

VILNIAUS UNIVERSITETAS  
MEDICINOS FAKULTETAS  
SVEIKATOS MOKSLŲ INSTITUTAS  
REABILITACIJOS, FIZINĖS IR SPORTO MEDICINOS KATEDRA

Emilija Strazdaitė

**FIZINIO AKTYVUMO IR KOGNITYVINĖS STIMULIACIJOS  
POVEIKIS AKTYVUMO IR DĖMESIO SUTRIKIMĄ TURINČIŲ  
VAIKŲ SMEGENŲ VYKDOMOSIOMS FUNKCIJOMS:  
SISTEMINĖ LITERATŪROS APŽVALGA**

**REABILITACIJOS MAGISTRO DARBAS**

Darbo vadovas: J. asist. Justinas Blaževičius

VILNIUS, 2022

## DARBO ANOTACIJA

Reabilitacijos magistro darbas „Fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos poveikis aktyvumo ir dėmesio sutrikimą turinčių vaikų smegenų vykdomosioms funkcijoms: sisteminė literatūros apžvalga“ atliktas 2020–2022 metais Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Sveikatos mokslų instituto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedroje.

**Darbo autorė:** Emilija Strazdaitė, Vilniaus universiteto reabilitacijos studijų programos II kurso studentė.

**Darbo vadovas:** J. asist. Justinas Blaževičius, Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Sveikatos mokslų institutas Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra.

Darbas apsvarstytas VU MF SMI Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedros posėdyje 2022 m. gegužės mėn. 10 d., įvertintas teigiamai ir rekomenduotas viešai ginti.

### **Darbo recenzentai:**

- 1) Prof. habil. dr. Albertas Skurvydas
- 2) Doc. dr. Aurelija Šidlauskienė

Reabilitacijos magistro darbas „Fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos poveikis aktyvumo ir dėmesio sutrikimą turinčių vaikų smegenų vykdomosioms funkcijoms: sisteminė literatūros apžvalga“ ginamas viešame reabilitacijos magistro darbų gynimo komisijos posėdyje, kuris įvyks 2022 m. birželio mėn. 3 d. 9 val., VU MF Sveikatos mokslų instituto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedroje nuotoliniu būdu.

Su darbu galima susipažinti Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Sveikatos mokslų instituto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedroje.

## TURINYS

SANTRAUKA.....	5
ABSTRACT.....	7
TEKSTE PANAUDOTŲ TRUMPINIŲ PAAIŠKINIMAI.....	9
DARBE PATEIKTŲ LENTELIŲ SĄRAŠAS .....	10
DARBE PATEIKTŲ PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS .....	11
1. ĮVADAS .....	12
2. TYRIMO ORGANIZAVIMAS IR METODIKA.....	15
2.1. Sisteminės mokslinės literatūros paieškos strategija .....	15
2.2. Mokslinių publikacijų atranka .....	17
2.3. Duomenų gavimas (ekstrakcija) .....	19
2.3.1. Tyrimų sisteminių klaidų rizikos ir kokybės vertinimo metodai .....	19
2.3.2. Mokslinių publikacijų duomenų rinkimo metodai.....	21
2.3.3. Mokslinių publikacijų duomenų apdorojimo metodai .....	22
2.3.4. Smegenų vykdomųjų funkcijų vertinimo metodai.....	22
2.3.5. Intervencijų poveikio vertinimo metodai.....	25
3. TYRIMO REZULTATAI.....	28
3.1. Tyrimų sisteminių klaidų ir kokybės vertinimo rezultatai .....	28
3.2. Bendroji tyrimų charakteristika .....	29
3.3. Tyrimų metu taikytos vienkartinės intervencijos.....	39
3.3.1. Fizinio aktyvumo intervencijos .....	39
3.3.2. Kombinuotos fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijos .....	40
3.4. Tyrimų metu taikytos ilgalaikio treniravimo intervencijos .....	43
3.4.1. Fizinio aktyvumo intervencijos .....	43
3.4.2. Kombinuotos fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijos .....	44
3.4.3. Kombinuotos intervencijos VS Fizinio aktyvumo intervencijos .....	46
3.5. Tyrimų metu taikytų intervencijų poveikis smegenų vykdomosioms funkcijoms .....	52
3.5.1. Intervencijų poveikis darbinei atminčiai.....	52
3.5.2. Intervencijų poveikis kognityviniam impulsų slopinimui .....	53
3.5.3. Intervencijų poveikis kognityviniam lankstumui .....	54
4. TYRIMO REZULTATŲ APTARIMAS .....	69
5. IŠVADOS .....	72
6. PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS .....	73
7. LITERATŪROS SĄRAŠAS .....	74

8. PRIEDAI.....	79
1 priedas. Sisteminės literatūros apžvalgos protokolas .....	79
2 priedas. Tyrimuose smegenų vykdomųjų funkcijų vertinimui naudotų metodų aprašymai ..	81

# SANTRAUKA

Vilniaus universiteto Medicinos fakultetas  
Sveikatos mokslų institutas  
Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra  
Reabilitacijos magistro studijų programa

## FIZINIO AKTYVUMO IR KOGNITYVINĖS STIMULIACIJOS POVEIKIS AKTYVUMO IR DĖMESIO SUTRIKIMĄ TURINČIŲ VAIKŲ SMEGENŲ VYKDOMOSIOMS FUNKCIJOMS: SISTEMINĖ LITERATŪROS APŽVALGA Reabilitacijos magistro darbas

**Darbo autorė:** Emilija Strazdaitė

**Darbo vadovas:** J. asist. Justinas Blaževičius

**Pagrindinės sąvokos (raktiniai žodžiai):** aktyvumo ir dėmesio sutrikimas, vaikai, fizinis aktyvumas, kognityvinė stimuliacija, smegenų vykdomosios funkcijos

**Darbo tikslas:** Įvertinti fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos poveikį aktyvumo ir dėmesio sutrikimą turinčių vaikų smegenų vykdomosioms funkcijoms, analizuojant atliktus mokslinius tyrimus.

### **Darbo uždaviniai:**

1) Atrinkti ir išanalizuoti mokslinius tyrimus, kuriuose pateikiama informacija apie aktyvumo ir dėmesio sutrikimą turinčių vaikų neuroreabilitacijoje taikomas fizinio aktyvumo intervencijas bei kombinuotas fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijas.

2) Susisteminti duomenis apie tokių intervencijų poveikį pagrindiniams smegenų vykdomųjų funkcijų komponentams (darbinei atminčiai, kognityviniam impulsų slopinimui, kognityviniam lankstumui) aktyvumo ir dėmesio sutrikimą turinčių vaikų populiacijoje.

**Tyrimo metodai:** Sistemine literatūros apžvalga atlikta laikantis 2020 metų leidimo *PRISMA* metodinių rekomendacijų. Mokslinės literatūros paieška atlikta *PubMed (MEDLINE)* ir *Web of Science (Clarivate Analytics)* duomenų bazėse, panaudojant anglų kalba įvestus raktažodžius. Raktažodžiais siekta apibūdinti: 1) aktyvumo ir dėmesio sutrikimą turinčių vaikų populiaciją; 2) Fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijas; 3) Smegenų vykdomąsias funkcijas ir jų pagrindinius komponentus. Publikacijų paieška buvo vykdoma nuo 2021 m. vasario mėn. iki 2022 m. vasario mėn. Iš viso aptikta 1551 mokslinė publikacija. Į sistemine literatūros apžvalgą įtraukta 12 nustatytus atrankos kriterijus atitinkusių klinikinių atsitiktinių imčių tyrimų. Įtrauktų tyrimų sisteminių klaidų rizikos vertinimui naudotas *Cochrane*

šališkumo rizikos vertinimo įrankis – *RoB 2*. Intervencijų poveikis smegenų vykdomosioms funkcijoms buvo vertinamas, remiantis statistinio ir klinikinio reikšmingumo kriterijais. Siekiant palyginti klinikiu heterogeniškumu pasižymėjusių tyrimų rezultatus, atliktos nesudėtingos metaanalitinės duomenų pertvarkymo operacijos. Šiam tikslui naudotos *R* ir *R Studio* kompiuterinės programos – *tidyverse*, *meta* ir *metafor* paketai.

**Rezultatai:** Į apžvalgą įtrauktuose tyrimuose iš viso dalyvavo 469 aktyvumo ir dėmesio sutrikimą turintys vaikai. Šėsiuose tyrimuose buvo nagrinėjamas fizinio aktyvumo intervencijų, keturiuose – kombinuotų fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų, dviejuose – lyginamas fizinio aktyvumo ir kombinuotų intervencijų poveikis. Vienkartinių intervencijų užsiėmimo trukmė svyravo nuo 5 iki 30 minučių. Ilgalaikio treniravimo intervencijų užsiėmimo trukmė svyravo nuo 30 iki 90 minučių. Užsiėmimų dažnis svyravo nuo vieno iki trijų kartų per savaitę. Treniravimo programos trukmė svyravo nuo 4 savaičių iki 1,5 metų. Gauti rezultatai parodė, jog fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijos turi nedidelį-vidutinį poveikį pagrindiniams smegenų vykdomųjų funkcijų komponentams. Pastebima, jog didesniu poveikiu visiems trims pagrindiniams smegenų vykdomųjų funkcijų komponentams pasižymi kompiuterizuotos kombinuotos ilgalaikio fizinio treniravimo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijos. Teigiamas tokių intervencijų poveikis galimai išlieka vieną mėnesį po taikytos intervencijų programos.

#### **Išvados:**

1) Mokslinėje literatūroje aptinkama aukštos kokybės įrodymų apie fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų pritaikymo galimybes aktyvumo ir dėmesio sutrikimą turinčių vaikų neuroreabilitacijoje, tačiau atlikti moksliniai tyrimai pasižymi klinikiu heterogeniškumu. Plačiausiai išnagrinėtas vidutinio - didelio intensyvumo aerobinio ir mišraus fizinio aktyvumo intervencijų poveikis.

2) Esami įrodymai rodo, jog fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijos turi nedidelio - vidutinio dydžio teigiamą ir išliekantį poveikį aktyvumo ir dėmesio sutrikimą turinčių vaikų pagrindiniams smegenų vykdomųjų funkcijų komponentams – darbinei atminčiai, kognityviniam impulsų slopinimui ir kognityviniam lankstumui. Tokios intervencijos gali būti naudojamos kaip farmakologinį aktyvumo ir dėmesio sutrikimo gydymą papildanti ar jam alternatyvi priemonė.

# ABSTRACT

Vilnius University  
Faculty of Medicine  
Health Science Institute  
Department of Rehabilitation, Physical and Sports Medicine  
Master's degree of Rehabilitation

## THE EFFECT OF PHYSICAL ACTIVITY AND COGNITIVE STIMULATION ON EXECUTIVE FUNCTIONS IN CHILDREN WITH ATTENTION- DEFICIT/HYPERACTIVITY DISORDER: A SYSTEMATIC REVIEW

Rehabilitation Master's Thesis

**The Author:** Emilija Strazdaite

**Academic supervisor:** asst. lect. Justinas Blaževičius

**Keywords:** attention deficit disorder with hyperactivity, children, physical activity, cognitive stimulation, executive functions

**The aim of research work:** To evaluate the effect of physical activity and cognitive stimulation on executive functions in children with attention-deficit/hyperactivity disorder through the scientific literature.

### **Tasks of work:**

1) To select and analyze research that provides information on physical activity interventions and combined physical activity with cognitive stimulation interventions in the neurorehabilitation of children with attention-deficit/hyperactivity disorder.

2) To systematize data on the effect of such interventions on the core components of executive functions (working memory, inhibition, cognitive flexibility) in the population of children with attention-deficit/hyperactivity disorder.

**Materials and methods:** A systematic review was conducted following the *PRISMA* 2020 statement. The search for scientific literature was performed in *PubMed (MEDLINE)* and *Web of Science (Clarivate Analytics)* databases using English keywords. The keywords were used to describe: 1) The population of children with attention-deficit/hyperactivity disorder; 2) Physical activity and cognitive stimulation interventions; 3) Executive functions and their core components. The search for scientific publications has been carried out since 2021 February until 2022 February. A total of 1551 scientific publications were found. Based on inclusion and exclusion criteria, 12 eligible randomized clinical trials were included. *RoB 2: A revised Cochrane risk-of-*

*bias tool for randomized trials* was used to assess the risk of bias in the included studies. The effect of interventions on executive functions were assessed based on criteria of statistical and clinical significance. Basic meta-analytical data transformation operations were performed to compare the results of studies with clinical heterogeneity. *R* and *R Studio* computer programs were used for this purpose – *tidyverse*, *meta* and *metaphor* packages.

**Results:** A total of 469 children with attention-deficit/hyperactivity disorder participated in studies included in a review. Six studies examined the effect of physical activity interventions, four – the effect of combined physical activity with cognitive stimulation interventions, two – compared the effect of physical activity and combined interventions. The duration of acute interventions ranged from 5 to 30 minutes. The duration of long-term training interventions ranged from 30 to 90 minutes. The training frequency ranged from one to three times per week. The length of training program ranged from 4 weeks to 1,5 years. The results showed that physical activity and cognitive stimulation interventions have a small to moderate effect on the core components of executive functions. Computerized combined long-term physical training with cognitive stimulation interventions are found to have a greater impact on all three core components of executive functions in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. The positive effect of such interventions are likely to persist for one month after the intervention program.

**Conclusions:**

1) The scientific literature provides high-quality evidence for the implementation of physical activity and cognitive stimulation interventions in the neurorehabilitation in children with attention-deficit/hyperactivity disorder, but research has shown clinical heterogeneity. The effect of moderate to high intensity aerobic and mixed physical activity interventions have been extensively examined.

2) Existing evidence suggests that physical activity and cognitive stimulation interventions have a small to moderate positive and lasting effect on the core components of executive functions (working memory, inhibition, cognitive flexibility) in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. Such interventions can be used as an adjunct to or as an alternative to pharmacological treatment of attention-deficit/hyperactivity disorder.



## TEKSTE PANAUDOTŲ TRUMPINIŲ PAAIŠKINIMAI

ADS – aktyvumo ir dėmesio sutrikimas

ANCOVA – kovariančių analizė (angl. *Analysis of Covariance*)

ANOVA – dispersijos analizė (angl. *Analysis of Variance*)

BARAN – angl. *Balance-based Attentive Rehabilitation of Attention Networks*

BDNF – smegenų neurotrofinis faktorius (angl. *Brain-derived neurotrophic factor*)

DA – darbinė atmintis

DSM – Tarptautinis psichinių ligų registras (angl. *The Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*)

EEG – elektroencefalografija

EG – eksperimentinė grupė

EXCIR – angl. *Exercise for Cognitive Improvement and Rehabilitation*

fMRT – funkcinė magnetinio rezonanso tomografija

GPS – globali padėties nustatymo sistema (angl. *Global Positioning System*)

ICC – intraklasinės koreliacijos koeficientas

JAV – Jungtinės Amerikos Valstijos

KAIT – klinikinis atsitiktinių imčių tyrimas

KG – kontrolinė grupė

KIS – kognityvinis impulsų slopinimas

KL – kognityvinis lankstumas

MANCOVA – daugiamatė kovariančių analizė ( angl. *Multivariate Analysis of Covariance*)

MRT – magnetinio rezonanso tomografija

PF – poveikio faktorius

PI – pasikliautinis intervalas

PRISMA – angl. *Preffered Reporting Item for Systematic Review and Meta-Analyses*

PROSPERO – angl. *The International Prospective Register of Systematic Reviews*

RoB 2 – angl. *A revised Cochrane risk-of-bias tool for randomized trials*

ŠSD – širdies susitraukimo dažnis

TLK – Tarptautinė ligų klasifikacija

$\eta^2$  – Eta - kvadrato koeficientas

## DARBE PATEIKTŲ LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė. <i>PICO</i> modelio aprašymas.....	15
2 lentelė. Sisteminei mokslinių publikacijų paieškai naudoti raktažodžiai.....	16
3 lentelė. Mokslinės literatūros paieškos strategija pagal raktažodžių derinius.....	17
4 lentelė. Mokslinių publikacijų atrankos kriterijai.....	18
5 lentelė. Neuropsichologiniai testai smegenų vykdomųjų funkcijų komponentų vertinimui.....	25
6 lentelė. Mokslinių publikacijų kokybės vertinimo suvestinė.....	29
7 lentelė. Bendroji mokslinių publikacijų charakteristika.....	32
8 lentelė. Vienkartinių intervencijų fizinio krūvio dozavimo charakteristika.....	42
9 lentelė. Ilgalaikio treniravimo intervencijų fizinio krūvio dozavimo charakteristika.....	49
10 lentelė. Pagrindinių mokslinėse publikacijose taikytų tyrimo metodų rezultatai ir išvados.....	56

## DARBE PATEIKTŲ PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav. Mokslinių publikacijų atrankos proceso schema.....	20
2 pav. Smegenų vykdomųjų funkcijų tarpusavio sąveikos schema.....	24
3 pav. Šališkumo rizikos pasiskirstymas <i>RoB 2</i> vertinimo srityse.....	28
4 pav. Intervencijų poveikio dydis darbinei atminčiai.....	52
5 pav. Intervencijų poveikio dydis kognityviniam impulsų slopinimui.....	54
6 pav. Intervencijų poveikio dydis kognityviniam lankstumui.....	55

## 1. ĮVADAS

**Darbo aktualumas:** Aktyvumo ir dėmesio sutrikimas (toliau – ADS) yra apibūdinamas kaip neurologinis raidos sutrikimas, pasireiškiantis nedėmesingumu, motoriniu hiperaktyvumu ir/arba impulsyviu elgesiu [1]. Pasaulyje šis sutrikimas diagnozuojamas nuo 2 iki 7 proc. ikimokyklinio ar mokyklinio amžiaus vaikų ir triskart dažniau pasireiškia berniukams. Manoma, jog dėl universalių diagnostikos kriterijų nebuvimo, daugeliu atveju, ypač mergaitėms ar vyresniems vaikams, ADS nėra diagnozuojamas [2]. Pastarąjį dvidešimtmetį Jungtinėse Amerikos Valstijose (toliau – JAV) stebimas padidėjęs ADS pasireiškimo dažnis, kuris literatūroje aiškinamas diagnostikos technologijų pažanga. Remiantis naujausiais statistiniais duomenimis, šioje šalyje ADS diagnozė yra patvirtinta net 6,1 milijonams (9,4 proc.) vaikų, sulaukusių nuo 2 iki 17 metų amžiaus [3]. ADS simptomų raiška dažnai siejama su šiam sutrikimui būdingais funkciniais ir struktūriniais pokyčiais prefrontalinėje galvos smegenų žievėje, atsakančioje už galvos smegenų vykdomąsias funkcijas [4]. Mokslinėje literatūroje yra įvardijami trys pagrindiniai galvos smegenų vykdomųjų funkcijų komponentai: 1) Darbinė atmintis – gebėjimas trumpą laiką informaciją išlaikyti atmintyje ir ją pritaikyti naujai gautos informacijos kontekste. 2) Kognityvinis impulsų slopinimas – gebėjimas koncentruotis į užduoties atlikimą ir kontroliuoti elgesį, slopinant vidinius ir išorinius dirgiklius. 3) Kognityvinis lankstumas – gebėjimas prisitaikyti prie naujų užduočių, rasti kūrybišką pakitusios situacijos sprendimo būdą [5]. Negydomas ADS gali turėti reikšmingą neigiamą poveikį asmens funkcionavimui akademinio, socialinio ir profesinio gyvenimo srityse [1].

Nuo 1930-ųjų metų pirmo pasirinkimo priemone ADS turinčių asmenų gydymui yra laikomas farmakologinis gydymas, naudojant psichostimuliuojančius medikamentus. Nors daugelyje pasaulio šalių šio sutrikimo gydymo tradicijos skiriasi, tačiau dažniausiai yra naudojami metilfenidato ir amfetamino tipo psichostimuliuojančiųjų medžiagų vaistiniai preparatai [6]. Šių medikamentų veikimo mechanizmas yra panašus ir tokie preparatai vaikų populiacijoje yra laikomi efektyviais, gydant su ADS susijusius smegenų vykdomųjų funkcijų sutrikimus [7]. Nepaisant to, psichostimuliuojantys medikamentai pasižymi šalutiniais poveikiais, įskaitant santykinai dažnai pasitaikančius – nemigą (11-30 proc.), galvos skausmus (12-15 proc.), valgymo sutrikimus (12-13 proc.), pilvo skausmus (6-12 proc.) bei emocijų labilumą (2-10 proc.) [8]. Taip pat, klinikinės medicinos ekspertų patirtis rodo, jog norint išlaikyti pastovų medikamento efektyvumą, palaiapsniui reikia didinti jo dozę dėl sumažėjusio organizmo atsako į vaisto poveikį, o tai dar labiau didina tikimybę pasireikšti šalutiniams poveikiams [9]. Atsižvelgiant į tai, jog psichostimuliuojančių medikamentų vartojimas gali reikšmingai pabloginti paciento gyvenimo

kokybę, siekiama atrasti efektyvių nefarmakologinių ADS gydymo metodų ar šių metodų kombinacijų [6].

**Darbo naujumas ir teorinė reikšmė:** Sparti mokslo ir technologijų pažanga suteikė galimybę apjungti tradicinius gydymo metodus, sėkmingai taikomus kitų sutrikimų neuroreabilitacijoje. Didelio mokslininkų susidomėjimo sulaukė kompiuterizuotų technologijų, leidžiančių vienu metu taikyti fizinius ir kognityvinius stimulus, panaudojimo galimybės [10]. Tačiau duomenų apie tradicinių intervencijų, skirtų kognityvinių funkcijų gerinimui, taikymą ADS turinčių asmenų populiacijoje, taip pat, yra palyginti nedaug [6]. Šiame darbe nagrinėjame dviejų tipų intervencijų efektyvumą: 1) Fizinio aktyvumo intervencijos be kognityvinės stimuliacijos – nustatyta, jog fizinio aktyvumo metu organizme vykstantys neurofiziologiniai ir neurocheminiai pokyčiai skatina galvos smegenų reorganizaciją, didina smegenų plastiškumą bei gerina gebėjimą mokytis [11]. Vis daugiau tyrimų atkreipia dėmesį į fizinio aktyvumo naudą žmogaus kognityvinėms funkcijoms. Tačiau prieštaringi bendrosios populiacijos tyrimų rezultatai rodo poreikį susisteminti duomenis, gautus tiriant ADS turinčių vaikų populiaciją [12]. Kognityvinė stimuliacija, plačiąja prasme, suvokiama kaip veiklos, kuriomis siekiama skatinti mąstymą ir atmintį [13]. Tačiau ADS gydymo galimybes nagrinėjančioje literatūroje šia sąvoka dažnai apibūdinamas ir kognityvinių užduočių atlikimas, naudojant kompiuterines programas [14]. 2) Kombinuotos fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijos – ADS turinčių vaikų gydyme dažniausiai sutinkamos dvigubos užduoties arba aktyvių vaizdo žaidimų (angl. *exergames*) pavidalu [10]. Aktyvių vaizdo žaidimų sąvoka apibūdina technologijas, kurių metu vaizdo žaidimo konceptas sujungiamas su fizinių pratimų atlikimu, t.y. kompiuterinio žaidimo veikėjas yra valdomas kūno judesių pagalba [15]. Aptinkama hipotezių, jog fizinių ir kognityvinių metodų derinys galėtų būti naudingesnis nei šių metodų taikymas atskirai, tačiau tyrimų rezultatai yra prieštaringi [16].

2020-ųjų lapkričio mėn. atlikus sisteminių apžvalgų paiešką *The Cochrane Library* duomenų bazėje ir *PROSPERO* (angl. *The International Prospective Register of Systematic Reviews*) tarptautiniame sisteminių literatūros apžvalgų registre, buvo aptiktos 29 sisteminės apžvalgos ar jų protokolai, susiję su ADS turinčių asmenų gydymu. Dauguma jų analizavo farmakologinių intervencijų poveikį, gydant šį sutrikimą turinčius asmenis ir vos keletas – nefarmakologinių, tokių kaip kognityvinė elgesio terapija, akupunktūra, meditacija, tėvų mokymas ir kita. Nebuvo aptikta sisteminių literatūros apžvalgų, kuriose būtų išnagrinėtas fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų poveikis ADS turinčių vaikų smegenų vykdomosioms funkcijoms nei kokybine, nei kiekybine perspektyva. Mūsų sisteminės literatūros apžvalgos rezultatai galėtų prisidėti prie šios žinių spragos užpildymo bei būti naudingi planuojant tolimesnius mokslinius tyrimus. Šiame darbe siekiame susistemintai pateikti klinikinių atsitiktinių

imčių tyrimų duomenis apie dviejų tipų fizinio aktyvumo – be arba su kognityvine stimuliacija – intervencijų poveikį ADS turinčių vaikų pagrindinėms smegenų vykdomosioms funkcijoms – darbinei atminčiai, kognityviniam impulsų slopinimui ir kognityviniam lankstumui.

**Sisteminės apžvalgos tikslas:** įvertinti fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos poveikį aktyvumo ir dėmesio sutrikimą turinčių vaikų smegenų vykdomosioms funkcijoms, analizuojant atliktus mokslinius tyrimus.

**Sisteminės apžvalgos uždaviniai:**

1) Atrinkti ir išanalizuoti mokslinius tyrimus, kuriuose pateikiama informacija apie aktyvumo ir dėmesio sutrikimą turinčių vaikų neuroreabilitacijoje taikomas fizinio aktyvumo intervencijas bei kombinuotas fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijas.

2) Susisteminti duomenis apie tokių intervencijų poveikį pagrindiniams smegenų vykdomųjų funkcijų komponentams (darbinei atminčiai, kognityviniam impulsų slopinimui, kognityviniam lankstumui) aktyvumo ir dėmesio sutrikimą turinčių vaikų populiacijoje.

## 2. TYRIMO ORGANIZAVIMAS IR METODIKA

### 2.1. Sisteminės mokslinės literatūros paieškos strategija

Sisteminė literatūros apžvalga parengta laikantis 2020 metų leidimo *PRISMA* (angl. *Preferred Reporting Item for Systematic Review and Meta-Analyses*) sisteminių literatūros apžvalgų ir metaanalizių rengimo metodinių rekomendacijų. Rekomendacijas sudaro 27 punktų kontrolinis sąrašas, kuriame yra išdėstyti kiekvienam sisteminės literatūros apžvalgos arba metaanalizės skyriui keliami reikalavimai [17]. Pagrindinis sisteminės apžvalgos klausimas ir tyrimo protokolas sudaryti pagal *PICO* modelį, atsižvelgiant į tikslinę populiaciją, vertinamą intervenciją, palyginamąją intervenciją bei tyrimo rezultatus [18]. Šiai sisteminei literatūros apžvalgai atlikti sudaryto *PICO* modelio aprašymas pateiktas 1 lentelėje. Sisteminės literatūros apžvalgos protokolas pateikiamas 1 priede. Atlikus sisteminę klinikinių atsitiktinių imčių tyrimų (toliau – KAIT) analizę, buvo siekiama atsakyti į probleminį klausimą: ar ADS turinčių vaikų populiacijoje fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijos turi poveikį smegenų vykdomosioms funkcijoms?

1 lentelė. *PICO* modelio aprašymas

Komponentas	Klinikinio klausimo dalies apibūdinimas
<b>P – populiacija</b> (angl. <i>population</i> )	Aktyvumo ir dėmesio sutrikimą turintys vaikai.
<b>I – intervencija</b> (angl. <i>intervention</i> )	Fizinio aktyvumo intervencijos be kognityvinės stimuliacijos arba kombinuotos fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos (dvigubos užduoties atlikimas, aktyvūs vaizdo žaidimai) intervencijos.
<b>C – palyginimas</b> (angl. <i>comparison</i> )	Vertinama intervencija yra lyginama su grupe, kurioje netaikoma, taikoma minimali arba standartinė intervencija.
<b>O – rezultatas</b> (angl. <i>outcome</i> )	Taikytų intervencijų poveikis pagrindinėms tiriamųjų smegenų vykdomosioms funkcijoms – darbinei atminčiai, kognityviniam impulsų slopinimui ir kognityviniam lankstumui.

Siekiant įvertinti tyrimo savalaikiškumą ir identifikuoti tinkamiausius raktažodžius, 2020 metų lapkričio mėn. buvo atlikta preliminari mokslinės literatūros paieška. Paieškoje naudojami raktažodžiai buvo pasirinkti naudojantis *MeSH* (angl. *Medical Subject Headings*) žodynu. Raktažodžių pasirinkimas buvo motyvuojamas siekiu apibūdinti: 1) ADS turinčių vaikų populiaciją; 2) Fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijas; 3) Smegenų

vykdomąsias funkcijas ir jų pagrindinius komponentus. Pagrindiniams raktažodžiams buvo ieškoma sinonimų. Preliminarios mokslinės literatūros paieškos metu buvo atrinkti optimaliausią rezultatų skaičių paieškos sistemose generuojantys raktažodžiai. Sisteminei mokslinės literatūros paieškai buvo naudojami anglų kalba įvesti raktažodžiai, pateikiami 2 lentelėje.

**2 lentelė.** Sisteminei mokslinių publikacijų paieškai naudoti raktažodžiai

<b>P – populiacija</b> (angl. <i>population</i> )	<b>I – intervencija</b> (angl. <i>intervention</i> )	<b>C – palyginimas</b> (angl. <i>comparison</i> )	<b>O – rezultatas</b> (angl. <i>outcome</i> )
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <i>attention deficit disorder with hyperactivity</i></li> <li>◦ <i>ADHD</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <i>physical activity</i></li> <li>◦ <i>physical training</i></li> <li>◦ <i>physical exercise*</i></li> <li>◦ <i>sports activity</i></li> <li>◦ <i>exergaming</i></li> <li>◦ <i>gamification</i></li> <li>◦ <i>cognitive stimulation</i></li> <li>◦ <i>computerized cognitive training</i></li> <li>◦ <i>computer-assisted rehabilitation</i></li> </ul>	–	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <i>executive function*</i></li> <li>◦ <i>executive control</i></li> <li>◦ <i>cognitive function*</i></li> <li>◦ <i>cognitive performance</i></li> <li>◦ <i>working memory</i></li> <li>◦ <i>inhibition</i></li> <li>◦ <i>cognitive flexibility</i></li> <li>◦ <i>behavior</i></li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <i>child*</i></li> <li>◦ <i>adolescent*</i></li> <li>◦ <i>preschooler*</i></li> <li>◦ <i>schoolchild*</i></li> <li>◦ <i>student*</i></li> </ul>			

Sisteminė mokslinės literatūros paieška atlikta Vilniaus universiteto prenumeruojamose duomenų bazėse – *PubMed (MEDLINE)* ir *Web of Science (Clarivate Analytics)*. Elektroninių mokslinės informacijos išteklių paieška buvo vykdoma nuo 2021 m. vasario mėn. iki 2022 m. vasario mėn. Paskutinės paieškos duomenų bazėse data – 2022 m. vasario mėn. 24 d. Mokslinių publikacijų buvo ieškoma duomenų bazių paieškos sistemose, taikant išplėstinę paiešką – pavienius raktažodžius Būlio loginiais operatoriais (angl. *Boolean operators*) jungiant į raktažodžių derinius. Mokslinės literatūros paieškos strategija pagal raktažodžių derinius pateikiama 3 lentelėje. Buvo pritaikyti publikavimo laikotarpio filtrai, siekiant atmesti anksčiau nei 2012 metais publikuotus straipsnius. Iš viso rastas 1551 mokslinės literatūros šaltinis. Besidubliuojantiems bibliografiniams įrašams pašalinti ir literatūros sąrašui kurti naudotos *Mendeley Web Importer (3.2.72 versija)* ir *Mendeley Desktop (1.19.8 versija)* kompiuterinės programos. Poreikio susisiekti su mokslinių publikacijų autoriais nebuvo.



**3 lentelė.** Mokslinės literatūros paieškos strategija pagal raktažodžių derinius

Raktažodžiai ir jų junginiai	Duomenų bazės	
	PubMed (MEDLINE)	Web of Science (Clarivate Analytics)
<i>attention deficit disorder with hyperactivity</i> OR <i>ADHD</i>	44 283	50 947
<i>child*</i> OR <i>adolescent*</i> OR <i>preschooler*</i> OR <i>schoolchild*</i> OR <i>student*</i>	4 429 640	4 079 536
<i>physical activity</i> OR <i>physical training</i> OR <i>physical exercise*</i> OR <i>sports activity</i> OR <i>exergaming</i> OR <i>gamification</i> OR <i>cognitive stimulation</i> OR <i>computerized cognitive training</i> OR <i>computer-assisted rehabilitation</i>	995 205	995 205
<i>executive function*</i> OR <i>executive control</i> OR <i>cognitive function*</i> OR <i>cognitive performance</i> OR <i>working memory</i> OR <i>inhibition</i> OR <i>cognitive flexibility</i> OR <i>behavior</i>	4 919 602	6 000 578
<b>Galutinė paieškos eilutė:</b> (((( <i>attention deficit disorder with hyperactivity</i> ) OR ( <i>ADHD</i> )) AND (((((( <i>child*</i> ) OR ( <i>adolescent*</i> )) OR ( <i>preschooler*</i> )) OR ( <i>schoolchild*</i> )) OR ( <i>student*</i> )))) AND (((((((((( <i>physical activity</i> ) OR ( <i>physical training</i> )) OR ( <i>physical exercise*</i> )) OR ( <i>sports activity</i> )) OR ( <i>exergaming</i> )) OR ( <i>gamification</i> )) OR ( <i>cognitive stimulation</i> )) OR ( <i>computerized cognitive training</i> )) OR ( <i>computer-assisted rehabilitation</i> )))) AND (((((((((( <i>executive function*</i> ) OR ( <i>executive control</i> )) OR ( <i>cognitive function*</i> )) OR ( <i>cognitive performance</i> )) OR ( <i>working memory</i> )) OR ( <i>inhibition</i> )) OR ( <i>cognitive flexibility</i> )) OR ( <i>behavior</i> ))))	1163	876

## 2.2. Mokslinių publikacijų atranka

Mokslinių publikacijų atranka buvo atliekama dviem etapais, pagal apibrėžtus įtraukimo ir neįtraukimo kriterijus. Mokslinių publikacijų atrankos kriterijai yra pateikiami 4 lentelėje. Pirmojo mokslinių publikacijų atrankos etapo metu buvo pašalinti pasikartojantys literatūros šaltiniai ir atrinktos tos mokslinės publikacijos, kurios pagal jų pavadinime ir santraukoje pateiktą

**4 lentelė.** Mokslinių publikacijų atrankos kriterijai

Įtraukimo kriterijai	Neįtraukimo kriterijai
<p>1) Su žmonėmis atlikti klinikiniai atsitiktinių imčių tyrimai, publikuoti anglų kalba bet kurioje pasaulio šalyje nuo 2012 iki 2022 metų.</p> <p>2) Tiriama vaikai (mokslinėje publikacijoje nurodytas tiriamųjų amžius ar amžiaus vidurkis &lt; 18 metų), turintys kliniškai (pagal Tarptautinės ligų klasifikacijos (toliau – TLK) diagnostinius kriterijus, Tarptautinio psichinių ligų registro (toliau – DSM) diagnostinius kriterijus) patvirtintą aktyvumo ir dėmesio sutrikimą. Įtraukiami bet kurio tipo ADS turintys asmenys.</p> <p>3) Tiriamiesiems taikytos fizinio aktyvumo arba kombinuotos fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos (dvigubos užduoties atlikimas, aktyvūs vaizdo žaidimai) intervencijos.</p> <p>4) Vertinamas intervencijos poveikis bent vienam pagrindiniam vykdomųjų funkcijų komponentui – darbinei atminčiai, kognityviniam impulsų slopinimui, kognityviniam lankstumui. Intervencijos poveikio vertinimui naudojami objektyvūs tyrimo metodai (neuropsichologiniai testai, magnetinio rezonanso tomografijos ar elektroencefalografijos tyrimai).</p>	<p>1) Konferencijų pranešimai, sisteminės literatūros apžvalgos, metaanalizės, baigiamieji darbai ar disertacijos, žvalgomieji tyrimai, kvazi-eksperimentai, kohortiniai, atvejo ir kontrolės tyrimai bei atvejų studijos. Tyrimai, atlikti su gyvūnais ar <i>in vitro</i>. Tyrimai, iš kurių stebėjimo laikotarpiu pasitraukė daugiau nei 20 proc. tiriamųjų.</p> <p>2) Tyrimai atlikti su sveikais, kitų sutrikimų turinčiais vaikais ar suaugusiais asmenimis.</p> <p>3) Tiriamiesiems taikytos fizinio aktyvumo nereikalaujančios kognityvinės stimuliacijos intervencijos, pavyzdžiui, kognityvinių funkcijų lavinimas kompiuterinėmis programomis ar šių funkcijų lavinimas, panaudojant nervinį grįžtamąjį ryšį. Fizinio aktyvumo intervencijos taikytos tik kontrolinei grupei, tačiau informacijos apie intervencijos pobūdį, dozavimą, krūvio intensyvumą ir kitus parametrus nepateikta.</p> <p>4) Vertinamas intervencijos poveikis kitiems smegenų vykdomųjų funkcijų komponentams ar akademiniam pasiekimams. Intervencijos poveikio vertinimui naudojami subjektyvūs tyrimo metodai (ADS simptomų reitingavimo skalės, klausimynai).</p>

informaciją galimai atitiko iš anksto nustatytus atrankos kriterijus. Buvo atmestos mokslinės publikacijos, kurios neatitiko bent vieno iš įtraukimo kriterijų arba atitiko bent vieną iš

neįtraukimo kriterijų. Jeigu iš pavadinime ar santraukoje pateiktos informacijos nepavyko pagrįstai įvertinti mokslinės publikacijos atitiktis nustatytiems atrankos kriterijams, publikacija buvo įtraukiama į antrąjį mokslinių publikacijų atrankos etapą. Pirmajame etape buvo atrinkta 120 mokslinių publikacijų, kurios įtrauktos į tolimesnį atrankos procesą.

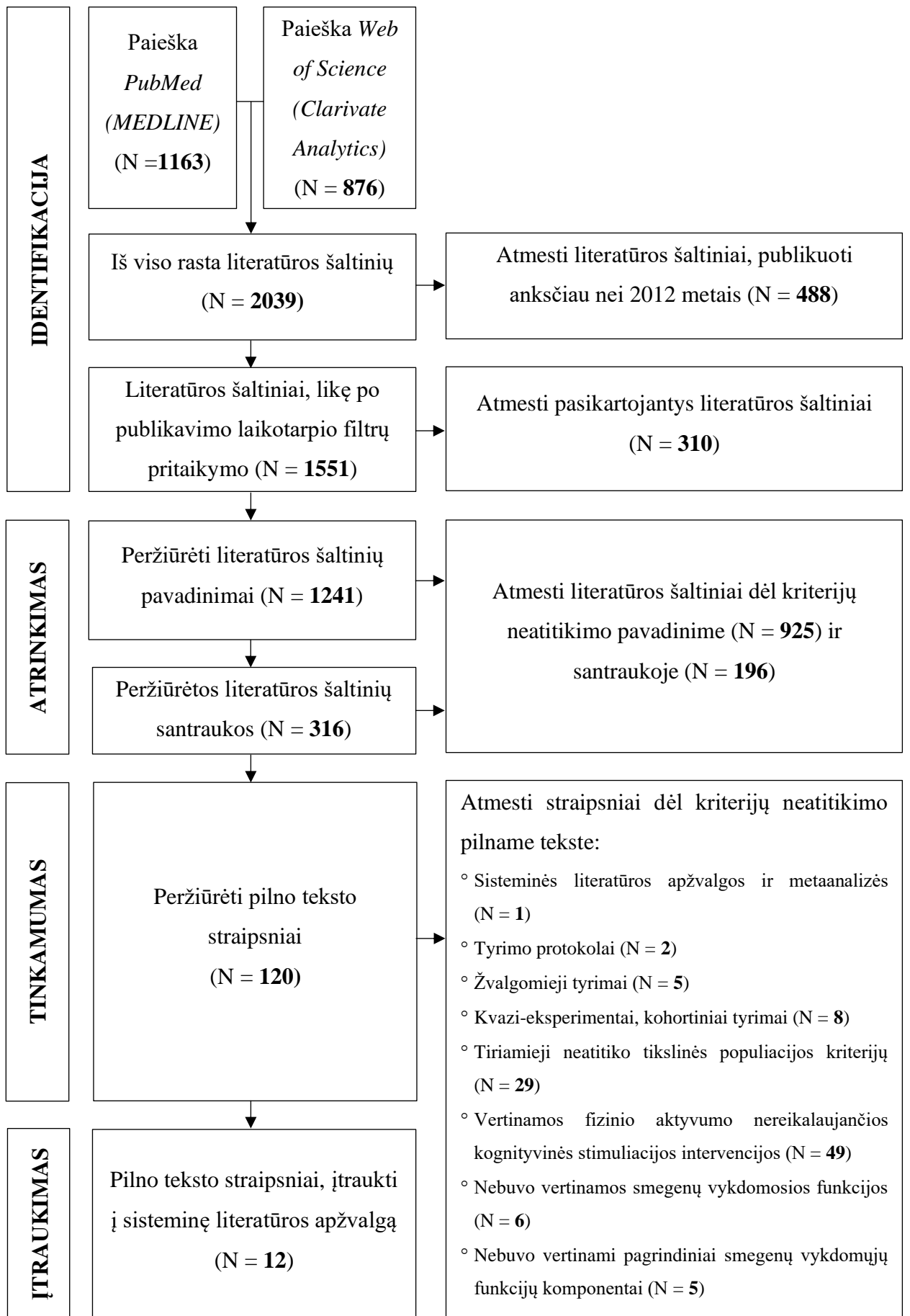
Antrajame mokslinių publikacijų atrankos etape įvertinta pilno teksto publikacijų atitiktis nustatytiems atrankos kriterijams. Nurodytas į sisteminę literatūros apžvalgą neįtrauktų pilno teksto publikacijų skaičius ir neįtraukimo priežastys. Taip pat, šio etapo metu buvo vertinama 13 mokslinių publikacijų kokybė. Detalesnė informacija apie publikacijų kokybės vertinimo rezultatus pateikiama šio darbo 3.1. poskyryje. Mokslinių publikacijų kokybės vertinimo metu buvo atmestas vienas straipsnis. Iš viso į sisteminę literatūros apžvalgą įtraukta 12 straipsnių. Mokslinių publikacijų atrankos proceso schema pagal *PRISMA* sisteminių literatūros apžvalgų ir metaanalizių rengimo metodines rekomendacijas (angl. *PRISMA flow diagram*) pateikta 1 pav.

Atsižvelgiant į baigiamiesiems darbams keliamus reikalavimus, šią sisteminę literatūros apžvalgą rengė viena tyrėja. Siekiant užtikrinti objektyvesnę mokslinių publikacijų atranką ir sumažinti žmogiškųjų klaidų riziką, atrankos dalis buvo kartojama du kartus [19]. Naudotas publikacijų kiekis, aptiktas paskutinės paieškos metu, tarp pakartojimų išlaikytas dviejų savaitių trukmės laikotarpis. Apskaičiuotas dviejų pakartojimų vidinis patikimumas (angl. *intra-rater reliability*). Šiuo atveju naudojome intraklasinės koreliacijos koeficientą – ICC (angl. *intraclass correlation coefficient*). Skaičiavimai atlikti statistine programa (*IBM® SPSS® Statistics 28*). Apskaičiuota ICC reikšmė lygi 1,000 (95 proc. pasikliautinis intervalas (toliau – PI): 0,999 – 1,000). Gauti rezultatai parodo, jog sutapimas tarp tos pačios tyrėjos skirtingais laiko momentais atlikto duomenų interpretavimo yra beveik idealus [20].

## **2.3. Duomenų gavimas (ekstrakcija)**

### **2.3.1. Tyrimų sisteminių klaidų rizikos ir kokybės vertinimo metodai**

Įtrauktų mokslinių publikacijų sisteminių klaidų vertinimui buvo naudojamas klinikiniam atsitiktinių imčių tyrimams pritaikytas *Cochrane* šališkumo rizikos vertinimo įrankis – *RoB 2* (angl. *A revised Cochrane risk of bias tool for randomized trials*). Šis įrankis suteikia galimybę įvertinti šališkumo riziką, kylančią klinikinio atsitiktinių imčių tyrimo metu vertinant tam tikros intervencijos poveikį. Šališkumo rizika *RoB 2* instrumentu vertinama penkiose pagrindinėse srityse: D1 – šališkumas, atsiradęs atsitiktinio tiriamųjų grupių sudarymo metu (angl. *bias arising from randomisation process*), D2 – šališkumas dėl nukrypimų nuo numatytos intervencijos (angl. *bias due to deviations from intended interventions*), D3 – šališkumas dėl trūkstančių tirtų rodiklių



1 pav. Mokslinių publikacijų atrankos proceso schema

duomenų (angl. *bias due to missing outcome data*), D4 – šališkumas dėl rodiklių tyrimo metodų (angl. *bias in measurement of the outcome*), D5 – šališkumas dėl selektyvaus rezultatų dokumentavimo (angl. *bias in selection of the reported result*) [21]. Taip pat, vertinant tyrimų kokybę, buvo atsižvelgta į tai, kokia procentinė dalis tiriamųjų pasitraukė iš tyrimo. Laikoma, jog tyrimas netinkamas tolimesnei analizei, jei iš tyrimo pasitraukė daugiau nei 20 procentų tiriamųjų. Į šiuos duomenis atsižvelgta priimant sprendimą dėl bendro tyrimo kokybės įvertinimo [22].

### 2.3.2. Mokslinių publikacijų duomenų rinkimo metodai

Mokslinėse publikacijose pateiktų duomenų rinkimas buvo vykdomas pildant pagal *Cochrane* sisteminių literatūros apžvalgų rengimo metodines rekomendacijas *Microsoft Office Excel (16.60 versija)* kompiuterine programa sudarytas lentelės [18]. Lentelėse buvo kaupiama ir sisteminama informacija apie:

- pagrindinius tyrimo autorius, tyrimo publikavimo metus;
- tyrimo tipą, duomenų bazę, kurioje aptikta mokslinė publikacija, žurnalą, žurnalo poveikio faktorių (2020 metų duomenimis), mokslinės publikacijos cituojamumą, pagrindinio autoriaus H-indeksą, šalį, kurioje parengta mokslinė publikacija;
- pagrindinė informacija apie tyrimo dalyvius – amžiaus intervalas, amžiaus vidurkis (visos imties/atskirų grupių), procentinis pasiskirstymas pagal lytį, imties dydis.
- ADS diagnostinius kriterijus, procentinį pasiskirstymą pagal ADS tipus;
- ADS gydymui skirtų psichostimuliuojančių medikamentų vartojimą, atsižvelgiant į galimą šių medikamentų vartojimo poveikį ištyrimo rezultatams. Šis sisteminės duomenų analizės kriterijus pasirinktas, atsižvelgiant į H. G. H. Tamminga su bendraautorais 2021 metais publikuoto placebo kontroliuojamo klinikinio atsitiktinių imčių tyrimo rezultatus. Tyrimo duomenys parodė, jog 16 savaičių trukmės metilfenidato vaistinių preparatų vartojimas reikšmingai pagerino 10-12 metų amžiaus ADS turinčių berniukų darbinės atminties vertinimui skirtos „N-atgal“ užduoties (angl. *The n-Back Task*) įverčius. Tačiau pakartotinio ištyrimo, atlikto praėjus vienai savaitei nuo farmakologinio gydymo pabaigos, rezultatai parodė, jog teigiamas metilfenidato poveikis išnyksta, nutraukus gydymą medikamentais [23];
- tiriamajai/tiriamosioms ir kontrolinei grupei priklausiusiems tyrimo dalyviams taikytas intervencijas;
- intervencijos taikymo vietą (universiteto laboratorijoje, sporto salėje, gydymo įstaigoje ar tiriamųjų namuose);
- išsamesnė informacija apie eksperimentinį veiksni – intervencijos taikymo pobūdį (taikyta vienkartinė intervencija ar ilgalaikis treniravimas), taikytos vienkartinės intervencijos trukmę

(minutėmis), taikyto ilgalaikio treniravimo programos trukmę (savaitėmis/metais) ir vieno užsiėmimo trukmę (minutėmis), dažnį (kartais per dieną/savaitę), krūvio intensyvumą (procentais nuo maksimalaus širdies susitraukimo dažnio (toliau – ŠSD)), krūvio intensyvumo kontrolės metodus, registruotus šalutinius poveikius;

- vykdomųjų funkcijų vertinimui taikytus objektyvius metodus, pagrindinius rezultatus bei tyrimų išvadas.

### **2.3.3. Mokslinių publikacijų duomenų apdorojimo metodai**

Į sisteminę literatūros apžvalgą įtrauktose mokslinėse publikacijose aprašyti klinikiniai atsitiktinių imčių tyrimai pasižymėjo klinikiu heterogenišku [24]. Klinikinio heterogeniško sąvoka apibūdina skirtumus tarp bendrųjų tiriamųjų duomenų (lyties, amžiaus, sutrikimo tipo, medikamentų vartojimo statuso ir kt.), rodiklių matavimo būdų, stebėjimo laikotarpio, laiko intervalų tarp vykdytų ištyrimų, taikytų intervencijų charakteristikų (dozavimo, intervencijų taikymo dažnio ir kt.) [18]. Norint mokslinių publikacijų autorių pateiktus duomenis palyginti tarpusavyje, buvo atlikti tam tikri duomenų supaprastinimai ir aritmetinės operacijos. Su smegenų vykdomųjų funkcijų vertinimo metodais susiję supaprastinimai aptariami šio darbo 2.3.4. skyrelyje. Atliktų aritmetinių operacijų būdu gauti duomenys šio darbo 3 skyriuje pateikiamose lentelėse žymimi sutartiniu ženklu – žvaigždute (\*). Jei mokslinėje publikacijoje buvo nurodytas tyrimo dalyvių pasiskirstymas pagal lytį, ADS tipus ar medikamentų vartojimo statusą, išreikštas natūraliaisiais skaičiais, šį rodiklį pateikėme procentine išraiška. Jeigu mokslinėje publikacijoje buvo pateikiamas atskirų grupių amžiaus vidurkis, apskaičiavome kombinuotą vidurkį (angl. *combined mean*). Jeigu medikamentų vartojimas procentine išraiška buvo nurodytas atskirose grupėse, šį rodiklį pateikėme įverčių vidurkiu. Iš tyrimų pasitraukusių dalyvių dalis pateikiama procentine išraiška. Taip pat, apskaičiavome bendrą ilgalaikio treniravimo intervencijų trukmę minutėmis.

### **2.3.4. Smegenų vykdomųjų funkcijų vertinimo metodai**

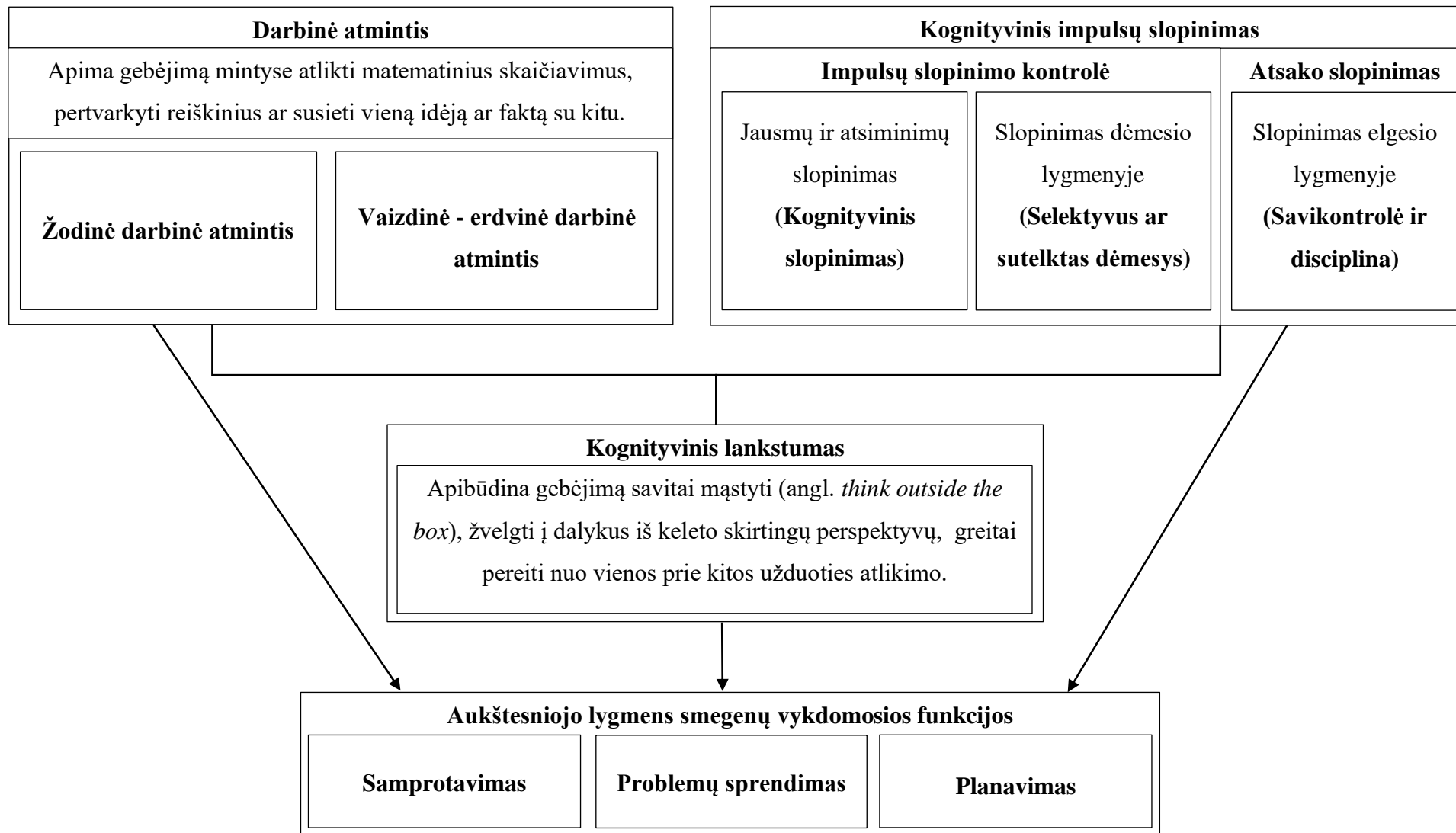
Smegenų vykdomosios funkcijos yra skėtinis terminas (angl. *umbrella term*), apjungiantis sąmoningai elgesio ir veiksmų kontrolei reikalingus kognityvinius procesus. Mokslinėje literatūroje galima aptikti įvairių smegenų vykdomųjų funkcijų klasifikavimo pavyzdžių [25]. Rengiant šią sisteminę literatūros apžvalgą, pasirinkta naudoti JAV neuromokslų profesorės A. Diamond aprašytą smegenų vykdomųjų funkcijų klasifikaciją, kuri prestižinėje *Web of Science (Clarivate Analytics)* duomenų bazėje apibūdinama kaip labiausiai cituojama (angl. *highly cited*) – pacituota jau 4707 kartus. Remdamiesi šia klasifikacija, analizavome skirtingų fizinio aktyvumo

ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų poveikį trims pagrindiniams smegenų vykdomųjų funkcijų komponentams – darbinei atminčiai, kognityviniam impulsų slopinimui ir kognityviniam lankstumui. Šių komponentų pagrindu yra sukuriamos prielaidos sėkmingam aukštesniųjų smegenų vykdomųjų funkcijų, tokių kaip samprotavimas, problemų sprendimas ir planavimas, funkcionavimui [5]. Smegenų vykdomųjų funkcijų tarpusavio sąveiką iliustruojanti schema pateikiama 2 pav.

Smegenų vykdomųjų funkcijų sutrikimai dažnai yra vertinami neuropsichologiniais testais, kurie kritikuojami dėl riboto pakartotinių testavimų patvirtinto patikimumo (angl. *test-retest reliability*). Manoma, jog tik naujų užduočių atlikimas gali patikimai įvertinti smegenų vykdomąsias funkcijas, o atliekant pakartotinius ištyrimus, testų naujumo elementas yra prarandamas. Taip pat, pastebima ribota tokių testavimų nauda reabilitacijoje, nes nėra aiškaus ryšio tarp neuropsichologinių testų rezultatų ir paciento kasdieninėje veikloje patiriamų sunkumų [25]. Galima manyti, jog šios priežastys lemia moksliniuose tyrimuose naudojamų smegenų vykdomųjų funkcijų vertinimo metodų įvairovę [26]. Kiekvienam pagrindiniam smegenų vykdomųjų funkcijų komponentui vertinti skirti tradiciniai neuropsichologiniai testai pateikiami 5 lentelėje.

Mokslinėje literatūroje galima aptikti įvairių smegenų vykdomosioms funkcijoms vertinti skirtų metodų, metodų kombinacijų ar šių metodų modifikacijų, nes visuotinio susitarimo testavimo klausimu kol kas nėra. Daugėja įrodymų, jog kitų objektyviais laikomų metodų, tokių kaip magnetinio rezonanso tomografijos tyrimo (toliau – MRT) ar elektroencefalografijos (toliau – EEG), taikymas galėtų būti naudingas smegenų vykdomųjų funkcijų sutrikimų diagnostikoje [27]. Neurovaizdavimo technologijų, tokių kaip funkcinio MRT (toliau – fMRT), derinimas su neuropsichologinių testų atlikimu ir pozitronų emisijos tomografija parodė, jog ADS turintiems asmenims būdingas darbinės atminties sutrikimas gali būti siejamas su sumažėjusiu pilkosios medžiagos kiekiu prefrontalinėje galvos smegenų žievėje ir uodeguotajame branduolyje [28]. Kiekybinė EEG analizė, kitaip apibūdinama kaip kiekybinė smegenų bangų analizė, taip pat yra naudojama klinikinėje praktikoje dėl tokios vertinimo metodikos privalumų. Kiekybinė EEG yra neinvazinis metodas, neturintis neigiamo poveikio, siejamo su radiologinės diagnostikos metodais, tačiau tokios priemonės patikimumas psichikos sutrikimų diagnostikoje nėra iki galo aiškus [29].

Mokslinėse publikacijose aptariamais smegenų vykdomųjų funkcijų vertinimo metodais šiame darbe buvo grupuojami į tris kategorijas pagal vertinamą komponentą (darbinę atmintį, kognityvinį impulsų slopinimą, kognityvinį lankstumą). Grupavimas buvo atliekamas remiantis mokslinių publikacijų autorių nurodyta informacija. Tačiau jeigu mokslinėje publikacijoje neuropsichologinis testas buvo įvardijamas kaip bendram smegenų vykdomųjų funkcijų vertinimui skirtas metodas, vertinamą komponentą nustatėme pagal A. Diamond pateikiamą



2 pav. Smegenų vykdomųjų funkcijų tarpusavio sąveikos schema [5]



testų klasifikaciją [5]. Aprašinėdami rezultatus neįtraukėme vertinimo metodų, kurių negalėjome priskirti nei vienai iš šių trijų kategorijų (pavyzdžiui, skaitymo ar matematinių įgūdžių vertinimo metodai).

**5 lentelė.** Neuropsichologiniai testai smegenų vykdomųjų funkcijų komponentų vertinimui [5,23]

<b>Smegenų vykdomųjų funkcijų komponentas</b>	<b>Testas</b>
Darbinė atmintis	Skaičių sekos atkartojimo užduotis (angl. <i>The Digit-Span Task</i> )
	Raidžių ir skaičių sekos užduotis (angl. <i>The Letter-Number Sequencing Task</i> )
	Corsi blokelių tepingo testas (angl. <i>The Corsi Block-tapping Test</i> )
	„N-atgal“ užduotis (angl. <i>The n-Back Task</i> )
Kognityvinis impulsų slopinimas	Stroop spalvų ir žodžių testas (angl. <i>The Stroop Color and Word Test</i> )
	Simon užduotis (angl. <i>The Simon Task</i> )
	Eriksen šoninių rodyklių užduotis (angl. <i>The Eriksen Flanker Task</i> )
	„Eiti/Neiti“ atsako slopinimo įvertinimo paradigma (angl. <i>The Go/No-Go Paradigm</i> )
	„Stop-signal“ atsako slopinimo įvertinimo paradigma (angl. <i>The Stop-Signal Paradigm</i> )
Kognityvinis lankstumas	Wisconsin kortelių rūšiavimo testas (angl. <i>The Wisconsin Card Sorting Test</i> )
	Skaičių ir raidžių sujungimo testas (angl. <i>The Trail Making Test</i> )

### 2.3.5. Intervencijų poveikio vertinimo metodai

Mokslinėse publikacijose nagrinėjamų intervencijų poveikiui vertinti taikytas rezultatų aprašymo duomenų sintezės metodas. Aprašomosios analizės metu nagrinėtų intervencijų poveikis ADS turinčių vaikų smegenų vykdomosioms funkcijoms buvo vertinamas, remiantis statistinio ir klinikinio reikšmingumo kriterijais:

1) Tyrimo atlikimo laikotarpiu tarp analizuojamų grupių nustatytas statistiškai reikšmingas rezultatų skirtumas, atsižvelgiant į mokslinėje publikacijoje apibrėžtą reikšmingumo lygmens  $\alpha$  reikšmę.

2) Tyrimo atlikimo laikotarpiu tarp analizuojamų grupių nustatytas kliniškai reikšmingas rezultatų skirtumas – naudojamas intervencijų poveikio dydžio vertinimas.

Šioje sisteminėje literatūros apžvalgoje mokomaisiais tikslais buvo atliekamos nesudėtingos metaanalitinės duomenų pertvarkymo procedūros. Vertinome intervencijų poveikio dydį trims pagrindiniams smegenų vykdomųjų funkcijų komponentams – darbinei atminčiai, kognityviam impulsų slopinimui ir kognityviam lankstumui. Jeigu mokslinėje publikacijoje nebuvo pateikiamas autorių apskaičiuotas standartizuotas vidurkių skirtumas – Coheno *d*, jį apskaičiavome iš kitų mokslinėje publikacijoje pateiktų duomenų. Daugeliu atvejų, poveikio dydis buvo skaičiuojamas, panaudojant vidurkių ir standartinių nuokrypių reikšmes. Taip pat, buvo skaičiuojamas šio dydžio 95 procentų pasikliautinis intervalas. Skaičiavimams atlikti naudojome internete laisvai prieinamas *R (4.2.0 versija)* ir *R Studio (2022.02.1+461 versija)* kompiuterines programas. Naudojome metaanalitinių duomenų pertvarkymo procedūrų atlikimui pritaikytus *tidyverse* [30], *meta* [31] ir *metafor* [32] paketus. Atlikdami skaičiavimus, vadovavomės M. Harrer ir bendraautorių parengtu leidiniu, kuriame detalai aprašomi metaanalitinių duomenų pertvarkymo procedūrų atlikimo žingsniai [33]. Tais atvejais, kai tyrėjai pateikė poveikio dydžius, išreikštus dalinio Eta - kvadrato koeficientu (toliau –  $\eta^2$ ), atlikome šio dydžio konvertavimą į Coheno *d*. Šiai skaičiavimų daliai atlikti buvo naudojama *Microsoft Office Excel (16.60 versija)* kompiuterinė programa. Konvertavimui panaudojome žemiau pateikiamą formulę [34].

$$\text{Coheno } d = 2 \times \sqrt{\frac{\eta^2}{1 - \eta^2}}$$

Siekėme, jog vienoje mokslinėje publikacijoje pateikiami vertinimo metodų duomenys generuotų vieną poveikio dydžio, vertintam smegenų vykdomųjų funkcijų komponentui, reikšmę. Pavyzdžiui, jeigu tyrime buvo naudojamas Stroop spalvų ir žodžių testas bei pateikiamos skirtingomis sąlygomis atlikto testo rodiklių reikšmės, apskaičiavome bendrą intervencijos poveikio dydį kognityviam impulsų slopinimui [35]. Skaičiuodami standartizuotą vidurkių skirtumą, atsižvelgėme į tyrimuose naudojamus smegenų vykdomųjų funkcijų vertinimo metodus – ar pageidautinas teigiamas (pavyzdžiui, teisingų atsakymų skaičiaus padidėjimas), ar neigiamas (pavyzdžiui, neteisingų atsakymų skaičiaus sumažėjimas) vertintų rodiklių pokytis tarp atliktų ištyrimų. Priklausomai nuo to, poveikio dydžio skaičiavimus organizavome tokiu būdu, jog gautoji neigiama Coheno *d* reikšmė būtų suvokiama kaip palanki tyrimo kontrolinei grupei, teigiama – palanki tyrimo eksperimentinei grupei. Poveikio dydis buvo apskaičiuotas 76 kintamiesiems, tačiau po atliktų metaanalitinių duomenų pertvarkymo procedūrų, šiame darbe pateikiame 23 bendrus intervencijų poveikio dydžio įverčius trims pagrindiniams smegenų vykdomųjų funkcijų komponentams – darbinei atminčiai (prieš duomenų pertvarkymą – 17 įverčių, po – 7 įverčiai), kognityviam impulsų slopinimui (prieš duomenų pertvarkymą – 42 įverčiai, po – 10 įverčių) ir kognityviam lankstumui (prieš duomenų pertvarkymą – 17 įverčių, po – 6 įverčiai) [33]. Pagal visuotinai priimtą standartizuotu vidurkių skirtumu išreikštų poveikio

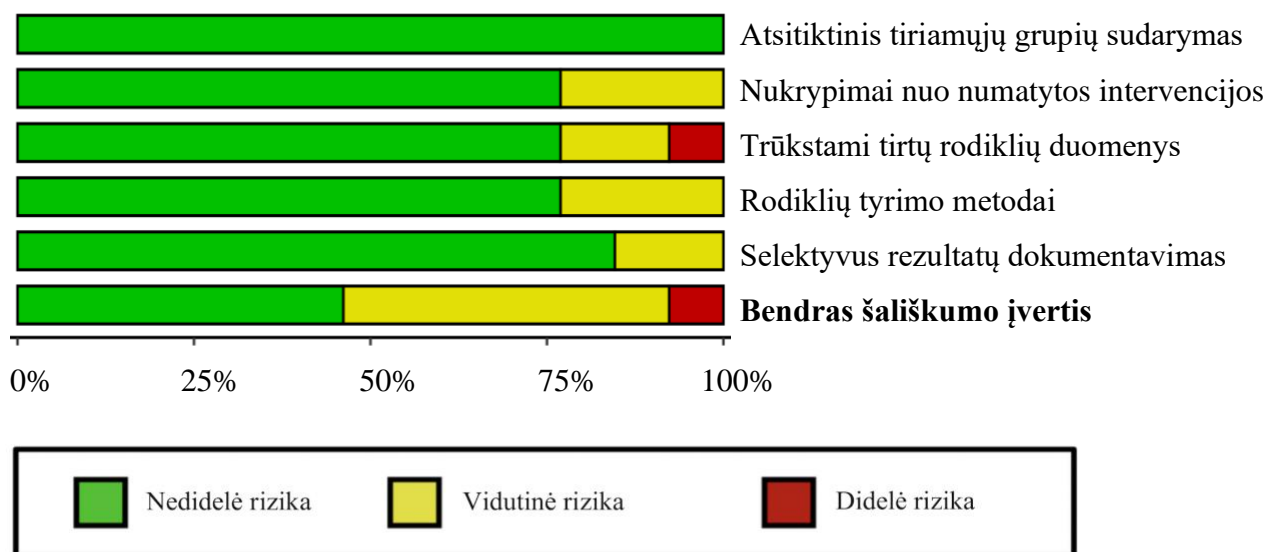
dydžių klasifikaciją, poveikis laikytinas nedideliu, jei Coheno  $d$  reikšmės patenka į intervalą  $0,00 \leq d \leq 0,49$ , vidutiniu, jei  $0,50 \leq d \leq 0,79$  ir dideliu, jei  $d \geq 0,80$  [36].

### 3. TYRIMO REZULTATAI

#### 3.1. Tyrimų sisteminių klaidų ir kokybės vertinimo rezultatai

Atlikus 13 mokslinių tyrimų sisteminių klaidų ir kokybės įvertinimą *RoB 2* instrumentu, nustatyta, jog šeši tyrimai pasižymėjo nedidele šališkumo rizika, tokie tyrimai laikyti aukštos kokybės. Šešių tyrimų šališkumo rizika įvertinta kaip vidutinė, tačiau bendra tyrimų kokybė laikoma priimtina. Vienas tyrimas pasižymėjo didele šališkumo rizika, todėl buvo laikomas netinkamu tolimesnei analizei ir į ją įtrauktas nebuvo. Mokslinių publikacijų kokybės vertinimo duomenys pateikiami 6 lentelėje, sudarytoje panaudojant *RoB 2* vizualizacijos įrankį [21]. Analizuodami į sisteminę literatūros apžvalgą įtrauktų mokslinių publikacijų dalyvių pasitraukimo iš tyrimo rodiklius, pastebime, jog šešiuose tyrimuose buvo išlaikytas pirminis imties dydis. Kituose tyrimuose pasitraukusių dalyvių dalis svyravo nuo 3,3 iki 14,3 proc. Analizuotų mokslinių publikacijų šališkumo rizikos vertinimo *RoB 2* įverčių penkiose pagrindinėse srityse procentinis pasiskirstymas pateikiamas 3 paveiksle.

3 pav. Šališkumo rizikos pasiskirstymas *RoB 2* vertinimo srityse



Aptardami silpnąsias analizuotų tyrimų puses, galime pastebėti, jog 23,07 proc. KAIT padidėjusi šališkumo rizika fiksuota dėl aiškiai neįvardintų nukrypimų nuo numatytos intervencijos (pavyzdžiui, nebuvo pateikiama informacija apie tyrimo maskavimą), dėl trūkstamų tirtų rodiklių duomenų (pavyzdžiui, iš tyrimo pasitraukė daugiau nei 20 proc. tiriamųjų) ir dėl neapibrėžtų tyrimo metodų pasirinkimo motyvų (pavyzdžiui, publikacijų autoriai nurodo atliktą tradicinių metodų modifikacijų, tačiau neapibūdina atliktų modifikacijų poveikio metodų

patikimumui ar validumui). 15,38 proc. analizuotų mokslinių publikacijų padidėjusi šališkumo rizika stebėta dėl selektyvaus rezultatų dokumentavimo (pavyzdžiui, nepateikiami taikytų metodų būdu gauti rezultatai).

**6 lentelė.** Mokslinių publikacijų kokybės vertinimo suvestinė

Mokslinė publikacija	RoB 2 vertinimas					Iš tyrimo pasitraukusių dalyvių dalis, proc.	Bendras tyrimo kokybės įvertinimas
	D1	D2	D3	D4	D5		
Benzing ir kt. (2018) [37]	+	+	+	-	+	9,8	Priimtina
Benzing, Schmidt (2019) [38]	+	-	+	-	+	13,7	Priimtina
Chang ir kt. (2012) [39]	+	+	+	+	+	0,0	Aukšta
Choi ir kt. (2015) [40]	+	+	-	+	-	14,3	Priimtina
Gawrilow ir kt. (2016) [41]	+	+	+	+	+	0,0	Aukšta
Kadri ir kt. (2019) [42]	+	+	+	+	+	0,0	Aukšta
Memarmoghaddam ir kt. (2016) [43]	+	+	+	-	+	10,0	Priimtina
Nejati (2021) [44]	+	-	+	+	+	3,3	Priimtina
Nejati, Derakhshan (2021) [45]	+	+	+	+	+	0,0	Aukšta
Pan ir kt. (2016) [46]	+	+	+	+	+	0,0	Aukšta
Silva ir kt. (2020) [47]	+	-	X	+	+	39,4	Žema
Yu ir kt. (2020) [48]	+	+	+	+	+	0,0	Aukšta
Ziereis, Jansen (2015) [49]	+	+	-	+	-	9,3	Priimtina

**D1** – šališkumas, atsiradęs atsitiktinio tiriamųjų grupių sudarymo metu;


**D2** – šališkumas dėl nukrypimų nuo numatytos intervencijos;


**D3** – šališkumas dėl trūkstamų tirtų rodiklių duomenų;


**D4** – šališkumas dėl rodiklių tyrimo metodų;

**D5** – šališkumas dėl selektyvaus rezultatų dokumentavimo

**RoB 2 vertinimo simbolių reikšmės**

 Didelė šališkumo rizika

 Vidutinė šališkumo rizika

 Nedidelė šališkumo rizika

### 3.2. Bendroji tyrimų charakteristika

Į sisteminę literatūros apžvalgą buvo įtraukta 12 klinikinių atsitiktinių imčių tyrimų. Visi tyrimai buvo aptikti vykdant paiešką *PubMed (MEDLINE)* duomenų bazėje. Septynios mokslinės

publikacijos parengtos Azijoje (Iranas, Taivanas, Kinija, Pietų Korėja) [39,40,43-46,48], keturios parengtos Europoje (Vokietija, Šveicarija) [37,38,41,49], viena parengta Afrikoje (Tunisas) [42]. Iš viso tyrimuose dalyvavo 469 ADS turintys vaikai. 11 publikacijų tiriamųjų amžius svyravo nuo 6 iki 18 metų, vienoje publikacijoje tiriamųjų amžius atrankos kriterijuose nurodytas nebuvo. Keturiuose tyrimuose tiriamąją imtį sudarė berniukai [40,41,43,46]. Kituose tyrimuose tiriamąją imtį sudarė abiejų lyčių vaikai. Iš jų septyniuose tyrimuose didžiąją imties dalį sudarė berniukai, jų procentinė dalis imtyje svyravo nuo 74 iki 96,7 proc. [37-39,42,45,49]. Viename tyrime didžiąją imties dalį (54 proc.) sudarė mergaitės [44].

Šešiuose tyrimuose ADS diagnozė tiriamiesiems patvirtinta, remiantis DSM-V ar ankstesnio leidimo diagnostiniais kriterijais [39,40,43,45,46,48]. Keturiuose tyrimuose ADS diagnozė tiriamiesiems patvirtinta, remiantis TLK-10 diagnostiniais kriterijais [37,38,41,49]. Dviejuose tyrimuose ADS diagnozė buvo patvirtinta specialisto, remiantis klinikiniais diagnostiniais kriterijais, tačiau detalesnės informacijos pateikta nebuvo [42,44]. Į keturis tyrimus buvo įtraukti visų tipų ADS turintys asmenys (vyrauja mišraus tipo ADS) [39,43,45,49], kituose tyrimuose – informacija apie ADS tipą nedetalizuojama. Septyniuose tyrimuose tiriamiesiems buvo taikytas farmakologinis gydymas [37-41,46,48]. Tiriamųjų dalis, kuriai buvo taikomas farmakologinis gydymas, aptariamuose tyrimuose svyravo nuo 26,67 iki 72,65 proc. Šešiuose iš šių tyrimų nebuvo atsižvelgiama į tiriamųjų medikamentų vartojimo statuso poveikį ištyrimo rezultatams [37-41,46]. Viename tyrime dalyvių buvo prašoma likus 24 valandoms iki ištyrimo nevertoti medikamentų [48]. Dviejuose tyrimuose dalyvavo tik medikamentų nevertojantys asmenys [42,43]. Viename iš jų, dalyviai turėjo nevertoti ir jokių maisto papildų [41]. Trijuose tyrimuose informacijos apie medikamentų vartojimo statusą nepateikta [44,45,49].

Keturiuose tyrimuose nagrinėjamas vienkartinį intervencijų poveikis smegenų vykdomosioms funkcijoms [37,39,41,48]. Trijuose iš jų nagrinėjamas fizinio aktyvumo intervencijų poveikis [39,41,48], viename – kombinuotų fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų poveikis [37]. Trys vienkartinės intervencijos vykdytos universitetų laboratorijose [39,41,48], viena – tiriamųjų namuose [37]. Aštuoniuose tyrimuose nagrinėjamas ilgalaikio treniravimo intervencijų poveikis smegenų vykdomosioms funkcijoms [38,40,42-46,49]. Trijuose iš jų – fizinio aktyvumo intervencijų poveikis [40,42,49], trijuose – kombinuotų fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų poveikis [38,43,46], dviejuose – lyginamas kombinuotų intervencijų ir fizinio aktyvumo intervencijų poveikis [44,45]. Penkios ilgalaikio treniravimo intervencijos taikytos universitetų patalpose – sporto salėse [43,46], sporto mokslo institute [49], neuromokslinių tyrimų centre [44,45]. Likusiuose trijuose tyrimuose intervencijos taikytos ligoninėje [40], privačioje treniruočių salėje [42] arba tiriamųjų namuose [38].

Siekiant išpildyti baigiamiesiems darbams keliamus reikalavimus, buvo vertintas mokslinių publikacijų cituojamumas. Į sisteminę literatūros apžvalgą įtrauktų publikacijų cituojamumas svyravo nuo 0 (2021 metais publikuoti straipsniai [44,45], pagrindinio autoriaus H-indeksas – 21) iki 116 (2012 metais publikotas straipsnis [39], pagrindinio autoriaus H-indeksas – 34) citavimo kartų. Atsižvelgiant į šio rodiklio kintamumą, buvo priimtas sprendimas darbe pateikiamose lentelėse atvaizduoti, šiuo atveju, objektyvesnį mokslometrijos rodiklį – žurnalo poveikio faktorių. Bendroji mokslinių publikacijų charakteristika pateikiama 7 lentelėje. Lentelėje straipsniai yra klasifikuojami pagal taikytos intervencijos pobūdį – vienkartinė intervencija ar ilgalaikis treniravimas ir reitinguojami pagal žurnalo poveikio faktorių (2020 m. duomenimis).

7 lentelė. Bendroji mokslinių publikacijų charakteristika

Eilės Nr.	Mokslinė publikacija	Tyrimo tipas, duomenų bazė, žurnalas, žurnalo PF	Tyrimo dalyviai (N) <sup>1</sup>	ADS diagnostiniai kriterijai, tipai	Medikamentų vartojimas	EG taikytos intervencijos (N)	KG taikytos intervencijos (N)	Intervencijų taikymo vieta
<b>VIENKARTINĖS INTERVENCIJOS</b>								
<b>Fizinio aktyvumo intervencijos</b>								
1)	Yu ir kt. (2020) [48]	KAIT, <i>PubMed</i> ( <i>MEDLINE</i> ) <i>Scientific Reports</i> <b>4,380</b>	8-12 m. ADS turintys vaikai (amžiaus vidurkis – 9,9 ± 1,3 metai), abi lytys (96,7 proc.* – ♂) <b>N=30</b> Taivanas	<b>DSM-V</b> diagnostiniai kriterijai, nenurodyta	<b>26,67 proc.*</b> taikytas farmakologinis gydymas ( <b>87,5 proc.*</b> – psichostimuliuojantys medikamentai). Buvo prašoma likus 24 valandoms iki ištyrimo nevartoti medikamentų.	Ėjimo/ bėgimo intervencija ant bėgimo takelio <b>N = 15</b>	Sėdėdami žiūrėjo vaizdo įrašą <b>N = 15</b>	Universiteto laboratorija ( <i>National Taiwan Normal University</i> )
2)	Gawrilow ir kt. (2016) [41]	KAIT, <i>PubMed</i> ( <i>MEDLINE</i> )	8,3-13,6 m. ADS turintys (amžiaus vidurkis – 10,47 ± 1,49 metai) (100	<b>TLK-10</b> diagnostiniai kriterijai, nenurodyta	<b>70,2 proc.</b> tiriamųjų buvo gydomi metilfenidato vaistiniais	Šokinėjo ant batuto (tikslus grupės dydis	Sėdėdami spalvino paveikslėlius (tikslus grupės	Universiteto laboratorija ( <i>Eberhard Karls</i>



		<i>Journal of Attention Disorders</i> <b>3,256</b>	proc. – ♂) <b>N=47</b> Vokietija		preparatais.	nenurodytas)	dydis nenurodytas)	<i>University Tuebingen)</i>
<b>3)</b>	Chang ir kt. (2012) [39]	KAIT, <i>PubMed</i> ( <i>MEDLINE</i> ) <i>Archives of Clinical Neuropsychology</i> <b>2,813</b>	8-13 m. ADS turintys vaikai, (amžiaus vidurkis – 10,43 ± 0,90 metai) abi lytys (92,5 proc.* - ♂) <b>N=40</b> Kinija	<b>DSM-IV</b> diagnostiniai kriterijai, įtraukti visų tipų ADS turintys asmenys	Tiriamieji įtraukiami nepriklausomai nuo jų medikamentų vartojimo statuso.	Bėgimo treniruotė ant bėgimo takelio <b>N=20</b>	Sėdėdami žiūrėjo vaizdo įrašą <b>N=20</b>	Universiteto laboratorija ( <i>National Taiwan Sport University</i> )
<b>Kombinuotos fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijos</b>								
<b>1)</b>	Benzing ir kt. (2018) [37]	KAIT, <i>PubMed</i> ( <i>MEDLINE</i> ) <i>Scientific Reports</i> <b>4,380</b>	8-12 m. ADS turintys vaikai (amžiaus vidurkis – 10,48 ± 1,38 metai), abi lytys (82,6 proc. – ♂) <b>N=51</b> Šveicarija	<b>TLK-10</b> diagnostiniai kriterijai, nenurodyta	Dauguma tyrimo dalyvių (tiksliau nenurodyta) reguliariai vartojo psichostimuliuojančius medikamentus	Aktyvių vaizdo žaidimų intervencija <b>N=24<sup>2</sup></b>	Sėdėdami žiūrėjo vaizdo įrašą <b>N=22<sup>2</sup></b>	Tyrimo dalyvių namai

## ILGALAIKIO TRENIRAVIMO INTERVENCIJOS

### Fizinio aktyvumo intervencijos

<b>1)</b>	Choi ir kt. (2015) [40]	KAIT, <i>PubMed</i> ( <i>MEDLINE</i> ) <i>Medicine &amp; Science in Sports &amp; Exercise</i> <b>5,411</b>	13-18 m. ADS turintys vaikai (amžiaus vidurkis – 15,9 ± 1,2 metai), (100 proc. – ♂) <b>N=35</b> Pietų Korėja	<b>DSM-IV</b> diagnostiniai kriterijai, nenurodyta	Visi tiriamieji gydyti metilfenidato vaistiniu preparatu <i>Metadate CD<sup>TM</sup></i> 10-40 mg/d. Įtraukti tiriamieji, kuriems prieš tai <b>bent 6 mėn.</b> nebuvo taikytas farmakologinis gydymas.	Gydymas metilfenidatu + sporto terapija. <b>N=16</b>	Gydymas metilfenidatu + elgesio kontrolei skirtos edukacijos programa <b>N=17</b>	Universitetinė ligoninė ( <i>Chung-Ang University Hospital</i> )
<b>2)</b>	Kadri ir kt. (2019) [42]	KAIT, <i>PubMed</i> ( <i>MEDLINE</i> ) <i>International Journal of Environmental Research and Public Health</i> <b>3,390</b>	Amžius atrankos kriterijuose nenurodytas, ADS turintys vaikai (amžiaus vidurkis – 14,35 ± 3,25 metai), abi lytys (90 proc*. – ♂) <b>N=40</b>	Klinikiniai diagnostiniai kriterijai (detaliau nenurodyta), nenurodyta	Tiriamieji turėjo nevartoti jokių medikamentų ar maisto papildų. Nebuvo įtraukti asmenys, kurių ligos istorijoje aptikta duomenų apie pagumburio-	Specifiniai fiziniai pratimai – tekvondo treniruotės <b>N=20</b>	Užsiėmė fiziniu aktyvumu kūno kultūros pamokų metu <b>N=20</b>	Ištyrimai vykdyti universiteto laboratorijoje ( <i>University of Manouba</i> ) Treniruotės vyko privačioje

			Tunisas		hipofizės-antinksčių ašies aktyvumą pakeisti galinčių medikamentų vartojimą.			tekvondo treniruočių salėje ( <i>Dojang</i> )
<b>3)</b>	Ziereis, Jansen (2015) [49]	KAIT, <i>PubMed</i> ( <i>MEDLINE</i> ) <i>Research in Developmental Disabilities</i> <b>3,230</b>	7-12 m. ADS turintys vaikai (amžiaus vidurkis – 9,45 ± 1,43 metai), abi lytys (74 proc*. – ♂) <b>N=43</b> Vokietija	<b>TLK-10</b> diagnostiniai kriterijai, visų tipų ADS (detaliau nenurodyta)	Nenurodyta	<b>EG1:</b> specializuota fizinio aktyvumo intervencija <b>N=13</b> <b>EG2:</b> nespeciali- zuota fizinio aktyvumo intervencija <b>N=14</b>	Laukiančiųjų sąrašo kontrolinė grupė <b>N=16</b>	Universiteto sporto mokslo institutas ( <i>University of Regensburg</i> )
<b>Kombinuotos fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijos</b>								
<b>1)</b>	Benzing, Schmidt (2019) [38]	KAIT, <i>PubMed</i> ( <i>MEDLINE</i> ) <i>Scandinavian Journal of</i>	8-12 m. ADS turintys vaikai (amžiaus vidurkis	<b>TLK-10</b> diagnostiniai kriterijai,	<b>72,65 proc.*</b> tiriamųjų taikytas farmakologinis gydymas	Aktyvių vaizdo žaidimų intervencija <b>N=28</b>	Laukiančiųjų sąrašo kontrolinė grupė	Tyrimo dalyvių namai

		<i>Medicine &amp; Science in Sports</i> <b>4,380</b>	- 10,63 ± 1,32) , abi lytys (82,4 proc. – ♂) <b>N=51</b> Šveicarija	nenurodyta			<b>N=23</b>	
<b>2)</b>	Pan ir kt. (2016) [46]	KAIT, <i>PubMed</i> ( <i>MEDLINE</i> ) <i>Research in Developmental Disabilities</i> <b>3,230</b>	6-12 m. ADS turintys vaikai (EG amžiaus vidurkis – 8,93 ± 1,49 metai, KG – 8,85 ± 1,56 metai) (100 proc. – ♂) <b>N=32</b> Taivanas	<b>DSM-IV</b> diagnostiniai kriterijai, nenurodyta	<b>56,25 proc.*</b> tiriamųjų taikytas farmakologinis gydymas	Stalo teniso treniruotės su kognityvinėmis užduotimis <b>N=16</b>	Intervencija netaikyta <b>N=16</b>	Universiteto stalo teniso salė ( <i>National Kaohsiung Normal University</i> )
<b>3)</b>	Memarmoghadam ir kt. (2016) [43]	KAIT, <i>PubMed</i> ( <i>MEDLINE</i> ) <i>Journal of Medicine and Life</i> <b>Nėra duomenų</b>	7-11 m. ADS turintys vaikai (100 proc. – ♂) <b>N=40</b> Pakartotiniame ištyrime dalyvavusių vaikų	<b>DSM-IV</b> diagnostiniai kriterijai. Pakartotiniame ištyrime dalyvavusių pasiskirstymas pagal ADS tipą:	Tyrimo dalyviai turėjo nevartoti medikamentų, nes vienas iš tyrimo tikslų buvo įvertinti fizinių pratimų poveikį kaip alternatyvą	Fizinių pratimų programa <b>N=20</b>	Intervencija netaikyta <b>N=20</b>	Universiteto sporto salė ( <i>Mashad University</i> )

			amžiaus vidurkis – 8,3 ± 1,3 metai* Iranas	<b>20 proc.*</b> – nedėmesingo tipo, <b>27,5 proc.*</b> – hiperaktyvaus tipo, <b>42,5 proc.*</b> – mišraus tipo	ADS gydymo priemonę.			
<b>Kombinuotos fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijos</b>								
<b>1)</b>	Nejati, Derakhshan (2021) [45]	KAIT, <i>PubMed</i> ( <i>MEDLINE</i> ) <i>Expert Review of Neurotherapeutics</i> <b>4,618</b>	8-10 m. ADS turintys vaikai (amžiaus vidurkis – 9,43 ± 1,43, abi lytys (87 proc.* – ♂) <b>N=30</b> Iranas	<b>DSM-V</b> diagnostiniai kriterijai, <b>36,7 proc.*</b> – nedėmesingo tipo, <b>10 proc.*</b> – hiperaktyvaus tipo, <b>53,3 proc.*</b> – mišraus tipo	Nenurodyta	<i>EXCIR</i> treniruočių programa – fiziniai pratimai su kognityvine stimuliacija <b>N=15</b>	Aerobinių pratimų programa be kognityvinės stimuliacijos <b>N=15</b>	Neuro- mokslinių tyrimų centras ( <i>Shahid Beheshti University</i> )
<b>2)</b>	Nejati (2021) [44]	KAIT, <i>PubMed</i> ( <i>MEDLINE</i> ) <i>Complementary Therapies in Medicine</i>	7-12 m. ADS turintys vaikai, abi lytys (54 proc.* – ♀) <b>N=30</b>	Klinikinius diagnostiniai kriterijai (detalesnė nenurodyta),	Nenurodyta	<i>BARAN</i> treniruočių programa – dvigubos	Bėgimas ir aerobiniai pratimai <b>N=14</b>	Neuro- mokslinių tyrimų centras

		<b>2,446</b>	Pakartotiniame ištirime dalyvavusių vaikų amžiaus vidurkis – 9,48 ± 1,61 metai* Iranas	nenurodyta		užduoties paradigma <b>N=15</b>		( <i>Shahid Beheshti University</i> )
--	--	--------------	--	------------	--	---------------------------------------	--	---

(\*) – perskaičiuota iš mokslinėje publikacijoje pateiktų duomenų

1 – atsitiktiniame grupių sudaryme dalyvavusios imties dydis

2 – pakartotiniame ištirime dalyvavusios grupės dydis

ADS – aktyvumo ir dėmesio sutrikimas

PF – poveikio faktorius

DSM – Tarptautinis psichinių ligų registras

TLK – Tarptautinė ligų klasifikacija

*EXCIR* – angl. *Exercise for Cognitive Improvement and Rehabilitation*

*BARAN* – angl. *Balance-based Attentive Rehabilitation of Attention Networks*

EG – eksperimentinė grupė

KG – kontrolinė grupė

♂ – berniukai

♀ – mergaitės

### 3.3. Tyrimų metu taikytos vienkartinės intervencijos

#### 3.3.1. Fizinio aktyvumo intervencijos

Vienkartinių fizinio aktyvumo intervencijų poveikis ADS turinčių vaikų smegenų vykdomosioms funkcijoms aptiriamas trijuose tyrimuose [39,41,48]. Visų trijų tyrimų kokybė įvertinta kaip aukšta. Duomenys apie tyrimų metu taikytų vienkartinių fizinio aktyvumo intervencijų pobūdį, intensyvumą ir trukmę pateikiami 8 lentelėje. Visų trijų šiai kategorijai priskirtų tyrimų metu buvo vertinamas aerobinių pratimų poveikis. Dviejų tyrimų metu buvo taikyta vidutinio intensyvumo fizinio aktyvumo intervencija. C. L. Yu ir bendraautorių atliktame tyrime eksperimentinei grupei 30 minučių taikyta ėjimo/bėgimo intervencija ant bėgimo takelio. Pirmos penkios minutės buvo skiriamos pramankštai, 20 minučių buvo atliekami vidutinio intensyvumo aerobiniai pratimai bei penkios minutės skiriamos atvėsimui [48]. Y. K. Chang vadovaujamos tyrėjų grupės atliktame tyrime, eksperimentinės grupės tiriamiesiems buvo taikyta 30 minučių trukmės treniruotė ant bėgimo takelio (*Cybex*). Pirmos penkios treniruotės minutės buvo skiriamos pramankštai, 20 minučių pagrindinei treniruotės daliai ir penkios minutės – atvėsimui [39]. Vieno tyrimo metu buvo taikyta didelio intensyvumo fizinio aktyvumo intervencija. C. Gawrilow ir bendraautoriai atliko tyrimą, kuriame eksperimentinei grupei priklausiusių dalyvių buvo prašoma penkias minutes nesustojant šokinėti ant batuto [41].

Dviejuose tyrimuose objektyviais metodais buvo stebimas fizinio krūvio intensyvumas bei subjektyviais metodais vertinamas tiriamųjų suvokiamų pastangų dydis. Abiejų tyrimų autoriai maksimalų tiriamųjų ŠSD apskaičiavo pagal formulę:  $206,9 - (0,67 \times \text{amžius})$ . C. L. Yu ir bendraautoriai fizinio krūvio intensyvumą matavo kas dvi minutes, panaudodami *Polar (V800 Polar HRM, Polar Electro Oy, Kempele, Suomija)* išmanųjį laikrodį. Taip pat, kas dvi minutes buvo matuojamas tiriamojo suvokiamų pastangų dydis *OMNI* skale (angl. *Children's OMNI Scale of Perceived Exertion*) [48]. Tuo tarpu, Y. K. Chang tyrėjų grupė ŠSD stebėjo taikydami trumpojo nuotolio radijo bangų nuotolinio matavimo (angl. *telemetry*) prietaisą – *Polar (Mode S 610i, Polar Electro, Suomija)*. Kas dvi minutes tiriamųjų buvo prašoma įvertinti suvokiamų pastangų dydį pagal modifikuotą Borgo skalę [39]. C. Gawrilow ir bendraautoriai detalios informacijos apie fizinio krūvio intensyvumo stebėsenos metodų taikymą nepateikė. Autoriai nurodė, kad jeigu vaikas sustodavo šokinėjęs, jam būdavo duodama žodinė komanda šokinėti toliau, siekiant standartizuoti taikomą intervenciją [41].

Visuose trijuose tyrimuose stebėjimo laikotarpiu kontrolinė grupė užsiėmė fiziškai neaktyvia veikla – sėdėdami žiūrėjo vaizdo įrašus arba spalvino paveikslėlius. C. L. Yu ir bendraautoriai taikytos intervencijos poveikį lygino su kontroline grupe, kuriai ramiai sėdint, 30

minučių buvo rodomas vaizdo įrašas – buvo rodomi emociškai neutralūs aplinkos vaizdai, nufilmuoti dronu [48]. Y. K. Chang ir kiti intervencijos poveikį lygino su kontroline grupe, kuriai priklausę tiriamieji 30 minučių žiūrėjo vaizdo įrašą apie fizinių pratimų naudą sveikatai. Vaizdo medžiaga buvo pateikta animacinių filmų pavidalu, siekiant sudominti vaikus [39]. C. Gawrilow ir bendraautorai savo atliktame tyrime kontrolinės grupės tiriamųjų prašė penkias minutes sėdint spalvinti paveikslėlius, vaizduojančius veiklą. Tiriamieji buvo informuoti, jog galės pasiimti paveikslėlius namo, kad nesijaustų skubinami ir galėtų kruopščiai atlikti užduotį [41]. Nagrinėtose mokslinėse publikacijose nebuvo nurodyta, jog taikytos fizinio aktyvumo intervencijos būtų lėmusios šalutinių poveikių pasireiškimą.

### 3.3.2. Kombinuotos fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijos

Vienkartinių kombinuotų fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų poveikis ADS turinčių vaikų smegenų vykdomosioms funkcijoms aptiriamas viename tyrime. Tyrimo kokybė laikyta priimtina. Tyrimo metu buvo taikytas aerobinis fizinis krūvis. Taikyta kompiuterizuota intervencija. Duomenys apie tyrimo metu taikyto fizinio krūvio dozavimą pateikiami 8 lentelėje. V. Benzing ir bendraautorai eksperimentinei grupei priklausiusių tiriamųjų prašė 15 minučių žaisti aktyvų vaizdo žaidimą „*Shape Up*“ (*Ubisoft, Monrealis, Kanada*), kurio metu dalyviai užsiėmė vidutinio - didelio intensyvumo fiziniu aktyvumu ir atliko kognityvines užduotis. Buvo žaidžiama naudojant *XBOX Kinect* (*Microsoft, Redmondas, Vašingtono valstija, JAV*) žaidimų konsolę su integruotais judesio jutikliais, leidžiančiais vartotojui konsolę valdyti savo kūno judesiu pagalba. Taip pat, integruotų kamerų dėka, žaidėjo kūnas buvo projektuojamas į virtualią realybę ir matomas ekrane. Tyrimo metu, dalyviai žaidė vieną žaidimą – „*Beatmaster Training Quest*“, susidedantį iš šešių skirtingų užduočių. 1) „*Waterfall Jump*“ – žaidėjas „stovėjo“ ant vandens krioklio krašto ir turėjo „užsokti“ ant plantogramomis pažymėtų atplaukiančių lentų, siekdamas „nenukristi“ nuo vandens krioklio. Lentų plaukimo dažnis, dydis ir tvarka buvo skirtinga, todėl žaidėjas turėjo atlikti šuolius stovint ant vienos ar ant abiejų kojų, siekdamas „pataikyti“ ant plantogramų. 2) „*Stunt Run*“ – žaidėjas turėjo „bėgti“ važiuojančio traukinio stogu ir „vengti“ kelyje pasitaikančių kliūčių. Siekdamas „neatsitrenkti“ į kelyje pasitaikiusią kliūtį, žaidėjas turėjo atlikti šoninius žingsnius į kairę ar dešinę pusę, pašokti į viršų ar pasilenkti. 3) „*Derby Skate*“ – panašu į aerobiką ar šokį, žaidėjas turėjo imituoti ir išmokti naujų judesių sekų. 4) „*Squat Me To The Moon*“ – žaidėjas turėjo kuo greičiau atlikti seriją gilių pritūpimų, norėdamas „tapti“ pirmuoju žmogumi, pasiekusiu mėnulį. 5) „*Volcano Skate*“ – žaidėjas turėjo „lėkti“ amerikietiškais kalneliais į ugnikalnio viršų, „pasiekęs“ viršų žaidėjas turėjo „leisti“ žemyn ir reaguoti, t.y. peršokti, kelyje pasitaikančias kliūtis. 6) „*Slalom Grove*“ – žaidėjas turėjo atlikti aerobiką primenančias judesių sekas, imituojančias kalnų slidinėjimą.



Kiekvienoje užduotyje buvo galima surinkti daugiau taškų, jeigu atliekama daugiau judesių arba jie atliekami tiksliau. Maksimalus ŠSD apskaičiuotas pagal formulę:  $208 - (0,7 \times \text{amžius})$ . ŠSD buvo stebimas, panaudojant GPS (angl. *Global Positioning System*) ryšiu paremtą sportininkų stebėjimo sistemą – *Polar Team 2 Pro system* (*Polar Electro Oy, Kempele, Suomija*). Suvokiamų pastangų dydis buvo vertinamas *OMNI* skale (angl. *Children's OMNI Scale of Perceived Exertion*). Kontrolinės grupės tiriamieji sėdėdami žiūrėjo dokumentinį reportažą apie bėgimą kalnuose. Mokslinėje publikacijoje nebuvo nurodyta, jog tokios intervencijos taikymas būtų lėmęs šalutinių poveikių pasireiškimą [37].

**8 lentelė.** Vienkartinių intervencijų fizinio krūvio dozavimo charakteristika

<b>Eilės Nr.</b>	<b>Mokslinė publikacija</b>	<b>Eksperimentinis veiksnys</b>	<b>Kompiuterizuota intervencija (Taip/Ne)</b>	<b>Intensyvumas</b>	<b>Trukmė</b>	<b>Šalutiniai poveikiai</b>
<b>Fizinio aktyvumo intervencijos</b>						
<b>1)</b>	Yu ir kt. (2020) [48]	Aerobiniai fiziniai pratimai (ėjimas/bėgimas)	Ne	Vidutinis (60-70 proc. nuo maksimalaus ŠSD)	30 min.	Nenurodyta
<b>2)</b>	Gawrilow ir kt. (2016) [41]	Aerobiniai fiziniai pratimai (šokinėjimas ant batuto)	Ne	Didelis (detalesiau nenurodyta)	5 min.	Nenurodyta
<b>3)</b>	Chang ir kt. (2012) [39]	Aerobiniai fiziniai pratimai (bėgimas)	Ne	Vidutinis (50-70 proc. nuo maksimalaus ŠSD)	30 min.	Nenurodyta
<b>Kombinuotos fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijos</b>						
<b>1)</b>	Benzing ir kt. (2018) [37]	Aerobiniai fiziniai pratimai (aktyvūs vaizdo žaidimai)	Taip	Vidutinis - didelis (55-90 proc. nuo maksimalaus ŠSD)	15 min.	Nenurodyta

ŠSD – širdies susitraukimo dažnis

### 3.4. Tyrimų metu taikytos ilgalaikio treniravimo intervencijos

#### 3.4.1. Fizinio aktyvumo intervencijos

Ilgalaikių fizinio treniravimo intervencijų poveikis ADS turinčių vaikų smegenų vykdomosioms funkcijoms aptiriamas trijuose tyrimuose [40,42,49]. Vieno iš jų kokybė įvertinta kaip aukšta [42], likusiųjų kokybė – priimtina [40,49]. Viename šiai kategorijai priskirtame tyrime buvo taikyti aerobiniai fiziniai pratimai [40], kituose – taikytos mišrių fizinių pratimų programos [42,49]. Duomenys apie tyrimų metu taikyto ilgalaikio fizinio treniravimo intervencijų pobūdį, intensyvumą, programos trukmę, užsiėmimų dažnį ir vieno užsiėmimo trukmę pateikiami 9 lentelėje. Visi trys šiai kategorijai priskirti tyrimai pasižymėjo klinikiu heterogeniškumu dėl intervencijų dozavimo. Taikytų fizinio aktyvumo programų trukmė svyravo nuo šešių savaičių iki 1,5 metų. Užsiėmimų dažnis svyravo nuo vieno iki trijų kartų per savaitę. Užsiėmimo trukmė svyravo nuo 50 iki 90 minučių. Bendra programos trukmė svyravo nuo 720 iki 7821 minučių. Intervencijų poveikis lygintas su grupe, kuriai intervencija netaikyta [42], laukiančiųjų sąrašo kontroline grupe (angl. *wait-list control group*) [49] arba grupe, kuriai taikyta standartinė gydymo strategija [40].

J. W. Choi ir bendraautoriai bandė išsiaiškinti, ar aerobinių fizinių pratimų taikymas galėtų būti naudojamas, siekiant padidinti farmakologinio gydymo psichostimuliuojančiais medikamentais poveikį kognityviniam lankstumui. Eksperimentinei grupei buvo taikytas gydymas metilfenidatu ir sporto terapija. Sporto terapijos procedūrų metu pirmos 10 minučių buvo skiriamos pramankštai. 60 minučių buvo atliekami vidutinio intensyvumo aerobiniai pratimai, apimantys bėgimo pratimus su vikrumo elementais (pavyzdžiui, bėgimas šaudykle), šokinėjimą per virvę (atliekama individualiai ir grupėse), krepšinio elementus (pratimai su kamuoliu – perdavimas, gaudymas, metimas į krepšį). 10 minučių buvo skiriama grįžtamajam ryšiui apie treniruotę. Paskutinės 10 minučių buvo skiriamos atvėsimui. Maksimalus tiriamųjų ŠSD apskaičiuotas pagal formulę:  $220 - \text{amžius}$ . Kontrolinės grupės tiriamieji, taip pat, buvo gydyti metilfenidatu, tačiau jiems šešias savaites buvo taikyta elgesio kontrolei skirtos edukacijos programa, sudaryta iš 12 užsiėmimų, trukusių 50 minučių per dieną [40].

A. Kadri vadovaujama tyrėjų grupė vertino tekvondo treniruočių programos poveikį. Eksperimentinei grupei taikytos treniruotės buvo sudarytos iš techninių sporto šakos įgūdžių ugdymui skirtų užduočių (gynybos judesiai, smūgiavimas rankomis ir kojomis) ir specifinės tekvondo technikos – gynybos ir puolimo veiksmų choreografinės kompozicijos, atliekamos judant tam tikra, tiksliai suplanuota tvarka įvairiomis kryptimis (vadinama – *poomse*). Kiekviename fizinių pratimų progresijos lygyje (kurį apibūdino pelnyto diržo spalva) judesiai tapo

vis sudėtingesni – tiek dėl didėjančio judesių skaičiaus, tiek dėl pačių judesių sudėtingumo. 10 minučių kiekvieno užsiėmimo pradžioje buvo skiriama bendrai pramankštai (tempimo pratimai, bėgimo pratimai, atsilenkimai ir atsispaudimai). Kiekvieno užsiėmimo metu tyrimo dalyviai 30 minučių buvo mokomi naujų judesių atlikimo bei kartodavo anksčiau išmokus judesius. 10 minučių užsiėmimo pabaigoje buvo skiriama atvėsimui. Užsiėmimus vedė sertifikuoti tekvondo instruktoriai. Kontrolinės grupės tiriamieji užsiėmė fiziniu aktyvumu kūno kultūros pamokų metu – taikyti lengvosios atletikos, rankinio ir gimnastikos elementai [42].

S. Zierys ir P. Jansen atliko tyrimą, kuriame pirmai eksperimentinei grupei buvo taikytas specializuotas fizinis treniravimas – pratimai su kamuoliais (metimas, gaudymas, mušinėjimas, taikymasis į taikinį), pusiausvyros pratimai, akrobatinės gimnastikos elementai, lauko teniso elementai, ėjimas lynu, žongliravimas, paplūdimio tinklinio ir rankinio elementai, koordinacijos pratimai. Antrai eksperimentinei grupei buvo taikytas nespecializuotas fizinis treniravimas – sportiniai žaidimai, plaukimas, imtynių elementai, laipiojimas uolomis, orientavimosi sporto pratybos, gimnastikos pratimai, šokinėjimas ant batuto, šuolių į tolį atlikimas, trumpo nuotolio bėgimas ir bėgimas su kliūtimis. Krūvio intensyvumas apibrėžtas nebuvo – autoriai tai motyvavo tuo, jog tarp grupių skyrėsi taikytos fizinio aktyvumo formos. Šių intervencijų poveikis lygintas su laukiančiųjų sąrašo kontroline grupe [49].

Dviejose mokslinėse publikacijose nebuvo nurodyta apie šalutinių poveikių pasireiškimą [42,49], vienoje – nurodyta, jog dėl pasireiškusių šalutinių poveikių iš tyrimo pasitraukė dalis tiriamųjų. Pasireiškę šalutiniai poveikiai autorių buvo siejami su medikamentų vartojimu [40].

### **3.4.2. Kombinuotos fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijos**

Ilgalaikių kombinuotų fizinio treniravimo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų poveikis ADS turinčių vaikų smegenų vykdomosioms funkcijoms aptiriamas trijuose tyrimuose [38,43,46]. Vieno iš jų kokybė įvertinta kaip aukšta [46], kitų – priimtina [38,43]. Viename šiai kategorijai priskirtame tyrime buvo taikyti aerobiniai fiziniai pratimai [38], kituose – taikytos mišrių fizinių pratimų programos [43,46]. Duomenys apie tyrimų metu taikyto ilgalaikio fizinio treniravimo krūvio dozavimą pateikiami 9 lentelėje. Viename tyrime nagrinėjamas fizinį aktyvumą ir kognityvinių užduočių atlikimą apjungiančių kompiuterizuotų sistemų poveikis [38], kituose – kompiuterizuotos intervencijos netaikomos [43,46]. Taikytų fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos programų trukmė svyravo nuo 8 iki 12 savaičių. Dviejuose tyrimuose užsiėmimų dažnis buvo trys kartai per savaitę [38,43]. Viename tyrime užsiėmimai buvo vykdomi du kartus per savaitę [46]. Užsiėmimų trukmė svyravo nuo 30 iki 90 minučių. Bendra programos trukmė svyravo nuo 720 iki 2160 minučių. Dviejuose tyrimuose intervencijų poveikis lygintas su

grupe, kuriai intervencija netaikyta [43,46], viename – su laukiančiųjų sąrašo kontroline grupe [38].

V. Benzing ir M. Schmidt atliko tyrimą, kuriame eksperimentinės grupės tiriamieji aštuonias savaites žaidė anksčiau aptartą aktyvų vaizdo žaidimą „*Shape Up*“ (*Ubisoft, Monrealis, Kanada*). Žaidimo sudėtingumas buvo automatiškai pritaikomas prie žaidėjo lygio ir buvo palaipsniui didinamas. Vaikas galėjo lyginti savo pasiektus rezultatus su ankstesniais rezultatais ir taip siekti tobulėti. Tyrimo dalyviai žaidė „*Beatmaster Training Quest*“, naudodami *XBOX Kinect* (*Microsoft, Redmondas, Vašingtono valstija, JAV*) žaidimų konsolę. Buvo atliekamos šešios užduotys, penkios jų išsamiai aprašytos šio darbo 3.3.2. skyrelyje - „*Waterfall Jump*“, „*Stunt Run*“, „*Derby Skate*“, „*Volcano Skate*“, „*Slalom Grove*“ . Taip pat, buvo žaidžiama „*Knee Up Splash*“ – kiekvieną kartą žaidėjas turėjo įsiminti naujas spalvų sekas, pavaizduotas dešinėje ekrano pusėje. Žaidėjas turėjo „rinkti“ spalvotus arbūzus nurodyta tvarka ir juos „perskelti“ vienos kojos kelio sąnariu. Pradėjus „rinkti“ arbūzus, spalvų seka ekrane išnykdavo ir žaidėjas turėjo pasikliauti savo atmintimi. Po kiekvieno teisingo mėginimo, spalvų seka pailgėdavo – reikėdavo įsiminti dar vieno arbūzo spalvą. Treniruotės vyko tiriamųjų namuose. Tiriamieji pildė treniruočių dienoraštį, kuriame registravo treniravimosi trukmę ir savo savijautą po kiekvienos treniruotės. Intervencijos poveikis lygintas su laukiančiųjų sąrašo kontroline grupe [38].

C. Y. Pan vadovaujamos tyrėjų grupės atliktame tyrime eksperimentinei grupei buvo taikomos stalo teniso treniruotės su kognityvinėmis užduotimis. Pirmos penkios treniruotės minutės buvo skiriamos pramankštai, 20 minučių buvo skiriama motorinių įgūdžių treniravimui, 20 minučių smegenų vykdomųjų funkcijų treniravimui, taikant stalo teniso pratimus. 20 minučių buvo žaidžiami žaidimai grupėse. Paskutinės penkios minutės buvo skiriamos atvėsimui. Siekiant užtikrinti atliekamų užduočių kompleksškumą, buvo keičiamas kamuoliukų padavimo (padavinėjo arba treneris, arba automatinis kamuoliukų metimo aparatas) intervalas, kryptis ir greitis. Taip pat, treneris padavinėjo dviejų spalvų kamuoliukus – oranžinius ir baltus bei liepdavo vaikui atmušti tos spalvos kamuoliuką, kurią jis pasako atsitiktine tvarka. Vienas treneris dirbo su 1-2 vaikais, priklausomai nuo lankomumo. Dalyvavo vienas pagrindinis treneris – elitinis stalo teniso sportininkas, turintis penkerių metų patirtį elitiniame sporte ir penkerių metų trenerio patirtį, dirbant su sveikais ir įvairių sutrikimų turinčiais vaikais. Jam padėjo aštuoni asistentai. Prieš kiekvieną treniruotę buvo skiriama viena valanda trukmės mokymų asistentams. Kontrolinės grupės tiriamiesiems intervencija netaikyta. Tyrimo dizainas buvo kryžminis klinikinis atsitiktinių imčių tyrimas, todėl pirmas 12 savaičių vienai grupei buvo taikytos stalo teniso treniruotės, o kitai grupei – netaikytos, vėliau grupės buvo sukeistos, t.y. pirmai grupei intervencija taikyta nebuvo, o antrai grupei taikytos stalo teniso treniruotės [46].

M. Memarmoghaddam ir bendraautoriai atliktame tyrime eksperimentinei grupei taikė fizinio aktyvumo specialistų sudarytą pratimų programą. Prieš taikymą šiame tyrime, programa buvo išbandyta su 10 ADS turinčių vaikų imtimi. Pirmos 15 minučių treniruotės buvo skiriamos pramankštai ir aerobinių pratimų atlikimui. 25 minutes buvo atliekami į tikslą orientuoti pratimai – stalo teniso elementai, kamuolių mėtymas į krepšį (įvairių dydžių kamuoliai iš įvairių nuotolių), boulingas, ėjimas gimnastikos buomu kol yra mėtomi kamuoliukai, kamuoliuko išlaikymas ant raketės paviršiaus einant, šokinėjimas į tam tikros spalvos lankus, spalvotų kamuoliukų rinkimas, šokinėjimas į kvadratus, pažymėtus skaičiais, žodinių komandų vykdymas – liepiama greitai atsisėsti, atsistoti ir pan. 10 minučių pakaitomis buvo atliekamos treniruotės funkcinėse pratimų stotelėse. Stotelės buvo sugrupuotos po dvi ir vaikas turėjo koncentruotis tik į jam skirtą pratimo atlikimą, jog kuo greičiau galėtų pasiekti galutinę stotelę. 15 minučių buvo taikoma progresyvi bėgimo ant bėgimo takelio programa. 15 minučių buvo žaidžiami žaidimai su kamuoliu (pvz. futbolas, krepšinis ir kt.) – siekiant į programą įtraukti aerobinių pratimų ir padidinti vaikų motyvaciją dalyvauti programoje. Paskutinės 10 minučių buvo skiriamos atvėsėjimui. Tikslinis intensyvumas buvo vidutinis - didelis. Tačiau intensyvumas kontroliuojamas buvo tik 50 minučių treniruotės (aerobinių ir varžymosi pratimų (angl. *competitive exercise*) metu). Siekiant apskaičiuoti maksimalų tiriamųjų ŠSD, buvo naudota formulė:  $220 - \text{amžius}$ . Siekiant stebėti fizinio krūvio intensyvumą, tyrimo dalyvių buvo prašoma dėvėti išmaniuosius laikrodžius *Polar (Model FT 4, Polar Electro OY, Kempele, Suomija)*. Kontrolinės grupės tiriamiesiems nebuvo taikyta jokia intervencija [43].

Nagrinėtose mokslinėse publikacijose nebuvo nurodyta, jog taikytos kombinuotos fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijos būtų lėmusios šalutinių poveikių pasireiškimą.

### **3.4.3. Kombinuotos intervencijos VS Fizinio aktyvumo intervencijos**

Fizinio aktyvumo – be ir su kognityvine stimuliacija – poveikis ADS turinčių vaikų smegenų vykdomosioms funkcijoms buvo lyginamas dviejuose tyrimuose [44,45]. Vieno iš jų kokybė įvertinta kaip aukšta [45], kito – priimtina [44]. Viename tyrime aerobinio fizinio aktyvumo intervencijų poveikis yra lyginamas su kombinuota mišrių fizinių pratimų ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų programa [45], kitame – su kombinuota pusiausvyros pratimų ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų programa [44]. Informacija apie tyrimų metu taikyto ilgalaikio fizinio treniravimo krūvio dozavimą pateikiama 9 lentelėje. Abiejuose tyrimuose nagrinėjamas fizinį aktyvumą ir kognityvinių užduočių atlikimą apjungiančių kompiuterizuotų sistemų poveikis [44,45]. Taikytų fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos programų trukmė

svyravo nuo 4 iki 5 savaičių. Užsiėmimų dažnis abiejuose tyrimuose buvo trys kartai per savaitę. Užsiėmimų trukmė svyravo nuo 40 iki 50 minučių. Bendra programų trukmė sutapo – 607 minutės.

V. Nejati ir Z. Derakhshan atliko tyrimą, kuriame eksperimentinei grupei taikyta fizinių pratimų su kognityvinėmis užduotimis programa *EXCIR* (angl. *Exercise for Cognitive Improvement and Rehabilitation*). Programą sudarė 12 pratimų su progresyviomis kognityvinėmis užduotimis (10 lygių). 1) „*Color Jumping*“ – tiriamasis ekrane matė spalvos pavadinimą ir turėjo užšokti ant tokios pat spalvos laukelio, pavaizduoto ant grindų. 2) „*Arrow Jumping*“ – ekrane buvo pavaizduojama didelė rodyklė, kurios viduje pavaizduota mažesnė rodyklė, rodanti ta pačia arba priešinga kryptimi. Tiriamasis turėjo užšokti ant rodyklės, sutampančios su mažosios rodyklės kryptimi, pavaizduotos ant grindų. 3) „*Number Jumping I*“ – ekrane buvo rodomi du skaitmenys, tiriamasis turėjo užšokti ant skaitmenimi pažymėto laukelio, vaizduojamo ant grindų, jei abiejose ekrano pusėse esantys skaitmenys vienodi. 4) „*Pattern Walking*“ – ant grindų buvo atvaizduojamas medis, tiriamasis turėjo juo eiti, užlipdamas tik ant lapų – lapai buvo skirtingų spalvų, skirtingų dydžių ir buvo išdėstyti skirtinga tvarka. 5) „*Hand Movements I*“ – tiriamasis turėjo pakelti arba nuleisti kairę ar dešinę ranką, reaguojant į tam tikroje ekrano pusėje pavaizduotą plaštakos paveikslėlį. 6) „*Slow Walking*“ – tiriamasis turėjo eiti ant grindų pažymėtu takeliu kaip galima lėčiau. 7) „*Clap/No-Clap*“ – jeigu tyrėjas suplodavo vieną kartą – tiriamasis turėjo suploti, jeigu tyrėjas suplodavo du kartus – tiriamasis turėjo susilaikyti nuo plojimo. 8) „*Limbs Movements*“ – tiriamasis turėjo judinti kairės ar dešinės pusės galūnes, atsižvelgiant į tam tikroje ekrano pusėje matomą plaštakos ar pėdos paveikslėlį. 9) „*Calculation Walking*“ – tiriamasis turėjo eiti plantogramomis pažymėtu taku grindimis ir atlikti matematinius sudėties veiksmus, atsižvelgiant į ant plantogramos pažymėtą skaičių. 10) Nenurodyta. 11) „*Number Jumping II*“ – tiriamasis ekrane matė du skirtingo dydžio šriftu parašytus skaitmenis ir turėjo užšokti ant mažesnės reikšmės skaitmens, pavaizduoto ant grindų. 12) „*Hands Movements II*“ – reaguojant į ekrane pateiktus raudonos arba žalios spalvos plaštakų paveikslėlius, tiriamasis turėjo pakelti ar nuleisti tos pačios arba priešingos pusės ranką. Kontrolinės grupės tiriamiesiems taikyta aerobinių pratimų programa be kognityvinės stimuliacijos [45].

V. Nejati atliko tyrimą, kuriame eksperimentinei grupei buvo taikyta dvigubos užduoties paradigma – pusiausvyros pratimų ir kognityvinių užduočių *BARAN* (angl. *Balance-based Attentive Rehabilitation of Attention Networks*) atlikimas. *BARAN* sudarė du pusiausvyros ir kognityvinių užduočių rinkiniai. Pusiausvyros pozicijų sudėtingumas buvo vertinamas priklausomai nuo kūno atramos ploto (angl. *support base*) (5 lygiai), viršutinių galūnių padėties (5 lygiai), paviršiaus sąlygų (2 lygiai), sensorinės informacijos parametrų (4 lygiai). Remiantis šia klasifikacija pagal lygius buvo galima išgauti 200 skirtingų pusiausvyros pozicijų ( $5 \times 5 \times 2 \times 4 =$

200). Terapeutas turėjo parinkti tinkamiausią pradinę padėtį – tokią, kurioje pacientas gebėjo išbūti 50-100 sekundžių. Posturalinės pozicijos, kuriose asmuo gebėjo išbūti ilgiau nei 100 sekundžių arba trumpiau nei 50 sekundžių buvo laikomos netinkamomis dvigubos užduoties atlikimui. Nustatius pradinę pusiausvyros padėtį, pacientas turėjo atlikti pirmo lygio kognityvinę užduotį, tuo pačiu bandydamas išlaikyti pusiausvyrą. Taip pat, tyrėjai sukūrė kompiuterinę programą, vaizduojančią tikslinę pusiausvyros padėtį ir tuo pačiu pateikiančią kognityvinę užduotį, kurios atlikimo parametrus registruodavo terapeutas. Po kiekvieno bandymo terapeutas priimdavo sprendimą, ar tęsti užduoties atlikimą tokiu pat sudėtingumu, ar tiriamasis turėtų pereiti į aukštesnį lygį. Visuomet buvo atsižvelgiama į gebėjimą atlikti kognityvines užduotis ir išlaikyti pusiausvyrą. Pusiausvyros užduočių pavyzdžiai: kojų padėtis – stovėjimas ant dviejų kojų, stovėjimas pusiau tandeminėje padėtyje, stovėjimas tandeminėje padėtyje, stovėjimas ant vienos kojos, gandro stovėseną (angl. *stork standing*). Rankų padėties pavyzdžiai: rankos ant šlaunų ar ant klubų, sukryžiuotos rankos, rankos ant galvos, specialios pagalvėlės laikymas ant galvos. Paviršių pavyzdžiai: ant stabilaus paviršiaus, ant nestabilios plokštumos. Sensorinės informacijos pavyzdžiai: atmerktomis/užmerktomis akimis ant kieto paviršiaus, atmerktomis/užmerktomis akimis ant minkšto paviršiaus. Kognityvinių užduočių pavyzdžiai: vardinti kaip įmanoma daugiau žodžių, apibūdinančių tam tikras kategorijas – I lygis: gyvūnų pavadinimai, vaisių pavadinimai, II lygis: didelių gyvūnų pavadinimai, raudonų vaisių pavadinimai, III lygis: sporto šakų pavadinimai, sporto šakų su kamuoliais pavadinimai, sporto šakų be kamuolių pavadinimai, žodžių sakymas prasidedančių/pasibaigiančių tam tikra raide, skaičiavimo užduotys ir kt. Kontrolinei grupei taikyta paprasta (angl. *simple*) pratimų programa – bėgimas ir aerobiniai pratimai [44].

Informacijos apie šalutinių poveikių pasireiškimą, taikant tokio pobūdžio intervencijas, pateikta nebuvo.



**9 lentelė.** Ilgalaikio treniravimo intervencijų fizinio krūvio dozavimo charakteristika

<b>Eilės Nr.</b>	<b>Mokslinė publikacija</b>	<b>Ekperimentinis veiksnys</b>	<b>Kompiuterizuota intervencija (Taip/Ne)</b>	<b>Intensyvumas</b>	<b>Programos trukmė</b>	<b>Užsiėmimų dažnis</b>	<b>Vieno užsiėmimo trukmė</b>	<b>Bendra programos trukmė</b>	<b>Šalutiniai poveikiai</b>
<b>Fizinio aktyvumo intervencijos</b>									
<b>1)</b>	Choi ir kt. (2015) [40]	Aerobiniai fiziniai pratimai (+ gydymas metilfenidatu)	Ne	Vidutinis (60 proc. nuo maksimalaus šSD)	6 sav.	3 k./sav.	90 min.	1620 min.	5,7 proc.* dalyvių pasitraukė iš tyrimo dėl pasireiškusių pykinimo ir galvos svaigimo
<b>2)</b>	Kadri ir kt. (2019) [42]	Mišrūs fiziniai pratimai (tekvondo treniruotės)	Ne	Nenurodyta	1,5 metų	2 k./sav.	50 min.	7821 min.*	Nenurodyta
<b>3)</b>	Ziereis, Jansen (2015) [49]	EG1: specializuota mišrių fizinių pratimų programa EG2: nespecializuota	Ne	Nenurodyta	12 sav.	1 k./sav.	60 min.	720 min.*	Nenurodyta

		mišrių fizinių pratimų programa							
<b>Kombinuotos fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijos</b>									
1)	Benzing, Schmidt (2019) [38]	Aerobiniai fiziniai pratimai (aktyvūs vaizdo žaidimai)	Taip	Vidutinis - didelis (55-90 proc. nuo maksimalaus ŠSD)	8 sav.	3 k./sav.	30 min.	720 min.*	Nenurodyta
2)	Pan ir kt. (2016) [46]	Mišrūs fiziniai pratimai (stalo teniso treniruotės)	Ne	Nenurodyta	12 sav.	2 k./sav.	70 min.	1680 min.*	Nenurodyta
3)	Memarmo- ghaddam ir kt. (2016) [43]	Mišrūs fiziniai pratimai	Ne	Vidutinis - didelis (65-80 proc. nuo maksimalaus ŠSD)	8 sav.	3 k./sav.	90 min.	2160 min.*	Nenurodyta

Kombinuotos intervencijos VS Fizinio aktyvumo intervencijos									
1)	Nejati, Derakhshan (2021) [45]	Mišrūs fiziniai pratimai ( <i>EXCIR</i> programa)	Taip	Nenurodyta	4-5 sav.	3 k./sav.	40-50 min.	607 min.*	Nenurodyta
2)	Nejati (2021) [44]	Pusiausvyros pratimai ( <i>BARAN</i> dvigubos užduoties paradigma)	Taip	Nenurodyta	4-5 sav.	3 k./sav.	40-50 min.	607 min.*	Nenurodyta

(\*) – perskaičiuota iš mokslinėje publikacijoje pateiktų duomenų

ŠSD – širdies susitraukimo dažnis

*EXCIR* – angl. *Exercise for Cognitive Improvement and Rehabilitation*

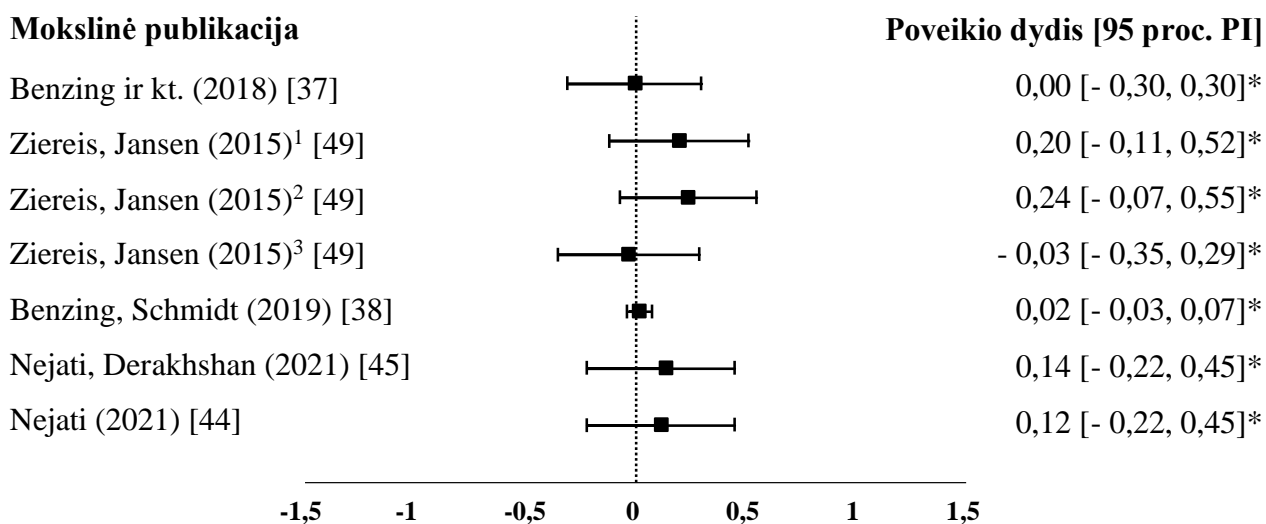
*BARAN* – angl. *Balance-based Attentive Rehabilitation of Attention Networks*

### 3.5. Tyrimų metu taikytų intervencijų poveikis smegenų vykdomosioms funkcijoms

#### 3.5.1. Intervencijų poveikis darbinei atminčiai

Fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų poveikis darbinei atminčiai nagrinėjamas penkiuose tyrimuose [37,38,44,45,49]. Keturiuose tyrimuose buvo vertinamas kombinuotų fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų poveikis [37,38,44,45], viename – fizinio aktyvumo intervencijų poveikis [49]. Pagrindinių mokslinėse publikacijose taikytų tyrimo metodų rezultatai ir išvados pateikiami 10 lentelėje. Dviejuose tyrimuose naudota modifikuota Atvirkštinės spalvų sekos užduotis [37,38]. Dviejuose tyrimuose naudota „N – atgal“ užduotis [43,44]. Viename tyrime naudotas Darbinės atminties indeksas [49]. Taikyti tyrimo metodai sutapo tik tuose tyrimuose, kuriems vadovavo tas pats tyrėjas. Išsamūs taikytų vertinimo metodų aprašymai pateikiami 2 priede. Taikytų metodų metu buvo vertinami skirtingi rodikliai. Darbinės atminties rodiklių stebėjimo laikotarpio trukmė svyravo nuo 30 minučių iki 12 savaičių.

#### Mokslinė publikacija



Palanku KG/EG2	Palanku EG/EG1
----------------	----------------

(\*) – Coheno d reikšmė, perskaičiuota iš mokslinėje publikacijoje pateiktų duomenų; 1 – EG1 ir KG; 2 – EG2 ir KG; 3 – EG1 ir EG2, EG – eksperimentinė grupė, KG - kontrolinė grupė, PI – pasikliautinis intervalas

#### 4 pav. Intervencijų poveikio dydis darbinei atminčiai

Trijuose tyrimuose pagrindinių darbinės atminties vertinimui naudotų rodiklių vidurkiai tarp analizuojamų grupių statistiškai reikšmingai nesiskyrė [37,38,49]. Visų trijų tyrimų metu taikytos intervencijos buvo priskirtos skirtingoms kategorijoms – vienkartinė fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencija [37], ilgalaikio fizinio treniravimo intervencija [49],

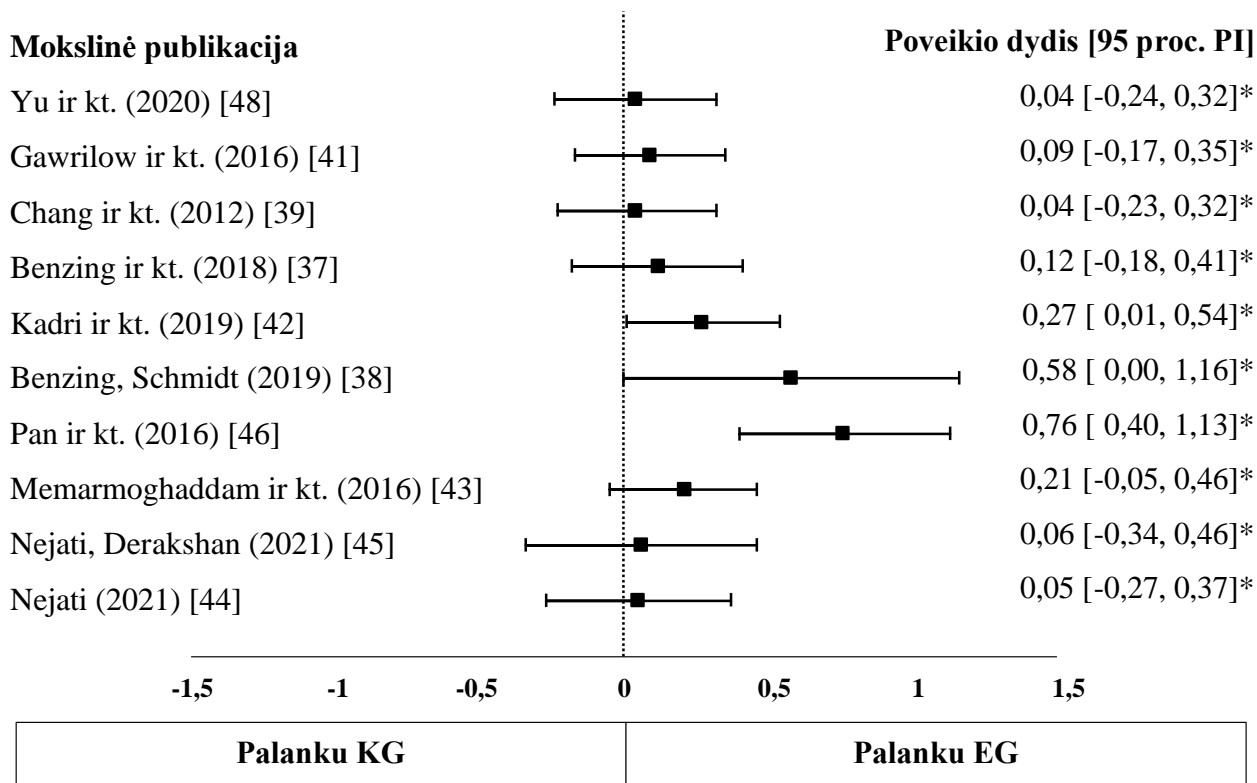
ilgalaikio fizinio treniravimo ir kognityvinės stimuliacijos intervencija [38]. Dviejuose tyrimuose, kurių metu buvo lyginamos dviejų tipų fizinio aktyvumo intervencijos – be ir su kognityvine stimuliacija, tarp grupių stebėtas statistiškai reikšmingas bent vieno darbinės atminties vertinimui naudoto rodiklio vidurkių skirtumas [44,45]. Klinikinį intervencijų poveikį darbinei atminčiai iliustruojantis grafikas pateikiamas 4 pav. Daugeliu atvejų (71,43 proc., atsižvelgiant į tai, jog viename tyrime atskirai lyginome intervencijų klinikinį reikšmingumą tarp pirmos eksperimentinės ir kontrolinės, antros eksperimentinės ir kontrolinės bei tarp abiejų eksperimentinių grupių) stebėtas eksperimentinei grupei palankus intervencijų poveikis. Šiuose tyrimuose klinikinio poveikio dydis svyravo nuo 0,02 iki 0,24, todėl yra laikomas nedideliu [44,45,49].

### **3.5.2. Intervencijų poveikis kognityviniam impulsų slopinimui**

Fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų poveikis kognityviniam impulsų slopinimui aptiriamas 10 tyrimų [37-39,41-46,48]. Šešiuose tyrimuose buvo vertinamas kombinuotų fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų poveikis [37,38,43-46], keturiuose – fizinio aktyvumo intervencijų poveikis [38,41,42,48]. Pagrindinių mokslinėse publikacijose taikytų tyrimo metodų rezultatai ir išvados pateikiami 10 lentelėje. Keturiuose tyrimuose naudotas Stroop spalvų ir žodžių testas [38,39,43,46]. Trijuose tyrimuose naudota „Eiti/Neiti“ atsako slopinimo įvertinimo paradigma ir jos modifikacijos [41,43,45]. Dviejuose tyrimuose naudota Eriksen šoninių rodyklių užduotis ir jos modifikacijos [37,48]. Viename tyrime naudota modifikuota Simon užduotis [38]. Viename tyrime naudota „Stop – signalo“ užduotis [38]. Visuose tyrimuose naudotas skirtingas minėtų vertinimo metodų taikymo būdas ar metodų modifikacijos. Išsamūs taikytų vertinimo metodų aprašymai pateikiami 2 priede. Taikytų metodų metu buvo vertinami skirtingi rodikliai. Kognityvinio impulsų slopinimo rodiklių stebėjimo laikotarpio trukmė svyravo nuo 5 minučių iki 1,5 metų.

Devyniuose tyrimuose bent pagal vieną kognityvinio impulsų slopinimo vertinimui naudotą rodiklį stebėtas statistiškai reikšmingas skirtumas tarp analizuojamų grupių, geresni rezultatai stebėti eksperimentinėse grupėse [37,38,41-46,48]. Trijuose tyrimuose taikytos intervencijos buvo priskirtos ilgalaikio fizinio treniravimo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų kategorijai [38,43,46], dviejuose – vienkartinio fizinio aktyvumo intervencijų kategorijai [41,48], dviejuose tyrimuose buvo lyginamos dviejų tipų fizinio aktyvumo intervencijos – be ir su kognityvine stimuliacija [44,45], viename tyrime taikytos intervencijos buvo priskirtos vienkartinio fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos kategorijai [37], viename – ilgalaikio fizinio treniravimo intervencijų kategorijai [42]. Viename tyrime, kurio metu buvo tiriamas vienkartinės fizinio

aktyvumo intervencijos poveikis, kognityvinio impulsų slopinimo vertinimui naudotų rodiklių vidurkiai tarp grupių reikšmingai nesiskyrė [39]. Klinikinį intervencijų poveikį kognityviniam impulsų slopinimui iliustruojantis grafikas pateikiamas 5 pav. Iš grafiko matyti, jog visuose tyrimuose stebėtas eksperimentinei grupei palankus intervencijų poveikis. Šiuose tyrimuose klinikinio poveikio dydis svyravo nuo 0,04 iki 0,76, todėl yra laikomas nedideliu – vidutiniu [37-39,41-46,48].



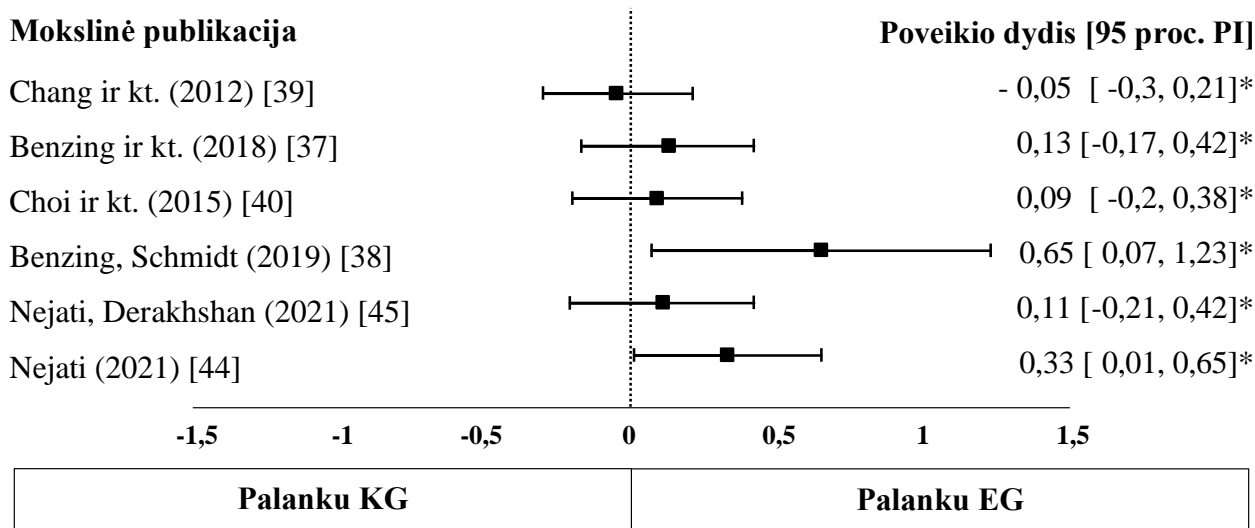
(\*) – Coheno d reikšmė, perskaičiuota iš mokslinėje publikacijoje pateiktų duomenų, EG – eksperimentinė grupė, KG - kontrolinė grupė, PI – pasikliautinis intervalas

**5 pav.** Intervencijų poveikio dydis kognityviniam impulsų slopinimui

### 3.5.3. Intervencijų poveikis kognityviniam lankstumui

Fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų poveikis kognityviniam lankstumui aptariamas šešiuose tyrimuose [37-40,44,45]. Keturiuose tyrimuose buvo vertinamas kombinuotų fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų poveikis [38,39,44,45], dviejuose – fizinio aktyvumo intervencijų poveikis [37,40]. Pagrindinių mokslinėse publikacijose taikytų tyrimo metodų rezultatai ir išvados pateikiami 10 lentelėje. Keturiuose tyrimuose naudotas Wisconsin kortelių rūšiavimo testas [38,40,44,45]. Dviejuose tyrimuose naudota modifikuota Eriksen šoninių rodyklių užduotis [37,38]. Taikyti tyrimo metodai sutapo tik tuose tyrimuose, kuriems vadovavo tas pats tyrėjas. Išsamūs taikytų vertinimo metodų aprašymai pateikiami 2 priede. Taikytų metodų metu buvo vertinami skirtingi rodikliai. Kognityvinio lankstumo rodiklių

stebėjimo laikotarpio trukmė svyravo nuo 30 minučių iki 9 savaičių. Penkiuose tyrimuose kognityvinio lankstumo vertinimui naudotų pagrindinių rodiklių vidurkiai tarp grupių skyrėsi statistiškai reikšmingai, geresni rezultatai stebėti eksperimentinėse grupėse [37,38,40,44,45]. Trijuose tyrimuose taikytos intervencijos priklausė ilgalaikio fizinio treniravimo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų kategorijai [38,44,45], viename – ilgalaikio fizinio treniravimo intervencijų kategorijai [40], viename – vienkartinio fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos kategorijai [37]. Viename tyrime, kurio metu buvo vertinamas vienkartinės fizinio aktyvumo intervencijos poveikis, kognityvinio lankstumo vertinimui naudotų rodiklių vidurkiai tarp grupių reikšmingai nesiskyrė [39]. Klinikinių intervencijų poveikį kognityviniam lankstumui iliustruojantis grafikas pateikiamas 6 pav. Daugelyje tyrimų (83,33 proc.) stebėtas eksperimentinei grupei palankus intervencijų poveikis. Šiuose tyrimuose klinikinio poveikio dydis svyravo nuo 0,09 iki 0,65, todėl yra laikomas nedideliu – vidutiniu [37,38,40,44,45].



(\*) – Coheno d reikšmė, perskaičiuota iš mokslinėje publikacijoje pateiktų duomenų, EG – eksperimentinė grupė, KG - kontrolinė grupė, PI – pasikliautinis intervalas

**6 pav.** Intervencijų poveikio dydis kognityviniam lankstumui

**10 lentelė.** Pagrindinių mokslinėse publikacijose taikytų tyrimo metodų rezultatai ir išvados

Eilės Nr.	Mokslinė publikacija	Stebėjimo laikotarpis	Vykdomųjų funkcijų komponentai	Taikyti vertinimo metodai	Stebėti vykdomųjų funkcijų rodikliai ir pagrindiniai rezultatai	Išvados
<b>VIENKARTINĖS INTERVENCIJOS</b>						
<b>Fizinio aktyvumo intervencijos</b>						
<b>1)</b>	Yu ir kt. (2020) [48]	60 min.	<b>DA</b>	Nevertinta	Nevertinta	Nevertinta
			<b>KIS</b>	Modifikuota Eriksen šoninių rodyklių užduotis	EG 60 minučių pasižymėjo statistiškai reikšmingai didesniu vidutiniu teisingų atsakymų procentiniu kiekiu, nepriklausomai nuo užduoties sudėtingumo – atlikta sutampančiomis/nesutampančiomis sąlygomis (p = 0,001). (EG: 90,4 ± 4,7 proc., KG: 90,3 ± 5,9 proc.)	Trumpalaikio fizinio aktyvumo nulemtas <b>KIS</b> pagerėjimas išlieka 60 minučių po vienkartinio fizinio krūvio taikymo vaikams, turintiems ADS.
				EEG	EG statistiškai reikšmingai pagerėjo klaidų aptikimas, siejamas su N2 komponento amplitudės padidėjimu (p = 0,012) (EG: -11,4 ± 7,2 μV, KG: -9,5 ± 5,7 μV) ir trumpesniu N2 komponento latentiniu periodu (p = 0,029) (EG: 286,9 ± 28,8 milisek., KG: 294,6 ± 31,6 milisek.)	
			<b>KL</b>	Nevertinta	Nevertinta	Nevertinta



2)	Gawrilow ir kt. (2016) [41]	5 min.	<b>DA</b>	Nevertinta	Nevertinta	Nevertinta
			<b>KIS</b>	Klasifikacijos užduotis kombinuota su „Eiti/Neiti“ atsako slopinimo įvertinimo paradigma	EG nustatytas statistiškai reikšmingai geresnis vidutinis teisingų atsakymų „Neiti“ užduoties metu procentinis kiekis ( $p < 0,05$ ) (EG: $76,83 \pm 21,68$ , KG: $65,54 \pm 30,10$ proc.)	Neilgos trukmės didelio intensyvumo fizinio aktyvumo intervencijos taikymas lėmė reikšmingą <b>KIS</b> pagerėjimą ADS turintiems vaikams.
			<b>KL</b>	Nevertinta	Nevertinta	Nevertinta
3)	Chang ir kt. (2012) [39]	30 min.	<b>DA</b>	Nevertinta	Nevertinta	Nevertinta
			<b>KIS</b>	Stroop spalvų ir žodžių testas	Tarp grupių statistiškai reikšmingo testo atlikimo trukmės vidurkių skirtumo nenustatyta ( $p = 0,08$ ). Tačiau abiejose grupėse pakartotinio ištyrimo metu nustatyta trumpesnė testo atlikimo trukmė. EG pakartotinio ištyrimo metu testą atliko $17,19$ sekundžių* greičiau (nuo $67,13 \pm 16,98$ iki $49,94 \pm 9,15$ sek.)	Lyginant pirminio ir pakartotinio ištyrimo rezultatus, EG stebėtas Stroop spalvų ir žodžių testo ( <b>KIS</b> ) bei tam tikrų Wisconsin kortelių rūšiavimo testo ( <b>KL</b> ) komponentų (ne
			<b>KL</b>	Wisconsin kortelių	Tarp grupių nenustatyta statistiškai reikšmingo skirtumo, analizuojant: vidutinį pateiktų teisingų	

				rūšiavimo testas	atsakymų skaičių ( $p > 0,05$ ); vidutinį perseveracijos klaidų <sup>1</sup> skaičių ( $p > 0,05$ ); vidutinį ne perseveracijos klaidų skaičių ( $p > 0,05$ ); vidutinį užbaigtų kategorijų skaičių ( $p > 0,05$ ). Tačiau EG pasižymėjo statistiškai reikšmingai mažesniu ne perseveracijos klaidų ( $p < 0,05$ ) ir užbaigtų kategorijų skaičiumi ( $p < 0,05$ ), lyginant pirminio ir pakartotinio ištyrimo rezultatus. Ne perseveracijos klaidų sumažėjo vidutiniškai 11,7 klaidomis* (nuo $29,55 \pm 17,12$ iki $17,85 \pm 14,52$ ). Užbaigtų kategorijų skaičiaus vidurkis padidėjo 1,1 kategorija* (nuo $3,60 \pm 2,16$ iki $4,70 \pm 2,07$ ).	perseveracijos klaidų ir užbaigtų kategorijų skaičiaus) rodiklių pagerėjimas. Šių rodiklių pagerėjimo KG nestebėta. Galima manyti, jog fiziniai pratimai padeda paskirstyti dėmesio išteklius, geba daryti įtaką dorzolateralinei prefrontalinei galvos smegenų žievei ir lemia padidėjusį dopamino išsiskyrimą.
<b>Kombinuotos fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijos</b>						
1)	Benzing ir kt. (2018) [37]	15 min.	DA	Modifikuota atvirkštinės spalvų sekos užduotis	Tarp grupių statistiškai reikšmingo teisingų atsakymų skaičiaus vidurkių skirtumo nenustatyta ( $p = 0,995$ )	Vienkartinės aktyvių vaizdo žaidimų intervencijos taikymas vidutiniu - dideliu intensyvumu (bent 14 minučių išlaikant tokį
			KIS	Modifikuota Eriksen	EG nustatyta statistiškai reikšmingai trumpesnė vidutinė atsakymo pateikimo trukmė ( $p < 0,05$ ).	

				šoninių rodyklių užduotis	EG atsakymo pateikimo trukmė vidutiniškai sutrumpėjo 132 milisekundėmis* (nuo 981 ± 263 iki 842 ± 162 milisek.). ANCOVA analizės rezultatai parodė, jog procentinis teisingų atsakymų kiekis statistiškai reikšmingai nepasikeitė nei vienoje grupėje (p = 0,770).	intensyvumą) turėjo reikšmingą teigiamą poveikį reakcijos trukmei <b>KIS</b> ir <b>KL</b> užduočių metu. Bet neturėjo poveikio atsakymų tikslumui ir
			<b>KL</b>	Modifikuota Eriksen šoninių rodyklių užduotis	EG nustatyta statistiškai reikšmingai trumpesnė vidutinė atsakymo pateikimo trukmė (p < 0,05). EG atsakymo pateikimo trukmė vidutiniškai sutrumpėjo 122 milisekundėmis* (nuo 1031 ± 276 iki 909 ± 200 milisek.). ANCOVA analizės rezultatai parodė, jog procentinis teisingų atsakymų kiekis statistiškai reikšmingai nepasikeitė nei vienoje grupėje (p = 0,616).	<b>vaizdinei – erdvinei DA.</b> Tyrimo duomenys rodo, jog aktyvūs vaizdo žaidimai turi potencialios naudos, gerinant specifinius smegenų vykdomųjų funkcijų aspektus ADS turinčių vaikų populiacijoje.

### ILGALAIKIO TRENIRAVIMO INTERVENCIJOS

#### Fizinio aktyvumo intervencijos

<b>1)</b>	Choi ir kt. (2015) [40]	6 sav.	<b>DA</b>	Nevertinta	Nevertinta	Nevertinta
			<b>KIS</b>	Nevertinta	Nevertinta	Nevertinta

			<b>KL</b>	Wisconsin kortelių rūšiavimo testas	EG stebėtas statistiškai reikšmingai mažesnis ( $p = 0,03$ ) perseveracijos klaidų skaičiaus vidurkis. EG grupėje perseveracijos klaidų skaičiaus vidurkis sumažėjo vidutiniškai 6,4 klaidomis* (nuo $14,2 \pm 6,4$ iki $7,8 \pm 87$ ).	Aerobiniai pratimai gali būti taikomi kaip medikamentinį gydymą papildanti priemonė, siekiant sumažinti perseveracijos klaidų skaičių (pagerinti <b>KL</b> ).
				fMRT	EG stebėtas statistiškai reikšmingas smegenų aktyvumo padidėjimas dešinės pusės frontalinėje smegenų žievėje ( $p = 0,04$ ) (EG: $1,22 \pm 0,47$ , KG: $0,80 \pm 0,65$ $\beta$ vertės); kairės pusės parietalinėje smegenų žievėje ( $p = 0,09$ ) (EG: $0,90 \pm 0,51$ , KG: $0,57 \pm 0,48$ $\beta$ vertės). Tokie smegenų aktyvumo pokyčiai siejami su geresniu smegenų gebėjimu ištaisyti perserveracijos klaidas.	
<b>2)</b>	Kadri ir kt. (2019) [42]	1,5 metų	<b>DA</b>	Nevertinta	Nevertinta	Nevertinta
			<b>KIS</b>	Stroop spalvų ir žodžių testas	EG pastebėtas statistiškai reikšmingai didesnis teisingų atsakymų skaičiaus vidurkis ( $p < 0,001$ ). Lyginant pirminio ir pakartotinio ištyrimų rezultatus, EG pakartotinio ištyrimo metu pateikė vidutiniškai 17,9 daugiau teisingų atsakymų* (teisingų atsakymų skaičius padidėjo nuo $41,0 \pm 7,7$ iki $58,9 \pm 5,9$ ).	Tekvondo treniruotės reikšmingai pagerino <b>KIS</b> rodiklius. Kovos menų užsiėmimai turėtų būti taikomi ADS turintiems vaikams, siekiant

						pagerinti jų dėmesį ir sveikatą.
			<b>KL</b>	Nevertinta	Nevertinta	Nevertinta
<b>3)</b>	Ziereis, Jansen (2015) [49]	12 sav.	<b>DA</b>	Darbinės atminties indeksas	ANOVA analizė parodė, jog tirtose grupėse pirminio ir pakartotinio ištyrimo metu nustatyti statistiškai reikšmingai skirtingi <b>DA</b> indekso vidurkio pokyčiai ( $p < 0,001$ ). Tačiau aposteriorinis ( <i>post hoc</i> ) Tukey kriterijus neparodė jokio reikšmingo vidurkių skirtumo, lyginant EG1 ir EG2, EG1 ir KG, EG2 ir KG grupes. Abiejose eksperimentinėse grupėse pastebėtas statistiškai reikšmingas darbinės atminties indekso įverčių pagerėjimas, lyginant pirminio ir pakartotinio ištyrimų duomenis ( $p < 0,05$ ). EG1 Darbinės atminties indekso įverčių vidurkis padidėjo vidutiniškai 14 balų* (nuo $96 \pm 13$ iki $110 \pm 15$ balų, EG2 – 9 balais* (nuo $100 \pm 12$ iki $109 \pm 10$ balų)). KG statistiškai reikšmingo pagerėjimo nepastebėta.	Ilgalaikis fizinis aktyvumas, nepriklausomai nuo taikytos intervencijos specifiškumo, turėjo teigiamą poveikį ADS turinčių vaikų smegenų vykdomosioms funkcijoms ( <b>žodinei DA</b> ). Ilgalaikės fizinio aktyvumo intervencijos gali būti naudojamos kaip papildoma ar alternatyvi nefarmakologinė ADS gydymo priemonė.

			<b>KIS</b>	Nevertinta	Nevertinta	Nevertinta
			<b>KL</b>	Nevertinta	Nevertinta	Nevertinta
<b>Kombinuotos fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijos</b>						
<b>1)</b>	Benzing, Schmidt (2019) [38]	8 sav.	<b>DA</b>	Modifikuota atvirkštinės spalvų sekos užduotis	Tarp grupių statistiškai reikšmingo teisingų atsakymų skaičiaus vidurkių skirtumo nenustatyta ( $p = 0,482$ ).	Aktyvių vaizdo žaidimų intervencija buvo efektyvi gerinant du smegenų vykdomųjų funkcijų komponentus – <b>KIS</b> ir <b>KL</b> , tačiau reikšmingo poveikio <b>DA</b> neturėjo. Aktyvių vaizdo žaidimų intervencija ateityje galėtų būti taikoma kaip individualizuota papildoma ADS gydymo intervencija, kurią galima taikyti šį sutrikimą turinčių
			<b>KIS</b>	Modifikuota Simon užduotis	EG pasižymėjo statistiškai reikšmingai trumpesne vidutine atsakymo pateikimo trukme ( $p = 0,049$ ). EG vidutinė atsakymo pateikimo trukmė po intervencijos taikymo vidutiniškai sutrumpėjo 53 milisekundėmis* (nuo $590 \pm 99$ milisek. iki $537 \pm 88$ milisek.)	
			<b>KL</b>	Modifikuota Eriksen šoninių rodyklių užduotis	EG pasižymėjo statistiškai reikšmingai trumpesne vidutine atsakymo pateikimo trukme ( $p = 0,029$ ). EG vidutinė atsakymo pateikimo trukmė po intervencijos taikymo sutrumpėjo 181 milisekunde* (nuo $1055 \pm 291$ iki $874 \pm 156$ milisek.).	

						asmenų namų aplinkoje.
			<b>DA</b>	Nevertinta	Nevertinta	Nevertinta
<b>2)</b>	Pan ir kt. (2016) [46]	24 sav.	<b>KIS</b>	Stroop spalvų ir žodžių testas	EG pasižymėjo statistiškai reikšmingai didesniu teisingų atsakymų skaičiaus vidurkiu ( $p < 0,01$ ). EG teisingų atsakymų skaičius padidėjo vidutiniškai 8,25 atsakymais* (nuo $23,88 \pm 3,98$ iki $32,13 \pm 2,92$ ).	Rakečių sporto intervencija yra efektyvi, gerinant ADS turinčių vaikų smegenų vykdomąsias funkcijas ( <b>KIS</b> ) ir turėtų būti įtraukta į standartinę šio sutrikimo gydymo programą. Teigiamas intervencijos poveikis išliko 12 savaičių – tai patvirtino autorių hipotezę, jog dalyvavimas ilgalaikėje fizinio aktyvumo programoje lemia neuronų

						struktūrinius ir funkcinis pokyčius.
			<b>KL</b>	Nevertinta	Nevertinta	Nevertinta
			<b>DA</b>	Nevertinta	Nevertinta	Nevertinta
<b>3)</b>	Memarmoghaddam ir kt. (2016) [43]	8 sav.	<b>KIS</b>	Stroop spalvų ir žodžių testas	MANCOVA analizės rezultatai parodė, jog EG pasižymėjo statistiškai reikšmingai geresniais rezultatais ( $p = 0,000$ ). Vidutinė atsakymo pateikimo trukmė tarp grupių skyrėsi reikšmingai ( $p = 0,000$ ). EG vidutinė atsakymo pateikimo trukmė po intervencijos taikymo sutrumpėjo 175,37 milisekundėmis* (nuo $1344,26 \pm 81,51$ iki $1168,89 \pm 92,76$ milisek.). Vidutinis klaidų skaičius tarp grupių skyrėsi statistiškai reikšmingai ( $p = 0,007$ ). Vidutinis klaidų skaičius po intervencijos taikymo sumažėjo 0,89 klaida* (nuo $1,52 \pm 1,12$ iki $0,63 \pm 1,06$ ).	Taikyta fizinių pratimų programa reikšmingai pagerino <b>KIS</b> . Organizuotas fizinis aktyvumas padeda pagerinti ADS turinčių vaikų smegenų vykdomąsias funkcijas.
				„Eiti/Neiti“ atsako slopinimo įvertinimo paradigma	MANCOVA analizės rezultatai parodė, jog EG pasižymėjo statistiškai reikšmingai geresniais rezultatais ( $p = 0,000$ ). Vidutinis „Eiti“ užduočių teisingų atsakymų skaičius tarp grupių skyrėsi reikšmingai ( $p = 0,003$ ). „Eiti“ užduočių atlikimo	



					teisingų atsakymų skaičiaus vidurkis po intervencijos EG padidėjo 4,21 teisingais atsakymais* (nuo $56,26 \pm 6,72$ iki $60,47 \pm 5,56$ ). Vidutinis „Neiti“ užduočių teisingų atsakymų skaičius tarp grupių skyrėsi reikšmingai ( $p = 0,000$ ). „Neiti“ užduočių atlikimo teisingų atsakymų skaičiaus vidurkis po intervencijos EG padidėjo 3,26 teisingais atsakymais* (nuo $21,42 \pm 2,81$ iki $24,68 \pm 2,53$ ).	
			<b>KL</b>	Nevertinta	Nevertinta	Nevertinta
<b>Kombinuotos intervencijos VS Fizinio aktyvumo intervencijos</b>						
<b>1)</b>	Nejati, Derakhshan (2021) [45]	8-9 sav.	<b>DA</b>	„N – atgal“ užduotis	Tarp grupių nustatytas statistiškai reikšmingas teisingų atsakymų procentinio kiekio vidurkių skirtumas, palankus EG ( $p = 0,008$ ). Lyginant pirminio ir I pakartotinio ištyrimo (po programos taikymo) rezultatus, procentinis teisingų atsakymų kiekis EG padidėjo vidutiniškai 24,8 proc.* Nuo $66,67 \pm 11,28$ proc. iki $91,47 \pm 6,95$ proc. Vidutinė atsakymo pateikimo trukmė tarp grupių statistiškai reikšmingai nesiskyrė ( $p = 0,96$ ).	Kognityvinės reabilitacijos programa, kombinuojant fizinį aktyvumą ir kognityvinę stimuliaciją, turėjo reikšmingą ir išliekantį (1 mėn.) poveikį ADS turinčių vaikų

			<b>KIS</b>	„Eiti/Neiti“ atsako slopinimo įvertinimo paradigma	EG stebėtas reikšmingai didesnis „Eiti“ užduočių procentinio teisingų atsakymų kiekio vidurkis ( $p = 0,001$ ). Lyginant pirminio ir I pakartotinio ištyrimo rezultatus, procentinis teisingų atsakymų kiekis EG padidėjo vidutiniškai 6,17 proc.* (nuo $90,21 \pm 10,84$ iki $96,38 \pm 4,41$ proc.). „Neiti“ užduočių atlikimo procentinio teisingų atsakymų kiekio vidurkis tarp grupių reikšmingai nesiskyrė ( $p = 0,095$ ). KG pakartotinio ištyrimo metu nustatyta statistiškai reikšmingai trumpesnė vidutinė atsakymo pateikimo trukmė ( $p = 0,001$ ) (EG: $1,29 \pm 0,21$ milisek., KG: $1,09 \pm 0,33$ milisek.)	smegenų vykdomosioms funkcijoms – <b>DA, KIS</b> ir <b>KL</b> .
			<b>KL</b>	Wisconsin kortelių rūšiavimo testas	EG stebėtas statistiškai reikšmingas užbaigtų kategorijų skaičiaus vidurkio padidėjimas ( $p = 0,001$ ). EG užbaigtų kategorijų skaičius vidutiniškai padidėjo 3,07 kategorijomis* (nuo $1,53 \pm 1,12$ iki $4,60 \pm 0,63$ ). Pastebėtas statistiškai reikšmingas perseveracijos klaidų	
<b>2)</b>	Nejati (2021) [44]	8-9 sav.	<b>DA</b>	„N – atgal“ užduotis	EG stebėtas statistiškai reikšmingai didesnis teisingų atsakymų procentinio kiekio vidurkis ( $p < 0,001$ ). Po intervencijos taikymo EG	Dvigubos užduoties principu organizuojamos

				<p>pasižymėjo vidutiniškai 14,8 proc.* didesniu atsakymų tikslumu (nuo <math>78,27 \pm 11,88</math> proc. iki <math>93,07 \pm 7,54</math> proc.) Vidutinė atsakymo pateikimo trukmė tarp grupių statistiškai reikšmingai nesiskyrė (<math>p &gt; 0,05</math>).</p>	<p>pusiausvyros ir kognityvinių užduočių intervencijos pagerina ADS turinčių vaikų smegenų vykdomąsias funkcijas (<b>DA</b>, <b>KIS</b> ir <b>KL</b>). Stebėtas rodiklių pagerėjimas EG išliko vieną mėnesį po taikytos intervencijos.</p>
		<b>KIS</b>	<p>„Stop – signalo“ užduotis</p> <p>EG stebėtas statistiškai reikšmingai didesnis „Eiti“ užduočių procentinio teisingų atsakymų kiekio vidurkis (<math>p &lt; 0,001</math>). Po intervencijos taikymo EG tokių užduočių atlikimo tikslumas padidėjo vidutiniškai 17,7 proc.* (nuo <math>74,52 \pm 19,41</math> iki <math>92,22 \pm 9,29</math> proc.) Vidutinė atsakymo pateikimo trukmė tarp grupių skyrėsi statistiškai reikšmingai (<math>p &lt; 0,05</math>). EG vidutinė atsakymo pateikimo trukmė po intervencijos taikymo sutrumpėjo 0,02 milisekundėmis* (nuo <math>1,33 \pm 0,16</math> iki <math>1,35 \pm 0,20</math> milisek.)</p>		
		<b>KL</b>	<p>Wisconsin kortelių rūšiavimo testas</p> <p>EG stebėtas statistiškai reikšmingas vidutinio užbaigtų kategorijų skaičiaus padidėjimas (<math>p &lt; 0,001</math>). EG užbaigtų kategorijų skaičius vidutiniškai padidėjo 1,8 kategorija* (nuo <math>2,67 \pm 1,49</math> iki <math>4,47 \pm 0,64</math>). EG pastebėtas statistiškai</p>		

					reikšmingas vidutinio perseveracijos klaidų skaičiaus sumažėjimas ( $p < 0,001$ ), lyginant rezultatus tarp grupių. EG lyginant pirminio ir I pakartotinio ištyrimo rezultatus, perseveracijos klaidų skaičiaus vidurkis sumažėjo 9,2 klaidomis* (nuo $18,73 \pm 9,53$ iki $9,53 \pm 3,75$ ).	
--	--	--	--	--	---	--

(1) – tokios klaidos, kai tiriamasis kartoja išmoktą elgesį, pasikeitus užduoties atlikimo taisyklėms.

(\*) – perskaičiuota iš mokslinėje publikacijoje pateiktų duomenų

EEG – elektroencefalografija

fMRT – funkcinė magnetinio rezonanso tomografija

EG – eksperimentinė grupė,

KG – kontrolinė grupė,

ANOVA – dispersijos analizė (angl. *Analysis of Variance*)

ANCOVA – kovariančių analizė (angl. *Analysis of Covariance*)

MANCOVA – daugiamatė kovariančių analizė ( angl. *Multivariate Analysis of Covariance*)

DA – darbinė atmintis,

KIS – kognityvinis impulsų slopinimas,

KL – kognityvinis lankstumas

#### 4. TYRIMO REZULTATŲ APTARIMAS

Vertinant fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų poveikį buvo apibendrinti 12 priimtinos ir aukštos kokybės klinikinių atsitiktinių imčių tyrimų rezultatai. Gauti rezultatai parodė, jog tokios intervencijos turi nedidelį - vidutinį poveikį pagrindiniams smegenų vykdomųjų funkcijų komponentams – darbinei atminčiai, kognityviniam impulsų slopinimui ir kognityviniam lankstumui. Pastebima, jog didesniu poveikiu visiems trims pagrindiniams smegenų vykdomųjų funkcijų komponentams pasižymi ilgesnės trukmės (4-8 sav. 3 k./sav. po 30-50 min./d.) kompiuterizuotos kombinuotos fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijos. Teigiamas tokių intervencijų poveikis galėtų būti aiškinamas tuo, jog ADS turintys vaikai, lyginant su šio sutrikimo neturinčiais bendraamžiais, pasižymi motyvacijos stygiu [50]. S. H. Kollins ir bendraautorių atlikto tyrimo duomenimis, išorinių paskatų taikymas potencialiai nuobodžių užduočių metu gali padėti optimizuoti užduoties atlikimą ADS turinčių vaikų populiacijoje [51]. Pastebėta, jog nuolatinis grįžtamojo ryšio užtikrinimas šį sutrikimą turintiems vaikams reikšmingai pagerina atliekamos užduoties kokybę. Kai ADS turintys vaikai, teisingai atlikę užduotį, iškart gauna atpildą, jų vidinė motyvacija tą užduotį atlikti beveik nesiskiria nuo šio sutrikimo neturinčių vaikų [52]. Kompiuterizuotų sistemų taikymas suteikia galimybę grįžtamąjį ryšį apie atliktos užduoties kokybę vaikui pateikti realiu laiku. Todėl tokių sistemų taikymo metu yra pasiekiamas aukštas motyvacijos, dalyvavimo ir gebėjimo bendradarbiauti lygmuo, kurio dėka yra gerinama vaiko galvos smegenų reorganizacija, plastiškumas, didinamas motorinis pajėgumas ir skatinami teigiami elgsenos pokyčiai [53]. Šios sisteminės literatūros apžvalgos rezultatai parodė, jog teigiamas kompiuterizuotų fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų poveikis ADS turinčių vaikų smegenų vykdomosioms funkcijoms galimai išlieka vieną mėnesį po taikytos intervencijų programos.

Nagrinėjant vienkartinių intervencijų poveikį pavieniams smegenų vykdomųjų funkcijų komponentams, pastebėta, jog teigiamas vidutinio - didelio intensyvumo aerobinio fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų poveikis kognityviniam impulsų slopinimui ADS turinčių vaikų populiacijoje stebimas jau po 5-30 minučių trukmės intervencijos taikymo. Teigiamas vienkartinių intervencijų poveikis galimai išlieka 60 minučių po taikytos intervencijos. Poveikis kognityviniam lankstumui stebimas po 15 minučių trukmės intervencijos taikymo. Vienkartinių fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų poveikis pagrindiniams smegenų vykdomųjų funkcijų komponentams galėtų būti aiškinamas tuo, jog fiziniai pratimai geba imituoti psichostimuliuojančių medikamentų veikimą, t.y. padidinti neurotransmiterių – serotonino, dopamino ir noradrenalino – kiekį galvos smegenyse [54]. Šios sisteminės literatūros apžvalgos rezultatai panašūs į 2022 metais T.Y. Chueh ir bendraautorių publikuotos sisteminės

literatūros apžvalgos ir metaanalizės rezultatus. Minėtų tyrėjų atlikta mokslinės literatūros analizė parodė, jog 15-30 minučių trukmės vidutiniu - dideliu intensyvumu atliekama fizinio aktyvumo intervencija gali laikinai pagerinti ADS turinčių vaikų smegenų vykdomąsias funkcijas [55].

Nagrinėjant ilgalaikio treniravimo intervencijų poveikį pavieniems smegenų vykdomųjų funkcijų komponentams, pastebėta, jog didžiausią poveikį kognityviniam impulsų slopinimui turi nekompiuterizuotų kombinuotų fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų programos taikymas. Minėtu atveju buvo taikytos stalo teniso treniruotės su kognityvinėmis užduotimis (12 sav. 2 k./sav. po 70 min./d.), teigiamas intervencijos poveikis išliko 12 savaičių po taikytos treniruočių programos [46]. Mokslinėje literatūroje aptinkama duomenų, jog ADS turinčių vaikų įtraukimas į ilgalaikio fizinio treniravimo intervencijas lemia neuronų struktūrinius ir funkcinis pokyčius [56]. Remiantis 2020 metais publikuoto S. Schaefer ir D. Scornaienchi tyrimo rezultatais, profesionalūs stalo teniso sportininkai, lyginant su pradedančiais, pasižymi geresniais darbinės atminties vertinimui naudojamais „N-atgal“ užduoties rezultatais [57]. Todėl vertėtų atlikti stalo teniso treniruočių poveikio kitiems pagrindiniams smegenų vykdomųjų funkcijų komponentams tyrimus, siekiant pagrįstai spręsti apie galimai didesnę tokių treniruočių naudą ADS turinčių vaikų neuroreabilitacijoje.

Aptariant tyrimuose, kuriuose buvo atsižvelgta į galimą medikamentų vartojimo poveikį ištyrimo rezultatams, vertinamas intervencijas, pastebima, jog didžiausiu poveikiu kognityviniam impulsų slopinimui pasižymėjo nekompiuterizuotų fizinio aktyvumo intervencijų programos taikymas. Minėtu atveju tiriamiesiems buvo taikyta tekvondo kovos menų treniruočių programa (1,5 metų 2 k./sav. po 50 min./d.). Manoma, jog teigiamas tokių kovos menų treniruočių poveikis smegenų vykdomosioms funkcijoms ADS turinčių vaikų populiacijoje galėtų būti siejamas su tuo, jog ši fizinio aktyvumo veikla savaime yra laikoma kognityviai stimuliuojančia veikla [42]. Tekvondo ideologija kartu apima ir teigiamų asmenybės savybių ugdymą – pagarbą kitiems asmenims ir visoms gyvybės formoms, kantrybę, sąžiningumą, savikontrolę, atsakomybės jausmą ir kt. [58]. I. R. Cho ir bendraautorijų publikuoto tyrimo rezultatai parodė, jog JAV mokyklose organizuotos tekvondo treniruotės pagerino mokinių moralę, paskatino mokinius laikytis mokyklos taisyklių ir padėjo palaikyti palankius santykius su mokytojais bei bendraamžiais [59]. Literatūroje aptinkama duomenų, jog ADS simptomų raiška gali būti siejama su šiuo sutrikimą turintiems asmenims būdingu smegenų neurotrofinio faktoriaus (toliau – BDNF, angl. *Brain-derived neurotrophic factor*) koncentracijos kraujyje sumažėjimu. Negebėjimas palaikyti optimalios BDNF koncentracijos lemia vidurinių smegenų, atsakančių už motorinių impulsų, vaizdinės ir garsinės informacijos apdorojimą, dopaminerginių neuronų kiekio sumažėjimą bei sąlygoja blogesnę tokių neuronų diferenciaciją [60]. Y. Kim vertino 8 savaičių trukmės tekvondo treniruočių poveikį tipiška besivystančių vaikų Stroop spalvų ir žodžių testo rezultatams bei

BDNF koncentracijai kraujo serume. Tyrimo metu pastebėtas statistiškai reikšmingas teigiamas poveikis Stroop spalvų ir žodžių testo rezultatams. Taip pat, pastebėtas nedidelis, tačiau statistiškai nereikšmingas BDNF koncentracijos padidėjimas [61]. Šios sisteminės literatūros apžvalgos rezultatai panašūs į 2022 metais F. Montalva-Valenzuela ir bendraautorių publikuotos sisteminės literatūros apžvalgos rezultatus. Minimos tyrėjų grupės atlikto tyrimo rezultatai parodė, jog fizinio aktyvumo, sporto ar fizinių pratimų intervencijos lėmė reikšmingus smegenų vykdomųjų funkcijų pokyčius ADS turinčių vaikų ir paauglių populiacijoje [62].

Apibendrinant šios sisteminės literatūros apžvalgos trūkumus, vertėtų paminėti, jog įtrauktoms mokslinėms publikacijoms būdingas klinikinis heterogeniškumas – tiriamiesiems ADS diagnozė patvirtinta pagal skirtingus kliniskus diagnostinius kriterijus, stebėti tiriamųjų skirtumai pagal lytį, amžių, medikamentų vartojimo statusą ir kt. Tyrimų metu buvo taikomos skirtingos intervencijos, skyrėsi intervencijų dozavimo charakteristikos bei intervencijų taikymo vieta. Visuose nagrinėtuose klinikuose atsitiktinių imčių tyrimuose buvo naudojami skirtingi pagrindinių smegenų vykdomųjų funkcijų komponentų tyrimo metodai ar šių metodų modifikacijos, buvo vertinami skirtingi rodikliai. Taikyti tyrimo metodai sutapo tik tuose tyrimuose, kurių atlikimui vadovavo tas pats tyrėjas. Interpretuojant šioje sisteminėje literatūros apžvalgoje pateikiamus rezultatus, vertėtų atkreipti dėmesį ir į tai, jog klinikinio poveikio dydis, daugeliu atvejų, buvo perskaičiuotas iš mokslinėse publikacijose autorių pateikiamų duomenų. Kadangi visus mokslinės literatūros paieškos ir atrankos etapus atliko viena tyrėja, o atliktiems skaičiavimams buvo naudojami antriniai duomenys, vertėtų atsižvelgti į padidėjusią šališkumo riziką, nepaisant dėtų pastangų sumažinti žmogiškųjų klaidų riziką.

## 5. IŠVADOS

1) Mokslinėje literatūroje aptinkama aukštos kokybės įrodymų apie fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų pritaikymo galimybes aktyvumo ir dėmesio sutrikimą turinčių vaikų neuroreabilitacijoje, tačiau atlikti moksliniai tyrimai pasižymi klinikiniu heterogeniškumu. Plačiausiai išnagrinėtas vidutinio - didelio intensyvumo aerobinio ir mišraus fizinio aktyvumo intervencijų poveikis.

2) Esami įrodymai rodo, jog fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijos turi nedidelio - vidutinio dydžio teigiamą ir išliekantį poveikį aktyvumo ir dėmesio sutrikimą turinčių vaikų pagrindiniams smegenų vykdomųjų funkcijų komponentams – darbinei atminčiai, kognityviniam impulsų slopinimui ir kognityviniam lankstumui. Tokios intervencijos gali būti naudojamos kaip farmakologinį aktyvumo ir dėmesio sutrikimo gydymą papildanti ar jam alternatyvi priemonė.



## 6. PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS

1) Ateityje planuojami tyrimai turėtų siekti užpildyti esamas mokslinės literatūros spragas – įvertinti raumenų jėgos lavinimo, koordinacijos, lankstumo pratimų poveikį aktyvumo ir dėmesio sutrikimą turinčių vaikų smegenų vykdomosioms funkcijoms. Sparti mokslo ir technologijų pažanga suteikia galimybę didinti fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijų įvairovę, atsižvelgiant į potencialiai didesnę kompiuterizuotų kombinuotų intervencijų naudą.

2) Šioje apžvalgoje aptartas fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijas rekomenduojama įtraukti į aktyvumo ir dėmesio sutrikimą turinčių vaikų gydymo strategiją kaip medikamentinį gydymą papildančią ar jam alternatyvią priemonę. Rekomenduojama atsižvelgti į didesnę ilgalaikio kompiuterizuotų intervencijų taikymo naudą visiems trims pagrindiniams smegenų vykdomųjų funkcijų komponentams ir tokių intervencijų pritaikymo galimybes pacientų namų aplinkoje.

## 7. LITERATŪROS SĄRAŠAS

1. American Psychiatric Association, DSM-5 Task Force. Diagnostic and statistical manual of mental disorders: DSM-5™ (5th ed.). American Psychiatric Publishing, Inc. 2013.
2. Sayal K, Prasad V, Daley D, Ford T, Coghill D. ADHD in children and young people: prevalence, care pathways, and service provision. *Lancet Psychiatry*. 2018;5(2):175-186.
3. Danielson ML, Bitsko RH, Ghandour RM, Holbrook JR, Kogan MD, Blumberg SJ. Prevalence of parent-reported ADHD diagnosis and associated treatment among U.S. children and adolescents, 2016. *J Clin Child Adolesc Psychol*. 2018;47(2):199-212.
4. Miao S, Han J, Gu Y, Wang X, Song W, Li D, Liu Z, Yang J, Li X. Reduced prefrontal cortex activation in children with attention-deficit/hyperactivity disorder during Go/No-Go task: a functional near-infrared spectroscopy study. *Front Neurosci*. 2017;11:367.
5. Diamond A. Executive functions. *Annu Rev Psychol*. 2013;64:135-68.
6. Posner J, Polanczyk GV, Sonuga-Barke E. Attention-deficit hyperactivity disorder. *Lancet*. 2020;395(10222):450-462.
7. Rosenau PT, Openner TJC, Matthijssen AM, van de Loo-Neus GHH, Buitelaar JK, van den Hoofdakker BJ, Hoekstra PJ, Dietrich A. Effects of methylphenidate on executive functioning in children and adolescents with ADHD after long-term use: a randomized, placebo-controlled discontinuation study. *J Child Psychol Psychiatry*. 2021;62(12):1444-1452.
8. Connolly JJ, Glessner JT, Elia J, Hakonarson H. ADHD & pharmacotherapy: past, present and future: a review of the changing landscape of drug therapy for attention deficit hyperactivity disorder. *Ther Innov Regul Sci*. 2015;49(5):632-642.
9. Taylor E. ADHD Medication in the longer term. *Z Kinder Jugendpsychiatr Psychother*. 2019;47(6):542-546.
10. Benzing V, Schmidt M. Exergaming for children and adolescents: strengths, weaknesses, opportunities and threats. *J Clin Med*. 2018;7(11):422.
11. Erickson K, Hillman C, Kramer A. Physical activity, brain and cognition. *Curr. Opin. Behav. Sci*. 2015;4:27-32.
12. Mehren A, Reichert M, Coghill D, Müller HHO, Braun N, Philipsen A. Physical exercise in attention deficit hyperactivity disorder - evidence and implications for the treatment of borderline personality disorder. *Borderline Personal Disord Emot Dysregul*. 2020;7:1.
13. Rosen ML, Hagen MP, Lurie LA, Miles ZE, Sheridan MA, Meltzoff AN, McLaughlin KA. Cognitive stimulation as a mechanism linking socioeconomic status with executive function: a longitudinal investigation. *Child Dev*. 2020;91(4):e762-e779.

14. Medina R, Bouhaben J, de Ramón I, Cuesta P, Antón-Toro L, Pacios J, Quintero J, Ramos-Quiroga JA, Maestú F. Electrophysiological brain changes associated with cognitive improvement in a pediatric attention deficit hyperactivity disorder digital artificial intelligence-driven intervention: randomized controlled trial. *J Med Internet Res*. 2021;23(11):e25466.
15. Bogost I. *Persuasive games: the expressive power of videogames*. The MIT Press; Cambridge, MA, USA. 2007.
16. Lauenroth A, Ioannidis AE, Teichmann B. Influence of combined physical and cognitive training on cognition: a systematic review. *BMC Geriatr*. 2016;16(1):141.
17. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, Shamseer L, Tetzlaff JM, Akl EA, Brennan SE, Chou R, Glanville J, Grimshaw JM, Hróbjartsson A, Lalu MM, Li T, Loder EW, Mayo-Wilson E, McDonald S, McGuinness LA, Stewart LA, Thomas J, Tricco AC, Welch VA, Whiting P, Moher D. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021;372:n71.
18. Higgins JPT, Thomas J, Chandler J, Cumpston M, Li T, Page MJ, Welch VA. *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*, 2nd ed.; John Wiley & Sons: Chichester, UK, 2019.
19. Belur J, Tompson L, Thornton A, Simon M. Interrater reliability in systematic review methodology: exploring variation in coder decision-making. *Sociological Methods & Research*. 2021;50(2):837-865.
20. Koo TK, Li MY. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. *J Chiropr Med*. 2016;15(2):155-63.
21. Sterne JAC, Savović J, Page MJ, Elbers RG, Blencowe NS, Boutron I, Cates CJ, Cheng H-Y, Corbett MS, Eldridge SM, Hernán MA, Hopewell S, Hróbjartsson A, Junqueira DR, Jüni P, Kirkham JJ, Lasserson T, Li T, McAleenan A, Reeves BC, Shepperd S, Shrier I, Stewart LA, Tilling K, White IR, Whiting PF, Higgins JPT. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*. 2019;366:l4898.
22. Bell ML, Kenward MG, Fairclough DL, Horton NJ. Differential dropout and bias in randomised controlled trials: when it matters and when it may not. *BMJ*. 2013;346:e8668.
23. Tamminga HGH, Reneman L, Schrantee A, Bottelier MA, Bouziane C, Geurts HM, Groenman AP. Do effects of methylphenidate on cognitive performance last beyond treatment? A randomized placebo-controlled trial in boys and men with ADHD? *Eur Neuropsychopharmacol*. 2021;46:1-13.
24. Gagnier JJ, Moher D, Boon H, Beyene J, Bombardier C. Investigating clinical heterogeneity in systematic reviews: a methodologic review of guidance in the literature. *BMC Med Res Methodol*. 2012;12:111.

25. Chan RC, Shum D, Touloupoulou T, Chen EY. Assessment of executive functions: review of instruments and identification of critical issues. *Arch Clin Neuropsychol*. 2008;23(2):201-16.
26. Morris SE, Cuthbert BN. Research Domain Criteria: cognitive systems, neural circuits, and dimensions of behavior. *Dialogues Clin Neurosci*. 2012;14(1):29-37.
27. McVoy M, Lytle S, Fulchiero E, Aebi ME, Adeleye O, Sajatovic M. A systematic review of quantitative EEG as a possible biomarker in child psychiatric disorders. *Psychiatry Res*. 2019;279:331-344.
28. Roman-Urrestarazu A, Lindholm P, Moilanen I, Kiviniemi V, Miettunen J, Jääskeläinen E, Mäki P, Hurtig T, Ebeling H, Barnett JH, Nikkinen J, Suckling J, Jones PB, Veijola J, Murray GK. Brain structural deficits and working memory fMRI dysfunction in young adults who were diagnosed with ADHD in adolescence. *Eur Child Adolesc Psychiatry*. 2016;25(5):529-38.
29. Bong SH, Choi TY, Kim KM, Lee J, Kim JW. Correlation between executive function and quantitative EEG in patients with anxiety by the Research Domain Criteria (RDoC) framework. *Sci Rep*. 2020;10(1):18578.
30. Wickham H, Averick M, Bryan J, Chang W, McGowan LD, François R, Grolemund G, Hayes A, Henry L, Hester J, Kuhn M, Pedersen TL, Miller E, Bache SM, Müller K, Ooms J, Robinson D, Seidel DP, Spinu V, Takahashi K, Vaughan D, Wilke C, Woo K, Yutani H. Welcome to the Tidyverse. *J Open Source Softw*. 2019;4(43):1686.
31. Balduzzi S, Rücker G, Schwarzer G. How to perform a meta-analysis with R: a practical tutorial. *Evid Based Ment Health*. 2019;22(4):153-160.
32. Viechtbauer W. Conducting meta-analyses in R with the metafor package. *J Stat Softw*. 2010;36(3):1-48.
33. Harrer M, Cuijpers P, Furukawa TA, Ebert DD. *Doing meta-analysis with R: a hands-on guide*. Boca Raton, FL and London: Chapman & Hall/CRC Press. 2021. Prieiga per internetą: [https://bookdown.org/MathiasHarrer/Doing\\_Meta\\_Analysis\\_in\\_R/](https://bookdown.org/MathiasHarrer/Doing_Meta_Analysis_in_R/) [Žiūrėta 2022-03-11].
34. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*, 2nd ed., New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc., 1988.
35. Van den Noortgate W, López-López JA, Marín-Martínez F, Sánchez-Meca J. Three-level meta-analysis of dependent effect sizes. *Behav Res Methods*. 2013;45(2):576-94.
36. Becker LA. Effect size (ES). 2000. Prieiga per internetą: <https://www.uv.es/~friasnav/EffectSizeBecker.pdf> [Žiūrėta 2021-11-03].
37. Benzing V, Chang YK, Schmidt M. Acute physical activity enhances executive functions in children with ADHD. *Sci Rep*. 2018;8(1):12382.
38. Benzing V, Schmidt M. The effect of exergaming on executive functions in children with ADHD: a randomized clinical trial. *Scand J Med Sci Sports*. 2019;29(8):1243-1253.

39. Chang YK, Liu S, Yu HH, Lee YH. Effect of acute exercise on executive function in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Arch Clin Neuropsychol*. 2012;27(2):225-37.
40. Choi JW, Han DH, Kang KD, Jung HY, Renshaw PF. Aerobic exercise and attention deficit hyperactivity disorder: brain research. *Med Sci Sports Exerc*. 2015;47(1):33-9.
41. Gawrilow C, Stadler G, Langguth N, Naumann A, Boeck A. Physical activity, affect, and cognition in children with symptoms of ADHD. *J Atten Disord*. 2016;20(2):151-62.
42. Kadri A, Slimani M, Bragazzi NL, Tod D, Azaiez F. Effect of taekwondo practice on cognitive function in adolescents with attention deficit hyperactivity disorder. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(2):204.
43. Memarmoghaddam M, Torbati HT, Sohrabi M, Mashhadi A, Kashi A. Effects of a selected exercise program on executive function of children with attention deficit hyperactivity disorder. *J Med Life*. 2016;9(4):373-379.
44. Nejati V. Balance-based Attentive Rehabilitation of Attention Networks (BARAN) improves executive functions and ameliorates behavioral symptoms in children with ADHD. *Complement Ther Med*. 2021;60.
45. Nejati V, Derakhshan Z. The effect of physical activity with and without cognitive demand on the improvement of executive functions and behavioral symptoms in children with ADHD. *Expert Rev Neurother*. 2021;21(5):607-614.
46. Pan CY, Chu CH, Tsai CL, Lo SY, Cheng YW, Liu YJ. A racket-sport intervention improves behavioral and cognitive performance in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Res Dev Disabil*. 2016;57:1-10.
47. Silva LAD, Doyenart R, Henrique Salvan P, Rodrigues W, Felipe Lopes J, Gomes K, Thirupathi A, Pinho RA, Silveira PC. Swimming training improves mental health parameters, cognition and motor coordination in children with Attention Deficit Hyperactivity Disorder. *Int J Environ Health Res*. 2020;30(5):584-592.
48. Yu CL, Hsieh SS, Chueh TY, Huang CJ, Hillman CH, Hung TM. The effects of acute aerobic exercise on inhibitory control and resting state heart rate variability in children with ADHD. *Sci Rep*. 2020;10(1):19958.
49. Ziereis S, Jansen P. Effects of physical activity on executive function and motor performance in children with ADHD. *Res Dev Disabil*. 2015;38:181-91.
50. Smith ZR, Langberg JM, Cusick CN, Green CD, Becker SP. Academic motivation deficits in adolescents with ADHD and associations with academic functioning. *J Abnorm Child Psychol*. 2020;48(2):237-249.
51. Kollins SH, Childress A, Heusser AC, Lutz J. Effectiveness of a digital therapeutic as adjunct to treatment with medication in pediatric ADHD. *NPJ Digit Med*. 2021;4(1):58.

52. Luman M, Oosterlaan J, Sergeant JA. The impact of reinforcement contingencies on AD/HD: a review and theoretical appraisal. *Clin Psychol Rev.* 2005;25(2):183-213.
53. Bashiri A, Ghazisaeedi M, Shahmoradi L. The opportunities of virtual reality in the rehabilitation of children with attention deficit hyperactivity disorder: a literature review. *Korean J Pediatr.* 2017;60(11):337-343.
54. Ma Q. Beneficial effects of moderate voluntary physical exercise and its biological mechanisms on brain health. *Neurosci Bull.* 2008;24(4):265-70.
55. Chueh TY, Hsieh SS, Tsai YJ, Yu CL, Benzing V, Schmidt M, Chang YK, Hillman CH, Hung TM. Effects of a single bout of moderate-to-vigorous physical activity on executive functions in children with attention-deficit/hyperactivity disorder: A systematic review and meta-analysis. *Psychol Sport Exerc.* 2022;58:1-9.
56. Pontifex MB, Raine LB, Johnson CR, Chaddock L, Voss MW, Cohen NJ, Kramer AF, Hillman CH. Cardiorespiratory fitness and the flexible modulation of cognitive control in preadolescent children. *J Cogn Neurosci.* 2011;23(6):1332-45.
57. Schaefer S, Scornaienchi D. Table tennis experts outperform novices in a demanding cognitive-motor dual-task situation. *J Mot Behav.* 2020;52:2,204-213.
58. International Taekwon-Do Federation. Encyclopedia of taekwon-do. 2022. Prieiga per internetą: <https://www.itf-tkd.org/encyclopedia-of-taekwon-do/> [Žiūrėta 2022-03-05].
59. Cho IR, Park HJ, Lee TK. The influence of taekwondo training on school-life adaptation and exercise value in the United States. *J Exerc Rehabil.* 2018;14(2):213-218.
60. Liu DY, Shen XM, Yuan FF, Guo OY, Zhong Y, Chen JG, Zhu LQ, Wu J. The physiology of BDNF and its relationship with ADHD. *Mol Neurobiol.* 2015;52(3):1467-1476.
61. Kim Y. The effect of regular taekwondo exercise on brain-derived neurotrophic factor and Stroop test in undergraduate student. *J Exerc Nutrition Biochem.* 2015;19(2):73-9.
62. Montalva-Valenzuela F, Andrades-Ramírez O, Castillo-Paredes A. Effects of physical activity, exercise and sport on executive function in young people with attention deficit hyperactivity disorder: a systematic review. *Eur J Investig Health Psychol Educ.* 2022;12(1):61-76.

## 8. PRIEDAI

### 1 priedas. Sisteminės literatūros apžvalgos protokolas

<b>PAVADINIMAS</b>	Fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos poveikis aktyvumo ir dėmesio sutrikimą turinčių vaikų smegenų vykdomosioms funkcijoms
<b>VADOVAS</b>	J. asist. Justinas Blaževičius
<b>VYKDYTOJAS</b>	Emilija Strazdaitė
<b>DARBO ATLIKIMO LAIKOTARPIS</b>	2020 m. lapkričio mėn. - 2022 m. balandžio mėn.
<b>DARBO TIKSLAS</b>	Įvertinti fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos poveikį aktyvumo ir dėmesio sutrikimą turinčių vaikų smegenų vykdomosioms funkcijoms, analizuojant atliktus mokslinius tyrimus.
<b>DARBO KLAUSIMAS</b>	Ar ADS turinčių vaikų populiacijoje fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijos turi poveikį smegenų vykdomosioms funkcijoms?
<b>PAIEŠKOS STRATEGIJA</b>	
<b>Duomenų bazės, kuriose atliekama paieška</b>	Publikacijų paieška atlikta pagal paieškos strategiją <i>PubMed (MEDLINE)</i> ir <i>Web of Science (Clarivate Analytics)</i> duomenų bazėse.
<b>Straipsnių įtraukimo kriterijai</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Su žmonėmis atlikti klinikiniai atsitiktinių imčių tyrimai, publikuoti anglų kalba bet kurioje pasaulio šalyje nuo 2012 iki 2022 metų.</li> <li>2) Tiriami vaikai, turintys pagal klinikinius diagnostinius kriterijus patvirtintą aktyvumo ir dėmesio sutrikimą. Įtraukiami bet kurio tipo ADS turintys asmenys.</li> <li>3) Tiriamiesiems taikytos fizinio aktyvumo arba kombinuotos fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos (dvigubos užduoties atlikimas, aktyvūs vaizdo žaidimai) intervencijos.</li> <li>4) Vertinamas intervencijos poveikis bent vienam pagrindiniam vykdomųjų funkcijų komponentui – darbinei atminčiai, kognityviniam impulsų slopinimui, kognityviniam lankstumui.</li> </ol>

	Intervencijos poveikio vertinimui naudojami objektyvūs tyrimo metodai.
<b>Straipsnių neįtraukimo kriterijai</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Neįtraukiami konferencijų pranešimai, sisteminės literatūros apžvalgos, metaanalizės, baigiamieji darbai ar disertacijos, žvalgomieji tyrimai, kvazi-eksperimentai, kohortiniai, atvejo ir kontrolės tyrimai bei atvejų studijos.</li> <li>2) Tyrimai atlikti su sveikais, kitų sutrikimų turinčiais vaikais ar suaugusiais asmenimis. Tyrimai, atlikti su gyvūnais ar <i>in vitro</i>. Tyrimai, iš kurių stebėjimo laikotarpiu pasitraukė daugiau nei 20 proc. tiriamųjų.</li> <li>3) Tiriamiesiems taikytos fizinio aktyvumo nereikalaujančios kognityvinės stimuliacijos intervencijos, pavyzdžiui, kognityvinių funkcijų lavinimas kompiuterinėmis programomis ar šių funkcijų lavinimas, panaudojant nervinį grįžtamąjį ryšį. Fizinio aktyvumo intervencijos taikytos tik kontrolinei grupei, tačiau informacijos apie intervencijos pobūdį, dozavimą, krūvio intensyvumą ir kitus parametrus nepateikta.</li> <li>4) Vertinamas intervencijos poveikis kitiems smegenų vykdomųjų funkcijų komponentams ar akademiniam pasiekimams. Intervencijos poveikio vertinimui naudojami subjektyvūs tyrimo metodai.</li> </ol>
<b>Vertinamosios baigtys</b>	Smegenų vykdomųjų funkcijų (darbinės atminties, kognityvinio impulsų slopinimo, kognityvinio lankstumo) pokytis nepriklausomai nuo taikyto objektyvaus tyrimo metodo.
<b>Pagrindiniai paieškos žodžiai</b>	<i>attention deficit disorder with hyperactivity AND children AND physical activity OR cognitive stimulation AND executive functions</i>



**2 priedas.** Tyrimuose smegenų vykdomųjų funkcijų vertinimui naudotų metodų aprašymai

Eilės Nr.	Mokslinė publikacija	Metodų aprašymai
<b>VIENKARTINĖS INTERVENCIJOS</b>		
<b>Fizinio aktyvumo intervencijos</b>		
<b>1)</b>	Yu ir kt. (2020) [48]	<p><b>Modifikuota Eriksen šoninių rodyklių užduotis + EEG</b> – tiriamajam kompiuterio ekrane yra rodomi penki geltonos spalvos žuvų simboliai, tarp dirgiklių pateikimo yra išlaikomi 200 milisekundžių trukmės intervalai. Tiriamasis turi nurodyti, ar per vidurį esanti žuvis yra pasisukusi į kairę, ar į dešinę pusę, spausdamas klaviatūros mygtukus „F“ arba „I“. Buvo atliekama 40 bandymų, testavimo trukmė – 12 minučių. EEG buvo atliekama panaudojant 32 elektrodus turintį šalną (<i>Quik-Cap, Compumedics Neuroscan, Inc., Charlotte, JAV</i>), elektrodus uždedant pagal modifikuotą tarptautinę 10-20 sistemą (angl. <i>The International 10–20 System</i>).</p>
<b>2)</b>	Gawrilow ir kt. (2016) [41]	<p><b>Klasifikavimo užduotis kombinuota su „Eiti/Neiti“ atsako slopinimo įvertinimo paradigma</b> – tiriamajam kompiuterio ekrane buvo rodomas vienas paveikslėlis, priklausantis gyvūnų (višta, katė, pelė, karvė, kiaulė) arba transporto priemonių (lėktuvas, automobilis, sunkvežimis, laivas, traukinys) kategorijai. Dalyvių buvo prašoma paspausti tam tikrą klaviatūros mygtuką, jog paveikslėlis būtų priskirtas tam tikrai kategorijai. Po garsinio „stop“ signalo (200 Hz) tiriamasis turėdavo sustoti klasifikavęs. Mygtukas buvo spaudžiamas kairės arba dešinės plaštakos rodomuoju (II) pirštu. „Stop“ signalai pasigirdavo 1/3 kartų, 150 milisekundžių prieš pasirodant dirgikliui. Ištyrimas truko 21 minutę.</p>
<b>3)</b>	Chang ir kt. (2012) [39]	<p><b>Stroop spalvų ir žodžių testas</b> – testo atlikimui naudoti trys subtestai. Kiekvieno subtesto atlikimui buvo skiriama po 50 bandymų (pateikta popieriaus lape – 5 stulpeliai po 10 eilučių). Testavimui naudotos trys spalvos (mėlyna, raudona, žalia). Pakartotinių testavimų patvirtintas patikimumas – 0,79-0,83.</p>

		<p><b>Wisconsin kortelių rūšiavimo testas</b> – buvo naudojamos 4 dirgiklių kortelės ir 128 atsako kortelės. Pastarąsias tiriamieji turėjo priskirti prie dirgiklių kortelių pagal tam tikrą kortelėje vaizduojamų objektų požymį – spalvą, formą, skaičių. Po kiekvieno bandymo tyrėjas žodžiu suteikdavo grįžtamąjį ryšį – atsakymas yra teisingas ar neteisingas. Kas 10 kortelių buvo keičiamas požymis, pagal kurį tiriamasis turėjo korteles rūšiuoti. Pakartotinių testavimų patvirtintas patikimumas – 0,36-0,74.</p>
<b>Kombinuotos fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijos</b>		
1)	<p>Benzing ir kt. (2018) [37]</p>	<p><b>Modifikuota atvirkštinės spalvų sekos užduotis</b> – tiriamiesiems kompiuterio ekrane buvo pateikiama animuota istorija apie nykštuką, kurios metu rodomos įvairių spalvų monetos. Tyrimo dalyvių buvo prašoma atvirkštine tvarka atkartoti matytų monetų spalvas. Tris kartus atsakius teisingai, spalvų seka pailgėdavo viena moneta. Vaikui padarius tris klaidas, testas nutraukiamas.</p> <p><b>Modifikuota Eriksen šoninių rodyklių užduotis</b> – kompiuterio ekrane buvo rodomi penki geltonos arba raudonos spalvos žuvų simboliai. Tyrimo dalyvių buvo prašoma „pašerti“ žuvis, paspaudžiant mygtuką, esantį kairėje arba dešinėje pusėje. Mygtukas parenkamas pagal tai, į kurią – kairę ar dešinę pusę – yra atsisukusi žuvies burna. Kartais „šeriama“ žuvis būdavo viduryje (raudona žuvis), kartais šone (geltona žuvis). Buvo atliekama 40 bandymų. 20 atvejų geltonų žuvų kryptis sutapo su raudonos žuvies, 20 atvejų – nesutapo. Intervalai tarp stimulų pateikimo svyravo nuo 800 iki 1400 milisekundžių.</p>
<b>ILGALAIKIO TRENIRAVIMO INTERVENCIJOS</b>		
<b>Fizinio aktyvumo intervencijos</b>		
1)	<p>Choi ir kt. (2015) [40]</p>	<p><b>Modifikuotas Wisconsin kortelių rūšiavimo testas + fMRT</b> – 3-T fMRT skenerio viduje vaikams buvo rodomas juodas ekranas. Ekranu viršutinėje dalyje pateikiamos keturios kortelės, apatinėje dalyje per vidurį – viena kortelė. Apatinėje dalyje esančią kortelę pagal tam tikrą požymį tiriamieji turėjo priskirti prie viršutinėje dalyje esančių kortelių, naudodami klaviatūros mygtukus. Kortelė buvo rodoma 4000 milisekundžių, grįžtamojo ryšio ekranas</p>

		(teisingas/neteisingas atsakymas) buvo rodomas 500 milisekundžių.
2)	Kadri ir kt. (2019) [42]	<b>Stroop spalvų ir žodžių testas</b> – tiriamiesiems buvo pateikiamas popieriaus lapas su 100 žodžių (5 stulpeliai po 20 eilučių). Buvo atliekami du subtestai – sutampančiomis sąlygomis (kai žodžio šrifto spalva ir jo reikšmė sutapo) ir nesutampančiomis sąlygomis (kai žodžio reikšmė su šrifto spalva nesutapo). Tiriamųjų buvo prašoma kuo greičiau įvardinti šrifto spalvą. Testas buvo atliekamas 45 sekundes.
3)	Ziereis, Jansen (2015) [49]	<b>Darbinės atminties indeksas (susideda iš dviejų subtestų balų):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ <b>Wechsler intelekto skalės vaikams skaičių sekos atkartojimo užduotis</b> – žodžiu tiriamajam yra pateikiamos skaičių sekos, kurias jis turi atkartoti girdėta arba atvirkštine tvarka. Seka yra ilginama, jeigu vaikas iš eilės pateikia du teisingus atsakymus. Kiekvienas teisingas atsakymas yra vertinamas vienu balu, bendras balas apskaičiuojamas pagal amžiaus normatyvus.</li> <li>◦ <b>Wechsler intelekto skalės vaikams raidžių ir skaičių sekos užduotis</b> – žodžiu tiriamajam atsitiktine tvarka yra pateikiamos raidės ir skaitmenys, tiriamasis turi girdėtas raides atkartoti abėcėlės tvarka, o skaičius – nuo mažiausio iki didžiausio.</li> </ul>
<b>Kombinuotos fizinio aktyvumo ir kognityvinės stimuliacijos intervencijos</b>		
1)	Benzing, Schmidt (2019) [38]	<b>Modifikuota atvirkštinės spalvų sekos užduotis</b> – tiriamiesiems kompiuterio ekrane buvo pateikiama animuota istorija apie nykštuką, kurios metu rodomos įvairių spalvų monetos. Tyrimo dalyvių buvo prašoma atvirkštine tvarka atkartoti matytų monetų spalvas. Tris kartus atsakius teisingai, spalvų seka pailgėdavo viena moneta. Vaikui padarius tris klaidas, testas nutraukiamas. <b>Modifikuota Simon užduotis</b> – kompiuterio ekrane yra pateikiami dirgikliai – mėlynos arba geltonos spalvos jūros žvaigždės paveikslai. Tiriamasis turi reaguoti į paveikslus, paspausdamas kairėje arba dešinėje pusėje esantį mygtuką. Priklausomai nuo ekrane matomos jūros žvaigždės spalvos, vaikas

		<p>turi paspausti kairės (geltona) arba dešinės (mėlyna) pusės mygtuką. Sutampančios užduoties metu, jūros žvaigždė pasirodydavo toje pačioje pusėje, kurioje yra atitinkamos spalvos mygtukas. Nesutampančios užduoties metu – bet kurioje ekrano pusėje. Tarp dirgiklių pateikimo buvo išlaikomi 500-1500 milisekundžių intervalai. Buvo atliekama 60 bandymų.</p> <p><b>Modifikuota Eriksen šoninių rodyklių užduotis</b> – kompiuterio ekrane buvo rodomi penki geltonos arba raudonos spalvos žuvų simboliai. Tyrimo dalyvių buvo prašoma „pašerti“ žuvis, paspaudžiant mygtuką, esantį kairėje arba dešinėje pusėje. Mygtukas parenkamas pagal tai, į kurią – kairę ar dešinę pusę – yra atsisukusi žuvies burna. Kartais „šeriama“ žuvis būdavo viduryje (raudona žuvis), kartais šone (geltona žuvis). Buvo atliekama 40 bandymų. 20 atvejų geltonų žuvų kryptis sutapo su raudonos žuvies, 20 atvejų – nesutapo. Intervalai tarp stimulų pateikimo svyravo nuo 800 iki 1400 milisekundžių.</p>
2)	Pan ir kt. (2016) [46]	<p><b>Stroop spalvų ir žodžių testas</b> – tiriamajam pateikiama 100 (5 stulpeliai po 20 eilučių) spalvų pavadinimų (naudoti trys spalvų pavadinimai – raudona, žalia, mėlyna) atspausdintų nesutampančios spalvos šriftu, pavyzdžiui „žalia“ atspausdinta raudonai. Testas truko 45 sekundes, tiriamųjų buvo prašoma kuo greičiau ir kuo tiksliau įvardinti šrifto spalvą. Padarius klaidą, būdavo leidžiama tęsti toliau tik ją ištaisius. Buvo vykdomas pirminis ištyrimas, I pakartotinis ištyrimas (po 12 savaičių) ir II pakartotinis ištyrimas (po 24 savaičių).</p>
3)	Memarmoghaddam ir kt. (2016) [43]	<p><b>Stroop spalvų ir žodžių testas</b> – naudoti du subtestai – atliekami sutampančiomis ir nesutampančiomis sąlygomis. Testai atlikti su 48 spalvą reiškiančiais žodžiais. Testo validumas: 0,80 - 0,91.</p> <p><b>„Eiti/Neiti“ atsako slopinimo įvertinimo paradigma</b> – buvo atliekama 100 bandymų, 70 iš jų buvo „Eiti“ užduotys. Detaliau nenurodyta.</p>
<b>Kombinuotos intervencijos VS Fizinio aktyvumo intervencijos</b>		
1)	Nejati, Derakhshan (2021) [45]	<p><b>„N-atgal“ testas</b> – testo metu tyrimo dalyviai turi palyginti šiuo metu matomą dirgiklį su matytu vienu žingsniu anksčiau ir atsakyti, ar jie sutampa, ar ne. Buvo rodoma 100 paveikslėlių su</p>

		<p>kreivomis linijomis, jie buvo rodomi atsitiktine tvarka. 25 kartus paeiliui rodyti dirgikliai sutapo.</p> <p><b>„Eiti/Neiti“ atsako slopinimo įvertinimo paradigma</b> – „Eiti“ dirgiklis buvo 7 x 7 cm dydžio paveikslas, vaizduojantis lėktuvą. Kai paveikslas pasirodydavo kompiuterio ekrane, tiriamajam reikėdavo paspausti atitinkamą mygtuką klaviatūroje. Buvo atliekama 100 bandymų, iš jų 50 kartų buvo „Neiti“ dirgikliai – po garsinio „stop“ signalo tiriamasis turėjo susilaikyti nuo atsakymo pateikimo.</p> <p><b>Wisconsin kortelių rūšiavimo testas</b> – tiriamajam buvo pateikiamos kortelės, kuriose vaizduojamos 1-4 identiškios figūros (trikampis, žvaigždė, pliusas, skritulys), atspausdinti keturiomis spalvomis (geltona, žalia, raudona, mėlyna). Tiriamųjų buvo prašoma korteles surūšiuoti pagal tam tikrą požymį (objektų skaičių, formą, spalvą). Po 10 teisingų atsakymų buvo keičiamas požymis, pagal kurį kortelės rūšiuojamos.</p> <p>Buvo vykdomas pirminis ištyrimas, I pakartotinis ištyrimas (po intervencijos taikymo) ir II pakartotinis ištyrimas (po 1 mėn trukmės stebėsenos laikotarpio, angl. <i>follow-up</i>).</p>
2)	<p>Nejati (2021) [44]</p>	<p><b>„N-atgal“ užduotis</b> – detaliau nenurodyta.</p> <p><b>„Stop-signal“ užduotis</b> – detaliau nenurodyta.</p> <p><b>Wisconsin kortelių rūšiavimo testas</b> – detaliau nenurodyta.</p> <p>Buvo vykdomas pirminis ištyrimas, I pakartotinis ištyrimas (po intervencijos taikymo) ir II pakartotinis ištyrimas (po 1 mėn trukmės stebėsenos laikotarpio).</p>

EEG – elektroencefalografija

fMRT – funkcinė magnetinio rezonanso tomografija