потиснемо, односно инхибирамо нашу претходну перспективу, и заменимо је новом у оквиру радне меморије, а то нам говори да је когнитивна флексибилност заснована на раду радне меморије и инхибиторне контроле. Исто тако, некада се чини да је јако тешко посматрати инхибицију и радну меморију као две независне компоненте јер се готово никада не дешава да функционишу једна без друге. Како бисмо знали које су информације важне, а које нису, увек морамо јасно да имамо свој циљ на уму, а истовремено, реструктурирање постојећег знања могуће је једино ако смо у стању да се одупремо дистракцијама (Diamond, 2013). Дакле, може да се догоди да дете не изврши успешно задатак који се односи на радну меморију, али не због њених дефицита, него због проблема са инхибицијом, док проблем са радном меморијом може да доведе до неуспеха приликом решавања задатка инхибиторне контроле, а задатак когнитивне флексибилности може да се уради погрешно и када се јаве потешкоће са радном меморијом и инхибицијом (Diamond, 2020). О повезаности когнитивне флексибилности са радном меморијом и инхибицијом говоре и Блејки и сарадници (Blakey et al., 2016) и наводе мерење пребацивања посредством два задатка, кроз давање супротстављених информација и кроз давање ометајућих информација, те се показало да је развијање когнитивне флексибилности у присуству дистракција повезано са инхибицијом, док је сазревање когнитивне флексибилности праћено супротстављеним информацијама праћено бољим функционисањем радне меморије.

1.6. Егзекутивне функције као предиктор математичког успеха

Анализа улоге егзекутивних функција један је од начина да се установи позиција и сврха когнитивних аспеката у развоју математичких предиспозиција. У складу са тим, централна извршна компонента радне меморије издвојила се као чинилац који диференцира типично учење од потешкоћа у учењу, због чега се истиче значај прецизног одређивања њених особина и појединости јер би могли да послуже као фактор којим утичемо на математички развој деце. Сам капацитет радне меморије условљава позивање на математичке чињенице из дугорочне меморије, а самим тим и употребу стратегија вишег нивоа. Осим тога, показало се и да инхибиторна контрола и когнитивна флексибилност утичу на математичка постигнућа, независно од опште интелигенције (Blair et al., 2008).

Бул и Ли (Bull & Lee, 2014) говориле су о уделу који егзекутивне функције имају у оквиру математичких постигнућа, па наводе неке конкретне примере да би приближиле значај њихових контролних процеса током решавања математичких задатака. Ажурирање помаже приликом задржавања важних информација током решавања задатих проблема, инхибиција може да потисне стратегије које за дати задатак нису неопходне, па тако нећемо започињати операцију одузимања, ако се од нас тражи да саберемо два броја, док пребацивање помаже прелаз са стратегије на стратегију, промену нотација, операција, али и прелазак на наредне нивое задатка, уколико се ради о комплекснијем проблему који захтева такав начин решавања. Дакле, ослабљене егзекутивне функције могу да отежају стицање вештина потребних за формирање математичких знања због немогућности да се запамте и спроведу упутства из задатка, да се потисну информације које немају везе са датим задатком, а самим тим и због немогућности да се у контексту коришћења погрешних стратегија, појединац пребаци на ону која је корисна у датој ситуацији.

У студији која је спроведена са циљем да испита улогу егзекутивних функција у оквиру чињеничног, процедуралног и концептуалног знања аритметике, дошло се до сазнања да радна меморија на индиректан начин утиче на математичка постигнућа кроз чињенично и процедурално знање, а у нешто мањој мери и кроз концептуално,

док се директан утицај испољава кроз идентификовање и креирање репрезентација постављеног математичког проблема. Дакле, допринос извршних функција за чињенично и концептуално знање најбоље осликава услов да је радна меморија неопходна како бисмо активирали и поново преузели математичке чињенице које се налазе у дугорочној меморији, а она истовремено помаже и приликом складиштења привремених, процедуралних решења (Cragg et al., 2017). Занимљива веза пронађена је и када се испитивао однос егзекутивних функција и способности да се обрасци, односно шаблони, идентификују, и да се њима манипулише. Показало се да радна меморија значајно утиче на поменућу способност, а самим тим и на математички успех, јер је манипулисање шаблонима важна компонента математичког подучавања већ на предшколском узрасту, наглашавајући притом да улога радне меморије зависи од тежине изабраних шаблона (Schmerold et al., 2017).

Допринос радне меморије за математичка постигнућа најбоље је приказан кроз резултате бројних лонгитудиналних студија. У једној таквој студији, испитивала се потенцијална разлика између типичне деце и деце са нижим постигнућима у области математике, када су у питању радна меморија, инхибиција и пребацивање, односно да ли те разлике предвиђају потешкоће у учењу математике, а мерења су вршена на почетку и на половини првог разреда, као и на почетку другог разреда. Испоставило се да значајне разлике у егзекутивном функционисању постоје само у случају радне меморије, која се још једном истакла као круцијална јер се информације чувају у дугорочној меморији, због чега је могуће њихово манипулисање, те они са потешкоћама у овој сфери заправо имају нарушене могућности радне меморије, а осим тога, овај утицај радне меморије видљивији је када се испитује дугорочно, па је могуће регистровати истрајне математичке проблеме који можда не би били видљиви након само једног мерења. Због свега тога, аутори овог истраживања истичу и значај фокусирања на радну меморију када се испитује могућност постојања сметњи у учењу математике (Toll et al., 2011). Још једна лонгитудинална студија бавила се дефицитима у сфери извршног функционисања и њиховом утицају на академска постигнућа, односно тиме да ли ће ти дефицити повећати ризик да се потешкоће присутне за време похађања вртића,

пренесу и на саму основну школу. Анализиран је напредак постигнућа од првог до трећег разреда, и показало се да је радна меморија та која повећава ризик од будућих потешкоћа у настави математике, односно да су постигнућа деце, која су означена као ризична, била далеко испод просечне вредности током мерења у првом разреду, са тенденцијом опадања до трећег разреда (Morgan et al., 2019).

Док су неке лонгитудиналне студије изучавале на који начин компоненте извршних функција предвиђају сметње у учењу, неке су испитивале предвиђање математичког успеха. Тако су аутори (Nguyen & Duncan, 2019) желели да сазнају колики је допринос егzekутивних функција за математичка постигнућа од првог до трећег разреда основне школе, те се још једном радна меморија издвојила као фактор који најснажније условљава поменути везу, јер прелазак у старије разреде захтева од деце да мисле на све вишем нивоу, а могућност складиштења и управљања новим, комплекснијим информацијама и операцијама обезбедиће и њихово учење. Друга студија, спроведена са сличним циљем, односно са намером да објасни лонгитудиналну предиктибилност извршних функција, мерењима на узрасту од четири и по године и 15 година, поново је истакла радну меморију као једину компоненту која предвиђа академска, па и математичка постигнућа током читавог периода развоја (Ahmed et al., 2019).

Интересантно истраживање спроведено је са намером да се испита какву улогу у аритметичким постигнућима имају извршне функције, али је притом истовремено изучаван и значај метакогнитивних фактора. Ажурирање, као способност радне меморије да задржи информације и њима манипулише, препознато је као предиктор тачности приликом решавања задатака сабирања и множења, али резултати ове студије метакогнитивни мониторинг такође препознају као предиктивни фактор, инсинуирајући комплексност разумевања и обухватања свих фактора који могу да услове математичка постигнућа (Bellon et al., 2019). У прилог томе говоре студије које су изучавале утицај извршних функција, али и спацијалних вештина на математички учинак предшколаца, и показало се да егzekутивне функције и спацијалне вештине могу да објасне 70% варијација математичких постигнућа (Verdine et al., 2014), а када се њима додају и нумеричке вештине, резултати

истраживања које је спровела група аутора (Hawes et al., 2019) говоре да је њима могуће образложити чак 84% варијација математичких постигнућа, али да егzekутивне функције изоловано не могу да понуде објашњење за учинак из области математике. Поред тога, улога егzekутивних функција у развоју основних нумеричких вештина испитивана је упоредо са улогом моторичких вештина, и утврђено је да извршне функције одређују симболичке нумеричке вештине, док су fine и грубе моторичке вештине везане за несимболичке нумеричке вештине (Gashaj et al., 2019). Даље, Сунг и Викрама (Sung & Wickrama, 2018) лонгитудинално су испитивали академско постигнуће, између осталог и математичко, извршне функције и приступе учењу, од вртића до поласка у школу, као и да ли ниво егzekутивног функционисања и стратегија учења одређује ниво математичког функционисања, али и да ли ће пораст нивоа на ком се налазе стратегије учења утицати на однос извршних функција и математичких постигнућа. Резултати су показали да ученици постижу боље резултате у математици када су приступи учењу и егzekутивне функције на вишем нивоу, као и да егzekутивне функције утичу на математичко функционисање директно, али и индиректно, управо путем различитих стратегија за учење, што нам говори да је неопходно подржати и подстаћи коришћење ефикасних приступа стицању знања.

Иако се радна меморија најчешће наводи и помиње као најважнија карика егzekутивних функција која утиче на математичка постигнућа, ни остале компоненте нису занемарљиве. И поред тога, поједина истраживања нису пронашла везу између инхибиције и пребацивања са једне, и математичких постигнућа са друге стране, као у случају студије која је испитивала улогу извршних функција у оквиру чињеничног, процедуралног и концептуалног знања, где је установљено једино да инхибиција доприноси процедуралном знању, омогућавањем избора и коришћења адекватних и сврсисходних операција и процедура (Cragg et al., 2017). У односу на радну меморију, инхибиција и пребацивање показали су се као фактори који у знатно мањој мери доприносе математичком успеху у периоду од првог до трећег разреда основне школе (Nguyen & Duncan, 2019), али и код деце узраста пет година (Kolkman et al., 2013), односно њихови дефицити ће у знатно мањој мери повећати ризик да се

математичке потешкоће из вртића пренесу у основну школу (Morgan et al., 2019). Једно истраживање је чак показало да инхибиција и пребацивање, као компоненте извршних функција, уопште не предвиђају потешкоће у учењу математике (Toll et al., 2011). Овакви јединствени показатељи значаја ове две компоненте сугеришу да бисмо конкретније резултате о њиховом утицају могли да добијемо уколико бисмо их испитивали независно од радне меморије која, несумњиво, у великој мери одређује правац математичких постигнућа, али истовремено потенцијално потискује важна сазнања о улози пребацивања и инхибиције. Једна таква студија спроведена је са циљем да испита везу између егzekутивних функција на узрасту од 4 године и математичких постигнућа на узрасту од 6 година, где се показало да инхибиција и пребацивање значајно условљавају рана математичка постигнућа, сугеришући да таква деца имају проблем да процене када и коју стратегију треба да примене, а то може бити начин да се на време препознају потенцијалне потешкоће у учењу математике (Clark et al., 2010).

Иако су све присутнији докази који упућују на значај егzekутивних функција за развој математике и формирање њених знања, Крег и Гилмор (Cragg & Gilmore, 2014) су изучавајући литературу која се бави овим односом, дошле до закључака да однос извршних функција и математике, пре свега, треба испитати у оквиру различитих старосних група, јер се очекује њихово побољшање током развојног периода, а то може да утиче на природу њихове интеракције, а осим тога, са циљем ближег дефинисања већ поменуте везе, наводе и потребу да се јасно диференцира стечено знање од оног које је могуће применити у конкретним ситуацијама. Различите старосне групе поменуте су као ограничење и у студији која је показала да дефицитарне компоненте егzekутивних функција повећавају ризик да се математичке потешкоће пренесу из вртића у рану основну школу, нагласивши да ти резултати не дају одговор на питање да ли би се иста веза испољила и на који начин у старијим разредима основне школе, или пак у средњој школи (Morgan et al., 2019). Различите старосне групе су, још једном, важно потенцијално ограничење и ако се присетимо чињенице да су компликованији и комплекснији задаци ти који захтевају егzekутивне функције (Bull & Lee, 2014). Током прва два разреда основне школе, задаци су

релативно једноставни, чиме се умањује значај улоге пребацивања и инхибиције, која би, можда, била очигледнија на старијим узрастима, када задаци подразумевају вишестепена решавања (Toll et al., 2011).

Са друге стране, извршне функције доводе се у везу и са раним математичким постигнућима, због чега се истиче дуални значај квалитетног математичког образовања, јер рани математички успех предвиђа касније стање егzekутивних функција, које ће обезбедити вештине неопходне за усвајање тренутног и надолезећег наставног садржаја из математике (Clements et al., 2016). Како је наглашено да компоненте егzekутивних функција ретко функционишу изоловано, треба напоменути да би потенцијални разлог изостанка конекције између инхибиције и пребацивања, и академских постигнућа требало усмерити на испитивање осетљивости мера извршних функција, због које би ове мере могле да буду нестабилни предиктори током времена (Ahmed et al., 2019).

1.7. Церебрална парализа

1.7.1. Дефиниција

Церебрална парализа је најчешћи узрок неуромоторних одступања у дечијем узрасту (Мејашки-Вошњак, 2007). Иако су и раније постојали описи и прикази које ће касније стручна литература обухватити терминима „церебрална парализа“, „дечија церебрална парализа“ или „дечија церебрална одузетост“, у медицинској литератури се овакви описи први пут појављују тек 1846. године, када је лондонски ортопед William John Little приказао изванредан број случајева претпостављајући да чине посебну назолошку категорију. Исти аутор је 1861. године дао јасан клинички опис диплегичног спатичног облика дечије церебралне парализе, познатог као Литлова болест (Morbus Littl) који ће као такав остати и касније у литератури (Savić, 1996). Шведски ортопед Heine је 1860. године јасно диференцирао спиналне од церебралних форми одузетости у дечијем узрасту. Сир William Osler је 1889. године

у наслову своје монографије употребљава термин „The Cerebral Palsies“ – церебрална парализа (Шврака, 2007).

Прве дефиниције церебралне парализе наглашавале су моторички аспект а односиле су се на поремећај покрета, контролу положаја, мишићни тонус и рефлекс. Једна од таквих дефиниција је и најчешће коришћена Баксова дефиниција церебралне парализе из 1964. године. Према овој дефиницији церебрална парализа подразумева „групу поремећаја покрета и положаја који настају услед оштећења или лезије незрелог мозга“ (Вах, 1964, р. 295). Моторички поремећаји су резултат поремећаја функција мозга па је клиничка слика видљива још у раном детињству. Оштећење функције мозга последица је непрогресивних патолошких процеса попут васкуларних поремећаја, хипоксије, инфекције и развојних поремећаја мозга. Сва ова оштећења догађају се у незрелом мозгу и/или мозгу у развоју (Mutch, Alberman, Hagberg, Kodama, & Perat, 1992).

Међутим, како су Баксовом дефиницијом из 1964. године искључени они моторички поремећаји који нису трајни, који настају у склопу прогресивног обољења или који су искључиво последица менталног недостатка у наредним годинама, уочена је потреба да се хетерогеност поремећаја укључи у дефиницију церебралне парализе. Тако су на међународном састанку посвећеном стању у епидемиологији церебралне парализе одржаном 1990. године (Бриони, Југославија), унете су одређене измене (Милићевић, 2016). Међународни стручни скуп одржан 2004. године бавио се дефиницијом и класификацијом церебралне парализе при чему је група стручњака ажурирала дефиницију и класификацију церебралне парализе на основу нових сазнања и потреба (Катушић, 2011). Тако је предложена нова најчешће коришћена дефиниција церебралне парализе у истраживачким студијама и клиничкој пракси. Према овој дефиницији „Церебрална парализа је група поремећаја развоја покрета и постуре који узрокују ограничења у извођењу активности, а последица су непрогресивних промена у незрелом мозгу или мозгу у развоју. Моторичке поремећаје церебралне парализе често прате сензорне сметње, сметње когниције, комуникације, перцепције и/или бихејвиоралне, као и/или епилепсијом“ (Вах et al., 2005, р. 572).

Даље дефиниција церебралне парализе 2007. године подлеже ревизији и према њој: „Церебрална парализа подразумева групу трајних поремећаја развоја покрета и постуре који изазивају ограничења у извођењу активности, а последица су непрогресивних поремећаја који су се догодили у развоју мозга на феталном или дојеначком узрасту. Моторичке поремећаје код церебралне парализе често прате сензорне сметње, сметње перцепције, когниције и комуникације, бихејвиоралне сметње, епилепсија и секундарни мишићно-скелетни проблеми“ (Rosenbaum et al., 2007, p. 9).

Године 1998. основана је највећа међународна мрежа регистара церебралне парализе у свету Радна група за праћење церебралне парализе у Европи (Surveillance of Cerebral Palsy in Europe – SCPE) са циљем да се успостави средишња база података особа са церебралном парализом, пружање информација као и пружање смерница за терапијски поступак. Мрежа тренутно броји 16 регистара из 9 земаља Европе (Катушић, 2011). Радна група за праћење церебралне парализе у Европи је 2010. године донела нову Европску дефиницију према којој је церебрална парализа група поремећаја моторичких функција, покрета и/или положаја који су резултат непрогресивних патолошких процеса незрелог мозга и/или мозга у развоју, тј. оштећења насталих до 25 месеци постнатално (Ружман и сар., 2019). Због променљиве клиничке манифестације налаза моторичког поремећаја коначну дијагнозу церебралне парализе није дозвољено урадити пре 4. године (минимално 3) а оптимално би било 5. година (Мејаšk-Бошњак и Ђаковић, 2013).

Потребно је нагласити да су интересовања за церебралну парализу у последњих 50 година почела да расту што је резултирало и развоју дефиниције и класификације овог стања (Рапаић и Недовић, 2011).

1.7.2. Класификација

Када говоримо о класификацији церебралне парализе можемо рећи да постоје бројне класификације. Церебрална парализа се према доминантном неуролошком налазу класификује у три типа: спастични, дискинетички и атаксични. Спастични тип је начешћи међу особама са церебралном парализом и има га 70-80% (заступљенији је спастични билатерални тип), дискинетички тип има између 10-20% особа са церебралном парализом, док је најређи атаксични тип церебралне парализе са 5-10% (Kriger, 2006 цитирано код Gudlin, 2019).

Радна група за праћење церебралне парализе у Европи (Surveillance of Cerebral Palsy in Europe – SCPE) предложила је поједностављену класификацију на темељу неуролошких симптома, постуре и моторичких функција. Коначна дијагноза, тј. класификација церебралне парализе могућа је најраније у узрасту од три године а најоптималније је дијагнозу поставити у петој години. Тако се церебрална парализа класификује на спастични, дискинетички и атаксични тип. Према бази података ове групе спастични тип церебралне парализе има 88% особа са церебралном парализом, који се даље дели се на унилатерални спастични тип (30%) који покрива термине спастичне хемиплегије или хемипарезе, док билатерални спастични тип (58%) обухвата термине диплегије или тетраплегије односно парезе. Поред ових типова 7% особа са церебралном парализом има дискинетички тип, 4% атаксични тип док 1% особа са церебралном парализом није могуће класификовати ни у један од наведених типова (Surveillance of cerebral palsy in Europe, 2000; Krägeloh-Mann & Cans, 2009). Недостатци овакве класификације су што се клиничка слика групе неуролошких поремећаја разликује од детета до детета са церебралном парализом, такође код неке деце преовладава спастични тип али постоје и дискинезије а претходни вид класификација не укључује „мешовит“ тип церебралне парализе (Mejašk-Bošnjak & Djaković, 2013).

Како се разлика између појединих типова церебралне парализе (нарочито између дипареза и тетрапареза) претходна класификација SCPE показала се непрецизном и неразумљивом. Због тога SCPE препоручује функционалну

класификацију горњих и доњих екстремитета. Тако се процену доњих екстремитета користи Класификација грубих моторичких функција (GMFCS - Gross Motor Function Classification System) који представља једану од најчешће коришћених класификација деце са церебралном парализом (Palisano, Rosenbaum, Bartlett, & Livingston, 2008; Rosenbaum, Palisano, Bartlett, Galuppi, & Russell, 2008), док се за процену горњих екстремитета користи и Бимауелне fine моторичке функције (BFMF - Bimanual Fine Motor Function classification) или све више прихваћено Систем класификације мануелних способности (MACS - Manual Ability Classification System) (Palisano et al., 1997; Backung, 2002 цитирано код Мејашки -Бошњак, 2007). Регистар SCPE бележи податке о мајци, перинаталним параметрима, оштећењу грубих и финих моторичких функција, оштећењу вида и слуха, епилепсији и захваћености говора. Од 2015. године прикупљају се подаци о сликовном приказу мозга (ултразвук, MR), чиме се омогућава увид у тип, опсег и врсту перинаталног оштећења и развојних аномалија мозга. Процена моторичких функција код деце спроводи се стандардизованим и валидираним инструментима (GMFCS, BFMF, MACS) (Petrović, Bošnjak – Nađ, & Tomašković, 2018).

1.7.3. Етиологија и преваленца

Етиологија церебралне парализе је мултифакторска и често је последица интеракције више узрочника док је са друге стране у великом броју узрок настанка церебралне парализе остаје непознат (Ružman i sar., 2019). Према времену деловања узроци церебралне парализе се могу поделити на пренаталне, перинаталне и постнаталне (Švraka, 2007) а поред ових наводе се и одређени социјални фактори.

Пренатални фактори су они фактори који делују пре рођења детета у њих спадају: интоксикације (изазване тровањем угљен-моноксидом), еклампсије, инфективна обољења мајке током трудноће и крварења из постељице (Radojčić, 1988, 1989 цитирано према Рапаић и Nedović, 2011). Веома важни фактори пренатални фактори ризика за настанак церебралне парализе су и: ниска порођајна тежина и/или

недоношеност, и вишеплодна трудноћа (близаници чине 6 - 10% деце са церебралном парализом, близаначка трудноћа повећава шестероструко ризик настанка церебралне парализе нарочито ако дође до интраутерине смрти једног од близанаца) (Мејашки - Бошњак, 2007). Најчешћи пренатални фактори ризика били су хормонски одржавана трудноћа (55.3%), близаначка трудноћа (28.9%), вагинално крварење (21.1%) претећи абортус (13.2%), инфекција мајке (10.5%) (Demeši-Drljan и сар., 2022) а последњих година се као узрок све више помиње трудноћа зачетих поступцима биомедицински потпомогнутог оплођења (Milićević & Potić, 2015). Према неким истраживањима конгениталне малформације су као фактор ризика присутне код 11 до 14% деце са церебралном парализом а укључују абнормалности развоја мозакне коре (лизенцефалију, схизенцефалију, пахигирију, полимикрогирију), конгенитални хидроцефалус, менингомијелокелу, септо-оптичку дисплазију и друге малформације повезане са хромосомским аберацијама и моногенским болестима (Ružman и сар., 2019).

У перинаталне факторе настанка церебралне парализе спадају: порођајна траума, порођајна асфиксија, недонешеност плода, цистична леукомалација, kernicterus, Rh-инкомпатибилност (Švraka, 2007). Demeši-Drljan и сарадници (2022) као најзаступљеније перинаталне факторе церебралне парализе: превремено рођење (54.5%), односно ниска порођајна телесна маса (50.8%), асистирани порођај (41.4%), Абгар скор испод 7 (41.7%), карлична презентација (13.5%). Превремени порођај може бити узрок церебралне парализе ако до њега дође пре 28. недеље гестације, али и ако до њега дође током 28–34. недеље гестације па чак и између 34–38. недеље гестације (Vukojević, Soldo, & Granić, 2009).

Постнатални фактори церебралне парализе делују у току првих година живота (Rapačić и Nedović, 2011). Постнатални фактори су присутни у 10 до 18% случајева церебралне парализе и могу и настати након новорођеначког периода, све до 25. месеца живота а резултат различитих нокси које делују на мозак у развоју. Ти фактори могу бити различити облици траума, тешке хипоксије (као што су нпр. утапање, хипоксије након компликованих оперативних захвата), сепса и/или менингитис, тешка хипогликемија, тешка нелечена хипербилирубинемија (Ružman и

sar., 2019). Мејашки – Бошњак (2007) наводи да у новорођеначком периоду најчешћи фактори ризика за церебралну парализу јесу новорођеначке конвулзије, сепса и менингитис, интракранијско крварење и хипербилирубинемија.

Када посматрамо преваленцу церебралне парализе можемо рећи да не постоје прецизни подаци о учесталости ове појаве. У литератури наилазимо на статистичке податке о распону између двоје и петоро деце са церебралном парализом (Zulić, Brkić-Jovanović, & Hájková, 2018), па чак до седморо или деветоро на 1.000 рођених (Savić, Radivojević, Car-Kovačević, & Ignjatović, 1997 цитирано код Milićević, 2016) при чему су те размере веће у земљама у развоју. Тако је преваленца у Норвешкој 2,1 на 1000, Данској 2,4 на 1000, у Турској 4,4 на 1000 живорођених, до се у Кини креће између 1,8‰ и 4 ‰, са просеком од 3,25‰ забележеним 2011. године (Ненадов, 2021; Зулић, 2018; Милићевић, 2016). Према неким ауторима преваленца на светском нивоу је 2 до 2.5 на 1000 живорођене деце (Kumari, & Yadav, 2012). Новија истраживања показују преваленцу 3-4 деце на 1000, код терминске живорођене деце преваленца је 2-3 на 1000 а код деце са малом порођајном тежином преваленца може бити чак 40-200 на 1000 (Милићевић, & Потих, 2012; Knežević-Pogančev, 2010).

Што се тиче Републике Србије не постоје званични национални ни регионални регистри па је тешко рећи колика је преваленца. Процењује се да на територији уже Србије на сваких хиљаду двоје има церебралну парализу (Ненадов, 2021). Преваленца церебралне парализе у регистру републике Хрватске је у оквирима преваленце SCPE регистра и износи 2.19 на 1000 (Petrović, Bošnjak – Nađ, & Tomašković, 2018). Важно је напоменути да се у преваленцу церебралне парализе укључују деца од друге до пете године, док се деца млађа од две године не укључују (Kraguljac, Brenčić, Zibar, & Schnurrer Luke-Vrbanić, 2018).

1.7.4. Карактеристике деце са церебралном парализом

Када говоримо о клиничкој слици церебралне парализе можемо слободно рећи да церебрална парализа нема једну карактеристичну клиничку слику, већ је она специфична за сваког појединца у односу на: етиологију оштећења мозга, локализацију и величину оштећења, период у којем је дошло до оштећења али и у односу на бројне друге факторе и придружене сметње. Обзиром на ову чињеницу процену детета са церебралном парализом треба заснивати на моделу процене потенцијала, односно кроз профиле постигнућа у појединим подручјима, кроз квалитативну и квантитативну интерпретацију. Дакле треба дијагностиковати шта дете може и у којој мери (Horvatić, 2002). Разматрањем проблематике деце са церебралном парализом налазимо да ова популација, уз проблеме везане директно за њихову клиничку слику, има низ проблема у подручју социјално компетентног понашања и емоционалног развоја, што се рефлектира у свим животним сегментима. Проблеме деце са церебралном парализом можемо сагледати кроз следеће сегменте: 1. проблеми контроле главе, посезање једном руком, седење или ходање, 2. абнормалност тонуса, 3. абнормалност покрета, 4. деформације скелета, 5. контрактуре, 6. интелектуална ометеност, 7. епилептични напади, 8. говорно-језички поремећаји, 9. проблеми са гутањем, 10. проблеми са слухом, 11. проблеми са видом, 12. проблемима са зубима и 13. проблеми контроле пражњења црева и бешике (Kumari, & Yadav, 2012, p. 17).

На први поглед, обично због отежаног кретања, дефицит у сфери моторике изгледа као најочљивији и најупадљивији. Повећан мишићни тонус и некоординисаност покрета су главне карактеристике овог стања (Švraka, 2007). Недограђен психомоторни развој, општа хипотонија, когнитивни дефицити у моторном понашању и лимитирана физичка активност представљају основне карактеристике моторног понашања ученика са сензорним, когнитивним и физичким хендикепом. Ограничење и дефицити у моторном понашању временом доводе до: 1. неправилности и заостајања у физичком развоју, 2. пада опште моторне способности, 3. одређених телесних деформитета (функционалних и/или структуралних). Овакво

стање лимитира и ограничава функционисање ученика у школи и њихово учествовање у наставним активностима и свим другим животним активностима које захтевају моторну акцију (Nedović, 2005).

Моторички простор се може поделити на тзв. фини моторику (моторика прстију, руку, подлактице, које су праћене окуломоторном координацијом) и грубу моторику (моторика великих мишићних скупина раменог појаса, тела и ногу). Према неким истраживањима деца са церебралном парализом имају у 70% блага и средња оштећења грубе моторике док 30% има тешка оштећења у овој области (Himmelmann, Beckung, Hagberg, & Uvebrant, 2006). Према истом истраживању 74,5% деце са церебралном парализом има благе или средња оштећења финих моторичких способности, док 25.5% показују велике потешкоће у финој моторици. Очигледно је да код деце са церебралном парализом, која нарушава грубу и фини моторику, бити и сметњи у графомоторици. Такве сметње виђају се и у основним графчким вештинама (Pasić, Eminović, Nikić, Likić, i Gavrilović, 2013).

Говорећи о функционалној способности горњих екстремитета мислимо на способност извођења елементарних покрета, визуомоторну координацију, способност хвата, манипулативну спретност, диференцираност моторике прстију и координацију покрета. Елементарни покрети омогућавају гестикулацију у социјалним комуникацијама и као такви су неопходни у свакодневним контактима. „Церебрална парализа је једно од стања које омета појединца у свим аспектима функционисања. Физички хендикеп и здравствени проблеми често резултирају ограниченим извођењем фине моторике“ (Eminović, Pasić, Nikić, i Nedović, 2009, str. 96). Код деце са церебралном парализом, због примарног оштећења, ови покрети често изостају. Истраживања показују повезаност клиничких типова церебралне парализе и менталног дефицита у односу на функционалну класификацију. Тежи степен менталног дефицита, квадриплегична и дискинетична форма церебралне парализе су према истраживањима повезане са тежим нивоом функционалног оштећења (Demeši-Drljan и сар., 2022).

Одсуство визуомоторне контроле доводи до низа проблема у каснијем развоју, оштећује способност посматрања, увиђања узрока и последице, својства предмета

(одвајање битног од небитног), имитацију покрета, а све то ремети могућност праћења наставе. Окуломоторика као део сензомоторике, која код детета подразумева гледање и хватање предмета из околине је код деце са церебралном парализом у мањој или већој мери оштећена (Stošljević i sar., 1997). Церебрално парализована деца развијају манипулативну спретност у зависности од примарног оштећења. Код извесног броја ове деце јављају се и нехотични покрети који ометају равој манипулативне спретности. Када постоји оштећење горњих екстемитета јавља се незрео хват, непрецизност у извођењу прецизних покрета, испадање ситних предмета из руке, велико време латенције између налога и његовог извршења (Palisano et al., 1997).

Способност стајања, седења и ходања је такође у мањој или већој мери нарушено код деце са церебралном парализом. Један број церебрално парализоване деце није у стању да седи, а самим тим, у даљој фази развоја моторике, неће бити у стању да пузи, стоји и хода. Истраживање Демеши-Дрљан, Томачевић-Тодоровић, Кнежевић и Звекић-Сворцан (2017) показују да је ход је био могућ самостално или са помагалом код две трећине деце са церебралном парализом. Што се тиче функционалне способности аутори даље наводе да је највише била лимитирана код квадриплегичног и дискинетичког облика церебралне парализе при чему је тежи ниво функционалног оштећења био је повезан са већом заступљеношћу и тежим степеном придружених обољења (Demeši-Drljan, Tomašević-Todorović, Knežević, & Zvekić-Svorcan, 2017). Деца са церебралном парализом често за своје кретање користе колица или неко друго ортопедско помагало (Pacić, Čukić, Eminović, i Stojković, 2008). Од укупног узорка, 73,43% ученика користи неко ортопедско помагало, а 26,56% не користи помагала. Од оних ученика који користе ортопедска помагала највише ученика користи инвалидска колица 39,07 %, ходалице и штап 7,81 % ученика, штаке 6,25 % ученика и дуге врсте помагала 12,5 % ученика. На основу добијених резултата можемо заључити да више од две трећине деце са церебралном парализом школског узраста користи неко ортопедско помагало и да се најчешће ради о помагалима за кретање (Pacić, Zolnjan, Đorđević, i Potić, 2010). Способност одржавања равнотеже у директној је вези са способношћу седења,

стајања и хода. „Способност контроле моторике тела деце са церебралном парализом није увек повезана са осећајном сфером, код групе ове деце некада је тешко направити разлику између емоција и нехотичних покрета који се јављају услед оштећења ЦНС-а. Проблем адекватног праћења ове способности постоји код деце која су у седећем положају, па их то још више диференцира од деце типичне популације.“ (Eminović, 2009, стр. 23).

Када је у питању координација покрета бројни су фактори који на њу утичу (Stošljević i sar., 1997). Пре свега, примарно оштећење моторике горњих екстремитета доводи до изостајања примарних, секундарних и терцијалних циркуларних реакција, што усмерава развој координације покрета. Координација зависи и од очуваности интелигенције, доживљаја телесне целовитости, али и од стимулуса које дете добија током развоја. „Код деце са церебралном парализом проблеми координације могу бити у вези са психомоторним немиром али дефицитом пажње, обично као последица растресености и импулсивности.“ (Švraka, 2007, стр. 108).

Услед примарног оштећења моторике код церебрално парализоване деце јавља се немогућност извођења покрета, па изостају искуства из фазе примарних и секундарних циркуларних реакција, што оставља трајне последице на даљи развој праксичких способности ове деце. Зато се у пракси често среће сиромаштво праксичке организованости. Уколико родитељи не пружају довољно стимулуса то може довести до тога да некад неуробиолошка основа није превише оштећена, али дете има праксичку организованост испод свих очекивања. Немогућност манипулисања предметима, неразвијеност хода, неспособност седења су чиниоци који знатно угрожавају развој праксичких способности. Деца развију самосталну покретљивост до осме године живота, врло ретко касније. Већина деце с хемиплегијом или атаксичном церебралном парализом самостално се креће, и то већином постижу до треће године. Развој способности седења има значајну улогу у усвајању хода. Деца која могу самостално седети пре навршене друге године живота временом сама и ходају, са или без кориштења помагала за кретање, док деца која до четврте године не могу самостално да седе ретко могу касније самостално да ходају (Kraguljac, Brenčić, Zibar, & Schnurrer Luke-Vrbanić, 2018).

Перцептивне способности у групи деце са церебралном парализом су различите. „Обично су перцептивна оштећене пропорционална степену телесног оштећења, а оштећена способност посматрања доводи до тешкоћа у уочавању односа и узрочних веза између предмета и уочавању унутрашњих својстава предмета.“ (Nikić, 2008, стр. 161). Недограђеност доживљаја телесне целовитости код церебрално парализоване деце школског узраста скоро да је очекивана појава. Дете са ЦП има чест проблем у доживљају латерализованости, код њих најчешће постоји свест о подељености тела на две половине, али када се од њих тражи да покажу која је лева, а која десна половина, они то не знају. Најчешћи узроци су инактивност у раном психомоторном развоју, немогућност или отежано кретање, немогућност или отежана координација, манипулативна спретност итд.

Поремећаји пажње које срећемо код деце са ЦП су: дезорганизација, дистрактибилност, персеверација, импулсивност и хиперактивност. Све то утиче на организовање наставе са овом децом (Nikić, 2008). Церебрално парализована деца имају проблеме у иницирању и одржавању пажње, јер са периферије организма непрестано стижу информације, које углавном имају ирелевантан карактер. Такви унутрашњи ометајући фактори не дозвољавају селекцију стимулуса, а посебно управљање мултимодалним изворима стимулуса, који су присутни у свакој ситуацији. „Поремећаји пажње се срећу у свим клиничким сликама и на свим интелектуалним нивоима, а у високом проценту удружени су са епилепсијом. Сметње визуелне перцепције постоје као посебна интелектуална дисфункција или у склопу менталне ретардације.“ (Savić, 1998, стр. 79).

Код деце са церебралном парализом постоји много разлога за поремећај памћења. Поремећај памћења условљен је постојањем више фактора који су међусобно повезани а пре свега зависи од степена и врсте моторног оштећења (да ли је праћено спастичитетом или неком другом врстом невољних покрета), да ли је праћено присуством или одсуством менталне ретардације, али и од очуваности перцептивних способности, а нарочито визуелне и аудитивне перцепције. Меморизовање или учење код церебрално парализоване деце школског узраста отежано је и у случају учења вербално или визуелно презентираних садржаја, као и у

случају моторног учења. У првом случају, дефицит у области иницијације и одржавања пажње онемогућава садржаје визуелног или аудитивног модалитета да буду на адекватан начин прихваћени, а затим даље обрађивани (Рапаић, Недовић, и Ивањуш, 1996 цитирано према Рапаић и Недовић, 2011).

Код церебрално парализоване деце, посебно су неравномерно развијене специфичне способности. Говор може да буде неправилан, неразвијен, често нема експресивно развијеног говора. Говор често није развијен за свој ментални узраст. Дешава се да чак и при оштећеном говорном каналу комуникације, доминирају вербалне способности. „Међутим, и када су можда структура и говорни апарат очувани, оштећење моторике може проузроковати заостајање у развоју говора као секундарну последицу, с обзиром на то да током прве године живота моторика (односно покрет) представља основни вид комуникације детета и успостављања контакта са социјалном средином. Овај вид комуникације са социјалном средином, због болести, стања детета, медицинског лечења и интервенција, често није успостављен.“ (Nikić, 2008, стр. 161). Деца са церебралном парализом касније проговоре. Разумевање туђег и развој сопственог говора су успорени. Деца са церебралном парализом често имају проблеме са гласом и говором у виду диспраксије и дизартрије, језиком, комуникацијом и читањем. Због поремећене оралне моторике често је присутна и дисфагија те би логопед требао имати и одређен ниво едукације о збрињавању поремећаја гутања (Kraguljac, Brenčić, Zibar, & Schnurrer Luke-Vrbanić, 2018). „Поремећаји везани за синдром церебралног оштећења у себе укључују и поремећај дисања, фонације, артикулације, говорну дисритмију, аудитивну фицијенцију и језичку неразвијеност. Често га зовемо комбиновани говорни поремећај.“ (Švrtka, 2007, стр. 126). Деца са церебралном парализом ретко започињу конверзацију, углавном користе пуно кратких да/не одговора и неретко имају тешкоће у развоју наративних вештина и функционалне комуникације (Farago, Blaži, & Vuković Ogrizek, 2016).

Когнитивна одступања нису нужно везана уз церебралну парализу, али се могу јавити у одређеном опсегу. Ризик је повећан што је озбиљнији ступањ моторичког оштећења (Kraguljac, Brenčić, Zibar, & Schnurrer Luke-Vrbanić, 2018).

Интелектуално функционисање деце са церебралном парализом може бити различитог обима. Креће се од натпросечне интелигенције, преко нормалног функционисања и псеудозаосталости, лаке металне ретардације па све до тешких облика менталне ретардације. Ментална ретардација је често присутна код церебралне парализе и то често са тенденцијом да тежина оштећења мозга може да буде пропорционална тежини менталне ретардације (Rapačić i Nedović, 2011). Снижен ниво интелектуалног функционисања ($IQ < 70$) је забележен код 23% до 44% деце с церебралном парализом, док подаци из појединих националних регистара указују да је заступљеност нижих степена интелектуалног функционисања ($IQ < 50$) између 28% и 41% (Dang et al., 2015; SCPE, 2000, p. 818; Colver et al., 2012). С друге стране како наводи Милићевић (2016) нормално интелектуално функционисање је утврђено код 32,9% испитаника с церебралном парализом (Nordmark et al., 2001), док је анализом осам регистара из шест европских земаља добијена заступљеност између 47% и 49% (Dang et al., 2015; Colver et al., 2012).

Код деце са церебралном парализом постоји често оштећење егzekутивних функција о чему сведоче до сада неколико објављених студије. Може бити оштећење једне функције као што је нпр. когнитивна флексибилност (Nadeau, Routhier, & Tessier, 2008; Gofer-Levi, Silberg, Brezner, & Vakil, 2014) или истовремено неколико егzekутивних функција (Jenks, van Lieshout, & de Moor, 2009b, 2011; Pirila et al., 2011; Van Rooijen, Verhoeven, & Steenbergen, 2015). Бочерова и сар. (2010) су на узорку деце узраста од девет до 13 година са дијагнозом унилатералне и билатералне спастичне церебралне парализе идентификовали присуство оштећења егzekутивних функција и то посебно инхибиторне контроле и когнитивне флексибилности. Постигнућа њихових испитаника била су испод норми за узраст (Bottcher, Flachs, & Uldall, 2010). Бодимид и сар. (2013) су упоредили постигнућа деце са једностраном спастичном церебралном парализом просечног узраста 10 година са групом деце редовне популације упарене по хронолошком узрасту и полу. Аутори су открили да деца са церебралном парализом имају значајно више потешкоћа у егzekутивним функцијама у свим процењеним областима: пажња, когнитивна флексибилност,

усмереност ка циљу и обрада информација (Bodimeade, Whittingham, Lloyd, & Boyd, 2013).

Епилепсија је чешћа у групи деце са церебралном парализом него у осталим групама деце са моторичким поремећајима па је због тога учесталост епилептичних напада веома значајан податак за све оне који се баве рехабилитацијом ових особа (Rapačić i Nedović, 2011). Овај податак је свакако значајан и за квалитет живота ових особа. Епилепсија се код особа са церебралном парализом варира и креће се у опсегу 15% до 50%. Епилепсија код деце са церебралном парализом често корелира са повећаном фреквенцијом проблема са говором и менталном ретардацијом. Деца с хемиплегијом су најугроженија, следе их она са тетраплегијом и на крају она с диплегијом. Присутност епилептичних напада обично сигнализира већи опсег кортикалне оштећености мозга (Kraguljac, Brenčić, Zibar, & Schnurrer Luke-Vrbanić, 2018). Недовић и сарадници (2012) утврдили су да је епилепсија присутна код 20% испитаника с церебралном парализом старости од шест до 11 година, Миленковић (1997) извештава да је епилепсија забележена код 27% од укупно 115 испитаника с церебралном парализом узраста од три до десет година, док Демешки-Дрљан (2012) наводи процентуалну заступљеност од 33,2% код ове популације. Код деце са церебралном парализом могу се видети све врсте епилептичких напада: жаришни, тонички, тоничко-клонички, миоклонички и атонички. Комплексни жаришни и секундарно генерализовани тоничко-клонички су најчешћи. Инфантилни спазми и Westov sindrom, као и Lennox-Gastaut sindrom такође се често налазе код деце са церебралном парализом (Knežević-Pogančev, 2010).

Поремећаји у области чула вида и слуха су такође чести (Nikić, 2008) као и поремећаји говора и гласа (Rapačić i Nedović, 2011). Оштећење вида је једно од најчешћих придружених поремећаја али нажалост често остаје препознато и приписује се нормалним последицама моторичких поремећаја (Alimović, 2012). До потешкоћа с видом долази због тога што су захваћени видни путеви. Врста оштећења вида се везује за тип церебралне парализе. Па је тако страбизам чест код деце с диплегијом, укључујући егзотропију или езотропију. Уз хемиплегију се веже хемианопсија. Код превремено рођене деце може се јавити ретинопатија узрокована

превременим порођајем (Kraguljac, Brenčić, Zibar, & Schnurrer Luke-Vrbanić, 2018). Када се ради о оштећењу слуха у литератури се налазе подаци да око 10% особа са церебралном парализом има оштећење слуха и то најчешће особе са дискинезијом (Милићевић и Поттић, 2012). Поред периферног сензорног оштећења слуха код ових особа често јавља и аудитивна неуропатија-дисинхронија, поремећај централне обраде аудитивних података, аудитивна агнозија и други облици централног оштећења слуха. С друге стране повећана склоност ка инфекцијама горњих дисајних путева и поремећена моторика орофарингеалне мускулатуре доводе често до кондуктивне наглувости у склопу акутног или хроничног секреторног отитиса. Третман оштећења слуха код ове популације зависи од врсте и степена оштећења, а могућност рехабилитације слушања и говора условљена је тежином клиничке слике церебралне парализе (Mikić i Mikić, 2010).

Тежина оштећења и многострукост подручја на којима је особа погођена оштећењем може имати велики утицај на психосоцијални развој детета са церебралном парализом, утицај на његово одрастање, утицај на адолесценцију али и касније одрасло доба. Сви ти утицаји могу се негативно одразити у виду различитих потешкоћа на плану психосоцијалног функционисања и укључивања младе особе у у свакодневни живот заједнице. Често се дешава да нека деца, на жалост, доживљавају осећање изолације чак и у кругу своје породице. Због тога се деца осећају неадекватним, сувишним, несретним па прибегавају маштању, дневном сањарењу или постају импулсивна и агресивна. Све ово може умањити способност за учење и појачати заостајање у емоционалном и социјалном развоју што све скупа кочи општи развој. Емоционални развој, понашање и реакције детета на властити хендикеп могу бити значајнији за успех у рехабилитацији него ли сама ширина и озбиљност телесног оштећења по себи. Препреке и тешкоће у општем развоју деце не полазе толико од његових моторичких тешкоћа, колико од тешкоћа и сметњи у развоју његове личности и у емоционалном и социјалном прилагођавању (Nikić, 2008).

1.8. Претходна истраживања

Као што је већ наведено, деца са церебралном парализом поред моторичког оштећења често имају и придружене сметње, које заједно могу довести до потешкоћа у учењу ове деце. Према неким ауторима чак 46% деце са церебралном парализом има бар једну специфичну потешкоћу у учењу (Schenker, Coster, & Parush, 2005). Ђурић-Здравковић, Јапунца-Милисављевић и Гагић (2017) су за циљ рада имале да упореде квалитет раних математичких вештина код деце с тешкоћама у менталном развоју различитих клиничких слика међу којима су била и деца са церебралном парализом. У прикупљању података о квалитету овладаности раним математичким вештинама испитаника коришћен је део интерне Предшколске процене који садржи вештине развијене из курикулума. Резултати истраживања указују да су просечна постигнућа деце са церебралном парализом лошија у односу на постигнућа других група (умерена интелектуална ометеност, аутистички спектар) а да су бољи у односу на децу са тешком интелектуалном ометеношћу. Фрамptom и сарадници (1998) на узорку од 149-оро лондонске деце са хемиплегичном формом церебралне парализе, узраста од шест до 10 година која похађају редовну или специјалну школу, налазе да 36% деце има најмање једну потешкоћу у учењу. Исти аутори наводе да је распрострањеност проблема у аритметици 28% насупрот проблемима у језичком развоју 19% (Frampton, Yude, & Goodman, 1998). Без обзира на налазе мали број истраживања спроведен је на ову тему код деце са церебралном парализом а веома је изненађујућа чињеница да је значајно мање пажње посвећено истраживању математичких способности него истраживању капацитета читања.

Аутори који су се бавили испитивањем узрока математичких потешкоћа код деце са церебралном парализом наглашавају утицај моторних фактора с једне стране и утицај когнитивних фактора (међу њима и егзекутивних функција) с друге стране. Кислинг и сар. (1983) спровели су истраживање на узорку од осморо деце са десностраним хемиплегијом и осморо деце са левостраним хемиплегијом и 13-оро деце из редовне популације као контролне групе. У истраживању је коришћена батерија неуропсихолошких тестова. Резултати истраживања указују на то да обе

групе деце са хемиплегијом, на испитивању краткорочног памћења, понављању бројева и именовању појмова, имају лошија постигнућа од контролне групе испитаника. Такође, пронађена је повезаност између лоше функције леве руке и постигнућа на временски ограниченом аритметичком тесту код деце са церебралном парализом, али нису имали објашњење за овакав резултат (функција леве руке је у корелацији и са способношћу бројања и са визуоспацијалним вештинама) (Kiessling, Denckla, & Carlton, 1983).

Ради стицања бољег увида у однос између мануелних вештина (дефицит у функцији руке, погођена лева или десна рука) и неуропсихолошког функционисања, Делатоалс и сар. (2005) су испитивали 30-оро деце узраста седам и осам година са спастичком церебралном парализом (10 са диплегијом, 10 са левостраном хемиплегијом, 10 са десностраном хемиплегијом), без менталне ретардације. Анализом добијених резултата није пронађена никаква веза између опште интелигенције и мануелних вештина али је зато оштећење леве руке позитивно корелирало са вештинама аритметичких способности, док је способност извођења десном руком позитивно корелирао са фонолошким способностима (Dellatolas et al., 2005) што потврђује и налазе у претходно наведеној студији.

У истраживању Џенкс и сар. (2007) била су укључена деца са церебралном парализом према следећим критеријумима: формалана дијагноза церебралне парализе, вербални коефицијент интелигенције најмање 70 (према школској документацији) и да ускоро крећу у први разред. Узорак истраживања чинио је 41-оро деце из специјалне школе (28 дечака и 13 девојчица са просеком од 7,0 година) и 16-оро деце са церебралном парализом која похађају редовну школу (девет дечака и седам девојчица са просеком од 7,0 година). Група деце из специјалне школе састојала се од 10 ученика са унилатералном церебралном парализом (четири десно, шест лево), 29 ученика са билатералном и двоје са атаксичном церебралном парализом. Групу деце из редовне школе чинило је 12 ученика са унилатералном церебралном парализом (осам десно, четири лево), троје са билатералном и један ученик са атаксичном церебралном парализом. Главни циљ истраживања је био да се утврди допринос вербалне и невербалне интелигенције, радне меморије, раних

способности рачунања и количине наставе и развоју математичких способности. Прилагођен Пибодијев тест речника у сликама (Peabody Picture Vocabulary Test-Revised; Dunn & Dunn, 1981) и Равенове прогресивне матрице (Raven's Colored Progressive Matrices; Raven, 1965) коришћени су за мерење вербалне, односно невербалне интелигенције. Присећање бројева и бројеви уназад (Pickering & Gathercole, 2001) су коришћени за процену фонолошке петље. Да би се контролисала могућност да је фонолошка петља делимично оштећена користило се и Понављање речи (Pickering & Gathercole, 2001). Коксове коцке (Knox Blocks, субтест Snijders-Oomen Non-Verbal Intelligence Test (1970)) коришћен је за мерење визуоспацијалне скице радне меморије. Математичке способности процењене су тестовима сабирања и одузимања. Коришћен је и тест Раног рачунања. Резултати истраживања указује на то да деца са церебралном парализом која похађају специјалну школу имају најлошије резултате у мереним математичким способностима, како на тесту сабирања и одузимања тако и на тесту Ране нумерације, у односу на контролну групу деце из редовне популације али и у односу на групу деце са церебралном парализом која похађају редовну школу, чак и након контролисања интелигенције. На овако лоше резултате утиче: вербална и невербална интелигенција, радна меморија, ране нумеричке способности и време проведено вежбајући математику. Аутори (Jenks et al., 2007) наводе велики утицај визоспацијалне скице и извршних контролних механизма радне меморије на ране нумеричке способности који је код ове популације оштећен при чему упозоравају да ово може бити ризик за даље школовање. Деца са церебралном парализом која похађају редовну школу имају боља постигнућа од деце која похађају специјалну школу на свим испитаним способностима и ови испитаници, иако су лошији од деце из контролне групе (редовне популације), показују тенденцију напредовања и могућност да им се приближе.

У циљу детаљног истраживања аритметичких тешкоћа деце са церебралном парализом Џенкс и сар. (2009а) спровели су лонгитудиналну студију код деце са церебралном парализом која похађају специјалне или редовне школе и контролном групом деце без познатих оштећења у редовним школама, изједначеном по полу и

узрасту. Први циљ њихове студије био је да се испита развој аритметичке способности код деце са церебралном парализом током времена. Други циљ да утврде да ли деца са церебралном парализом која имају дефиците у компонентама извршне функције (пребацивању и инхибицији) имају дефиците и у компонентама радне меморије (фонолошкој петљи и визуелноспацијалној скици). Трећи циљ био је да испитају да ли је аритметичка способност повезана са овим компонентама извршне функције и радне меморије. Истраживање је спроведено у 32 од укупно 33 школе у којима се школују ученици са моторичким поремећајима на територији целе Холандије. То је резултирало узорком деце са церебралном парализом подељеним у две групе: 41-оро деце са церебралном парализом које је похађало специјалну школу и 16-оро деце са церебралном парализом која похађају редовну школу а при томе добијали услуге специјалне школе. Поред ове две групе у истраживањима је постојала и контролна група за свако дете са церебралном парализом у односу на узраст и пол. Аритметичка способност мерена је одвојеним тестовима простог сабирања (одговори ≤ 10), простог одузимања (највећи број ≤ 10) и сложеног сабирања (одговори ≤ 100). Мерена је прецизност (проценат тачности) и време одзива у милисекундама, израчунатим само за исправне одговоре. Задаци који се односе на пребацивање и инхибицију су адаптирани задаци креирани од стране van de Sluis, de Jong и van der Leij (2004). За мерење ажурирања употребљен је тест набрајања цифара уназад (Pickering i Gathercole, 2001). Коксове коцке (Knox Blocks, субтест Snijders-Oomen Non-Verbal Intelligence Test (1970)) коришћен је за мерење визуоспацијалне скице радне меморије. Тестови понављања бројева и понављања речи коришћени су за процену фонолошке петље радне меморије (Pickering & Gathercole, 2001). Прилагођен Пибодијев тест речника у сликама (Peabody Picture Vocabulary Test-Revised; Dunn & Dunn, 1981) и Равенове прогресивне матрице (Raven's Colored Progressive Matrices; Raven, 1965) коришћени су за мерење вербалне, односно невербалне интелигенције. Резултати истраживања који су се односили на први циљ указују на то су деца из специјалне школе имала озбиљне аритметичке тешкоћа, будући да су били спорији и мање прецизни у односу на децу са церебралном парализом из редовне школе и контролну групу у простој аритметици

(нпр. $2 + 3$, $7 - 4$) и нису ухватили корак са вршњацима до средине трећег разреда. Резултати истраживања у односу на други циљ указују да деца са церебралном парализом имају дефиците у компонентама извршне функције и радне меморије. Деца са церебралном парализом која похађају специјалну школу показују и дефиците у компонентама извршне функције (пребацивању и ажурирању) и радне меморије (визуоспацијалној скици и фонолошкој петљи), за цифре али не и за речи. Насупрот томе група деце са церебралном парализом која похађају редовну школу једино је имала дефицит у визуоспацијалној скици. У складу са очекивањима аутора, компоненете егзекутивних функција и радне меморије биле су снажно повезане са простим одузимањем и сложеним сабирањем. Неочекивана јака веза егзекутивних функција и радне меморије са тачношћу простог сабирања је додатни доказ да деца са церебралном парализом у специјалној школи ретко повлаче одговоре за просто сабирање из меморије. Уочена снажна веза између ажурирања и просте и сложене аритметичке тачности може да одражава потребу да се задржи информација у радној меморији током процеса рачунања (Jenks, de Moor, & van Lieshout, 2009a).

Још једну лонгитудиналну студију код деце са церебралном парализом спровели су Ван Роијен и сар. (2014). Циљ њихове студије био је да се испита развој аритметичке способности код деце са церебралном парализом узраста седам година и да идентификује когнитивне факторе које су повезани са њиховим почетним способностима и променама током периода од две године. Узорак је чинило 60-оро деце са церебралном парализом. Аритметичке способности деце су мерене Холандским стандардизованим тестом за аритметичка постигнућа Student Monitoring System for Arithmetic Performance (Krom, 1996); Равенове прогресивне матрице су коришћене за процену интелигенције; Субтестови WISC-III (Kort et al., 2002) су коришћени за процену радне меморије (обухватали су задатке распон цифара унапред и уназад); Способност декодирања речи мерена је Student Monitoring System for Language Performance (Kraemer, Nelissen, Janssen, & Noteboom, 1995). Резултати њиховог истраживања указују да су испитаници са церебралном парализом показали боља постигнућа на процени аритметичких способности током времена. Међутим скок је био већи у периоду између седаме и осаме године него између осме и девете.

Невербална интелигенција, радна меморија и декодирање речи су били у позитивној корелацији са аритметичким способностима када су деца имала седам година. Само невербална интелигенција и радна меморија су позитивној корелацији са повећањем успешности код задатака сабирања и одузимања у наредне две године (van Rooijen et al., 2014).

Како би стекли што бољи увид у предикторе математичког развоја исти аутори су спровели још једну лонгитудалну студију. Први циљ њиховог истраживања био је да испитају развој раних нумеричких вештина кроз период од две године. Уз то, испитивали су да ли радна меморија, егzekутивне функције, вештине рачунања и моторне способности представљају предикторе аритметичких способности код деце са церебралном парализом старости осам година. Узорак истраживања чинило је 56-оро деце са церебралном парализом праћени од њихове шесте до њихове осме године. Вештине раног рачунања мерене су Раним нумеричким тестом (Early Numeracy Test, ENT; Van Luit, Van de Rijt, & Pennings, 1994); Процена радне меморије вршена је Холандском верзијом игре памћења речи (Automated Working Memory Assessment, Alloway, 2007); Визоспацијална меморија задатком Corsi Block (Kessels, van Zandvoort, Postma, Kappelle, & de Haan, 2000); Егzekутивне функције кроз способност понављања цифара уназад тестом Automated Working Memory Assessment (Alloway, 2007); За процену финих моторних способности Box & Block task (Mathiowetz, Volland, Kashman, & Weber, 1985); Способност бројања кроз Задатак бројања тачака; Аритметичке способности Тестом сабирања и одузимања. Резултати истраживања указују на то да су постигнућа испитаника на тесту раног рачунања код деце са церебралном парализом током периода од две година постала боља и уско повезана са аритметичким способностима у осмој години. Способности процењене тестом ране нумерације представљају главне предикторе аритметичких способности годину дана касније. Поред тога радна меморија, способност бројања и моторне способности показале су позитивну корелацију са раним нумеричким способностима (van Rooijen et al., 2015).

Поред утицаја који имају когнитивни и моторни фактори као и егzekутивне функције поставља се питање шта то још утиче на математичка постигнућа деце са

церебралном парализом. Због тога су Џенкс и сар. (2010) имали за циљ описивање квалитета аритметичког образовања деце са церебралном парализом, односно да ли је ИОП прилагођен сваком детету и да ли су добро формулисани аритметички циљеви. За потребе истраживања коришћени су следећи инструменти: Упитник од пет питања која су се односила на ИОП за свако дете појединачно; Други упитник се односио на податке о инструкцијама које дају наставници везани за аритметику; Трећи упитник је конструисан за прикупљање информација о облицима рада и методама које се користе у току наставе аритметике; Основне нумеричке способности су оцењене са Тестом ране нумерације који је примењен на почетку и крају првог разреда; За процену аритметичких способности коришћен је Тест простог сабирања на крају првог разреда. Резултати ове студије показују јасне доказе да квалитет математичког образовања који добијају деца са церебралном парализом није оптималан. Квалитет аритметичког образовања важан је у светлу чињенице да је аритметички учинак деце са церебралном парализом у специјалном образовању био лошији од оног у контролној групи у сваком моменту (чак и после контроле интелигенције) где су деца са церебралном парализом у редовном образовању показала ниво упоредив са контролним групом. Ове разлике аутори приписују и самом образовном окружењу између специјалних школа за децу са церебралном парализом и редовним школама који такође може утицати на аритметичка постигнућа. Разлог што деца са церебралном парализом у специјалним школама добијају мање аритметичких упустава недељно него њихови вршњаци у редовним школама није због више одсуства из школе већ зато што је временски мање упустава планирано. Како специјалне школе за децу са телесним инвалидитетом у Холандији пружају и све терапије у сопственој школи током школског дана, дете има мање времена на располагању за образовне активности. Међутим, из резултата ове студије јасно је да деца са церебралном парализом у специјалном образовању имају више медицинских оштећења од својих вршњака са церебралном парализом у редовном образовању и да су разлике у броју медицинских оштећења могле да објасне разлике уочене у аритметичким постигнућима између две групе деце са церебралном парализом. Остали аспекти образовног квалитета који су још били испитани а укључивали су

коришћење индивидуалног образовног плана, количину наставничковог времена, врста рада (у смислу индивидуалног или групног) и тип методе подучавања показали су се као значајни у усвајању математичких способности код ове популације деце (Jenks et al., 2010).

Објашњење за аритметички учинак тражен у неуролошким, неуромоторним и неурокогнитивним факторима открило је да је лош аритметички учинак у вези са невербалном интелигенцијом, снагом функције леве руке и присуством епилепсије (Jenks, van Lieshout, & de Moor, 2009б). Први циљ актуелне студије био је да се испита континуирани развој аритметичке способности код деце са церебралном парализом. У ту сврху, аритметичка способност је тестирана током првог и другог разреда у три групе деце: деца са церебралном парализом у специјалном образовању, деца са церебралном парализом у редовном образовању и контролна група деце без познатих оштећења. Други циљ је био да се истраже разлике између две групе са церебралном парализом која може да објасни њихову аритметичку способност. Конкретно, у комбинацији обе групе са церебралном парализом истраживало се у којој је мери аритметичка способност зависи од оштећења fine и грубе моторике, локализације церебралне парализе (једнострана против билатерални), оштећења вида и слуха, епилепсије, вербалне и невербалне интелигенције. Моторичке способности су процењене помоћу GMFCS и BFMF; Прилагођен Пибодијев тест речника у сликама (Peabody Picture Vocabulary Test-Revised; Dunn & Dunn, 1981) и Равенове прогресивне матрице (Raven's Colored Progressive Matrices; Raven, 1965) коришћени су за мерење вербалне, односно невербалне интелигенције; Аритметика је процењена Тестом сабирања и одузимања, рађени у средини и на крају и првог и другог разреда (процена аритметичке тачности (у процентима) и време одговора); Подаци о другим медицинским оштећењима добијени су од лекара и односили су се на: локализацију (једнострану против билатералне), тип церебралне парализе, тежина на рођењу (у грамима) и гестацијске старости при рођењу (у недељама). Од лекара су добијени подаци и о епилепсији, оштећењу вида и слуха. Резултати истраживања указују да су деца са церебралном парализом из специјалне школе била лошија у аритметичким способностима од друге две групе (деце са церебралном парализом из редовне школе

и контролне групе) на средини првог разреда, али је та разлика остала и током првог и другог разреда. Даље, бољи резултати на невербалној интелигенцији повезани су са већом тачношћу решавања задатака сабирања и одузимања и са брзином сабирања код деце са церебралном парализом. Ова студија је показала и везу између тежине оштећења леве руке код деце са церебралном парализом и брзине сабирања и одузимања, указујући да што је оштећење вишег нивоа то су испитаници спорији у решавању задатака. Резултати су такође показали да је присуство епилепсије имало негативан ефекат на тачност и брзину сабирања и одузимања. Чињеница да слушни дефицити нису показали да су у вези са развојем аритметичких вештина није изненађујућа, с обзиром да је мали број деце са проблемима слуха у узорку. Међутим, визуелни проблеми су сасвим уобичајени код деце са церебралном парализом али нису били предиктивни код аритметичке тачности или брзине решавања задатака у овом истраживању (Jenks, van Lieshout, & de Moor, 2009б).

Поред студија које су се одвојено бавиле утицајем моторних и когнитивних фактора на математичке способности деце са церебралном парализом, неки су аутори испитивали и међусобан однос ових функција као и њихов утицај на математичке способности (van Rooijen et al., 2012). Ова група аутора је желела да истражи утицај когнитивних и моторних фактора на аритметички учинак на великом узорку основаца са церебралном парализом како би се анализом обезбедила полазна основа за интервентне програме. У истраживању је било укључено 116 деце са церебралном парализом узраста 6,6 до 7,8 година, 98 (84%) је имало спастичну церебралну парализу, 14 (12%) је имало дискинетичку и 4 (3%) је имало атаксичну. Што се тиче GMFCS, 56 деце (48%) је класификовано у I ниво, 20 деце (17%) је класификовано у II ниво, 17 деце (15%) је класификовано у III ниво, 9 деце (8%) је класификовано у IV ниво и 14 деце (12%) је класификовано у V ниво. Моторичке способности су процењене GMFCS-66; Фине моторне способности Abilhand упитником (Arnould, Penta, Renders, & Thonnard, 2004); Равенове прогресивне матрице су коришћене за процену интелигенције; Субтестови WISC-III (Kort et al., 2002) су коришћени за процену радне меморије (обухватили су задатке распон цифара унапред и уназад); Способност декодирања речи мерена је Student Monitoring System for Language

Performance (Kraemer, Nelissen, Janssen, & Noteboom, 1995); Аритметичке способности деце су мерене Холандским стандардизованим тестом за аритметичка постигнућа Student Monitoring System for Arithmetic Performance (Krom, 1996). Резултати истраживања указују на то да су когнитивне и моторне способности међусобно у позитивној корелацији. Способност декодирања речи и фина моторика се издвајају као назначајнији предиктори аритметичких способности код ове деце у односу на остале моторне и когнитивне фактора у комбинованом моделу који дају аутори. Ова студија наглашава улогу капацитета декодирања речи за аритметичке способности код деце са церебралном парализом. Другим речима, језичке способности деце су снажно повезане са њиховим мереним аритметичким резултатима који укључују симболички систем бројева па тако познавање симболичког система броја, би могао да буде важан захтев за аритметику код деце са церебралном парализом (van Rooijen et al., 2012).

Ценкс, Лишат и Мур (2012) су испитали утицај когнитивних фактора, егзекутивних функција и способности читања и математичке способности мерене кроз тачност решавања задатака сабирања и одузимања и математичким тестовима са значајно заступљеним текстуалним задацима повезаних са временом, мерењем и новцем. Прилагођен Пибодијев тест речника у сликама (Peabody Picture Vocabulary Test-Revised; Dunn & Dunn, 1981) и Равенове прогресивне матрице (Raven's Colored Progressive Matrices; Raven, 1965) коришћени су за мерење вербалне, односно невербалне интелигенције; За мерење ажурирања употребљен је тест набрајања цифара уназад (Pickering i Gathercole, 2001). Коксове коцке (Knox Blocks, субтест Snijders-Oomen Non-Verbal Intelligence Test (1970)) коришћен је за мерење визуоспацијалне скице радне меморије. Тестови понављања бројева и понављања речи коришћени су за процену фонолошке петље радне меморије (Pickering & Gathercole, 2001); Троминутни тест (Drie-Minuten-Toets, Verhoeven, 1995) читања бројева написаних речима; Cito Leerlingvolgsysteem Rekenen-Wiskunde коришћен је за мерење математичког развоја кроз процену способности решавања текстуалних задатака повезаних са временом, мерењем и новцем; Аритметика је процењена Тестом сабирања и одузимања; Задаци који се односе на пребацивање и инхибицију

су адаптирани задаци креирани од стране van de Sluis, de Jong и van der Leij (2004). Узорак истраживања чинило је 41-оро деце из специјалне школе и 16-оро деце са церебралном парализом која похађају редовну школу и који су у тренутку истраживања похађали трећи разред основне школе. Аутори налазе да су радна меморија и егzekутивне функције (ажурирање, инхибиција и пребацивање) предуслов за развој математичких способности. Резултати хијерархијске регресионе анализе показују да интелигенција објашњава 31% варијансе у математичким постигнућима (већи утицај невербалне интелигенције), радна меморија и егzekутивне функције заједно објашњавају додатних 23% (пре свега визуоспацијана скица, ажурирање и инхибиција) док способност читања објашњава само 12% варијансе у испитаним математичким способностима (Jenks, van Lieshout, & de Moor, 2012).

2. ПРЕДМЕТ, ЦИЉ, ЗАДАЦИ О ХИПОТЕЗЕ ИСТРАЖИВАЊА

2.1. Предмет истраживања

Ако узмемо у обзир истраживања које смо претходно представили можемо закључити да постоје потешкоће у учењу код деце са церебралном парализом али и недостатак увида у њихово порекло. Изненађујуће да је значајно мање пажње посвећено истраживању математичких способности него истраживању капацитета читања. Зато постоји потреба да се проучи математички развој и потенцијални узроци тешкоћа код деце са церебралном парализом у специјалним и редовним школама полазећи од питања: *Које су то специфичности у математичком развоју код деце са церебралном парализом и који је удео егzekутивних функција у том развоју?* Због тога смо као предмет овог истраживања издвојили поређење математичких способности и егzekутивних функција код деце са церебралном парализом.

2.2. Циљ истраживања

Циљ овог истраживања јесте да се утврди ниво развоја математичких способности и егzekутивних функција код деце са церебралном парализом школског узраста, као и да се испита природа њиховог односа.

2.3. Задаци истраживања

На основу постављеног циља истраживања формулисани задаци истраживања су:

1. Испитати ниво развоја математичких способности код деце са церебралном парализом у односу на норме за децу типичног развоја.
2. Утврдити однос између когнитивне флексибилности и нивоа развоја математичких способности код деце са церебралном парализом.

3. Испитати однос између инхибиторне когнитивне контроле и нивоа математичких способности код деце са церебралном парализом.
4. Утврдити однос између радне меморије и нивоа математичких способности код деце са церебралном парализом.
5. Утврдити утицај способности планирања односно стварања стратегија на развијеност математичких способности код деце са церебралном парализом.

2.4. Хипотезе истраживања

На основу постављеног циља истраживања општа хипотеза гласи:

Развој математичких способности код деце са церебралном парализом има одређене специфичности које су повезане је са процењеним егzekутивним функцијама.

На основу истраживачких задатака посебне хипотезе гласе:

1. Развој математичких способности код ученика са церебралном парализом разликује се у односу на децу из типичне популације.
2. Развој когнитивне флексибилности код ученика са церебралном парализом је повезан са њиховим математичким способностима.
3. Ученици са церебралном парализом са лошом инхибиторном контролом имају нижи развој математичких способности.
4. Испитаници са церебралном парализом који имају лоше развијену радну меморију показују потешкоће у математичким способностима.
5. Способност планирања, односно стварања стратегија повезана је са развојем математичких способности код деце са церебралном парализом школског узраста.

3. МЕТОДОЛОГИЈА ИСТРАЖИВАЊА

3.1. Узорак истраживања

Узорком је обухваћено 29 испитаника са церебралном парализом оба пола, узраста од 8 до 12 година, ученика од II до VI разреда из две основне школе, од којих се у једној настава реализује по редовном, а у другој по специјалном наставном плану и програму. Критеријуми укључивања су следећи: 1) дијагнозом церебралне парализе (преузето из ученичког досијеа), 2) ученик основне школе и 3) да је завршио најмање први разред.

Табела 1. Структура испитаника према полу и врсти школе

Демографске карактеристике	n	%	χ^2	df	p
Пол					
мушки	17	58,6			
женски	12	41,4	0,862	1	0,353
Врста школе					
редовна	14	48,3			
специјална*	15	51,7	0,043	1	0,853

Напомена: специјална - школа за децу са сметњама у развоју.

У односу на пол девојчица је било 12 и оне чине 41,4% укупног узорка, а дечака 17 што чини 58,6% укупног узорка. У погледу типа/врсте школе у нашем узорку заступљено је 15 ученика (51,7%) из ОШ „Миодраг Матић“ (школа за децу са сметњама у развоју) и 14 ученика (48,3%) из ОШ „Драган Херцог“ (редовна школа). Испитаници су уједначени у односу на пол ($\chi^2=0,862$, $df=1$, $p=0,353$) и врсту школе ($\chi^2=0,043$, $df=1$, $p=0,853$) (Табела 1).

Табела 2. Структура испитаника према узрасту и разреду

Демографске карактеристике	n	%
Узраст (година)		
8	5	17,2
9	7	24,1
10	4	13,8
11	6	20,7
12	7	24,1
Разред		
II	5	17,2
III	7	24,1
IV	6	20,7
V	5	17,2
VI	6	20,7

С обзиром на то да се деца са церебралном парализом уписују први разред касније у односу на децу редовне популације, дешава се да су у једном одељењу ученици различитог узраста. Из Табеле 2. можемо видети да се узраст испитаника креће у распону од 8 до 12 година ($AS=10,10$; $SD=1,47$). Па тако највише има деце узраста 12 година и 9 година (7) што чини 24,1% од укупног узорка, 5 (17,2%) испитаника је узраста 8 година, 4 (13,8%) испитаника 10 година и 6 (20,7%) испитаника је узраста 11 година. Када се ради о разреду у нашем узорку 5 (17,2%) испитаника похађа II разред, 7 (24,1%) похађа III разред, 6 (20,7%) су ученици IV разреда, 5 (17,2%) чине ученици V разреда и 6 (20,7%) су ученици VI разреда (Табела 2). Испитаници су према узрасту подељени у три узрастне групе: 1. узраст испитаника од 8. до 9. година; 2. узраст од 10. до 11. година и 3. узраст испитаника 12. година.

Табела 3. Заступљеност облика церебралне парализе у односу на ниво GMFCS, MACS и тип церебралне парализе

Карактеристике	n	%
GMFCS:		
I	12	41,4
II	5	17,2
III	8	27,6
IV	3	10,3
V	1	3,4
MACS:		
I	10	34,5
II	12	41,4
III	6	20,7
IV	1	3,4
V	0	0
Тип церебралне парализе:		
спастична хемиплегија	12	41,4
спастична диплегија	9	31
спастична квадриплегија	2	6,9
дискинетична или атетодна	3	10,3
атаксична	3	10,3

Напомена: GMFCS – Gross Motor Function Classification System; MACS – Manual Ability Classification System; BFMF – Bimanual Fine Motor Function.

Грубе моторичке способности процењене су на основу класификационог система GMFCS при чему више од половине, односно 58,7% испитаника, припада I (41,4%) и II (17,2%) нивоу које карактерише способност хода без ограничења и хода са ограничењима. Ниво III карактерише ход уз коришћење помагала и овој категорији припада 27,6% испитаника из нашег узорка, док 10,3% испитаника има IV ниво (самостално кретање ограничено, особа може да користи помагала за кретање на електрични погон) а 3,4% има V ниво (постоје значајне потешкоће при кретању, односно особа се превози инвалидским колицима која покреће друга особа) на процени грубих моторичких способности (Табела 3).

У односу на мануелне способности највећи проценат испитаника из нашег узорка припада II њих 12 (41,4%) и I MACS нивоу (10 односно 34,5% испитаника).

Ова два нивоа карактерише самосталност у обављању свакодневних активности. Затим следе испитаници којима је потребна континуирана помоћ и подршка при примени, адаптацији или извођењу мануелних активности и ову групу чине 6 (20,7%) испитаника који припадају III MACS нивоу и 1 (3,4%) испитаник који има IV ниво. Ни један испитаник није имао V ниво оштећења на процени мануелних способности (Табела 3).

Ради бољег уједначавања група урађено је сажимање нивоа на GMFCS и MACS у одређене подгрупе. Испитаници на GMFCS су подељени у две групе: у прву групу сврстани су нивои један и два (могу самостално да ходају, па чак и да трче у мањој мери; када су напољу или присутна мања ограничења, а присутне су и тешкоће при ходу по неравном терену или нагибима), а нивои три, четири и пет у другу групу (потребна су им помагала за ходање, код тежих случајева неопходна су колица за кретање и не могу да седе самостално). Испитаници на MACS су такође подељени у две групе: прва група (први и други ниво карактерише самосталност у обављању свакодневних активности) и другу групу (испитаници којима је потребна континуирана помоћ и подршка при примени, адаптацији или извођењу мануелних активности).

Када се ради о типу церебралне парализе доминантна форма у нашем узорку је спастична код 79,3% испитаника и то: спастичну хемиплегију има 12 (41,4% испитаника), спастичну диплегију 9 (31%) и спастичну квадриплегију 2 (6,9%) испитаника. Од осталих форми атетоидна церебрална парализа је заступљена код 3 (10,3%) као и атаксична 3 (10,3%) (Табела 3).

Табела 4. Структура испитаника према употребној латерализованости

Демографске карактеристике	n	%	χ^2	df	p
Употребна латерализованост					
лева рука	17	58,6			
десна рука	12	41,4	0,862	1	0,353

У односу на употребну латерализованост (рука којом пишу) у нашем узорку је заступљено (17) ученика којима је употребно доминантна десна рука што чини 58,6% од укупног узорка и (12) ученика којима је употребно доминантна лева што чини 41,4% од укупног узорка. Испитаници су уједначени у односу на латерализованост ($\chi^2=0,862$, $df=1$, $p=0,353$) (Табела 4).

3.2. Време и место истраживања

Пре сповођења тестирања добили смо сагласност која је подразумевала добијање пристанка родитеља и директора изабраних школа за укључивање деце. Опште информације о ученицима, као и податке о школском успеху ученика преузети су из школске документације и из разговора са наставницима. Тестирање је спроведено индивидуално у изолованим просторијама школе у сарадњи са учитељима деце која су учествовала у истраживању. Свако дете је тестирано из најмање две сесије док је код неких ученика било потребно и три. Главна фаза истраживања је спроведена током другог полугодишта школске 2017/2018 године.

3.3. Варијабле истраживања

Зависне варијабле:

1. Варијалбе везане за усвојеност раних математичких компетенци.
2. Варијалбе везане за способност познавања бројева.
3. Варијалбе везане за аритметичку способност.
4. Варијалбе везане за способност познавања основних геометријских облика.

Независне варијабле:

1. Опште демографске карактеристике испитаника (варијабле везане са дијагнозом церебралне парализе варијабле везане за пол испитаника, варијабле везане за године живота испитаника).
2. Варијабле везане за школу који ученик са ЦП похађа.
3. Варијабле везане за ниво грубе моторике одређене према GMFCS.
4. Варијабле везане за ниво мануелних способности одређене према MACS.

5. Варијабле везане за тип церебралне парализе испитаника.
6. Варијабле везане за способност когнитивне флексибилности испитаника (постигнућа на тестовима: Wisconsin Card Sorting Test- WCST и Children's Color Trails Test-CCTT).
7. Варијабле везане за способност инхибиторне контроле испитаника (постигнућа на тесту: Day/Night Stroop Test).
8. Варијабле везане за развој радне меморије испитаника (постигнућа на тестовима: Rey-Osterrieth Complex Figure Test цртање по сећању и Acadia test of developmental abilities-Субтест број 8 – Аудитивно памћење).
9. Варијабле везане за способност планирања испитаника (постигнућа на тесту: Tower of London).

3.4. Поступци и инструменти истраживања

У истраживању су коришћени следећи инструменти:

I. Основни подаци о испитаницима:

1. Потоколом су прикупљени основни подаци о испитаницима помоћу анамнестичких података, медицинске и психолошке документације испитаника.
2. *Систем класификације грубих моторичких функција (Проширена и измењена верзија)* - Грубе моторичке способности испитаника с церебралном парализом су процењене применом Система класификације грубих моторичких функција – Проширене и измењене верзије (Gross Motor Function Classification System – Expanded and Revised, GMFCS-E&R; Palisano, Rosenbaum, Bartlett, & Livingston, 2007), и то верзијом на српском језику (превод: Milićević i Stojanović, 2013). Процена се темељи на способности извођења моторичких задатака и задржавања постуралних положаја и не укључује никакве инвазивне поступке. Од посебног су значаја активности као што је седење, трансфери и способност кретања, на основу којих је дефинисано пет нивоа

функционисања, где први ниво представља најлакши а пети ниво најтежи степен оштећења грубих моторичких функција. Ниво I подразумева да дете хода без ограничења, II ниво да хода са ограничењима, ниво III да хода користећи помагало за кретање које се држи руком, ниво IV подразумева да је самостално кретање ограничено; може да користи помагала за кретање на електрични погон и V ниво да се превози инвалидским колицима која покреће друга особа. Потврђена је висока подударност између процена стручњака и процена родитеља са коефицијентом интеркорелације од 0,93, тест-ретест поузданост од 0,79, као и позитивна предиктивна вредност од 0,74, односно негативна од 0,77 (Wood & Rosenbaum, 2000 према Милићевић, 2016).

3. *Систем класификације мануелних способности* - Мануелне способности код деце с церебралном парализом су процењене применом Система класификације мануелних способности (Manual Ability Classification System – MACS; Eliasson et al., 2006), и то верзије на српском језику (превод: Golubović, Slavković, i Starović, 2010). Систем класификације мануелних способности MACS описује начине руковања предметима деце са церебралном парализом у активностима свакодневног живота. MACS описује пет нивоа. Нивои се темеље на дететовој способности руковања предметима и потребом за помоћи или адаптацијом како би извело задатке у свакодневном животу. MACS обухвата цео спектар функционалних ограничења деце с церебралном парализом и свих њених подтипова. Неки подтипови церебралне парализе се могу приметити на свим MACS нивоима као што је билатерална церебрална парализа, док се неки облици налазе на само неким нивоима као што је унилатерална церебрална парализа. Ниво I обухвата децу с мањим ограничењима, док ће се деца са тежим функционалним ограничењима најчешће наћи у IV и V нивоу.

При одређивању MACS нивоа код ученика, одабрали смо ниво који најбоље представља дететово уобичајено извођење код куће, у школи и заједници. Мотивација ученика и когнитивна способност утичу на способност руковања предметима и у складу с тим на MACS ниво. Како бисмо добили

увид у ученикове могућности руковања предметима, потребно је испитати некога ко познаје ученика веома добро. MACS класификује учениково уобичајено извођење а не најбоље извођење у припремљеној тестној ситуацији нивоа, треба одабрати ниво који најбоље представља учениково уобичајено извођење код куће, у школи и заједници. Ученикова мотивација и когнитивна способност утичу на способност руковања предметима и у складу с тим на MACS ниво. Како бисмо добили увид у ученикове могућности руковања предметима, потребно је испитати некога ко познаје ученика веома добро. MACS класификује учениково уобичајено извођење а не најбоље извођење у припремљеној тестној ситуацији (Golubović, Slavković, i Starović, 2010).

II. Процена основних математичких способности:

1. Вештине раног рачунања односно усвојеност раних математичких компетенци мерен је *Раним нумеричким тестом* (немачка верзија Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung, OTZ; Van Luit, Van de Rijt, & Hasemann, 2001 (оригиналног теста Early Numeracy Test, ENT; Van Luit, Van de Rijt, & Pennings, 1994) превод на српски: Пацић, 2014). Инструмент је преведен са немачког на српски језик и то коришћењем методе тзв. „дуплог слепог превода“ (енг. back-translation). Оригинална верзија инструмента је преведена на српски језик, а затим је српска верзија превода, од стране друге особе, поново преведена на немачки језик. Те две верзије су упоређене и након усаглашавања термина и уношења одређених корекција, сачињена је финална верзија теста. Тест се примењује за узраст деце опште популације од 4,7 до 7,6 година.

Инструмент се састоји из два дела, први се односи на пренумеричке способности док се други односи на знање о бројевима. Тест са састоји од укупно осам субтестова а сваки субтест садржи по пет ајтема. Први део (прва четири субтеста) се односи на: 1. способност упоређивања (коришћење концепта као што су ниско, ниже, најниже, више, мање итд.); 2. класификација

(овај аспект се односи на груписање објекта у класи на основу једне или више карактеристика); 3. кореспонденција један на један (овај аспект се односи на оно што учесници разумеју о односу један на један али представљено помоћу објекта); 4. серијација (овај аспект се односи на способност груписања објеката на основу њихових разлика). Други део, такође четири субтеста се односи на знање о бројевима: 5. бројање речима (дечије вештине бројања унапред и уназад, као и коришћење основних и редних бројева до 20); 6. структурно бројање (овај аспект се односи на пребројавање објеката у организованим и неорганизованим групацијама); 7. резултативно бројање (овај аспект се односи на тачно бројање и одговор, када није дозвољено показивање прстом); 8. опште знање о бројевима (овај аспект се односи на примену математике у реалним свакодневним животним ситуацијама, које су представљене на цртежу). Унутрашња конзистентност теста је добра (Cronbach's $\alpha = 0.81$) (Kroesbergen, et al., 2009), и није било значајне разлике између скорова холандске деце и деце етничких мањина. Дакле, норме за обе групе су једнаке (Kroesbergen, et al., 2009). Тест је нормиран за Холандску, Немачку и Шпанску популацију деце типичног развоја. На тесту се израчунава укупан скор који износи од 0 до 40. Време потребно за тестирање је 25 минута.

2. Познавање бројева (нумеричке способности) процењено је тестом број 5 – *Питања о бројевима* преузетог из McCarthy скале развојних способности (McCarthy Scales of Children's Abilities – MSCA; Dorothea McCarthy, 1972; превод одабраних поглавља на српски: Krstić) која се састоји од укупно 18 субтестова. Скала се примењује за узраст деце опште популације од 2,5 до 8,5 година.

Тест број 5 се састоји из 12 питања која се читају редом како је дато у протоколу. Питање се на захтев детета може поновити. Тестирање се прекида након четири неуспешна одговора. Ајтеми су у тесту груписани у неколико група при чему се прва три ајтема односе на способност додељивања одређене бројне вредности скупу конкретних објеката а остали ајтеми процењују

способност вршења аритметичких операција. Прва три ајтема се односе на познавање броја везаног за телесну шему; од четвртог до осмог ајтема дете треба да сабира и одузима у оквиру прве десетице; од осмог до десетог су задаци сабирања и одузимања у оквиру прве стотине; на ајтемима 11 и 12 потребно је множити и делити у оквиру прве и друге десетице. Сваки задатак се задаје усменим путем. Скоровање се врши на тај начин што се за сваки успешан одговор добије један поен при чему је укупан максимални скор 12 поена. Норма за поређење успешности представља вредност просечних постигнућа деце опште популације календарског узраста од 7,5 година на овом тесту, умањена за две стандардне девијације и износи 4 поена. Па се тако успешним постигнућима сматрају постигнућа испитаника која се крећу у опсегу од 5 до 12 поена (Kaljača, 2003). Психометријске карактеристике целе скале су веома добре, унутрашња конзистентност и тест-ретест поузданост износи од 0,85 до 0,93 (Sattler, 1992).

3. Аритметичка способност утврђена је *Тестом сабирања и одузимања*. Тест је намењен за процену аритметичке тачности (у процентима) и тачно време одговора на једноставне аритметичке чињенице. Тест се састоји од укупно 20 задатака (проблема). Проблеми су дати у облику $a + b$ (нпр. $3 + 5$), у којој „а“ и „б“ нису једнаки, и „а“ и „б“ су већи од 1 а збир „а“ и „б“ не прелази 10. Тест одузимања се састоји од проблема у облику $a - b$, у коме је $a > b$, $3 < a < 11$ и $1 < b < 8$. У оба дела теста, аритметички проблеми су појединачно представљени на компјутеру и остали видљиви док дете није дало вербални одговор. У тренутку када дете одговори, испитивач притисне дугме да би снимио брзину (време одговора), а затим унесе дететов одговор. То је резултирало са 2 резултата по тесту за свако дете: резултат тачности, која се састоји од процента исправно решених задатака и брзина (време одговора у милисекундама), израчуната само преко тачних одговора. Овако постављени проблеми и начин прикупљања одговора омогућило нам је да утврдимо ниво способности простог сабирања и одузимања али и да утврдимо везу са радном меморијом. Јер као што аутори наводе, просто сабирање поставља мале

захтеве пред извршну функцију и радну меморију (нарочито код деце старијег узраста) зато што су такви аритметички проблеми већ похрањени у вербалној дугорочној меморији и треба их само преузети према потреби док ће проблеми простог одузимања бити израчунати пре него само преузети (Jenks et al., 2007).

4. *Познавање основних геометријских облика* утврђено је помоћу интервјуа где су ученицима показани цртежи са бројним геометријским облицима осмишљени и модификовани на основу Ван Хејлове (van Hiele, 1986) теорије. Наиме од детета се тражи да од задатих облика издвоји на првом цртежу нпр. све што је круг, затим да дефинише шта то за њега представља круг, које су то особине које карактеришу круг. Исти принцип ће бити примењиван за троугао, квадрат и правоугаоник. Успешност ће се бити представљена у односу на проценат тачних одговора од укупних могућих тачних одговора. Дати одговори који се односе на карактеристике приказаних геометријских облика биће сумирани и квалитативно анализирани.

III. Процена егzekутивних функција:

1. *Висконсин тест сортирања карата* (Wisconsin Card Sorting Test, WCST; Heaton et al., 1993) служи за процену когнитивне флексибилности, мада тест додатно ангажује и друге когнитивне способности као што су радна меморија, регулисање активности на основу повратне информације (коришћење feedback-a) и способност концептуализације (Gligorović, 2013). Тренутно постоје најмање две различите верзије WCST теста и то стандардна (Grant, Berg, 1948) са Milner - овом (1963) корекцијом и скраћена верзија (Heaton, 1981) која се у својој конвенционалној форми користи и данас и представља најчешће примењивану варијанту овог теста (Павловић, 2003).

Тест се састоји од два шпила од 64 карата (укупно 128) различитих по броју, боји и облику нацртаних фигура. Тест је задаван према Хитоновомј процедури из 1993. године (Heaton et al., 1993). Пред испитаника се постављају четири стимулусне карте различитог облика (троугао, звезда, крст

или круг), боје (црвена, зелена, жута или плава) и броја елемената (један, два, три или четири). Од испитаника се очекивало да уочи по чему су стимулусне карте различите, а потом да узме карту из шпила стави је испред једне од четири стимулусне карте (у зависности од одабраног критеријума сортирања). Уколико је одабрани критеријум спаривања коректан, испитаник је добио позитивну повратну информацију, што значи да сваку следећу карту из шпила треба да сортира по том принципу, све док се критеријум спаривања не промени. Уколико одабрани критеријум спаривања није тачан, испитивач је одговорио „погрешно“, што значи да испитаник следећу карту из шпила треба да сортира по неком другом принципу. Принцип сортирања карата је мењан након десет узастопних тачних спаривања, без претходне напомене о промени. Наиме, од испитаника се захтевало да, на основу повратне информације о тачности критеријума спаривања, по потреби одреди нови. Процедура је настављана до комплетирања свих шест задатих категорија, или док испитаник није потрошио све карте из шпила (укупно 128 покушаја/карата).

Тест је осетљив на поремећаје способности планирања, формирања концепата и персеверативности. Скоровање се врши у односу на 11 категорија: укупан број грешака, укупан број тачних одговора, број постигнутих категорија, број персеверативних одговора, број покушаја до постизања прве категорије, број неуспелих покушаја одржавања сета и скор „учења учења“ (Павловић, 2003). Тест је нормиран за децу и одрасле (Strauss, Sherman, & Spreen, 2006). За потребе овог истраживања коришћене су WCST варијабле: број постигнутих категорија (максимално 6), број потрошених карата односно покушаја до комплетирања прве категорије и број персеверативних одговора. Његова валидност је показана у многим студијама које пореде извођење нормалне деце са извођењима клиничких група. Озноф (Ozonoff, 1995), на узорку деце са аутизмом и деце са проблемима у учењу, налази да тест има високу тест-ретест (у размаку од две и по године)

поузданост која је већа од 0,90. Интерна валидност теста се креће од ниске (испод 0,63) до високе (изнад 0,86) (Strauss, Sherman, & Spreen, 2006).

2. Дечији тест трасирања боја (Children's Color Trails Test, CCTT; Llorente et al., 2003) се користи за процену пажње и концептуалног праћења, али овај тест служи и за процену когнитивне флексибилности, визуелног праћења и моторне функције (Strauss, Sherman, & Spreen, 2006). Дечији тест трасирања боја је верзија Testa markiranja traga (Trail Making Test, TMT) превасходно намењен деци и адолесцентима узраста од 8 до 18 година јер не захтева способност читања и познавања слова. Тест се састоји из два дела. У првом делу се од испитаника (детета) очекује да што брже повезује наизменично жуте и ружичасте кругове. При повлачењу линије између кружића дете не сме да одиже оловку са папира нити да окреће папир. Овим делом теста се процењује визуелно опажање, визуомоторичка координација и визуоспацијална оријентација (Gligorović, 2013). У другом делу теста, налог је да се повежу бројеви од 1 до 15 који су исписани унутар жутих и ружичастих кружића (са жутог кружића 1 прелази се на ружичасти кружић 2, са њега на жути кружић 3 и тако редом до броја до кружића са бројем 15). Сви непарни бројеви (1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15) налазе се у ружичастим кружићима, док се сви парни бројеви (2, 4, 6, 8, 10, 12, 14) налазе у жутиим кружићима (Williams et al., 1995). Бележи се време и број грешака при чему се спонтано кориговане грешке не бележе али се време не зауставља. Овим делом теста процењује се комплексно концептуално праћење (способност брзог и адекватног пребацивања пажње са једног концептуалног низа на други) (Gligorović, 2013). Да би се користио овај тест деца морају бити у стању да препознају арапске бројеве од 1 до 15, и да направе разлику између жуте и розе боје. Требало би такође да поседују довољну координацију око – рука да би могли да користе оловку да повежу бројеве. Време потребно за спровођење теста креће се од 5 до 10 минута (Strauss, Sherman, & Spreen, 2006). Коефицијент корелације (на узорку деце узраста од 5 до 16 година) између првог и другог дела CCTT износи 0,69 што указује на умерено високу корелацију (Williams et al., 1995), док је вредност

тест-ретест поузданости (у размаку од две недеље) кретала од 0,64 за први део и 0,79 за други део CCTT (D'Elia et al., 1996).

3. Испитивање инхибиторне контроле спроведено је помоћу адаптиране верзије *Дан/ноћ струп теста* (Day/Night Stroop Test; осмишљена од стране: Gerstad, Hong, & Diamond, 1994 а додатно адаптирана и нормирана од стране Archibald & Kerns, 1999). Струпов тест процењује у којој мери особа (дете) одржава перцептивни сет одређен условима задатка упркос доминацији конфронтирајућих информација из истих target стимулуса, односно, упркос дистракцији интерферентним ирелевантним информацијама. Другим речима, испитује дистрактибилност пажње, као и снагу (аутономност) когнитивне контроле (Krstić i sar., 2002).

Верзија теста (Archibald & Kerns, 1999) коју смо примењивали састоји се из два дела, које чине 16 сличица (осам на којима је нацртано сунце и осам на којима је нацртан месец), насумично распоређених на два папира формата А4. У првом делу теста детету се даје налог да карте на којима је нацртано сунце именује као „дан“, а црне карте на којима је месец као „ноћ“. У другом делу теста од детета се очекује да занемари репрезентациони садржај слике и користи опозите при именовању (да за слику која репрезентује дан каже „ноћ“ и обрнуто). Пре него што започне испитивање испитивач мора да проба са јеним примером за дан и једним за ноћ како би био сигуран да је дете разумело. Исто тако и пре почетка другог дела.

Постоје различити критеријуми тумачења резултата на овом тесту. Према неким ауторима треба бележити време и број грешака при чему се спонтано кориговане грешке не бележе. Док неки сматрају да треба бележити број тачних одговора у првом и другом читању у одређеном временског периоду (нпр. у року од 45 секунди). Спонтано кориговани одговори од стране детета се бележе као тачни. Поред броја грешака и времена за први и други део рачуна се и разлика у времену и броју грешака између другог и првог дела, већа разлика подразумева лошију инхибиторну контролу.

Како наводе аутори адаптације теста, Арчибалд и Кернс (Archibald & Kerns, 1999), овакав начин задавања и бодовања теста у односу на верзију (Gerstad, Hong, & Diamond, 1994) има своје предности. Стимулуси су представљени на листу папира (за разлику од картица које испитивач мора да окреће) чиме се доводи у питање доследност и тачност добијених резултата а и ову верзију Струп теста по форми приближа оригиналној верзији Струп теста. Такође добијање укупног скорa омогућује лакше упоређивање резултата добијених на овом тесту са резултатима на другим тестовима. Арчибалд и Кернс (Archibald & Kerns, 1999) су, на узорку 89 деце узраста од 7 до 12 година, нашли да тест има високу тест-ретест поузданост која за први део теста износи 0,82 а за други део теста 0,90.

4. За процену невербалног памћења биће примењен *Реј-Остеритов тест сложене фигуре* (Rey-Ostererrieth Complex Figure Test – ROCFT, 1964) који је конструисао Реј (1941), а стандардизовао Остерит (1944) (Rey & Osterrieth, 1993). Реј-Остеритов тест сложене фигуре се примењује у истраживачке сврхе за испитивање развоја визуо-перцептивне организације, визуелне краткорочне и дугорочне меморије, као и егзекутивних функција. Може се применити за испитанике узраста од 6 до 93 (Strauss, Sherman, & Spreen, 2006). Сама фигура је осмишљена као сложени визуелни дизајн и представља добар индикатор способности планирања и организације (Shin et al., 2006) као и способности памћења релевантних визуелних информација (Waber, Bernstein, & Merola, 1989; Ackerman, 1990).

Први део задатка се започиње тако што се испред испитаника стави бели лист папира (формат А4) у водораван положај тако да је дужа страница папира паралелна са ивицом стола за којим испитаник седи. Тада се детету каже: “Показаћу ти један цртеж. Твој задатак је да га што потпуније прецрташ на овом празном папиру. Покушај да прецрташ што пажљивије. Ако мислиш да си направио грешку немој брисати већ само поправи оно што мислиш да је погрешно. Прецртаваћеш бојицама раличитих боја. За време цртања ја ћу ти мењати бојице са којима радиш, али на то се не требаш обазирати.”.

Испитанику се да прва оловка (бојица) којом ће цртати да му се налог да може да почне. После завршетка дела цртежа да му се наредна боја и бележи редослед боја. На овај начин испитивач може да прати стратегију копирања цртежа. Модел се даје најмање 2,5 минута а највише 5 минута. Уколико испитаник заврши цртеж пре истека 2,5 минута да му се налог да провери тачност цртежа а уколико црта и после 2,5 минута каже му се да треба да пожури. Уколико је испитанику потребно више времена онда се бележи колико му је било времена потребно за прецртавање (Spreen & Strauss, 1991 према Pavlović, 2003). Остерит (према Rey, 1946.) је израдио скалу времена прецртавања. Према његовим налазима просечно време прецртавања између 8. и 11. године износи седам минута, а од 11. године време се скраћује на четири минута.

Када се прецртавање доврши, стимулативна карта и испитаников цртеж се склањају. Други део се састоји из репродукције према сећању и представља меру функционирања визуелног памћења на ROCFT-у при чему се као резултат испитаника узима цртање сложене фигуре по сећању. Користе се два вида сећања: непосредно и одложено. Непосредно сећање испитује се одмах по задатку прецртавања у интервалу не дужем од три минута (Rey, 1946.). При одложеном сећању трајање интервала варира од испитивача до испитивача 20 минута (Kaplan), 30 минута (Brooks), 40 минутна (Snow) па чак и интервал у трајању од 45 минута (Montreal Neurological Institute) (све према Lezak, 1983). Истраживања су показала да не постоји разлика у постигнућима на задатку одложеног цртања унутар једног сата (Erbert, 1982 према Lezak, 1983). Разлика између непосредног и одложеног присећања углавном не прелази један или два поена. За потребе овог истраживања вршиће се процена цртања по сећању након 20 минута.

Сваки цртеж се бодује у односу на тачност репродукције и локације 18 специфичних елемената фигуре. Постоје бројни начини скоровања елемената. У овом истраживању примениће се скоровање према Тејлору (Strauss, Sherman, & Spreen, 2006) и то верзија преведено на српски језик (превод:

Павловић, 2003). Сваки елемент се посебно посматра и скорује на следећи начин: 2 поена (тачно нацртан и тачно просторно постављен); 1 поен (тачно нацртан, погрешно просторно постављен); 1½ поена (измењен или непотпун, препознатљив, погрешно постављен) и 0 поена (непрепознатљив или недостаје у целини) (Lezak, 1983). Максимални број поена је 36. Од осме године па надаље просечан број поена у задатку прецртавања је 30 поена, а у задацима цртања по сећању 19 бодова. Просечан број поена који постижу одрасли испитаници у задатку прецртавања је 32 поена, а у задатку по сећању 22 бода (Lezak, 1983). Скорови који ће бити добијени у овом истраживању биће упоређени са нормативним подацима деце узраста од 6 до 15 година (аутора: Kolb & Whishaw, 1985 према Strauss, Sherman, & Spreen, 2006).

Резултати досадашњих истраживања су показали да се код деце са типичним развојем побољшава стратегија прецртавања, повећава се број тачно прецртаних елемената, а време потребно да се обави задатак смањује. Наиме, при процењивању сложених фигура, деца до седме године или игноришу детаље и усмеравају се на целину фигуре, или обрнуто: усмеравају се на детаље и игноришу целину. Различите студије су показале да деца од пет и шест година посматрају комплексну фигуру као замршену слагалицу састављену од много малих делова. Ови налази су сагласни са подацима о развоју визуелног опажања: обрасци сканирања шестогодишње деце су мање систематични него код одраслих – централне и периферне елементе проучавају пре сукцесивно него симултано. Промене се догађају на узрасту између седам и 10 година, када деца постају свесна да је целина састављена од међусобно повезаних делова и када почињу појединачне елементе да уклапају у целину (Best, 1985; Kirk, 1989). Реј-Остеритов тест сложене фигуре има високу унутрашњу конзистентност. Кронбахов α коефицијент износи за прецртавање 0,93, за непосредно присећање 0,87 и за одложено присећање 0,87 (Fastenau et al., 1996).

5. За процену способности адутивног памћења користили смо *Акадија тест развојних способности* (Acadia test of developmental abilities; Atkinson,

Johnston, & Lindsaz, 1972), преведен и адаптиран 1985. године у Хрватској (Novosel i Marvin Cavor, 1985). Тест је додатно адаптиран према специфичностима српског језика и стандардизован у Србији (Повше-Ивкић и Говедарица, 2001; Gligorović i sar., 2005). Акадија тест се у целини састоји од 13 субтестова међусобно независних и служи за процењивање оних способности које су неопходне за успешно овладавање способностима потребним за школски успех. Тест се може примењивати индивидуално и групно. Тест није временски ограничен али треба рећи испитанику да се потруди да што брже и што тачније реши постављени задатак. Акадија тест намењен је деци календарског узраста од 6 година и 3 месеца до 12 година и 3 месеца (Јапунца-Миличављевић и Маћешкић-Петровић, 2007) и примењује се од краја првог полугодишта када су деца донекле овладали способношћу читања и писања.

За потребе нашег истраживања биће коришћен Субтест број 8 – *Аудитивно памћење* којим се испитује краткотрајно непосредно аудитивно памћење речи или бројева. Овај субтест се састоји из три дела и сваки део се састоји од по пет задатака. У првом делу се од испитаника очекује да зампамти и напише низ бројева које је испитивач прочитао при чему су сви бројеви једноцифрени. У другом делу теста испитаник треба да запамти и препозна место одређеног броја у низу. Од испитаника се захтева да прво чује све бројеве, а затим одреди који је број пре неког броја. Трећи део се састоји у памћењу и записивању низа речи које испитивач чита испитанику. Од испитаника се захтева да прво чује читаву групу речи а онда напише све речи које је чуо. Бројеве и речи испитаник мора да чита пажљиво и да прави паузе између читања. Сваки тачан одговор у првом у другом делу теста носи по један поен а у трећем делу тачан одговор се бодује са два поена. Добијени бруто бодови се претварају у стандардизоване према приложеној табlici која је дата уз Акадија тест. За одређивање стандардних бодова потребно је одредити календарски узраст сваког испитаника, укључујући годину и месец јер бодови квалификовани у 11 узрасних група са узрасном разликом од шест

месеци. Стандардизовани бодови имају аритметичку средину у вредности 50, а стандардну девијацију 10 (Повше-Ивкић и Говедарица, 2001). Тест је стандардизован за децу опште популације у Републици Србији, поново валидиран и израчуната је његова поузданост.

6. За процену способности планирања и решавање проблема користили смо тест *Лондонска кула* (Tower of London - TOL, Shallice 1982). У клиничким и експерименталним околностима способност планирања се често процењује тестом Лондонска кула или његовим варијантама (нпр. Ханојска кула). Реч је о такозваним трансфер парадигмама, базираним на премештању кугли/диска из иницијалне у задату позицију с минималним бројем померања/потеза. Решавање једноставних задатака, који подразумевају померање две или три кугле/диска, захтева рудиментарну стратегију, док задаци средње (померање четири кугле/диска) или високе сложености (померање пет или више) захтевају планирање унапред (Culbertson & Zillmer, 2005 према Buha i Gligorović, 2012). Првобитно је планирано коришћење Ханојске куле али због структуре дискова који се користе у овој проби ипак смо се одлучили за Лондонску кулу јер је испитаницима било лакше баратање куглама него дисковима.

Лондонска кула (Shallice, 1982) процењује решавање проблема и просторно планирање. Испитни материјал се састојао од даске са три стубића растуће висине висине (9,5 цм, 6,5 цм и 3,5 цм) и три куглице црвене, плаве и жуте боје. Куглице су биле пречника 3 цм са централном рупом пречника 1,3 цм. Неки истраживачу користе одштампане слике са моделом задатог задатка док други користе исту такву конструкцију и за испитивача. У овом истраживању су коришћене две идентичне конструкције. Једна таква конструкција је испред детета а једна испред испитивача. У почетној позицији на испитивачевом моделу кугле су распоређене у одређеној позицији. Испитивач тражи од детета да и он своје куглице распореди у исти модел. Дете при померању куглице мора да испоштује следећа правила: 1. дете сме да помера само једну куглу у том моменту; 2. куглица не сме да се помера ако на

њој стоји друга куглица и 3. на највишем стубићу могу бити највише три куглице, на средњем две а на најнижем само једна. Детету се каже да покуша да реши сваки задатак са минималном броју потеза (како је показао испитивач). Тест се састоји од 12 задатака који се разликују по тежини у односу на жељени циљ па тако разликујемо задатке који се решавају у два, три, четири и пет потеза. Забележени су следећи резултати: број тачно решених задатака укупно (минимално 0, максимално 12), број тачно решених задатака у минималном броју потеза (мин 0, мак 12), време до почетка првог потеза (време планирања) и време потребно да се реши задатак.

3.5. Поузданост примењених инструмената

Поузданост мерних инструмената посматрана је за неке инструменте у целини а за неке у односу на њихове делове (сегменте). Сви коришћени инструменти имају Кромбахов коефицијент α већи од 0,7 што указује на добру или одличну унутрашњу сагласност према вредностима Кронбаховог коефицијента α (Табела 5).

Табела 5. Поузданост примењених инструмената

Инструменти процене	Кронбах α	N (број ставки)
OTZ	0,876	40
Питања о бројевима	0,840	12
Аритметичка способност		
- сабирање	0,893	10
- одузимање	0,942	10
Познавање основних геометријских облика	0,777	4
WCST	0,785	6
CCTT		
- CCTT 1	0,893	15
- CCTT 2	0,891	15
Струпов тест		
- Струп 1	0,862	16
- Струп 2	0,906	16
ROCFT		
- сећање	0,925	18
Аудитивно памћење	0,852	15
TOL	0,896	12

Напомена: OTZ - Рани нумерички тест (Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung); WCST - Висконсин тест сортирања карата (Wisconsin Card Sorting Test); CCTT - Дечији тест трасирања боја (Children's Color Trails Test); Струпов - Дан/ноћ струп теста; ROCFT - Реј-Остеритов тест сложене фигуре (Rey-Osterrieth Complex Figure Test); TOL - Лондонска кула (Tower of London).

Најниже вредност Кронбаховог коефицијента α имају: Тест познавања геометријских облика ($\alpha = 0,777$) и Висконсин тест сортирања карата ($\alpha = 0,785$) али

је већи од 0,7. Нешто нижа вредност ова две инструмента се може објаснити мањим бројем ставки у односу на друге коришћене инструменте. Добру поузданост (вредности Кронбаховог коефицијента α изнад 0,7) имају: OTZ ($\alpha = 0,876$), Познавање бројева ($\alpha = 0,840$), Способност сабирања ($\alpha = 0,893$), ССТТ први део ($\alpha = 0,893$), ССТТ други део ($\alpha = 0,891$), Струп први део ($\alpha = 0,862$), Аудитивно памћење ($\alpha = 0,852$) и TOL ($\alpha = 0,896$). Док одличну поузданост имају: Способност одузимања ($\alpha = 0,942$), Струп други део ($\alpha = 0,906$) и ROCFT сећање ($\alpha = 0,952$) (Табела 5). Зато следи закључак да су инструменти коришћени у овом истраживању поуздани.

3.6. Статистичке мере

За процену коришћених инструмената мерена је њихова поузданост. Поузданост се може посматрати са више аспеката а представља мерну карактеристику коришћеног инструмента истраживања која указује на степен прецизности. Поузданост се односи на унутрашњу сагласност мерне скале тј. степен сродности ставки од којих се скала састоји. Међу најчешће употребљаваним показатељима унутрашње сагласности је Кромбахов коефицијент алфа (α). Идеално би било да Кромбахов коефицијент алфа буде већи од 0.7 (уколико је $\alpha \geq 0,9$ онда је поузданост одлична, уколико је $0,7 \leq \alpha \leq 0,9$ тада је добра, $0,6 \leq \alpha \leq 0,6$ прихватљива, $0,5 \leq \alpha \leq 0,6$ слаба и $\alpha < 0,5$ неприхватљива). Треба напоменути да су вредности Кромбаховог коефицијента алфа веома осетљиве на број ставки на скали па се тако дешава да кратке скале (тј. скале са мање од десет ставки) често имају мале Кромбахове коефицијенте. За процену уједначености група према одређеним категоријским варијаблама примењен је χ^2 тест независности.

За анализу података коришћене су методе дескриптивне и аналитичке статистике и тестирање хипотеза. Од дескриптивних статистичких мера коришћени су: апсолутни бројеви, проценти, аритметичка средина (АС), опсег вредности (минимум – Мин и максимум – Макс), стандардна девијација (СД).

Разлике између параметара тестирали смо једнофакторском анализом варијансе (ANOVA) у оним случајевима где су се испитивале разлике између модалитета категоријске варијабле, а с обзиром на вредност нумеричке варијабле. За испитивање повезаности две континуиране варијабле користили смо Пирсонов коефицијент корелације. Мултипла регресија је примењена за испитивање односа између једне зависне варијабле (појединих математичких способности) и више независних варијабли. Мултипла регресија омогућава утврђивање јачине повезаности између зависне варијабле и независних варијабли и значај сваке од независних варијабли у тој повезаности.

Каноничка корелација је примењена да би се утврдила повезаност између сетова варијабли од којих један сет представљају предикторске варијабле а други сет критеријумске варијабле (математичке способности). Каноничка корелација утврђује каноничке функције које најбоље објашњавају варијабилност унутар сетова варијабли и између сетова варијабли.

Подаци су приказани табеларно и графички. Анализа података вршена је применом статистичких пакета SPSS for Windows и MS Excel.

4. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

4.1. Процена математичких способности

Развијеност математичких способности код деце са церебралном парализом испитивана је тестовима Рани нумерички тест (OTZ кроз осам подобласти), тест Питања о бројевима, тест Сабирања и Одузимања (кроз тачне одговоре и време потребно за давање тачних одговора) и способност Препознавања геометријских облика круг, квадрат, троугао и правоугаоник.

4.1.1. Процена постигнућа ученика на Раном нумеричком тест (OTZ тесту)

Табела 6. Дистрибуција основних параметара на OTZ тесту

Варијабла	Min	Max	AS	SD
OTZ тест	4	37	22,03	8,08

Напомена: OTZ - Рани нумерички тест (Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung); Min.- Минимална вредност постигнућа на тесту; Max.- Максимална вредност постигнућа на тесту; AS - аритметичка средина (просечна вредностна тесту); SD - Стандардна девијација (просечно одступање појединачних вредност од просека у узорку).

Распон добијених скорова у нашем истраживању на OTZ тесту креће се од 4 до 37 поена, са аритметичком средином и стандардном девијацијом $22,03 \pm 8,08$ (Табела 6). Оно што је такође од значаја за добијене резултате је да ни један испитаник није остварио максималан број поена на овом тесту (који износи 40).

Табела 7. Дистрибуција основних параметара у областима на OTZ тесту

Варијабле	Min	Max	AS	SD
Упоредивање	0	4	3,24	0,87
Класификација	1	5	3,38	1,24
Кореспонденција 1:1	0	5	3,41	1,15
Серијација	1	5	2,38	1,10
Бројање речима	0	5	3,52	1,55
Структурирано бројање	0	5	2,76	1,64
Резултативно бројање	0	5	1,62	1,95
Опште знање о бројевима	0	5	1,72	1,62

Напомена: OTZ - Рани нумерички тест (Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung); Min.- Минимална вредност постигнућа на тесту; Max.- Максимална вредност постигнућа на тесту; AS - аритметичка средина (просечна вредностна тесту); SD - Стандардна девијација (просечно одступање појединачних вредност од просека у узорку).

У Табели 7 дат је приказ резултата субтестова на Раном нумеричком тесту (OTZ тесту). Резултати испитаника на субтестовима показују да су испитаници најлошији у области резултативног бројања (AS=1,62) (које се односи на тачно бројање када није дозвољено показивање прстом) и област опште знање о бројевима (AS=1,72) (подразумева примену математике у реалним свакодневним животним ситуацијама, представљене на цртежу). Затим следи серијација (AS=2,38) (односи се на способност груписања објеката на основу њихових разлика) и структурирано бројање (AS=2,76) које се односи на пребројавање објеката у организованим и неорганизованим групацијама. Најбоља постигнућа испитаници имају у области бројање речима (AS=3,52) која се односи дечије вештине бројања унапред и уназад, као и коришћење основних и редних бројева до 20, затим следи кореспонденција један на један (AS=3,41) (подразумева оно што учесници разумеју о односу један на један али представљено помоћу објекта), класификација (AS=3,38) (односи се на груписање објекта у класи на основу једне или више карактеристика) и способност упоређивања (AS=3,24) (подразумева коришћење концепта као што су ниско, ниже, најниже, више, мање итд). (Табела 7).

Табела 8. Дескриптивни показатељи према областима на OTZ тесту

Области	број	тачних	одговора	N (%)		
	0	1	2	3	4	5
Упоређивање	1 (3,4%)	/	2 (6,9%)	14 (48,3%)	12 (41,4%)	/
Класификација	/	1 (3,4%)	8 (27,6%)	6 (20,7%)	7 (24,1%)	7 (24,1%)
Кореспонденција 1 на 1	1 (3,4%)	/	3 (10,3%)	13 (44,8%)	6 (20,7%)	6 (20,7%)
Серијација	/	4 (13,8%)	6 (20,7%)	12 (41,4%)	5 (17,2%)	2 (6,9%)
Бројање речима	1 (3,4%)	3 (10,3%)	4 (13,8%)	4 (13,8%)	6 (20,7%)	11 (37,9%)
Структурирано бројање	4 (13,8%)	1 (3,4%)	9 (31%)	5 (17,2%)	4 (13,8%)	6 (20,7%)
Резултативно бројање	13 (44,8%)	4 (13,8%)	5 (17,2%)	1 (3,4%)	0 (0%)	6 (20,7%)
Опште знање о бројевима	11 (37,9%)	1 (3,4%)	8 (27,6%)	5 (17,2%)	2 (6,9%)	2 (6,9%)

На основу Табеле 8 можемо приметити да у нашем узорку има деце са церебралном парализом која постижу по 5 тачних одговора у свим областима осим у области упоређивања. Области у којима испитаници успевају бар у једном задатку су област класификације и серијације док се у осталим областима дешавало да је бар један испитаник неуспешан (упоређивање, кореспонденција један на један и бројање речима) да до чак скоро половине испитаника без поена у области резултативно бројање њих (44,8%) и опште знање о бројевима (37,9%) (Табела 8).

4.1.2. Процена постигнућа ученика на тесту Питања о бројевима

Табела 9. Дистрибуција основних параметара на тесту Питања о бројевима

Варијабла	Min	Max	AS	SD
ПИО	1	12	5,55	2,63

Напомена: ПИО - Питања о бројевима; Min.- Минимална вредност постигнућа на тесту; Max.- Максимална вредност постигнућа на тесту; AS - аритметичка средина (просечна вредностна тесту); SD - Стандардна девијација (просечно одступање појединачних вредност од просека у узорку).

На тесту познавање бројева (нумеричке способности) процењено тестом број 5 – Питања о бројевима преузетог из McCarthy скале развојних способности, испитаници имају посечна постигнућа $5,55 \pm 2,63$ и распон 1 до 12 поена (Табела 9).

У односу на просечна постигнућа можемо рећи да 34,3% наших испитаника има постигнућа испод просечних, просечна постигнућа има 34,5% испитаника, док постигнућа изнад просека за цео узорак има 31% наших испитаника. Ако гледамо норме за вредност просечних постигнућа деце опште популације календарског узраста од 7,5 година на овом тесту, где се успешним сматрају деца која имају постигнућа која се крећу у опсегу од 5 до 12 поена онда можемо рећи да је 65,5% наших испитаника успешно на овом тесту док је 34, 3% испитаника безуспешно.

Табела 10. Дескриптивни показатељи по ајтемима на тесту Питања о бројевима

Варијабла	Ајтеми	Успешно N (%)	Безуспешно N (%)
Познавање броја везаног за телесну шему	1	29 (100%)	/
	2	28 (96,6%)	1 (3,4%)
	3	27 (93,1%)	2 (6,9%)
Сабирање и одузимање у оквиру прве десетице	4	22 (75,9%)	7 (24,1%)
	5	12 (41,4%)	17 (58,6%)
	6	14 (48,3%)	15 (51,7%)
	7	11 (37,9%)	18 (62,1%)
	8	7 (24,1%)	22 (75,9%)
Сабирање и одузимање у оквиру прве стотине	9	3 (10,3%)	26 (89,7%)
	10	2 (6,9%)	27 (93,1%)
Множење и дељење у оквиру прве и друге десетице	11	3 (10,3%)	26 (89,7%)
	12	3 (10,3%)	26 (89,7%)

У Табели 10 дан је приказ постигнућа испитаника по ајтемима подељених у четири области. Прва три ајтема се односе на познавање броја везаног за телесну шему и ту су испитаници најуспешнији (на првом ајтему су сви испитаници дали тачан одговор, на другом њих 96,6% док на трећем 93,1% успешних). Од четвртог до осмог ајтема, где дете треба да сабира и одузима у оквиру прве десетице, види се благи пад у постигнућима (на четвртом ајтему је 75,9% успешних, петом њих 41,4% успешних, шестом ајтему 48,3% успешних, седмом ајтему 37,9% успешних и на осмом ајтему 24% успешних). Како се задаци даље усложњавају наши испитаници су све мање успешни, па тако од осмог до десетог ајтема на задацима сабирања и одузимања у оквиру прве стотине као и на ајтемима 11 и 12 где је потребно множити и делити у оквиру прве и друге десетице, само по три испитаника успешно решава ове задатке (Табела 10).

4.1.3. Ниво развоја математичких способности код деце са церебралном парализом у односу на норме за децу типичног развоја

Упоредили смо укупни скор OTZ теста и скор Питања бројеви испитаника са церебралном парализом са нормама за децу типичног развоја узраста 8 и по година за тест Питања бројеви и 7 и по година за тест OTZ (за старију децу нам нису биле доступне норме). Резултати т-теста за испитивање статистичке значајности разлика између наших испитаника и норми за децу типичног развоја приказане су у Табели 11.

Табела 11. *Поређење постигнућа деце са церебралном парализом са нормама за децу типичног развоја – резултати т теста*

	Испитаници са церебралном парализом			Норме за децу типичног развоја			t-тест	df	p	Koenovo d
	N	AS	SD	N	AS	SD				
Математичке способности										
OTZ	29	22.03	8.08	51	35.00	3.17	10.20	78	<.001	2.11
Питања о бројевима	29	5.55	2.63	106	9.6	2.00	9.00	133	<.001	1.73

Напомена: OTZ - Рани нумерички тест (Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung); Min.- Минимална вредност постигнућа на тесту; Max.- Максимална вредност постигнућа на тесту; AS - аритметичка средина (просечна вредностна тесту); SD - Стандардна девијација (просечно одступање појединачних вредност од просека у узорку).

Подаци у Табели 11 показују да су деца са церебралном парализом статистички значајно нижих способности процењених на основу OTZ теста укупног скорa и на основу теста Питања о бројевима од деце типичног развоја. Разлике су статистички значајне на нивоу 0,001. Вредности Коеновог d указују да су ефекти церебралне парализе на оба показатеља математичких способности велики. Скор OTZ теста укупно деце са церебралном парализом је за више од 3 стандардне девијације нижи од просечног постигнућа деце типичног развоја узраста 7 и по година. Скор теста Питања о бројевима деце са церебралном парализом је за приближно 2 стандардне девијације нижи од просечног постигнућа деце типичног развоја узраста 8 и по година.

4.1.4. Процена постигнућа ученика на тесту Сабирање и одузимање

Табела 12. Дистрибуција основних параметара на тесту Сабирање и одузимање

Варијабле	Min	Max	AS	SD
Сабирање одговори	0	10	6,76	3,46
Сабирање време	5	20	11,76	3,77
Одузимање одговори	0	10	6,07	3,76
Одузимање време	7	25	14,08	4,47

Напомена: Min.- Минимална вредност постигнућа на тесту; Max.- Максимална вредност постигнућа на тесту; AS - аритметичка средина (просечна вредностна тесту); SD - Стандардна девијација (просечно одступање појединачних вредност од просека у узорку).

У Табели 12 примећујемо да на тесту Сабирање испитаници имају од 0 до 10 поена, са просечним бројем поена $6,76 \pm 3,46$. Време потребно да се реши један задатак сабирања креће се од 5 до 20 секунди са просечним временом од $11,76 \pm 3,77$. Када се ради о способности одузимања испитаници су имали скорове у распону од 0 до 10 поена са просечним бројем поена $6,07 \pm 3,76$, временом у распону од 7 до 25 секунди просечним временом од $14,08 \pm 4,47$ (Табела 12).

Табела 13. Дескриптивни показатељи времена на тесту Сабирање и одузимање

Варијабле	Време (секунди)					
	до 5	6 – 10	11 - 15	16 - 20	25	безуспешно
Сабирање	2 (6,9%)	8 (27,5%)	11 (37,8%)	4 (13,7%)	/	4 (13,8%)
Одузимање	/	6 (20,7%)	8 (27,5%)	10 (34,4%)	1 (3,4%)	4 (13,8%)

Посматрајући постигнућа наших испитаника можемо рећи да само 2 (6,9%) испитаника решава задатке сабирања и одузимања у времену пет секунди, њих 27,5% решава у року од шест до 10 секунди, 37,8% испитаника решава у времену од 11 до 15 секунди, 13,7% испитаника у времену од 16 до 20 секинди док 13,8% испитаника не успева уопште да реши ни један задатак сабирања. Када се ради о времену потребном за задатке одузимања испитаницима је потребно нешто више времена па

ни један испитаник не успева да реши радатке одузимања у времену до пет секунди. Најмање потребно време за решавање ових задатака је седам секунди, 20,7% испитаника решава у времену од седам до 10 секунди, 27,5 у времену од 11 до 15 секунди, 34,4% испитаника у времену од 16 до 20 секунди, 3,4% у времену од 25 секунди док 13,8% не успева да реши ни један задатак одузимања (Табела 13).

4.1.5. Процена постигнућа ученика на тесту Познавање основних геометријских облика

Табела 14. Дистрибуција основних параметара на тесту Познавање основних геометријских облика

Варијабле	Min	Max	AS	SD
Круг	0	9	7,45	2,23
Квадрат	0	9	5,45	2,16
Троугао	0	8	3,45	1,80
Правоугаоник	0	2	1,79	0,49

Напомена: Min.- Минимална вредност постигнућа на тесту; Max.- Максимална вредност постигнућа на тесту; AS - аритметичка средина (просечна вредностна тесту); SD - Стандардна девијација (просечно одступање појединачних вредност од просека у узорку).

У Табели 14 су дата постигнућа наших испитаника на тесту Познавање основних геометријских облика. Када се ради о способности препознавања круга број тачних одговора креће се од 0 до 9 са просеком $7,45 \pm 2,30$, код препознавања квадрата распон тачних одговора креће се од 0 до 9 са просеком $5,45 \pm 2,16$, способност препознавања троугла од 0 до 8 са просеком $3,45 \pm 1,80$ а препознавање правоугаоника од 0 до 2 са просеком $1,79 \pm 0,49$ (Табела 14). Значајно је напоменути да је један број испитаника међу понуђеним облицима често давао и погрешне одговоре.

На питање да дефинише шта то за њега представља круг, које су то особине које карактеришу круг само су пет ученика дала одговоре. Остали испитаници су знали да препознају приказане геометријске облике (круг, квадрат, троугао, правоугаоник) али нису знали које их особине карактеришу што нам говори да је већина наших испитаника на нивоу визуелизације.

Одговори испитаника који су дати су следећи:

- Круг: *то је округао предмет; нешто округло; кружна линија; затворена кружна линија;*
- Квадрат: *предмет са четири једнаке стране; као коцка са четири стране; коцка која има све једнаке стране; има све четири странице једнаке;*
- Троугао: *предмет са 3 угла; има 3 различите стране које спајају унакрсно; фигура која има све три исте стране;*
- Правоугаоник: *има по 2 једнаке странице; геометријско тело које има 2 различите стране; по две једнаке стране;*

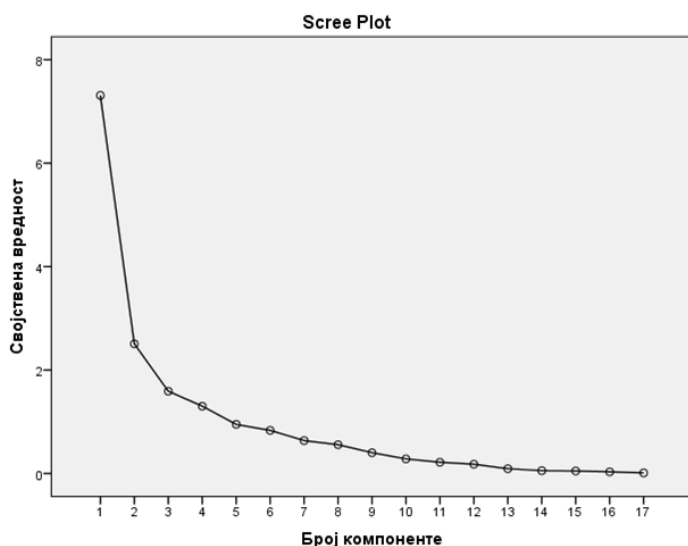
Већину наведених одговора можемо сврстати у ниво анализирања. Наши испитаници набрајају особине приказаних геометријских облика али још увек не могу да увиде везу између њих.

4.1.6. Повезаност између математичких постигнућа

Да бисмо испитали повезаност између успешности испитаника на различитим задацима математичких способности применили смо поступак анализе главних компоненти на следећем скупу варијабли: Рани нумерички тест (OTZ тест) и то подобласти: упоређивање, класификовање, кореспонденција, серијација, усмено бројање, структурно бројање, резултативно бројање, употреба бројева; на тесту Питања о бројевима (из McCarthy скале развојних способности), тесту Сабирање (тачни одговори), тесту Сабирање (време за одговор), тесту Одузимање (тачни одговори), тесту Одузимање (време за одговор); тесту Препознавање геометријских облика (круг, квадрат, троугао, правоугаоник).

Вредност Кајзер-Мајер-Олкин мере износи 0,64; Бартлетов тест сферицитета је статистички значајан ($\chi^2 = 415,403$; $df=136$; $p<0,001$), што указује да је оправдано приступити анализи главних компоненти. Графички приказ својствених вредности компоненти који се користи за одабир компоненти према Кателовом критеријуму (scree plot) дат је у Графику 1.

График 1. Приказ својствених вредности компоненти који се користи за одабир компоненти према Кателовом критеријуму



Табела 15. Својствене вредности компонената математичких постигнућа и проценат објашњене варијансе

Компонента	Својствена вредност	% објашњене варијансе
1	7,309	42,996
2	2,506	14,740
3	1,591	9,359
4	1,301	7,652

Анализа главних компоненти уз директну облимин ротацију је показала да се издвајају 4 компоненати (на основу Кајзер-Гутмановог и Кателовог критеријума), које објашњавају укупно 74,7 % варијансе. Својствене вредности компоненти и проценти варијансе које компоненте објашњавају приказани су у Табели 15 па тако можемо видети да је прва компонента одговорна за највећи проценат варијансе (око 43%), друга компонента објашњава 14,7%, трећа 9,4% и четврта објашњава 7,6% варијансе.

Табела 16. Матрица склопа ротираних компонената математичких постигнућа

Варијабле	Компоненте			
	1	2	3	4
Упоредивање	-0,16	-0,12	0,14	0,92
Класификација	0,23	0,24	-0,32	0,15
Кореспонденција 1 на 1	0,44	0,05	-0,12	0,48
Серијација	-0,01	0,36	-0,41	0,06
Усмено бројање	0,32	0,01	-0,53	-0,05
Структурирано бројање	0,98	-0,05	-0,01	-0,30
Резултативно бројање	0,96	-0,08	0,10	0,02
Употреба бројева	0,30	-0,12	-0,45	0,48
Питања о бројевима	0,45	-0,28	-0,58	0,19
Сабирање одговори	0,61	0,37	-0,19	0,21
Сабирање време	-0,03	0,98	0,07	-0,09
Одузимање одговори	0,70	0,28	-0,02	0,33
Одузимање време	0,04	0,95	0,04	-0,08
Круг	-0,03	0,33	-0,65	0,22
Квадрат	0,03	-0,13	-0,79	-0,00
Троугао	-0,10	-0,25	-0,95	-0,15
Правоугаоник	-0,03	0,50	-0,66	0,01

Напомена: Засићења $\geq .30$ су наглашена

Засићења варијабли на појединим компонентама након ротације (матрица склопа) приказане су у Табели 16. Факторско засићење креће се од 0,32 до 0,98. На основу засићења варијабли на појединим компонентама можемо сагледати да се прва компонента односи на способности Рани нумерички тест (OTZ тест) и то подобласти структурирано и резултативно бројање, затим на тесту Сабирања и одузимања тачни одговори. У другој издвојеној компоненти заједно су се нашле варијабле: Сабирање и Одузимање потребно време за тачне одговоре. Трећа компонента била је

састављена из варијабли добијених на основу задатака за процену класификације, серијације, усменог бројања, употреба бројаева из OTZ тест, затим тест Питања о бројевима и тест Препознавања геометријских облика (круг, квадрат, троугао, правоугаоник). Четврта компонента се односила на способности: упоређивање, кореспонденција 1 на 1 и употреба бројева (Табела 16).

Табела 17. *Корелације компонената математичких постигнућа*

Компонента	1	2	3	4
1		0,14	-0,41	0,26
2	0,14		-0,26	0,11
3	-0,41	-0,26		-0,22
4	0,26	0,11	-0,22	

Вредности у Табели 17 указују да је компонента 3 у умереној негативној корелацији са компонентом 1 и у нижој умереној негативној корелацији са компонентом 2. Остале међусобне корелације компонената математичких способности су ниске. Можемо да закључимо да су математичке способности дефинисане утврђеним компонентама код испитаника у знатној мери независне, са изузетком негативне корелације између компоненте 3 и компонената 1 и 2.

4.1.7. Разлике у математичким способностима с обзиром на пол, врсту школе, латерализованост, GMFC, MACS, тип церебралне парализе и узраст

Табела 18. Резултати једносмерне анализе варијансе са полом као независном варијаблом и математичким способностима као зависним варијаблама

Варијабле	df	F	Sig.
Упоредивање	1, 27	0,664	0,422
Класификација	1, 27	0,596	0,447
Кореспонденција 1 на 1	1, 27	0,097	0,758
Серијација	1, 27	1,999	0,169
Усмено бројање	1, 27	0,600	0,445
Структурирано бројање	1, 27	0,227	0,637
Резултативно бројање	1, 27	0,217	0,645
Употреба бројева	1, 27	0,149	0,702
OTZ укупан скор	1, 27	0,905	0,350
Питања о бројевима	1, 27	2,444	0,130
Сабирање одговори	1, 27	0,111	0,742
Сабирање време	1, 27	0,053	0,820
Одузимање одговори	1, 27	0,046	0,832
Одузимање време	1, 27	0,291	0,594
Круг	1, 27	1,946	0,174
Квадрат	1, 27	2,845	0,103
Троугао	1, 27	3,319	0,080
Правоугаоник	1, 27	1,374	0,251

Напомена: OTZ - Рани нумерички тест (Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung).

Резултати једносмерне анализе варијансе са полом као независном варијаблом и математичким способностима као зависним варијаблама приказани су у Табели 18. Резултати показују да не постоје статистички значајне разлике у математичким способностима с обзиром на пол.

Табела 19. Резултати једносмерне анализе варијансе са врстом школе као независном варијаблом и математичким способностима као зависним варијаблама

Варијабле	Врста школе	AS	SD	df	F	Sig.
Упоређивање	C	2,86	1,027	1, 27	6,231	0,019
	P	3,60	0,507			
Класификација	C	3,14	1,292	1, 27	0,989	0,329
	P	3,60	1,183			
Кореспонденција 1 на 1	C	2,86	1,167	1, 27	7,905	0,009
	P	3,93	0,884			
Серијација	C	2,29	1,069	1, 27	8,193	0,008
	P	3,33	0,900			
Усмено бројање	C	2,50	1,454	1, 27	19,275	0,000
	P	4,47	0,915			
Структурирано бројање	C	2,07	1,685	1, 27	5,519	0,026
	P	3,40	1,352			
Резултативно бројање	C	1,00	1,569	1, 27	2,921	0,099
	P	2,20	2,145			
Употреба бројева	C	0,79	1,311	1, 27	12,882	0,001
	P	2,60	1,404			
OTZ укупан скор	C	16,50	6,223	1, 27	22,432	0,000
	P	27,20	5,943			
Питања о бројевима	C	3,79	1,251	1, 27	20,957	0,000
	P	7,20	2,513			
Сабирање одговори	C	4,36	3,433	1, 27	23,517	0,000
	P	9,00	1,363			
Сабирање време	C	10,21	7,192	1, 27	0,005	0,943
	P	10,07	3,218			
Одузимање одговори	C	3,29	2,998	1, 27	30,405	0,000
	P	8,67	2,225			
Одузимање време	C	11,79	8,631	1, 27	0,078	0,782
	P	11,47	3,701			
Круг	C	6,36	2,735	1, 27	8,797	0,006
	P	8,67	1,234			
Квадрат	C	4,50	2,442	1	6,151	0,020
	P	6,33	1,447			
Троугао	C	3,00	1,414	1, 27	1,713	0,202
	P	3,87	2,066			
Правоугаоник	C	1,57	0,646	1, 27	6,615	0,016
	P	2,00	0,000			

Напомена: P – редовна школа; C – школа за децу са сметњама у развоју; OTZ - Рани нумерички тест (Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung).

Статистички сигнификантна разлика је подебљана.

Резултати у Табели 19 показују да ученици који похађају школа за децу са сметњама у развоју имају статистички значајно нижа постигнућа у математици од ученика редовних школа на следећим показатељима: OTZ тест упоређивање ($p < 0,05$), OTZ тест кореспонденција ($p < 0,05$), OTZ тест серијација ($p < 0,05$), OTZ тест усмено бројање ($p < 0,001$), OTZ тест структурирано бројање ($p < 0,05$), OTZ тест употреба бројева ($p < 0,05$), OTZ тест укупни скор ($p < 0,001$), на тесту Питања о бројевима ($p < 0,001$), тесту Сабирање (тачни одговори) ($p < 0,001$), тесту Одузимање (тачни одговори) ($p < 0,001$), тесту Препознавање геометријских облика - круг ($p < 0,05$), тесту Препознавање геометријских облика - квадрат ($p < 0,05$) и тесту Препознавање геометријских облика - правоугаоник ($p < 0,05$). Нема статистички значајних разлика између ученика специјалних и редовних школа на следећим показатељима математичких способности: OTZ тест класификација, OTZ тест резултативно бројање, тесту Сабирање (време за одговор), тесту Одузимање (тачни одговори) и тесту Препознавање геометријских облика - троугао.

Табела 20. Резултати једносмерне анализе варијансе са латерализованошћу као независном варијаблом и математичким способностима као зависним варијаблама

Варијабле	df	F	Sig.
Упоредивање	1, 27	1,601	0,217
Класификација	1, 27	0,018	0,894
Кореспонденција 1 на 1	1, 27	2,823	0,104
Серијација	1, 27	0,490	0,490
Усмено бројање	1, 27	0,083	0,775
Структурно бројање	1, 27	0,041	0,841
Резултативно бројање	1, 27	0,007	0,933
Употреба бројева	1, 27	3,471	0,073
OTZ укупан скор	1, 27	1,098	0,304
Питања о бројевима	1, 27	1,973	0,171
Сабирање одговори	1, 27	0,000	0,991
Сабирање време	1, 27	0,331	0,570
Одузимање одговори	1, 27	0,013	0,909
Одузимање време	1, 27	0,431	0,517
Круг	1, 27	0,794	0,381
Квадрат	1, 27	0,573	0,456
Троугао	1, 27	1,829	0,187
Правоугаоник	1, 27	0,153	0,699

Напомена: Р – редовна школа; С – специјална школа; OTZ - Рани нумерички тест (Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung).

Резултати једносмерне анализе варијансе са латерализованошћу као независном варијаблом и математичким способностима као зависним варијаблама приказани су у Табели 20. Резултати показују да не постоје статистички значајне разлике у математичким способностима с обзиром на латерализованост.

Табела 21. Резултати једносмерне анализе варијансе са GMFC као независном варијаблом и математичким способностима као зависним варијаблама

Варијабле	GMFC	AS	SD	df	F	Sig.
Упоређивање	I,II	3,12	1,054	1, 27	0,821	0,373
	III, IV, V	3,42	0,515			
Класификација	I,II	3,82	1,131	1, 27	6,304	0,018
	III, IV, V	2,75	1,138			
Кореспонденција 1 на 1	I,II	3,82	1,074	1, 27	6,179	0,019
	III, IV, V	2,83	1,030			
Серијација	I,II	3,06	0,899	1, 27	1,857	0,184
	III, IV, V	2,50	1,314			
Усмено бројање	I,II	4,00	1,173	1, 27	4,483	0,044
	III, IV, V	2,83	1,801			
Структурно бројање	I,II	3,53	1,231	1, 27	12,947	0,001
	III, IV, V	1,67	1,557			
Резултативно бројање	I,II	2,41	1,906	1, 27	8,558	0,007
	III, IV, V	0,50	1,446			
Употреба бројева	I,II	2,47	1,546	1, 27	12,142	0,002
	III, IV, V	0,67	1,073			
OTZ укупан скор	I,II	25,41	8,216	1, 27	9,314	0,005
	III, IV, V	17,25	5,029			
Питања о бројевима	I,II	6,47	2,375	1, 27	5,909	0,022
	III, IV, V	4,25	2,491			
Сабирање одговори	I,II	8,12	2,804	1, 27	7,897	0,009
	III, IV, V	4,83	3,486			
Сабирање време	I,II	9,82	4,157	1, 27	0,135	0,716
	III, IV, V	10,58	6,986			
Одузимање одговори	I,II	7,65	3,141	1, 27	9,411	0,005
	III, IV, V	3,83	3,512			
Одузимање време	I,II	4,60	4,603	1, 27	0,037	0,849
	III, IV, V	8,65	8,649			
Круг	I,II	8,00	1,323	1, 27	10,497	0,232
	III, IV, V	6,92	3,315			
Квадрат	I,II	6,24	1,985	1, 27	6,499	0,017
	III, IV, V	4,33	1,969			
Троугао	I,II	3,76	1,786	1, 27	1,276	0,269
	III, IV, V	3,00	1,809			
Правоугаоник	I,II	1,94	0,243	1, 27	4,152	0,051
	III, IV, V	1,58	0,669			

Напомена: OTZ - Рани нумерички тест (Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung); GMFCS – Gross Motor Function Classification System.

Статистички сигнификантна разлика је подебљана

Резултати у Табели 21 показују да испитаници који припадају I и II нивоу GMFC имају статистички значајно виша постигнућа у математици од испитаника који припадају III, IV и V нивоу GMFC на следећим показатељима: OTZ тест класификација, OTZ тест кореспонденција, OTZ тест усменог бројања, OTZ тест структурираног бројања, OTZ тест резултативног бројања, OTZ тест употребе бројева, OTZ тест укупног скорa на тесту Питања о бројевима, тесту Сабирање (тачни одговори), тесту Одузимање (тачни одговори), тесту Препознавање геометријских облика - квадрат. Наведене разлике су статистички значајне на нивоу $p < 0,05$. Нема статистички значајних разлика између група испитаника с обзиром на GMFC на следећим показатељима математичких способности: OTZ тест упоређивање, OTZ тест серијација, тесту Сабирање (време за одговор), тесту Одузимање (време за одговор), тесту Препознавање геометријских облика круг, тесту Препознавање геометријских облика - троугао и тесту Препознавање геометријских облика - правоугаоник.

Да бисмо испитали разлике у математичким способностима с обзиром на MASC, испитанике смо сврстали у три категорије с обзиром на MASC: категорију која обухвата I, категорију која обухвата II ниво и категорију која обухвата III и IV ниво. Резултати једносмерне анализе варијансе са MASC као независном варијаблом и математичким способностима као зависним варијаблама приказани су у Табели 22.

Табела 22. Резултати једносмерне анализе варијансе са MASC као независном варијаблом и математичким способностима као зависним варијаблама

Варијабле	MASC	AS	SD	df	F	Sig.
Упоредјивање	I	3,20	0,789	2, 26	0,821	0,373
	II	3,17	1,115			
	III, IV	3,43	0,535			
Класификација	I	4,10	1,101	2, 26	6,304	0,018
	II	3,33	0,985			
	III, IV	2,43	1,272			
Кореспонденција 1 на 1	I	4,20	1,135	2, 26	6,179	0,019
	II	3,25	0,622			
	III, IV	2,57	1,272			
Серијација	I	2,80	1,033	2, 26	1,857	0,184
	II	2,83	0,937			
	III, IV	2,86	1,574			
Усмено бројање	I	4,30	1,252	2, 26	4,483	0,044
	II	3,00	1,537			
	III, IV	3,29	1,704			
Структурно бројање	I	4,00	1,054	2, 26	12,947	0,001
	II	2,25	1,765			
	III, IV	1,86	1,069			
Резултативно бројање	I	3,00	1,886	2, 26	8,558	0,007
	II	1,42	1,832			
	III, IV	0,00	0,000			
Употреба бројева	I	2,90	1,524	2, 26	12,142	0,002
	II	1,25	1,422			
	III, IV	0,86	1,215			
OTZ укупан скор	I	28,50	6,704	2, 26	9,314	0,005
	II	19,58	7,440			
	III, IV	17,00	4,933			
Питања о бројевима	I	7,10	2,726	2, 26	5,909	0,022
	II	5,25	2,454			
	III, IV	3,86	1,574			
Сабирање одговори	I	8,50	3,064	2, 26	7,897	0,009
	II	6,83	3,186			
	III, IV	4,14	3,185			
Сабирање време	I	8,50	4,528	2, 26	0,135	0,716
	II	11,33	4,979			
	III, IV	10,43	7,254			
Одузимање одговори	I	8,00	3,367	2, 26	9,411	0,005
	II	6,33	3,393			
	III, IV	2,86	3,078			
Одузимање време	I	10,50	5,233	2, 26		

	II	13,08	6,067		0,037	0,849
	III, IV	12,86	8,859			
Круг	I	8,00	1,700	2, 26	1,497	0,232
	II	7,58	2,875			
	III, IV	6,86	2,410			
Квадрат	I	6,30	2,452	2, 26	6,499	0,017
	II	4,92	2,234			
	III, IV	5,14	1,345			
Троугао	I	4,10	2,283	2, 26	1,276	0,269
	II	2,67	1,155			
	III, IV	3,86	1,676			
Правоугаоник	I	1,90	0,316	2, 26	4,152	0,051
	II	1,75	0,622			
	III, IV	1,71	0,488			

Напомена: OTZ - Рани нумерички тест (Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung); MACS – Manual Ability Classification System.

Статистички сигнификантна разлика је подебљана.

Резултати у Табели 22 показују да постоје статистички значајне разлике међу иапитаницима с обзиром на MACS на следећим показатељима математичких способности: OTZ тест класификација, OTZ тест кореспонденција, OTZ тест структурног бројања, OTZ тест резултативног бројања, OTZ тест употребе бројева, OTZ тест укупног скорa на тесту Питања о бројевима, тесту Сабирање (тачни одговори), тесту Одузимање (тачни одговори). Наведене разлике су статистички значајне на нивоу $p < 0,05$. Нема статистички значајних разлика између група испитаника с обзиром на MACS на следећим показатељима математичких способности: OTZ тест упоређивање, OTZ тест серијација, OTZ тест усмено бројање, тесту Сабирање (време за одговор), тесту Одузимање (време за одговор), Препознавање геометријских облика - круг, Препознавање геометријских облика - квадрат, Препознавање геометријских облика - троугао и Препознавање геометријских облика - правоугаоник.

Бонфериони пост хок тест је показао да испитаници који имају I ниво MACS су статистички значајно успешнији од испитаника који имају III или IV ниво MACS на следећим варијаблама: OTZ тест класификација, OTZ тест кореспонденција, OTZ тест структурно бројање, OTZ тест резултативно бројање, OTZ тест употреба бројева, OTZ тест укупан скор, на тесту Питања о бројевима, тесту Сабирање (тачни

одговори), тесту Одузимање (тачни одговори) (све разлике су статистички значајне на нивоу 0,05). Испитаници који имају I ниво MACS имају статистички значајно више скорове од испитаника који имају II ниво MACS на следећим варијаблама: OTZ тест структурно бројање, OTZ тест употреба бројава и OTZ тест укупан скор ($p < 0,05$). Испитаници који имају II ниво MACS и испитаници који имају III или IV ниво MACS не разликују се статистички значајно у погледу успешности на задацима математичких способности.

Табела 23. Резултати једносмерне анализе варијансе са типом ЦП као независном варијаблом и математичким способностима као зависним варијаблама

Варијабле	Тип ЦП	AS	SD	df	F	Sig.
Упоредивање	хеми	3,33	0,651	2, 26	1,167	0,327
	дипл	2,89	1,269			
	остали	3,50	0,535			
Класификација	хеми	3,83	1,267	2, 26	1,614	0,218
	дипл	3,22	1,093			
	остали	2,88	1,246			
Кореспонденција 1 на 1	хеми	3,92	1,084	2, 26	2,828	0,077
	дипл	3,33	0,866			
	остали	2,75	1,282			
Серијација	хеми	3,17	1,267	2, 26	1,766	0,191
	дипл	2,89	0,782			
	остали	2,25	1,035			
Усмено бројање	хеми	4,08	1,379	2, 26	1,620	0,217
	дипл	3,33	1,732			
	остали	2,88	1,458			
Структурно бројање	хеми	3,17	1,586	2, 26	1,281	0,295
	дипл	2,89	1,616			
	остали	2,00	1,690			
Резултативно бројање	хеми	2,42	2,109	2, 26	2,027	0,152
	дипл	1,33	1,658			
	остали	0,75	1,753			
Употреба бројева	хеми	2,42	1,676	2, 26	3,441	0,047
	дипл	1,78	1,481			
	остали	0,63	1,188			
ОТЗ укупан скор	хеми	26,42	7,902	2, 26	4,004	0,030
	дипл	20,33	7,937			
	остали	17,38	5,423			
Питања о бројевима	хеми	6,67	2,871	2, 26	2,180	0,133
	дипл	5,11	1,364			
	остали	4,38	2,925			
Сабирање одговори	хеми	7,75	3,194	2, 26	1,826	0,181
	дипл	7,11	3,140			
	остали	4,88	3,834			
Сабирање време	хеми	9,83	4,006	2, 26	0,176	0,840
	дипл	9,97	3,937			
	остали	11,13	7,624			
Одузимање одговори	хеми	6,92	3,630	2, 26	1,349	0,277
	дипл	6,56	3,468			
	остали	4,25	4,097			
Одузимање време	хеми	12,00	5,127			

Круг	дипл	12,22	5,118	2, 26	0,228	0,798
	остали	13,38	9,242			
	хеми	7,58	2,575			
	дипл	7,67	1,658			
	остали	7,38	2,973			
	хеми	6,17	2,480			
Квадрат	дипл	5,22	1,986	2, 26	1,318	0,285
	остали	4,63	1,685			
	хеми	4,00	2,335			
Троугао	дипл	3,33	1,118	2, 26	1,195	0,319
	остали	2,75	1,389			
	хеми	1,83	0,577			
Правоугаоник	дипл	1,89	0,333	2, 26	0,663	0,524
	остали	1,63	0,518			
	хеми	1,83	0,577			

Напомена: OTZ - Рани нумерички тест (Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung); ЦП – церебрална парализа; хеми – спастична хемиплегија; дипл – спастична диплегија и квадриплегија; остали - атаксија и дискинетична.

Резултати у Табели 23 показују да постоје статистички значајне разлике међу испитаницима с обзиром на тип церебралне парализе само на два показатеља математичких способности: OTZ тест употреба бројева и OTZ тест укупни скор. Наведене разлике су статистички значајне на нивоу $p < 0,05$. Бонферони пост хок тест је показао да испитаници који имају спастичну хемиплегију су статистички значајно успешнији од испитаника који припадају групи остали а чине их испитаници са атаксијом и дискинетичном формом церебралне парализе.

Табела 24. Резултати једносмерне анализе варијансе са узрастом као независном варијаблом и математичким способностима као зависним варијаблама

Варијабле	УЗРАСТ	AS	SD	df	F	Sig.
Упоредивање	9-10	3,08	1,084	2, 26	1,342	0,279
	10-11	3,60	0,516			
	12	3,00	0,816			
Класификација	9-10	2,75	1,138	2, 26	3,616	0,041
	10-11	3,60	1,075			
	12	4,14	1,215			
Кореспонденција 1 на 1	9-10	2,75	1,055	2, 26	4,696	0,018
	10-11	3,70	0,823			
	12	4,14	1,215			
Серијација	9-10	3,00	1,279	2, 26	0,344	0,712
	10-11	2,60	0,699			
	12	2,86	1,345			
Усмено бројање	9-10	3,42	1,443	2, 26	0,793	0,463
	10-11	3,20	1,874			
	12	4,14	1,215			
Структурирано бројање	9-10	2,58	1,084	2, 26	1,183	0,322
	10-11	2,40	2,066			
	12	3,57	1,718			
Резултативно бројање	9-10	0,83	1,467	2, 26	1,872	0,174
	10-11	2,00	2,211			
	12	2,43	2,070			
Употреба бројева	9-10	0,75	0,965	2, 26	5,446	0,011
	10-11	2,10	1,729			
	12	2,86	1,574			
OTZ укупан скор	9-10	17,92	6,598	2, 26	3,537	0,044
	10-11	23,60	8,383			
	12	26,86	7,358			
Питања о бројевима	9-10	5,08	2,353	2, 26	0,447	0,644
	10-11	5,60	2,914			
	12	6,29	2,870			
Сабирање одговори	9-10	6,00	3,516	2, 26	0,473	0,628
	10-11	7,30	3,335			
	12	7,29	3,817			
Сабирање време	9-10	11,50	6,230	2, 26	0,647	0,532
	10-11	9,00	4,320			
	12	9,43	5,533			
Одузимање одговори	9-10	5,08	3,679	2, 26	0,689	0,511
	10-11	6,80	3,553			
	12	6,71	4,348			
Одузимање време	9-10	13,83	7,396			

	10-11	10,50	5,212	2, 26	0,751	0,482
	12	11,57	6,503			
	9-10	7,33	2,425			
Круг	10-11	7,80	2,781	2, 26	0,099	0,906
	12	7,57	1,902			
	9-10	5,50	1,679			
Квадрат	10-11	5,50	2,635	2, 26	0,024	0,976
	12	5,29	2,498			
	9-10	3,40	1,955			
Троугао	10-11	3,86	2,268	2, 26	0,242	0,787
	12	3,45	1,804			
	9-10	1,80	0,632			
Правоугаоник	10-11	1,86	0,378	2, 26	0,100	0,905
	12	1,79	0,491			
	9-10	1,80	0,632			

Напомена: OTZ - Рани нумерички тест (Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung).

Статистички сигнификантна разлика је подебљана.

Када се ради о разликама у односу на узраст испитаника са церебралном парализом резултати у Табели 24 показују да постоје статистички значајне разлике међу испитаницима с обзиром на узраст у следећим показатељима математичких способности: OTZ тест класификација, OTZ тест кореспонденција, OTZ тест употреба бројева и OTZ тест укупни скор. Наведене разлике су статистички значајне на нивоу $p < 0,05$. Бонферони пост хок тест је показао да су испитаници узраста од 12 година су статистички значајно успешнији од испитаника који имају 9 и 10 година на следећим варијаблама: OTZ тест класификација, OTZ тест кореспонденција, OTZ тест употреба бројева и OTZ тест укупан скор (све разлике су статистички значајне на нивоу 0,05). Испитаници узраста 9 и 10 година и испитаници узраста 10 и 11 година, као и испитаници узраста 10 и 11 година у односу на испитанике 12 година не разликују се статистички значајно у погледу успешности на задацима математичких способности.

4.2. Процена когнитивне флексибилности и утицај на развој математичких способности код деце са церебралном парализом

4.2.1. Постигнућа испитаника на процени когнитивне флексибилности

Табела 25. *Дескриптивне вредности параметара на WCST тесту*

Варијабле	Min	Max	AS	SD
WCST БК	0	6	3,34	1,59
WCST БПК	12	38	21,93	6,58
WCST БПГ	10	35	23,76	6,98

Напомена: WCST - Висконсин тест сортирања карата (Wisconsin Card Sorting Test); WCST БК - Висконсин тест сортирања карата - број постигнутих категорија; WCST БПК - Висконсин тест сортирања карата - број потрошених карата до прве категорије; WCST БПГ - Висконсин тест сортирања карата - број персеверативних грешака; Min.- Минимална вредност постигнућа на тесту; Max.- Максимална вредност постигнућа на тесту; AS - аритметичка средина (просечна вредностна тесту); SD - Стандардна девијација (просечно одступање појединачних вредност од просека у узорку).

На WCST (Висконсин тест сортирања карата) наши испитаници имају следећа постигнућа: постижу од 0 до 6 сортираних категорија са просеком $3,34 \pm 1,59$; број потрошених карата до постизања прве категорије креће се од 12 до 38 са просеком $21,93 \pm 6,58$ док се број персеверативних грешака креће од 10 до 35 просечна постигнућа $23,76 \pm 6,98$ (Табела 25). Број сортираних категорија и број персеверативних грешака односе се на когнитивну флексибилност и биће посебно наглашене док се број потрошених карата до комплетирања прве категорије односи више на способност концептуализације.

Табела 26. *Дескриптивни показатељи броја сортираних категорија на тесту WCST*

Број постигнутих категорија	0	I	II	III	IV	V	VI
N	2	1	4	9	8	1	4
(%)	(6,9%)	(3,4%)	(13,8%)	(31%)	(27,6%)	(3,4%)	(13,8%)

Највећи број наших испитаника постиже три (31%) и четири (27,6%) категорије на WCST, максималан број категорија постиже четири испитаника (13,8%), пет категорија један испитаник (3,4%), четири испитаника постижу две

категорије, један испитаник (3,4%) једну категорију док два испитаника (6,9%) не постиже ни једну категорију (Табела 26).

Табела 27. *Дескриптивне вредности параметара на CCTT тесту*

	Варијабле	Min	Max	AS	SD
А	време (у секундама)	27	170	88,93	37,98
	број грешака	0	9	3,79	2,62
Б	време (у секундама)	37	380	150,03	93,34
	број грешака	0	13	5,10	4,25
РАЗЛИКА Б-А	време (у секундама)	8	300	92,48	71,03
	број грешака	0	7	3,31	2,27

Напомена: CCTT - Дечији тест трасирања боја (Children's Color Trails Test); Min.- Минимална вредност постигнућа на тесту; Max.- Максимална вредност постигнућа на тесту; AS - аритметичка средина (просечна вредностна тесту); SD - Стандардна девијација (просечно одступање појединачних вредност од просека у узорку).

Дечији тест трасирања боја (Children's Color Trails Test, CCTT) се састоји из два дела: А и Б. Део А се користи за процену пажње и концептуалног праћења, а део Б служи и за процену когнитивне флексибилности. Поред тога когнитивна флексибилност је процењена и кроз разлику у броју грешака и времену одузимањем вредности првог задатка од другог. Распон времена у првом делу CCTT теста кретао се у распону од 27 до 170 секунди са просечним временом $88,93 \pm 37,98$ док се број грешака кретао од 0 до девет са просеком $3,79 \pm 2,62$ (Табела 27). Када се ради о броју грешака нешто више од половине (51,7%) испитаника не прави ни једну грешку, затим од једне до три грешке прави 23,1% испитаника; од четири до шест грешака 17,2% испитаника и осам и девет грешака прави 6,8% наших испитаника.

Просечно време које је било потребно нашим испитаницима да изврше други део задатка $150,03 \pm 93,34$ са распоном времена од 37 до 380 секунди. Број грешака се кретао у распону од 0 до 13 са просеком $5,10 \pm 4,25$ (Табела 27). Проценат испитаника који нису правили ни једну грешку на овом делу је нешто нижи у односу на први део и износи 41,4%, од две до три грешке правило је 10,3%, од четири до шест 13,8%, од

седам до девет грешака 20,6% и од 10 до 13 грешака 13,7% испитаника. Испитујући разлику у броју грешака између другог и првог дела можемо видети да се ради о малом броју грешака (распон од нула до седам, просек $3,31 \pm 2,27$) уз високу разлику у времену између ова два задатка (распон од осам до 300, просек $92,48 \pm 71,03$) (Табела 27).

Табела 28. Вредности коефицијената Пирсонове корелације између когнитивне флексибилности и математичких способности

	WCSTбк	WCSTбпк	WCSTбпг	ССТТАг	ССТТАв	ССТТБг	ССТТБв	ССТТг	ССТТв
ОТЗ	0,815**	-0,113	-0,529**	-0,364	-0,379*	-0,385**	-0,082	-0,513**	0,094
Питања о бројевима	0,741**	-0,103	-0,475**	-0,519**	-0,434*	-0,466*	-0,152	-0,371*	0,066
Сабирање одговори	0,783**	-0,028	-0,319	-0,251	-0,525**	-0,551**	0,042	-0,427*	0,203
Сабирање време	0,123	0,384*	0,314	0,291	-0,142	-0,001	0,259	0,162	0,221
Одузимање одговори	0,744**	-0,087	-0,280	-0,353	-0,411*	-0,449*	-0,123	-0,367	0,048
Одузимање време	0,215	0,332	0,206	0,226	-0,152	-0,059	0,211	0,065	0,197
Круг	0,555**	0,331	-0,138	-0,150	-0,584**	-0,449*	0,145	-0,166	0,249
Квадрат	0,536**	0,193	-0,245	-0,298	-0,587**	-0,494**	-0,035	-0,247	0,081
Троугао	0,505**	0,213	-0,391*	-0,152	-0,432*	-0,425*	0,047	-0,297	0,116
Правоугаоник	0,598**	0,244	-0,098	-0,001	-0,672**	-0,553**	0,218	-0,261	0,255

Напомена: WCST - Висконсин тест сортирања карата (Wisconsin Card Sorting Test); WCSTбк - Висконсин тест сортирања карата - број постигнутих категорија; WCSTбпк - Висконсин тест сортирања карата - број потрошених карата до прве категорије; WCSTбпг - Висконсин тест сортирања карата - број персеверативних грешака; ССТТ - Дечији тест трасирања боја (Children's Color Trails Test); ССТТАг - Дечији тест трасирања боја део А број грешака; ССТТАв - Дечији тест трасирања боја део А време; ССТТБг - Дечији тест трасирања боја део Б број грешака; ССТТБв - Дечији тест трасирања боја Б време; ССТТг - Дечији тест трасирања боја грешке разлика; ССТТв - Дечији тест трасирања боја време разлика; ОТЗ - Рани нумерички тест (Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung);

*Статистичка значајност на нивоу 0,05

** Статистичка значајност на нивоу 0,01

Из Табеле 28 можемо видети да је варијабла WCST број постигнутих категорија високо повезана са свим варијаблама испитаних математичких

способности, осим са варијаблама Сабирање и Одузимање време. Што значи да испитаници који су постигли више категорија на Висконсин тесту сортирања карата имају боља постигнућа у процењеним математичким способностима. Од осталих варијабли истичу се Дечији тест трасирања боја део А време и Дечији тест трасирања боја део Б број грешака који су негативној корелацији са свим испитаним варијаблама осим Сабирање и Одузимање потребно време. Ово нам указује да испитаници који праве више грешака у другом делу ССТТ и они којима је потребно више времена да заврше први део ССТТ задатка имају лошија постигнућа у математици (Табела 28).

4.2.2. Показатељи когнитивне флексибилности као предиктори математичких способности

Табела 29. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли когнитивне флексибилности као предиктора OTZ теста укупни скор

Варијабле	ß	t	p
WCST број категорија	0,691	3,074	0,006
WCST број потрошених карата	0,029	0,167	0,869
WCST број персеверативних	-0,121	-0,668	0,512
ССТТ А време	0,603	0,639	0,530
ССТТ А број грешака	0,124	0,508	0,617
ССТТ Б време	-1,608	-0,703	0,490
ССТТ време разлика	1,258	0,713	0,484
ССТТ грешке разлика	-0,228	-1,568	0,133

Напомена: OTZ - Рани нумерички тест (Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung); WCST - Висконсин тест сортирања карата (Wisconsin Card Sorting Test); ССТТ - Дечији тест трасирања боја (Children's Color Trails Test).

Статистички сигнификантан значај је подебљан.

Мултипла регресија је примењена за испитивање да ли варијабле когнитивне флексибилности предвиђају постигнућа испитаника на OTZ тесту укупан скор. Укупна регресија је статистички значајна: $R^2 = 0,72$, $F(8, 20) = 6,593$, $p < 0,001$. Модел не укључује варијаблу ССТТ Б број грешака, што се може објаснити високом корелацијом ове варијабле са неким од других показатеља когнитивне флексибилности. Подаци у Табели 29 показују да је међу показатељима когнитивне

флексibilности, када се посматрају удружено, једини статистички значајан предиктор OTZ укупног скорa WCST број категорија ($p < 0,05$).

Табела 30. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли когнитивне флексibilности као предиктора теста Питања о бројевима

Варијабле	β	t	p
WCST број категорија	0,610	2,338	0,030
WCST број потрошених карата	-0,005	-0,024	0,981
WCST број персеверативних	0,001	0,005	0,996
CCTT А време	-0,869	-0,793	0,437
CCTT А број грешака	0,045	0,161	0,874
CCTT Б време	1,327	0,500	0,623
CCTT време разлика	-0,894	-0,436	0,667
CCTT грешке разлика	-0,018	-0,105	0,917

Напомена: WCST - Висконсин тест сортирања карата (Wisconsin Card Sorting Test); CCTT - Дечији тест трасирања боја (Children's Color Trails Test).

Статистички сигнификантан значај је подебљан.

Резултати мултипле регресије између когнитивне флексibilности и математичких способности које се односе на анализу теста Питања о бројевима као зависном варијаблом указују на то да је укупна регресија статистички значајна: $R^2 = 0,63$, $F(8, 20) = 4,242$, $p < 0,05$. Модел не укључује варијаблу CCTT Б број грешака, што се може објаснити високом корелацијом ове варијабле са неким од других показатеља когнитивне флексibilности. Подаци у Табели 30 показују да је међу показатељима когнитивне флексibilности, када се посматрају удружено, једини статистички значајан предиктор скорa теста Питања о бројевима WCST број категорија ($p < 0,05$).

Табела 31. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли когнитивне флексибилности као предиктора теста Сабирање одговори

Варијабле	ß	t	p
WCST број категорија	0,527	2,482	0,022
WCST број потрошених карата	-0,336	-2,026	0,056
WCST број персеверативних	0,148	0,862	0,399
CCTT А време	2,262	2,538	0,020
CCTT А број грешака	-0,538	-2,337	0,030
CCTT Б време	-5,559	-2,572	0,018
CCTT време разлика	4,418	2,650	0,015
CCTT грешке разлика	-0,010	-0,074	0,942

Напомена: WCST - Висконсин тест сортирања карата (Wisconsin Card Sorting Test); CCTT - Дечији тест трасирања боја (Children's Color Trails Test).
Статистички сигнификантан значај је подебљан.

Резултати мултипле регресије између варијабли когнитивне флексибилности и математичке способности кроз анализу са тестом Сабирање тачни одговори као зависном варијаблом указују да је укупна регресија статистички значајна: $R^2 = 0,75$, $F(8, 20) = 7,688$, $p < 0,001$. Модел не укључује варијаблу CCTT Б број грешака, што се може објаснити високом корелацијом ове варијабле са неким од других показатеља когнитивне флексибилности. Подаци у Табели 30 показују да следећи показатељи когнитивне флексибилности статистички значајно предвиђају варијаблу Сабирање одговори: WCST број категорија, CCTT А време, CCTT А број грешака, CCTT Б време и CCTT време разлика. Наведени предиктори су статистички значајни на нивоу $p < 0,05$ (Табела 31).

Табела 32. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли когнитивне флексибилности као предиктора теста Сабирање време

Варијабле	ß	t	p
WCST број категорија	0,361	1,216	0,238
WCST број потрошених карата	-0,012	-0,053	0,958
WCST број персеверативних	0,308	1,286	0,213
CCTT А време	2,513	2,017	0,057
CCTT А број грешака	-0,405	-1,260	0,222
CCTT Б време	-5,274	-1,745	0,096
CCTT време разлика	4,121	1,767	0,092
CCTT грешке разлика	0,295	1,533	0,141

Напомена: WCST - Висконсин тест сортирања карата (Wisconsin Card Sorting Test); CCTT - Дечији тест трасирања боја (Children's Color Trails Test).

Мултипла регресија је примењена за испитивање да ли варијабле когнитивне флексибилности предвиђају Сабирање време. Укупна регресија је статистички значајна: $R^2 = 0,52$, $F(8, 20) = 2,709$, $p < 0,05$, што указује да посматрани заједно, показатељи когнитивне флексибилности предвиђају статистички значајно варијаблу Сабирање време. Подаци у Табели 32 показују да ниједан предиктор није статистички значајан, што указује да ниједан од предиктора нема значајно већи допринос од других у предвиђању Сабирања време. Модел не укључује варијаблу CCTT Б број грешака, што се може објаснити високом корелацијом ове варијабле са неким од других показатеља когнитивне флексибилности.

Табела 33. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли когнитивне флексибилности као предиктора теста Одузимање одговори

Варијабле	B	t	p
WCST број категорија	0,579	2,434	0,024
WCST број потрошених карата	-0,371	-1,998	0,060
WCST број персеверативних	0,216	1,125	0,274
CCTT А време	2,136	2,141	0,045
CCTT А број грешака	-0,416	-1,615	0,122
CCTT Б време	-5,447	-2,251	0,036
CCTT време разлика	4,224	2,262	0,035
CCTT грешке разлика	0,001	0,005	0,996

Напомена: WCST - Висконсин тест сортирања карата (Wisconsin Card Sorting Test); CCTT - Дечији тест трасирања боја (Children's Color Trails Test).
Статистички сигнификантан значај је подебљан.

Резултати мултипле регресије когнитивне флексибилности и математичких способности који се односе на анализу Одузимање одговори као зависном варијаблом указују да је укупна регресија статистички значајна: $R^2 = 0,69$, $F(8, 20) = 5,625$, $p < 0,05$. Модел не укључује варијаблу CCTT Б број грешака, што се може објаснити високом корелацијом ове варијабле са неким од других показатеља когнитивне флексибилности. Подаци у Табели 33 показују да следећи показатељи когнитивне флексибилности статистички значајно предвиђају варијаблу Одузимање одговори: WCST број категорија, CCTT А време, CCTT Б време и CCTT време разлика. Наведени предиктори су статистички значајни на нивоу $p < 0,05$.

Табела 34. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли когнитивне флексибилности као предиктора Одузимање време

Варијабле	В	t	p
WCST број категорија	0,371	1,190	0,248
WCST број потрошених карата	-0,006	-0,026	0,980
WCST број персеверативних	0,207	0,821	0,421
ССТТ А време	2,823	2,157	0,043
ССТТ А број грешака	-0,368	-1,089	0,289
ССТТ Б време	-6,075	-1,914	0,070
ССТТ време разлика	4,704	1,921	0,069
ССТТ грешке разлика	0,202	1,000	0,329

Напомена: WCST - Висконсин тест сортирања карата (Wisconsin Card Sorting Test); CCTT - Дечији тест трасирања боја (Children's Color Trails Test).

Мултипла регресија је примењена за испитивање да ли варијабле когнитивне флексибилности предвиђају одузимање време. Укупна регресија није статистички значајна: $R^2 = 0,471$, $F(8, 20) = 2.222$, $p=0,07$, што указује да посматрани заједно, показатељи когнитивне флексибилности не предвиђају статистички значајно варијаблу одузимање време. Подаци у Табели 34 показују да ниједан предиктор није статистички значајан у предвиђању одузимање време. Модел не укључује варијаблу ССТТ Б број грешака, што се може објаснити високом корелацијом ове варијабле са неким од других показатеља когнитивне флексибилности.

Табела 35. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли когнитивне флексибилности као предиктора Познавање геометријског облика круг

Варијабле	В	t	p
WCST број категорија	0,695	2,500	0,021
WCST број потрошених карата	0,316	1,454	0,162
WCST број персеверативних	0,172	0,765	0,453
ССТТ А време	-1,543	-1,322	0,201
ССТТ А број грешака	-0,074	-0,245	0,809
ССТТ Б време	3,730	1,317	0,203
ССТТ време разлика	-2,688	-1,230	0,233
ССТТ грешке разлика	0,205	1,138	0,268

Напомена: WCST - Висконсин тест сортирања карата (Wisconsin Card Sorting Test); CCTT - Дечији тест трасирања боја (Children's Color Trails Test).

Статистички сигнификантан значај је подељан

Мултипла регресија когнитивне флексибилности и математичких способности које се односе на анализу Познавања геометријског облика круг као зависном варијаблом указује нам да је укупна регресија статистички значајна: $R^2 = 0,57$, $F(8, 20) = 3,436$, $p < 0,05$. Модел не укључује варијаблу ССТТ Б број грешака, што се може објаснити високом корелацијом ове варијабле са неким од других показатеља когнитивне флексибилности. Подаци у Табели 35 показују да је међу показатељима когнитивне флексибилности, када се посматрају удружено, једини статистички значајан предиктор скорa Познавање геометријског облика круг WCST број категорија ($p < 0,05$).

Табела 36. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли когнитивне флексибилности као предиктора Познавање геометријског облика квадрат

Варијабле	B	t	p
WCST број категорија	0,498	1,624	0,120
WCST број потрошених карата	0,242	1,007	0,326
WCST број персеверативних	0,057	0,228	0,822
ССТТ А време	-1,861	-1,444	0,164
ССТТ А број грешака	-0,110	-0,332	0,743
ССТТ Б време	4,200	1,344	0,194
ССТТ време разлика	-3,165	-1,313	0,204
ССТТ грешке разлика	0,112	0,563	0,580

Напомена: WCST - Висконсин тест сортирања карата (Wisconsin Card Sorting Test); CCTT - Дечији тест трасирања боја (Children's Color Trails Test).

Укупна регресија није статистички значајна: $R^2 = 0,48$, $F(8, 20) = 2,374$, $p = 0,05$, што указује да посматрани заједно, показатељи когнитивне флексибилности не предвиђају статистички значајно варијаблу Познавање геометријског облика квадрат. Подаци у Табели 36 показују да ниједан предиктор није статистички значајан у предвиђању Познавање геометријског облика квадрат. Модел не укључује варијаблу ССТТ Б број грешака, што се може објаснити високом корелацијом ове варијабле са неким од других показатеља когнитивне флексибилности.

Табела 37. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли когнитивне флексибилности као предиктора Познавање геометријског облика троугао

Варијабле	β	t	p
WCST број категорија	0,560	1,847	0,080
WCST број потрошених карата	0,626	2,639	0,016
WCST број персеверативних	-0,311	-1,270	0,219
CCTT А време	-2,160	-1,695	0,106
CCTT А број грешака	0,374	1,139	0,268
CCTT Б време	5,445	1,762	0,093
CCTT време разлика	-4,210	-1,766	0,093
CCTT грешке разлика	-0,085	-0,433	0,670

Напомена: WCST - Висконсин тест сортирања карата (Wisconsin Card Sorting Test); CCTT - Дечији тест трасирања боја (Children's Color Trails Test).
Статистички сигнификантан значај је подебљан

Мултипла регресија когнитивне флексибилности и математичких способности које се односе на анализу Познавање геометријског облика троугао као зависном варијаблом указује нам да је укупна регресија статистички значајна: $R^2 = 0,29$, $F(8, 20) = 2,485$, $p < 0,05$. Модел не укључује варијаблу CCTT Б број грешака, што се може објаснити високом корелацијом ове варијабле са неким од других показатеља когнитивне флексибилности. Подаци у Табели 37 показују да је међу показатељима когнитивне флексибилности, када се посматрају удружено, једини статистички значајан предиктор Познавања геометријског облика троугао укупно WCST број потрошених карата ($p < 0,05$).

Табела 38. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли когнитивне флексибилности као предиктора Познавање геометријског облика правоугаоник

Варијабле	β	t	p
WCST број категорија	0,886	3,885	0,001
WCST број потрошених карата	0,110	0,618	0,543
WCST број персеверативних г.	0,411	2,234	0,037
CCTT А време	-1,685	-1,760	0,094
CCTT А број грешака	-0,162	-0,655	0,520
CCTT Б време	4,649	2,001	0,059
CCTT време разлика	-3,468	-1,935	0,067
CCTT грешке разлика	0,158	1,073	0,296

Напомена: WCST - Висконсин тест сортирања карата (Wisconsin Card Sorting Test); CCTT - Дечији тест трасирања боја (Children's Color Trails Test).
Статистички сигнификантан значај је подебљан

Укупна регресија је статистички значајна: $R^2 = 0,71$, $F(8, 20) = 6,321$, $p < 0,001$. Модел не укључује варијаблу CCTT Б број грешака, што се може објаснити високом корелацијом ове варијабле са неким од других показатеља когнитивне флексибилности. Подаци у Табели 38 показују да следећи показатељи когнитивне флексибилности статистички значајно предвиђају варијаблу Познавање геометријског облика правоугаоник: WCST број категорија и WCST број персеверативних грешака. Наведени предиктори су статистички значајни на нивоу $p < 0,05$.

4.2.3. Анализа мултиваријатне повезности између показатеља когнитивне флексибилности и математичких способности

Да бисмо испитали општу, мултиваријантну повезаност између показатеља когнитивне флексибилности и математичких способности применили смо каноничку корелацију са варијаблама когнитивне флексибилности као предикторима и показатељима математичких способности као критеријумским варијаблама. Анализом је утврђено 8 функција чије квадриране каноничке корелације (R_c^2) износе 0,99, 0,95, 0,92, 0,84, 0,74, 0,53, 0,45, 0,29. Укупни модел који укључује све функције је статистички значајан, Wilk's $\lambda = 0,000$, $F(136, 42,34) = 2,30$, $p < 0,05$. Величина ефекта ($1-\lambda$) износи 1,00, односно целокупна дељена варијанса између сетова варијабли објашњена је укупним моделом. Анализа редукције димензија је показала да је само прва функција статистички значајна. Каноничка корелација функције износи 0,99 што указује на високу корелацију између когнитивне флексибилности и математичких способности.

На основу коефицијената структуре који се користе да се одреди које варијабле доприносе повезаности између два сета варијабли, можемо закључити да су значајни предиктори математичких способности WCST број категорија, WCST број персеверативних, CCTT А време, TMT А број грешака и CCTT Б број грешака. WCST број потрошених карата и CCTT време разлика не показују се као значајни предиктори математичких способности.

Синтетичкој зависној варијабли највише доприносе OTZ тест усмено бројање, OTZ тест структурирано бројање, OTZ тест употреба бројева и тест Питања о бројевима, а мањој мери варијабле OTZ тест класификовање, OTZ тест кореспонденција, OTZ тест резултативно бројање, тест Сабирање одговори, тест Одузимање одговори, Препознавање геометријских облика: круг, квадрат, троугао и правоугаоник (Табела 39).

Табела 39. Каноничко решење за однос између когнитивне флексибилности и математичких способности за Функцију 1

Варијабле	Функција 1		
	Коеф	r_s	$r_s^2(\%)$
WCST број категорија	-0,95	-0,84	70,79
WCST број потрошених карата	-0,23	0,01	0,02
WCST број персеверативних	-0,12	0,47	22,60
ССТТ А време	2,87	0,56	31,91
ССТТ А број грешака	-0,35	-0,67	44,89
ССТТ Б време	-6,66	0,37	13,37
ССТТ Б број грешака	0,21	0,69	47,64
ССТТ време разлика	5,38	0,22	4,67
$R_c^2(\%)$			99,42
Упоредивање	0,41	0,12	1,35
Класификовање	0,07	-0,40	15,69
Кореспонденција	-0,30	-0,50	24,64
Серијација	0,13	-0,29	8,70
Усмено бројање	0,69	-0,70	48,99
Структурирано бројање	0,29	-0,64	41,17
Резултативно бројање	-0,46	-0,56	31,90
Употреба бројева	-0,07	-0,66	43,38
Питање бројеви укупно	0,19	-0,70	47,98
Сабирање одговори	0,88	-0,54	29,43
Сабирање време	0,53	0,11	1,18
Одузимање одговори	-0,69	-0,54	29,07
Одузимање време	-0,06	0,04	0,13
Круг	0,01	-0,53	28,48
Квадрат	-0,28	-0,61	36,98
Троугао	0,11	-0,55	29,87
Правоугаоник	-0,60	-0,58	33,64

Легенда: R_c^2 = коефицијен квадрирање каноничке корелације; Коеф. = стандардизован коефицијент каноничке функције; r_s = коефицијент структуре; r_s^2 = квадрирани коефицијент структуре

Напомена: WCST - Висконсин тест сортирања карата (Wisconsin Card Sorting Test); CCTT - Дечији тест трасирања боја (Children's Color Trails Test).

Коефицијенти структуре (r_s) $\geq .30$ су наглашени.

4.3. Процена инхибиторне контроле и повезаност са математичким способностима

4.3.1. Постигнућа испитаника на процени инхибиторне контроле

Испитивање инхибиторне контроле спроведено је помоћу адаптиране верзије Дан/ноћ струп теста (Day/Night Stroop Test). Струпов тест процењује у којој мери особа (дете) одржава перцептивни сет одређен условима задатка упркос доминацији конфронтирајућих информација из истих target стимулуса, односно, упркос дистракцији интерферентним ирелевантним информацијама. Тест се састоји из два дела.

Табела 40. *Дескриптивне вредности параметара на Дан/ноћ струп тесту*

	Варијабле	Min	Max	AS	SD
I	време	16	90	28,38	14,98
	(у секундама)				
	број грешака	0	9	4,66	3,12
II	време	18	124	41,52	27,14
	(у секундама)				
	број грешака	0	16	6,07	5,01
РАЗЛИКА	време	1	99	33,45	20,09
	(у секундама)				
II-I	број грешака	0	15	5,41	4,54

Напомена: Дан/ноћ струп 1 време - потребно време; Дан/ноћ струп 1 грешака - број грешака; Дан/ноћ струп 2 време - потребно време; Дан/ноћ струп 2 грешака - број грешака; Дан/ноћ струп време разлика - Дан/ноћ струп разлика у времену део 2 – део 1; Дан/ноћ струп грешке разлика - Дан/ноћ струп разлика у грешкама део 2 – део 1; Min.- Минимална вредност постигнућа на тесту; Max.- Максимална вредност постигнућа на тесту; AS - аритметичка средина (просечна вредностна тесту); SD - Стандардна девијација (просечно одступање појединачних вредност од просека у узорку).

Дескриптивни показатељи добијених резултата на тесту на Дан/ноћ струп тесту код ученика церебралном парализом су приказани у Табели 39. Па тако можемо видети да испитаници на првом делу теста имају од нула до девет грешака са просеком $4,66 \pm 3,12$. Просечно време на првом делу теста је $28,38 \pm 14,98$ са распоном времена од 16 до 90 секунди. Када се ради о другом делу, нашим испитаницима треба

нешто више времена, од 18 до 124 секунди, са просечним временом $41,52 \pm 27,14$. Број грешака на другом делу је од нула до 16 са просеком $6,07 \pm 5,01$. Вредност стандардне девијације у оба дела и када се ради о броју грешака и потребном времену нам говори да су наши испитаници били не хомогени.

Један од показатеља инхибиторне контроле је и разлика у времену између другог (захтевнијег) и првог (лакшег) дела и у нашем истраживању ова разлика се креће у распону од једне до 99 секунди са просеком $33,45 \pm 20,09$ и разликом у броју грешака од 0 до 15 и просеком $5,41 \pm 4,54$ (Табела 40). Када се ради о првом делу теста и броју грешака скоро половина (њих 44,8%) испитаника не прави ни једну грешку, 20,7% прави од једне до три грешке, исти проценат (20,7%) прави од четири до шест грешака и 27,5% испитаника прави од шест до девет грешака. Када се ради о другом, захтевнијем делу теста за процену инхибиторне контроле налазимо пуно мањи проценат испитаника који не праве ни једну грешку (17,2%), од једне до четири грешака прави укупно 31% испитаника, приближно исто (30,9%) испитаника прави од шест до 10 грешака док чак 20,6% прави од 11 до 16 грешака.

Табела 41. Вредности коефицијената Пирсонове корелације између инхибиторне контроле и математичких способности

	Струп 1 време	Струп 1 број грешака	Струп 2 време	Струп 2 број грешака	Струп време разлике	Струп грешке разлике
OTZ	-0,260	-0,097	-0,373*	-0,385*	-0,309	-0,373*
Питања о бројевима	-0,395*	-0,124	-0,401*	-0,488**	-0,238	-0,472**
Сабирање одговори	-0,469*	0,124	-0,489**	-0,313	-0,301	-0,444*
Сабирање време	0,084	0,321	-0,004	0,173	-0,069	-0,023
Одузимање одговори	-0,485**	-0,159	-0,478**	-0,365	-0,267	-0,307
Одузимање време	0,070	0,290	-0,144	0,122	-0,240	-0,059
Круг	-0,222	0,128	-0,097	-0,491**	0,043	-0,650**
Квадрат	-0,387*	-0,019	-0,366	-0,375*	-0,212	-0,416*
Троугао	0,021	-0,022	-0,010	-0,446*	-0,034	-0,494**
Правоугаоник	-0,159	0,161	-0,158	-0,443*	-0,088	-0,617**

*Статистичка значајност на нивоу 0,05; ** Статистичка значајност на нивоу 0,01.

Што се тиче Струп теста који је коришћен за мерење инхибиторне контроле можемо видети да постоји повезаност између свих варијабли које су се односиле на Струп тест и варијабли мерених моторичких способности изузев две варијабле: Струп први део теста број грешака и Струп разлика у времену између два дела теста. Струп први део време био је повезан са варијаблама Питања о бројевима, Сабирање одговори и Препознавање геометријских облика квадрат а посебно високо повезан са Одузимањем одговори. Струп други део потребно време је био повезан са: OTZ тестом, тестом Питања о бројевима а високо повезан са тестовима Сабирање и Одузимање одговори. Струп други део број грешака је повезан са варијаблама: OTZ тест и Препознавање геометријских облика квадрат, троугао и правоугаоник а високо повезани са варијаблама Питања о бројевима и Препознавање геометријских облика круг. Струп разлика у грешкама је повезано са варијаблама: OTZ тест, Сабирање одговори и Препознавање геометријских облика квадрат а високо повезан са варијаблама: Питање о бројевима и Препознавање геометријских облика круг, троугао и правоугаоник. Све наведене корелацијесу негативне што значи да испитаници којима је потребно мање времена за извршавање задатака Струп теста и праве мање грешака имају боље математичке способности (Табела 41).

4.3.2. Показатељи инхибиторне контроле као предиктори математичких способности

Табела 42. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли инхибиторне контроле као предиктора OTZ теста укупни скор

Варијабле	ß	t	p
Струп 1 време	-0,804	-0,541	0,594
Струп 1 број грешака	-0,868	-0,511	0,614
Струп 2 време	1,066	0,402	0,691
Струп 2 број грешака	1,312	0,476	0,639
Струп време разлике	-1,093	-0,557	0,583
Струп грешке разлике	-1,558	-0,652	0,521

У Табели 42 је представљена значајност модела у предикцији нивоа развијености математичких способности процењених OTZ тестом. Укупна регресија

није статистички значајна: $R^2 = 0,32$, $F(6, 22) = 1,728$, $p = 0,162$, што указује да посматрани заједно, показатељи инхибиторне контроле не предвиђају статистички значајно варијаблу OTZ тест. Подаци у Табели 41 показују да ниједан предиктор није статистички значајан у предвиђању успешности на OTZ тесту.

Табела 43. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли инхибиторне контроле као предиктора теста Питања о бројевима

Варијабле	β	t	p
Струп 1 време	-0,511	-0,379	0,708
Струп 1 број грешака	-0,247	-0,161	0,874
Струп 2 време	0,272	0,114	0,911
Струп 2 број грешака	0,256	0,103	0,919
Струп време разлике	-0,410	-0,231	0,820
Струп грешке разлике	-0,735	-0,340	0,737

Укупна регресија је статистички значајна: $R^2 = 0,44$, $F(6, 22) = 2,924$, $p < 0,05$, што указује да посматрани заједно, показатељи инхибиторне контроле предвиђају статистички значајно варијаблу Питања о бројевима. Подаци у Табели 43 показују да ниједан предиктор није статистички значајан, што указује да ниједан од предиктора нема значајно већи допринос од других у односу на варијаблу Питања о бројевима.

Табела 44. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли инхибиторне контроле као предиктора теста Сабирање одговори

Варијабле	β	t	p
Струп 1 време	-0,002	-0,002	0,999
Струп 1 број грешака	-1,675	-1,253	0,223
Струп 2 време	-0,807	-0,388	0,702
Струп 2 број грешака	3,088	1,424	0,169
Струп време разлике	0,270	0,175	0,863
Струп грешке разлике	-3,120	-1,660	0,111

Модел, као целина, имао је статистички значајну предиктивну моћ, укупна регресија је статистички значајна: $R^2 = 0,58$, $F(6, 22) = 5,052$, $p < 0,05$, што указује да посматрани заједно, показатељи инхибиторне контроле предвиђају статистички значајно варијаблу сабирање одговори. Подаци у Табели 44 показују да ниједан

предиктор није статистички значајан, што указује да ниједан од предиктора нема значајно већи допринос од других на тесту сабирање одговори.

Табела 45. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли инхибиторне контроле као предиктора теста Сабирање време

Варијабле	B	t	p
Струп 1 време	0,783	0,530	0,602
Струп 1 број грешака	-3,936	-2,334	0,029
Струп 2 време	-1,275	-0,485	0,633
Струп 2 број грешака	7,015	2,562	0,018
Струп време разлике	0,761	0,391	0,700
Струп грешке разлике	-6,048	-2,549	0,018

Посматрајући укупну регресију можемо видети да она није статистички значајна: $R^2 = 0,33$, $F(6, 22) = 1,805$, $p = 0,145$.

Табела 46. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли инхибиторне контроле као предиктора теста Одузимање одговори

Варијабле	B	t	p
Струп 1 време	0,366	0,268	0,791
Струп 1 број грешака	-1,716	-1,102	0,282
Струп 2 време	-1,446	-0,596	0,557
Струп 2 број грешака	2,687	1,063	0,299
Струп време разлике	0,851	0,473	0,641
Струп грешке разлике	-2,656	-1,212	0,238

Модел, као целина, има статистички значајну предиктивну моћ, укупна регресија је статистички значајна: $R^2 = 0,43$, $F(6, 22) = 2,754$, $p < 0,05$, што указује да посматрани заједно, показатељи инхибиторне контроле предвиђају статистички значајно варијаблу одузимање одговори. Подаци у Табели 46 показују да ниједан предиктор није статистички значајан, што указује да ниједан од предиктора нема значајно већи допринос од других у односу на одузимање одговори.

Табела 47. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли инхибиторне контроле као предиктора теста Одузимање време

Варијабле	ß	t	p
Струп 1 време	1,475	1,055	0,303
Струп 1 број грешака	-3,837	-2,405	0,025
Струп 2 време	-2,492	-1,002	0,327
Струп 2 број грешака	6,884	2,657	0,014
Струп време разлике	1,481	0,804	0,430
Струп грешке разлике	-5,974	-2,661	0,014

Као и код теста сабирање време и овде ако посматрамо укупну регресију можемо видети да она није статистички значајна: $R^2 = 0,40$, $F(6, 22) = 1,805$, $p = 0,058$.

Табела 48. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли инхибиторне контроле као предиктора Познавање геометријског облика троугао

Варијабле	ß	t	p
Струп 1 време	0,018	0,016	0,987
Струп 1 број грешака	-3,173	-2,438	0,023
Струп 2 време	-0,463	-0,228	0,822
Струп 2 број грешака	5,328	2,521	0,019
Струп време разлике	0,327	0,218	0,830
Струп грешке разлике	-5,247	-2,865	0,009

Статистички сигнификантан значај је подељан

Мултипла регресија инхибиторне контроле и математичких способности које се односе на анализу Познавање геометријског облика троугао као зависном варијаблом указује нам да је укупна регресија статистички значајна: $R^2 = 0,60$, $F(6, 22) = 5,519$, $p < 0,05$. Подаци у Табели 48 показују да следећи показатељи инхибиторне контроле статистички значајно предвиђају варијаблу Познавање геометријског облика троугао: Струп 1 број грешака, Струп 2 број грешака и Струп грешке разлике. Наведени предиктори су статистички значајни на нивоу $p < 0,05$.

Табела 49. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли инхибиторне контроле као предиктора Познавање геометријског облика квадрат

Варијабле	ß	t	p
Струп 1 време	-1,583	-1,228	0,232
Струп 1 број грешака	-2,970	-2,018	0,056
Струп 2 време	2,195	0,957	0,349
Струп 2 број грешака	4,838	2,024	0,055
Струп време разлике	-1,836	-1,080	0,292
Струп грешке разлике	-4,647	-2,243	0,035

Статистички сигнификантан значај је подебљан

Мултипла регресија инхибиторне контроле и математичких способности које се односе на анализу Познавање геометријског облика квадрат као зависном варијаблом указује нам да је укупна регресија статистички значајна: $R^2 = 0,49$, $F(6, 22) = 3,515$, $p < 0,05$. Подаци у Табели 49 показују да је међу показатељима инхибиторне контроле, када се посматрају удружено, једини статистички значајан предиктор Познавање геометријског облика квадрат Струп разлика у грешкама ($p < 0,05$). Струп 1 број грешака и Струп 2 број грешака имају граничне вредности значајности.

Табела 50. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли инхибиторне контроле као предиктора Познавање геометријског облика троугао

Варијабле	ß	t	p
Струп 1 време	-1,027	-0,676	0,506
Струп 1 број грешака	-1,375	-0,793	0,436
Струп 2 време	1,907	0,705	0,488
Струп 2 број грешака	2,080	0,739	0,468
Струп време разлике	-1,485	-0,742	0,466
Струп грешке разлике	-2,328	-0,954	0,350

Укупна регресија је статистички значајна: $R^2 = 0,42$, $F(6, 22) = 2,709$, $p < 0,05$, што указује да посматрани заједно, показатељи инхибиторне контроле предвиђају статистички значајно варијаблу Познавање геометријског облика троугао. Подаци у Табели 50 показују да ниједан предиктор није статистички значајан, што указује да ниједан од предиктора нема значајно већи допринос од других у предвиђању Познавање геометријског облика троугао.

Табела 51. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли инхибиторне контроле као предиктора Познавање геометријског облика правоугаоник

Варијабле	В	t	p
Струп 1 време	0,085	0,081	0,936
Струп 1 број грешака	-4,402	-3,712	0,001
Струп 2 време	-0,431	-0,233	0,818
Струп 2 број грешака	7,428	3,857	0,001
Струп време разлике	0,141	0,103	0,919
Струп грешке разлике	-7,036	-4,216	0,000

Статистички сигнификантан значај је подебљан

Мултипла регресија инхибиторне контроле и математичких способности које се односе на анализу Познавање геометријског облика правоугаоник као зависном варијаблом указује нам да је укупна регресија статистички значајна: $R^2 = 0,67$, $F(6, 22) = 7,396$, $p < 0,001$. Подаци у Табели 51 показују да следећи показатељи инхибиторне контроле статистички значајно предвиђају варијаблу Познавање геометријског облика правоугаоник: Струп 1 број грешака, Струп 2 број грешака и Струп грешке разлике. Наведени предиктори су статистички значајни на нивоу $p < 0,001$.

4.3.3. Анализа мултиваријатне повезности између показатеља инхибиторне контроле и математичких способности

Како бисмо испитали општу, мултиваријатну повезаност између показатеља инхибиторне контроле и математичких способности применили смо каноничку корелацију са варијаблама инхибиторне контроле као предикторима и показатељима математичких способности као критеријумским варијаблама. Анализом је утврђено 6 функција чије квадриране каноничке корелације (R_c^2) износе 0,97, 0,88, 0,82, 0,80, 0,64, 0,59. Укупни модел који укључује све функције (Функције 1 до 6) је статистички значајан, $Wilk's \lambda = 0,000$, $F(102, 41,21) = 2,38$, $p < 0,05$. Величина ефекта ($1 - \lambda$) износи 1,00, односно целокупна дељена варијанса између сетова варијабли објашњена је укупним моделом. Даље, анализа редукције димензија је показала да је

и Функција 2 до 6 статистички значајна, $F(80, 38,02) = 1,72$, $p < 0,05$. Каноничка корелација Функције 1 износи 0,99, а Функције 2 каноничка корелација је 0,94. У Табели 52 приказано је каноничко решење за Функцију 1 и Функцију 2.

Табела 52. Каноничко решење за однос између инхибиторне контроле и математичких способности за Функцију 1 и Функцију 2

Варијабле	Функција 1			Функција 2		
	Коеф	r_s	$r_s^2(\%)$	Коеф	r_s	$r_s^2(\%)$
Струп 1 време	-0,80	0,35	11,99	0,52	-0,51	26,47
Струп 1 број грешака	-5,25	-0,72	51,18	-1,20	-0,39	14,97
Струп 2 време	2,25	0,26	6,81	-1,68	-0,67	44,32
Струп 2 број грешака	7,17	-0,32	10,33	1,48	-0,77	59,28
Струп време разлике	-1,48	0,09	0,78	0,82	-0,49	23,77
Струп грешке разлике	-6,19	0,10	1,03	-1,97	-0,62	38,65
$R_c^2(\%)$			97,35			88,35
Упоредивање	0,28	-0,14	2,02	-0,60	-0,14	1,83
Класификовање	0,41	-0,15	2,21	-0,45	0,22	4,74
Кореспонденција	-0,45	-0,06	0,37	0,15	0,44	19,55
Серијација	0,36	0,03	0,08	-0,23	0,32	10,46
Усмено бројање	-0,31	-0,05	0,23	0,57	0,66	43,01
Структурно бројање	1,35	0,25	6,23	-0,58	0,64	41,06
Резултативно бројање	-0,05	0,08	0,57	0,32	0,49	23,59
Употреба бројева	0,04	-0,16	2,56	0,15	0,62	38,93
Питање о бројевима	0,20	-0,12	1,53	-0,22	0,68	45,84
Сабирање одговори	-2,99	0,30	9,16	-0,44	0,66	43,15
Сабирање време	-0,32	-0,05	0,23	-1,19	-0,05	0,22
Одузимање одговори	1,18	-0,08	0,68	1,07	0,64	41,53
Одузимање време	0,56	-0,08	0,69	0,79	0,08	0,66
Круг	0,77	-0,06	0,37	-0,11	0,56	31,37
Квадрат	-0,65	-0,04	0,16	0,43	0,60	35,60
Троугао	0,03	0,09	0,83	-0,12	0,38	14,75
Правоугаоник	0,54	-0,02	0,05	0,44	0,57	32,11

Легенда: R_c^2 = коефицијен квадрирање каноничке корелације; Коеф. = стандардизован коефицијент каноничке функције; r_s = коефицијент структуре; r_s^2 = квадрирани коефицијент структуре

Напомена: Коефицијенти структуре (r_s) $\geq .30$ су наглашени.

Коефицијенти структуре утврђени за Функцију 1 указују да су струп 1 време, струп 1 број грешака и струп 2 број грешака релевантни за синтетичку предикторску варијаблу, а да синтетичкој критеријумској варијабли значајно доприноси варијабла сабирање одговори. Коефицијенти структуре утврђени за Функцију 2 указују да су

све варијабле инхибиторне контроле релевантне за синтетичку предикторску варијаблу. Синтетичка критеријумска варијабла је пре свега дефинисана варијаблама усмено бројање, структурно бројање, употреба бројева, питања о бројевима, сабирање одговори и одузимање одговори. У мањој мери, за критеријумску синтетичку варијаблу релевантне су кореспонденција, серијација, резултативно бројање, познавање геометријских облика: круг, квадрат, троугао и правоугаоник, Упоредба, класификовање, сабирање време и одузимање време имају ниска засићења на критеријумској синтетичкој варијабли Функције 2 (Табела 52).

4.4. Процена радне меморије и повезаност са математичким способностима

4.4.1. Постигнућа испитаника на процени радне меморије

Табела 53. *Дескриптивне вредности параметара на тесту Аудитивног памћења*

Варијабле	Min	Max	AS	SD	поена	N (%)
Цео тест	0	20	5,76	4,75		
Понављање бројева	0	5	1,52	1,24	0	5 (17,2%)
					1	11 (37,9%)
					2	10 (34,5%)
					3	1 (3,4%)
					5	2 (6,9%)
Позиција броја у низу	0	5	0,38	0,18	0	25 (86,2%)
					1	2 (6,9%)
					4	1 (3,4%)
					5	1 (3,4%)
Понављање речи	0	10	3,86	2,82	0	4 (13,8%)
					2	8 (27,6%)
					4	9 (31%)
					6	5 (17,2%)
					10	3 (10,3%)

Min.- Минимална вредност постигнућа на тесту; Max.- Максимална вредност постигнућа на тесту; AS - аритметичка средина (просечна вредностна тесту); SD - Стандардна девијација (просечно одступање појединачних вредност од просека у узорку).

Дескриптивни показатељи задатака на Аудитивном памћењу указују на то да је распон поена деце са церебралном парализом из нашег узорка од нула до 20 поена, док је просечан скор на тесту $5,76 \pm 4,75$. У првом делу се од испитаника очекује да зампамти и напише низ бројева које је испитивач прочитао при чему су сви бројеви једноцифрени и наши испитаници имају распон постигнућа од нула до пет са просеком $1,52 \pm 1,24$. Посматрајући постигнућа наших испитаника у односу на број постигнутих поена у овом делу теста можемо видети да 17,2% испитаника не постиже ни један поен, највећи проценат (37,9%) постиже један поен, нешто мање (34,5%) два поена, 3,4% три поена и 6,9% пет поена (Табела 53).

У другом делу теста испитаник треба да запамти и препозна место одређеног броја у низу. Од испитаника се захтева да прво чује све бројеве, а затим одреди који је број пре неког броја. Просечна постигнућа наших испитаника у овом делу теста су $0,38 \pm 0,18$ са распоном од нула до пет. Већина испитаника (86,2%) не постиже ни један поен на овом делу теста, један поен има 6,9%, док 3,4% испитаника постиже по четири и пет поена (Табела 53).

Трећи део се састоји у памћењу и записивању низа речи које испитивач чита испитанику и ту наши испитаници имају најбоља постигнућа у овом тесту са просеком $3,86 \pm 2,82$ и распоном од нула до 10. Ни један тачан одговор показује 13,8% испитаника, два поена има 27,6%, највећи број испитаника (41%) има четири поена, шест поена има 17,2% док 10 поена има 10,3% наших испитаника (Табела 53).

Табела 54. *Дескриптивне вредности параметара на ROCFT тесту*

Варијабле		Min	Max	AS	SD
ROCFT сећање скор време	тип фигуре	3	7	5,38	1,00
		0,5	27	3,45	2,07
		480	1320	944,14	273,15

Напомена: ROCFT - Реј-Остеритов тест сложене фигуре (Rey-Osterrieth Complex Figure Test); ROCFT сећање категорија - Реј-Остеритов тест сложене фигуре број успешно нацртаних категорија по сећању; ROCFT сећање скор - Реј-Остеритов тест сложене фигуре укупан скор на цртању по сећању; ROCFT сећање време - Реј-Остеритов тест сложене фигуре потребно време за цртање по сећању; Min.- Минимална вредност постигнућа на тесту; Max.- Максимална вредност постигнућа на тесту; AS - аритметичка средина (просечна вредностна тесту); SD - Стандардна девијација (просечно одступање појединачних вредност од просека у узорку).

Реј-Остеритов тест сложене фигуре је примењен за процену радне меморије и то процену невербалне радне меморије кроз процену способности цртања сложене фигуре по сећању. Када се посматра тип прецртавања сложене фигуре наши испитаници цртају фигуре које припадају типовима фигура од треће до седме са просеком $5,38 \pm 1,00$. Просечан скор на овом делу теста је $3,45 \pm 2,07$ и распоном од 0,5 до 27. Време које је потребно нашим испитаницима да нацртају сложену фигуру креће се од 480 до 1320 секунди са просечним временом $944,14 \pm 273,15$ (Табела 54).

Табела 55. Вредности коефицијената Пирсонове корелације између радне меморије и математичких способности

	Аудитивно памћење део 1	Аудитивно памћење део 2	Аудитивно памћење део 3	Реу сећање тип фигуре	Реу сећање укупно	Реу сећање време
OTZ	0,343	0,494**	0,338	-0,577**	0,587**	-0,523**
Питања о бројевима	0,621**	0,727**	0,742**	-0,519**	0,653**	-0,447*
Сабирање одговори	0,312	0,295	0,428*	-0,455*	0,382*	-0,578**
Сабирање време	-0,266	-0,250	-0,200	0,070	-0,212	-0,028
Одузимање одговори	0,275	0,300	0,344	-0,537**	0,419*	-0,678**
Одузимање време	-0,205	-0,200	-0,121	-0,002	-0,146	-0,066
Круг	0,361	0,242	0,471**	-0,199	0,202	-0,350
Квадрат	0,203	0,491**	0,431*	-0,259	0,385*	-0,379*
Троугао	0,291	0,673**	0,475**	-0,430*	0,591**	-0,234
Правоугаоник	0,123	0,140	0,287	-0,220	0,168	-0,398*

*Статистичка значајност на нивоу 0,05

** Статистичка значајност на нивоу 0,01

У Табели 55 видимо да је Аудитивно памћење први део теста високо повезан са тестом Питања о бројевима. Аудитивно памћење други део је високо повезан са: OTZ тестом, тестом Питања о бројевима и препознавање Геометријских облика квадрат и троугао. Док је трећи део Аудитивно памћење високо повезан са: тестом Питања о бројевима и Препознавање геометријских облика круг и троугао а умерено повезан са тестом Сабирања тачни одговори и Препознавање геометријских облика квадрат. Што се тиче Реу теста, тип фигуре, укупан скор и потребно време су повезани са: OTZ тестом, тестом Питања о бројевима, тестови Сабирање и

Одузимање тачни одговори. Поред тога тип фигуре је повезан са Препознавање геометријских облика троугао, укупан скор са Препознавање геометријских облика квадрат и троугао а потребно време са Препознавање геометријских облика квадрат и правоугаоник. Када се ради о типу прецртане фигуре све корелације су негативне што значи припадност низем типу боља постигнућа н аматематичим способностима. Исти случај је и са потребним временом што нам указује да испитаници којима је потребно више времена за цртање сложене фигуре имају лошија постигнућа на математичким тестовима (Табела 55).

4.4.2. Показатељи радне меморије као предиктори математичких способности

Табела 56. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли радне меморије као предиктора отз укупног скор

Варијабле	β	t	p
Аудитивно памћење 1	0,150	0,492	0,627
Аудитивно памћење 2	0,217	0,564	0,579
Аудитивно памћење 3	-0,054	-0,168	0,868
Реу сећање тип фигуре	-0,049	-0,136	0,893
Реу сећање укупно	0,116	0,263	0,795
Реу сећање време	-0,354	-1,245	0,226

Посматрајући укупну регресију можемо видети да је она статистички значајна: $R^2 = 0,422$, $F(6, 22) = 2,672$, $p < 0,05$, што указује да поматрани заједно, показатељи радне меморије предвиђају статистички значајно варијаблу ОТЗ тест укупан скор. Подаци у Табели 56 показују да ниједан предиктор није статистички значајан, што указује да ниједан од предиктора нема значајно већи допринос од других у предвиђању сабирања време.

Табела 57. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли радне меморије као предиктора теста Питања о бројевима

Варијабле	β	t	p
Аудитивно памћење 1	0,188	0,911	0,372
Аудитивно памћење 2	0,449	1,723	0,099
Аудитивно памћење 3	0,328	1,490	0,150
Rey сећање тип фигуре	0,233	0,963	0,346
Rey сећање укупно	-0,056	-0,187	0,854
Rey сећање време	-0,458	-2,374	0,027

Укупна регресија је статистички значајна: $R^2 = 0,734$, $F(6, 22) = 10,119$, $p < 0,001$, што указује да поматрани заједно, показатељи радне меморије предвиђају статистички значајно варијаблу питања о бројевима. Подаци у Табели 57 показују да ниједан предиктор није статистички значајан, што указује да ниједан од предиктора нема значајно већи допринос од других у предвиђању варијабле питања о бројевима.

Табела 58. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли радне меморије као предиктора теста Сабирање одговори

Варијабле	β	t	p
Аудитивно памћење 1	0,063	0,218	0,829
Аудитивно памћење 2	-0,120	-0,326	0,747
Аудитивно памћење 3	0,421	1,358	0,188
Rey сећање тип фигуре	0,040	0,117	0,908
Rey сећање укупно	-0,080	-0,189	0,852
Rey сећање време	-0,618	-2,279	0,033

Статистички сигнификантан значај је подебљан

Укупна регресија је статистички значајна: $R^2 = 0,473$, $F(6, 22) = 3,292$, $p < 0,05$, показатељи радне меморије предвиђају статистички значајно варијаблу сабирање одговори. Подаци у Табели 58 показују да је међу показатељима радне меморије, када се посматрају удружено, једини статистички значајан предиктор сабирање одговори је Rey сећање време ($p < 0,05$).

Табела 59. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли радне меморије као предиктора теста Сабирање време

Варијабле	В	t	p
Аудитивно памћење 1	-0,249	-0,657	0,518
Аудитивно памћење 2	-0,229	-0,480	0,636
Аудитивно памћење 3	0,142	0,353	0,728
Rey сећање тип фигуре	-0,201	-0,454	0,654
Rey сећање укупно	-0,123	-0,224	0,824
Rey сећање време	-0,011	-0,030	0,977

Посматрајући укупну регресију можемо видети да она није статистички значајна: $R^2 = 0,107$, $F(6, 22) = 0,441$, $p = 0,843$, што указује да поматрани заједно, показатељи радне меморије не предвиђају статистички значајно варијаблу сабирање време.

Табела 60. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли радне меморије као предиктора теста Одузимање одговори

Варијабле	В	t	p
Аудитивно памћење 1	.173	.635	.532
Аудитивно памћење 2	.032	.093	.927
Аудитивно памћење 3	.183	.630	.535
Rey сећање тип фигуре	-.006	-.020	.984
Rey сећање укупно	-.214	-.540	.595
Rey сећање време	-.741	-2.911	.008

Статистички сигнификантан значај је подебљан

Укупна регресија је статистички значајна: $R^2 = 0,536$, $F(6, 22) = 4,243$, $p < 0,05$, показатељи радне меморије предвиђају статистички значајно варијаблу одузимање одговори. Подаци у Табели 60 показују да је међу показатељима радне меморије, када се посматрају удружено, једини статистички значајан предиктор одузимање одговори је Rey сећање време ($p < 0,05$).

Табела 61. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли радне меморије као предиктора теста Одузимање време

Варијабле	β	t	p
Аудитивно памћење 1	-0,304	-0,802	0,431
Аудитивно памћење 2	-0,360	-0,751	0,461
Аудитивно памћење 3	0,285	0,704	0,489
Реу сећање тип фигуре	-0,307	-0,692	0,496
Реу сећање укупно	-0,038	-0,070	0,945
Реу сећање време	0,058	0,162	0,872

Статистички сигнификантан значај је подебљан

Као и код сабирање време ако посматрамо укупну регресију можемо видети да она није статистички значајна: $R^2 = 0,102$, $F(6, 22) = 0,418$, $p = 0,859$, што указује да поматрани заједно, показатељи радне меморије не предвиђају статистички значајно варијаблу одузимање време.

Табела 62. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли радне меморије као предиктора теста Познавање геометријског облика круг

Варијабле	β	t	p
Аудитивно памћење 1	0,270	0,871	0,393
Аудитивно памћење 2	0,148	0,377	0,709
Аудитивно памћење 3	0,355	1,073	0,295
Реу сећање тип фигуре	0,321	0,884	0,386
Реу сећање укупно	-0,371	-0,822	0,420
Реу сећање време	-0,680	-2,346	0,028

Укупна регресија није статистички значајна: $R^2 = 0,40$, $F(6, 22) = 2,439$, $p = 0,058$, што указује да посматрани заједно, показатељи радне меморије не предвиђају статистички значајно варијаблу Познавање геометријског облика круг.

Табела 63. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли радне меморије као предиктора теста Познавање геометријског облика квадрат

Варијабле	β	t	p
Аудитивно памћење 1	-0,185	-0,627	0,537
Аудитивно памћење 2	0,588	1,581	0,128
Аудитивно памћење 3	0,282	0,898	0,379
Rey сећање тип фигуре	0,616	1,786	0,088
Rey сећање укупно	0,002	0,004	0,997
Rey сећање време	-0,644	-2,341	0,029

Статистички сигнификантан значај је подебљан

Укупна регресија је статистички значајна: $R^2 = 0,458$, $F(6, 22) = 3,101$, $p < 0,05$. што указује да посматрани заједно, показатељи радне меморије предвиђају статистички значајно варијаблу Познавање геометријског облика квадрат. Подаци у Табели 63 показују да је међу показатељима радне меморије, када се посматрају удружено, једини статистички значајан предиктор Познавање геометријског облика квадрат Rey сећање време ($p < 0,05$).

Табела 64. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли радне меморије као предиктора теста Познавање геометријског облика троугао

Варијабле	β	t	p
Аудитивно памћење 1	-0,415	-1,477	0,154
Аудитивно памћење 2	0,362	1,021	0,318
Аудитивно памћење 3	0,357	1,193	0,246
Rey сећање тип фигуре	0,023	0,070	0,945
Rey сећање укупно	0,425	1,042	0,309
Rey сећање време	0,110	0,420	0,678

Када се ради о Познавање геометријског облика троугао укупна регресија је статистички значајна: $R^2 = 0,508$, $F(6, 22) = 3,788$, $p < 0,05$, што указује да посматрани заједно, показатељи радне меморије предвиђају статистички значајно варијаблу Познавање геометријског облика троугао. Подаци у Табели 64 показују да ниједан предиктор није статистички значајан, што указује да ниједан од предиктора нема значајно већи допринос од других у предвиђању Познавање геометријског облика троугао.

Табела 65. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли радне меморије као предиктора теста Познавање геометријског облика правоугаоник

Варијабле	B	t	p
Аудитивно памћење 1	-0,107	-0,312	0,758
Аудитивно памћење 2	-0,077	-0,178	0,861
Аудитивно памћење 3	0,449	1,231	0,231
Rey сећање тип фигуре	0,204	0,509	0,616
Rey сећање укупно	-0,084	-0,169	0,867
Rey сећање време	-0,562	-1,761	0,092

Укупна регресија није статистички значајна: $R^2 = 0,27$, $F(6, 22) = 1,356$, $p = 0,276$, што указује да посматрани заједно, показатељи радне меморије не предвиђају статистички значајно варијаблу Познавање геометријског облика правоугаоник.

4.4.3. Анализа мултиваријатне повезности између показатеља радне меморије и математичких способности

Да бисмо испитали општу, мултиваријантну повезаност између показатеља радне меморије и математичких способности применили смо каноничку корелацију са варијаблама радне меморије као предикторима и показатељима математичких способности као критеријумским варијаблама.

Анализом је утврђено 9 функција чије квадриране каноничке корелације (R_c^2) износе .99, .98, .90, .78, .63, .46, .41, .18, .11. Утврђено је да укупни модел није статистички значајан, $Wilk's \lambda = .000$, $F(153, 40.61) = 1.44$, $p = .097$. Налази указују да сет варијабли радне меморије није значајно повезан са сетом варијабли математичких способности.

4.5. Процена способности планирања и повезаност са математичким способностима

4.5.1. Постигнућа испитаника на процени способности планирања

Табела 66. *Дескриптивне вредности параметара на тесту Лондонска кула*

Варијабле	Min	Max	AS	SD
TOL број тачних решења	0	12	5,14	3,314
TOL почетно време (у секундама)	15	264	70,28	50,761
TOL укупно време (у секундама)	180	1200	532,21	300,517

Напомена: TOL - Лондонска кула (Tower of London); Min.- Минимална вредност постигнућа на тесту; Max.- Максимална вредност постигнућа на тесту; AS - аритметичка средина (просечна вредностна тесту); SD - Стандардна девијација (просечно одступање појединачних вредност од просека у узорку).

У Табели 66 су дате вредности постигнућа на тесту Лондонска кула где можемо видети да се распон резултата на броју тачних решења, који представља израз способности планирања, креће од 0 до 12 са просеком $5,14 \pm 3,31$. Време које је било потребно за почетак решавања задатка било је од 15 до 264 секунди са просечним временом $70,28 \pm 50,76$, док је просечно укупно време за решавање задатка било $532,21 \pm 300,51$ са распоном од 180 до 1200 секунди. У односу на број успешно решених задатака наши испитаници показују следећа постигнућа: 6,9% испитаника не успева да реши ни један задатак, један задатак решава 3,4%, два 6,9%, 17,2% испитаника решава по три и четири задатка, пет задатака решава 13,8% испитаника, 6,9% испитаника успешно решава шест, осам и 12 задатака док 3,4% испитаника решава седам, девет, десет и 11 задатака.

Табела 67. Дескриптивни показатељи коректних решења у односу на број потеза

Број потеза	Задаци	N (%) успешно	N (%) безуспешно
2 потеза	1	21 (72,4%)	8 (27,6%)
	2	24 (82,8%)	5 (17,2%)
3 потеза	3	26 (89,7%)	3 (10,3%)
	4	26 (89,7%)	3 (10,3%)
4 потеза	5	10 (34,5%)	19 (65,5%)
	6	9 (31%)	20 (69,0%)
	7	11 (37,9%)	18 (62,1%)
	8	9 (31%)	20 (69,0%)
5 потеза	9	4 (13,8%)	25 (86,2%)
	10	4 (13,8%)	25 (86,2%)
	11	2 (6,9%)	27 (93,1%)
	12	3 (10,3%)	26 (89,7%)

Највећи проценат деце са церебралном парализом из нашег узорка успешно решава задатке који захтевају померање две и три кугле па тако први задатак успешно решава 72,4% испитаника, други 82,8%, док трећи и четврти успешно решава 89,7% испитаника. Како се задаци усложњавају наши испитаници су све лошији па задатке који захтевају померање кугли с минимално четири потеза решавају у следећим процентима: пети задатак успешно решава 34,5%, шести и осми 31% а седми задатак успешно решава 37,9%. Задатке који захтевају померање кугли у пет потеза испитаници решавају тако што девети и десети задатак решава 13,8% испитаника, 11ти задатак успешно решава 6,9% испитаника док 12ти 10,3% (Табела 67).

Табела 68. Вредности коефицијената Пирсонове корелације између способности планирања и математичких способности

	TOL број тачних решења	TOL почетно време	TOL укупно време
OTZ	0,902**	-0,749**	-0,802**
Питања о бројевима	0,771**	-0,683**	-0,633**
Сабирање одговори	0,707**	-0,732**	-0,799**
Сабирање време	0,023	-0,386*	-0,401*
Одузимање одговори	0,704**	-0,670**	-0,718**
Одузимање време	0,083	-0,421*	-0,433*
Круг	0,490**	-0,724**	-0,678**
Квадрат	0,499**	-0,529**	-0,602**
Троугао	0,479**	-0,475**	-0,390*
Правоугаоник	0,523**	-0,691**	-0,768**

Напомена: TOL - Лондонска кула (Tower of London);

*Статистичка значајност на нивоу 0,05

** Статистичка значајност на нивоу 0,01

Ако посматрамо повезаност између показатеља способности планирања и математичких способности можемо видети да су варијабле високо повезане и то варијабла Лондонска кула број тачних решења је високо повезана са варијаблама: OTZ тест укупан скор, питања о бројевима, сабирање одговори, одузимање одговори и познавање геометријских облика (круг, квадрат, троугао и правоугаоник). Висока повезаност значи да деца са церебралном парализом која имају већи број постигнутих решења на тесту Лондонска кула имају и боља постигнућа на тестовима математичких способности. Повезаност није пронађена једино са варијаблама сабирање време и одузимање време. Почетно време до започињања првог потеза као и укупно време потребно да се задатак заврши је високо повезано са варијаблама: OTZ тест укупан скор, питања о бројевима, сабирање одговори, одузимање одговори и познавање геометријских облика (круг, квадрат, троугао и правоугаоник) а умерена повезаност са варијаблама сабирање време и одузимање време (Табела 68).

4.5.2. Показатељи способности планирања као предиктори математичких способности

Табела 69. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли способности планирања као предиктора OTZ теста

Варијабле	ß	t	p
TOL број тачних решења	0,768	4,584	0,000
TOL почетно време	-0,059	-.0,75	0,711
TOL укупно време	-0,103	-0,562	0,579

Напомена: OTZ - Рани нумерички тест (Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung);

TOL - Лондонска кула (Tower of London).

Статистички сигнификантан значај је подебљан

Мултипла регресија способности планирања и математичких способности које се односе на анализу OTZ теста као зависну варијаблу указује нам да је укупна регресија статистички значајна: $R^2 = 0,819$, $F(3, 25) = 37,812$, $p < 0,001$, што подразумева да посматрани заједно, показатељи способности планирања предвиђају статистички значајно варијаблу OTZ тест. Подаци у Табели 69 показују да је међу показатељима способности планирања, када се посматрају удружено, једини статистички значајан предиктор OTZ теста јесте TOL број тачних решења ($p < 0,001$).

Табела 70. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли способности планирања као предиктора теста Питања о бројевима

Варијабле	ß	t	p
TOL број тачних решења	0,735	3,026	0,006
TOL почетно време	-0,298	-1,309	0,202
TOL укупно време	0,235	0,890	0,382

Напомена: TOL - Лондонска кула (Tower of London).

Статистички сигнификантан значај је подебљан

Укупна регресија је статистички значајна: $R^2 = 0,621$, $F(3, 25) = 13,663$, $p < 0,001$, што указује да посматрани заједно, показатељи способности планирања предвиђају статистички значајно варијаблу Питања о бројевима. Подаци у Табели 70 показују да је међу показатељима способности планирања, када се посматрају

удружено, једини статистички значајан предиктор теста Питања о бројевима јесте TOL број тачних решења ($p < 0,05$).

Табела 71. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли способности планирања као предиктора теста Сабирање одговори

Варијабле	В	t	p
TOL број тачних решења	0,038	0,162	0,873
TOL почетно време	-0,219	-1,009	0,322
TOL укупно време	-0,586	-2,326	0,028

Напомена: TOL - Лондонска кула (Tower of London).

Статистички сигнификантан значај је подебљан

Укупна регресија је статистички значајна: $R^2 = 0,655$, $F(3, 25) = 15,827$, $p < 0,001$, што указује да посматрани заједно, показатељи способности планирања предвиђају статистички значајно варијаблу Сабирање одговори. Подаци у Табели 71 показују да је међу показатељима способности планирања, када се посматрају удружено, једини статистички значајан предиктор теста Сабирање одговори јесте TOL укупно време ($p < 0,05$).

Табела 72. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли способности планирања као предиктора теста Сабирање време

Варијабле	В	t	p
TOL број тачних решења	-1,292	-5,172	0,000
TOL почетно време	-0,534	-2,277	0,032
TOL укупно време	-1,055	-3,886	0,001

Напомена: TOL - Лондонска кула (Tower of London).

Статистички сигнификантан значај је подебљан

Резултати мултипле регресије између варијабли способности планирања и математичке способности кроз анализу са тестом Сабирање време као зависном варијаблом указују да је укупна регресија статистички значајна: $R^2 = 0,599$, $F(3, 25) = 12,451$, $p < 0,001$. Подаци у Табели 72 показују да сви показатељи способности планирања статистички значајно предвиђају варијаблу Сабирање време: TOL број

тачних решења статистички значајан на нивоу $p < 0,001$, TOL почетно време и TOL укупно време на нивоу $p < 0,05$.

Табела 73. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли способности планирања као предиктора теста Одузимање одговори

Варијабле	ß	t	p
TOL број тачних решења	0,289	1,099	0,282
TOL почетно време	-0,163	-0,660	0,515
TOL укупно време	-0,339	-1,186	0,247

Напомена: TOL - Лондонска кула (Tower of London).

Укупна регресија је статистички значајна: $R^2 = 0,556$, $F(3, 25) = 10,430$, $p < 0,001$, што указује да поматрани заједно, показатељи способности планирања предвиђају статистички значајно варијаблу Одузимање одговори. Подаци у Табели 73 показују да ниједан предиктор није статистички значајан, што указује да ниједан од предиктора нема значајно већи допринос од других у предвиђању одузимање одговори.

Табела 74. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли способности планирања као предиктора теста Одузимање време

Варијабле	ß	t	p
TOL број тачних решења	-1,175	-4,468	0,000
TOL почетно време	-0,530	-2,149	0,042
TOL укупно време	-0,992	-3,467	0,002

Напомена: TOL - Лондонска кула (Tower of London).

Статистички сигнификантан значај је подебљан

Као и код резултата сабирање време резултати мултипле регресије између варијабли способности планирања и математичке способности кроз анализу са тестом Одузимање време као зависном варијаблом указују да је укупна регресија статистички значајна: $R^2 = 0,555$, $F(3, 25) = 10,410$, $p < 0,001$. Подаци у Табели 74 показују да сви показатељи способности планирања статистички значајно предвиђају варијаблу одузимање време: TOL број тачних решења статистички значајан на нивоу $p < 0,001$, TOL почетно време и TOL укупно време на нивоу $p < 0,05$.

Табела 75. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабле способности планирања као предиктора Познавање геометријског облика круг

Варијабле	ß	t	p
TOL број тачних решења	-0,506	-2,059	0,050
TOL почетно време	-0,659	-2,854	0,009
TOL укупно време	-0,564	-2,108	0,045

Напомена: TOL - Лондонска кула (Tower of London).
Статистички сигнификантан значај је подебљан

Мултипла регресија способности планирања и математичких способности које се односе на анализу Познавање геометријског облика круг као зависну варијаблу указује нам да је укупна регресија статистички значајна: $R^2 = 0,611$, $F(3, 25) = 13,089$, $p < 0,001$. Подаци у Табели 75 показују да сви показатељи способности планирања статистички значајно предвиђају варијаблу Познавање геометријског облика круг: TOL број тачних решења статистички значајан на нивоу $p < 0,001$, TOL почетно време и TOL укупно време на нивоу $p < 0,05$.

Табела 76. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабле способности планирања као предиктора Познавање геометријских облика квадрат

Варијабле	ß	t	p
TOL број тачних решења	-0,078	-0,248	0,806
TOL почетно време	-0,125	-0,426	0,674
TOL укупно време	-0,564	-1,653	0,111

Напомена: TOL - Лондонска кула (Tower of London).

Укупна регресија је статистички значајна: $R^2 = 0,367$, $F(3, 25) = 4,830$, $p < 0,05$, што указује да поматрани заједно, показатељи способности планирања предвиђају статистички значајно варијаблу Познавање геометријског облика квадрат. Подаци у Табели 76 показују да ниједан предиктор није статистички значајан, што указује да ниједан од предиктора нема значајно већи допринос од других у предвиђању Познавање геометријског облика квадрат.

Табела 77. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли способности планирања као предиктора Познавање геометријског облика трогао

Варијабле	ß	t	p
TOL број тачних решења	0,412	1,221	0,234
TOL почетно време	-0,365	-1,153	0,260
TOL укупно време	0,260	0,708	0,485

Напомена: TOL - Лондонска кула (Tower of London).

Када се ради о познавању геометријских облика трогао укупна регресија је статистички значајна: $R^2 = 0,269$, $F(3, 25) = 3,071$, $p < 0,05$, што указује да поматрани заједно, показатељи способности планирања предвиђају статистички значајно варијаблу Познавање геометријског облика трогао. Подаци у Табели 77 показују да ниједан предиктор није статистички значајан, што указује да ниједан од предиктора нема значајно већи допринос од других у предвиђању Познавање геометријског облика трогао.

Табела 78. Резултати мултипле регресије за испитивање варијабли способности планирања као предиктора Познавање геометријског облика правоугаоник

Варијабле	ß	t	p
TOL број тачних решења	-0,562	-2,525	0,018
TOL почетно време	-0,336	-1,609	0,120
TOL укупно време	-0,968	-3,999	0,000

Напомена: TOL - Лондонска кула (Tower of London).

Статистички сигнификантан значај је подебљан

Укупна регресија је статистички значајна: $R^2 = 0,682$, $F(3, 25) = 17,861$, $p < 0,001$, што указује да поматрани заједно, показатељи способности планирања предвиђају статистички значајно варијаблу Познавање геометријских облика правоугаоник. Подаци у Табели 78 показују да сви показатељи способности планирања статистички значајно предвиђају варијаблу Познавање геометријског облика правоугаоник: TOL број тачних решења статистички значајан на нивоу $p < 0,05$ и TOL укупно време на нивоу $p < 0,001$.

4.5.3. Анализа мултиваријатне повезности између показатеља способности планирања и математичких способности

Да бисмо испитали општу, мултиваријантну повезаност између показатеља способности планирања и математичких способности применили смо каноничку корелацију са варијаблама способности планирања као предикторима и показатељима математичких способности као критеријумским варијаблама. Анализом су утврђене 3 функције чије квадриране каноничке корелације (R_c^2) износе 0,97, 0,88, 0,67. Укупни модел који укључује све функције (Функције 1 до 3) је статистички значајан, $Wilk's \lambda = 0,001$, $F(51, 27,60) = 4,79$, $p < 0,001$. Величина ефекта ($1 - \lambda$) износи 0,99, односно 99% варијансе између сетова варијабли објашњено је укупним моделом. Даље, анализа редукције димензија је показала да је и Функција 2 до 3 статистички значајна, $F(32, 20) = 2,51$, $p < 0,05$. Каноничка корелација Функције 1 износи 0,97, а Функције 2 каноничка корелација је 0,88. У Табели 79 приказано је каноничко решење за Функцију 1 и Функцију 2.

Коефицијенти структуре утврђени за Функцију 1 указују да су сва три показатеља способности планирања релевантна за синтетичку предикторску варијаблу, а да синтетичкој критеријумској варијабли значајно доприносе све варијабле математичких способности изузев упоређивања, сабирање време и одузимање време. Коефицијенти структуре утврђени за Функцију 2 указују да су све варијабле способности планирања релевантне за синтетичку предикторску варијаблу, али са мањим засићењем него код Функције 1. Синтетичка критеријумска варијабла је пре свега дефинисана варијаблама сабирање време и одузимање време, а у мањој мери варијаблама структурно бројање, резултативно бројање, круг и правоугаоник које све имају већа засићења на Функцији 1. Наведени резултати указују да сет варијабли способности планирања јесте повезан са сетом математичких способности, с тим да је повезаност са функцијом која је дефинисана превасходно сабирањем време и одузимањем време нижа него са сетом који је дефинисан већином других варијабли математичких способности.

Табела 79. Каноничко решење за однос између способности планирања и математичких способности за Функцију 1 и Функцију 2

Варијабле			Функција 1			Функција 2		
			Коеф	r_s	$r_s^2(\%)$	Коеф	r_s	$r_s^2(\%)$
TOL	број	тачних	0,48	0,93	86,42	1,91	0,29	8,21
решења								
TOL почетно време			-0,62	-0,96	91,96	0,72	0,24	5,89
TOL укупно време			0,05	-0,87	75,77	1,25	0,22	4,94
$R_c^2(\%)$					97,21			87,95
Упоредивање			-0,02	0,16	2,54	0,28	0,08	0,61
Класификовање			0,09	0,52	26,69	0,43	-0,01	0,00
Кореспонденција			0,61	0,77	59,82	0,10	0,07	0,61
Серијација			-0,12	0,38	14,45	0,27	-0,22	4,92
Усмено бројање			0,46	0,74	54,32	-0,35	-0,02	0,05
Структурирано бројање			-0,06	0,60	36,33	0,45	0,35	12,28
Резултативно бројање			0,14	0,62	38,94	0,27	0,45	20,05
Употреба бројева			-0,17	0,70	49,27	-0,37	0,16	2,44
Питања о бројевима			0,05	0,78	59,77	0,48	0,20	4,12
Сабирање одговори			-0,07	0,77	58,69	-0,69	-0,18	3,39
Сабирање време			-0,32	0,23	5,41	0,92	-0,78	61,29
Одузимање одговори			0,14	0,73	53,28	0,05	-0,03	0,12
Одузимање време			-0,32	0,28	8,01	0,92	-0,73	53,47
Круг			-0,09	0,66	43,69	-0,68	-0,46	21,06
Квадрат			-0,07	0,55	29,88	-0,12	-0,19	3,61
Троугао			0,09	0,51	26,39	-0,02	0,09	0,86
Правоугаоник			0,41	0,65	42,41	0,72	-0,49	23,80

Легенда: R_c^2 = коефицијен квадрирање каноничке корелације; Коеф. = стандардизован коефицијент каноничке функције; r_s = коефицијент структуре; r_s^2 = квадрирани коефицијент структуре
 Напомена: Коефицијенти структуре (r_s) $\geq .30$ су наглашени.
 TOL - Лондонска кула (Tower of London).

5. ДИСКУСИЈА

Деца са церебралном парализом поред примарног моторичког оштећења веома често имају и придружене сметње које заједно утичу на све сегментне њиховог функционисања па тако и на сам процес учења. Андерсон (1973) је истраживао школско постигнуће деце са телесним инвалидитетом и прикљученим неуролошким оштећењима (укључујући церебралну парализу и спину бифиду). Резултати студије показују да учитељи сматрају да 78% ове деце има тешкоће у рачунању распона од благих до озбиљних, а 69% њих има тешкоће у читању. Као што можемо видети проблеми везани за математичке способности су присутни у високом проценту међутим мали је број истраживања спроведен на ову тему код деце са церебралном парализом. Изненађујуће да је значајно мање пажње посвећено истраживању математичких способности него истраживању капацитета читања. Зато је циљ овог истраживања био да се утврди ниво развоја математичких способности и егzekутивних функција код деце са церебралном парализом, као и да се испита природа њиховог односа. Резултати овог истраживања конципирани су у односу на постављене задатке и хипотезе истраживања и могу се поделити у два дела. Први део се односи на постигнућа наших испитаника на тестовима математичких способности а други део на испитивање утицаја различитих аспеката егzekутивних функција на математичке способности.

Избор тестова којима су процењене математичке способности омогућио нам је да сагледамо шири аспект математичког знања из области пренумеричких способности, знања о бројевима, нумеричких способности кроз текстуалне задатке, аритметике и геометрије. Исто тако, коришћени су тестови који испитују ниво развоја егzekутивних функција као комплексне способности, кроз процену инхибиторне контроле, когнитивне флексибилности, радне меморије (вербалне и невербалне) и способности планирања.

5.1. Математичке способности деце са церебралном парализом

За процену математичких способности код деце са церебралном парализом примењени су следећи инструменти: Рани нумерички тест (OTZ - Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung); Питања о бројевима (из McCarthy скале развојних способности); тест Сабирања и Одузимања и Препознавање геометријских облика.

Први тест чије смо резултате приказали је OTZ тест, односно Рани нумерички тест. Постигнућа наших испитаника на OTZ тесту креће се од 4 до 37 поена, са аритметичком средином и стандардном девијацијом $22,03 \pm 8,08$ (Табела 6). Просечна постигнућа наших испитаника су нижа него постигнућа деце са церебралном парализом узраста од осам година у истраживању Ван Роијенове и сарадника (Van Rooijen, Verhoeven, & Steenbergen, 2015). Међутим, поставља се питање да ли су у поменутом истраживању била укључена и деца са церебралном парализом и проблемима у интелектуалном функционисању или само деца са церебралном парализом очуваних интелектуалних способности што није јасно назначено у опису узорка истраживања. Просечна постигнућа наших испитаника су нижа и од постигнућа деце првог разреда из истраживања Џенкс, Мур и Лишат (2007) у коме су била деца са вербалним IQ најмање 70 док су у нашем истраживању била и деца са церебралном парализом са нижим IQ од 70. Ђурић-Здравковић, Јапунџа-Милисављевић и Гагић (2017) налазе да су просечна постигнућа раних математичких вештина деце са церебралном парализом лошија у односу на постигнућа других група деце (умерена интелектуална ометеност, аутистички спектар) а да су боља једино у односу на децу са тешком интелектуалном ометеношћу.

Оно што је такође од значаја за добијене резултате у нашем истраживању је да ни један испитаник није остварио максималан број поена на овом тесту (који износи 40) с обзиром да се тест примењује за узраст деце опште популације од 4,7 до 7,6 година. Сам OTZ тест се састоји из два дела, први се односи на пренумеричке способности док се други односи на знање о бројевима. Наши испитаници имају боља просечна постигнућа на пренумерички способностима $12,41 \pm 4,36$ у односу на

други део знање о бројевима $9,36 \pm 6,7$. Ово је у складу и са истраживањима других аутора (Jenks et al., 2007).

Ако сагледамо постигнућа наших испитаника из прве области можемо рећи да су најуспешнији у кореспонденцији један на један ($AS=3,41$) која подразумева оно што учесници разумеју о односу један на један али представљено помоћу објекта; затим следи класификација ($AS=3,38$), која се односи на груписање објекта у класе на основу једне или више карактеристика, па следи способност упоређивања ($AS=3,24$) која подразумева коришћење концепта као што су ниско, ниже, најниже, више, мање итд. и на крају и серијација ($AS=2,38$) подразумева способност груписања објеката на основу њихових разлика (Табела 7). У контексту логичко-математичког мишљења посебно се истиче важност овладавања и развијања логичких операција класификације, серијације, конзервације, способности закључивања, као основних и неопходних за стицање математичких компетенција у наредном периоду и као основе за учење математике (Maričić & Stamatović, 2022). Конкретно да би формирање појма броја било могуће неопходно је да дете овлада пренумеричким способностима као што су серијација и класификација. Спајањем логичких система серијације и класификације, уз усвајање перманентности објекта и кореспонденцију релација, омогућено је формирање појма броја што даље отвара перспективе у решавању проблема из области математичко-логичких односа (Nikić i sar., 2011). С обзиром да наши испитаници имају лошија постигнућа у испитаним областима можемо рећи да је то и узнемирујући резултат ако знамо да је стицање математичких вештина описано као развојни процес који почиње много пре формалне математичке наставе са раном вештином бројања, као што су груписања, упоређивање и бројање малих бројева и објеката (Torbeyns et. al, 2002).

С обзиром да су у нашем истраживању деца узраста од осам до 12. година требало би да су већ усвојили класификацију. Међутим њихова постигнућа у овој подобласти указују на то да је тек четвртина наших испитаника успешна на свим задацима из ове подобласти (Табела 8.). Класификација према једном критеријуму би требало да се јавља на узрасту од четири до пет година, према два критеријума на узрасту од пет до седам година, а деца старости од седам до осам година

класификацију могу да врше у односу на три параметра (Николић и сар., 2015). Испитаници из нашег узорка су најмање успешни у способности серијације када се ради о подобластима пренумеричких способности па је само три испитаника успешно свим задацима из ове области. Овакви резултати су изненађујући јер серијација представља још један важан начин груписања која се јавља око седме године живота, и подразумева да се објекти нижу у односу на степен поседовања неке особине (Николић, 2012).

Када се ради о другој области OTZ теста, Знање о бројевима, резултати испитаника на субтестовима показују да су испитаници најлошији у подобласти резултативног бројања ($AS=1,62$) које се односи на тачно бројање када није дозвољено показивање прстом. Затим следи опште знање о бројевима ($AS=1,72$) подразумева примену математике у реалним свакодневним животним ситуацијама, представљене на цртежу и структурно бројање ($AS=2,76$) које се односи на пребројавање објеката у организованим и неорганизованим групацијама. Када је у питању сам процес бројања, Николић (Николић, 2012) наводи да постоје четири фазе: када се броји померањем предмета, када се броји додиривањем али без померања предмета, када се броји показивањем предмета без додиривања, да би се на крају бројало само погледом. Добијени резултати нам указују на то да наши испитаници нису усвојили све фазе процеса бројања па имају боља постигнућа на задацима где је дозвољено бројање тако што се помера предмет а лошији где то није дозвољено и када треба бројање применити у реалним животним ситуацијама као што је бројање погледом. Деца на млађем узрасту обично користе прсте за бројање и решавање задатака, а касније се та стратегија замењује аутоматском обрадом. Код деце са тешкоћама у рачунању уочени су проблеми пребацивања са стратегије бројања на прсте ка аутоматској обради (Geary & Hoard, 2005 цитирано према Gligorović, 2010). Наши испитаници имају значајно боља постигнућа на субтесту бројање речима ($AS=3,52$) (односи се на дечије вештине бројања унапред и уназад, као и коришћење основних и редних бројева до 20) у односу на остале подобласти дела знање о бројевима. Ово можемо објаснити чињеницом да нпр. деца млађег узраста познају

бројке али их познају као секвенце односно да деца механички памте редослед бројевних речи али да не разумеју на колико се предмета односи.

На тесту познавање бројева (нумеричке способности) процењено тестом број 5 – Питања о бројевима преузетог из McCarthy скале развојних способности, испитаници имају посечна постигнућа $5,55 \pm 2,63$ и распон 1 до 12 поена (Табела 9). Тест се састоји од 12 ајтема подељених у четири области. Прва три ајтема се односе на познавање броја везаног за телесну шему и ту су испитаници најуспешнији (на првом ајтему су сви испитаници дали тачан одговор, на другом њих 96,6% док на трећем 93,1% успешних). Развој почетних математичких појмова заправо и почиње кроз опажање и схватање простора и просторних односа, и ослања се на активности које полазе од упознавања простора сензорним али и посредним путевима, па преко стицања способности просторности на властитом телу, и развијања правилне употребе термина за појмове и односе у простору (Николић, 2012). Верујемо да је познавање властитог тела једна од првих опажања код деце са церебралном парализом у току развоја што се одразило и на добра постигнућа на овом делу теста Познавање бројева у нашем истраживању. Јапунца-Миличављевић (2009) наводи да познавање телесног простора чини подлогу за квалитетно усвајање елементарних рачунских операција код деце с лаком интелектуалном ометеношћу.

Анализирајући даља постигнућа наших испитаника можемо рећи да се на ајтемима од четвртог до осмог где дете треба да сабира и одузима у оквиру прве десетице види благи пад у постигнућима (на четвртном ајтему је 75,9% успешних, петом њих 41,4% успешних, шестом ајтему 48,3% успешних, седмом ајтему 37,9% успешних и на осмом ајтему 24% успешних). Како се задаци даље усложњавају наши испитаници су све мање успешни, па тако од осмог до десетог ајтема на задацима сабирања и одузимања у оквиру прве стотине као и на ајтемима 11 и 12 где је потребно множити и делити у оквиру прве и друге десетице, само по три испитаника успешно решава ове задатке (Табела 10). Овакви налази указују да су наши испитаници у великом проценту усвојили способност сабирања и одузимања у оквиру прве десетице али када је потребно сабирати и одузимати у оквиру прве

стотине онда наилазе на потешкоће. Способност множења и дељења је такође неразвијена код већине наших испитаника.

Оно што је значајно напоменути је да се задаци на тесту Питања о бројевима преузетог из McCarthy скале развојних способности постављају вербално а познато је да деца са церебралном парализом имају често оштећења језичких способности. Неки аутори наглашавају улогу капацитета декодирања речи за аритметичке способности код деце са церебралном парализом. Другим речима, језичке способности деце су снажно повезане са њиховим мереним аритметичким резултатима који укључују симболички систем бројева па тако познавање симболичког система броја би могао да буде важан захтев за аритметику код деце са церебралном парализом (van Rooijen et al., 2012). Анализирајући грешке које праве интелектуално ометени ученици приликом решавања аритметичких проблема, Скира (Skira, 2017) је дошла до закључка да, уколико не реше текстуални задатак тачно, ученици праве следеће грешке – не искриве значење проблемске приче али не реше аритметички проблем, искриве значење проблемске приче али реше проблем, или искриве значење проблемске приче и не успеју да реше аритметички проблем. Врло често се догађа да ученици са проблемима у интелектуалном функционисању не разумеју постављене задатке па самим тим не могу да дају адекватне одговоре.

Упоредили смо укупни скор OTZ теста и скор Питања бројеви испитаника са церебралном парализом са нормама за децу типичног развоја узраста 8 и по година за тест Питања бројеви и 7 и по година за тест OTZ (за старију децу нам нису биле доступне норме). Подаци у Тебели 11 показују да су деца са церебралном парализом статистички значајно нижих способности процењених на основу OTZ теста укупног скорa и на основу теста Питања о бројевима од деце типичног развоја. Разлике су статистички значајне на нивоу 0,001. Вредности Коеновог d указују да су утицаји церебралне парализе на оба показатеља математичких способности велики. Скор OTZ теста укупно код ученика са церебралном парализом је за више од 3 стандардне девијације нижи од просечног постигнућа деце типичног развоја узраста 7 и по година. Скор теста Питања о бројевима деце са церебралном парализом је за приближно 2 стандардне девијације нижи од просечног постигнућа деце типичног

развоја узраста 8 и по година. Ови су веома значајни јер уопштено, показало се да математичке вештине у раном узрасту предвиђају будући академски успех ученика, па је тако поседовање раног математичког знања предиктор бољег и успешнијег читања, бољих постигнућа у области науке, али и саме математике (Aubrey et al., 2006; Claessens & Engel, 2013).

Сабирање се може најопштије дефинисати као комбиновање било које две количине или величине користећи знак плус. То је један од најједноставнијих нумеричких задатака и сабирање се обично односи на комбиновање бројева с циљем долажења до њихове заједничке количине (Јапунца-Милисављевић, 2009). На тесту Сабирање наши испитаници имају од 0 до 10 поена, са просечним бројем поена $6,76 \pm 3,46$ а време потребно да се реши један задатак сабирања креће се од 5 до 20 секунди са просечним временом од $11,76 \pm 3,77$ (Табела 12). Када се ради о способности одузимања испитаници су имали скорове у распону од 0 до 10 поена са просечним бројем поена $6,07 \pm 3,76$, временом у распону од 7 до 25 секунди просечним временом од $14,08 \pm 4,47$ (Табела 13). Да ученици са благом интелектуалном ометеношћу имају потешкоћа са аритметичким постигнућима установила је и група аутора (Sermier Dessemontet et al., 2020) која је тестирала аритметичке вештине код ученика са благом и умереном интелектуалном ометеношћу, и дошли су до закључка да они чије аритметичке вештине са бројевима до 10 нису конзистентне, не направе велики напредак у том пољу током читаве школске године. Ако посматрамо однос постигнућа сабирања и одузимања можемо видети да наши испитаници имају за нијансу боља постигнућа у области сабирања што је у складу са испитивањима других истраживача (нпр. Јапунца-Милисављевић, 2009).

Према наводима неких аутора просечно време одговора на простом сабирању код ученика другог разреда из редовне популације износи две секунде (Geary, Brown, & Samaranayake, 1991). Посматрајући постигнућа наших испитаника можемо рећи да само 2 (6,9%) испитаника решава задатке сабирања и одузимања у времену од пет секунди, њих 27,5% решава у року од шест до 10 секунди, 37,8% испитаника решава у времену од 11 до 15 секунди, 13,7% испитаника у времену од 16 до 20 секинди док

13,8% испитаника не успева уопште да реши ни један задатак сабирања. Џенкс, Лишат и Мур (2009) у свом истраживању налазе да деца са церебралном парализом (IQ изнад 70) на крају другог разреда имају просечно време одговора на задацима простог сабирања 10 секунди а исти аутори на другом мерењу у трећем разреду налазе да време одговора опада на пет секунди. Као разлоге дужег времена одговора наводе да деца са церебралном парализом којима је потребно више времена за давање одговора ретко повлаче одговоре из дугорочне меморије већ радије настављају да користе незрелу стратегију (рачунање) (Jenks, van Lieshout, & de Moor, 2009). То је био случај и са нашим испитаницима од којих су неки користили прсте за рачунање док су неки дошли до решења бројањем.

Када се ради о времену потребном за задатке одузимања испитаницима је потребно нешто више времена па ни један испитаник не успева да реши задатке одузимања у времену до пет секунди. Најмање потребно време за решавање ових задатака је седам секунди, 20,7% испитаника решава у времену од седам до 10 секунди, 27,5 у времену од 11 до 15 секунди, 34,4% испитаника у времену од 16 до 20 секунди, 3,4% у времену од 25 секунди док 13,8% не успева да реши ни један задатак одузимања (Табела 13). Дуже време одговора на задацима простог одузимања и сложеног сабирања налазе и други аутори (Jenks, de Moor, & van Lieshout, 2009). Разлози за овакве налазе аутори наводе да врло вероватно као код сабирања деца са церебралном парализом одговоре ретко повлаче из дугорочне меморије већ до решења долазе рачунањем које у случају одузимања још комплексније јер захтева од деце бројање уназад.

Минон (Menon, 2015) је понудио објашњење за главне неурокогнитивне процесе које везујемо за аритметичке радње, па тако најпре помиње декодирање визуелних и фонолошких карактеристика стимулуса, односно декодирање облика броја за који је задужен вентрални темпоро-окципитални кортекс, а одговоран је и за креирање визуоспацијалних репрезентација нумеричког квантитета, али уз помоћ интрапаријеталне бразде. Наредни процес односи се на системе процедуралне и радне меморије чији рад омогућавају фронтално-паријетални режањ и базалне ганглије, односно ове церебралне структуре креирају краткорочне репрезентације

којима се манипулише квантитетом у трајању од неколико секунди. Када су у питању системи епизодне и семантичке меморије, њихово функционисање и формирање дугорочне меморије и генерализовање ван изолованих атрибута проблема, обезбеђују медијални темпорални кортекс, предњи темпорални режањ и ангуларни гирус. На крају, напомиње се важност префронталне коре која је задужена за управљење пажњом приликом извлачења чињеница из меморије и приликом циљаног одлучивања.

Познавање основних геометријских облика у нашем истраживању процењено је кроз препознавање облика: круг, квадрат, троугао и правоугаоник као и дефинисање препознатог облика. Када се ради о способности препознавања круга број тачних одговора креће се од 0 до 9 са просеком $7,45 \pm 2,30$, код препознавања квадрата распон тачних одговора креће се од 0 до 9 са просеком $5,45 \pm 2,16$, способност препознавања троугла од 0 до 8 са просеком $3,45 \pm 1,80$ а препознавање правоугаоника од 0 до 2 са просеком $1,79 \pm 0,49$ (Табела 14). Значајно је напоменути да је један број иситаника међу понуђеним облицима често давао и погрешне одговоре.

На питање да дефинишу шта то за њих представља круг, које су то особине које карактеришу круг само је пет ученика дало одговоре. Остали испитаници су знали да препознају приказане геометријске облике (круг, квадрат, троугао, правоугаоник) али нису знали које их особине карактеришу што нам говори да је већина наших испитаника на нивоу визуелизације. Одговори испитаника који су дати су следећи: круг: „то је округао предмет; нешто округло; кружна линија; затворена кружна линија“; квадрат: „предмет са четири једнаке стране; као коцка са четири стране; коцка која има све једнаке стране; има све четири странице једнаке“; троугао: „предмет са три угла; има три различите стране које спајају унакрсно; фигура која има све три исте стране“; правоугаоник: „има по две једнаке странице; геометријско тело које има две различите стране; по две једнаке стране“. Већину наведених одговора можемо сврстати у ниво анализирања. Наши испитаници набрајују особине приказаних геометријских облика али још увек не могу да увиде везу између њих. Да би напредовање геометријског мишљења ишло по нивоима, постоје смернице како треба организовати процес учења: кроз фазе питања и информисања, усмереног

вођења, објашњавања, активности отвореног типа и повезивања (Baranović, 2016). Постоје сугестије како би требало да се спроводи подучавање геометрије, и полази се од тога да дете већ има формиране неке представе о геометријским облицима на којима подучавање може да се заснива, и потом подигне на виши ниво. Истиче се значај учења преко разноврсних и многобројних примера, чијим описивањем могу да се развијају говор и вокабулар, и приближи значење сваког важног појма. То можемо да вежемо за описивање разлога припадања одређеној категорији облика, а самим тим може се дискутовати и о атрибутима конкретних облика. Такође, треба сваком детету обезбедити могућност да ствара и презентује своје менталне репрезентације математичких објеката (Clements, 2004). То ће омогућити да интуитивна геометрија, каква је у предшколском узрасту и млађим разредина основне школе, пређе на напреднији ниво који подразумева да су деца упозната са значењем свих основних геометријских појмова, те их је могуће приказати геометријским цртежима (Ђокић и Трмчић, 2012).

У даљем приказу резултата приступили смо анализи главних компоненти при чему су се издвојиле 4 компоненате, које објашњавају укупно 74.7 % варијансе (Табела 15). Прва компонента одговорна је за највећи проценат варијансе (око 43%) и обухвата варијабле структурирано и резултатативно бројање, Сабирање и Одузимање тачни одговори. Друга компонента објашњава 14,7% компоненти у њој су се заједно нашле варијабле: Сабирање и одузимање потребно време за тачне одговоре. Трећа компонента објашњава 9,4% варијансе а била је састављена из варијабли добијених на основу задатака за процену класификације, серијације, усменог бројања, употреба бројева из OTZ тест, затим тест Питања о бројевима и тест Препознавања геометријских облика (круг, квадрат, троугао, правоугаоник). Четврта компонета објашњава 7,6% варијансе а односила се на способности: упоређивање, кореспонденција 1 на 1 и употреба бројева (Табела 16). Дубљом анализом варијабли које припадају истој компоненти можемо увидети њихову међусобну везу. Па тако нпр., иако се многи не би сложили, област геометрије је уско повезана са облашћу бројева јер класификација, коју везујемо управо за облике, представља неки облик

једнакости, док је промена облика трансформисање неког крајњег резултата (Montague-Smith et al., 2018).

Сам процес развоја математичких способности код деце са церебралном парализом је веома комплексан и под утицајем је низа различитих фактора. У циљу што бољег увида у факторе од утицаја испитали смо деловање појединих социо-демографских и клиничких фактора на већ испитане математичке способности.

Занимљиво је и да се пол често посматра као фактор који одређује ниво математичких способности, па се тако показало да родитељи неретко стереотипно перципирају математичке способности своје деце, постављајући мања очекивања пред девојчице иако су њихове оцене често подједнако добре као и оцене дечака, а то утиче и на начин на који деца виде сопствене математичке способности, те дечаци имају боље мишљење о својим математичким способностима у односу на девојчице (Tiedemann, 2000). Наши резултати једносмерне анализе варијансе са полом као независном варијаблом и математичким способностима као зависним варијаблама показују да не постоје статистички значајне разлике у математичким способностима с обзиром на пол (Табела 18). Керси са својим сарадницама (Kersey et al., 2019) утврдила сличности у неуролошком функционисању код дечака и девојчица старости између три и десет година приликом развоја математичких компетенција. Када се ради о доступним радовима који су се бавили испитивањем математичких способности код деце са церебралном парализом нисмо наишли на податке о утицају пола.

Испитујући разлику у математичким способностима у односу на врсту школе налазимо да ученици који похађају школу за децу са сметњама у развоју имају статистички значајно виша постигнућа у математици од ученика редовних школа на следећим показатељима: OTZ тест упоређивање ($p < 0,05$), OTZ тест кореспонденција ($p < 0,05$), OTZ тест серијација ($p < 0,05$), OTZ тест усмено бројање ($p < 0,001$), OTZ тест структурирано бројање ($p < 0,05$), OTZ тест употреба бројева ($p < 0,05$), OTZ тест укупни скор ($p < 0,001$), на тесту Питања о бројевима ($p < 0,001$), тесту Сабирање (тачни одговори) ($p < 0,001$), тесту Одузимање (тачни одговори) ($p < 0,001$), тесту Препознавање геометријских облика - круг ($p < 0,05$), тесту Препознавање

геометријских облика - квадрат ($p < 0,05$) и тесту Препознавање геометријских облика - правоугаоник ($p < 0,05$). Нема статистички значајних разлика између ученика који похађају школу за децу са сметњама у развоју и редовних школа на следећим показатељима математичких способности: OTZ тест класификација, OTZ тест резултативно бројање, тесту Сабирање (време за одговор), тесту Одузимање (тачни одговори) и тесту Препознавање геометријских облика – троугао (Табела 19).

Као што можемо видети деца са церебралном парализом која похађају редовну школу имају значајно боља постигнућа у скоро свим испитаним математичким способностима у односу на децу која похађају школу за децу са сметњама у развоју. Овакви резултати су били и очекивани с обзиром да су узорак деце са церебралном парализом из редовне школе чинила деца очуваних интелектуалних способности док су деца која похађају школу за децу са сметњама у развоју била деца са потешкоћама у интелектуалном функционисању. Овакве резултате налазе и други аутори који су испитивали потешкоће у математичким способностима код деце са церебралном парализом (Jenks et al., 2007; Van Rooijen et al., 2014; Jenks, de Moor, & van Lieshout, 2009; Jenks, van Lieshout, & de Moor, 2009). Аутори (Jenks et al., 2007) у свом истраживању налазе да на почетку првог разреда, пре формалне математичке наставе, постоје значајне разлике у раној вештини бројања између ове три групе (церебрална парализа специјална < церебрална парализа редовна < контролна група). На крају првог разреда деца са церебралном парализом из редовне школе су постигла подједнаке резултате као деца из контролне групе. Међутим, не само да деца са церебралном парализом из специјалне школе нису успела да постигну сличне резултате као њихови вршњаци, њихови резултати на раној вештини бројања се нису значајно побољшали између средине и краја првог разреда. Разлике у математичким способностима су евидентне и након контроле ефеката вербалне и невербалне интелигенције (Jenks, van Lieshout, & de Moor, 2009). Ове разлике аутори приписују и самом образовном окружењу између специјалних школа за децу са церебралном парализом и редовним школама које такође може утицати на аритметичка постигнућа. Разлог што деца са церебралном парализом у специјалним школама добијају мање аритметичких упустава недељно него њихови

вршњаци у редовним школама није због више одсуства из школе већ зато што је временски мање упуштава планирано (Jenks et al., 2010).

У односу на употребну латерализованост резултати једносмерне анализе варијансе са латерализованошћу као независном варијаблом и математичким способностима као зависним варијаблама показују да не постоје статистички значајне разлике у математичким способностима с обзиром на латерализованост (Табела 20). Утицај латерализованости на развој математичких способности у другим студијама је двосмислен. Насупрот томе друга истраживања не налазе значајне разлике у постигнућима деце са церебралном парализом по питању латерализације (Carlsson, 1997; Jones-Gotman, 1986; Vargha-Khadem et al., 1992 цитирано према Vidović, 2016).

Иако се математика, као научно-логички систем, најчешће везује за когнитивно функционисање, показало се да постигнућа у овој области зависе и од моторичких способности и вештина. У нашем истраживању у односу на ниво GMFC потврђена је статистички значајна разлика у корист прве групе тј. групе са бољим способностима и то на следећим областима: OTZ тест класификација, OTZ тест кореспонденција, OTZ тест усмено бројање, OTZ тест структурирано бројање, OTZ тест резултативно бројање, OTZ тест употреба бројева, OTZ тест укупни скор, на тесту Питања о бројевима, тесту Сабирање (тачни одговори), тесту Одузимање (тачни одговори), тесту Препознавање геометријских облика - квадрат. Наведене разлике су статистички значајне на нивоу $p < 0,05$. Нема статистички значајних разлика између група испитаника с обзиром на GMFC на следећим показатељима математичких способности: OTZ тест упоређивање, OTZ тест серијација, тесту Сабирање (време за одговор), тесту Одузимање (време за одговор), тесту Препознавање геометријских облика круг, тесту Препознавање геометријских облика - троугао и тесту Препознавање геометријских облика – правоугаоник (Табела 21). Видовић (2016), у свом истраживању, налази да у односу на варијаблу GMFCS, функционално боља група је имала значајно веће постигнуће само у визуопросторном фактору, док је егzekутивни (који је садржао и тест Аритметика) био близу границе значајности. Супротно нашим налазима Џенкс, Лишат и Мур

(2009) не налазе повезаност између грубих моторних способности и Сабирања и одузимања (тачни одговори и време) код деце са церебралном парализом. Овакви резултати су неочекивани с обзиром да исти аутори налазе да деца са церебралном парализом која похађају специјалну школу имају лошија постигнућа у аритметичким задацима у односу на децу која похађају редовну школу а један од могућих разлога за таква постигнућа наводе већи број медицинских оштећења код деце која похађају специјалну школу (Jenks, van Lieshout, & de Moor, 2009). До сличних резултата доласе и аутори Ројен и сарадници (2012) који су за процену грубих моторичких способности користили Gross Motor Function Measure (GMFM-66) при чему не налазе значајну корелацију са способношћу сабирања и одузимања код деце са церебралном парализом из њиховог узорка (van Rooijen et al., 2012).

Даљом анализом резултата желели смо да испитамо разлике у постигнућима у односу на MACS ниво где можемо видети да испитаници који имају I ниво MACS, односно група са бољим функционалним статусом горњих екстремитета, јесте статистички значајно успешнија од испитаника који имају III или IV ниво MACS на следећим варијаблама: OTZ тест класификација, OTZ тест кореспонденција, OTZ тест структурирано бројање, OTZ тест резултативно бројање, OTZ тест употреба бројева, OTZ тест укупан скор, на тесту Питања о бројевима, тесту Сабирање (тачни одговори), тесту Одузимање (тачни одговори) (све разлике су статистички значајне на нивоу 0,05). Испитаници који имају I ниво MACS имају статистички значајно више скорове од испитаника који имају II ниво MACS на следећим варијаблама: OTZ тест структурирано бројање, OTZ тест употреба бројева и OTZ тест укупан скор ($p < 0,05$). Испитаници који имају II ниво MACS и испитаници који имају III или IV ниво MACS не разликују се статистички значајно у погледу успешности на задацима математичких способности (Табела 22). Наши налази су у складу са другим ауторима (Kiessling, Denckla, & Carlton, 1983; Dellatolas et al., 2005; van Rooijen et al., 2012; Jenks, van Lieshout, & de Moor, 2009; Van Rooijen, Verhoeven, & Steenbergen, 2016; Видовић, 2016). Кислинг и сарадници (1983) проналазе повезаност између лоше функције леве руке и постигнућа на временски ограниченом аритметичком тесту код деце са церебралном парализом, али нису имали објашњење за овај резултат

(функција леве руке је у корелацији и са способношћу бројања и са визуоспацијалним вештинама) (Kiessling, Denckla, & Carlton, 1983). Делатоалс и сар. (2005) долазе до резултата да је оштећење леве руке позитивно корелирало са вештинама аритметичких способности, док је способност извођења десном руком позитивно корелирао са фонолошким способностима (Dellatolas et al., 2005). Функција леве руке је значајан предиктор брзине сабирања и одузимања (Jenks, van Lieshout, & de Moor, 2009) што у нашем истраживању није био случај јер на сабирању и одузимању – време за одговор није пронађена статистички значајна разлика између MACS нивоа. Поред ове две области статистички значајна разлика није пронађена у следећим областима: OTZ тест упоређивање, OTZ тест серијација, OTZ тест усмено бројање, Препознавање геометријских облика - круг, Препознавање геометријских облика - квадрат, Препознавање геометријских облика - троугао и Препознавање геометријских облика – правоугаоник. Фине моторичке способности су најјачи показатељ аритметичких способности (процењене кроз способност сабирања и одузимања) код деце са церебралном парализом (van Rooijen et al., 2012) а постоји и њихова снажна веза са пренумеричким способностима и познавањем бројева (Van Rooijen, Verhoeven, & Steenbergen, 2016) што је у складу и са нашим истраживањем. Испитивања су такође открила да fine моторичке вештине имају важну улогу у почетној фази бројања, као и када је у питању концептуално знање о бројању (Fisher et al., 2018), и показало се да фина моторичка интеграција условљава математичке компетенције (Escolano-Pérez et al., 2020), а фина моторика се, такође, истакла као фактор који боље предвиђа математичке него вештине читања (Pitchford et al., 2016). Приликом сабирања два броја, деца неретко служе прстима током различитих стратегија рачунања (Geary & Hoard, 2005).

Када се ради о локализацији церебралне парализе Џенкс, Лишат и Мур (2009) не налазе разлике у аритметичким способностима између билатералне и једностране церебралне парализе. Остали типови иако су били заступљени у узорку у мањем проценту нису разматрани у анализи. Резултати нашег истраживања показују да постоје статистички значајне разлике међу испитаницима с обзиром на тип церебралне парализе само на два показатеља математичких способности: OTZ тест

употреба бројева и OTZ тест укупни скор. Наведене разлике су статистички значајне на нивоу $p < 0,05$ (Табела 23). Разлике су утврђене између испитаника који имају спастичну хемиплегију и испитаника који припадају групи остали а чине их испитаници са атаксијом и дискинетичном формом церебралне парализе.

Фогел и Де Шмет (Vogel & De Smedt, 2021) говоре о томе да је развој нумеричких и аритметичких способности условљен интегрисаним радом неколико области у мозгу, и наводи се да су оне најчешће лоциране у фронталном и паријеталном кортексу, мада се њихова динамика разликује у односу на узраст и ниво учинка. Наши резултати у Табели 23 показују да постоје статистички значајне разлике међу испитаницима с обзиром на узраст на следећим показатељима математичких способности: OTZ тест класификација, OTZ тест кореспонденција, OTZ тест употреба бројева и OTZ тест укупни скор. Наведене разлике су статистички значајне на нивоу $p < 0,05$. Бонферони пост хок тест је показао да су испитаници узраста од 12 година су статистички значајно успешнији од испитаника који имају 9 и 10 година на следећим варијаблама: OTZ тест класификација, OTZ тест кореспонденција, OTZ тест употреба бројева и OTZ тест укупан скор (све разлике су статистички значајне на нивоу 0,05). Испитаници узраста 9 и 10 година и испитаници узраста 10 и 11 година, као и испитаници узраста 10 и 11 година у односу на испитанике 12 година не разликују се статистички значајно у погледу успешности на задацима математичких способности (Табела 24).

Лошија постигнућа у процењеним математичким способностима ученика са церебралном парализом, како у нашем, тако и у малобројним истраживањима других истраживача, намеће потребу да се дубље сагледа природа проблема и да се разматрају различити фактори којим би могло да се објасни кашњење и нижи ниво развијености математичких способности. На основу података из литературе (Bull & Lee, 2014; Blair et al., 2008), у којој се математичке способности деце типичног развоја доводе у везу са егzekутивним функцијама, желели смо да испитамо да ли та веза постоји и у ком обиму код ученика са церебралном парализом. У ту сврху испитали смо однос когнитивне флексибилности, инхибиторне контроле, радне

меморије и способности планирања, с једне стране и математичких способности с друге стране.

5.2. Развој когнитивне флексибилности и повезаност са математичким способностима код деце са церебралном парализом

Когнитивна флексибилност је процењена Висконсин тестом сортирања карата - WCST (кроз број постигнутих категорија, број потрошених карата до прве категорије и број персеверативних грешака) и Дечији тест трасирања боја – CCTT (који се састоји из два дела: А и Б, а процењено је потребно време и број грешака у оба дела).

Када се ради о WCST (Висконсин тест сортирања карата) наши испитаници имају следећа постигнућа: постижу од 0 до 6 сортираних категорија са просеком $3,34 \pm 1,59$. Просечна постигнућа су нижа у нивоу једне стандардне девијације од просечних постигнућа деце типичне популације узраста од девет година у Србији које наводе Буха и Глигоровић (2021) у свом истраживању. И други аутори налазе потешкоће когнитивне флексибилности код деце са церебралном парализом (Gofer-Levi, Silberg, Brezner, & Vakil, 2014; Bodimeade, Whittingham, Lloyd, & Boyd, 2013; Bottcher, Flachs, & Uldall, 2010; Nadeau, Routhier, & Tessier, 2008; Jenks, de Moor, & van Lieshout, 2009).

Број потрошених карата до постизања прве категорије креће се од 12 до 38 са просеком $21,93 \pm 6,58$ док се број персеверативних грешака креће од 10 до 35 просечна постигнућа $23,76 \pm 6,98$ (Табела 25). Група шпанских аутора на узорку 102 деце са церебралном парализом, узраста од 9 до 12 година и просечног $IQ = 93,7$ налази нешто боља постигнућа на WCST него што су наша у односу на број сортираних категорија $4,4 \pm 1,9$ и број персеверативних грешака $17,8 \pm 9,36$ али не и у односу на број потрошених карата до постизања прве категорије $22,7 \pm 30,8$ (Nadeau, Routhier, & Tessier, 2008). Треба напоменути да су у узорку поменутог истраживања била само деца са хемиплегијом и диплегијом нивоа I на GMFCS која су похађала редовну основну школу што може и објаснити нешто боља постигнућа у односу на наша.

Истраживања показују да деца са церебралном парализом праве више грешака на WCST у поређењу са децом са стеченим церебралним лезијама (Warschawsky, Argento, Hurvitz, & Berg, 2003) као у поређењу са контролном групом деце из типичне популације. Деца са церебралном парализом праве више грешака, завршавају мање категорија, захтевају више покушаја да би завршила прву категорију и дају мање концептуалних одговора (Nadeau, Routhier, & Tessier, 2008). Бочерова са сарадницима (2010) у свом истраживању на узорку деце узраста од 9 до 13 година, са дијагнозом унилатералне и билатералне спастичне церебралне парализе налази оштећења у области егzekутивних функција, посебно инхибиторне контроле и когнитивне флексибилности, у поређењу са очекиваним постигнућима за њихов узраст (према нормама коришћених тестова). Исти аутори даље истичу да проблеми везани за егzekутивне функције код деце са церебралном парализом могу допринети њиховим социјалним потешкоћама, поред проблема везаних за моторичке и когнитивне поремећаје (Bottcher, Flachs, & Uldall, 2010).

Када се ради о броју постигнутих категорија највећи проценат наших испитаника постиже три (31%) и четири (27,6%) категорије на WCST, максималан број категорија постиже четири испитаника (13,8%), пет категорија један испитаник (3,4%), четири испитаника (13,8%) постижу две категорије, један испитаник (3,4%) једну категорију док два испитаника (6,9%) не постиже ни једну категорију (Табела 26). Постигнућа наших испитаника су лошија од постигнућа деце са са лаком интелектуалном ометеношћу коју налазе Глигоровић и Буха (2012а). Наиме ауторке налазе да укупно 35% њихових испитаника са лаком интелектуалном ометеношћу сортира од једне до три категорије што наводе као ниво постигнућа карактеристичан за децу типичног развоја узраста од три до пет година (Zelazo et al., 2003; према Gligorović, & Buha, 2012a). У односу на ове наводе можемо рећи да је скоро половина наших испитаника (њих 48,2%) на нивоу деце узраста од три до пет година по броју сортираних категорија. Један од разлога за потешкоће у постизању што већег броја категорија је да су наши испитаници често имали потешкоћа да одреде почетно правило сортирања па самим тим показивали тенденцију стварања неефикасних и неорганизованих образаца одговора сортирајући картице према нетачним правилима.

Значи наши испитаници су правили више насумичних грешака када су први пут започели задатак и било им је потребно више покушаја пре него што су схватили први принцип сортирања, развили организовану стратегију и завршили неколико категорија упркос почетним потешкоћама. Овакав приступ решавању проблема би делимично могао да се објасни спором обрадом информација код ове деце. У прилог овоме говоре и спроведена истраживања на узорку деце са једностраном церебралном парализом чији налази потврђују да ова деца спорије обрађују информације у новим сложеним когнитивним задацима (Puyuelo-Sanclemente, 2001; O'Conner, 1997; све према Nadeau, Routhier, & Tessier, 2008).

Дечији тест трасирања боја (Children's Color Trails Test, CCTT) се састоји из два дела: А и Б. Део А се користи за процену пажње и концептуалног праћења, а део Б служи и за процену когнитивне флексибилности. Поред тога когнитивна флексибилност је процењена и кроз разлику у броју грешака и времену одузимањем вредности првог задатка од другог. Распон времена у првом делу CCTT теста кретао се у распону од 27 до 170 секунди са просечним временом $88,93 \pm 37,98$ док се број грешака кретао од 0 до девет са просеком $3,79 \pm 2,62$ (Табела 27). Када се ради о броју грешака нешто више од половине (51,7%) испитаника не прави ни једну грешку, затим од једне до три грешке прави 23,1% испитаника; од четири до шест грешака 17,2% испитаника и осам и девет грешака прави 6,8% наших испитаника.

Просечно време које је било потребно нашим испитаницима да изврше други део задатка $150,03 \pm 93,34$ са распоном времена од 37 до 380 секунди. Број грешака се кретао у распону од 0 до 13 са просеком $5,10 \pm 4,25$ (Табела 27). Проценат испитаника који нису правили ни једну грешку на овом делу је нешто нижи у односу на први део и износи 41,4%, од две до три грешке правило је 10,3%, од четири до шест 13,8%, од седам до девет грешака 20,6% и од 10 до 13 грешака 13,7% испитаника.

Испитујући разлику у броју грешака између другог и првог дела можемо видети да се ради о малом броју грешака (распон од нула до седам, просек $3,31 \pm 2,27$) уз високу разлику у времену између ова два задатка (распон од осам до 300, просек $92,48 \pm 71,03$) (Табела 27). Цвијетић (2017) у свом истраживању на узорку деце са лаком интелектуалном ометеношћу налази исто мали број грешака на овом задатку,

уз високу просечну вредност разлике у времену потребном за решавање два дела задатка. Она наводи да утврђена разлика у времену између другог и првог дела задатка говори о тешкоћама деце да брзо и лако пребацују пажњу са једног концептуалног низа на други (Cvijetiћ, 2017). Познато је да деца са церебралном парализом имају проблеме са системом постериорне пажње што се одражава на њихове потешкоће у покретању одговора и самим тим лошијим постигнућима. Поред тога примарно моторно оштећење сигурно доприноси још дужем времену потребном за извршење задатака.

Да бисмо проверили да ли постоји статистички значајна повезаност између нивоа развијености когнитивне флексибилности и нивоа развијености математичких способности применили смо Пирсонов коефицијент корелације. WCST број постигнутих категорија је високо повезана са свим варијаблама испитаних математичких способности, осим са варијаблама сабирање и одузимање време. Што значи да испитаници који су постигли више категорија на Висконсин тесту сортирања карата имају боља постигнућа у процењеним математичким способностима. Од осталих варијабли истичу се Дечији тест трасирања боја део А време и Дечији тест трасирања боја део Б број грешака који су негативној корелацији са свим испитаним варијаблама осим сабирање и одузимање потребно време. Ово нам указује да испитаници који праве више грешака у другом делу ССТТ и они којима је потребно више времена да заврше први део ССТТ задатка имају лошија постигнућа у математици (Табела 28). Други аутори налазе да је развијенија инхибиторна контрола код деце са интелектуалном ометеношћу повезана са бољим успехом из аритметике (Van der Molen, Henry & Van Luit, 2014; према Cvijetiћ, 2017).

Пошто је утврђена повезаност између испитиваних варијабли, желели смо да видимо да ли ниво когнитивне флексибилности може да предвиди ниво развијености математичких способности. У циљу утврђивања предикторске моћи инхибиторне контроле на ниво развијености математичких способности које се односе на познавање процењених помоћу тестова: Рани нумерички тест (OTZ тест), тест Питања о бројевима тест Сабирање (тачни одговори), тест Сабирање (време за

одговор), тест Одузимање (тачни одговори), тест Одузимање (време за одговор); тест Препознавање геометријских облика (круг, квадрат, троугао, правоугаоник), примењена је мултипла регресија.

Посматрани заједно, показатељи когнитивне флексибилности предвиђају статистички значајно следеће варијабле: OTZ тесту укупан скор ($R^2 = 0,72$, $F(8, 20) = 6,593$, $p < 0,001$); Питања о бројевима ($R^2 = 0,63$, $F(8, 20) = 4,242$, $p < 0,05$); Сабирање тачни одговори ($R^2 = 0,75$, $F(8, 20) = 7,688$, $p < 0,001$); Сабирање време ($R^2 = 0,52$, $F(8, 20) = 2,709$, $p < 0,05$); Одузимање тачни одговори ($R^2 = 0,69$, $F(8, 20) = 5,625$, $p < 0,05$); Познавања геометријских облика круг ($R^2 = 0,57$, $F(8, 20) = 3,436$, $p < 0,05$); Познавање геометријских облика троугао ($R^2 = 0,29$, $F(8, 20) = 2,485$, $p < 0,05$); Познавање геометријских облика правоугаоник ($R^2 = 0,71$, $F(8, 20) = 6,321$, $p < 0,001$). Посматрани заједно, показатељи когнитивне флексибилности не предвиђају статистички значајно варијабле: Одузимање време ($R^2 = 0,471$, $F(8, 20) = 2,222$, $p = 0,07$) и Познавање геометријских облика квадрат ($R^2 = 0,48$, $F(8, 20) = 2,374$, $p = 0,05$).

Међу показатељима когнитивне флексибилности, када се посматрају удружено, једини статистички значајан предиктор OTZ укупног скорa, теста Питања о бројевима, Познавања геометријских облика круг и Познавања геометријских облика троугао јесте WCST број категорија ($p < 0,05$). Као значајни предиктори Сабирања и Одузимања тачни одговори издвајају се WCST број категорија, CCTT А време, CCTT А број грешака, CCTT Б време и CCTT време разлика. Наведени предиктори су статистички значајни на нивоу $p < 0,05$. Док се као значајни предиктори Познавање геометријских облика правоугаоник издвајају WCST број категорија и WCST број персеверативних грешака. Наведени предиктори су статистички значајни на нивоу $p < 0,05$.

Да бисмо испитали општу, мултиваријантну повезаност између показатеља когнитивне флексибилности и математичких способности применили смо каноничку корелацију са варијаблама когнитивне флексибилности као предикторима и показатељима математичких способности као критеријумским варијаблама. На основу коефицијената структуре који се користе да се одреди које варијабле

доприносе повезаности између два сета варијабли, можемо закључити да су значајни предиктори математичких способности WCST број категорија, WCST број персеверативних, CCTT А време, TMT А број грешака и CCTT Б број грешака. WCST број потрошених карата и CCTT време разлика не показују се као значајни предиктори математичких способности.

Синтетичкој зависној варијабли највише доприносе OTZ тест усмено бројање, OTZ тест структурирано бројање, OTZ тест употреба бројева и тест Питања о бројевима, а мањој мери варијабле OTZ тест класификовање, OTZ тест кореспонденција, OTZ тест резултативно бројање, тест Сабирање одговори, тест Одузимање одговори, Препознавање геометријских облика: круг, квадрат, троугао и правоугаоник (Табела 39).

Добијени резултати нам омогућују боље разумевање проблема и ублажавање фактора који могу ометати наставу математике деце са церебралном парализом а повезани су са развојем когнитивне флексибилности код ове деце.

5.3. Развој инхибиторне контроле и повезаност са математичким способностима код деце са церебралном парализом

Испитивање инхибиторне контроле спроведено је помоћу адаптиране верзије Дан/ноћ струп теста (Day/Night Stroop Test). Струпов тест процењује у којој мери особа (дете) одржава перцептивни сет одређен условима задатка упркос доминацији конфронтирајућих информација из истих target стимулуса, односно, упркос дистракцији интерферентним ирелевантним информацијама. Тест се састоји из два дела. Па тако можемо видети да испитаници на првом делу теста имају од нула до девет грешака са просеком $4,66 \pm 3,12$. Просечно време на првом делу теста је $28,38 \pm 14,98$ са распоном времена од 16 до 90 секунди. Када се ради о другом делу нашим испитаницима треба нешто више времена, од 18 до 124 секунди, са просечним временом $41,52 \pm 27,14$. Број грешака на другом делу је од нула до 16 са просеком $6,07 \pm 5,01$. Вредност стандарде девијације у оба дела и када се ради о броју грешака и

потребном времену нам говори да су наши испитаници били не хомогени (Табела 40). Просечно време у нашем истраживању је ниже него просечно време које су нашле Глигоровић и Буха (2012б) на узорку деце са лаком интелектуалном ометеношћу које је за први део Струп теста износило 50,12 секунди, а у другом делу, у коме се захтева инхибиција предоминантног и идентификација другог циљног стимулуса, знатно више времена, 69,65 секунди.

Један од показатеља инхибиторне контроле је и разлика у времену између другог (захтевнијег) и првог (лакшег) дела и у нашем истраживању ова разлика се креће у распону од једне до 99 секунди са просеком $33,45 \pm 20,09$ и разликом у броју грешака од 0 до 15 и просеком $5,41 \pm 4,54$ (Табела 40). Када се ради о првом делу теста и броју грешака скоро половина (њих 44,8%) испитаника не прави ни једну грешку, 20,7% прави од једне до три грешке, исти проценат (20,7%) прави од четири до шест грешака и 27,5% испитаника прави од шест до девет грешака. Када се ради о другом, захтевнијем делу теста за процену инхибиторне контроле налазимо пуно мањи проценат испитаника који не праве ни једну грешку (17,2%), од једне до четири грешака прави укупно 31% испитаника, приближно исто (30,9%) испитаника прави од шест до 10 грешака док чак 20,6% прави од 11 до 16 грешака. Могућност инхибиције импулса посредује приликом селекције одговора током решавања проблема. Деца са десностраним или билатералним оштећењем изгледа да имају потешкоће у инхибицији у односу на своје вршњаке (Christ, White, Brunstrom & Abrams, 2003; Kolk & Talvik, 2000; све према Vidović, 2016). Поремећај инхибиторне контроле код деце са церебралном парализом налазе и други аутори (Bodimeade, Whittingham, Lloyd, & Boyd, 2013; Bottcher, Flachs, & Uldall, 2010; Jenks, de Moor, & van Lieshout, 2009). Пирила са сар. (2011) налазе присуство дефицита у трајној контроли пажње и инхибиторној контроли на узорку деце (узраста између од 8 до 17 година) са билатералном и једностраном спастичном церебралном парализом у поређењу са очекиваним нормама теста за децу истог хронолошког узраста.

Што се тиче Струп теста који је коришћен за мерење инхибиторне контроле можемо видети да постоји повезаност између варијабли које су се односиле на Струп тест и варијабли мерених моторичких способности изузев две варијабле: Струп први

део теста број грешака и Струп разлика у времену између два дела теста. Струп први део време био је повезан са варијаблама Питања о бројевима, Сабирање одговори и Препознавање геометријских облика квадрат а посебно високо повезан са Одузимање одговори. Струп други део потребно време је био повезан са: OTZ тестом, тестом Питања о бројевима а високо повезан са тестовима Сабирање и одузимање одговори. Струп други део број грешака је повезан са варијаблама: OTZ тест и Препознавање геометријских облика квадрат, троугао и правоугаоник а високо повезани са варијаблама Питања о бројевима и Препознавање геометријских облика круг. Струп разлика у грешкама је повезано са варијаблама: OTZ тест, Сабирање одговори и Препознавање геометријских облика квадрат а високо повезан са варијаблама: Питање о бројевима и Препознавање геометријских облика круг, троугао и правоугаоник. Све наведене корелацијесу негативне што значи да испитаници којима је потребно мање времена за извршавање задатака Струп теста праве мање грешака и имају боље математичке способности (Табела 41). Супротно нашим налазима студија спроведена на узорку деце типичне популације која је испитивала однос егzekутивних функција и способност идентификовања и манипулисања шаблонима, није регистровала везу са инхибицијом, док јесте са пребацивањем, али је установљено да та когнитивна флексибилност, као појединачна компонента не остварује никакав утицај на математичка постигнућа, већ је њен допринос видљив искључиво у корелацији са способношћу манипулисања шаблонима (Schmerold et al., 2016).

Мултипла регресија је примењена у циљу утврђивања предикторске моћи инхибиторне контроле на ниво развијености математичких способности процењених помоћу тестова: Рани нумерички тест (OTZ тест), тест Питања о бројевима тест Сабирање (тачни одговори), тест Сабирање (време за одговор), тест Одузимање (тачни одговори), тест Одузимање (време за одговор); тест Препознавање геометријских облика (круг, квадрат, троугао, правоугаоник). Уколико посматрамо дефинисане варијабле инхибиторне контроле као модел из резултата нашег истраживања можемо видети да показатељи инхибиторне контроле предвиђају статистички значајно варијабле: Питања о бројевима ($R^2 = 0,44$, $F(6, 22) = 2,924$,

$p < 0,05$); Сабирање одговори ($R^2 = 0,58$, $F(6, 22) = 5,052$, $p < 0,05$); Одузимање одговори ($R^2 = 0,43$, $F(6, 22) = 2,754$, $p < 0,05$); Познавање геометријских облика троугао ($R^2 = 0,60$, $F(6, 22) = 5,519$, $p < 0,05$); Познавање геометријских облика квадрат ($R^2 = 0,49$, $F(6, 22) = 3,515$, $p < 0,05$); Познавање геометријских облика троугао ($R^2 = 0,42$, $F(6, 22) = 2,709$, $p < 0,05$); Познавање геометријских облика правоугаоник ($R^2 = 0,67$, $F(6, 22) = 7,396$, $p < 0,001$). Посматрани заједно, показатељи инхибиторне контроле не предвиђају статистички значајно варијабле: OTZ тест укупан скор ($R^2 = 0,32$, $F(6, 22) = 1,728$, $p = 0,162$) Сабирање време ($R^2 = 0,33$, $F(6, 22) = 1,805$, $p = 0,145$) и Одузимање време ($R^2 = 0,40$, $F(6, 22) = 1,805$, $p = 0,058$).

Показатељи инхибиторне контроле који статистички значајно предвиђају варијаблу познавање геометријских облика троугао су: Струп 1 број грешака, Струп 2 број грешака и Струп грешке разлике. Једини статистички значајан предиктор познавања геометријских облика квадрат јесте Струп разлика у грешкама. Наведени предиктори су статистички значајни на нивоу $p < 0,05$. Следећи показатељи инхибиторне контроле статистички значајно предвиђају варијаблу познавање геометријских облика правоугаоник: Струп 1 број грешака, Струп 2 број грешака и Струп грешке разлике. Наведени предиктори су статистички значајни на нивоу $p < 0,001$. Џенкс, Мур и Лишат (2009) налазе средњи ефекат који има инхибиторна контрола на задатке сложеног али не и простог сабирања, код деце са церебралном парализом, што је у складу и са налазима других аутора који такође налазе везу између инхибиторне контроле и сложених задатака али не и простих аритметичких задатака (Jenks, de Moor, & van Lieshout, 2009).

Како бисмо испитали општу, мултиваријантну повезаност између показатеља инхибиторне контроле и математичких способности применили смо каноничку корелацију са варијаблама инхибиторне контроле као предикторима и показатељима математичких способности као критеријумским варијаблама. Анализом је утврђено 6 функција али су се две издвојиле као значајне. Коефицијенти структуре утврђени за Функцију 1 указују да су Струп 1 време, Струп 1 број грешака и Струп 2 број грешака релевантни за синтетичку предикторску варијаблу, а да синтетичкој критеријумској варијабли значајно доприноси варијабла Сабирање одговори.

Коефицијенти структуре утврђени за Функцију 2 указују да су све варијабле инхибиторне контроле релевантне за синтетичку предикторску варијаблу. Синтетичка критеријумска варијабла је пре свега дефинисана варијаблама усмено бројање, структурно бројање, употреба бројева, питање бројеви укупно, сабирање одговори и одузимање одговори. У мањој мери, за критеријумску синтетичку варијаблу релевантне су кореспонденција, серијација, резултативно бројање, Познавање геометријских облика: круг, квадрат, троугао и правоугаоник. Упоређивање, класификовање, Сабирање време и Одузимање време имају ниска засићења на критеријумској синтетичкој варијабли Функције 2 (Табела 52).

Као што можемо видети испитани индикатори инхибиторне контроле показују повезаност са постигнућима наших испитаника из области математике. Добијени резултати пружају нам потенцијално важне импликације за образовну праксу. Ове информације могу да нам олакшају идентификацију оне деце са церебралном парализом којима ће највероватније бити потребна подршка у математичком образовању.

5.4. Развој радне меморије и повезаност са математичким способностима код деце са церебралном парализом

Процена радне меморије вршена је кроз процену аудитивне и невербалне радне меморије. За процену вербалне радне меморије у нашем истраживању користили смо Субтест број 8 – Аудитивно памћење којим се испитује краткотрајно непосредно аудитивно памћење речи или бројева. Распон постигнућа деце са церебралном парализом из нашег узорка на тесту Аудитивно памћење је од нула до 20 поена, док је просечан скор на тесту $5,76 \pm 4,75$. У првом делу се од испитаника очекује да зампамти и напише низ бројева које је испитивач прочитао при чему су сви бројеви једноцифрени и наши испитаници имају распон постигнућа од нула до пет са просеком $1,52 \pm 1,24$. Овим делом теста се процењује фонолошка петља односно вербална краткорочна меморија. Посматрајући постигнућа наших испитаника у односу на број постигнутих поена у овом делу теста можемо видети да

17,2% испитаника не постиже ни један поен, највећи проценат (37,9%) постиже један поен, нешто мање (34,5%) два поена, 3,4% три поена и 6,9% пет поена (Табела 53).

У другом делу теста испитаник треба да запамти и препозна место одређеног броја у низу. Од испитаника се захтева да прво чује све бројеве, а затим одреди који је број пре неког броја. Други део теста Аудитивно памћење примењује се за процену вербалне радне меморије јер захтева деловање централног егзекутивног система и на овом делу теста наши испитаници имају највише потешкоћа. Просечна постигнућа наших испитаника у овом делу теста су $0,38 \pm 0,18$ са распоном од нула до пет. Већина испитаника (86,2%) не постиже ни један поен на овом делу теста, један поен има 6,9%, док 3,4% испитаника постиже по четири и пет поена (Табела 53). Трећи део се састоји у памћењу и записивању низа речи које испитивач чита испитанику и ту наши испитаници имају најбоља постигнућа на овом тесту са просеком $3,86 \pm 2,82$ и распоном од нула до 10. Овим делом теста се процењује капацитет краткорочне меморије. Ни један тачан одговор нисмо добили од 3,8% испитаника, два поена има 27,6%, највећи број испитаника (41%) има четири поена, шест поена има 17,2% док 10 поена има 10,3% наших испитаника (Табела 52). Истраживања која се тичу способности памћења код деце са церебралном парализом су противречна. Налази појединих студија говоре о разликама у обиму памћења између деце са хемиплегијом и групе деце типичног развоја (Kolk & Talvik, 2000) док насупрот овом истраживању у студији деце са спастичном диплегијом не постоји разлика на постигнућима задатака опсега речи у односу на децу типичног развоја (White, Craft, Hale & Park, 1994). Аутори (Jenks, de Moor, & van Lieshout, 2009) налазе да деца са церебралном парализом која похађају специјалну школу показују и дефиците радне меморије (у визуоспацијалној скици и фонолошкој петљи), за цифре али не и за речи. Насупрот томе група деце са церебралном парализом која похађа редовну школу једино је имала дефицит у визуоспацијалној скици.

Реј-Остеритов тест сложене фигуре се примењује у истраживачке сврхе за испитивање развоја визуо-перцептивне организације, визуелне краткорочне и дугорочне меморије, као и егзекутивних функција. У нашем истраживању овај тест је примењен за процену радне меморије и то процену невербалне радне меморије кроз

процену способности цртања сложене фигуре по сећању. Када се посматра тип прецртавања сложене фигуре наши испитаници цртају фигуре које припадају типовима фигура од треће до седме са просеком $5,38 \pm 1,00$. Овакво цртање фигуре карактеристично је за млађу децу где утицај типа у великој мери компромитује скор цртања што нарочито долази до изражаја код одложене копије (Krstić i sar., 2002). Просечан скор на овом делу теста је $3,45 \pm 2,07$ и распоном од 0,5 до 27. Наши испитаници имају просечна постигнућа нижа у односу на децу узраста од пет до шест година типичне популације које су спровели Крстић и сар. (2002). Време које је потребно нашим испитаницима да нацртају сложену фигуру креће се од 480 до 1320 секунди са просечним временом $944,14 \pm 273,15$ (Табела 54).

Велики број истраживања бавио се испитивањем односа који постоји између извршних функција и математичких способности, а као важан фактор најчешће се истицала радна меморија. Када се ради о корелацији између нивоа развијености радне меморије и нивоа развијености математичких способности у нашем истраживању можемо видети да је Аудитивно памћење први део теста високо повезан са тестом Питања о бројевима. Аудитивно памћење други део је високо повезан са: OTZ тестом, тестом Питања о бројевима и препознавање Геометријских облика квадрат и троугао. Док је трећи део теста Аудитивно памћење високо повезан са: тестом Питања о бројевима и Препознавање геометријских облика круг и троугао а умерено повезан са тестом Сабирање тачни одговори и Препознавање геометријских облика квадрат (Табела 55). Радна меморија и способност бројања показале су позитивну корелацију са раним нумеричким способностима и у другим истраживањима (van Rooijen et al., 2015). Аутори наглашавају и улогу капацитета декодирања речи за аритметичке способности код деце са церебралном парализом. Другим речима, језичке способности деце су снажно повезане са њиховим мереним аритметичким резултатима који укључују симболички систем бројева па тако познавање симболичког система броја, би могао да буде важан захтев за аритметику код деце са церебралном парализом (van Rooijen et al., 2012).

Што се тиче Reу теста, тип фигуре, укупан скор и потребно време су повезани са: OTZ тестом, тестом Питања о бројевима, тестови Сабирање и Одузимање тачни

одговори. Поред тога тип фигуре је повезан са Препознавање геометријских облика троугао, а укупан скор са Препознавање геометријских облика квадрат и троугао а потребно време са Препознавање геометријских облика квадрат и правоугаоник. Када се ради о типу прецртане фигуре све корелације су негативне што значи припадност нижем типу боља постигнућа на математичим способностима. Исти случај је и са потребним временом што нам указује да испитаници којима је потребно више времена за цртање сложене фигуре имају лошија постигнућа на математичким тестовима (Табела 54). Значај визуоспацијалне компоненте нађен је и у истраживању које је указало да је лоше функционисање ове компоненте присутно код ученика са сметњама у учењу математике и са лошим математичким постигнућем (Geary et al., 2009; Mammarella et al., 2018), а до истих резултата стигла је и група аутора (Allen et al., 2019) када је након прегледа литературе установила позитивну корелацију између визуоспацијалне компоненте и математичког успеха.

Тестирањем модела односно ако посматрамо све варијабле радне меморије заједно, аудитивне и невербалне, показатељи радне меморије предвиђају статистички значајно следеће варијабле: OTZ тест укупан скор ($R^2 = 0,422$, $F(6, 22) = 2,672$, $p < 0,05$); Питања о бројевима ($R^2 = 0,734$, $F(6, 22) = 10,119$, $p < 0,001$); Сабирање одговори ($R^2 = 0,473$, $F(6, 22) = 3,292$, $p < 0,05$); Одузимање одговори ($R^2 = 0,536$, $F(6, 22) = 4,243$, $p < 0,05$); Познавање геометријских облика квадрат ($R^2 = 0,458$, $F(6, 22) = 3,101$, $p < 0,05$); Познавање геометријских облика троугао ($R^2 = 0,508$, $F(6, 22) = 3,788$, $p < 0,05$). Међу показатељима радне меморије, када се посматрају удружено, једини статистички значајан предиктор варијабли: Сабирање одговори, Одузимање одговори, Познавање геометријских облика квадрат јесте Реу сећање време ($p < 0,05$). Радна меморија истакла се као предиктор вештине рачунања (Swanson et al., 2008), али и тачности решавања текстуалних задатака, уз наглашавање лошијих постигнућа ученика који су у ризику од тешких сметњи у учењу математике (Swanson & Beebe-Frankenberger, 2004). Аутори који су се бавили испитивањем везе између радне меморије и математичких способности уочавају снажну везу између ажурирања и просте и сложене аритметичке тачности. Такође уочена је снажна веза између визуоспацијалне скице и аритметичке тачности и времена потребног за

давање одговора код простог сабирања и одузимања што може да се одражава на постојање препреке код деце са церебралном парализом да одрже невербалну представу бројева у радној меморији као (Jenks, de Moor, & van Lieshout, 2009). Радна меморија је повезана и са раним нумеричким способностима (Van Rooijen, Verhoeven, & Steenbergen, 2015).

Када смо посматрали биваријантне корелације (корелације између варијабли засебно) видели смо да између појединих варијабли постоји повезаност (висока и умерена). Међутим ако посматрамо каноничку корелацију са варијаблама радне меморије као предикторима и показатељима математичких способности као критеријумским варијаблама указује се да сет варијабли радне меморије није значајно повезан са сетом варијабли математичких способности. Али корелација постоји и то висока, преко 0,90 али због величине узорка корелација није статистички значајна $Wilk's \lambda = .000$, $F(153, 40.61) = 1.44$, $p = .097$.

5.5. Развој способности планирања и повезаност са математичким способностима код деце са церебралном парализом

За процену способности планирања и решавање проблема коришћен је тест Лондонска кула. Постигнућа наших испитаника на тесту Лондонска кула процењених кроз број тачних решења (представља израз способности планирања), креће од 0 до 12 са просеком $5,14 \pm 3,31$. Потешкоће у планирању и организацији налазе и други аутори (Bodimeade, Whittingham, Lloyd, & Boyd, 2013; Bottcher, Flachs, & Uldall, 2010). Просечна постигнућа наших испитаника су нижа за 2СД у односу на просечна постигнућа деце типичне популације (Lanfranchi et al., 2010; Panerai et al., 2014) али слична просечним постигнућима деце са лаком интелекуалном ометеношћу узраста од 10 до 14 година (Buha & Gligorović, 2012) а нешто боља него постигнућа деце са дауновим синдромом узраста од 11 до 18,5 година (Lanfranchi et al., 2010) као и од деце с аутизмом (Panerai et al., 2014).

Време које је било потребно за почетак решавања задатка било је од 15 до 264 секунди са просечним временом $70,28 \pm 50,76$, док је просечно укупно време за

решавање задатка било $532,21 \pm 300,51$ (Табела 66). Велике разлике у времену започињања задатака као и велика стандардна девијација говоре о великој варијабилности утрошеног времена у нашем узорку. Екстремни скорови могу да указују на потенцијалне тешкоће у адаптивном понашању, будући да брзо реаговање повећава вероватноћу да се погреша, док претерано инхибиран стил понашања и реаговања може бити посебно отежавајући у оним ситуацијама које захтевају брзо доношење одлуке или брзо стварање плана деловања (Buha & Gligorović, 2012).

У односу на број успешно решених задатака наши испитаници показују следећа постигнућа: 6,9% испитаника не успева да реши ни један задатак, један задатак решава 3,4%, два 6,9%, 17,2% испитаника решава по три и четири задатка, пет задатака решава 13,8% испитаника, 6,9% испитаника успешно решава шест, осам и 12 задатака док 3,4% испитаника решава седам, девет, десет и 11 задатака. Највећи проценат деце са церебралном парализом из нашег узорка успешно решава задатке који захтевају померање две и три кугле па тако први задатак успешно решава 72,4% испитаника, други 82,8%, док трећи и четврти успешно решава 89,7% испитаника. Како се задаци усложњавају наши испитаници су све лошији па задатке који захтевају померање кугли с минимално четири потеза решавају у следећим процентима: пети задатак успешно решава 34,5%, шести и осми 31% а седми задатак успешно решава 37,9%. Задатке који захтевају померање кугли у пет потеза испитаници решавају тако што девети и десети задатак решава 13,8% испитаника, 11ти задатак успешно решава 6,9% испитаника док 12ти 10,3% (Табела 67).

У нашем истраживању можемо да приметимо да су све варијабле способности планирања у корелацији са варијаблама процењених математичких способности. Број тачних решења је у позитивној корелацији са варијаблама математичких способности (осим Сабирање и Одузимање потребно време) што значи да већи број постигнутих решења прати боља постигнућа у математици. Почетно време до започињања првог потеза као и укупно време потребно да се задатак заврши су у негативној високој и умереној корелацији са свим варијаблама математичких способности. То значи да испитаници којима је потребно више времена за започињање потеза као и они којима треба више времена за извршавање задатака имају лошија постигнућа на мереним

математичким способностима (Табела 68). Овакви налази су у складу и са налазима других аутора који су нашли да и код деце у типичној популацији успех на Лондонској кули на предшколском узрасту значајно повезан са математичким вештинама на узрасту од осам година (Bull, Espy & Wiebe, 2008, цитирано према Буха, 2016).

Значајност модела у предикцији нивоа развијености математичких способности, резултати мултипле регресије указује нам да, посматрани заједно, показатељи способности планирања предвиђају статистички значајно све варијабле математичких способности: OTZ тест ($R^2 = 0,819$, $F(3, 25) = 37,812$, $p < 0,001$); Питања о бројевима ($R^2 = 0,621$, $F(3, 25) = 13,663$, $p < 0,001$); Сабирање одговори ($R^2 = 0,655$, $F(3, 25) = 15,827$, $p < 0,001$); Сабирање време ($R^2 = 0,599$, $F(3, 25) = 12,451$, $p < 0,001$); Одузимање одговори ($R^2 = 0,556$, $F(3, 25) = 10,430$, $p < 0,001$); Одузимање време ($R^2 = 0,555$, $F(3, 25) = 10,410$, $p < 0,001$); Познавање геометријских облика круг ($R^2 = 0,611$, $F(3, 25) = 13,089$, $p < 0,001$); Познавање геометријских облика квадрат ($R^2 = 0,367$, $F(3, 25) = 4,830$, $p < 0,05$); Познавање геометријских облика трогао ($R^2 = 0,269$, $F(3, 25) = 3,071$, $p < 0,05$); Познавање геометријских облика правоугаоник ($R^2 = 0,682$, $F(3, 25) = 17,861$, $p < 0,001$).

Сва три показатеља способности планирања (TOL број тачних решења, TOL почетно време и TOL укупно време) статистички значајно предвиђају варијабле: Сабирање време, Одузимање време и Познавање геометријских облика круг. Значајни предиктори Познавање геометријских облика правоугаоник су TOL број тачних решења статистички значајан на нивоу $p < 0,05$ и TOL укупно време на нивоу $p < 0,001$. Једини статистички значајан предиктор OTZ теста и теста Питања о бројевима јесте TOL број тачних решења ($p < 0,001$) док једини статистички значајан предиктор теста Сабирање одговори јесте TOL укупно време ($p < 0,05$). И други аутори указују на то да постигнућа на Лондонској кули представљају значајан предиктор напредовања у области математике (Bull & Lee, 2014).

Како бисмо испитали општу, мултиваријантну повезаност између показатеља способности планирања и математичких способности применили смо каноничку корелацију са варијаблама способности планирања као предикторима и

показатељима математичких способности као критеријумским варијаблама. Укупни модел је статистички значајан. Резултати указују још да сет варијабли способности планирања јесте повезан са сетом математичких способности, с тим да је повезаност са функцијом која је дефинисана превасходно сабирањем време и одузимањем време нижа него са сетом који је дефинисан већином других варијабли математичких способности (Табела 79).

6. ЗАКЉУЧАК

Испитивање математичких способности код деце са церебралном парализом као и њихова повезаност за егzekутивним функцијама био је велики изазов пре свега јер је ова тема занемарена и недовољно проучавана код деце са церебралном парализом. Доступна литература страних аутора је веома оскудна док се на нашем говорном подручју не наилази ни на један рад на тему математичких способности и егzekутивних функција код деце са церебралном парализом. Управо из тих разлога основни циљ нашег истраживања је био да се утврди развој математичких способности и егzekутивних функција код деце са церебралном парализом, као и да се испита природа њиховог односа.

6.1. Прва хипотеза

Прва хипотеза да се развој математичких способности код ученика са церебралном парализом разликује се у односу на децу из типичне популације је **потврђена**. Анализом резултата долазимо до закључка да су деца са церебралном парализом статистички значајно нижих способности процењених на основу OTZ теста укупног скорa и на основу теста Питања о бројевима од деце типичног развоја. Скор OTZ теста укупно деце са церебралном парализом је за више од 3 стандардне девијације нижи од просечног постигнућа деце типичног развоја узраста 7 и по година. Скор теста Питања о бројевима деце са церебралном парализом је за приближно 2 стандардне девијације нижи од просечног постигнућа деце типичног развоја узраста 8 и по година. Посматрајући резултате на тестовима Сабирања и Одузимања можемо закључити да наши испитаници у просеку успевају да реше тек нешто више од половине задатака теста простог Одизимања и мало више задатака теста простог Сабирања. С обзиром да су испитаници већ завршили други разред од њих се очекује да су потпуно успешни на овим задацима. Када се ради о способности препознавања геометријских облика круг, квадрат, троугао и правоугаоник

испитаници не успевају да препознају све приказане облике па их чак препознају као погрешне. Дубљом анализом резултата дошли смо до података да се варијабле математичких способности групишу у поједине компоненте. Варијабле које се припадају истој компоненти карактерише међусобна веза што указује на њихову заједничку основу. Сам процес развоја математичких способности код деце са церебралном парализом је веома комплексан и под утицајем је низа различитих социо-демографским и клиничких фактора.

6.2. Друга хипотеза

Друга хипотеза да је развој когнитивне флексибилности код ученика са церебралном парализом је повезан са њиховим математичким способностима је **потврђена**. Анализом резултата утврђено је да постоји повезаност између варијабле когнитивне флексибилности и испитаних математичких способности. WCST број постигнутих категорија је високо повезана са свим варијаблама испитаних математичких способности, осим са варијаблама Сабирање и Одузимање време. Док Дечији тест трасирања боја део А време и Дечији тест трасирања боја део Б број грешака који су негативној корелацији са свим испитаним варијаблама осим Сабирање и Одузимање потребно време. Посматрани заједно показатељи когнитивне флексибилности статистички значајно предвиђају све испитане математичке способности осим Одузимање време и Познавање геометријских облика квадрат. WSCT број категорија се издваја као предиктор који има највећи допринос од других у предвиђању одређених математичких способности. Поред њега издвајају се и CCTT А време, CCTT А број грешака, CCTT Б време и CCTT време разлика. Посматрајући варијабле које доприносе повезаности између два сета варијабли, можемо закључити да су значајни предиктори математичких способности WCST број категорија, WCST број персеверативних, CCTT А време, TMT А број грешака и CCTT Б број грешака. WCST број потрошених карата и CCTT време разлика не показују се као значајни предиктори математичких способности (OTZ тест усмено бројање, OTZ тест

структурирано бројање, OTZ тест употреба бројева и тест Питања о бројевима, а мањој мери варијабле OTZ тест класификовање, OTZ тест кореспонденција, OTZ тест резултативно бројање, тест Сабирање одговори, тест Одузимање одговори, Препознавање геометријских облика: круг, квадрат, троугао и правоугаоник).

6.3. Трећа хипотеза

Трећа хипотеза да ученици са церебралном парализом са лошом инхибиторном контролом имају нижи развој математичких способности је **потврђена**. Резултати истраживања показују да између Струп теста који је коришћен за мерење инхибиторне контроле и мерених математичких способности постоји повезаност свих варијабли осим две варијабле: Струп први део теста број грешака и Струп разлика у времену између два дела теста. Све наведене корелације су негативне што значи да испитаници којима је потребно мање времена за извршавање задатака Струп теста и праве мање грешака имају боља постигнућа у математичким способностима. Ако посматрамо дефинисане варијабле инхибиторне контроле као модел можемо закључити да предвиђају све мерене математичке способности осим варијабле: OTZ тест укупан скор, Сабирање време и Одузимање време. Као значајни предиктори издвајају се: Струп 1 број грешака, Струп 2 број грешака и Струп грешке разлике. Применом каноничке корелације са варијаблама инхибиторне контроле као предикторима и показатељима математичких способности као критеријумским варијаблама издвајају се две значајне функције. Коефицијенти структуре утврђени за Функцију 2 указују да су све варијабле инхибиторне контроле релевантне за синтетичку предикторску варијаблу. Синтетичка критеријумска варијабла је пре свега дефинисана варијаблама усмено бројање, структурно бројање, употреба бројева, Питања о бројевима, Сабирање одговори и Одузимање одговори. У мањој мери, за критеријумску синтетичку варијаблу релевантне су кореспонденција, серијација, резултативно бројање, Познавање геометријских облика: круг, квадрат, троугао и правоугаоник.

6.4. Четврта хипотеза

Четврта хипотеза да испитаници са церебралном парализом који имају лоше развијену радну меморију показују потешкоће у математичким способностима је **потврђена**. Када се ради о корелацији између нивоа развијености радне меморије и нивоа развијености математичких способности можемо видети да су делови теста Аудитивног памћења повезани са појединим варијаблама математичких способности осим са варијаблама Сабирање и Одузимање потребно време за давање тачних одговора. Што се тиче Реу теста, тип фигуре, укупан скор и потребно време показују сва три заједно корелације са већином испитаних варијабли математичких способности али има и појединачних корелација. Када се ради о типу прецртане фигуре све корелације су негативне што значи припадност нижем типу боља постигнућа на математичким способностима. Исти случај је и са потребним временом што нам указује да испитаници којима је потребно више времена за цртање сложене фигуре имају лошија постигнућа на математичким тестовима. Тестирањем модела односно ако посматрамо све варијабле радне меморије заједно, аудитивне и невербалне, показатељи радне меморије предвиђају статистички значајно следеће варијабле: OTZ тест укупан скор, Питања о бројевима, Сабирање одговори, Одузимање одговори, Познавање геометријских облика квадрат и Познавање геометријских облика трогао. Међу показатељима радне меморије, када се посматрају удружено, једини статистички значајан предиктор варијабли јесте Реу сећање време. Када смо посматрали биваријатне корелације (корелације између варијабли засебно) видели смо да између појединих варијабли постоји повезаност (висока и умерена). Међутим ако посматрамо каноничку корелацију са варијаблама радне меморије као предикторима и показатељима математичких способности као критеријумским варијаблама указује да сет варијабли радне меморије није значајно повезан са сетом варијабли математичких способности. Али корелација постоји и то висока, претпостављамо да због величине узорка корелација није статистички значајна.

6.5. Пета хипотеза

Пета хипотеза да је способност планирања, односно стварања стратегија повезана је са развојем математичких способности код деце са церебралном парализом школског узраста је потврђена. Анализом резултата долазимо до закључка да је варијабла број тачних решења у позитивној корелацији са варијаблама математичких способности (осим Сабирање и Одузимање потребно време) што значи да већи број постигнутих решења прати боља постигнућа у математици. Почетно време до започињања првог потеза као и укупно време потребно да се задатак заврши су у негативној високој и умереној корелацији са свим варијаблама математичких способности. То значи да испитаници којима је потребно више времена за започињање потеза као и они којима треба више времена за извршавање задатака имају лошија постигнућа на мереним математичким способностима. Посматрани заједно, показатељи способности планирања предвиђају статистички значајно све варијабле математичких способности. Број тачних решења је предиктор који се најчешће јавља као предиктор који има значајно већи допринос у односу на друге у појединим испитаним математичким способностима. Резултати каноничке регресије указују још да сет варијабли способности планирања јесте повезан са сетом математичких способности, с тим да је повезаност са функцијом која је дефинисана преваходно сабирањем време и одузимањем време нижа него са сетом који је дефинисан већином других варијабли математичких способности.

6.6. Допринос и ограничења истраживања

Сврха овог истраживања је била да се у математичке способности код ученика са церебралном парализом као и њихова повезаност са развојем егzekутивних функција. Резултати добијени овим истраживањем употпуњују оскудна теоретска знања из ове области али дају и смернице у ком правцу треба креирати наставу математике и осмислити дефектолошки третман. Према нашим сазнањима ово је

прва студија која је се бавила односом егzekутивних функција као комплексном активношћу (кроз процену когнитивне флексибилности, инхибиторне контроле и радне меморије и планирања, као сложеног аспекта), и математичких способности (процењених кроз ране нумеричке способности, познавање бројева, аритметику и геометрију). Већина претходних истраживања из ове и блиских области углавном су испитивала један аспект егzekутивних функција у односу на једну област математике (нпр. однос радне меморије и аритметике). Ово истраживање је довело до важних сазнања која представљају основе за даља истраживања која ће укључити већи број испитаника са ЦП. Наше истраживања и истраживања слична нашем значајна су за васпитно-образовни систем и будуће планирање наставног градива јер скрећу пажњу са интелигенције која се сматра кључном за наставу математике и отварају врата новим сазнањима као што је улога егzekутивних функција. Такође што чешћа употреба инструмената који се користе за децу типичне популације стварају могућност за њихову стандардизацију на овој популацији испитаника.

Резултати ове студије имају потенцијално важне импликације и за образовну праксу. Наравно, немају сва деца са церебралном парализом проблеме у математици али она деца која имају дефиците у процењеним аспектима егzekутивних функција имаће већу шансу да развију потешкоће у математици. Ова информација могла би да се искористи да олакша идентификацију оне деце са церебралном парализом којима ће највероватније бити потребна подршка у настави математике, помогне у креирању индивидуалних планова подршке и одреди правац у ком би требало интервенисати. Поред дефектолога и наставника који раде са ученицима са церебралном парализом резултати овог истраживања могу бити од користи и родитељима јер је стимулација аспеката егzekутивних функција и раних математичких способности од најранијих дана веома значајна за каснији успех у настави математике.

Поред значаја ово истраживање има и своја ограничења. Први недостатак се односи на мали узорак истраживања. Већи узорак би могао да допринесе још бољем увиду у овај проблем. Наш узорак је у тренутку истраживања било тешко проширити јер сва деца која су датом моменту похађала школу за децу са сметњама у развоју нису могла да уђу у узорак уколико нису могла да дају вербални одговор и нису

имала способност држања оловке. Самом појавом епидемије COVID-19 при крају нашег истраживања није постојала могућност проширивања истог. Треба напоменути да је релативно мали број испитаника са церебралном парализом присутан и у већини истраживања других аутора који су испитивали овај или сличан проблем. Други недостатак се огледа у хетерогености нашег узорка где је заступљено више форми церебралне парализе. Међутим сагледавши друга истраживања из ове области наилазимо углавном на податке где су узорак истраживања била обухваћена само деца са хемиплегијом и диплегијом док су остале форме биле готово изсостављене. Иако је спастична форма доминантна наша жеља је била да добијемо увид и у способности деце са церебралном парализом других форми.

ЛИТЕРАТУРА

1. Allen, K., Higgins, S., & Adams, J. (2019). The relationship between visuospatial working memory and mathematical performance in school-aged children: a systematic review. *Educational Psychology Review*, 31(3), 509-531. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09470-8>
2. Alimović, S. (2012). Visual impairments in children with cerebral palsy. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja*, 48(1), 96-103.
3. Alordiah, C. O., Akpadaka, G., & Oviogbodun, C. O. (2015). The Influence of Gender, School Location and Socio-Economic Status on Students' Academic Achievement in Mathematics. *Journal of Education and Practice*, 6(17), 130-136.
4. Amalric, M., Denghien, I., & Dehaene, S. (2018). On the role of visual experience in mathematical development: Evidence from blind mathematicians. *Developmental cognitive neuroscience*, 30, 314-323. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2017.09.007>
5. Amalric, M., & Dehaene, S. (2018). Cortical circuits for mathematical knowledge: evidence for a major subdivision within the brain's semantic networks. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 373(1740), 20160515. <https://doi.org/10.1098/rstb.2016.0515>
6. Amalric, M., & Dehaene, S. (2019). A distinct cortical network for mathematical knowledge in the human brain. *NeuroImage*, 189, 19-31. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2019.01.001>
7. Anderson, E. M. (1973). *The disabled schoolchild: a study of integration in primary schools*. CUP Archive.
8. Антић, М., и Ђокић, О. (2018). Развијеност компоненти појма мерење дужине код ученика првог разреда основне школе. *Иновације у настави*, 31(1), 58-74.
9. Антонијевић, Р. (2014). Развој математичког мишљења код ученика као аспект процеса интелектуалног васпитања. *Настава и васпитање*, 63(2), 215-227.

10. Antonijević, R., i Vujisić Živković, N. (2015). Influence of interconnecting knowledge in mathematics teaching on development of mathematical thinking. *Inovacije u nastavi-časopis za savremenu nastavu*, 28(1), 42-50.
11. Archibald, S. J., & Kerns, K. A. (1999). Identification and description of new tests of executive functioning in children. *Child Neuropsychology*, 5, 115–129. <https://doi.org/10.1076/chin.5.2.115.3167>
12. Arnold, D. H., & Doctoroff, G. L. (2003). The early education of socioeconomically disadvantaged children. *Annual review of psychology*, 54(1), 517-545. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.54.111301.145442>
13. Ashcraft, M. H., & Krause, J. A. (2007). Working memory, math performance, and math anxiety. *Psychonomic bulletin & review*, 14(2), 243-248. <https://doi.org/10.3758/BF03194059>
14. Aubrey, C., Godfrey, R., & Dahl, S. (2006). Early mathematics development and later achievement: Further evidence. *Mathematics Education Research Journal*, 18(1), 27-46. <https://doi.org/10.1007/BF03217428>
15. Ahmed, S. F., Tang, S., Waters, N. E., & Davis-Kean, P. (2019). Executive function and academic achievement: Longitudinal relations from early childhood to adolescence. *Journal of Educational Psychology*, 111(3), 446-458. <https://doi.org/10.1037/edu0000296>
16. Atkinson, J. S., Johnston, E. E., Lindsay, A. (1972). *Acadia test of developmental abilities*. University of Acadia.
17. Ayalon, M., & Even, R. (2008). Deductive reasoning: In the eye of the beholder. *Educational Studies in Mathematics*, 69(3), 235-247. <https://doi.org/10.1007/s10649-008-9136-2>
18. Ackerman, B. P. (1990). Attention and memory in context-independent and context-interactive situations. In J. T. Enns (Ed.), *The development of attention* (pp. 289-304). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0166-4115\(08\)60462-8](https://doi.org/10.1016/S0166-4115(08)60462-8)
19. Baddeley, A. (2010). Working memory. *Current biology*, 20(4), R136-R140. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2009.12.014>

20. Baddeley, A. D., & Hitch, G. (1974). Working memory. In G. H. Bower (Ed.), *Psychology of learning and motivation: Volume 8* (pp. 47-89). Academic press.
[https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1)
21. Baranović, N. (2016). O razvoju geometrijskog mišljenja u nastavi matematike prema van Hieleovoj teoriji. U M. Knežević (Ur.), *Šesti simpozijum "Matematika i primene"* (str. 100-109). Univerzitet u Beogradu, Matematički fakultet.
22. Baranović, N. (2022). *Razvoj vizualno-prostornih vještina i geometrijskog mišljenja studenata učiteljskih fakulteta zasnovan na metodi usmjerenog opažanja i teoriji van Hiele-a* [doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu]. eBiblioteka Matematičkog fakulteta u Beogradu.
<http://elibrary.matf.bg.ac.rs/handle/123456789/5453>
23. Bašić, I., i Mišurac, I. (2016). Načini učenja matematike u razrednoj nastavi. *Školski vjesnik: časopis za pedagošku teoriju i praksu*, 65(2), 273-285.
24. Bax, M., Goldstein, P., Rosenbaum, P., Leviton, A., & Paneth, N. (2005). Proposed definition and classification of cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47, 571–576. <https://doi.org/10.1017/S001216220500112X>
25. Bax, M. C. (1964). Terminology and classification of cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 6(3), 295–297. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1964.tb10791.x>
26. Bellon, E., Fias, W., & De Smedt, B. (2019). More than number sense: The additional role of executive functions and metacognition in arithmetic. *Journal of experimental child psychology*, 182, 38-60.
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2019.01.012>
27. Berch, D. B. (2005). Making sense of number sense: Implications for children with mathematical disabilities. *Journal of learning disabilities*, 38(4), 333-339.
<https://doi.org/10.1177/00222194050380040901>
28. Berlin, L., Bohlin, G., Nyberg, L., & Janols, L. O. (2004a). How well do measures of inhibition and other executive functions discriminate between children with ADHD and controls?. *Child Neuropsychology*, 10(1), 1-13.
<https://doi.org/10.1076/chin.10.1.1.26243>

29. Berlin, L., Bohlin, G., & Rydell, A. M. (2004b). Relations between inhibition, executive functioning, and ADHD symptoms: A longitudinal study from age 5 to 8½ years. *Child Neuropsychology*, 9(4), 255-266. <https://doi.org/10.1076/chin.9.4.255.23519>
30. Berteletti, I., Prado, J., & Booth, J. R. (2014). Children with mathematical learning disability fail in recruiting verbal and numerical brain regions when solving simple multiplication problems. *Cortex*, 57, 143-155. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2014.04.001>
31. Best, C. T. (1985). *Hemispheric function and collaboration in the child*. Academic Press.
32. Björklund, C., Marton, F., & Kullberg, A. (2021). What is to be learnt? Critical aspects of elementary arithmetic skills. *Educational Studies in Mathematics*, 107(2), 261-284. <https://doi.org/10.1007/s10649-021-10045-0>
33. Blair, C., Knipe, H., & Gamson, D. (2008). Is there a role for executive functions in the development of mathematics ability?. *Mind, Brain, and Education*, 2(2), 80-89. <https://doi.org/10.1111/j.1751-228X.2008.00036.x>
34. Blakey, E., Visser, I., & Carroll, D. J. (2016). Different executive functions support different kinds of cognitive flexibility: Evidence from 2-, 3-, and 4-year-olds. *Child development*, 87(2), 513-526. <https://doi.org/10.1111/cdev.12468>
35. Bodimeade, H. L., Whittingham, K., Lloyd, O., & Boyd, R. N. (2013). Executive function in children and adolescents with unilateral cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(10), 926-933. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12195>
36. Bottcher, L., Flachs, E. M., & Uldall, P. (2010). Attentional and executive impairments in children with spastic cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 52(2), e42-e47. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2009.03533.x>
37. Bull, R., & Lee, K. (2014). Executive functioning and mathematics achievement. *Child Development Perspectives*, 8(1), 36-41. <https://doi.org/10.1111/cdep.12059>

38. Bull, R., & Scerif, G. (2001). Executive functioning as a predictor of children's mathematics ability: Inhibition, switching, and working memory. *Developmental neuropsychology*, 19(3), 273-293. https://doi.org/10.1207/S15326942DN1903_3
39. Буха, Н. (2016). Вербални и невербални аспекти егзекутивних функција код деце са сметњама у учењу [докторска дисертација, Универзитет у Београду]. НаРДyC. https://hdl.handle.net/21.15107/rcub_nardus_7908
40. Buha, N., i Gligorović, M. (2012) Sposobnost planiranja kod dece sa lakom intelektualnom ometenošću. *Specijalna edukacija i rehabilitacija*, 11(3), 365-382. <https://doi.org/10.5937/specedreh11-2320>
41. Buha, N., & Gligorović, M. (2021). Postignuće dece tipičnog razvoja na viskonsin testu sortiranja karata. *Zbornik radova-11. Međunarodni naučni skup „Specijalna edukacija i rehabilitacija danas “, Beograd, Srbija, 29–30.10. 2021.*, 417-423. UDK 159.9.072.4-057.874
42. Van der Sluis, S., De Jong, P. F., & Van der Leij, A. (2007). Executive functioning in children, and its relations with reasoning, reading, and arithmetic. *Intelligence*, 35(5), 427-449. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2006.09.001>
43. Van Luit, J. E. H. (1994). Current trends in research on learning and instruction of mathematics. In J. E. H. VanLuit (Ed.), *Research on learning and instruction of mathematics in kindergarten and primary school* (pp. 13-21). Graviant Publishing Company.
44. Van Luit, J. E. H., Van de Rijt, B.A.M., & Hasemann, K. (2001). *Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung (OTZ)*. Hogrefe.
45. Van Luit, J. E. H., Van de Rijt, B. A. M., & Pennings, A. H. (1994). *Utrechtse Getalbegrip Toets [Early Numeracy Test]*. Graviant.
46. Van Rooijen, M., Verhoeven, L., & Steenbergen, B. (2016). Working memory and fine motor skills predict early numeracy performance of children with cerebral palsy. *Child Neuropsychology*, 22(6), 735-747. <https://doi.org/10.1080/09297049.2015.1046426>
47. Van Rooijen, M., Verhoeven, L., & Steenbergen, B. (2015). From numeracy to arithmetic: precursors of arithmetic performance in children with cerebral palsy

- from 6 till 8 years of age. *Research in developmental disabilities*, 45, 49-57.
<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2015.07.001>
48. Van Rooijen, M., Verhoeven, L., Smits, D. W., Dallmeijer, A. J., Becher, J. G., & Steenbergen, B. (2014). Cognitive precursors of arithmetic development in primary school children with cerebral palsy. *Research in developmental disabilities*, 35(4), 826-832. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.01.016>
49. Van Rooijen, M., Verhoeven, L., Smits, D., Ketelaar, M., Becher, J., & Steenbergen, B. (2012). Arithmetic performance of children with cerebral palsy: The influence of cognitive and motor factors. *Research in Developmental Disabilities* 33, 530–537. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.10.020>
50. Van Rooijen, M., Verhoeven, L., & Steenbergen, B. (2011). Early numeracy in cerebral palsy: Review and future research. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 53(3), 202–209. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2010.03834.x>
51. Verdine, B. N., Irwin, C. M., Golinkoff, R. M., & Hirsh-Pasek, K. (2014). Contributions of executive function and spatial skills to preschool mathematics achievement. *Journal of experimental child psychology*, 126, 37-51.
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2014.02.012>
52. Видовић, П. М. (2016). *Когнитивне последице ране озледе мозга код деце са церебралном парализом нормалне интелигенције* [докторска дисертација, Универзитет у Београду]. НаРДyС.
<https://nardus.mpn.gov.rs/handle/123456789/7912>
53. Visier-Alfonso, M. E., Álvarez-Bueno, C., Sánchez-López, M., Cavero-Redondo, I., Martínez-Hortelano, J. A., Nieto-López, M., & Martínez-Vizcaíno, V. (2021). Fitness and executive function as mediators between physical activity and academic achievement: Mediators between physical activity and academic achievement. *Journal of sports sciences*, 39(14), 1576-1584.
<https://doi.org/10.1080/02640414.2021.1886665>
54. Vogel, S. E., & De Smedt, B. (2021). Developmental brain dynamics of numerical and arithmetic abilities. *npj Science of Learning*, 6(1), 1-11.
<https://doi.org/10.1038/s41539-021-00099-3>

55. Vukojević, M., Soldo, I., & Granić, D. (2009). Risk Factors Associated with Cerebral Palsy in Newborns. *Collegium antropologicum*, 33(2), 199-201.
56. Galitskaya, V., & Drigas, A. (2020). Special education: Teaching geometry with ICTs. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 15(6), 173-182.
57. Gashaj, V., Oberer, N., Mast, F. W., & Roebbers, C. M. (2019). Individual differences in basic numerical skills: The role of executive functions and motor skills. *Journal of experimental child psychology*, 182, 187-195.
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2019.01.021>
58. Gathercole, S. E., Alloway, T. P., Kirkwood, H. J., Elliott, J. G., Holmes, J., & Hilton, K. A. (2008). Attentional and executive function behaviours in children with poor working memory. *Learning and individual differences*, 18(2), 214-223.
<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2007.10.003>
59. Geary, D. C. (2011). Cognitive predictors of achievement growth in mathematics: A 5-year longitudinal study. *Developmental Psychology*, 47(6), 1539–1552.
<https://doi.org/10.1037/a0025510>
60. Geary, D. C., Bailey, D. H., Littlefield, A., Wood, P., Hoard, M. K., & Nugent, L. (2009). First-grade predictors of mathematical learning disability: A latent class trajectory analysis. *Cognitive development*, 24(4), 411-429.
<https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2009.10.001>
61. Geary, D. C., & Hoard, M. K. (2005). Learning Disabilities in Arithmetic and Mathematics: Theoretical and Empirical Perspectives. In J. I. D. Campbell (Ed.), *The Handbook of Mathematical Cognition* (pp. 253-267). Psychology Press.
<https://doi.org/10.4324/9780203998045>
62. Geary, D. C., Brown, S. C., & Samaranayake, V. A. (1991). Cognitive addition: A short longitudinal study of strategy choice and speed-of-processing differences in normal and mathematically disabled children. *Developmental Psychology*, 27(5), 787–797. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.27.5.787>

63. Gejard, G., & Melander, H. (2018). Mathematizing in preschool: Children's participation in geometrical discourse. *European Early Childhood Education Research Journal*, 26(4), 495-511. <https://doi.org/10.1080/1350293X.2018.1487143>
64. Georgiou, G. K., Wei, W., Inoue, T., Das, J. P., & Deng, C. (2020). Cultural influences on the relation between executive functions and academic achievement. *Reading and Writing*, 33, 991-1013. <https://doi.org/10.1007/s11145-019-09961-8>
65. Ginsburg, H. (1977). The psychology of arithmetic thinking. *Journal of Children's Mathematical Behavior*, 1(4), 1-89.
66. Girard, C., Bastelica, T., Léone, J., Epinat-Duclos, J., Longo, L., & Prado, J. (2021). The relation between home numeracy practices and a variety of math skills in elementary school children. *PloS one*, 16(9), e0255400. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0255400>
67. Gligorović, M. (2013). *Klinička procena i tretman teškoća u mentalnom razvoju*. Univerzitet u Beogradu – Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju, Izdavački centar – CIDD.
68. Gligorović, M. (2010). Numeričke sposobnosti u detinjstvu. *Specijalna edukacija i rehabilitacija*, 9(1), 85-109.
69. Gligorović, M., & Buha, N. (2012a). Kognitivna fleksibilnost dece sa lakom intelektualnom ometenošću. *Specijalna edukacija i rehabilitacija*, 11(2), 187-202. UDK: 159.922.72.072-056.36-053.5
70. Gligorović, M., & Buha, N. (2012b). Egzekutivne funkcije i inteligencija kod dece sa lakom intelektualnom ometenošću U M. Gligorović (ur.), *II naučni skup Stremljenja i novine u specijalnoj edukaciji i rehabilitaciji–Zbornik radova*, 115-124. UDC: 376.1-056.34-053.2 159.952-056.34053.2
71. Глигоровић, М., Глумбић, Н., Маћешкић-Петровић, Д., Каљача, С., Бројчин, Б., Јапунџа-Милисављевић, М., Радић-Шестић, М., Вујанић, Е., Андрејевић, Д., Кашић, З., и Голубовић, С. (2005). Специфичне сметње у учењу код деце млађег школског узраста. У С. Голубовић (Ур.) *Сметње у развоју код деце млађег школског узраста* (415-523). Дефектолошки факултет.

72. Gofer-Levi, M., Silberg, T., Brezner, A., and Vakil, E. (2014). Cognitive procedural learning among children and adolescents with or without spastic cerebral palsy: the differential effect of age. *Research in Developmental Disabilities*, 35, 1952–1962. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.04.017>
73. Голубовић-Илић, И. (2021). Почетни математички појмови кроз упознавање околине. У Н. Вуловић, А. Михајловић, и S. Lawrence (Ур.), *Методички аспекти наставе математике IV* (стр. 157-168). Факултет педагошких наука Универзитета у Крагујевцу.
74. Granberg, A., Brante, G., Olsson, V., & Sydner, Y. M. (2017). Knowing how to use and understand recipes: What arithmetical understanding is needed when students with mild intellectual disabilities use recipes in practical cooking lessons in Home Economics?. *International Journal of Consumer Studies*, 41(5), 494-500. <https://doi.org/10.1111/ijcs.12357>
75. Griffin, S. A., Case, R., & Siegler, R. S. (1994). *Rightstart: Providing the central conceptual prerequisites for first formal learning of arithmetic to students at risk for school failure*. The MIT Press.
76. Gudlin, H. (2019). Procjena kvalitete motoričkih funkcija kod djece s klasifikacijom spastične cerebralne paralize. *Physiotherapia Croatica*, 17(1), 123-128.
77. Gustafsson, J. E., Nilsen, T., & Hansen, K. Y. (2018). School characteristics moderating the relation between student socio-economic status and mathematics achievement in grade 8. Evidence from 50 countries in TIMSS 2011. *Studies in Educational Evaluation*, 57, 16-30. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2016.09.004>
78. de Bruijn, A. G. M., Kostons, D. D. N. M., Van Der Fels, I. M. J., Visscher, C., Oosterlaan, J., Hartman, E., & Bosker, R. J. (2019). Importance of aerobic fitness and fundamental motor skills for academic achievement. *Psychology of Sport and Exercise*, 43, 200-209. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2019.02.011>
79. Dang, V. M., Colver, A., Dickinson, H. O., Marcelli, M., Michelsen, S. I., Parkes, J., Parkinson, K., Rapp, M., Arnaud, C., Nystrand, M., & Fauconnier, J. (2015). Predictors of participation of adolescents with cerebral palsy: a European multi-

- centre longitudinal study. *Research in Developmental Disabilities*, 36, 551–564.
<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2014.10.043>
80. D'Elia, L. F., Satz, P., Uchiyama, C. L., & White, T. (1996). *Color Trails Test*. FL: PAR.
 81. Дејић, М. (2000). *Методика наставе математике*. Универзитет у Крагујевцу – Учитељски факултет у Јагодини.
 82. Дејић, М. (2008). Неки правци изучавања појма броја у почетној настави математике. *Педагошка стварност*, 54(3-4), 268-277.
 83. Dellatolas, G., Filho, G. N., Souza, L., Nunes, L. G., & Braga, L. W. (2005). Manual skill, hand asymmetry, and neuropsychological test performance in schoolchildren with spastic cerebral palsy. *Laterality*, 10(2), 161-182.
<https://doi.org/10.1080/13576500442000012>
 84. Demeši-Drljan, Č., Mikov, A., Krasnik, R., Knežević, A., Zvekić-Svorcan, J., & Mikov, I. (2022). Risk factors for cerebral palsy. *Vojnosanitetski pregled*, (00), 39-39. <https://doi.org/10.2298/VSP220209039D>
 85. Demeši-Drljan, Č., Tomašević-Todorović, S., Knežević, A., & Zvekić-Svorcan, J. (2017). Functional abilities of children with cerebral palsy. *Medicinski pregled*, 70(7-8), 235-240. <https://doi.org/10.2298/MPNS1708235D>
 86. Demeši-Drljan, Č. (2012). *Faktori rizika i karakteristike dečje cerebralne paralize* [doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu].
 87. Demir, Ü. (2020). An Examination of the Impact of Game-Based Geometric Shapes Education Software Usage on the Education of Students With Intellectual Disabilities. *ECNU Review of Education*, 2096531120940721.
<https://doi.org/10.1177/2096531120940721>
 88. Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135-168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
 89. Diamond, A. (2020). Executive functions. In A. Gallagher, C. Bulteau, D. Cohen, & J. L. Michaud (Eds.), *Handbook of clinical neurology: Neurocognitive development: normative development* (pp. 225-240). Elsevier.

90. Durston, S., Thomas, K. M., Yang, Y., Uluğ, A. M., Zimmerman, R. D., & Casey, B. J. (2002). A neural basis for the development of inhibitory control. *Developmental science*, 5(4), F9-F16. <https://doi.org/10.1111/1467-7687.00235>
91. Ђокић, О., и Трмчић, М. (2012). О мотивацији и учењу геометрије на предшколском узрасту. У Н. Вуловић (Ур.), *Методички аспекти наставе математике II: Зборник радова* (стр. 183-198). Факултет педагошких наука Универзитета у Крагујевцу.
92. Djurić-Zdravković, A., Japundža-Milisavljević, M., & Gagić, S. (2017). Rane matematičke veštine kod dece s teškoćama u mentalnom razvoju. In M. Filipović, i B. Brojčin (Eds.), *Proceedings - Earlyaid Conference 2017 „Early Childhood Intervention: For meeting sustainable development goals of the new millennium“* (pp. 333-339). Univerzitet u Beogradu – Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju.
93. Егерић, М., и Ђурић, М. (2012). Стили учења у почетној настави математике. Н. Вуловић (Ур.), *Методички аспекти наставе математике II: Зборник радова* (стр. 87-98). Факултет педагошких наука Универзитета у Крагујевцу.
94. Eminović, F. (2009). *Motoričke sposobnosti učenika sa cerebralnom paralizom kao determinanta u usvajanju programskih sadržaja nastave veština* [doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu].
95. Eminović, F., PaciĆ, S., Nikić, R., & Nedović, G. (2009). Importance of using orthopedic appliances in process of inclusive education of children with motoric disabilities. *Acta Kinesiologica* 3(2), 95-98.
96. Espy, K. A., McDiarmid, M. M., Cwik, M. F., Stalets, M. M., Hamby, A., & Senn, T. E. (2004). The contribution of executive functions to emergent mathematic skills in preschool children. *Developmental neuropsychology*, 26(1), 465-486. https://doi.org/10.1207/s15326942dn2601_6
97. Escolano-Pérez, E., Herrero-Nivela, M. L., & Losada, J. L. (2020). Association between preschoolers' specific fine (but not gross) motor skills and later academic

- competencies: Educational implications. *Frontiers in Psychology*, 11, 1044. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01044>
98. Zarnhofer, S., Braunstein, V., Ebner, F., Koschutnig, K., Neuper, C., Ninaus, M., Reishofer, G., & Ischebeck, A. (2013). Individual differences in solving arithmetic word problems. *Behavioral and Brain Functions*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/1744-9081-9-28>
 99. Zacharopoulos, G., Sella, F., & Cohen Kadosh, R. (2021). The impact of a lack of mathematical education on brain development and future attainment. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(24), e2013155118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2013155118>
 100. Zelazo, P. D., Müller, U., Frye, D., Marcovitch, S., Argitis, G., Boseovski, J., Chiang, J. K., Hongwanishkul, D., Schuster B. V., Sutherland, A., & Carlson, S. M. (2003). *The development of executive function in early childhood. Monographs of the society for research in child development*. Blackwell publishing.
 101. Ziegler, G. M., & Loos, A. (2017). “What is Mathematics?” and why we should ask, where one should experience and learn that, and how to teach it. In G. Kaiser (Ed.), *Proceedings of the 13th International Congress on Mathematical Education* (pp. 63-77). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-62597-3_5
 102. Zippert, E. L., Eason, S. H., Marshall, S., & Ramani, G. B. (2019). Preschool children's math exploration during play with peers. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 65, 101072. <https://doi.org/10.1016/j.appdev.2019.101072>
 103. Zulić, M. (2018). Prediktor sociální participace dětí s dětskou mozkovou obrnou v základních školách v České republice a Republice Srbsko [Doctoral dissertation, Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta]. Digital Repository of Charles University. <http://hdl.handle.net/20.500.11956/102663>
 104. Zulić, M., Brkić-Jovanović, N., & Hájková, V. (2018). Prediktori socijalne participacije kod dece sa cerebralnom paralizom u osnovnim školama u Republici Srbiji. *Pedagoška stvarnost*, 64(1), 3-22. <https://doi.org/10.19090/ps.2018.1.3-22>

105. Ionescu, T. (2012). Exploring the nature of cognitive flexibility. *New ideas in psychology*, 30(2), 190-200. <https://doi.org/10.1016/j.newideapsych.2011.11.001>
106. Japundža-Milisavljević, M. (2018). *Matematički kocepti – teškoće i izazovi*. Univerzitet u Beogradu - Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju, Izdavački centar Fakulteta (ICF).
107. Japundža-Milisavljević, M. (2009). Acquisition of elementary arithmetical operations in children with impaired intellectual development. *Nastava i vaspitanje*, 58(3), 421-431.
108. Japundža-Milisavljević, M. (2009). Neuropsihološke funkcije kao prediktori uspešnosti osnovnih aritmetičkih operacija kod dece s intelektualnom ometenošću. U D. Radovanović (Ur.), *Istraživanja u specijalnoj edukaciji i rehabilitaciji* (str. 185-201). Univerzitet u Beogradu – Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju.
109. Јапунџа-Милисављевић М., и Маћешкић-Петровић Д. (2007). Усвојеност елементарних школских појмова код деце с лаком менталном ретардацијом. *Београдска дефектолошка школа*, 3, 99-113.
110. Jenks, K. M., van Lieshout, E. C., & de Moor, J. M. (2012). Cognitive correlates of mathematical achievement in children with cerebral palsy and typically developing children. *British journal of educational psychology*, 82(1), 120-135. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.2011.02034.x>
111. Jenks, K., de Moor, J., van Lieshout, E., & Withagen, F. (2010). Quality of arithmetic education for children with cerebral palsy. *International Journal of Rehabilitation Research*, 33(1), 19–25. <http://dx.doi.org/10.1097/MRR.0b013e32832d21b1>
112. Jenks, K., de Moor, J., & van Lieshout, E. C. D. M. (2009). Arithmetic difficulties in children with cerebral palsy are related to executive function and working memory. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 50(7), 824–833. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2008.02031.x>
113. Jenks, K. M., van Lieshout, E. C. D. M. , & de Moor, J. (2009). The relationship between medical impairments and arithmetic development in children with cerebral

- palsy. *Journal Child Neurology*, 24(5), 528–535.
<https://doi.org/10.1177/0883073809335009>
114. Jenks, K., de Moor, J., van Lieshout, E., Maathuis, K., Keus, I., & Gorter, J. W. (2007). The effect of cerebral palsy on arithmetic accuracy is mediated by working memory, intelligence, early numeracy, and instruction time. *Developmental Neuropsychology*, 32(3), 861–879. <https://doi.org/10.1080/87565640701539758>
 115. Jung, M., Hartman, P., Smith, T., & Wallace, S. (2013). The effectiveness of teaching number relationships in preschool. *International Journal of Instruction*, 6(1), 165-178.
 116. Kadum, V. (2006). O problemu sposobnosti i nesposobnosti za matematiku. *Metodički obzori: časopis za odgojno-obrazovnu teoriju i praksu*, 1(2), 95-101.
 117. Kaput, J. J. (2008). What Is Algebra? What Is Algebraic Reasoning?. In J. J. Kaput, D. W. Carraher, & M. L. Blanton (Eds.), *Algebra in the early grades* (pp. 5-18). Taylor & Francis Group.
 118. Karlsson Wirebring, L., Lithner, J., Jonsson, B., Liljekvist, Y., Norqvist, M., & Nyberg, L. (2015). Learning mathematics without a suggested solution method: Durable effects on performance and brain activity. *Trends in Neuroscience and Education*, 4(1-2), 6-14. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2015.03.002>
 119. Kaskens, J., Segers, E., Goei, S. L., van Luit, J. E., & Verhoeven, L. (2020). Impact of Children's math self-concept, math self-efficacy, math anxiety, and teacher competencies on math development. *Teaching and teacher education*, 94, 103096. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103096>
 120. Kattou, M., Kontoyianni, K., Pitta-Pantazi, D., & Christou, C. (2013). Connecting mathematical creativity to mathematical ability. *Zdm*, 45(2), 167-181. <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0467-1>
 121. Katušić, A. (2012). Cerebralna paraliza: redefiniranje i reklasifikacija. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja*, 48(1), 117-126.
 122. Kersey, A. J., Csumitta, K. D., & Cantlon, J. F. (2019). Gender similarities in the brain during mathematics development. *npj Science of Learning*, 4(1), 1-7. <https://doi.org/10.1038/s41539-019-0057-x>

123. Kieran, C. (2004). Algebraic thinking in the early grades: What is it?. *The mathematics educator*, 8(1), 139-151.
124. Kiessling, L. S., Denckla, M. B., & Carlton, M. (1983). Evidence for differential hemispheric function in children with hemiplegic cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 25(6), 727-734. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1983.tb13840.x>
125. Kirk, U. (1985). Hemispheric Contributions to the Development of Graphic Skill. In C. A. Best (Ed), *Hemispheric function and collaboration in the child*. Academic Press.
126. Knežević-Pogančev, M. (2010). Cerebral palsy and epilepsy. *Medicinski pregled*, 63(7-8), 527-530. <https://doi.org/10.2298/MPNS1008527K>
127. Kolk, A., & Talvik, T. (2000). Cognitive outcome of children with early-onset hemiparesis. *Journal of Child Neurology*, 15, 581-587. <https://doi.org/10.1177/088307380001500903>
128. Kolkman, M. E., Hoijtink, H. J., Kroesbergen, E. H., & Leseman, P. P. (2013). The role of executive functions in numerical magnitude skills. *Learning and Individual Differences*, 24, 145-151. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2013.01.004>
129. Копас-Вукашиновић, Е., и Стојановић, Б. (2012). Развијање математичких појмова у предшколској установи и школи. У Н. Вуловић (Ур.), *Методички аспекти наставе математике II: Зборник радова* (стр. 169-181). Факултет педагошких наука Универзитета у Крагујевцу.
130. Kraguljac, D., Brenčić, M., Zibar, T., & Schnurrer Luke-Vrbanić, T. (2018). Habilitation of children with cerebral palsy. *Medicina Fluminensis: Medicina Fluminensis*, 54(1), 6-17. https://doi.org/10.21860/medflum2018_192883
131. Krägeloh-Mann, I., & Cans, C. (2009). Cerebral palsy update. *Brain and development*, 31(7), 537-544. <https://doi.org/10.1016/j.braindev.2009.03.009>
132. Kroesbergen, E. H., Van de Rijt, B. A. M., & Van Luit, J. E. H. (2007). Working memory and early mathematics: Possibilities for early identification of mathematics learning disabilities. In T. E. Scruggs, & M. A. Mastropieri (Eds.), *International*

- Perspectives* (pp. 1-20). Emerald Group Publishing Limited.
[https://doi.org/10.1016/S0735-004X\(07\)20001-1](https://doi.org/10.1016/S0735-004X(07)20001-1)
133. Krstić, N. (2008). *Razvojna neuropsihologija*. Univerzitet u Beogradu, Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju – Izdavački centar Fakulteta (CIDD).
 134. Krstić, N. S., Aleksić, O. S., Vidović, P., & Gojković, M. (2002). Neurokognitivni razvoj kod dece mlađeg školskog uzrasta (I) - egzekutivne funkcije, konstruktivne sposobnosti i pamćenje. *Psihijatrija danas*, 34(3-4), 251-273.
 135. Kytälä, M., Aunio, P., & Hautamäki, J. (2010). Working memory resources in young children with mathematical difficulties. *Scandinavian journal of psychology*, 51(1), 1-15. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.2009.00736.x>
 136. Kumari, A., & Yadav, S. (2012). Cerebral Palsy: a mini review. *International Journal of Therapeutic Applications*, 3(1), 15-24.
 137. Лазаревић, Е. (2008). Аудитивно памћење дисфазичне деце. *Педагогија*, 63(4), 674-683.
 138. Laketić, A. (2019). *Aritmetika i algebra u ranom matematičkom obrazovanju* [Master rad, Univerzitet u Novom Sadu]. Završni radovi Prirodno-matematičkog fakulteta Univerziteta u Novom Sadu, odsek za matematiku. <https://matematika.pmf.uns.ac.rs/wp-content/uploads/zavrsni-radovi/matematika/AljehinaLaketic.pdf>
 139. Lanfranchi, S., Jerman, O., Dal Pont, E., Alberti, A., & Vianello, R. (2010). Executive function in adolescents with Down syndrome. *Journal of intellectual disability research*, 54(4), 308-319. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2010.01262.x>
 140. Latzman, R. D., Elkovitch, N., Young, J., & Clark, L. A. (2010). The contribution of executive functioning to academic achievement among male adolescents. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 32(5), 455-462. <https://doi.org/10.1080/13803390903164363>
 141. Levine, S. C., Suriyakham, L. W., Rowe, M. L., Huttenlocher, J., & Gunderson, E. A. (2010). What counts in the development of young children's number

- knowledge?. *Developmental psychology*, 46(5), 1309-1319.
<https://doi.org/10.1037/a0019671>
142. Lezak, M. D. (1995). *Neuropsychological Assessment* (3rd ed.). Oxford University Press.
 143. Leon-Carrion, J, García-Orza, J., & Pérez-Santamaría, F. J. (2004). Development of the inhibitory component of the executive functions in children and adolescents. *International Journal of Neuroscience*, 114(10), 1291-1311.
<https://doi.org/10.1080/00207450490476066>
 144. Lehl, S., Kluczniok, K., & Rossbach, H. G. (2016). Longer-term associations of preschool education: The predictive role of preschool quality for the development of mathematical skills through elementary school. *Early Childhood Research Quarterly*, 36, 475-488. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2016.01.013>
 145. Litkowski, E. C., Duncan, R. J., Logan, J. A., & Purpura, D. J. (2020). When do preschoolers learn specific mathematics skills? Mapping the development of early numeracy knowledge. *Journal of experimental child psychology*, 195, 104846.
<https://doi.org/10.1016/j.jecp.2020.104846>
 146. Liu, J., Peng, P., & Luo, L. (2020). The relation between family socioeconomic status and academic achievement in China: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 32(1), 49-76. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09494-0>
 147. Luna, B. (2004). Algebra and the adolescent brain. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(10), 437-439. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2004.08.004>
 148. Lynn, R., & Mikk, J. (2009). National IQs predict educational attainment in math, reading and science across 56 nations. *Intelligence*, 37(3), 305-310.
<https://doi.org/10.1016/j.intell.2009.01.002>
 149. Magalhães, S., Carneiro, L., Limpo, T., & Filipe, M. (2020). Executive functions predict literacy and mathematics achievements: The unique contribution of cognitive flexibility in grades 2, 4, and 6. *Child Neuropsychology*, 26(7), 934-952.
<https://doi.org/10.1080/09297049.2020.1740188>
 150. Mammarella, I. C., Caviola, S., Giofrè, D., & Szűcs, D. (2018). The underlying structure of visuospatial working memory in children with mathematical learning

- disability. *British Journal of Developmental Psychology*, 36(2), 220-235.
<https://doi.org/10.1111/bjdp.12202>
151. Marendić, Z. (2009). Teorijski okvir razvoja matematičkih pojmova u dječjem vrtiću. *Metodika: časopis za teoriju i praksu metodikâ u predškolskom odgoju, školskoj i visokoškolskoj izobrazbi*, 10(18), 129-141.
 152. Maričić, S., i Stamatović, J. (2022). Predškolsko matematičko obrazovanje: osnova za školsko učenje matematike. U S. Rutar, D. Felda, M. Rodela, N. Krmac, M. Marović, i K. Drljić (Ur.), *Prehodi v različnih socialnih in izobraževalnih okoljih*. Založba Univerze na Primorskem. <https://doi.org/10.26493/978-961-293-136-0.195-208>
 153. Maričić, S., & Stamatović, J. (2017). The effect of preschool mathematics education in development of geometry concepts in children. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(9), 6175-6187.
<https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01057a>
 154. Martin, H. (2007). Mathematical Literacy. *Principal leadership*, 7(5), 28-31.
 155. Martinot, D., & Désert, M. (2007). Awareness of a gender stereotype, personal beliefs and self-perceptions regarding math ability: When boys do not surpass girls. *Social psychology of education*, 10(4), 455-471. <https://doi.org/10.1007/s11218-007-9028-9>
 156. Menon, V. (2015). Arithmetic in the Child and Adult Brain. In R. C. Kadosh & A. Dowker (Eds.), *The Oxford Handbook of Numerical Cognition* (pp. 502-530). Oxford University Press.
 157. Mejaški - Bošnjak, V. M., & Đaković, I. (2013). Europska klasifikacija cerebralne paralize. *Paediatrica Croatica*, 57(1), 93-7.
 158. Mejaški-Bošnjak, V. (2007). Neurološki sindromi dojenačke dobi i cerebralna paraliza. *Paediatrica Croatica*, 51, 120-129.
 159. Meyer, M. L., Salimpoor, V. N., Wu, S. S., Geary, D. C., & Menon, V. (2010). Differential contribution of specific working memory components to mathematics achievement in 2nd and 3rd graders. *Learning and Individual Differences*, 20(2), 101-109. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.08.004>

160. Mikić, B., i Mikić, M. (2010). Vrste oštećenja sluha kod pacijenata sa cerebralnom paralizom - dijagnostika i tretman. *Beogradska defektološka škola*, 16(1), 191-207.
161. Милинковић, Н., и Маричић, С. (2022). Непозната и променљива – проблем учења ране алгебре. У С. Маринковић (Ур.), *Наука и образовање – изазови и перспективе* (стр. 245-262). Педагошки факултет у Ужицу.
162. Milinković, J., i Ševa, N. (2021). Tipologija grešaka u rešavanju zadataka iz geometrije. U I. Đerić, N. Gutvajn, S. Jošić, i N. Ševa (Ur.), *TIMSS 2019 u Srbiji: rezultati međunarodnog istraživanja postignuća učenika četvrtog razreda osnovne škole iz matematike i prirodnih nauka* (str. 163-192). Institut za pedagoška istraživanja.
163. Milićević, M. (2016). Cerebralna paraliza–Šta nam literatura govori o složenosti ovog stanja. *Beogradska defektološka škola*, 22(3), 53-71.
164. Милићевић, М. (2016). Карактеристике партиципације деце с церебралном парализом [докторска дисертација, Универзитет у Београду]. НаРДyС. <https://nardus.mpin.gov.rs/handle/123456789/7910>
165. Milićević, M., & Potić, S. (2012). Functional characteristics of people with cerebral palsy in the adult age. In M. Stošljević et al. (Eds.), *International hematic Collection of Papers „Cerebral palsy – A Multidisciplinary and Multidimensional Approach* (pp. 275–289). Association of Special Educators and Rehabilitators of Serbia & Foca: University of East Sarajevo, Faculty of Medicine. <https://doi.org/10.2298/MICP2012275M>
166. Milićević, M., & Potić, S. (2015). Assessing the Risk of Cerebral Palsy in Children Born after Assisted Conception–The Role of Multiple Pregnancy and Preterm Delivery. *Acta Facultatis Medicae Naissensis*, 32(2), 101-113. DOI: 10.1515/afmnai-2015-0011
167. Милићевић, М., & Потих, С. (2012). Функционалне способности одраслих особа са церебралном парализом. *Београдска дефектолошка школа*, 18(1), 141-156.

168. Miller, E. K. (2013). The “working” of working memory. *Dialogues in clinical neuroscience*, 15(4), 411-418. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2013.15.4/emiller>
169. Milovanović, R. (2012). Razvoj egzekutivnih komponenti funkcija pažnje u adolescenciji. *Engrami*, 34(1), 5-20.
170. Министарство просвете. (2022). *Основе програма предшколског васпитања и образовања*. <https://www.mpn.gov.rs/wp-content/uploads/2018/09/OSNOVE-PROGRAMA-.pdf>
171. Miyake, A., & Friedman, N. P. (2012). The Nature and Organization of Individual Differences in Executive Functions: Four General Conclusions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(1), 8-14. <https://doi.org/10.1177/0963721411429458>
172. Mix, K. S. (2002). The construction of number concepts. *Cognitive Development*, 17(3-4), 1345-1363. [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(02\)00123-5](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(02)00123-5)
173. Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A. H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive psychology*, 41(1), 49-100. <https://doi.org/10.1006/cogp.1999.0734>
174. Montague-Smith, A., Cotton, T., Hansen, A., & Price, A. J. (2018). *Mathematics in early years education* (4th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315189109>
175. Montoya, M. F., Susperreguy, M. I., Dinarte, L., Morrison, F. J., San Martin, E., Rojas-Barahona, C. A., & Förster, C. E. (2019). Executive function in Chilean preschool children: Do short-term memory, working memory, and response inhibition contribute differentially to early academic skills?. *Early Childhood Research Quarterly*, 46, 187-200. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2018.02.009>
176. Moran, S., & Gardner, H. (2007). Hill, skill, and will: executive function from a multiple-intelligences perspective. In L. Melzer (Ed.), *Executive Function in Education: From Theory to Practice* (pp. 19-38). The Guilford Press.
177. Morgan, P. L., Farkas, G., Wang, Y., Hillemeier, M. M., Oh, Y., & Maczuga, S. (2019). Executive function deficits in kindergarten predict repeated academic

- difficulties across elementary school. *Early Childhood Research Quarterly*, 46, 20-32. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2018.06.009>
178. Müller, U., & Kerns, K. (2015). The development of executive function. In L. S. Liben, U. Müller, & R. M. Lerner (Eds.), *Handbook of child psychology and developmental science: Cognitive processes* (pp. 571–623). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9781118963418.childpsy214>
179. Mutch, L., Alberman, E., Hagberg, B., Kodama, K., & Perat, M. V. (1992). Cerebral palsy epidemiology: Where are we now and where are we going?. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 34(6), 547–551. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1992.tb11479.x>
180. McCarthy, D. (1972). *Manual for the McCarthy scales of children's abilities*. Psychological Corporation.
181. McCloskey, G., Perkins, L. A., & Van Divner, B. (2009). *Assessment and intervention for executive function difficulties*. Routledge.
182. Nadeau, L., Routhier, M. E., and Tessier, R. (2008). The performance profile on the Wisconsin card sorting test of a group of children with cerebral palsy aged between 9 and 12. *Developmental Neuropsychology*, 11, 134–140. <https://doi.org/10.1080/17518420701688607>
183. Nguyen, T., & Duncan, G. J. (2019). Kindergarten components of executive function and third grade achievement: A national study. *Early Childhood Research Quarterly*, 46, 49-61. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2018.05.006>
184. Nedović, G. (2005). Vannastavne aktivnosti. U *Školovanje dece sa motoričkim poremećajima* (str. 195-216). Univerzitet u Beogradu, Defektološki fakultet, Katedra za somatopediju.
185. Недовић, Г., Рапайћ, Д., Одовић, Г., Потих. С., и Милићевић, М. (2012). *Социјална партиципација особа са инвалидитетом*. Друштво дефектолога Србије.
186. Nenadov Jovanović, N. (2021). Uticaj epilepsije i antiepileptičnih lekova na mineralnu koštanu gustinu odraslih pacijenata sa cerebralnom paralizom i

- mentalnom retardacijom [Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu]. NaRDuS. <https://nardus.mpn.gov.rs/handle/123456789/18771>
187. Никић, Р. (2008). *Методика разредне наставе са телесно инвалидним лицима I*. Факултет за специјалну едукацију и рехабилитацију.
 188. Nikić, R., PaciĆ, S., Eminović, F., Stanisavljević, M. & Tadić, V. (2011). Level of prenumeric ability of first grade pupils in elementary school. U *Unapređenje kvaliteta života djece i mladih* (str. 165–175). Udruženje za podršku i kreativni razvoj dece i mladih i Edukacijsko-rehabilitacijski fakultet.
 189. Николић, С. (2012). *Методика васпитно-образовног рада са децом са моторичким поремећајима предшколског узраста*. Друштво дефектолога Србије.
 190. Николић, С., Илић Стошовић, Д., и Илић, С. (2015). *Развојна процена и третман деце предшколског узраста (Практикум)*. Ресурсни центар „Знање“.
 191. Niss, M. (2015). Mathematical literacy. In S. J. Cho (Ed.), *The proceedings of the 12th international congress on mathematical education* (pp. 409-414). Springer.
 192. Novosel, M. I., & Marvin Cavor, Lj. (1985). Acadia test razvoja sposobnosti. *Primijenjena psihologija*, 1-2, 103-108.
 193. Nurutami, A., Riyadi, & Subanti, S. (2018). The Analysis of Students' Mathematical Literacy Based on Mathematical Ability. In *Mathematics, Informatics, Science, and Education International Conference (MISEIC 2018)* (pp. 162-166). Atlantis Press.
 194. O'Shea, A., Booth, J. L., Barbieri, C., McGinn, K. M., Young, L. K., & Oyer, M. H. (2017). Algebra performance and motivation differences for students with learning disabilities and students of varying achievement levels. *Contemporary Educational Psychology*, 50, 80-96. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2016.03.003>
 195. Ozonoff, S. (1995). Reliability and validity of the Wisconsin Card Sorting Test in studies of autism. *Neuropsychology*, 9, 491–500. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.9.4.491>
 196. Orihuela, S. M., Collins, B. C., Spriggs, A. D., & Kleinert, H. (2019). An instructional package for teaching geometric shapes to elementary students with

- moderate intellectual disability. *Journal of Behavioral Education*, 28(2), 169-186.
<https://doi.org/10.1007/s10864-018-09314-5>
197. Oxford Learning Dictionary. (n.d.). *Mathematics*.
<https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/mathematics?q=mathematics>
198. Павловић, Д. (2003). *Дијагностички тестови у неуропсихологији* (II издање). Тафос.
199. Palisano, R. J., Rosenbaum, P., Bartlett, D., & Livingston, M. H. (2008). Content validity of the expanded and revised Gross Motor Function Classification System. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 50(10), 744-750.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2008.03089.x>
200. Palisano, R., Rosenbaum, P., Walter, S., Russell, D., Wood, E., Galuppi, B. (1997). Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Development Medicine & Child Neurology*, 39, 214-223. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.1997.tb07414.x>
201. Panerai, S., Tasca, D., Ferri, R., Genitori D'Arrigo, V., & Elia, M. (2014). Executive functions and adaptive behaviour in autism spectrum disorders with and without intellectual disability. *Psychiatry journal*, 2014.
<https://doi.org/10.1155/2014/941809>
202. Parviainen, P. (2019). The development of early mathematical skills—A theoretical framework for a holistic model. *Journal of Early Childhood Education Research*, 8(1), 162-191.
203. Passolunghi, M. C., Živković, M., & Pellizzoni, S. (2019). Mathematics Anxiety and Working Memory: What is the relationship?. In I. C. Mammarella, S. Caviola, & A. Dowker (Eds.), *Mathematics Anxiety* (pp. 103-125). Routledge.
204. Passolunghi, M. C., Mammarella, I. C., & Altoè, G. (2008). Cognitive abilities as precursors of the early acquisition of mathematical skills during first through second grades. *Developmental neuropsychology*, 33(3), 229-250.
<https://doi.org/10.1080/87565640801982320>

205. Pacić, S., Potić, S., Milićević, M., Eminović, F. & Nikić, R. (2013). Determination of the Developmental Level of Artistic Expression in Children with Cerebral Palsy. *Croatian Journal Of Education-Hrvatski casopis za odgoj i obrazovanje*, 15(4), 1069–1098.
206. Pacić, S., Eminović, F., Nikić, R., Likić, D., i Gavrilović, M. (2013). Sposobnost pisanja kod dece sa cerebralnom paralizom nakon etapne fibrotomije. *PONS - medicinski časopis*, 10(4), 170-174. <https://doi.org/10.5937/pons1304170P>
207. Pacić, S., Zolnjan, M., Đorđević, M., i Potić, S. (2010). Ortopedska pomagala kod dece sa cerebralnom paralizom školskog uzrasta. U 51. Kongres studenata biomedicinskih nauka Srbije sa internacionalnim učešćem.
208. Pacić, S., Čukić R., Eminović, F., i Stojković, I. (2008). Značaj upotrebe ortopedskih pomagala u nastavi fizičke kulture u procesu inkluzivnog obrazovanja dece sa motoričkim poremećajima. U D. Radovanović (Ur.), „U susret inkluziji – dileme u teoriji i praksi” (str. 55–61). Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju.
209. Peng, P., Wang, T., Wang, C., & Lin, X. (2019). A meta-analysis on the relation between fluid intelligence and reading/mathematics: Effects of tasks, age, and social economics status. *Psychological Bulletin*, 145(2), 189–236. <https://doi.org/10.1037/bul0000182>
210. Peters, L., & De Smedt, B. (2018). Arithmetic in the developing brain: A review of brain imaging studies. *Developmental Cognitive Neuroscience*, 30, 265-279. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2017.05.002>
211. Petrović, D., Bošnjak Nađ, K., i Tomašković, M. (2018). Cerebralna paraliza i registar djece s cerebralnom paralizom. *Medicinski vjesnik*, 50(1), 56-58.
212. Pieters, S., Desoete, A., Roeyers, H., Vanderswalmen, R., & Van Waelvelde, H. (2012). Behind mathematical learning disabilities: What about visual perception and motor skills?. *Learning and Individual Differences*, 22(4), 498-504. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2012.03.014>
213. Пинтер-Крекић, Б. (2012). Компаративна анализа наставе математике у Републици Србији и у неким земљама Европе. У Н. Вуловић (Ур.), *Методички*

аспекти наставе математике II: Зборник радова (стр. 157-168). Факултет педагошких наука Универзитета у Крагујевцу.

214. Pitchford, N. J., Papini, C., Outhwaite, L. A., & Gulliford, A. (2016). Fine motor skills predict maths ability better than they predict reading ability in the early primary school years. *Frontiers in psychology*, 7, 783. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.00783>
215. Повше-Ивкић, В., и Говедарица, Т. (2001). *Тест развојних способности Акадиa тест*. Институт за ментално здравље.
216. Правилник о општим основама предшколског програма, Службени гласник РС, бр. 62/03, 64/03-исправка, 58/04, 62/04-исправка, 79/05-др. закон и 101/05-др.закон. (2003).
217. Правилник о плану наставе и учења за први циклус основног образовања и васпитања и програму наставе и учења за први разред основног образовања и васпитања, Службени гласник РС, бр. 10/2017, 12/2018, 15/2018, 18/2018, 1/2019 и 2/2020. (2020).
218. Prather, R. W., & Alibali, M. W. (2009). The development of arithmetic principle knowledge: How do we know what learners know?. *Developmental Review*, 29(4), 221-248. <https://doi.org/10.1016/j.dr.2009.09.001>
219. Прентовић, Б. (2008). Природни бројеви у теорији и у почетном математичком образовању. *Педагошка стварност*, 55(5-6), 476-487.
220. Prescott, J., Gavrilescu, M., Cunningham, R., O'Boyle, M. W., & Egan, G. F. (2010). Enhanced brain connectivity in math-gifted adolescents: An fMRI study using mental rotation. *Cognitive Neuroscience*, 1(4), 277-288. <https://doi.org/10.1080/17588928.2010.506951>
221. Pirila, S., van der Meere, J. J., Rantanen, K., Jokiluoma, M., & Eriksson, K. (2011). Executive functions in youth with spastic cerebral palsy. *Journal of Child Neurology*, 26(7), 817–821. <https://doi.org/10.1177/0883073810392584>
222. Price, G. R., Mazzocco, M. M., & Ansari, D. (2013). Why mental arithmetic counts: brain activation during single digit arithmetic predicts high school math

- scores. *Journal of Neuroscience*, 33(1), 156-163.
<https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2936-12.2013>
223. Purpura, D. J., Napoli, A. R., & King, Y. (2019). Development of mathematical language in preschool and its role in learning numeracy skills. In D. C. Geary, D. B. Berch, & K. Mann Koepke (Eds.), *Cognitive foundations for improving mathematical learning* (pp. 175-193). Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815952-1.00007-4>
224. Purpura, D. J., Napoli, A. R., Wehrspann, E. A., & Gold, Z. S. (2017). Causal connections between mathematical language and mathematical knowledge: A dialogic reading intervention. *Journal of Research on Educational Effectiveness*, 10(1), 116-137. <https://doi.org/10.1080/19345747.2016.1204639>
225. Purpura, D. J., & Reid, E. E. (2016). Mathematics and language: Individual and group differences in mathematical language skills in young children. *Early Childhood Research Quarterly*, 36, 259-268.
<https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2015.12.020>
226. Phonapichat, P., Wongwanich, S., & Sujiva, S. (2014). An analysis of elementary school students' difficulties in mathematical problem solving. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 116, 3169-3174. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.728>
227. Rapačić, D., i Nedović, G. (2011). *Cerebralna paraliza – praktičke i kognitivne funkcije* (II izdanje). Fakultet za specijalnu edukaciju i rehabilitaciju Univerziteta u Beogradu, Izdavački centar (CIDD).
228. Рараић, Д., Николић, С., и Недовић, Г. (1995). Анализа графомоторних способности код деце са церебралном парализом. *Београдска дефектолошка школа*, 38(1), 81-88.
229. Ramirez, G., Gunderson, E. A., Levine, S. C., & Beilock, S. L. (2013). Math anxiety, working memory, and math achievement in early elementary school. *Journal of Cognition and Development*, 14(2), 187-202.
<https://doi.org/10.1080/15248372.2012.664593>

230. Reid, S.E. (2001). Therapeutic use of card games with learning-disabled children. In C. E. Schaefer, & S. E. Reid (Eds.), *Game play: Therapeutic Use of Childhood Games* (pp. 146-164). John Wiley&Sons.
231. Resnick, L. B., Bill, V., & Lesgold, S. (2005). Developing thinking abilities in arithmetic class. In A. Demetriou, M. Shayer, & A. Efklides (Eds.), *Neo-Piagetian theories of cognitive development* (pp. 223-244). Routledge.
232. Rey, A, & Osterrieth, PA. (1993). Translations of excerpts from André Rey's "Psychological examination of traumatic encephalopathy" and P.A. Osterrieth's "The complex figure copy test" (J. Corwin & F. W. Bylsma, Trans.). *Clinical Neuropsychology* 7, 3-21.
233. Rizki, L. M., & Priatna, N. (2019). Mathematical literacy as the 21st century skill. In A. G. Abdullah, A. B. D. Nandiyanto, I. Permana, & R. R. Agustin (Eds.), *Journal of Physics: Conference Series* (p. 042088). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/4/042088>
234. Romano, D. A. (2009a). Van Hiele-ova teorija o učenju geometrije. *Metodički obzori: časopis za odgojno-obrazovnu teoriju i praksu*, 4(7-8), 95-103.
235. Romano, D. A. (2009b). Šta je algebarsko mišljenje?. *Matematički Kolokvijum*, 15(2), 19-29.
236. Rosenbaum, P. L., Palisano, R. J., Bartlett, D. J., Galuppi, B. E., & Russell, D. J. (2008). Development of the gross motor function classification system for cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 50(4), 249-253. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2008.02045.x>
237. Rosenbaum, P. L., Paneth, N., Leviton, A., Goldstein, M., Bax, M., Damiano, D., Dan, B., & Jacobsson, B. (2007). A report: Definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 109, 8–14. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2007.tb12610.x>
238. Ružman, L., Brnad, M., Kolić, I., Radić Nišević, J., Mahulja Stamenković, V., Kraguljac, D., i Prpić, I. (2019). Rizični i etiološki čimbenici u terminske novorođenčadi za nastanak cerebralne paralize. *Paediatrica Croatica*, 63(1), 6-10.

239. Савић, А. (1996). Дефиниција церебралне парализе – Историјат, термин, дефиниција. У *Проблеми у педијатрији* 95. Завод за уџбенике и наставна средства.
240. Sanjaya, A., Johar, R., Ikhsan, M., & Khairi, L. (2018). Students' thinking process in solving mathematical problems based on the levels of mathematical ability. In *The 6th South East Asia Design Research International Conference (6th SEA-DR IC)* (pp. 012116). IOP Publishing.
241. Sarama, J., Clements, D. H., Barrett, J. E., Cullen, C. J., Hudyma, A., & Vanegas, Y. (2021). Length measurement in the early years: teaching and learning with learning trajectories. *Mathematical Thinking and Learning*, 24(4), 267-290. <https://doi.org/10.1080/10986065.2020.1858245>
242. Sattler, J. M. (1992). *Assessment of children* (3rd ed.). CA: Author.
243. Selimović, H., i Karić, E. (2011). Učenje djece predškolske dobi. *Metodički obzori: časopis za odgojno-obrazovnu teoriju i praksu*, 6(11), 145-160.
244. Sermier Dessemontet, R., Moser Opitz, E., & Schnepel, S. (2020). The profiles and patterns of progress in numerical skills of elementary school students with mild and moderate intellectual disability. *International Journal of Disability, Development and Education*, 67(4), 409-423. <https://doi.org/10.1080/1034912X.2019.1608915>
245. Skagerlund, K., Östergren, R., Västfjäll, D., & Träff, U. (2019). How does mathematics anxiety impair mathematical abilities? Investigating the link between math anxiety, working memory, and number processing. *PloS one*, 14(1), e0211283. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211283>
246. Skira, E. V. (2017). Difficulties in solving arithmetic problems by junior schoolchildren with intellectual disabilities. *Special Education*, (1), 32-40.
247. Smith III, J. P., van den Heuvel-Panhuizen, M., & Teppo, A. R. (2011). Learning, teaching, and using measurement: introduction to the issue. *ZDM*, 43(5), 617-620. <https://doi.org/10.1007/s11858-011-0369-7>
248. Sophian, C. (2009, June 11). *Numerical knowledge in early childhood*. Encyclopedia on Early Childhood Development. <https://www.child->

encyclopedia.com/numeracy/according-experts/numerical-knowledge-early-childhood

249. Sosa-Moguel, L., & Aparicio-Landa, E. (2021). Secondary School Mathematics Teachers' Perceptions about Inductive Reasoning and Their Interpretation in Teaching. *Journal on Mathematics Education*, 12(2), 239-256.
250. Spencer, J. P. (2020). The development of working memory. *Current directions in psychological science*, 29(6), 545-553. <https://doi.org/10.1177/0963721420959835>
251. St Clair-Thompson, H. L., & Gathercole, S. E. (2006). Executive functions and achievements in school: Shifting, updating, inhibition, and working memory. *The quarterly journal of experimental psychology*, 59(4), 745-759. <https://doi.org/10.1080/17470210500162854>
252. Stanković, M. (2006). *Osnovi geometrije*. Univerzitet u Nišu – Prirodno-matematički fakultet.
253. Stacey, K. (2006). What is mathematical thinking and why is it important? *Progress report of the APEC project: collaborative studies on innovations for teaching and learning mathematics in different cultures (II)—Lesson study focusing on mathematical thinking*.
254. Стевановић, С., Црвенковић, С., и Романо, Д. А. (2014). Један примјер анализе аритметичког и раноалгебарског мишљења. *Иновације у настави*, 27(1), 118-134.
255. Steen, L. A., Turner, R., & Burkhardt, H. (2007). Developing Mathematical Literacy. In W. Blum, P. L. Galbraith, H. W. Henn, & Niss, M. (Eds.), *Modelling and Applications in Mathematics Education*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-0-387-29822-1_30
256. Sternberg, R. J. (1996). What is mathematical thinking?. In R. J. Sternberg, & T. Ben-Zeev (Eds.), *The nature of mathematical thinking* (pp. 319-334). Routledge.
257. Stolte, M., García, T., Van Luit, J. E., Oranje, B., & Kroesbergen, E. H. (2020). The contribution of executive functions in predicting mathematical creativity in typical elementary school classes: A twofold role for updating. *Journal of Intelligence*, 8(2), 26. <https://doi.org/10.3390/jintelligence8020026>

258. Straub, K., & Obrzut, J. (2009). Effects of cerebral palsy on neuropsychological function. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 21, 153–167.
<https://doi.org/10.1007/s10882-009-9130-3>
259. Strauss, E. H., Sherman, E. M. S., & Spreen, O. (2006). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary*. Oxford University Press.
260. Stošljević, L., Rapaić, D., Stošljević, M., i Nikolić, S. (1997). *Somatopedija*. Naučna knjiga.
261. Sung, J., & Wickrama, K. A. (2018). Longitudinal relationship between early academic achievement and executive function: Mediating role of approaches to learning. *Contemporary Educational Psychology*, 54, 171-183.
<https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2018.06.010>
262. Supekar, K., Swigart, A. G., Tenison, C., Jolles, D. D., Rosenberg-Lee, M., Fuchs, L., & Menon, V. (2013). Neural predictors of individual differences in response to math tutoring in primary-grade school children. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(20), 8230-8235.
<https://doi.org/10.1073/pnas.1222154110>
263. Shallice, T. (1989). *From neuropsychology to mental structure*. Cambridge university press.
264. Schenker, R., Coster, W. J., & Parush, S. (2005). Neuroimpairments, activity performance, and participation in children with cerebral palsy mainstreamed in elementary schools. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47, 808–814.
<http://dx.doi.org/10.1017/s0012162205001714>
265. Scheres, A., Oosterlaan, J., Geurts, H., Morein-Zamir, S., Meiran, N., Schut, H., Vlasveld, L., & Sergeant, J. A. (2004). Executive functioning in boys with ADHD: primarily an inhibition deficit?. *Archives of clinical neuropsychology*, 19(4), 569-594. <https://doi.org/10.1016/j.acn.2003.08.005>
266. Schiller, K. S., Khmelkov, V. T., & Wang, X. Q. (2002). Economic development and the effects of family characteristics on mathematics achievement. *Journal of*

- Marriage and family*, 64(3), 730-742. <https://doi.org/10.1111/j.1741-3737.2002.00730.x>
267. Schmerold, K., Bock, A., Peterson, M., Leaf, B., Vennergrund, K., & Pasnak, R. (2017). The relations between patterning, executive function, and mathematics. *The Journal of Psychology*, 151(2), 207-228. <https://doi.org/10.1080/00223980.2016.1252708>
268. Swanson, H. L., & Beebe-Frankenberger, M. (2004). The relationship between working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math difficulties. *Journal of educational psychology*, 96(3), 471. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.96.3.471>
269. Swanson, H. L., Jerman, O., & Zheng, X. (2008). Growth in working memory and mathematical problem solving in children at risk and not at risk for serious math difficulties. *Journal of educational psychology*, 100(2), 343-379. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.100.2.343>
270. Syväoja, H. J., Kankaanpää, A., Hakonen, H., Inkinen, V., Kulmala, J., Joensuu, L., Räsänen, P., Hillman, C. H., & Tammelin, T. H. (2021). How physical activity, fitness, and motor skills contribute to math performance: Working memory as a mediating factor. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 31(12), 2310-2321. <https://doi.org/10.1111/sms.14049>
271. Tadić, M., i Jelenaca, D. (2019). Razvoj matematičke kompetencije djeteta rane dobi. U M. Kolar Billege, i A. Višnjić Jevtić (Ur.), *Zbornik radova sa stručno-znanstvenog skupa „Zajedno rastemo – kompetencije djeteta za cjeloživotno učenje“* (str. 100-106). Učiteljski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Dječji vrtić „Cvrčak“.
272. Tambunan, H., Sinaga, B., & Widada, W. (2021). Analysis of Teacher Performance to Build Student Interest and Motivation towards Mathematics Achievement. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(1), 42-47. <https://doi.org/10.11591/ijere.v10i1.20711>
273. Tang, Y., Zhang, W., Chen, K., Feng, S., Ji, Y., Shen, J., Reiman, E. C., & Liu, Y. (2006). Arithmetic processing in the brain shaped by cultures. *Proceedings of the*

- National Academy of Sciences*, 103(28), 10775-10780.
<https://doi.org/10.1073/pnas.0604416103>
274. Temple, C. (1997). *Developmental cognitive neuropsychology*. Psychology Press.
275. Tiedemann, J. (2000). Parents' gender stereotypes and teachers' beliefs as predictors of children's concept of their mathematical ability in elementary school. *Journal of Educational psychology*, 92(1), 144-151. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.92.1.144>
276. Toll, S. W., Van der Ven, S. H., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. (2011). Executive functions as predictors of math learning disabilities. *Journal of learning disabilities*, 44(6), 521-532. <https://doi.org/10.1177/0022219410387302>
277. Torbeyns, J., Van den Noortgate, W., Ghesquière, P., Verschaffel, L., Van de Rijt, B. A., & Van Luit, J. E. (2002). Development of early numeracy in 5-to 7-year-old children: A comparison between Flanders and the Netherlands. *Educational Research and Evaluation*, 8(3), 249-275. <https://doi.org/10.1076/edre.8.3.249.3855>
278. Turner, S. L., Steward, J. C., & Lapan, R. T. (2004). Family factors associated with sixth-grade adolescents' math and science career interests. *The Career Development Quarterly*, 53(1), 41-52. <https://doi.org/10.1002/j.2161-0045.2004.tb00654.x>
279. Theodoraki, T. E., McGeown, S. P., Rhodes, S. M., & MacPherson, S. E. (2020). Developmental changes in executive functions during adolescence: A study of inhibition, shifting, and working memory. *British Journal of Developmental Psychology*, 38(1), 74-89. <https://doi.org/10.1111/bjdp.12307>
280. Farago, E., Blaži, D., i Vuković Ogrizek, M. (2016). Artikulacijsko-fonološke sposobnosti djece s cerebralnom paralizom. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja*, 52(1), 17-29. <https://doi.org/10.31299/hrri.52.1.2>
281. Fastenau, P. S., Bennett, J. M., & Denburg, N. L. (1996). Methodological Comentary: Application of Psychometric Standards to Scoring System Evaluation: Is “New” Necessarily “Improved”? *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 18(3), 462-472. <https://doi.org/10.1080/01688639608409003>

282. Fernández-Méndez, L. M., Contreras, M. J., Mammarella, I. C., Feraco, T., & Meneghetti, C. (2020). Mathematical achievement: the role of spatial and motor skills in 6–8 year-old children. *PeerJ*, 8, e10095. <https://doi.org/10.7717/peerj.10095>
283. Fisher, P. H., Dobbs-Oates, J., Doctoroff, G. L., & Arnold, D. H. (2012). Early math interest and the development of math skills. *Journal of educational psychology*, 104(3), 673-681. <https://doi.org/10.1037/a0027756>
284. Fischer, U., Suggate, S. P., & Stoeger, H. (2020). The implicit contribution of fine motor skills to mathematical insight in early childhood. *Frontiers in Psychology*, 11, 1143. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.01143>
285. Fischer, U., Suggate, S. P., Schmir, J., & Stoeger, H. (2018). Counting on fine motor skills: links between preschool finger dexterity and numerical skills. *Developmental science*, 21(4), e12623. <https://doi.org/10.1111/desc.12623>
286. Frampton, I., Yude, C., & Goodman, R. (1998). The prevalence and correlates of specific learning difficulties in a representative sample of children with hemiplegia. *British Journal of Educational Psychology*, 68(1), 39-51. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1998.tb01273.x>
287. Friedrich, R., & Friederici, A. D. (2009). Mathematical logic in the human brain: syntax. *PloS one*, 4(5), e5599. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005599>
288. Hasanah, S. I., Tafrilyanto, C. F., & Aini, Y. (2019). Mathematical Reasoning: The characteristics of students' mathematical abilities in problem solving. In P. W. Prasetyo (Ed.), *Journal of Physics: Conference Series (Volume 1188)* (pp. 012057). IOP Publishing. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1188/1/012057>
289. Hatano, G. (1996). A conception of knowledge acquisition and its implications for mathematics education. In L. P. Steffe, P. Nesher, P. Cobb, G. A. Goldin, & B. Greer (Eds.), *Theories of mathematical learning* (pp. 209-230). Routledge.
290. Hawes, Z., Moss, J., Caswell, B., Seo, J., & Ansari, D. (2019). Relations between numerical, spatial, and executive function skills and mathematics achievement: A latent-variable approach. *Cognitive Psychology*, 109, 68-90. <https://doi.org/10.1016/j.cogpsych.2018.12.002>

291. Heaton, R. K., Chelune, G. J., Talley, J. L., Kay, G. G., Curtiss, G. (1993): *Wisconsin Card Sorting Test manual, revised and expanded*. Psychological Assessment Resources, Inc.
292. Hershkowitz, R. (2020). Shape and Space: Geometry Teaching and Learning. In S. Lerman (Ed.), *Encyclopedia of Mathematics Education* (pp. 774-779). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-15789-0_138
293. Hester, R., & Garavan, H. (2005). Working memory and executive function: The influence of content and load on the control of attention. *Memory & cognition*, 33, 221-233. <https://doi.org/10.3758/BF03195311>
294. Himmelmann, K., Beckung, E., Hagberg, G., & Uvebrant, P. (2006). Gross and fine motor function and accompanying impairments in cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48, 417–423. <https://doi.org/10.1017/s0012162206000922>
295. Hodgkin, L. (2005). *A History of Mathematics: From Mesopotamia to Modernity*. Oxford.
296. Holmes Bernstein, J., & Waber, D. P. (2007). Executive capacities from a developmental perspective. In L. Melzer (Ed.), *Executive Function in Education: From Theory to Practice* (pp. 39-54). The Guilford Press.
297. Horvatić, J., Joković Oreb, I., & Pinjatela, R. (2009). Oštećenja središnjeg živčanog sustava. *Hrvatska revija za rehabilitacijska istraživanja*, 45(1), 99-110.
298. Huizinga, M., Baeyens, D., & Burack, J. A. (2018). Executive function and education. *Frontiers in psychology*, 9, 1357. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01357>
299. Huizinga, M., Dolan, C. V., & Van der Molen, M. W. (2006). Age-related change in executive function: Developmental trends and a latent variable analysis. *Neuropsychologia*, 44(11), 2017-2036. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2006.01.010>
300. Canas, J. J., Fajardo, I., & Salmeron, L. (2006). Cognitive flexibility. *International encyclopedia of ergonomics and human factors*, 1(3), 297-301.

301. Cans, C. (2000). Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 42(7), 816-824. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2000.tb00695.x>
302. Carriedo, N., Corral, A., Montoro, P. R., Herrero, L., & Rucián, M. (2016). Development of the updating executive function: From 7-year-olds to young adults. *Developmental Psychology*, 52(4), 666–678. <https://doi.org/10.1037/dev0000091>
303. Cvijanović, G. (2016). Konceptualizacija pojma rana algebra i ranoalgebarsko mišljenje. *Istraživanje matematičkog obrazovanja*, 8(14), 1-8
304. Cvijetić, M. (2017). Teorija uma i egzekutivne funkcije kod dece sa lakom intelektualnom ometenošću. *Specijalna edukacija i rehabilitacija*, 16(4). <https://doi.org/10.5937/specedreh16-13593>
305. Civil, M. (2002). Chapter 4: Everyday Mathematics, Mathematicians' Mathematics, and School Mathematics: Can We Bring Them Together?. *Journal for Research in Mathematics Education. Monograph*, 11, 40-62. <https://doi.org/10.2307/749964>
306. Claessens, A., & Engel, M. (2013). How important is where you start? Early mathematics knowledge and later school success. *Teachers College Record*, 115(6), 1-29. <https://doi.org/10.1177/016146811311500603>
307. Clark, C. A., Pritchard, V. E., & Woodward, L. J. (2010). Preschool executive functioning abilities predict early mathematics achievement. *Developmental psychology*, 46(5), 1176-1191. <https://doi.org/10.1037/a0019672>
308. Clements, D. H. (2004). Geometric and spatial thinking in early childhood education. In D. H. Clements, J. Sarama, & A. M. DiBiase (Eds.), *Engaging young children in mathematics: Standards for early childhood mathematics education* (pp. 267-297). Lawrence Erlbaum Associates.
309. Clements, D. H., Sarama, J., & Germeroth, C. (2016). Learning executive function and early mathematics: Directions of causal relations. *Early Childhood Research Quarterly*, 36, 79-90. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2015.12.009>
310. Cleveland, H. H., Jacobson, K. C., Lipinski, J. J., & Rowe, D. C. (2000). Genetic and shared environmental contributions to the relationship between the home

- environment and child and adolescent achievement. *Intelligence*, 28(1), 69-86.
[https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(99\)00029-X](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(99)00029-X)
311. Colver, A., Thyen, U., Arnaud, C., Beckung, E., Fauconnier, J., Marcelli, M., McManus, V., Michelsen, S. I., Parkes, J., Parkinson, K., & Dickinson, H. O. (2012). Association between participation in life situations of children with cerebral palsy and their physical, social and attitudinal environment: a cross-sectional multi-centre European study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 93(12), 2154–2164. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2012.07.011>
312. Cragg, L., & Gilmore, C. (2014). Skills underlying mathematics: The role of executive function in the development of mathematics proficiency. *Trends in neuroscience and education*, 3(2), 63-68. <https://doi.org/10.1016/j.tine.2013.12.001>
313. Cragg, L., Keeble, S., Richardson, S., Roome, H. E., & Gilmore, C. (2017). Direct and indirect influences of executive functions on mathematics achievement. *Cognition*, 162, 12-26. <https://doi.org/10.1016/j.cognition.2017.01.014>
314. Црвенковић, С., и Романо, Д. А. (2015). Рана алгебра и раноалгебарско мишљење. У А. Михајловић (Ур.), *Методички аспекти наставе математике III. Трећа међународна конференција MATM 2014* (стр. 27-47). Факултет педагошких наука.
315. Chai, W. J., Abd Hamid, A. I., & Abdullah, J. M. (2018). Working memory from the psychological and neurosciences perspectives: a review. *Frontiers in psychology*, 9, 401. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00401>
316. Chapman, S. M., Ault, M. J., Spriggs, A. D., Bottge, B. A., & Shepley, S. B. (2019). Teaching algebra with a functional application to students with moderate intellectual disability. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities*, 54(2), 161-174.
317. Cheng, D., Li, M., Cui, J., Wang, L., Wang, N., Ouyang, L., Wang, X., Bai, X., & Zhou, X. (2022). Algebra dissociates from arithmetic in the brain semantic network. *Behavioral and Brain Functions*, 18(1). <https://doi.org/10.1186/s12993-022-00186-4>

318. Čižmešija, A., Svedrec, R., Radović, N., i Soucie, T. (2010). Geometrijsko mišljenje i prostorni zor u nastavi matematike u nižim razredima osnovne škole. U P. Mladnić, i R. Svedrec (Ur.), *Zbornik radova IV kongresa nastavnika matematike RH* (str. 143-162). Školska knjiga, Hrvatsko matematičko društvo.
319. Šagud, K., & Toplek, Ž. (2018). Matematika u predškolskom i školskom razdoblju prema Mariji Montessori. *Poučak: časopis za metodiku i nastavu matematike*, 19(75), 42-56.
320. Šimleša, S., i Cepanec, M. (2008). Razvoj izvršnih funkcija i njihovih neuroloških korelata. *Suvremena psihologija*, 11(1), 55-72.
321. Švraka, E. (2007). *Druga strane života*. TDP d.o.o.
322. Wakefield, D. V. (2000). Math as a second language. *The Educational Forum*, 64(3), 272-279. <https://doi.org/10.1080/00131720008984764>
323. Wang, D. B. (2004). Family background factors and mathematics success: A comparison of Chinese and US students. *International journal of educational research*, 41(1), 40-54. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2005.04.013>
324. Wang, L., Li, X., & Li, N. (2014). Socio-economic status and mathematics achievement in China: a review. *Zdm*, 46(7), 1051-1060. <https://doi.org/10.1007/s11858-014-0617-8>
325. Warschausky, S., Argento, A. G., Hurvitz, E., & Berg, M. (2003). Neuropsychological Status and Social Problem Solving in Children With Congenital or Acquired Brain Dysfunction. *Rehabilitation Psychology*, 48(4), 250. <https://doi.org/10.1037/0090-5550.48.4.250>
326. Williams, J., Rickert, V., Hogan, J., Zolten, A. J., Satz, P., D'Elia, L. F., Asarnow, R. F., Zaucha, K., & Light, R. (1995). Children's Color Trails. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 10, 211–223. [https://doi.org/10.1016/0887-6177\(94\)00041-N](https://doi.org/10.1016/0887-6177(94)00041-N)
327. White, D., Craft, S., Hale, S., & Park, T. S. (1994). Working memory and articulation rate in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Neuropsychology*, 8, 180–186. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.8.2.180>
328. Yadav, D. K. (2017). Exact definition of mathematics. *International Research Journal of Mathematics, Engineering and IT*, 4(1), 34-42.

329. Xenidou-Dervou, I., De Smedt, B., van der Schoot, M., & van Lieshout, E. C. (2013). Individual differences in kindergarten math achievement: The integrative roles of approximation skills and working memory. *Learning and Individual Differences*, 28, 119-129.

ПРИЛОЗИ

ПРИЛОГ 1. Листа скраћеница

ЦП – церебрална парализа

РС – Република Србија

GMFCS - Gross Motor Function Classification System

MACS - Manual Ability Classification System

BFMF - Bimanual Fine Motor Function

SCPE - Surveillance of Cerebral Palsy in Europe

ЦНС – централни нервни систем

Rh – резус фактор

IQ – Intelligence quotient

ИОП – индивидуални образовни план

WISC - Wechsler Intelligence Scale for Children

WCST - Wisconsin Card Sorting Test

CCTT - Children's Color Trails Test

OTZ - Osnabrücker Test zur Zahlbegriffsentwicklung

ENT - Early Numeracy Test

MSCA - McCarthy Scales of Children's Abilities

TMT - Trail Making Test

ROCFT - Rey-Osterrieth Complex Figure Test

TOL - Tower of London

ПИО - Питања о бројевима

стр. - страна

др. – друго

нпр. – на пример

сар. – сарадници

бр. - број

et al. - Et Alii/Alia

SPSS (eng. Statistical Package for Social Sciences) -статистички пакет за обраду података

SD (eng. Standard Deviation) – стандардна девијација

AS - аритметичка средина

Min.- Минимална вредност постигнућа на тесту

Max.- Максимална вредност постигнућа на тесту

ANOVA - Једнофакторска анализа варијансе

ПРИЛОГ 2. Биографија аутора

Санела (Радољуб) Петровић (девојачко Пацић) рођена је 29. јуна 1979. године у Пожаревцу. У Крепољину је завршила основну школу а средњу медицинску школу, општи смер, завршила је у Пожаревцу.

Студије на Дефектолошком факултету (данас Факултет за специјалну едукацију и рехабилитацију) Универзитета у Београду завршава 16.12.2010. године са просечном оценом 9.07.

По „Програму за изједначавање подударности раније стеченог стручног назива са академским називом мастер“, одбранила је 2011. године завршни рад на тему „Квалитет цртежа и графомоторно изражавање ученика са церебралном парализом“ и стекла стручни назив мастер - дипломирани дефектолог.

Докторске студије на Факултету за специјалну едукацију и рехабилитацију уписала је школске 2011/12. године. Све програмом предвиђене испите положила је са просечном оценом 9,80.

Веће за мастер, специјалистичке и докторске студије Универзитета у Београду - Факултета за специјалну едукацију и рехабилитацију, на основу члана 52. тачка 7. Статута Факултета, као и на основу предлога Одељења за соматопедију, на седници одржаној 25.11.2014. године, донело је одлуку (бр. 4/155) о образовању Комисије за оцену подобности теме и кандидата за израду докторске дисертације под називом: “Корелација математичких способности и егzekутивних функција код деце са церебралном парализом”.

Ангажована је као демонстратор практичне наставе школске 2008/09. године у летњем семестру од стране Факултета за специјалну едукацију и рехабилитацију, по одлуци Одељења за специјалну едукацију и рехабилитацију особа са моторичким поремећајима од дана 09.03.2009. године, на извођењу практичне наставе на предметима: Методика предшколског рада са ТИЛ и Методика васпитно–образовног рада са децом са моторичким поремећајима предшколског узраста.

Ангажована је као демонстратор практичне наставе на предлог Одељења за соматопедију од дана 17.11.2014. у оба семестра у школској 2014/15 (бр. одлуке

256/1) на предметима 1. Методика наставе српског језика за децу са моторичким поремећајима, 2. Методика наставе математике за децу са моторичким поремећајима. Ангажована је као демонстратор практичне наставе на предлог Одељења за соматопедију од дана 17.11.2014. у оба семестра у школској 2015/16 (бр. одлуке 256/1) на предметима 1. Методика наставе српског језика за децу са моторичким поремећајима, 2. Методика наставе математике за децу са моторичким поремећајима и 3. Методика наставе природа и друштво.

Запослена је од 1. новембра 2012. године до 30. јуна 2021. године у Регионалном центру Баден (Швајцарска), Одељење за деменцију, у реализацији свакодневних активности са особама са деменцијом.

Током 2008/09. године завршила двосеместралну едукацију: „Општа и специфична реедукација психомоторике са општом дефектолошком дијагностиком и релаксацијом“ на Институту за ментално здравље у Београду.

Говори три страна језика: немачки (ниво Ц1), енглески (ниво А2) и румунски (ниво Б1).

Кандидаткиња Санела Петровић била је члан бројних организационих одбора и учествовала је на више научних и стручних скупова у земљи и иностранству, као и сарадник у научним пројектима. Библиографију Санеле Петровић чини 90 библиографских јединица и то: једно поглавље у научној монографији водећег међународног значаја, 7 радова у тематском зборнику међународног значаја, 1 рад у међународном часопису, 8 саопштења са међународног скупа штампаних у целини, 26 саопштења са међународног скупа штампаних у изводу, 1 монографија националног значаја, 1 поглавље у монографији националног значаја, 3 рада у водећем часопису националног значаја, 5 радова у часопису националног значаја, 4 рада у научном часопису, 7 саопштења са скупа националног значаја штампаних у целини и 26 саопштења са скупа националног значаја штампаних у изводу. Објављени и саопштени радови у највећем делу односе се на проблеме из научне области соматопедије, а велики број је везан за васпитање и образовање деце са моторичким поремећајима и то конкретно церебралне парализе. Објављени и саопштени радови у највећем делу односе се на проблеме из научне области

соматопедије, а велики број је везан за васпитање и образовање деце са моторичким поремећајима и то конкретно церебралне парализе. Део радова се односи на квалитет живота и партиципацију деце и одраслих са сметњама у развоју и рад са особама са деменцијом (пре свега начин комуникације са овим особама као и примена музике у раду са њима).

ПРИЛОГ 3. Образац изјава о ауторству

Изјава о ауторству

Име и презиме аутора: Санела Р. Петровић

Број индекса: 1/11-Д

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

„КОРЕЛАЦИЈА МАТЕМАТИЧКИХ СПОСОБНОСТИ И ЕГЗЕКУТИВНИХ
ФУНКЦИЈА КОД ДЕЦЕ СА ЦЕРЕБРАЛНОМ ПАРАЛИЗОМ“

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

У Београду, 16.5.2023.

Потпис

Sanela Petrović

ПРИЛОГ 4. Образац изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора: Санела Р. Петровић

Број индекса: 1/11-Д

Студијски програм: Специјална едукација и рехабилитација

Наслов рада: „КОРЕЛАЦИЈА МАТЕМАТИЧКИХ СПОСОБНОСТИ И ЕГЗЕКУТИВНИХ ФУНКЦИЈА КОД ДЕЦЕ СА ЦЕРЕБРАЛНОМ ПАРАЛИЗОМ“

Ментор: Др Радмила Никић, редовни професор у пензији,
Универзитет у Београду Факултет за специјалну едукацију и рехабилитацију

Потписани/а: Санела Р. Петровић

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

У Београду, 16.5.2023.

Потпис

Sanela Petrovic

ПРИЛОГ 5. Образац изјаве о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

КОРЕЛАЦИЈА МАТЕМАТИЧКИХ СПОСОБНОСТИ И ЕГЗЕКУТИВНИХ ФУНКЦИЈА КОД ДЕЦЕ СА ЦЕРЕБРАЛНОМ ПАРАЛИЗОМ

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигиталном репозиторијуму Универзитета у Београду и доступну у отвореном приступу могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)
2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)
- 3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)**
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)
5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)
6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци.

Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве).

У Београду, 16.5.2023.

Потпис аутора

Sanela Petrovic