



საქართველოს საპატრიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებულის  
სახელობის ქართული უნივერსიტეტი

დანართი  
ბელნაწერის უფლებით

ინფორმატიკის, მათემატიკისა და საბუნებისმეტყველო  
მეცნიერებათა სკოლა (ფაკულტეტი)

მეხსიერების ნერვული მექანიზმები

ვერა ბჟალავა

მუშა მეხსიერების ფუნქციონირების  
თავისებურებები ყურადღების დეფიციტისა და  
ჰიპერაქტიურობის სინდრომის დროს

სიცოცხლის შემსწავლელ მეცნიერებათა დოქტორის  
აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად წარმოდგენილი  
ნაშრომის

სადისერტაციო მაცნე

05 მეცნიერება/საბუნებისმეტყველო მეცნიერებანი  
0504 ბიოლოგია/სიცოცხლის შემსწავლელი მეცნიერებანი

თბილისი  
2017

სადისერტაციო ნაშრომი შესრულებულია საქართველოს სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტის ბაზაზე და საქართველოს საპარტიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტის ინფორმატიკის მათემატიკისა და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სკოლის (ფაკულტეტის) მეხსიერებისა ნერვული მექანიზმების მიმართულებაზე.

სამეცნიერო ხელმძღვანელი: **ქეთევან ინასარიძე,**  
ბიოლოგიის მეცნიერებათა აკად.  
დოქტორი, სრული პროფესორი

ოფიციალური ოპონენტები: **ნარგიზ ნაჭყებია,**  
ბიოლოგიის მეცნიერებათა  
დოქტორი, პროფესორი  
**ირმა ხაჩიძე,**  
ბიოლოგიის მეცნიერებათა აკად.  
დოქტორი

დისერტაციის დაცვა შედგება 2017 წლის „ 24 “ თებერვალს 15<sup>00</sup> საათზე, საქართველოს საპარტიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტის ინფორმატიკის მათემატიკისა და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა სკოლის (ფაკულტეტის) სადისერტაციო კომისიის სხდომაზე.

მისამართი: 0162, თბილისი, ილია ჭავჭავაძის №53<sup>ა</sup>, ილია ვეკუას სახელობის 104 აუდიტორია.

დისერტაციის გაცნობა შეიძლება საქართველოს საპარტიარქოს წმიდა ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტის სამეცნიერო ბიბლიოთეკაში

სადისერტაციო მაცნე დაიგზავნა 2017 წლის „ 24 “ იანვარს

სადისერტაციო საბჭოს მდივანი,  
ტექნიკურ მეცნიერებათა აკად. დოქტორი,  
თეიმურაზ კივილაძე

### თემის აქტუალობა:

ყურადღების დეფიციტისა და ჰიპერაქტიურობის სინდრომი (ADHD) ნეიროგანვითარების ერთ-ერთ ყველაზე გავრცელებულ დარღვევას წარმოადგენს, რომელიც ხასიათდება განვითარების თვალსაზრისით შეუსაბამო უყურადღებობით, იმპულსურობითა და ჰიპერაქტიურობით და დიდ სირთულეებს წარმოქმნის ოჯახის წევრებისთვის, საგანმანათლებლო დაწესებულებებისთვის და ზოგადად საზოგადოებისათვის. ADHD საზოგადოებრივი ჯანდაცვის მნიშვნელოვანი პრობლემაა და ზეგავლენას ახდენს სხვადასხვა ქვეყნის სოციალურ და ეკონომიკურ სფეროებზე. აღნიშნული დარღვევის სიმპტომები, როგორც წესი, არ ქრება ადრეულ მოზრდილობაში და მისი შორს მიმავალი უარყოფითი შედეგები ანარეკლს პოვნებს მოზრდილებთან განათლებისა და შრომის დაბალი მიღწევების წარმოქმნაში და ზრდის მენტალური სფეროს პათოლოგიების წარმოქმნის რისკს.

განხორციელებული კვლევების საფუძველზე დადგინდა, რომ ADHD-ის უკავშირდება აღმასრულებლის ფუნქციების დარღვევები. გამოვლინდა, რომ განსხვავებული ფსიქოლოგიური დავალებებით გაზომილი სხვადასხვა აღმასრულებელი ფუნქციებიდან გარკვეული ნაწილი დარღვეულია. აგრეთვე კვლევებმა აჩვენა, რომ DSM-IV-TR-ის თანახმად გამოყოფილი ADHD-ის ქვეტიპები (ADHD-PI, ADHD-PH, ADHD-C), რომელთა ვალიდურობა დღესაც საბოლოოდ გარკვეული არ არის, ყურადღების დეფიციტისა და აღმასრულებელი ფუნქციების განსხვავებული პროფილებით ხასიათდებიან.

მუშა მეხსიერება წარმოადგენს თეორიულ კონსტრუქტს სხვადასხვა შესაძლო განსაზღვრებებით. წარმოადგენილი კვლევა შესრულდა Baddeley-ის მიერ შემოთავაზებულ მუშა მეხსიერების მოდელზე დაყრდნობით, რადგან აღნიშნული მოდელი არ იყო ფართოდ გამოყენებული ADHD-ზე განხორციელებულ კვლევებში. ამდენად კვლევაში ამ მოდელის გამოყენებამ გაამდიდრა ჩვენი ცოდნა ADHD-ის ქვეტიპებისათვის დამახასიათებელი კოგნიტური დისფუნქციების შესახებ. ცენტრალური აღმასრულებელი მუშა მეხსიერების ყველაზე ნაკლებად შესწავლილი კომპონენტია, რომელსაც გააჩნია ორი დავალების სიმულტანური კოორდინაციის უნარი. აღნიშნული უნარი კი, როგორც კვლევების საფუძველზე

დადგინდა, დარღვეულია სხვადასხვა ნევროლოგიური დაავადების დროს და წარმოდგენს სენსიტიურ იარაღს დაავადებათა ადრეულ სტადიაზე გამოვლენისათვის.

ADHD-ის მქონე ბავშვებისა და მოზარდების მიერ ორმაგი დავალების შესრულებაზე მცირე რაოდენობის კვლევა ჩატარებული, რომლებშიც ორმაგი დავალების განსხვავებული მეთოდებია გამოყენებული და რომელთა უმრავლესობაში არ არის გამოყენებული ტიტრაციის პროცედურა, რაც გათვალისწინებულია წინამდებარე კვლევაში. ორმაგი დავალების შესრულებაზე ჩატარებულ წინა კვლევებში გამოყენებული ზოგიერთი ინდივიდუალური დავალება თავისი ბუნებით კომპლექსურია, რადგანაც სხვა კოგნიტური ფუნქციებით არის დატვირთული, ამდენად კვლევის შედეგები ასახავს უფრო ამ კოგნიტური ფუნქციების შესრულების დეფიციტს ვიდრე თვით ორმაგი დავალების შესრულების გაძნელებას. აგრეთვე აქამდე არ შესწავლილა ორმაგი დავალების პარადიგმის განვითარების ტრაექტორია ჯანმრთელ ბავშვებსა და მოზარდებში, რაც განხორციელებულია წარმოდგენილ კვლევაში და ეს კი აუმჯობესებს ჯანმრთელ პირებში ცენტრალური აღმასრულებლის ფუნქციების თავისებურებების შემეცნებას. კვლევათა უმრავლესობაში გამოყენებული იყო ორმაგი დავალების კომპიუტერული ვერსია რაც ლოჯისტიკური და პროგრამული თვალსაზრისით მოუხერხებელია და გარკვეულ სირთულეებთან არის დაკავშირებული. წარმოდგენილ კვლევაში კი შესწავლილია ორმაგი დავალების როგორც კომპიუტერული, ასევე ფურცლისა და ფანქრის ვერსიები. ADHD-ზე განხორციელებულ ბევრ კვლევაში არ ხდებოდა კომორბიდული ფაქტორების გათვალისწინება, რომლებიც თავისთავად ხასიათდებიან ცენტრალური აღმასრულებლის დისფუნქციით, ხოლო წარმოდგენილ კვლევაში შესწავლილია კომორბიდული ფაქტორების ზეგავლენა ორმაგი დავალების შესრულებაზე ADHD-ს მქონე და ჯანმრთელ საკონტროლო პირებთან.

აქამდე ჩატარებულ კვლევებში ADHD-სა და ჯანმრთელ საკონტროლო პირებს შორის, აგრეთვე ADHD-ს ქვეტიპებს შორის ორმაგი დავალების შესრულებაში განსხვავებების აღმოჩენას აფერხებდნენ ისეთი ფაქტორები, როგორებიცაა კვლევებში დიდი

ასაკობრივი ინტერვალების გამოყენება და მცირე შერჩევების შესწავლა, რისი გათვალისწინებაც შემძლებისდაგვარად მოხდა წინამდებარე კვლევაში.

განხორციელებული კვლევების შედეგად დადგენილია, რომ ADHD-ის მქონე პირთათვის დამახასიათებელია მოტორული ფუნქციების განვითარებასთან დაკავშირებული დარღვევები. ამდენად არსებითია ცენტრალური აღმასრულებელის ფუნქციონირების ცვლილებების შესწავლისას ზოგად მოტორულ ფუნქციონირებაში არსებული დეფიციტის კონტროლი ADHD-ისა და საკონტროლო პირების შესრულებათა შედარებისას, რაც ასევე გათვალისწინებულია წარმოდგენილ კვლევაში.

კვლევაში ასევე დაიგეგმა გამოვლენა იმისა ხასიათდებიან თუ არა ADHD-ს ქვეტიპები აღმასრულებელის ფუნქციონირების, კერძოდ კი ორმაგი დავალების კოორდინაციის უნარის დეფიციტთა განსხვავებული პროფილით. ორმაგი დავალების დეფიციტის შესწავლამ წვლილი შეიტანა ADHD-ს კოგნიტური და ბიოლოგიური ბაზისის შესწავლაში. ახალი დიფერენციალური სწავლების სტრატეგიებისა და რეაბილიტაციური პროგრამების განვითარებაში ADHD-ს სხვადასხვა ქვეტიპის მქონე ბავშვებისა და მოზარდებისათვის. კვლევამ წვლილი შეიტანა ზოგადად ADHD-სა და მისი ქვეტიპებისათვის დიაგნოსტიკური კრიტერიუმების დახვეწაში და ხელი შეუწყო ADHD-ს ქვეტიპებს შორის კოგნიტურ ფუნქციონირებაში არსებული განსხვავებებისადმი სენსიტიური ნეიროფსიქოლოგიური ტესტების იდენტიფიცირებას. ADHD-ის ქვეტიპებისათვის დამახასიათებელი კოგნიტური დარღვევების ბუნების უკეთ შემეცნებამ ხელი შეუწყო ახალი სამედიცინო /ფარმაკოლოგიური მიდგომების განვითარებას და ADHD-ს ქვეტიპების კოგნიტურ დეფიციტთა შემსუბუქებას. მომზადდა კოგნიტური ტესტური ბატარეების ადაპტური ვერსიები და განისაზღვრა ნორმები ქართული პოპულაციისათვის.

### **კვლევის ძირითადი მიზნები და ამოცანები:**

წარმოდგენილი კვლევის ძირითად მიზანს წარმოადგენს მრავალფუნქციური მუშა მეხსიერების მოდელის ცენტრალური აღმასრულებელი კომპონენტის ერთ-ერთი ფუნქციის – ორმაგი დავალების კოორდინაციის კვლევა როგორც ყურადღების დეფიციტისა და ჰიპერაქტიურობის სინდრომის (ADHD) მქონე

ბავშვებსა და მოზარდებში, ასევე მის ქვეტიპებში. ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე ჩამოყალიბდა კვლევის ამოცანები. წარდგენილ კვლევაში დასახული იყო:

1. ორმაგი დავალების კოორდინაციის უნარის გამოკვლევა ADHD-ის მქონე პირებში:
  - 1.1. ორმაგი დავალების შესრულების მახასიათებლების დადგენა ჯანმრთელ ბავშვებსა და მოზარდებთან ორმაგი დავალების პარადიგმის კომპიუტერული და ფურცლისა და ფანქრის ვერსიებისათვის;
  - 1.2. ორმაგი დავალების კოორდინაციის უნარის განვითარებაში შესაძლო ცვლილებების განსაზღვრა როგორც ზოგადად ADHD-ის მქონე ბავშვებსა და მოზარდებთან, ასევე ADHD-ის ქვეტიპებთან (ADHD-C, ADHD-PH, ADHD-PI) ასაკითა და IQ-თი შესაბამეზულ ჯანმრთელ საკონტროლო პირებთან შედარებით;
  - 1.3. გამოკვლევა იმისა ახდენს თუ არა დავალების სირთულის დონის გაზრდა არაპროპორციულ ზეგავლენას ორმაგი დავალების შესრულებაზე ADHD-ის მქონე ბავშვებსა და მოზარდებთან და ADHD-ის ქვეტიპებთან (ADHD-C, ADHD-PH, ADHD-PI) ასაკითა და IQ-თი შესაბამეზულ ჯანმრთელ საკონტროლო პირებთან შედარებით;
  - 1.4. ორმაგი დავალების ფურცლისა და ფანქრის ვერსიის შესრულების შედეგების კომპიუტერული ვერსიის შესრულების შედეგებთან შედარება შედეგების იდენტურობის შემოწმების მიზნით როგორც ADHD-ის მქონე ბავშვებსა და მოზარდებთან, ასევე ADHD-ის ქვეტიპებთან (ADHD-C, ADHD-PH, ADHD-PI) ასაკითა და IQ-თი შესაბამეზულ ჯანმრთელ საკონტროლო პირებთან შედარებით;
  - 1.5. გამოკვლევა იმისა, განაპირობებს თუ არა ზოგადი მოტორული ფუნქციონირების დეფიციტი ორმაგი დავალების დეფიციტს ADHD-ის მქონე ბავშვებთან და მოზარდებთან და ADHD-ის ქვეტიპებთან (ADHD-C, ADHD-PH, ADHD-PI) ასაკითა და IQ-თი შესაბამეზულ ჯანმრთელ პირებთან შედარებით.
2. კომორბიდული ფაქტორების (მაგ., ქცევითი აშლილობა, ოპოზიციურ-გამომწვევი აშლილობა) როლის გამოკვლევა ორმაგი დავალების დეფიციტის განსაზღვრაში როგორც ზოგადად ADHD-ის მქონე ბავშვებსა და მოზარდებთან,

ასევე ADHD-ის ქვეტიპებთან (ADHD-C, ADHD-PH, ADHD-PI) ასაკითა და IQ-თი შესაბამებულ ჯანმრთელ საკონტროლო პირებთან შედარებით;

3. კოგნიტური ტესტური ბატარეების ადაპტური ვერსიების მომზადება და ნორმების განსაზღვრა ქართული პოპულაციისათვის.

### **ნაშრომის მეცნიერული სიახლე და პრაქტიკული მნიშვნელობა**

წარმოდგენილ კვლევაში მიღებულმა შედეგებმა წვლილი შეიტანა ADHD-ის კოგნიტური და ნეირობიოლოგიური ცვლილებების გაგებაში. კვლევამ ხელი შეუწყო ADHD-ისა და მისი ქვეტიპების დიაგნოსტიკური კრიტერიუმების დახვეწას. კვლევაში მიღებული შედეგების საფუძველზე შესაძლებელია ინოვაციური დიფერენციალური სწავლების სტრატეგიებისა და რეაბილიტაციური პროგრამების შემუშავება ADHD-ისა და მისი ქვეტიპების მქონე ბავშვებისა და მოზარდებისათვის, რაც გაზრდის როგორც მათ აკადემიურ მოსწრებას, აგრეთვე საგანმანათლებლო გარემოსთან მათი ადაპტაციის ხარისხს. ADHD-ისა და მისი ქვეტიპებისათვის დამახასიათებელი კოგნიტური დეფიციტის ბუნების უკეთ გაგება ხელს შეუწყობს ახალი სამედიცინო/ფარმაცოლოგიური მიდგომების განვითარებას და შესაბამისად ზოგადად ADHD-ისა და მის ქვეტიპებში არსებული კოგნიტური დარღვევების შემსუბუქებას. კვლევის ფარგლებში მომზადდა კოგნიტური ტესტური ბატარეების ადაპტური ვერსიები და განისაზღვრა ნორმები ქართული პოპულაციისათვის (Bzhalava V, Inasaridze K., 2017) რაც დღესდღეობით წარმატებით გამოიყენება ქართულ კლინიკებში როგორც პაციენტთა ინდივიდუალური საჭიროებების შესაბამისად, აგრეთვე მენტალური ჯანმრთელობის სფეროში სახელმწიფო პროგრამების განხორციელებისათვის.

**პუბლიკაციები.** სადოქტორო ნაშრომში მიღებული შედეგები გამოქვეყნებულია 4 სამეცნიერო სტატიაში (იხ. გვ. 21) და მოხსენებულია ოთხ საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენციაზე. კვლევაში მიღებული შედეგები ასევე მოხსენებულია სასწავლო გეგმით გათვალისწინებულ 2 სამეცნიერო კოლოქვიუმზე.

## **დისერტაციის სტრუქტურა და მოცულობა**

სადისერტაციო ნაშრომის სტრუქტურა შესაბამისობაშია კვლევაში დასმულ მიზნებსა და ამოცანებთან და მოიცავს:

- სადისერტაციო ნაშრომის სარჩევს;
- ანოტაციას, რომელიც შესრულებულია ქართულ და ინგლისურ ენებზე;
- ტექსტში გამოყენებული აბრევიატურის განმარტებების ჩამონათვალს;
- შესავალს, რომელიც მოიცავს ნაშრომის ზოგად დახასიათებას და მიღებული შედეგების აქტუალობასა და სამეცნიერო და პრაქტიკულ მნიშვნელობას;
- სადისერტაციო ნაშრომის ძირითად ნაწილს, რომელიც 10 თავისაგან შედგება;
- დასკვნით ნაწილს, რომელშიც მოყვანილია ნაშრომის შემაჯამებელი დასკვნები და
- გამოყენებული ლიტერატურის სიას.

სადისერტაციო ნაშრომის სრული მოცულობა 152 გვერდს შეადგენს და მოიცავს 4 სურათს, 7 ცხრილს, 10 ნახაზსა და 281 დასახელების ციტირებული ლიტერატურის სიას.

## **მიმოხილვითი ნაწილი**

სადოქტორო ნაშრომის მიმოხილვითი ნაწილი 7 თავისაგან შედგება, რომელშიც მოცემულია ინფორმაცია ყურადღების დეფიციტისა და ჰიპერაქტიურობის სინდრომის (ADHD) ზოგადი დახასიათების შესახებ. კერძოდ კი, პირველ თავში აღწერილია ADHD-ის კონცეპტი. მოცემულია ინფორმაცია მისი მსოფლიოში გავრცელების შესახებ. აგრეთვე აღწერილია ყურადღების დეფიციტისა და ჰიპერაქტიურობის სინდრომის სავარაუდო ეტიოლოგიური და გენეტიკური ფაქტორები, მისი სადიაგნოსტიკო კრიტერიუმები და ADHD-ის ქვეტიპების დიფერენცირების პრინციპები. აღნიშნული თავი მოიცავს ასევე ინფორმაციას ADHD-ის სავარაუდო პათოლოგიური (ნეიროანატომიური, ფიზიოლოგიური და ნეიროქიმიური) მექანიზმების შესახებ.



თავი 2-ში მიმოხილულია ADHD-ის სხვადასხვა ნეიროფსიქოლოგიურ საზომებზე განხორციელებული კვლევები. მოცემულია ინფორმაცია ყურადღების დეფიციტისა და ჰიპერაქტიურობის სინდრომის მქონე პირთა ყურადღებისა და კოგნიტური კონტროლის (შეკავება, მოქნილობა, გადართვა, დაგეგმვა და სხვ.) შესახებ.

მესამე თავში აღწერილია ADHD-ის სხვადასხვა თეორიული მოდელები. ასე მაგალითად, გადავადების მიუღებლობის მოდელი (Delay Aversion model), ქცევითი შეკავების/აქტივაციის მოდელი (Behavioral Inhibition/Activation model), შეკავების მოდელი (Inhibition model), ინტეგრირებული კოგნიტურ-ემოციური მოდელი (Integrated Affective and Cognitive model) კოგნიტურ-ენერგეტიკული მოდელი (Cognitive-Energetic model) და განვითარების მოდელი (Developmental model).

მე-4 თავში მოცემულია ინფორმაცია მუშა მეხსიერების შესახებ არსებული შესაძლო განმარტებებით. აღწერილია მუშა მეხსიერების ფუნქციები და მასთან დაკავშირებული ნეიროანატომიური სტრუქტურები. ასევე მოცემულია ინფორმაცია Baddeley-ის მრავალკომპონენტური მუშა მეხსიერების მოდელის კომპონენტების (ფონოლოგიური კვანძი, მხედველობით-სივრცითი მონახაზის ჩამწერი, ცენტრალური აღმასრულებელი და ეპიზოდური ბუფერი) და მათთან დაკავშირებული ნეიროანატომიური სტრუქტურების შესახებ, რომელიც აღნიშნულ კვლევაშია გამოყენებული. აღწერილია მუშა მეხსიერების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ფუნქციის ორი დავალების სიმულტანური კოორდინაციის უნარი ჯანმრთელ საკონტროლო და ყურადღების დეფიციტისა და ჰიპერაქტიურობის სინდრომის (ADHD) მქონე პირებთან და მათ ქვეტიპებთან (ADHD-C, ADHD-PHI, ADHD-PI).

მე-5 თავში ორმაგი დავალების მეთოდოლოგია და მასთან დაკავშირებული ექსპერიმენტებია მოყვანილი, რომლებშიც ნათლად ჩანს მისი ეფექტურობა სხვადასხვა ნევროლოგიური დარღვევების ადრეულ სტადიაზე გამოსავლენად. აღწერილია ორმაგი დავალების პარადიგმის როგორც კომპიუტერული ვერსია და მის ჩატარებასთან დაკავშირებული სპეციფიური დეტალები, ასევე ორმაგი დავალების ფურცლისა და ფანქრის ვერსია და მისი გამოყენების თავისებურებები. აღნიშნულ თავში ასევე მოცემულია

ინფორმაცია ორმაგი დავალების კომბინირებული *mu* ქულის გამოთვლისა და ზოგადად მისი შემოღების მნიშვნელობის შესახებ. აგრეთვე განხილულია ADHD-ის მქონე პირებთან ორმაგი დავალების კოორდინაციაზე განხორციელებული კვლევების სფეროები და მიღებული შედეგები. მოცემულია ინფორმაცია ორმაგი დავალების ნეიროანატომიური ბაზისის შესახებ.

ცნობილია, რომ ბავშვებსა და მოზარდებში მუშა მეხსიერება უმნიშვნელოვანეს როლს თამაშობს სწავლასა და შემეცნებით პროცესებში. შესაბამისად, აღნიშნულ სტრუქტურაში ხარვეზების არსებობა უარყოფით ზეგავლენას ახდენს ზემოხსენებულ პროცესებზე, ხოლო დროული ინტერვენცია კი მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს როგორც კოგნიტური ფუნქციონის ასევე ზოგადად სწავლის უნარს. ამდენად, ADHD-ის მქონე და ასევე ჯანმრთელ ბავშვებში/მოზარდებში სწავლის უნარისა და საკლასო გარემოში ქცევის ნორმალური და პათოლოგიური ფუნქციონის უკეთ გაგებისთვის მნიშვნელოვანი იყო ორმაგი დავალების კოორდინაციის შესაძლებლობის შესწავლა. აღნიშნულთან დაკავშირებით მე-6 თავში ჩამოყალიბებულია კვლევის ჰიპოთეზა, სადაც განხილულია გასათვალისწინებელი გარემოებები, რომლებიც არ განხორციელებულა ამ მიმართულებით წარმოებულ სხვა კვლევებში.

მე-7 თავში ჩამოყალიბებულია კვლევის ძირითადი მიზანი - მრავალფუნქციური მუშა მეხსიერების მოდელის ცენტრალური აღმასრულებელი კომპონენტის ერთერთი ფუნქციის - ორმაგი დავალების კოორდინაციის კვლევა როგორც ყურადღების დეფიციტისა და ჰიპერაქტიურობის სინდრომის (ADHD) მქონე ბავშვებსა და მოზარდებთან და ამ სინდრომის ქვეტიპებთან. ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე ჩამოყალიბდა კვლევის მიზნები. წარდგენილ კვლევაში დასახული იყო:

1. ორმაგი დავალების კოორდინაციის უნარის გამოკვლევა ADHD-ის მქონე პირებთან:
  - 1.1 ორმაგი დავალების შესრულების მახასიათებლების დადგენა ჯანმრთელ ბავშვებსა და მოზარდებთან ორმაგი დავალების პარიდიგმის კომპიუტერული და ფურცლისა და ფანქრის ვერსიებისათვის;

- 1.2 ორმაგი დავალების კოორდინაციის უნარის განვითარებაში შესაძლო ცვლილებების განსაზღვრა როგორც ზოგადად ADHD-ის მქონე ბავშვებსა და მოზარდებისათვის, ასევე ADHD-ის ქვეტიპებისათვის (ADHD-C, ADHD-PHI, ADHD-PI) ასაკითა და IQ-თი შესაბამებულ ჯანმრთელ საკონტროლო პირებთან შედარებით;
- 1.3 გამოკვლევა იმისა ახდენს თუ არა დავალების სირთულის დონის გაზრდა არაპროპორციულ ზეგავლენას ორმაგი დავალების შესრულებაზე ADHD-ის მქონე ბავშვებსა და მოზარდებთან და ADHD-ის ქვეტიპებთან (ADHD-C, ADHD-PHI, ADHD-PI) ასაკითა და IQ-თი შესაბამებულ ჯანმრთელ საკონტროლო პირებთან შედარებით;
- 1.4 ორმაგი დავალების ფურცლისა და ფანქრის ვერსიის შედეგების კომპიუტერული ვერსიის შედეგებთან შედარება შედეგების იდენტურობის შემოწმების მიზნით როგორც ADHD-ის მქონე ბავშვებსა და მოზარდებთან, ასევე ADHD-ის ქვეტიპებთან (ADHD-C, ADHD-PHI, ADHD-PI) ასაკითა და IQ-თი შესაბამებულ ჯანმრთელ საკონტროლო პირებთან შედარებით;
- 1.5 გამოკვლევა იმისა, განაპირობებს თუ არა ზოგადი მოტორული ფუნქციონირების დეფიციტი ორმაგი დავალების დეფიციტს ADHD-ის მქონე ბავშვებთან და მოზარდებთან და ADHD-ის ქვეტიპებთან (ADHD-C, ADHD-PHI, ADHD-PI) ასაკითა და IQ-თი შესაბამებულ ჯანმრთელ პირებთან შედარებით.
2. კომორბიდული ფაქტორების (მაგ., ქვევითი აშლილობა, ოპოზიციურ-გამომწვევი აშლილობა) როლის გამოკვლევა ორმაგი დავალების დეფიციტის განსაზღვრაში როგორც ზოგადად ADHD-ის მქონე ბავშვებსა და მოზარდებთან, ასევე ADHD-ის ქვეტიპებთან (ADHD-C, ADHD-PHI, ADHD-PI) ასაკითა და IQ-თი შესაბამებულ ჯანმრთელ საკონტროლო პირებთან შედარებით;

3. კოგნიტური ტესტური ბატარეების ადაპტური ვერსიების მომზადება და ნორმების განსაზღვრა ქართული პოპულაციისათვის.

წარმოდგენილი სადოქტორო ნაშრომის ექსპერიმენტული ნაწილი მოიცავს მე-8 და მე-9 თავებს.

მე-8 თავში განხილულია კვლევაში გამოყენებული მეთოდები - ორმაგი დავალების როგორც კომპიუტერული, ასევე ქ. ინასარიძისა და მისი კოლეგების მიერ ახლად შემუშავებული ფურცლისა და ფანქრის ვერსიის, ვექსლერის ინტელექტის შესაფასებელი სკალისა (WISC III) და მოტორული ფუნქციონირების შესაფასებელი ბატარეის (MABC) ჩატარების სპეციფიკა. ასევე განხილულია ცდისპირების (საკონტროლო და ADHD-ის მქონე პირების) შერჩევის ეტაპები და პროცედურები. ADHD-ის მქონე პირების ქვეტიპების დასადგენად გამოყენებული მშობლის/მეურვისა და მასწავლებლის მიერ შესავსები კითხვარები. აგრეთვე აღწერილია ცდისპირებზე განსაზღვრული ექსპერიმენტების მსვლელობის დეტალები.

მიღებული მონაცემები დამუშავდა აღწერითი და დასკვნითი სტატისტიკის სხვადასხვა მეთოდებით SPSS 20.0-ის გამოყენებით. ორმაგი დავალების ეფექტის განსასაზღვრად როგორც ვერბალური ასევე მოტორული დავალებების შესრულებაზე მონაცემები დამუშავდა 2 ჯგუფი  $\times$  3 მდგომარეობაზე ANOVA მულტიფაქტორული დისპერსიული ანალიზის საშუალებით. Post hoc შედარებები ჩატარდა Bonferroni-ის ტესტის მეშვეობით. კორელაციური ანალიზი განხორციელდა Pearson-ის კორელაციის კოეფიციენტის გამოყენებით. ჯგუფების ერთმანეთთან შესადარებლად გამოყენებულ იქნა სტუდენტის  $t$  კრიტერიუმი დამოუკიდებელი შერჩევებისთვის ხოლო ჯგუფების შიგნით შედარებებისთვის – სტუდენტის  $t$  კრიტერიუმი დამოკიდებული შერჩევებისთვის. რეგრესიული მოდელები შემოწმდა მრავალცვლადიან რეგრესიულ მოდელში ცვლადების საფეხურივით უკუგამორიცხვის სტატისტიკური მეთოდის საშუალებით (the stepwise backward conditional method). არაპარამეტრული Mann Whitney U ტესტი გამოიყენებოდა დამოუკიდებელ შერჩევებში ჯგუფთა შორის შედარებების განსაზღვრის მიზნით.

მე-10 თავში კვლევების შედეგად მიღებული მონაცემები განხილულია და გაანალიზებულია დარგში არსებული თანამედროვე ინფორმაციის თვალსაზრისით. კერძოდ, კვლევის შედეგად დადგინდა, რომ ზოგადად ADHD-ის მქონე ბავშვებისა და მოზარდებისათვის და მისი ქვეტიპებისათვის ორმაგი დავალების კოორდინაციის უნარი ხელმისაწვდომია (Inasaridze K. & Bzhalava V., 2010. Inasaridze K., Bzhalava V 2011), რაც გამოვლინდა როგორც ორმაგი დავალების კომპიუტერული ვერსიისათვის, რომელშიც პარადიგმის ორივე დავალეზა ადაპტირებული იყო თითოეული ცდისპირის ინდივიდუალური შესაძლებლობის დონეზე (Bzhalava V., Inasaridze K., 2015), ასევე ფურცლისა და ფანქრის ვერსიისათვის, რომელშიც ტიტრაციის პროცედურა გამოიყენებოდა მხოლოდ ერთი დავალებისათვის. შედეგი მეტად თვალსაჩინო იყო ორმაგი დავალების ფურცლისა და ფანქრის ვერსიისათვის.

კვლევაში გამოვლინდა, რომ ADHD-ის მქონე ბავშვებსა და მოზარდებში ასაკითა და IQ-თი შესაბამეზულ ჯანმრთელ საკონტროლო პირებთან შედარებით დავალების სირთულის დონის გაზრდა არ ახდენს დისპროპორციულ ზეგავლენას ორმაგი დავალების შესრულებაზე. მიუხედავად ყურადღების დეფიციტისა რომელიც ADHD-ის მქონე პირებში აღინიშნება, ორმაგი დავალების შესრულებისას სპეციფიური დარღვევები არ გამოვლინდა. ამდენად შეიძლება ითქვას, რომ ორმაგი დავალების კოორდინაციის შესაძლებლობასთან დაკავშირებით არსებული ურთიერთგამომრიცხავი შედეგები, რომლებიც აღნოჩენილია სხვადასხვა კვლევებში ერთის მხრივ შესაძლოა განპირობებული იყოს ორმაგი დავალების პარადიგმაში გამოყენებული დავალებების კომპლექსური ბუნებით, რომელთა შესრულება მოითხოვს სხვა კოგნიტური და აღმასრულებელი პროცესების ფუნქციობას, მეორეს მხრივ კი - ორმაგი დავალების პარადიგმაში გამოყენებული თითოეული დავალების სირთულით, რომელთა შესრულებასაც ჯანმრთელი პირებისაგან განსხვავებით ADHD-ის მქონე პირების ისედაც შეზღუდული კოგნიტური რესურსები ვერ უმკლავდებიან.

ორმაგი დავალების კომპიუტერული ვერსიის მოტორული ნაწილის შესრულების გაუმჯობესება შეიძლება აიხსნას ყურადღების კონცენტრაციის უფრო მაღალი დონით (სიფხიზლე),

რომელსაც სავარაუდოდ განაპირობებს მათთვის წარდგენილი კოგნიტური დავალება ან/და შესაძლოა დამატებითი კოგნიტური დატვირთვა, რომელიც ორმაგი დავალების შესასრულებლად არის საჭირო, ქმნის ე.წ. „ავტოპილოტს“, რომელიც აკონტროლებს ხელის მოძრაობებს. აღნიშნული შეესაბამება Wulf-ისა და მისი კოლეგების მიერ შეთავაზებულ ჰიპოთეზას, როდესაც ყურადღების ექსტერნალური ფოკუსი მოტორულ სისტემას ბუნებრივი თვითორგანიზების საშუალებას აძლევს და ხელს უწყობს უფრო ავტომატიზებული კონტროლის პროცესების გამოყენებას. ამ მიმართულებით ჩატარებულ კვლევებში ნათლად ჩანს ადაპტირებული ექსტერნალური ფოკუსის მეშვეობით მოტორული დავალების შესრულების გაუმჯობესება. ამდენად აღნიშნულით შესაძლოა აიხსნას ორმაგი დავალების მოტორული დავალების შესრულების გაუმჯობესება ADHD-ის მქონე ბავშვებსა და მოზარდებთან.

ჯანმრთელ ზრდასრულ პირებზე განხორციელებული ორმაგი დავალების ნეიროანატომიური კვლევების შედეგად გამოვლინდა რომ წინა სარტყლისებრი მიდამო (anterior cingulate area) დაკავშირებულია ორმაგი დავალების შესრულებასთან. ADHD-ის მქონე და ჯანმრთელ ბავშვებზე განხორციელებულ ორმაგი დავალების fMRI კვლევებში კონკურენტული პასუხებისა ინტერფერენციის კონტროლის დროს ADHD-ის ჯგუფში გამოვლინდა როგორც თავის ტვინის ვენტროლატერალური პრეფრონტალური ქერქის, ასევე მარცხენა წინა სარტყლისებრი ქერქის, მარჯვენა ვენტროლატერალური პრეფრონტალური ქერქისა და მარცხენა ბაზალური განგლიის მიდამოს სანდო აქტივაცია. ADHD-ის მინიმალური კოგნიტური დეფიციტის მოდელი დაკავშირებულია გამარტივებულ ფრონტოსტრიატულ წრესთან რომელიც პრეფრონტალურ კორტექსს დორსალურ ნეოსტრიატუმთან აკავშირებს და აღმასრულებელ დისფუნქციასთან არის დაკავშირებული. შესაბამისად ADHD-ის მარტივი მოტივაციური მოდელი აკავშირებს მოტივაციურ დისფუნქციას გამარტივებულ ფრონტოსტრიატულ წრესთან. აღნიშნული წრეები მოიცავენ პრეფრონტალურ ქერქს და წინა სარტყლისებრ მიდამოს (anterior cingulated areas). ADHD-ის დროს აღნიშნული ნეიროანატომიური სტრუქტურები დეფიციტურია

ამდენად წინამდებარე კვლევაში სავარაუდო იყო ორმაგი დავალების კოორდინაციის დეფიციტის აღმოჩენა. შეიძლება ითქვას, რომ გარდა ზემოაღნიშნული სტრუქტურებისა, რომლებიც ADHD-ის პათოლოგიასა და აგრეთვე ორმაგი დავალების შესრულებაში არიან ჩართულნი, ADHD-ის მქონე ბავშვებთან და მოზარდებთან ორმაგი დავალების კოორდინაციის უნარი დაკავშირებულია განსხვავებულ ნეიროანატომიურ მექანიზმებთან. აღსანიშნავია, რომ ADHD-ის მქონე პირებისათვის თავის ტვინის სხვა უბნებში აღმოჩენილი დისფუნქცია შესაძლოა განპირობებული იყოს ADHD-ის განსხვავებული ქვეტიპებით. სამომავლოდ ორმაგი დავალების ნეიროანატომიური კორელატების შემსწავლელ კვლევებში, რომლებშიც ADHD-ის მქონე ბავშვების/მოზარდების მიერ ორმაგი დავალების შესრულება შედარდება ჯანმრთელი პირების მიერ დავალების შესრულებას, უნდა გამოიყოს ნერვული პროცესები, რომლებიც საფუძვლად ედება ორმაგი დავალების კოორდინაციისა და ADHD-თან ასოცირებულ აღმასრულებლის დისფუნქციას, რაც გააუმჯობესებს ჩვენს ცოდნას ADHD-ის ბიოლოგიური ბაზისის გაგებაში.

კვლევაში აგრეთვე დადასტურდა კონცეპტი ორმაგი დავალების როგორც სხვა აღმასრულებელი ფუნქციებისაგან განსხვავებული კოგნიტური ფუნქციის არსებობის შესახებ, რომელიც შენახულია ADHD-ს მქონე ბავშვებთან და მოზარდებთან მაშინ როცა სხვა აღმასრულებელი ფუნქციები დარღვეულია ADHD-ს მქონე პირებთან.

კვლევამ გამოავლინა, რომ ფურცლისა და ფანქრის ორმაგი დავალების მოტორულ დავალებად შერჩეული „თბილისის ფურცლისა და ფანქრის მოტორული დავალების“ წარმატებით გამოყენება შესაძლებელია საგანმანათლებლო სფეროში. დადგინდა, რომ ორმაგი დავალების კომპიუტერული და ფურცლისა და ფანქრის ვერსიები იძლევა ერთსა და იგივე შედეგებს ADHD-ის მქონე და ჯანმრთელ საკონტროლო პირებთან. ამდენად აღნიშნული მეთოდის გამოყენება შესაძლებელია ბავშვებთან სასკოლო გარემოში მუშა მეხსიერების ფუნქციებისა და მისი სხვა კოგნიტური განვითარების დარღვევებთან კავშირის გამოსავლენად.

კვლევაში მიღებული შედეგების თანახმად ADHD-ის სხვადასხვა ქვეტიპების მქონე ბავშვებისათვის განკუთვნილი სწავლების სტრატეგიები და სარეაბილიტაციო პროგრამები უნდა მოიცავდნენ მათ ინდივიდუალურ შესაძლებლობებზე ადაპტირებულ დავალებებს და შესაძლოა ჩაერთავდნენ ვერბალური ბუნების დავალებების შესრულებისას კონკურენტულად მოტორული დავალების შესრულებას, რადგანაც დამატებითი კონკურენტული დავალების შესრულება შესაძლოა აუმჯობესებდეს ვერბალური ან მოტორული დავალების შესრულებას. კომპენსატორული მექანიზმების არსებობა მოგვიანებით დადასტურდა Sarver-ისა და მისი კოლეგების მიერ ჩატარებულ ექსპერიმენტში, რომელშიც გამოვლინდა, რომ ADHD-ის მქონე ბავშვები/მოზარდები ჯანმრთელი საკონტროლო პირებისაგან განსხვავებით მოტორული აქტივობის დროს დავალებას უკეთ ასრულებენ, რაც მკვლევარების აზრით შესაძლოა ნაწილობრივ განპირობებული იყოს კომპენსატორული მექანიზმით, რომელიც სიფხიზლის (alertness) დონეს აუმჯობესებს.

კვლევაში გამოვლინდა აგრეთვე, რომ ADHD-ის ქვეტიპები ორმაგი დავალების შესრულების შესაძლებლობის თვალსაზრისით ერთმანეთისაგან არ განსხვავდებიან. ამდენად ორმაგი დავალების წარმოდგენილი პარადიგმის ADHD-ის ქვეტიპების დიფერენციალური დიაგნოსტიკისათვის გამოყენება მიზანშეწონილი არ არის. აღსანიშნავია, რომ ADHD-სათვის დამახასიათებელი კომორბიდული ფაქტორების არსებობა ჰიპერაქტიურ/იმპულსურ და უყურადღებო ქვეტიპებში იწვევს განსხვავებებს ორმაგი დავალების კომპიუტერული ვერსიის როგორც ერთი, ასევე ორი მოტორული დავალების შესრულებაში, თუმცა, არ ახდენს მნიშვნელოვან ზეგავლენას ორმაგი დავალების შესრულების შესაძლებლობაზე.

კვლევის შედეგად გამოვლინდა განსხვავებები სქესის მიხედვით ორმაგი დავალების შესრულების დროს როგორც კომპიუტერულ ასევე ფურცლისა და ფანქრის ვერსიისათვის ADHD-ის მქონე ბავშვებსა და მოზარდებთან. ასე, კვლევაში მონაწილე გოგონები უკეთ ასრულებდნენ კომპიუტერულ მოტორულ დავალებას ვაჭებთან შედარებით, ხოლო ვაჭები უკეთ ასრულებდნენ ორმაგი დავალების ფურცლისა და ფანქრის ვერსიის



მოტორულ დავალებას. აღსანიშნავია, რომ სქესის მიხედვით განსხვავებები საკონტროლო პირებში გამოვლინდა ზოგადად ორმაგი დავალების შესრულების დროს, რაც არ იქნა აღმოჩენილი ADHD-ის მქონე პირებში.

წინამდებარე კვლევა არ დაგეგმილა ADHD-ის სპეციფიური მოდელის შესასწავლად, თუმცა კვლევის შედეგების კავშირი არსებულ მოდელებთან იმსახურებს ყურადღებას. Barkley-ის არ გამოუყენებია Baddeley-ის მრავალკომპონენტური მუშა მეხსიერების მოდელი და იგი განიხილვს „მუშა მეხსიერების“ დავალებებს როგორც კომპლექსურ დავალებებს, რომლებიც მოიცავენ Baddeley-ის მოდელის ცენტრალურ აღმასრულებელს, ბუფერსა და განმეორებისთვის საჭირო კომპონენტებს. გარდა შეკავების დეფიციტისა, რომელიც აღინიშნება ADHD-ის დროს იგი Barkley ვარაუდობდა მუშა მეხსიერების დეფიციტს, რომელიც Baddeley-ის მუშა მეხსიერების მოდელის ცენტრალურ აღმასრულებელ კომპონენტს მოიცავს. აღნიშნულის გათვალისწინებით წინამდებარე კვლევაში მიღებული შედეგები არ ადასტურებს Barkley-ის მიერ ADHD-ის მოდელში ჩამოყალიბებულ მოსაზრებას. კვლევების შედეგად დადგენილია, რომ აღმასრულებლის შეკავების დეფიციტი ვლინდება კვლევაში ჩართული ADHD-ის მქონე ბავშვების/მოზარდების დაახლოებით 50%, რაც პროცენტულად სხვა დანარჩენი აღმასრულებელი ფუნქციების დეფიციტებთან შედარებით ყველაზე მეტია. წარმოდგენილ კვლევაში ADHD-ის მქონე ბავშვებისა და მოზარდების კვლევის შედეგად არ გამოვლინდა ორმაგი დავალების აღმასრულებლის კონტროლთან დაკავშირებული სირთულეები, რაც მიუთითებს იმაზე, რომ აღმასრულებლის დისფუნქცია შესაძლოა არც იყოს დაკავშირებული ADHD-ის გამოვლინებასთან, თუმცა აღმასრულებლის ფუნქციების დეფიციტი ADHD-ის მქონე ბავშვებში შესაძლოა განსაზღვრავდეს მომავალში აკადემიურ და სოციალურ სტატუსს. ამდენად მნიშვნელოვანია განისაზღვროს აღმასრულებელი ფუნქციების რომელი პროცესია დეფიციტური აღნიშნული დარღვევის მქონე ბავშვებთან და მოზარდებთან. Sonuga-Barke-ს ADHD-ს მოდელში ADHD-ს სიმპტომები წარმოიქმნება ორი ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი გზით - აღმასრულებელი კონტროლის

დეფიციტითა და გადავადებული დაჯილდოვების მოტივაციური დისფუნქციით (delay aversion). კვლევაში მიღებულ შედეგებში არ გამოვლინდა აღმასრულებელი კონტროლის დეფიციტი და მოტივაციური დისფუნქცია. აღმოჩნდა, რომ ADHD-ის მქონე ბავშვებს და მოზარდებს შეუძლიათ კოგნიტური რესურსების გამოყოფა და მათი ორ დავალებას შორის გადანაწილება იმ შემთხვევაში თუ აღნიშნული დავალებები შეესაბამება მათ ინდივიდუალურ შესაძლებლობებს. დავალების სირთულის ზრდის შემთხვევაში აღნიშნული შესაძლებლობა პრობლემატური ხდება, რაც გამოვლინდა წინამდებარე კვლევაში. მსგავსი ტენდენცია გამოვლინდა ჯანმრთელ პირებშიც, თუმცა ზოგადად ADHD-ის მქონე ბავშვების/მოზარდების მარტივი და რთული დავალებების შესრულება ჩამორჩებოდა ჯანმრთელი პირების შესრულებას, რამაც გამოავლინა ADHD-ის მქონე ბავშვების/მოზარდების კოგნიტური რესურსების შეზღუდული შესაძლებლობა, მაგრამ აღნიშნული დარღვევის მქონე პირებთან შესაძლებელია ყურადღების გაყოფის უნარი. ყოველივე ზემოაღნიშნული შესაბამისია სხვა კვლევებში გამოვლენილი ორმაგი დავალების კოორდინაციის დეფიციტის, რომელიც ძირითადად განპირობებულია დავალების ინდივიდუალური სირთულის დონით, რომელიც ჯანმრთელი პირებისაგან განსხვავებით შერჩევითად მეტ ზეწოლას ახდენს ADHD-ის მქონე ბავშვების/მოზარდების შეზღუდულ კოგნიტურ რესურსებზე, ან/და განპირობებულია ინდივიდუალური დავალებების კოგნიტური კომპლექსურობით, რომლებიც სხვა კოგნიტურ და აღმასრულებელ ფუნქციებს მოიცავენ, რომელთა შესრულება თავისთავად დეფიციტურია ADHD-ის დროს. Sergeant-ის მიერ ჩამოყალიბებული ADHD-ის კოგნიტურ-ენერგეტიკული მოდელი მოიაზრებს ADHD-ის დროს ინფორმაციის დამუშავების დეფიციტის არსებობას, რომელიც განპირობებულია სამი დონის ურთიერთქმედებით: კოგნიტური მექანიზმებით, ენერგეტიკულ საცავებითა და მართვითი/აღმასრულებელი ფუნქციებით. კვლევაში ADHD-ის მქონე ბავშვების/მოზარდების მიერ საკონტროლო პირებთან შედარებით, როგორც ინდივიდუალურ ასევე სირთულის სხვადასხვა დონეზე ერთი და ორმაგი დავალების შესრულებაში გამოვლენილი ზოგადად დაბალი დონე შესაძლოა

აიხსნას Sergeant-ის მოდელის ენერგეტიკული საცავების დისფუნქციით, რომელთა მართვა/აქტივაცია მნიშვნელოვან ზეგავლენას ახდენს მოტორულ ექსპრესიაზე.

კვლევის შედეგად, რომელიც Baddeley-ის მუშა მეხსიერების მოდელს ეფუძნებოდა, არ გამოვლინდა აღმასრულებლის ფუნქციობის დეფიციტი.

სამომავლოდ დაგეგმილი ორმაგი დავალების კოორდინაციის შესახებ კვლევები ჯანმრთელსა და ADHD-ის მქონე პირებზე უნდა ფოკუსირდეს ორმაგი დავალების კოორდინაციის სტრატეგიებზე ADHD-ის მქონე პირებთან, რათა განისაზღვროს კოგნიტური რესურსები, რომლებსაც აღნიშნული დარღვევის მქონე ბავშვები/მოზარდები იყენებენ დავალების ინდივიდუალურ დონეზე შესასრულებლად. მნიშვნელოვანია გამოკვლეულ იქნას რამდენად ხელმისაწვდომია ADHD-ის მქონე ბავშვებსა და მოზარდებთან ორმაგი დავალების კოორდინაციის უნარი ყოველდღიური დავალებების შესრულებისას და საკლასო გარემოში ქცევის დროს, კომორბიდული ფაქტორების გათვალისწინების პირობებში. საკლასო გარემოში ქცევის გაუმჯობესებისა და სასწავლო პროცესის გაუმჯობესების მიზნით მნიშვნელოვანია აგრეთვე ორმაგი დავალების სტრატეგიების შემდგომი განვითარება. ორმაგი დავალების კოორდინაციისა და პასუხების შეკავების სხვა კომპლექსურ აღმასრულებელ ფუნქციებთან (მაგ., გადართვა) შედარება აგრეთვე გაამდიდრებს ჩვენს ცოდნას ADHD-ისა და მისი ქვეტიპების ნეიროკოგნიტური ფუნქციობის შესახებ. მიზანშეწონილია განხორციელდეს ორმაგი დავალების ფუნქციური ნეიროვიზუალიზაციის კვლევა და განისაზღვროს ნეიროანატომიური მექანიზმები, რომლებიც საფუძვლად უდევს ორმაგი დავალების შესრულებას როგორც ADHD-ის მქონე ასევე ჯანმრთელ ბავშვებთან და მოზარდებთან და მოხდეს აღნიშნული ჯგუფების კოგნიტური ფუნქციების ერთმანეთთან შედარება, რაც გააღრმავებს ჩვენს ცოდნას ADHD-ის ნერვული ბაზისის შესახებ.

## დასკვნები

1. ორმაგი დავალების კოორდინაცია ხელმისაწვდომია როგორც ზოგადად ყურადღების დეფიციტისა და ჰიპერაქტიურობის სინდრომის (ADHD) მქონე ბავშვებისა და მოზარდებისთვის ასევე მის ქვეტიპებისთვისაც (ADHD-C, ADHD-PHI და ADHD-PI) და სანდოდ არ განსხვავდება ასაკითა და კლასის დონით შეთანადებული ჯანმრთელი საკონტროლო წარმომადგენლების შესრულებისაგან;
2. ორმაგი დავალების სირთულის დონის გაზრდა დისპროპორციულად არ მოქმედებს როგორც ზოგადად ყურადღების დეფიციტისა და ჰიპერაქტიურობის სინდრომის (ADHD) მქონე ბავშვებსა და მოზარდებზე ასევე მის ქვეტიპებზეც (ADHD-C, ADHD-PHI და ADHD-PI) ასაკითა და კლასის დონით შეთანადებული საკონტროლო ჯგუფის წარმომადგენლებთან შედარებით;
3. ორმაგი დავალების ფურცლისა და ფანქრის ვერსია იგივე შედეგს იძლევა როგორსაც ორმაგი დავალების კომპიუტერული ვერსია ყურადღების დეფიციტისა და ჰიპერაქტიურობის სინდრომის (ADHD) მქონე პირებთან და მის ქვეტიპებთან (ADHD-C, ADHD-PHI და ADHD-PI) ასაკითა და კლასის დონით შეთანადებული საკონტროლო ჯგუფის წარმომადგენლებთან შედარებით;
4. ADHD-ის მქონე ბავშვებსა და მოზარდებთან ისევე როგორც მის ქვეტიპებთან (ADHD-C, ADHD-PHI და ADHD-PI) ორმაგი დავალების შესრულებაზე გავლენას არ ახდენს ზოგადი მოტორული ფუნქციონის დეფიციტი. ჯანმრთელ საკონტროლო პირებთან ორმაგი დავალების კომპიუტერული ვერსიის შესრულებას მოტორული ფუნქციონა განსაზღვრავს;
5. ყურადღების დეფიციტისა და ჰიპერაქტიურობის სინდრომის (ADHD) მქონე ბავშვებთან და მოზარდებთან და მის ქვეტიპებთან (ADHD-C, ADHD-PHI და ADHD-PI) ასაკითა და კლასის დონით შეთანადებული საკონტროლო ჯგუფის წარმომადგენლებთან შედარებით ორმაგი დავალების შესრულებაზე გავლენას არ ახდენენ კომორბიდული ფაქტორები (ქვევითი აშლილობა CD, ოპოზიციურ-გამომწვევი აშლილობა ODD).

## სტატეგია:

- Inasaridze, K., Bzhalava V. Dual Task Performance in Children and Adolescents with ADHD *Behavioral Neurology*, 2010, 23(4), 193-194.
- Inasaridze, K., Bzhalava V. Dual-task Coordination in Children and Adolescents with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). *Quantitative Biology*, Cornell University Library, 2011 2011arXiv1101.1858I.
- Bzhalava V., Inasaridze K. Computerised dual task coordination in Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). *Experimental and Clinical Medicine*, 2015, 5, 12-19.
- Bzhalava V., Inasaridze K. Disruptive Behavior Disorder (DBD) Rating Scale for Georgian Population. *Quantitative Biology*, Cornell University Library. 2017, 2017arXiv:1702.03409.

## თეზისები:

1. 2010 -Inasaridze K., Bzhalava V. “Dual Task Performance in Children and Adolescents with ADHD”. 2<sup>nd</sup> Meeting of Federation of the European Societies of Neuropsychology. Amsterdam, Netherlands.
2. 2010 -Inasaridze K., Bzhalava V. “Dual Task Performance in Children and Adolescents with ADHD” Neuroplasticity: Nervous Substrate for Health and Disease. ISTC International Scientific Workshop. Tbilisi, Georgia.
3. 2011 – Inasaridze K., Bzhalava V. “Dual task coordination – cognitive ability available in Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD)”. First International Congress on Child and Adolescent Psychology (CAP) Cross Cultural and Islamic Approach. Tehran – Shiraz, Iran.
4. 2012 – Inasaridze K., Bzhalava V. “Auditory short-term memory and motor tracking coordination in Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD)”. 4<sup>th</sup> International Conference on Auditory Cortex. Lausanne, Switzerland.



St. Andrew The First Called Georgian University  
of the Patriarchate of Georgia

On the Manuscript Rights  
School (Department) of Informatics, Mathematics and Natural  
Sciences

**Neural Mechanisms of Memory**

**Vera Bzhalava**

**Working Memory Functioning Characteristics in  
Attentional Deficit Hiperactivity Disorder (ADHD)**

Abstract  
of thesis on academic degree of Doctor of Life Sciences

0.5 Sciences/Natural Sciences  
Branch – 0504 Biology/Life Sciences

Tbilisi 2017

The proposed scientific thesis has been performed in the Georgian State Medical University and within the program “Neural Mechanisms of Memory” in School (Department) of Informatics, Mathematics and Natural Sciences of St. Andrew the First Called Georgian University of the Patriarchate of Georgia

Scientific Supervisor: **Ketevan Inasaridze,**  
Acad. Doctor of Biological Sciences,  
Full Professor.

Official Opponents: **Nargiz Nachkebia,**  
Doctor of Biological Sciences,  
Professor,  
**Irma Khachidze,**  
Acad. Doctor of biological Sciences

Defense of the thesis will be held on “24” February of 2017, at 15<sup>00</sup> o'clock on the dissertation committee meeting of School (Department) of Informatics, Mathematics and Natural Sciences of St. Andrew the First Called Georgian University of the Patriarchate of Georgia.

Address: 104 Ilia Vekua called Auditorium, 53<sup>a</sup>. I. Chavchavadze Ave., Tbilisi, Georgia, 0162.

Dissertation text is available in the library of the St. Andrew the First Called Georgian University of the Patriarchate of Georgia.

The abstract of the thesis has been sent on “ 24 ” January of 2017.

**Secretary of Dissertation Council,**  
**Acad Doctor of Technical Sciences,**  
**Teimuraz Kiviladze**

## **Importance of the Problem**

Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) is one of the most prevalent neurodevelopmental disorders characterized by developmentally inappropriate levels of inattention, impulsivity, and hyperactivity. The disorder makes serious difficulties for families, schools and society. ADHD is overwhelming public health problem with impact on economic and social life of many countries. Symptoms of the disorder often persist into young adulthood, and long-term consequences include lower educational and professional achievement and increased risk for developing other psychiatric disorders.

According to some researchers' view on ADHD, it is a disorder of behavioral control in terms of inhibition. Barkley proposed the one of the most widely cited theory of ADHD in which behavioral inhibition is regarded as a mechanism that develops early in life and underpins a number of other cognitive functions, among them executive functions, attention, working memory. On the basis of several studies ADHD has been associated with deficits of executive functioning. The different executive functions, measured by different neuropsychological tasks, showed that some of the executive processes are compromised in ADHD but others are not. It was also found that ADHD subtypes can be characterized by different profiles of deficits in executive functioning and attention.

According to the DSM-IV-TR three subtypes of ADHD are defined: ADHD combined subtype (ADHD-C), ADHD predominantly hyperactive/impulsive subtype (ADHD-PHI) and ADHD predominantly inattentive subtype (ADHD-PI). The validity of differentiating of these subtypes is rather debatable. Some researchers view ADHD subtypes as different disorders with different cognitive, behavioral profiles and underlying neurobiological processes. According to Barkley's model of ADHD executive function deficit is associated with only ADHD-C and ADHD-PHI subtypes but not with ADHD-PI. There are controversial findings regarding distinction of the subtypes of ADHD. In some studies distinction between ADHD-PHI and ADHD-I were found, but it was not found in other studies. In several studies was found that not only ADHD-C and ADHD-PHI subtypes are characterized by the deficit of executive functioning, but also ADHD-I and that profile of the deficits of executive



functions are different for different subtypes of ADHD. It is still needed to answer the question if the subtypes of the ADHD are distinctive diagnostic entities, or they don't differ from each other on neuropsychological measures. It is not clear cut which executive processes are compromised in each of them. The proposed study made contribution in understanding of the differences in cognitive characteristics of different types of ADHD.

Working memory is a complex concept with several possible definitions. The presented study relied on the working memory model proposed by Baddeley (2006, 2012). This model of working memory has not been widely applied to ADHD, so studies of ADHD might provide on one hand some independent validation of it and on the other hand gained our knowledge of cognitive dysfunction of ADHD and its subtypes.

The central executive is the less well studied component of working memory. One of the important functions of it is the ability simultaneously coordinate two tasks. As was shown in several studies the failure of this coordination is a characteristic impairment of patients with mild Alzheimer's disease both in a laboratory setting and in everyday tasks. Dual-task paradigm also proved to be the sensitive tool for detection of cognitive decrement in early stages of vascular dementia patients.

Moreover, a mild decrement in performance using paper and pencil version of the dual-task was shown in patients with Parkinson's disease and the test proved useful in differentiating patients with frontal lobe damage from patients with hippocampal damage. The dual-task appeared to be more sensitive than "frontal" tests to behavioral changes arising from frontal lobe damage. It proved better in differentiating brain damaged patients with lesions damaging the frontal lobes from those without a full-blown dysexecutive syndrome than the classic "frontal" tests like verbal fluency or the Wisconsin Card Sorting Test. The impairment on dual-task performance also was found in adults with autism that shows the importance of excluding participants with symptoms of autism from the dual-task studies of ADHD. Therefore children and adolescents with symptoms of autistic spectrum disorder were excluded from the study.

There are very few studies on dual-task performance in children and adolescents with ADHD. In different dual-task studies on ADHD different dual-task methods were used. In majority of them performance

on both individual tasks were not adapted to the individual ability levels of each participant. Only in some studies titration procedure was used only for one task but not for both of them. This makes difficulties to find existence of dual-task deficit in children and adolescents with ADHD and its subtypes in comparison to healthy controls. Some of the individual tasks used in the previous studies in the dual-task paradigm are complex in respect of the load of other cognitive functions and the study results reflect a difficulty in dealing with those cognitive functions rather than a difficulty with dual-task performance. None of the previous studies investigated differences in dual-task performance of children and adolescents with ADHD in general and its subtypes using the dual-task paradigm when each subject perform each task on their individual level of ability that was the aim of the proposed study.

Also was essential to investigate whether possible differences in dual-task performance in ADHD in general and in its subtypes are determined by task difficulty rather than by an overall problem with dual task coordination. The presented study investigated possible interaction between task demand and the need to divide attention.

The dual-task performance developmental trajectory was not yet studied in healthy children and adolescents that was investigated in the proposed study and improved our knowledge in understanding of functioning of the central executive in healthy controls.

In the most studies were used computerized version of dual task. The performance of computerized dual-task requires a light pen that is not a standard piece of equipment in most laboratories and computer programs to run the tasks, which may not readily transferable from one computer to another. Therefore a paper and pencil version of the dual-task paradigm was devised. The paper and pencil version of the dual task was refined and the “Tbilisi paper and pencil motor task” was made in a user-friendly form for clinical settings on dementia patients. In the proposed study the newly refined paper and pencil motor task was used for investigating the dual-task performance and developmental trajectory in healthy children and adolescents and in subjects with ADHD. Also was tested whether the paper and pencil version of the dual-task is successfully applicable in the educational settings. In the proposed study the further refinement of the

paper and pencil dual-task method was performed according to children and adolescents' characteristics of cognitive functioning.

The inconsistency found in results of the cognitive functioning in ADHD studies could be defined by different factors. One of them is the methodological differences. In several studies of executive functions, attention and working memory comorbid disorders are not controlled. Comorbid disorders like conduct disorder or oppositional defiant disorder, autism spectrum disorder, obsessive-compulsive disorders, Tourette syndrome, learning disability, are in itself associated with executive dysfunctions. One of the problems that prevents to uncover the deficits in working memory functioning and in other cognitive functions in children and adolescents with ADHD in general and in its subtypes is the complex nature of the tasks that measure executive functions. Different researchers operationalize the same executive functions differently that resulted in using tasks which are heavily loaded not just on one executive function but several. In addition, performance of tasks on executive functions taps non-executive function cognitive processes that make difficult to uncover basic deficits in executive functioning. It makes unclear any existing differences in cognitive functioning in different subtypes of ADHD. The other factor that prevents to find differences in cognitive functioning between ADHD and controls and between ADHD subtypes is taking of the large age ranges of children and adolescents with ADHD. In the proposed study small age intervals were defined for subjects with ADHD and controls and comparisons were done between these age subgroups. Taking of the small samples can reduce statistical power for the statistical analysis and prevents uncovering of existing differences between the study groups. This obstacle was lessened in the proposed study by taking relatively large samples of ADHD and control subjects. In the proposed study participants were carefully matched on IQ and age that was also help to reveal differences between the study groups.

The disorder of the development of motor functioning is found to be associated with the ADHD. It was necessary to control for general motor function deficits to study whether executive functioning deficit was specifically impaired in ADHD in general and its subtypes in comparison with the healthy controls. Thus in the proposed study was investigated

whether differences in dual-task performance were determined by the disorder in general motor functioning characterised to ADHD.

In the study also proposed to investigate whether the different subtypes of ADHD could have different profiles of deficits in executive functioning, particularly in dual-task coordination ability. The understanding of dual-task ability specifics contributed our understanding of cognitive and biological bases of ADHD and helped to develop new differential teaching strategies and rehabilitation programs for children with different subtypes of ADHD. In general, better understanding of the nature of cognitive deficits of ADHD subtypes provide useful information for developing new medical/pharmacological approaches for treatment and remediation of deficits of different subtypes of ADHD. The adapted versions of the cognitive test batteries were prepared and norms for Georgian population were defined accordingly.

**Main goals and objectives of the research:**

The main goal of the proposed study was to investigate dual task performance characteristics in typically developed children and adolescents as well as in ADHD individuals and its subtypes ((ADHD-C, ADHD-PHI and ADHD-PI). To accomplish the abovementioned goal the study objectives were established on:

4. Investigating dual task paradigm in ADHD children and adolescents:
  - 4.1. Defining the dual-task performance characteristics in healthy children and adolescents on the computerized and the paper and pencil dual-task methods;
  - 4.2. determining developmental changes of the dual-task coordination in children and adolescents with ADHD in general and in its subtypes (ADHD-C, ADHD-PHI and ADHD-I) in comparison to age, years of education and intelligence level matched healthy controls;
  - 4.3. investigating whether any increase of the task difficulty in dual-task paradigm would disproportionately affect children and adolescents with ADHD in general and in its subtypes (ADHD-C, ADHD-PHI and ADHD-I) in comparison to age, years of education and intelligence level matched healthy controls;

- 4.4. Testing if the paper and pencil version of the dual-task method is giving the same results in ADHD, its subtypes (ADHD-C, ADHD-H and ADHD-I) and healthy children and adolescents as computerized version of the dual task;
- 4.5. Investigating whether the deficit in dual-task functioning in children and adolescents with ADHD in general and in its subtypes (ADHD-C, ADHD-H and ADHD-I) is defined by the deficits in the general motor functioning;
5. Investigating whether the comorbidity factors (conduct disorder or oppositional defiant disorder) play a role in determining deficits of the dual-task performance in ADHD in general and in its subtypes (ADHD-C, ADHD-H and ADHD-I) in comparison to age, years of education and intelligence level matched healthy controls;
6. Preparation of adapted version of the cognitive test batteries and define norms for Georgian population.

### **Research novelty and practical importance of the work.**

The study results contributed in understanding of the cognitive functioning and neurobiological basis of the ADHD and its subtypes and provided important empirical confirmation for the working memory model. The study results contributed in development of new differential teaching strategies and rehabilitation programs for children with different subtypes of ADHD. The received findings will contribute in refinement of the diagnostic criteria of ADHD in general and its subtypes and help in identifying of neuropsychological tests sensitive to detect differences in cognitive performance in ADHD subtypes. The better understanding of the nature of cognitive deficits of ADHD subtypes will provide useful information for developing new medical/pharmacological approaches for treatment and remediation of deficits of different subtypes of ADHD. Within the PhD work prepared adapted version of the cognitive test batteries and defined norms for Georgian population (Bzhalava V., Inasaridze K., 2017).

**Publications.** Materials of the PhD thesis are published in 4 scientific articles (see p. 40) and are presented on four international

conferences. Results of the proposed work also were presented on two colloquiums determined by curriculum.

### **Structure and volume of the PhD work**

The structure of the thesis is in consistent with the research goals and objectives, and consists of:

- Content of work
- Annotation which is done on Georgian and English languages;
- List of abbreviations
- Introduction which includes the general description of the work, obtained results and their scientific relevance and practical importance;
- The main part of the PhD work which includes 10 chapters;
- Discussion section where results of experiments are discussed;
- Resume section where summarized and resumed results of experiments used in the PhD work.
- Bibliography.

The total volume of PhD work is 152 pages and includes 4 pictures, 7 tables, 10 figures and 281 references.

### **Contents of PhD Thesis**

#### **Foreword**

Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) is one of the most common neurodevelopmental disorder which is characterized by developmentally inappropriate levels of inattention, locomotor hyperactivity and impulsivity. ADHD symptoms manifests at pre-school age, often persist into adulthood, and subsequently influence on social, educational and professional achievement, increase risk for active use of psychoactive substances and developing other neuropsychiatric disorders.

It is a serious challenge to diagnose, understand and provide treatment for this developmental disorder.

The results of multiple studies on cognitive domains indicate that ADHD is associated with impaired functions of executive processes. Also it was found that subtypes (predominantly inattentive (ADHD-PI), predominantly hyperactive-impulsive (ADHD-HI) and combined (ADHD-C)) of ADHD defined in accordance to the Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders (DSM-VI) are characterized by different profiles of attention and executive functioning. The validity of differentiating of these subtypes is rather debatable.

The presented study relies on the working memory model proposed by Baddeley (2000, 2012). This model of working memory has not been widely applied to ADHD, so study of ADHD may provide on one hand some independent validation of it and on the other hand will gain our knowledge of cognitive dysfunction of ADHD and its subtypes.

The central executive is the less well studied component of working memory. One of the important functions of it is the ability simultaneously coordinate two tasks. As was shown in several studies the failure of this coordination is a characteristic impairment in many neurological disorders and proved to be the sensitive tool for detection of cognitive decrement in early stages of them.

There are very few studies on dual-task performance in children and adolescents with ADHD. In different dual-task studies on ADHD are used different dual-task methods and findings are controversial. In this study were used both computerized and paper and pencil versions of the dual-task paradigm. In majority of dual-task paradigms performance on both individual tasks was not adapted to the individual ability level of each participant. Therefore the result may reflect performance deficit of this cognitive function instead of deficit in dual task coordination. Also still has not studied developmental trajectory of the dual-task coordination in healthy children and adolescents and subjects with ADHD in general and in its subtypes (ADHD-C, ADHD-H and ADHD-I) that was planned and realised in the current study.

In the most of studies a computerized version of dual-task was used. The performance of computerized dual-task requires a light pen that is not a standard piece of equipment in most laboratories and computer

programs to run the tasks, which may not readily transferable from one computer to the other. Therefore a paper and pencil version of the dual-task paradigm was devised and used in the current study.

In several studies of executive functions, attention and working memory comorbid disorders are not controlled. Comorbid disorders are in itself associated with executive dysfunctions.

The other factor that prevents to find differences in cognitive functioning between ADHD and controls and between ADHD subtypes is taking of the large age ranges of children and adolescents with ADHD. In the study small age intervals were used for subjects with ADHD and controls and comparisons were done between these age subgroups

The disorder of the development of motor functioning is found to be associated with the ADHD. Therefore it was necessary to control for general motor function deficits to study whether executive functioning deficit is specifically impaired in ADHD in general and its subtypes in comparison with the healthy controls. Thus in the proposed study was investigated whether differences in dual-task performance are determined by the disorder in general motor functioning characterised to ADHD.

### **Review section**

This section of the thesis includes 7 chapters, which consists information about general characteristic of attention deficit hyperactivity disorder (ADHD). In the chapter 1 is given information about the concept of ADHD, its worldwide prevalence. Also in the chapter has described possible etiological - genetic and environmental factors of ADHD, its diagnostic criteria and principles of differentiation on subtypes. Also included information about pathological (neuroanatomical and neurochemical) mechanisms of the disorder.

Chapter 2 includes information about different researches on neuropsychological accounts of attention deficit hyperactivity disorder. In the thesis is given information about the attention cognitive control (inhibition, flexibility, switching, planning etc.) of the disorder. Information about different theoretical constructs such as Delay Aversion model, Integrated Affective and Cognitive model, Cognitive-Energetic model and Developmental model proposed by different researchers is described in the chapter 3.



Chapter 4 includes information about working memory definitions, its functions and neuroanatomical accounts. A number of different models have been proposed to conceptualize the working memory and the model chosen for this thesis. In the section described components (central executive, phonological loop, visuo-spatial sketchpad and episodic buffer), related neuroanatomical structures and functions of Baddeley's multicomponent working memory model and given information about one of its important function the ability simultaneously coordinate two tasks in healthy controls and children and adolescents with ADHD and its subtypes (ADHD-C, ADHD-PHI, ADHD-PI).

In chapter 5 reviewed dual task coordination methodology and related to the method researches. According to the studies dual-task paradigm proved to be the sensitive tool for detecting of many neurological disorders in early stage. Also in this chapter are described both computerised and paper and pencil versions of the dual task paradigm and described information about meaning and importance of *mu* score. In the chapter reviewed results and specificity of dual task coordination studies in children/adolescents and adults with ADHD. The neuroanatomical basis of the dual task coordination ability was also reviewed in the chapter five.

Working memory plays an essential role in children/adolescents' cognitive development and existence of deficits in this structure seriously influence on children's academic and lifelong success. Therefore correct and timely intervention considerably improves cognitive and academic achievement of children. It was essential to study dual task coordination abilities in healthy controls and children and adolescents with ADHD for better understanding of normal and pathological working memory functioning. According to the issues hypothesis of research was developed and outlined in the chapter six. In this chapter also highlighted foreseeable circumstances which are not considered in previous studies and were elaborated in this research.

In the chapter seven provided information about main aims of the research.

The presented PhD work's experimental section consists 3 chapters.

Chapter eight outlines methods (test batteries and tasks) used in this study including both computerized and revised by K. Inasaridze and

colleagues paper and pencil versions of dual task, Wechsler's intelligence assessment battery WISC-III, children's motor activity assessment battery (MABC-2)). Also in this chapter given stages and procedures of recruiting participants which includes total neurological and neuropsychological diagnostic of participants, collection of information via the questionnaires (DBD, SNAP-IV, SCQ, CBCL/6-18 and TRF/6-18) filled out by teachers and parents/caregivers of participants and given detailed description of planned experiments.

The results of the conducted experiments were analyzed by different descriptive and inferential statistical methods using SPSS 20.0 and also described in the chapter 9 of the PhD thesis. The  $2 \text{ groups} \times 3 \text{ conditions}$  repeated measures ANOVA was used to determine the effect of dual task on performance of List Memory Task and motor tracking. Post hoc comparisons were determined by the Bonferroni test. The correlation analysis was made by the Pearson correlations. The independent-sample t test was used to make the between group comparisons. The regression models was tested by the stepwise backward conditional multiple regression method. The nonparametric Mann Whitney U test was used to make between group comparisons for independent samples. In the chapter 10 experimental data are reviewed, analysed and discussed according to the existing in this field contemporary information.

In particular, the study found that dual-task coordination is available in children and adolescents with ADHD regardless of subjects' belonging to the particular subtype of ADHD (Inasaridze K & Bzhalava V., 2010. Inasaridze K., Bzhalava V., 2011). This executive control ability was shown by children and adolescents with ADHD in the paradigm when both component tasks were titrated to the individual ability levels of the study participants as was done in computerized version (Bzhalava V., Inasaridze K., 2015) of the dual task and in the paradigm when only one task was titrated as was done with paper and pencil version of the dual task. This result was more apparent for the paper and pencil version of the dual task. The study determined that task difficulty in dual-task paradigm doesn't affect disproportionately children and adolescents with ADHD in comparison to age and years of education matched healthy controls. The ADHD subjects have no specific deficit in dual task performance regardless of their limitations in attentional processing. Thus we can

suggest that controversial results found in previous studies for dual-task coordination deficit in ADHD on the one hand is determined more by the lack of purity of other dual-task paradigms in terms of share and presence of other cognitive and executive functions in their performance that are themselves deficient in ADHD, and on the other hand by the single tasks' difficulty that differentially tax the restricted cognitive resources of children and adolescents with ADHD in comparison to the healthy controls.

The improvement of motor performance under dual-task condition found for the computerised motor tracking task for children and adolescents with ADHD and healthy controls resembles the similarly detected improvement of walking performance in middle school children with ADHD in some studies and could be explained by a higher attentional level (vigilance) created by presenting them with a cognitive challenge or by the suggestion that the additional cognitive load required under dual task conditions creates an "automatic pilot" control of hand movements while tracking the moving target. This is consistent with the constrained-action hypothesis, when an external focus of attention allows the motor system to be more naturally self-organized and promotes the use of more automatic control processes. Previous studies have shown that adaptation of an external focus may improve the performance of motor tasks such as basketball free throws, biceps curls and postural control. According to some researchers "an external focus of attention enhances movement economy, and presumably reduces "noise" in the motor system that hampers fine movement control and makes the outcome of the movement less reliable". The improvement of motor performance under dual-task condition on computerised motor tracking task for children and adolescents with ADHD could be explained by this theory.

According to the studies on neuroanatomical structures underlying the dual-task functioning in healthy adults was suggested that anterior cingulate area appears to be associated with dual task demands in the healthy brain, over and above what is required for each task individually. In the fMRI study of brain activation areas during dual-task performance in children with and without ADHD, the ADHD group demonstrated significantly greater activation of the left ventrolateral prefrontal cortex during interference control as well as greater activation of the left anterior

cingulate cortex, right ventrolateral prefrontal cortex, and left basal ganglia during the dual task of interference control and response competition. The simple cognitive deficit model of ADHD links executive dysfunction with simplified frontostriatal circuitry that links prefrontal cortex to the dorsal neostriatum and simple motivational model of ADHD links motivation-based dysfunction with simplified frontostriatal circuitry. These circuits incorporate prefrontal cortex, and anterior cingulate areas among other structures. Thus in this study was supposed to find dual-task coordination deficit since it shares neuroanatomy substrate with the neuroanatomical mechanisms deficient in ADHD. It can be proposed that despite neuroanatomical structures known to be compromised in ADHD and related to the dual-task performance, the dual-task coordination in children with ADHD is related to neuroanatomical mechanisms different from those compromised in ADHD. It is worth to note that dysfunction of other areas of the brain was also found in ADHD and dysfunction of different areas can be attributed to different subtypes of ADHD. The future study of neuroanatomical correlates of dual-task demands vs. other disrupted in ADHD executive functions in healthy children in comparison to children and adolescents with ADHD could find separation of neural processes underlying the dual-task performance and executive dysfunction associated with ADHD and will gain our understanding of biological bases of ADHD.

The study supported the concept of a separate cognitive function associated specifically with dual-task performance and provided evidence for the independence of the dual-task coordination function from the other executive functions that are compromised in ADHD.

The paper and pencil version of the dual task using the “Tbilisi paper and pencil motor task” proved to be successfully applicable in the educational settings. The paper and pencil version of the dual-task method gave the same results in ADHD and healthy controls as computerised version of the dual task. It can be used in school settings with children to test working memory functioning and uncover its relationships with other cognitive developmental disorders.

According to study findings the teaching strategies and rehabilitation programs for children with different subtypes of ADHD could include divided attentional demands if the individual tasks would

correspond to the ability levels of children with ADHD. Performance of the additional concurrent task may improve motor performance of children with ADHD.

The subtypes of ADHD don't differ on dual-task coordination ability. The presented dual-task paradigm cannot be used as a criteria or tool for differential diagnostics of subtypes of ADHD. The frequently concomitant to ADHD comorbid disorders revealed differences in single and dual motor task performance on computerized version of the task in hyperactive/impulsive and inattentive subtypes of ADHD, but didn't affect the overall dual-task coordination as was found previously for other executive functions.

The sex differences were found on computerized and paper and pencil motor tracking task performance in children and adolescents with ADHD. The girls performed computerized motor task better than boys but boys perform paper and pencil motor task better than girls in children and adolescents with ADHD. In General sex difference was found on overall dual task performance for healthy control group, but it wasn't detected for ADHD group.

This study was not designed to test directly a specific model of ADHD but relation of its results to the current models of ADHD deserves consideration. Barkley didn't use Baddeley's working memory model and he refers to "working memory" tasks as complex tasks that involve central executive, buffer and rehearsal components of the Baddeley's model. Despite the inhibitory deficit in ADHD he also predicts the deficit of working memory in ADHD that include central executive component of the Baddeley's model. Taking this into consideration results of the current study would not support prediction made in the Barkley's model of ADHD. It was found that executive inhibition deficit was found in only approximately 50% of studied ADHD children and proportion of other executive-type deficits was quite low. The results of the present study also didn't reveal dual-task executive control problem in children and adolescents with ADHD and supports the view that executive dysfunction seems is neither a necessary nor a sufficient for the expression of ADHD. But deficit of executive functions of children with ADHD can predict future academic achievement and social functioning thus it is important to define and assess which executive control process is compromised in

children with ADHD. In Sonuga-Barke's model of ADHD of multiple developmental pathways, ADHD symptoms arise from two independent pathways - the deficient executive control and motivational dysfunction of delayed reward (delay aversion). The study results didn't support the executive control deficit and dual task had no delay component thus motivational dysfunction cannot be detected. The present study found that children/adolescents with ADHD can appropriately allocate cognitive resources and distribution them between two tasks if these resources are within the limits of their abilities, but if the task difficulty increases, the division of resources becomes problematic that was detected in the current study. The same tendency was found for the healthy controls but average performance of children/adolescents with ADHD for easy and hard conditions in general was lower than of healthy controls that show limitation of cognitive resources in children/adolescents with ADHD but not disruption of possibility to divide attention. This supports our interpretation that dual task coordination deficit found in other studies are mainly determined by the individual task difficulty levels that differentially tax the restricted cognitive resources of children/adolescents with ADHD in comparison to the healthy controls and/or by the cognitive complexity of individual tasks that incorporate other cognitive and executive functions, performance of which are themselves deficient in ADHD. Considering the study results in the frame of Sergeant's cognitive-energetic model of ADHD that proposes deficit of information processing in ADHD is determined by the interplay of three levels: computational mechanisms of attention, state factors and management/executive functions, can be concluded that state factors - energetic pools of effort and activation that have considerable effect on motor output are disrupted in ADHD since we found generally low performance level of single and dual tasks when both tasks are titrated to the individual ability levels of study subjects and under different difficulty levels of single and dual-task performances for children and adolescents with ADHD in comparison to healthy control. The study results didn't show disruption of the management/executive functions level that bears a strong similarity with the Baddeley's model.

The future study of dual-task coordination ability in healthy control children and children and adolescents with ADHD could

concentrate on dual-task coordination strategies in ADHD to find the cognitive recourses using by this group of children to perform dual task at a normal level. It is necessary to investigate if dual task coordination is available during performance of everyday tasks and classroom behavior for children/adolescents with ADHD taking into account comorbidity disorders. Determination of dual-task strategies for better control of classroom behavior and remediation of learning and academic achievement needs further development and research. The definition and comparison of dual-task coordination and response inhibition contributions in performance of other complex executive functions as are set switching or set shifting will enrich knowledge on neurocognitive functioning of ADHD and its subtypes. It would be worthwhile to conduct dual-task functional neural imaging study and find responsible neuroanatomical mechanisms of dual-task performance in healthy children and ADHD group and compare it with the performance of deficient in ADHD cognitive functions that will deepen our knowledge about the neural basis of ADHD.

### **Resume**

1. The dual-task coordination is available in children and adolescents with ADHD in general and in its subtypes (ADHD-C, ADHD-PHI and ADHD-PI) and not significantly different from performance of age and years of education matched healthy controls;
2. Increase of the task difficulty in dual-task paradigm don't affect disproportionately children and adolescents with ADHD and its subtypes (ADHD-C, ADHD-PHI and ADHD-PI) in comparison to age and years of education matched healthy controls;
3. The paper and pencil version of the dual-task method is giving the same results as computerised version in ADHD and its subtypes in comparison to age and years of education matched healthy controls.
4. The dual-task functioning in ADHD in general and in its subtypes (ADHD-C, ADHD-PHI and ADHD-PI) is not defined by the general motor functioning and comorbidity factors. In healthy controls dual task coordination ability is determined by motor functioning.
5. Comorbidity factors such as conduct disorder and oppositional defiant disorder do not affect dual task coordination ability in children and adolescents with ADHD and its subtypes (ADHD-C, ADHD-PHI and

ADHD-PI) in comparison to age and years of education matched healthy controls.

### **Publications:**

Inasaridze, K., Bzhalava V. Dual Task Performance in Children and Adolescents with ADHD *Behavioral Neurology*, 2010, 23(4), 193-194.

Inasaridze, K., Bzhalava V. Dual-task Coordination in Children and Adolescents with Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). *Quantitative Biology*, Cornell University Library, 2011, 2011arXiv1101.1858I.

Bzhalava V., Inasaridze K. Computerised dual task coordination in Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). *Experimental and Clinical Medicine*, 2015, 5, 12-19.

Bzhalava V., Inasaridze K. Disruptive Behavior Disorder (DBD) Rating Scale for Georgian Population. *Quantitative Biology*, Cornell University Library, 2017, 2017arXiv:1702.03409.

### **Abstracts:**

1. 2010 -Inasaridze K., Bzhalava V. “Dual Task Performance in Children and Adolescents with ADHD”.2<sup>nd</sup> Meeting of Federation of the European Societies of Neuropsychology. Amsterdam, Netherlands.

2. 2010 -Inasaridze K., Bzhalava V. “Dual Task Performance in Children and Adolescents with ADHD .Neuroplasticity: Nervous Substrate for Health and Disease. ISTC International Scientific Workshop. Tbilisi, Georgia.

3. 2011 – Inasaridze K., Bzhalava V. “Dual task coordination – cognitive ability available in Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD)”. First International Congress on Child and Adolescent Psychology (CAP) Cross Cultural and Islamic Approach. Tehran – Shiraz, Iran.

4. 2012 – Inasaridze K., Bzhalava V. “Auditory short-term memory and motor tracking coordination in Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD)”. 4<sup>th</sup> International Conference on Auditory Cortex. Lausanne, Switzerland.