

VILNIAUS UNIVERSITETAS

Vykinta
PARČIAUSKAITĖ

Gama diapazono klausos
nuostovieji atsakai, kaip
individualių kognityvinių gebėjimų
koreliatai

DAKTARO DISERTACIJOS SANTRAUKA

Gamtos mokslai,
Biofizika, N 011

VILNIUS 2022

Disertacija rengta 2016–2022 metais Vilniaus universitete.
Mokslinius tyrimus rėmė Lietuvos mokslo taryba.
Doktorantūra buvo finansuojama ES struktūrinių fondų lėšomis.

Mokslinė vadovė – dr. Inga Griškova-Bulanova (Vilniaus universitetas, gamtos mokslai, biofizika – N 011)

Gynimo taryba:

Pirmininkas – prof. dr. Aidas Alaburda (Vilniaus universitetas, gamtos mokslai, biofizika - N 011),

Nariai:

prof. dr. Aleksandr Bulatov (Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, gamtos mokslai, biologija – N 010),

prof. dr. Aušra Daugirdienė (Vytauto Didžiojo universitetas, gamtos mokslai, biofizika – N 011),

dr. Marko Živanović (Belgrado universitetas, socialiniai mokslai, psichologija – S 006),

prof. dr. Valentina Vengelienė (Vilniaus universitetas, gamtos mokslai, biologija – N 010).

Disertacija ginama viešame Gynimo tarybos posėdyje 2022 m. rugsėjo mėn. 2 d. 15 val. Vilniaus universiteto, Gyvybės mokslų centro R401 auditorijoje. Adresas: Saulėtekio al. 7, Vilnius, Lietuva, LT-10257.

Disertaciją galima peržiūrėti Vilniaus universiteto bibliotekoje ir VU interneto svetainėje adresu:

<https://www.vu.lt/naujienos/ivykiukalendorius>

VILNIUS UNIVERSITY

Vykinta
PARČIAUSKAITĖ

Gamma range auditory-steady state responses as correlates of individual cognitive performance

SUMMARY OF DOCTORAL DISSERTATION

Natural Sciences,
Biophysics N 011

VILNIUS 2022

The dissertation was prepared between 2016 and 2022 in Vilnius University.

The research was supported by the Research Council of Lithuania.

The doctoral studies were financed from the EU structural funds.

Academic supervisor – dr. Inga Griškova-Bulanova (Vilnius University, Natural Sciences, Biophysics – N 011)

This doctoral dissertation will be defended in a public/closed meeting of the Dissertation Defence Panel:

Chairman – Prof. Dr. Aidas Alaburda (Vilnius University, Natural Sciences, Biophysics – N 011),

Members:

Prof. Dr. Aušra Daugirdienė (Vytautas Magnus University, Natural Sciences, Biophysics – N 011),

Dr. Marko Živanović (University of Belgrade, Social Sciences, Psychology – S 006),

Prof. Dr. Aleksandr Bulatov (The Lithuanian University of Health Sciences, Natural Sciences, Biology – N 010),

Prof. Dr. Valentina Vengalienė (Vilniaus university, Natural Sciences, Biology – N 010).

The dissertation shall be defended at a public meeting of the Dissertation Defence Panel at 3 pm on 2nd of September 2022 in Room R401 of the Life Sciences Center. Sauletekio al. 7, Vilnius, Lithuania, LT-10257.

The text of this dissertation can be accessed at the libraries of Vilnius university, as well as on the website of Vilnius University:
www.vu.lt/lt/naujienos/ivykiu-kalendorius

AUTORIŲ TEISĖS

Šioje daktaro disertacijoje pateikiami disertacijos autorės ir bendraautorių paskelbtų straipsnių tekstai ir vaizdinė medžiaga:

- Parčiauskaitė, V., Voicikas, A., Jurkuvėnas, V., Tarailis, P., Kraulaidis, M., Pipinis, E., and Griškova-Bulanova, I. „40-Hz Auditory Steady-State Responses and the Complex Information Processing: An Exploratory Study in Healthy Young Males.“ *PloS One*, Vol. 14, No. 10, 2019, p. e0223127. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223127>.
- Parčiauskaitė, V., Bjekić, J., and Griškova-Bulanova, I. „Gamma-Range Auditory Steady-State Responses and Cognitive Performance: A Systematic Review.“ *Brain Sciences*, Vol. 11, No. 2, 2021, p. 217. <https://doi.org/10.3390/brainsci11020217>.
- Parčiauskaitė, V., Pipinis, E., Voicikas, A., Bjekić, J., Potapovas, M., Jurkuvėnas, V., and Griškova-Bulanova, I. “Individual Resonant Frequencies at Low-Gamma Range and Cognitive Processing Speed.” *Journal of Personalized Medicine*, Vol. 11, No. 6, 2021, p. 453. <https://doi.org/10.3390/jpm11060453>.

Tai atviros prieigos straipsniai, platinami pagal Atvirojo turinio (Creative Commons) licenciją CC BY 4.0, kuri leidžia neribotai naudoti, platinti ir atgaminti bet kokioje medžiagoje su sąlyga, kad originalus darbas bus tinkamai nurodytas. Visų darbe naudojamų iliustracijų autorių teisės saugomos taip pat pagal CC-BY licenciją.

TURINYS

SANTRUMPOS	9
1. ĮVADAS	10
1.1 Tikslas ir uždaviniai	13
1.2 Mokslinis naujumas.....	13
1.3 Praktinis pritaikymas.....	13
1.4 Ginamieji teiginiai	14
2. METODAI.....	15
2.1 Sisteminė literatūros apžvalga.....	15
2.1.1 Literatūros paieška sisteminei apžvalgai.....	15
2.1.2 Tyrimų atranka sisteminei apžvalgai.....	16
2.1.3 Įtrauktų tyrimų duomenų atranka	17
2.1.4 Įtrauktų tyrimų kokybės vertinimas.....	18
2.2 Sąsajų tarp 40 Hz kNA ir kognityvinių gebėjimų tyrimas	24
2.2.1 40 Hz kNA tyrimo dalyviai	25
2.2.2 Kognityvinis vertinimas 40 Hz kNA tyrime	25
2.2.3 40 Hz kNA tyrime naudota stimuliacija.....	27
2.2.4 EEG registravimas 40 Hz kNA tyrime.....	28
2.2.5 40 Hz kNA tyrimo metu gautų EEG duomenų apdorojimas	28
2.2.6 40 Hz kNA tyrimo duomenų statistinė analizė.....	30
2.3 Sąsajų tarp IGD ir kognityvinių gebėjimų tyrimas.....	31
2.3.1 IGD tyrimo dalyviai	31

2.3.2 Kognityvinis vertinimas IGD tyrime.....	31
2.3.3 IGD tyrime naudota stimuliacija	32
2.3.4 EEG registravimas ir duomenų apdorojimas IGD tyrime ..	33
2.2.5 IGD tyrimo duomenų statistinė analizė	35
3. REZULTATAI	37
3.1 Sisteminės literatūros apžvalgos rezultatai.....	37
3.1.1 Apžvelgtų tyrimų kokybės vertinimas.....	56
3.1.2 Koreliacijos tarp 40 kNA ir kognityvinių gebėjimų apžvelgtuose tyrimuose	58
3.2 Sąsajų tarp 40 Hz kNA ir kognityvinių gebėjimų tyrimo rezultatai	60
3.2.1 40 Hz kNA tyrimo kognityvinių užduočių rezultatai	60
3.2.2 40 Hz kNA tyrime gauti klausos nuostovieji atsakai	62
3.2.3 40 Hz kNA ir kognityvinių gebėjimų sąsajos.....	64
3.3 Sąsajų tarp IGD ir kognityvinių gebėjimų tyrimo rezultatai	65
3.3.1 IGD tyrimo kognityvinių užduočių rezultatai	65
3.3.2 IGD tyrime gauti klausos atsakai	65
3.3.3 IGD ir kognityvinių gebėjimų sąsajos	67
4. APTARIMAS	69
4.1 Sisteminė literatūros apžvalga	70
4.1.1 Apžvalgos rezultatų apibendrinimas ir gairės tolesniems tyrimams.....	72
4.2 Eksperimentinių tyrimų rezultatų aptarimas.....	74
4.2.1 40 Hz kNA tyrimo rezultatų aptarimas	74

4.2.2 IGD tyrimo rezultatų aptarimas.....	75
4.2.3 Bendras abiejų tyrimų rezultatų aptarimas	77
4.2.4 Tyrimų ribotumai ir gairės tolesniems tyrinėjimams	79
5. IŠVADOS.....	81
LITERATŪROS ŠALTINIAI	82
PUBLIKACIJOS	100
PADĖKA.....	102

SANTRUMPOS

AM	Amplitudės moduliacija
BACS	Trumpas pažintinių funkcijų esant šizofrenijai tyrimas (angl. Brief Assessment of Cognition in Schizophrenia)
EEG	Elektroencefalografija
FSI	Fazės sutapimo indeksas
GSA	Gaubtinės sekimo atsakas
IGD	Individualus gama dažnis
kNA	Klausos nuostovusis atsakas
LBU	Londono bokšto užduotis
MATRICS	Matavimo ir gydymo tyrimai siekiant pagerinti pažintines funkcijas sergant šizofrenija (angl. Measurement and Treatment Research to Improve Cognition in Schizophrenia)
MCCB	MATRICS kognityvinė baterija kinų kalba (angl. MATRICS Consensus Cognitive Battery, MCCB)
MEG	Magnetoencefalografija
n.n.	Nėra nurodyta
RL	Reakcijos laikas
s.n.	Statistiškai nereikšminga
SĮSGP	Su įvykiu susijęs galios pokytis
VBG	Vidutinė bandymo galia
WAIS	Wechslerio intelekto matavimo skalė suaugusiems (angl. Wechsler Adult Intelligence Scale)

1. ĮVADAS

Elektroencefalogramos (EEG) gama diapazono (30-80 Hz) aktyvumas yra siejamas su informacijos apdorojimu, atsirandančiu įvairių jutiminių ir kognityvinių procesų metu (Crone ir kt., 2001; Kaiser ir kt., 2017; Steinmann ir kt., 2014; Villena-González ir kt., 2018). Kai kognityviniai ir (arba) suvokimo procesai sutrikdomi, pavyzdžiui, esant neuropsichiatriniais sutrikimams, taip pat dažnai pasireiškia pakitimai ir EEG gama diapazone (Herrmann ir Demiralp, 2005; Tallon-Baudry ir Bertrand, 1999). Vienas iš gama diapazono tyrimo metodų – išmatuoti smegenų elektrofiziologinius klausos nuostoviuosius atsakus (kNA) (angl. auditory steady-state response, ASSR), kuriuos sukelia periodinė klausos stimuliacija. Nustatyta, kad kNA amplitudė yra didžiausia, kai klausos stimuliacija yra 40 Hz dažnio (Picton, 2013; Picton ir kt., 2003a). Be to, 40 Hz kNA parametrų (pvz., su įvykiu susijusio galios pokyčio (SISGP) ir fazės sutapimo indekso (FSI)) pakitimai pastebimi esant neuropsichiatriniais sutrikimams arba didelei neuropsichiatrinių sutrikimų rizikai (Hamm ir kt., 2011; Rass ir kt., 2012; Tada ir kt., 2016). Dėl to 40 Hz kNA dažnai laikomas sutrikusio kognityvinio apdorojimo rodikliu (Kirihaara ir kt., 2012; Leonhardt ir kt., 2020; Light ir kt., 2006; Puvvada ir kt., 2018; Rass ir kt., 2012; Sun ir kt., 2018).

Prielaidą, kad kNA ir kognityvinis funkcionavimas yra susiję, patvirtina ir keletas kitų faktų. Pirma, nors klausos žievė atlieka pagrindinį vaidmenį susidarant kNA, gumburo-žievės tinklai taip pat įtraukiami (Bish ir kt., 2004; Pastor ir kt., 2002; Reyes ir kt., 2004), o pastarieji yra svarbūs informacijos perdavimui ir apdorojimui (Chen ir kt., 2019). Antra, 40 Hz kNA kinta atsižvelgiant į sužadavimo ir dėmesio būsenas (Gander ir kt., 2010; Górska ir Binder, 2019; Griškova ir kt., 2007; Griškova-Bulanova ir kt., 2011; Skosnik ir kt., 2007; Voicikas ir kt., 2016). Šios būsenos yra glaudžiai susijusios su kognityviniais gebėjimais (Logue ir Gould, 2014). Trečia, parodyta, kad gama diapazono kNA yra susiję su kognityvinių gebėjimų

pablogėjimu sergant Alzheimerio liga ar lengvu kognityviniu sutrikimu (van Deursen ir kt., 2011). Be to, kNA koreliuoja su kognityviniais gebėjimais esant šizofrenijai: darbine atmintimi, dėmesiu, samprotavimo ir problemų sprendimo įgūdžiais, metakognityvumu bei įžvalgumu (Kirihara ir kt., 2012; Leonhardt ir kt., 2020; Light ir kt., 2006; Puvvada ir kt., 2018; Rass ir kt., 2012; Sun ir kt., 2018). Visa tai rodo, kad gama diapazono kNA (ypač apie 40 Hz) galima laikyti neurobiologinių mechanizmų, susijusių su kognityvinėmis funkcijomis, rodikliu.

Vis dėlto, 40 Hz kNA rodiklių ir kognityvinių funkcijų ryšio analizė atlikta tik keliuose tyrimuose. Kai kuriuose iš jų ryšys tarp kNA ir kognityvinių gebėjimų nenustatytas nei pacientų, nei sveikų asmenų kontrolinėje grupėje arba pacientų grupėje nustatytas ryšys nebuvo gautas sveikų asmenų kontrolinėje grupėje (Kirihara ir kt., 2012; Light ir kt., 2006; Tada ir kt., 2016). Šie rezultatai rodo, kad gama diapazono kNA ne visada suaktyvina smegenų tinklus, dalyvaujančius kognityviniuose procesuose. Kita vertus, tyrimų imtys labai skyrėsi pagal tiriamųjų būklę, amžių ir santykį tarp lyčių, o tai, kaip jau yra parodyta, turi įtakos kNA (Griškova-Bulanova ir kt., 2013; Melynytė ir kt., 2018). Be to, nė viename tyrime nebuvo atliktas išsamus kognityvinių gebėjimų vertinimas, kuris apimtų tiek paprastos (susijusios tik su jutiminiu suvokimu), tiek sudėtingos (reikalaujančios aukštesnės eilės kognityvinių procesų) informacijos apdorojimą. Todėl, norint nustatyti, ar kNA gali būti naudojamas kaip kognityvinių funkcijų sutrikimų biomarkeris, pirmiausia būtina iširti ryšį tarp kognityvinių gebėjimų ir 40 Hz kNA homogeniškoje tiriamųjų grupėse, matuojant skirtingus kognityvinius gebėjimus bei nustatant kiekvieno iš šių gebėjimų ryšį su kNA (Kirihara ir kt., 2012; Oda ir kt., 2012).

Kita priežastis, kodėl ryšys tarp kognityvinių funkcijų ir kNA dar nėra iki galo išaiškintas, gali būti ta, kad tyrimuose dažniausiai naudojamas 40 Hz kNA. Nors esant kognityviniams sutrikimams dažnai būdingi ir 40 Hz kNA pakitimai (Light ir kt., 2006), tačiau jie pasireiškia ne tik šiame dažnyje (Lehongre ir kt., 2011; Rass ir kt.,

2012). Vis dėlto, daugumoje tyrimų daugiausia dėmesio skiriama tik 40 Hz ar kitam konkrečiam kNA dažniui. Tuo tarpu individualus gama dažnis (IGD, angl. individual gamma frequency) (Baltus ir kt., 2018; Baltus ir Herrmann, 2016, 2015), t. y. dažnis, kuriame pasireiškia didžiausias konkrečiam asmeniui būdingas kNA, yra mažai ištirtas. IGD galima aptikti tiriant įvairius dažnius tam tikrame dažnių diapazone (Zaehle ir kt., 2010). Tam tinka čirpo stimulus. Kintančio dažnio čirpo moduliacija sukelia plataus diapazono kNA (Purcell ir kt., 2004), dar vadinamą bangos gaubtinės sekimo atsaku (GSA, angl. envelope-following response) (Dolphin, 1997). Kadangi neuroninių tinklų osciliacines savybes lemia jų anatominės savybės ir neuronų perdavimo greitis (Buzsáki ir Draguhn, 2004), IGD gali tiksliau atspindėti tinklų savybes, nei įprastai naudojami 40 Hz kNA. Todėl norint suprasti ryšį tarp kNA ir kognityvinių funkcijų, gali būti svarbus ne vienas konkretus kNA dažnis, pvz., 40 Hz, o individualus, asmeniui būdingas, dominuojantis dažnis gama diapazone (Zaehle ir kt., 2010).

Taigi, nors gama diapazono kNA pokyčiai yra susiję su kognityviniais sutrikimais, jų sąsajos dar nėra iki galo aiškios. Norint išsamiau išnagrinėti šias sąsajas, pirmiausia reikia įvertinti mokslinėje literatūroje pateikiamus duomenis, juos susisteminti ir nustatyti būsimų tyrimų sritis, t. y. atlikti sisteminę literatūros apžvalgą. Antra, atsižvelgiant į iki šiol atliktų tyrimų neišsamumą, reikia atlikti tyrimą, kuriame būtų detaliau išanalizuotos sąsajos tarp 40 Hz kNA ir skirtingų kognityvinių gebėjimų (apimančių ir paprastos, ir sudėtingos informacijos apdorojimą) homogeniškoje (t. y. pagal amžių ir lytį) sveikų tiriamųjų imtyje. Trečia, kNA dažnis, kuriame asmens didžiausios amplitudės atsakas, dar vadinamas IGD, gali tiksliau atspindėti individo neuroninių tinklų savybes, nei įprastai naudojami 40 Hz kNA, todėl taip pat svarbu įvertinti sąsajas tarp kognityvinių gebėjimų ir kNA atsižvelgiant į kiekvieno tiriamojo IGD.

1.1 Tikslas ir uždaviniai

Šio darbo tikslas – ištirti ryšį tarp kognityvinių gebėjimų ir gama dažnių diapazono kNA rodiklių.

Tyrimui buvo iškelti šie uždaviniai:

1. Atlikti sisteminę literatūros apie sąsajas tarp gama diapazono kNA rodiklių ir kognityvinių gebėjimų apžvalgą.
2. Ištirti sąsajas tarp 40 Hz kNA rodiklių ir kognityvinių gebėjimų jauno amžiaus, vyriškos lyties sveikų tiriamųjų imtyje.
3. Ištirti sąsajas tarp 40 Hz ir IGD rodiklių, gautų iš GSA, ir kognityvinių gebėjimų jauno amžiaus sveikų tiriamųjų imtyje.

1.2 Mokslinis naujumas

1. Pirmą kartą buvo atlikta sisteminė literatūros apžvalga apie kognityvinių gebėjimų ir gama dažnio kNA rodiklių sąsajas.
2. Pirmą kartą jaunų, sveikų vyrų imtyje buvo išsamiai ištirtos sąsajos tarp 40 Hz kNA ir kognityvinių gebėjimų apdorojant paprastą ir sudėtingą informaciją.
3. Pirmą kartą jaunų, sveikų tiriamųjų imtyje buvo ištirtos sąsajos tarp 40 Hz ir IGD rodiklių, gautų iš GSA, ir kognityvinių gebėjimų apdorojant paprastą ir sudėtingą informaciją.

1.3 Praktinis pritaikymas

1. Gama diapazono kNA gali būti naudojamas vertinant neuroninius informacijos perdavimo mechanizmus vykstant kognityviniams procesams.
2. Gama diapazono kNA gali būti naudojamas kaip individualus neuropsichiatrinų ligų metu stebimų kognityvinių sutrikimų biožymuo.

3. Atsakas IGD gali būti naudojamas siekiant tiksliau iširti asmens neuroninio tinklo charakteristikas.

1.4 Ginamieji teiginiai

1. Sisteminė literatūros apžvalga atskleidė, kad individualūs gama diapazono kNA skirtumai gali atspindėti gebėjimus valdyti dėmesį ir laikinai saugoti bei apdoroti informaciją.
2. 40 Hz kNA su įvykiu susijęs galios pokytis ir fazių sutapimo indeksas teigiamai koreliuoja su vidutiniu ėjimų skaičiumi atliekant Londono bokšto užduotį jaunų, sveikų vyrų imtyje.
3. GSA su įvykiu susijęs galios pokytis ir fazių sutapimo indeksas ties 40 Hz ir IGD neigiamai koreliuoja su Londono bokšto užduoties vidutiniu ėjimo laiku.

2. METODAI

Siekiant apibendrinti turimus mokslinius duomenis apie gama diapazono kNA ir kognityvinių funkcijų ryšį, gautus atliekant tyrimus su sveikais asmenimis bei pacientais, sergančiais neuropsichiatriniais ar raidos sutrikimais, atlikta sisteminė literatūros apžvalga.

Po to buvo atlikti du praktiniai tyrimai. Pirmasis tyrimas buvo atliktas su homogeniška tiriamųjų imtimi (sveikais, jauno amžiaus vyrais), siekiant tiksliai nustatyti galimas sąsajas tarp 40 Hz kNA ir įvairių kognityvinių gebėjimų (buvo įtrauktos užduotys, naudojamos matuoti ir paprastos, ir sudėtingos informacijos apdorojimą). Antrojo tyrimo tikslas buvo iširti sąsajas tarp kognityvinių gebėjimų ir GSA rodiklių 40 Hz ir tiriamųjų IGD.

2.1 Sisteminė literatūros apžvalga

Sisteminė apžvalga atlikta kartu su dr. Inga Griškova-Bulanova ir dr. Jovana Bjekić. Disertacijos autorė prisidėjo prie visų šio tyrimo etapų: metodikos sudarymo, duomenų paieškos, rinkimo ir analizės, aprašymo rengimo ir redagavimo. Sisteminė apžvalga parengta vadovaujantis PRISMA (angl. Primary Reporting Items for Systematic Reviews ir Meta-Analyses) gairėmis (Moher ir kt., 2011; Page ir kt., 2021).

2.1.1 Literatūros paieška sisteminei apžvalgai

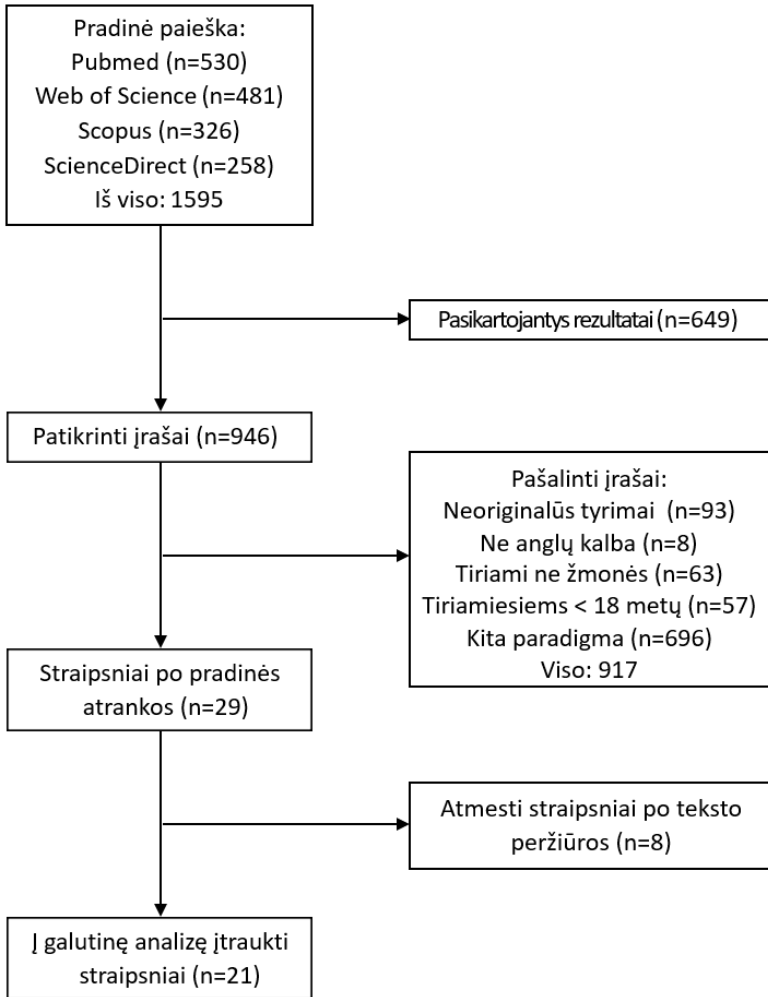
Literatūra buvo renkama atliekant paiešką „PubMed“, „Web of Science“ ir „Scopus“ duomenų bazėse. Paieška atlikta anglų kalba, laikotarpiu nuo 2020 m. birželio mėn. iki 2021 m. sausio mėn. Paieškos raktiniai žodžiai buvo: „auditory amplitude-modulated response“, „auditory steady-state response“, „auditory entrainment“, „cognitive task“, „behavioral task“, „psychological task“, „verbal task“,

„attention“, „cognition“ ir „memory“. Pirmiausia buvo peržiūrėtos paieškos rezultatuose esančių straipsnių santraukos. Kai straipsnio santraukoje nebuvo pakankamai informacijos, buvo peržiūrima jo metodinė dalis. Jei straipsnyje aptariami keli tyrimai, kiekvienas iš jų nagrinėtas atskirai. Taip pat papildomai peržiūrėti įtrauktų straipsnių literatūros sąrašai, siekiant rasti kitus galimai susijusius straipsnius.

2.1.2 Tyrimų atranka sisteminei apžvalgai

Kiekvienam per paiešką rastam tyrimui buvo taikomi šie įtraukimo kriterijai: (1) tyrimo dalyviai yra 18 metų ir vyresni; (2) naudotas EEG arba MEG metodas bei gama diapazono (30-80 Hz) klausos stimuliacija; (3) atliktas bent vieno kognityvinio gebėjimo vertinimas; (4) tirtas statistinis ryšys tarp kNA parametrų ir kognityvinių gebėjimų; (5) straipsnyje pateikti originalūs tyrimai. Kadangi tai yra pirmoji sisteminė apžvalga apie sąsajas tarp gama diapazono kNA ir kognityvinių rodiklių, siekiant kuo didesnės apžvelgiamų tyrimų apimties, buvo įtraukti tyrimai, kuriuose dalyvavo ne tik sveiki tiriamieji, bet ir pacientai turintys neuropsichiatrinių ir raidos sutrikimų (pvz., šizofreniją, Alzheimerio ligą, disleksiją ir kt.).

Į apžvalgą nebuvo įtraukti tyrimai, kuriuose: (1) tirti gyvūnai; (2) kNA matuoti kituose, ne gama diapazono, dažniuose (iki 30 Hz arba daugiau kaip 80 Hz); (3) nenaudoti pripažinti kognityvinių gebėjimų vertinimo metodai; (4) kNA fiksuoti pakitusių būsenų metu (pvz., atliekant itin didelio kognityvinio krūvio reikalaujančias užduotis, taip pat miego, anestezijos ar haliucinacijų metu); (5) taikyti smegenų stimuliavimo metodai (pvz., transkranijinė kintamosios srovės stimuliacija, transkranijinė magnetinė stimuliacija), kurie galėjo turėti įtakos kNA; (6) tyrimų aprašymas paskelbtas ne anglų kalba. Visų tyrimų aprašymų (straipsnių) pavadinimai ir santraukos, taip pat visas kai kurių straipsnių turinys buvo tikrinamas vadovaujantis atrankos kriterijais. 2.1 paveiksle pateiktas tyrimų paieškos bei atrankos procesas.



2.1 pav. Tyrimų paieškos ir atrankos proceso schema.

2.1.3 Įtrauktų tyrimų duomenų atranka

Apie kiekvieną analizuotą tyrimą buvo surinkti šie duomenys: (1) imtis (diagnozė, dydis, amžius ir lytis); (2) užduotys naudotos kognityvinių

gebėjimų matavimui; (3) klausos stimuliacijos parametrai (dažnis, tipas, trukmė ir pakartojimų skaičius); (4) kNA matavimo būdas (EEG/MEG, vertinami rodikliai, lokalizacija, trukmė); (5) koreliacija tarp kNA rodiklių ir kognityvinių gebėjimų rodiklių.

Siekdami susisteminti rezultatus, tyrimuose naudotas užduotis matuoti kognityvinius gebėjimus sugrupavome pagal pažintinių gebėjimų sritis: (1) bendrasis pažinimas arba intelektiniai gebėjimai (g faktorius), (2) dėmesio kontrolė ir vykdomosios funkcijos, (3) informacijos apdorojimo greitis, (4) trumpalaikė ir darbinė atmintis, (5) kognityvinis lankstumas ir samprotavimas, (6) kalbiniai gebėjimai. Svarbu pažymėti, kad šis sąrašas nėra pripažinta kognityvinių gebėjimų vertinimo klasifikacija, o tik bandymas susisteminti tyrimuose naudojamas priemonės.

2.1.4 Įtrauktų tyrimų kokybės vertinimas

Sisteminėse apžvalgose rekomenduojama įvertinti įtrauktų tyrimų kokybę (Higgins ir kt. 2019). Tai buvo atlikta ir šioje apžvalgoje. Siekiant įsitikinti gautų duomenų patikimumu, paprastai nustatomas galimas šališkumas (Furuya–Kanamori ir kt., 2021; Sterne ir kt., 2019; Higgins ir kt. 2019). Šališkumas gali atsirasti bet kuriame tyrimo etape – planuojant, vykdam tyrimą ar analizuojant rezultatus; šališkumas gali atsirasti dėl tyrėjų veiksmų arba gali būti neišvengiamas dėl praktinių tyrimo įgyvendinimo apribojimų (Sterne ir kt., 2019; Higgins ir kt., 2019). Paprastai neįmanoma nustatyti, kiek šališkumas turėjo įtakos konkrečiam tyrimo rezultatams, todėl siūloma apsvaistyti, ar yra šališkumo rizika, o ne vienareikšmiškai teigti, ar rezultatas yra šališkas (Sterne ir kt., 2019; Higgins ir kt., 2019).

Vadovaudamiesi Cochrane Collaboration sisteminių apžvalgų gairėmis (angl. Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions; Higgins ir kt., 2019) ir peržiūrėta Cochrane atsitiktinių imčių tyrimų šališkumo rizikos priemone (angl. The Revised Cochrane Risk-of-Bias Tool for Randomized Trials, RoB 2; Sterne ir kt., 2019),

įtrauktų straipsnių kokybę vertino du asmenys: disertacijos autorė ir autorės mokslinė vadovė dr. Inga Griškova–Bulanova. Kilus prieštaravimams, buvo prašoma kitos sisteminės apžvalgos bendraautorės – dr. Jovanos Bjekić – nuomonės. Atliekant kokybės vertinimą, daugiausia dėmesio buvo skiriama pagrindiniams tyrimo aspektams, įvertinamos jų atkuriamumo ir pakartojamumo galimybės (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2019), konkrečiai: tiriamųjų atrankos būdai (atrankos paklaidos), taikytiems matavimo metodams (atlikimo šališkumui), matavimų pagrįstumui ir patikimumui (rezultatų aptikimo paklaidai), kognityvinių kintamųjų identifikavimui, duomenų apdorojimo metodams (duomenų praradimo šališkumui), imties dydžio ir stimulų pateikimų skaičiui (statistinei galiai), tyrimo aprašymo išsamumui (paradigmos aprašymui).

1. Atrankos šališkumas (angl. selection bias) apibrėžiamas kaip neatsitiktinis veiksnys, galinčių turėti įtakos galutiniams rodikliams, pasiskirstymas tiriamųjų grupėje (Padmanabhan, 2014). Atrankos šališkumas gali atsirasti dėl atrankinio dalyvių įtraukimo į tyrimą pagal jų prognostinius veiksnius (pvz., ligos sunkumą ar gretutinių ligų buvimą), taigi dėl neatsitiktinės tiriamųjų atrankos. Taip pat netinkami tiriamųjų atrankos metodai yra sisteminiai metodai, kartais vadinami pusiau atsitiktine atranka (angl. semi-random sampling) (Higgins ir kt., 2019), kai, pavyzdžiui, atranka vykdoma pagal priėmimo į ligoninę dieną, kas nėra visiškai atsitiktinė atranka. Siekiant išvengti šališkumo, tiriamieji turi būti atrenkami taikant visiškai atsitiktinę arba tikimybinę atranką. Taigi, vertinant pateiktus tyrimų rezultatus svarbu atsižvelgti į tai, ar klinikinių atvejų ir kontrolinių grupių atranka yra tinkama: ar tinkami klinikinių atvejų diagnostavimo kriterijai ir būklėms apibūdinti vartojami apibrėžimai, ar visiems tiriamiesiems taikomi vienodi atmetimo (neįtraukimo į tyrimą) kriterijai, ar nemandoma įtraukti tik tuos tiriamuosius, kuriems yra didesnė tikimybė pasireikšti aptariamam reiškiniui ir kt.

2. Atlikimo šališkumas (angl. performance bias) atsiranda dėl nukrypimų nuo numatyto tyrimo plano arba dėl nenumatyto poveikio

pasireiškimo tyrimo metu (Viswanathan ir kt., 2017). Siekiant išvengti šio šališkumo, tyrimuose tiriamiesiems taikomos intervencijos (pvz., stimulai) ir sąlygos paprastai yra standartizuojamos (pvz., sudaromas tyrimo protokolas, kurio laikosi visi tyrėjai), kad visiems dalyviams būtų užtikrintos vienodos intervencijos ir sąlygos. Jei vis dėlto, tyrimo metu atsiranda iš anksto nenumatytas papildomas poveikis tiriamiesiems, kuris gali turėti įtakos rezultatams, jis gali būti stebimas, įvertintas ir aprašytas (Viswanathan ir kt., 2017). Deja, tyrimų ataskaitose gali būti nenurodyta: (1) aplinkybės, dėl kurių buvo nukrypta nuo pradinio protokolo, arba (2) papildomi veiksniai, atsiradę tyrimo metu, kurie galėjo turėti įtakos rezultatams (Higgins ir kt., 2019). Atliekant EEG tyrimus, atlikimo rizika gali kilti, jei, pavyzdžiui, kai kuriems tiriamiesiems tyrimo viduryje leidžiama pailsėti, o kitiems – ne, nes atsipalaidavimas gali paveikti smegenų veiklą. Taigi, apžvelgiant tyrimą, svarbu atsižvelgti į tai, ar tyrėjai laikėsi protokolo, bei atmetė bet kokio neplanuoto veiksnio poveikį, kuris galėtų iškreipti rezultatus. Jei su tyrimo protokolu nesusijusių nukrypimų yra, apžvalgos autoriai turėtų apsvarstyti, ar buvo taikomi tinkami statistiniai metodai jų poveikiui koreguoti (Higgins ir kt., 2019).

3. Duomenų praradimo šališkumas (angl. attrition bias) atsiranda tada, kai duomenys netinkamai tvarkomi (nenaudojami tinkami duomenų apdorojimo ar statistiniai metodai) atsižvelgiant į trūkstamas duomenų vertes (dėl atsako nebuvimo, dalyvio pašalinimo ar pasitraukimo ir kt.), arba kai netinkamai įvertinamos trūkstamų duomenų priežastys (pvz., jos neaptiriamos) (Babic ir kt., 2019). Pavyzdžiui, šio šališkumo rizika gali kilti, kai į tyrimą neįtraukiami visi tiriamojo rezultatai, nors trūksta tik kelių reikšmių – tai gali iškreipti rezultatus (Kang, 2013). Kita vertus, išmatuoti rezultatai gali sistemingai skirtis nuo praleistų rezultatų, todėl svarbu aptarti duomenų praradimo priežastis bei tai, ar šios priežastys yra susijusios su tyrimo metodika, tiriamaisiais, ir ar tokių duomenų praradimas gali turėti įtakos rezultatams (Higgins ir kt., 2019). Pavyzdžiui, jei tyrime dalyviai, kurie dažniau serga depresija, rečiau sugrįžta tolesniam

stebėjimui, tai reiškia, kad išmatuotas vidutinis dalyvių depresijos rezultatas sistemingai skirsis nuo tikrosios depresijos rezultato vertės. EEG trūkstami duomenys dažnai pagrįsti interpoliacijos metodais, t.y. kintamojo rodiklio reikšmė apytiksliai nustatoma remiantis žinomomis EEG reikšmėmis (Murray ir kt., 2008).

4. Aptikimo šališkumas (angl. detection bias) atsiranda priklausomai nuo to, kaip matuojami ir vertinami rezultatai (Viswanathan ir kt., 2013). Tokio šališkumo rizika gali kilti, jei (1) rezultatų matavimo metodas yra netinkamas, (2) rezultatų matavimas skirtingose tyrimo grupėse yra nevienodas, (3) rezultatų vertintojas gali turėti šališkumo ir (arba) (4) turima išankstinių žinių, kurios gali turėti poveikį rezultatų vertinimui (Higgins ir kt., 2019). Teoriškai tyrimams gresia šališkumo rizika, jei juose naudojamos nepakankamai patvirtintos priemonės (Viswanathan ir kt., 2013). Todėl standartizuotų priemonių naudojimas (pvz. ankstesniuose tyrimuose patvirtintų biožymenų naudojimas EEG tyrimuose) padidina rezultatų patikimumą ir pagrįstumą (Hersen, 2003). Matavimų metodų skirtumus tarp grupių taip pat gali lemti netikėtas nepageidaujamas poveikis. Pavyzdžiui, jei kai kuriems tyrimo dalyviams skiriamas vaistas, sukeliantis galvos skausmus, dėl ko reikia atlikti daugiau EEG tyrimų nei įprastai, šių tiriamųjų EEG tyrimų rezultatai gali rodyti daugiau pakitimų nei kitų dalyvių dėl didesnio tyrimų skaičiaus (padidėjusios tikimybės aptikti pakitimus).

5. Statistinė galia (angl. statistical power) – tai tikimybė, kad statistinio reikšmingumo testas parodys reikšmingą poveikį kai jis iš tikrųjų yra (Bezeau ir Graves, 2001). Statistinė galia gali būti nepakankama dėl mažos imties ir mažo bandymų skaičiaus (Boudewyn ir kt., 2018). Didelių imčių standartinė paklaida yra mažesnė nei mažų imčių, (Baguley, 2004). Todėl išvados, padarytos atlikus tyrimą su nedidele dalyvių imtimi, gali būti klaidinančios, kai taikomos visai populiacijai (Clayson ir kt., 2019). Modeliuojant realius EEG duomenis buvo parodyta, kad, esant nedideliam 2 μV skirtumui tarp sąlygų ir kiekvienam tyrimo dalyviui atliekant 16 bandymų, tikimybė aptikti

skirtumą tarp sąlygų, t. y. statistinė galia, palaipsniui padidėja nuo 0,6 iki 1, kai dalyvių skaičius išauga nuo 12 iki 32 (Boudewyn ir kt., 2018). Remiantis Thune ir kt. (2016) apžvalga (kurioje apžvelgti 29 tyrimai, lyginantys šizofrenija sergančių pacientų grupes su sveikų asmenų kontrolinėmis grupėmis), kNA tyrimų dalyvių skaičius pasiskirstęs labai asimetriškai: vidutinis tiriamųjų imties dydis yra $29,7 \pm 43,4$, o imties dydžio mediana – 18, todėl vertinant galimą nepakankamos statistinės galios riziką kNA tyrimuose, tiksliau remtis šių imčių dydžio mediana.

6. Paradigmos aprašymas (angl. paradigm description), vertinamas pagal tiriamųjų atrankos, duomenų rinkimo ir analizės metodų bei tyrimo konteksto aprašymo skaidrumą, tikslumą ir išsamumą. Pakankamai išsamus ir tikslus paradigmos aprašymas sudaro sąlygas tyrimą pakartoti (gauti panašius rezultatus naudojant kitus duomenis) ir atkurti (gauti prieš tai buvusius rezultatus naudojant tyrimo autorių pateiktus duomenis) (Hensel, 2021; Asendorpf ir kt., 2016). Pakartojamumas ir atkuriamumas, palengvinantis mokslo savikorekciją, yra mokslinio metodo pagrindas ir yra grindžiami griežta bei skaidria moksline darbo eiga, taip pat tyrimo rezultatus pagrindžiančių duomenų atskleidimu (Curty ir kt., 2022; Zwaan ir kt., 2018). Pavyzdžiui, į kNA tyrimų aprašymą itin svarbu įtraukti informaciją apie tiriamuosius (klinikinė būklė, lytis, amžius ir t. t.), stimulus (dažnis, intervalų tipas, pakartojimų skaičius ir t.t.) ir matavimo būdus (taikytas metodas, vieta, trukmė ir t. t.) (Gandal ir kt., 2012). Kognityvinių gebėjimų tyrimuose svarbu pateikti informaciją apie gebėjimams matuoti naudotas užduotis (Cauchoix ir kt., 2018). Šiuose tyrimuose taip pat svarbi informacija apie tyrimo kontekstą, nes kontekstas gali turėti įtakos elgesiui, taigi ir EEG bei kognityvinių užduočių rezultatams (Cauchoix ir kt., 2018). Nepakankamą tyrimo aprašymą gali lemti įvairūs veiksniai: netinkamas įrašų tvarkymas, technologiniai apribojimai, galimas šališkumas, teisinės kliūtys ir kt. (Ganley ir kt., 2022).

7. Kognityvinių kintamųjų identifikavimas (angl. cognitive variables acknowledgement), t. y. jų analizė ir aptarimas tyrimų ataskaitose, yra ypač svarbus šiai sisteminei apžvalgai, nes ja siekiama įvertinti kNA kognityvinius koreliatus. Nors atrinktuose tyrimuose taikomi tiriamųjų gebėjimų vertinimo metodai, jų statistinis ryšys su kNA matavimais gali būti nepateikiamas. Taip gali būti dėl selektyvaus ataskaitų teikimo (Page ir Higgins, 2016). Pavyzdžiui, kai kuriais atvejais tyrimo metu išmatuoti ir išanalizuoti rezultatai, atsižvelgiant į rezultatų pobūdį (dydį, statistinį reikšmingumą ir pan.), gali būti nepateikiami aprašyme arba pateikiami iš dalies (Higgins ir kt., 2019). Kita vertus, kartais tyrimuose renkami papildomi duomenys, kurie tiesiogiai nesusiję su tyrimo tikslu, todėl išsamiai neanalizuojami, pavyzdžiui, jie naudojami tik taikant tinkamumo kriterijus tiriamiesiems – tam tikrai būklei ar diagnozei patvirtinti (McElroy ir Ladner, 2014; Higgins ir kt., 2019).

Kiekvieno tyrimo aprašymas buvo įvertintas skalėje nuo 0 iki 7 balų, atsižvelgiant į pateiktos informacijos kiekį ir kokybę. Šališkumo rizikos elementas (žr. 2.1 lentelę) vertinamas 1 balu, jei pateikta visa informacija, 0,5 balo, jei pateikta tam tikra informacija, tačiau kai kurie aspektai liko nepaaiškinti arba nenurodyti, ir 0 balų, jei apie nagrinėjamą elementą nepateikta jokios informacijos. Tada šie balai buvo sumuojami. Tyrimo aprašymas, kurio bendras balų skaičius buvo ne mažesnis kaip 5, buvo laikomas turinčiu mažą šališkumo riziką.

2.1 lentelė. Šališkumo rizikos elementai ir kontroliniai klausimai.

Šališkumo rizikos elementas	Kontroliniai klausimai
1 Atrankos šališkumas	Ar tinkamai atrinktos klinikinių atvejų ir kontrolės grupės (pvz., tinkami diagnostikos kriterijai ar apibrėžimai, vienodi atmetimo kriterijai klinikinių atvejų ir kontrolės grupėms, atranka nepriklauso nuo paveikumo statuso)?
2 Atlikimo šališkumo	Ar tyrėjai atmetė bet kokią tuo pačiu metu vykdomos intervencijos ar neplanuoto veiksnio poveikį, kuris galėtų iškreipti rezultatus?
3 Duomenų praradimo	Jei iškilo problema dėl trūkstamų duomenų (atsako nebuvimo, tolimesnio stebėjimo praradimo, dalyvių pašalinimo ar pasitraukimo), ar duomenys buvo tvarkomi tinkamai?
4 Rezultatų aptikimo	Ar kintamieji buvo vertinami ir (arba) apibrėžiami naudojant pagrįstas ir patikimas priemones, kurios buvo nuosekliai taikomos visiems tyrimo dalyviams?
5 Statistinės galios	Ar imties dydis buvo pakankamas? Ar stimulai buvo pakartoti pakankamą skaičių kartų?
6 Paradigmos aprašymo	Ar naudotos paradigmos aprašymas buvo išsamus (nurodyti stimulų parametrai, stimulų pateikimo skaičius, intervalai tarp stimulų, atsakų tipas ir kt.) ir ar ją galima atkartoti?
7 Kognityvinių kintamųjų identifikavimo	Ar koreliacijos tarp kognityvinio vertinimo ir kNA matavimų buvo aptartos ir ar nurodytos galimos jų priežastys?

2.2 Sąsajų tarp 40 Hz kNA ir kognityvinių gebėjimų tyrimas

Leidimą atlikti tyrimą suteikė Lietuvos bioetikos komitetas (2013-02-12, Nr.158200-13-579-174). Visi tiriamieji davė raštišką informuoto asmens sutikimą dalyvauti tyrime. Tyrimas buvo atliktas kartu su bendraautoriais: dr. Inga Griškova-Bulanova, dr. Aleksandru Voiciku, dr. Evaldu Pipiniu, dr. Vytautu Jurkuvėnu, Povilu Tarailiu ir

Mindaugu Kraulaidžiu. Disertacijos autorė prisidėjo prie visų šio tyrimo etapų: duomenų rinkimo ir analizės, administravimo, aprašymo rengimo ir redagavimo bei komunikacinės sklaidos. Tyrimą sudarė dvi dalys: (1) kognityvinių gebėjimų, susijusių su sudėtingos ir paprastos informacijos apdorojimu, vertinimas ir (2) elektrofiziologinių EEG rodiklių nustatymas.

2.2.1 40 Hz kNA tyrimo dalyviai

Tyrimo dalyvavo 30 sveikų nerūkančių dešiniarankių vyrų (moterys ir kairiarankiai nebuvo įtraukti dėl galimos hormonų ir dominuojančios rankos įtakos) (Griškova-Bulanova ir kt., 2014; Melynytė ir kt., 2018). Vieno dalyvio duomenys nebuvo įtraukti į duomenų analizę dėl prastos EEG įrašo kokybės; kito dalyvio duomenys nebuvo naudojami dėl techninių problemų, susijusių su užduočių, matuojančių kognityvinius gebėjimus, atlikimu. Į galutinę tiriamųjų imtį pateko 28 asmenys. Tiriamųjų amžiaus vidurkis – 25,8 metai (standartinis nuokrypis – 3,3 metai). Visų dalyvių klausos slenksčiai buvo normalūs (< 25 dB girdimumo lygis oktavos dažniuose). Prieš tyrimą visi tiriamieji nevartojo alkoholio (24 val.), nikotino (1 val.) ir kofeino (1 val.).

2.2.2 Kognityvinis vertinimas 40 Hz kNA tyrime

Kognityvinių gebėjimų vertinimui buvo naudojama Psichologinių eksperimentų kūrimo kalba (angl. Psychology Experiment Building Language, PEBL; Mueller ir Piper, 2014) sudaryta užduočių baterija, kurioje testai pateikiami lietuvių kalba (PEBL-Lt; sudarė Jurkuvėnas, 2015). Buvo atrinktos užduotys, matuojančios tiek paprastos, tiek sudėtingos informacijos apdorojimo greitį (Jurkuvėnas, 2016). Prieš pradėdant testavimą, kiekvienam dalyviui buvo trumpai paaiškinama procedūra ir prieš kiekvieną užduotį atliekamas trumpas praktinis bandymas. Buvo naudojamos šios kognityvinės užduotys:

1. Dviejų pasirinkimų užduotis (angl. Two Choice Response Time) (Logan ir kt., 1981), kurios metu dalyviai turėjo nurodyti kompiuterio ekrane esančiame priešais dalyvį pateiktos rodyklės kryptį spausdami klaviatūros kairinį arba dešinįjį mygtuką. Užduoties metu buvo matuojami: reakcijos laikas (RL), klaidų skaičius ir atsako greičio efektyvumas (vidutinis RL, padalytas iš teisingų atsakymų proporcijos visuose atsakuose). Užduotis skirta reakcijos laikui ir paprastos informacijos apdorojimo greičiui nustatyti.

2. Leksinio sprendimo užduotis (angl. Lexical Decision Task) (Meyer ir Schvaneveldt, 1971), kurios metu dalyvių prašoma nurodyti, ar pateiktas žodis yra teisingas, ar jame – klaida. Leksinei atminčiai ir sudėtingos informacijos apdorojimo greičiui įvertinti naudojami RL, klaidų skaičius ir atsako greičio efektyvumas.

3. Semantinio kategorizavimo užduotis (angl. Semantic Categorization Task) (Rosch, 1975), kurios metu dalyviams iš eilės pateikiami žodžiai ir reikia nurodyti, ar žodis priklauso konkrečiai kategorijai, pvz., „baldai“, „gyvūnai“, „indai“ ir t. t. Semantiniam apdorojimui ir sudėtingam informacijos apdorojimo greičiui įvertinti naudojami RL, teisingi atsakymai ir greičio efektyvumas.

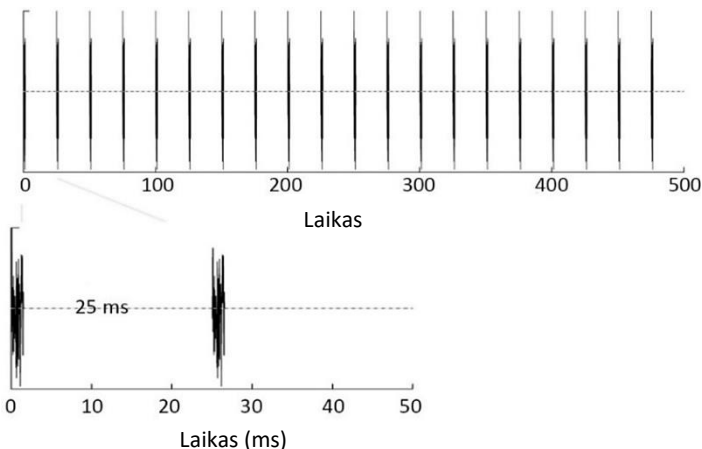
4. Londono bokšto užduotis (LBU) (angl. Tower Of London Task, ToL) (Shallice, 1982), kurioje dalyviai turi perkelti spalvotus diskus taip, kad per kuo mažiau ėjimų pasiektų tikslo konfigūraciją. LBU vidutinis ėjimo laikas (RL), vidutinis užduočiai atlikti reikalingų ėjimų skaičius ir vidutinis užduoties atlikimo laikas naudojami vykdomosioms funkcijoms, planavimo greičiui, problemų sprendimo greičiui ir sudėtingos informacijos apdorojimo greičiui įvertinti.

5. Strūpo užduotis (angl. The Stroop Task) (Stroop, 1935), kurioje reikia reaguoti į kompiuterio ekrane pavaizduoto žodžio raidžių spalvą, o ne į žodžio reikšmę. Užduoties metu galimos suderintos (pateikto žodžio reikšmė, kuri nurodo spalvos pavadinimą ir spalva suderintos), nesuderintos (žodžio reikšmė, kuri nurodo spalvos pavadinimą ir spalva nesuderintos) ir neutralios (žodis nenurodo spalvos pavadinimo) sąlygos. Užduoties metu analizuojami RL, klaidų

dažnis ir atsako efektyvumas. Remiantis rezultatais vertinamos vykdomosios funkcijos, dėmesys, atsako slopinimas ir sudėtingos informacijos apdorojimo greitis.

2.2.3 40 Hz kNA tyrime naudota stimuliacija

Garsiniai dirgikliai (2.2 pav.) buvo sukurti programa MATLAB 2014 („The MathWorks, Inc.“, JAV). Tiriamesiems garsiniai dirgikliai buvo pateikiami į abi ausis per ausines „Sennheiser HD 280 PRO“ (garso slėgio lygis 60 dB, nustatytas DVM 401 dB matuokliu, „Velleman“, JAV). Kiekvieną 500 ms trukmės 40 Hz stimulą sudarė 20 vienodų spragtelėjimų (baltojo triukšmo pliūpsnių). Kiekvienam dalyviui buvo pateikiami 150 stimulų atskirtų atsitiktinio ilgio (700-1000 ms) tarpstimuliniais intervalais. Dalyviams buvo nurodyta susikongcentruoti į stimuliaciją ir žvilgsnį laikyti nukreipus į fiksacijos kryžiuoką, pavaizduotą priešais juos esančio kompiuterio ekrane.



2.2 pav. Schematiškai pavaizduoti tyrime naudoti klausos stimulai – 500 ms trūkmės 40 Hz dažnio spragtelėjimų sekos.

2.2.4 EEG registravimas 40 Hz kNA tyrime

EEG registruoti naudota ANT įranga („ANT Neuro“, Nyderlandai) ir 64 Ag/AgCl elektrodų (išdėstytų pagal 10-20 sistemą) WaveGuard kepurė. Varža buvo mažesnė nei 20 kΩ, skaitmenizavimo dažnis – 1024 Hz. Mastoidiniai elektrodai (M1 ir M2) buvo naudojami kaip atskaitos elektrodai, o įžeminimo elektrodas buvo netoli Fz. Elektrookulogramos (VEOG- vertikali ir HEOG- horizontali) buvo registruojamos elektrodais išdėstytais virš ir po kaire akimi ir nuo kairiosios ir dešinėsios akies išorinio krašto.

2.2.5 40 Hz kNA tyrimo metu gautų EEG duomenų apdorojimas

Pirminiam EEG apdorojimui buvo naudojamas MATLAB 2014 plėtinys EEGLAB (Delorme ir Makeig, 2004). Elektros tinklo triukšmas pašalintas EEGLAB įskiepiu CleanLine (NITRC CleanLine: Tool). Siekiant aptikti viso įrašo metu triukšmingus kanalus duomenys buvo tikrinami vizualiai. Nepriklausomų komponentų analizė buvo atlikta naudojant EEGLAB ICA („runica“ su numatytaisiais parametrais); nepriklausomi komponentai, susiję su akių judesiais, buvo pašalinti.

Tolimesnė analizė buvo atliekama naudojant specialiai parengtus programinius algoritmus, pagrįstus EEGLAB (Delorme ir Makeig, 2004) ir Fieldtrip plėtinių funkcijomis (Oostenveld ir kt., 2011). EEG duomenys buvo suskirstyti į segmentus nuo -500 ms (prieš stimulą) iki 700 ms (po stimulo pradžios). Duomenys buvo koreguojami pagal priešstimuliacinio laikotarpio vidurkį ir toliau vizualiai tikrinama, ar epochose nėra likusių artefaktų. Laiko ir dažnio transformacija buvo atlikta naudojant kompleksines Morleto bangas iš MATLAB Wavelet Toolbox, naudoti nuo 1 iki 120 Hz dažniai 1 Hz žingsniu.

Fazių sutapimo indeksas (FSI) (angl. phase-locking index, PLI), rodantis fazių pastovumą tarp segmentų ir su įvykiu susijęs galios pokytis (SĪSGP) (angl. event-related spectral perturbation, ERSP),

rodantis galios pasikeitimą dėl įvykio, palyginti su prieš stimulą buvusia bazinė linija, buvo apskaičiuoti pagal šias formules (Mørup ir kt., 2007):

$$FSI(c, f, t) = \frac{1}{N} \sum_n^N \frac{X(c, f, t, n)}{|X(c, f, t, n)|} \quad (2.1);$$

$$S\dot{I}SGP(c, f, t) = \frac{1}{N} \sum_n^N |X(c, f, t, n)|^2 \quad (2.2);$$

kur kiekvienam kanalui (c), dažniui (f) ir laiko taškui (t) rodikliai apskaičiuojami imant kiekvieno segmento (n) laiko ir dažnio dekompoziciją (X).

Duomenys buvo koreguojami pagal bazinę liniją – lyginami su laikotarpio prieš stimulą (priešstimulinio periodo) vidurkiu: iš atsako buvo atimamas vidutinis aktyvumas priešstimuliniame periode nuo -200 ms iki 0 ms (absoliutinė korekcija). Vidutiniai FSI ir S\dot{I}SGP buvo apskaičiuoti atskirai kairei (F3, F1, FC1, C1, FC3, C3), centrinei (Fz, FCz, Cz) ir dešinei (F4, F2, FC2, C2, FC4, C4) sritims (2.3 pav.), išvedus vidurkį 200-500 ms laiko ir 35-45 Hz dažnio lange.

2.3 Sąsajų tarp IGD ir kognityvinių gebėjimų tyrimas

Tyrimas buvo atliktas Vilnius universiteto Gyvybės mokslų centro Biomokslų institute. Leidimą atlikti tyrimą išdavė Lietuvos bioetikos komitetas (2020-03-31, Nr. 2020/3-1213-701). Visi tiriamieji davė raštišką informuoto asmens sutikimą dalyvauti tyrime. Tyrimas atliktas kartu su bendraautoriais: dr. Inga Griškova-Bulanova, dr. Aleksandru Voiciku, dr. Evaldu Pipiniu, dr. Jovana Bjekić, dr. Vytautu Jurkuvėnu ir Mindaugu Potapovu. Disertacijos autorė prisidėjo prie šio tyrimo koncepcijos kūrimo, duomenų analizės, aprašymo rengimo ir redagavimo. Tyrimą sudarė dvi dalys: (1) kognityvinių gebėjimų, susijusių su sudėtingos ir paprastos informacijos apdorojimu, vertinimas ir (2) elektrofiziologinių EEG rodiklių nustatymas.

2.3.1 IGD tyrimo dalyviai

Tyrime dalyvavo 37 sveiki dešiniarankiai asmenys (17 moterų), amžiaus vidurkis 23,8 metai (standartinis nuokrypis – 4,7 metai). Visų dalyvių klausos slenksčiai buvo normalūs (< 25 dB girdimumo lygis oktavos dažniuose). Prieš tyrimą visi tiriamieji nevartojo alkoholio (24 val.), nikotino (1 val.) ir kofeino (1 val.).

2.3.2 Kognityvinis vertinimas IGD tyrime

Kognityvinių gebėjimų matavimui, kaip ir prieš tai aptartame tyrime (žr. 2.2 skirsnį), taip pat buvo naudojama Psichologinių eksperimentų kūrimo kalba sudaryta užduočių baterija (angl. The Psychology Experiment Building Language-based task battery, PEBL) (Mueller ir Piper, 2014) lietuvių kalba (PEBL-Lt; sudarė Jurkuvėnas, 2015). Buvo atrinktos užduotys, kuriomis matuojamas tiek paprastos, tiek sudėtingos informacijos apdorojimo greitis (Jurkuvėnas, 2016). Prieš pradėdant testavimą, kiekvienam dalyviui buvo trumpai paaiškinama

procedūra. Prieš kiekvieną užduotį atliekamas trumpas praktinis bandymas. Šiame tyrime, kaip ir pirmajame, buvo naudojamos: Dviejų pasirinkimų užduotis (Logan ir kt., 1981), Leksinio sprendimo užduotis (Meyer ir Schvaneveldt, 1971), Semantinio kategorizavimo užduotis (Rosch, 1975) bei LBU (Shallice, 1982) (žr. 2.2.3 skirsnį). Be to, pridėtos šios kognityvinės užduotys:

1. Paprasta reakcijos laiko užduotis (angl. Simple Reaction Time Task) (Seashore ir Seashore, 1941), kurioje dalyviai turėjo kuo greičiau pastebėti ir sureaguoti regimąjį dirgiklį (X raidę) ir paspausti mygtuką, kai tik jis pasirodo ekrane; naudojama reakcijos laiku matuoti (RL). Leidžia nustatyti paprastos informacijos apdorojimo greitį.

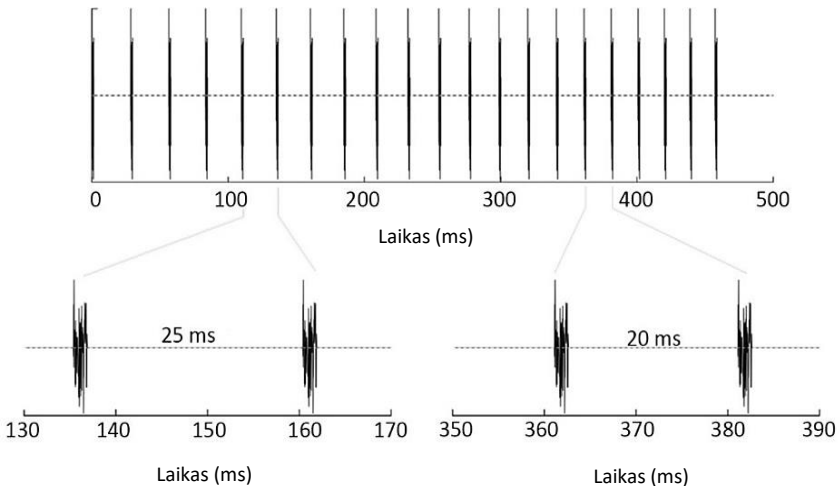
2. Aritmetinio sprendimo užduotis (angl. Arithmetic Decision Task) (Perez, 1987), kai tiriamiesiems pateikiamos paprastos aritmetinės išraiškos (paprasta sudėtis arba atimtis) ir prašoma nurodyti, ar rodomas rezultatas yra teisingas, ar neteisingas. Šios užduoties RL naudojamas sudėtingos aritmetinės informacijos apdorojimui matuoti.

3. Objektų atpažinimo užduotis (angl. Object Judgment Task) (Mueller, 2010; Attneave ir Arnoult, 1956; Collin ir McMullen, 2002), kurią atlikdamase dalyvis turi nuspręsti, ar pateiktos dvi abstrakčios formos yra vienodos, ar skirtingos. Gautu RL matuojamas vaizdų sukimo mintyse (angl. mental rotation) greitis bei sudėtingos informacijos apdorojimo greitis.

2.3.3 IGD tyrime naudota stimuliacija

Kaip ir pirmajame tyrime, garsiniai dirgikliai (2.4 pav.) sukurti programa MATLAB 2014 („The MathWorks, Inc.“, JAV). Tiriamiesiems garsiniai dirgikliai buvo pateikiami į abi ausis per ausines „Sennheiser HD 280 PRO“ (garso slėgio lygis 60 dB, nustatytas DVM 401 dB matuokliu, „Velleman“, JAV). Garsinis stimulus buvo iš 22 spragtelėjimų, kurie sudarė čirpo garsą: intervalai tarp spragtelėjimų buvo išdėstyti taip, kad dažnis didėtų po 1 Hz ir taip

apimtų 35-55 Hz diapazoną. Taigi, laikas tarp spragtelėjimų buvo reguliuojamas atsižvelgiant į dažnį, pvz., stimuliuojant 40 Hz dažniu, laikas tarp spragtelėjimų buvo 25 ms, 50 Hz dažniu – 20 ms. Bandymo metu iš viso buvo pateikta 300 čirpų, kurie buvo kaitaliojami su pavieniais spragtelėjimais, o intervalai tarp stimulų parinkti atsitiktinai, nuo 700 iki 1000 ms. Tiramiesiems buvo nurodyta sutelkti dėmesį į stimuliaciją, mintyse skaičiuojant atsitiktinai pateiktus pavienius spragtelėjimus, išterpusius tarp pasikartojančių stimulų, o kiekvienos stimuliacijos serijos pabaigoje pranešti rezultatą.



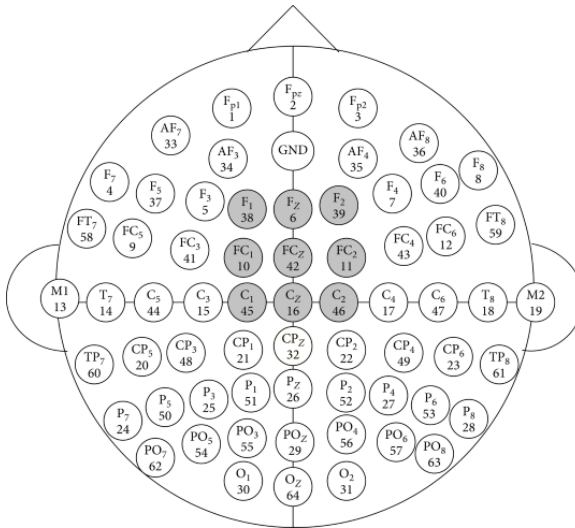
2.4 pav. Schematiškai pavaizduotas tyrime naudotas klausos stimulus – čirpo stimulus apimantis 35-55 Hz diapazoną 1 Hz žingsniu.

2.3.4 EEG registravimas ir duomenų apdorojimas IGD tyrime

EEG buvo registruojama naudojant tą pačią įrangą ir metodiką, o duomenys buvo apdorojami panašiai kaip ir ankstesniame tyrime (žr. 2.2.5 ir 2.2.6 skirsnius). Duomenų apdorojimas skiriasi tik keliais aspektais. EEG duomenys buvo suskirstyti į segmentus nuo -500 ms

(prieš stimulą) iki 1100 ms (po stimulo). Duomenys buvo koreguojami pagal priešstimuliacinio laikotarpio vidurkį ir toliau vizualiai tikrinama, ar epochose nėra likusių artefaktų. FSI ir SĮSGP buvo įvertinti 35-55 Hz dažnių diapazone priekinėje-centrinėje (Fz, Cz, FCz, C1, C2, F1, F2, FC1, FC2) srityje (2.5 pav.).

Duomenys buvo koreguojami pagal bazinę liniją – lyginami su laikotarpio prieš stimulą (priešstimulinio periodo) vidurkiu: įverčiai buvo padalinami iš vidutinio priešstimulinio periodo aktyvumo laiko lange nuo -400 ms iki 0 ms (santykinė korekcija). Vidutinis atsakas į kiekvieną stimuliacijos dažnį (35-55 Hz diapazone 1 Hz žingsniu) buvo nustatytas 100 ms laiko lange po stimuliacijos, tai atitinka ir laiko-dažnio diagramose matomo atsako diapazoną. GSA rodikliai – FSI ir SĮSGP buvo gauti esant 40 Hz dažniui ir IGD.



2.5 pav. Elektrodų išdėstymas tyrimo metu. SĮSGP ir FSI analizei naudoti 9 elektrodai: Fz, Cz, FCz, C1, C2, F1, F2, FC1, FC2 (pilka spalva). GND – įžeminimo elektrodas. Iliustracija pritaikyta iš Chi Qin ir kt. (2020).

2.2.5 IGD tyrimo duomenų statistinė analizė

Statistinei analizei naudota SPSSv20 („SPSS Inc.“, JAV). Kiekvienam kintamajam apskaičiuota aprašomoji statistika (vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai). Norint ištirti ryšį tarp kognityvinių rodiklių ir FSI/SĮSGP matavimų, buvo apskaičiuoti Pirsono koreliacijos koeficientai. FSI ir SĮSGP rezultatai buvo lyginami abiejuose – 40 Hz ir IGD – dažniuose, taikant porinės imties t-testą. Statistinio reikšmingumo kriterijus buvo koreguotas pagal Bonferoni testą, kad būtų atsižvelgta į daugkartinius palyginimus, o p reikšmės, mažesnės nei 0,004 (0,05/13), buvo laikomos reikšmingomis. Abiejų tyrimų – ryšio tarp 40 Hz kNA ir kognityvinių gebėjimų tyrimo (žr. 2.2 skirsnį) bei IGD ir kognityvinių gebėjimų koreliacijų tyrimo (žr. 2.3 skirsnį) – charakteristikų santrauka pateikiama 2.2 lentelėje.

2.2 lentelė. Abiejų tyrimo charakteristikų santrauka. 40 Hz kNA tyrimas – sąsajų tarp 40 Hz kNA ir kognityvinių gebėjimų tyrimas, IGD tyrimas – IGD ir kognityvinių gebėjimų sąsajų tyrimas.

	40 Hz kNA tyrimas	IGD tyrimas
Tiriamieji:		
Skaičius (moterys)	28 (0)	37 (17)
Amžius (metai)	25,8±3,3	23,8±4,7
Užduotys:		
Paprasta reakcijos laiko	-	+
Dviejų pasirinkimų	+	+
Leksinio sprendimo	+	+
Aritmetinio sprendimo	-	+
Semantinio kategorizavimo	+	+
Objektų atpažinimo užduotis	-	+
LBU	+	+
Strūpo užduotis	+	-
Stimulai:		
Tipas	40 Hz spragtelėjimai	35-55 Hz čirpai sudaryti iš spragtelėjimų
Stimulų skaičius	150	300
EEG vertinimas:		
Elektrodai	kairės (F3, F1, FC1, C1, FC3, C3), centriniai (Fz, FCz, Cz), dešinės (F4, F2, FC2, C2, FC4, C4)	priekiniai-centriniai (Fz, Cz, FCz, C1, C2, F1, F2, FC1, FC2)
Rodikliai	SĮSGP/FSI ties 40 Hz	SĮSGP/FSI ties 40 Hz ir IGD
Laiko intervalas	200-500 ms	+100 ms nuo stimuliacijos
Dažnio intervalas	35-45 Hz	35-55 Hz (1 Hz žingsniu)

LBU – Londono bokšto užduotis; SĮSGP – su įvykiu susijęs galios pokytis; FSI – fazės sutapimo indeksas; IGD – individualus gama dažnis.

3. REZULTATAI

3.1 Sisteminės literatūros apžvalgos rezultatai

Atlikus literatūros paiešką, buvo rasti 1595 straipsniai. Atmetus pasikartojančius ir įtraukimo kriterijų neatitinkančius tyrimus, į sisteminę apžvalgą buvo įtrauktas 21 tyrimas (po vieną tyrimą iš 21 straipsnio) (3.1 lentelė). Vienuolikoje iš įtrauktų tyrimų kNA ryšio su kognityviniais koreliatais vertinimas buvo apibrėžtas kaip vienas iš pagrindinių tyrimo tikslų, o likusiuose dešimtyje tyrimų kNA ir kognityviniai koreliatai buvo pateikti kaip antraeilė tema.

3.1 lentelė. Tyrimų, kuriuose buvo nagrinėjamas ryšys tarp gama diapazono kNA ir kognityvinių gebėjimų, charakteristikos (s.n. – statistiškai nereikšminga, n.n. – nėra nurodyta).

Straipsnis	Imtis: dydis, vyr. / mot., amžiaus vidurkis / ribos (SD)	Užduotys naudotos įvertinti kognityvinius gebėjimus	Stimulai: dažnis, tipas, trukmė, skaičius	kNA matavimo būdas ir vieta	Koreliaciniai ryšiai tarp kNA ir kognityvinių gebėjimų
I Arrondo ir kt. 2009	Sveika kontrolinė grupė: 22; n.n. (panašus) Pacientai su išsėtine skleroze: 27; 10/17; 44,11 (11,45)	Trumpas pakartojimo neuropsichologinių testų rinkinys (angl. The Brief Repeatable Battery – Neuropsychological Tests, BRB–N; Rao, 1990): (1) Busche atrenkamojo priminimo testas (angl. Selective Reminding Test, SRT), (2) 10/36 erdvės atgaminimo testas (angl. 10/36 Spatial Recall Test), (3) Skaičių simbolių modalumo testas (žodinė versija) (angl. Oral version of the Symbol Digit Modalities Test, SDMT), (4) Diktuojamasis žodinis skaičių sudėties testas su 3 s intervalu (angl. Paced Auditory Serial Addition Test with a 3 s interval, PASAT–3), (5) Semantinio žodžių sąrašo sudarymas (angl. Semantic Word List Generation, WLG).	1-120 Hz; čirpas; 1,61 s; 500 stimulų	EEG; Maksimalaus atsako dažnis ir amplitudė; ties Fz ir Cz	Sveika kontrolinė grupė: s.n. Pacientai su išsėtine skleroze: Skaičių simbolių modalumo testas ir maksimalaus atsako dažnis apie 40 Hz ($r = 0,524$, $p = 0,010$); Diktuojamasis žodinis skaičių sudėties testas ir maksimalaus atsako dažnis apie 40 Hz ($r = 0,483$, $p = 0,012$); Semantinio žodžių sąrašo sudarymas ir maksimalaus atsako dažnis apie 40 Hz ($r = 0,437$, $p = 0,023$).

2	Bartolomeo ir kt. 2019	Sveika kontrolinė grupė: 19; 14/5; 22,9 (3,6) Pacientai su ankstyvosios psichozės faze: 34; 24/7; 22,0 (4,3)	Trumpas pažintinių funkcijų esant šizofrenijai tyrimas (angl. Brief Assessment of Cognition in Schizophrenia, BACS; Keefe ir kt., 2004).	40 Hz; spragtelėjimai; 500 ms; 80 stimulų	EEG; Galia; Fz	Sveika kontrolinė grupė: s.n. Pacientai su ankstyvosios psichozės faze: n.n.
3	Gaskins ir kt. 2019	Sveiki jaunesni tiriamieji: 15; n.n.; 22,3 (2,7) Sveiki vyresnio amžiaus tiriamieji: 15; n.n.; 70,3 (3,8)	Wechsler intelekto matavimo skalės suaugusiems trečiosios versijos (angl. Wechsler Adult Intelligence Scale–Third Edition, WAIS–III; Wechsler, 1997; pirmoji versija Wechsler, 1955) (1) Skaičių simbolių testas (angl. Digit Symbol – Coding), (2) Simbolių paieška (angl. Symbol Search).	40, 80 Hz; AM tonas; 300 ms; 1024 stimulų	EEG; Signalo ir triukšmo santykis; Cz	Sveiki jaunesni tiriamieji: 80 Hz kNA – s.n.; 40 Hz kNA – n.n. Sveiki vyresnio amžiaus asmenys: 80 Hz kNA – s.n.; 40 Hz kNA – n.n.

4	<p>Hirano ir kt. 2020</p> <p>Sveika kontrolinė grupė: 24; 20/4; 44,1 (7,3)</p> <p>Pacientai su lėtinės stadijos šizofrenija: 23; 19/4; 45,6 (9,1)</p>	<p>Wechslerio intelekto matavimo skalės suaugusiems ketvirtosios versijos (angl., Wechsler Adult Intelligence Scale–Fourth Edition; WAIS–IV; Wechsler, 2008; pirmoji versija Wechsler, 1955) Informacijos testas (angl. Information Subscale).</p>	<p>20, 30, 40 Hz; spragtelėjimai; 500 ms</p>	<p>EEG; FSI, sukelta galia, indukuota galia; pirminė klausos žievė</p>	<p>Sveika kontrolinė grupė: s.n. Pacientai su lėtinės stadijos šizofrenija: s.n.</p>
5	<p>Hirtum ir kt. 2019</p> <p>Sveika kontrolinė grupė: 18; 8/10; 18-25 m.</p> <p>Turintys disleksiją: 20; 10/10; 18-25 m.</p>	<p>Raštingumas (angl. literacy) sudarytas iš:</p> <p>(1) Standartizuoto žodžių skaitymo testo (ol. Een–Minuut–Test, EMT; Brus ir Voeten, 1979),</p> <p>(2) Neprasmingų žodžių skaitymo testo (ol. De Klepel: Een test voor leesvaardigheid van pseudowoorden, Klepel; Van den Bos ir kt., 1994),</p> <p>(3) Bendrojo pažengusiųjų olandų kalbos rašybos testo (ol. Algemene Toets Gevorderde Spelling van het Nederlands, AT–GSN; Ghesquièrè, 1998).</p> <p>Spūnerizmo užduotis (angl. Spoonerisms Task; Poelmans ir kt., 2011).</p> <p>Greitieji automatinio vardijimo testai (angl. Rapid Automated Naming Tests, RAN):</p> <p>(1) objektai ir (2) spalvos (Boets ir kt. 2007),</p> <p>(3) skaitmenys (De Vos ir kt., 2017) ir</p> <p>(4) raidės (Vanvooren ir kt. 2017).</p>	<p>40 Hz; AM tonas; 300 ms; 300 stimulų</p>	<p>EEG; Signalo ir triukšmo santykis; temporalinė-parietalinė ir pakaušio sritys</p>	<p>Sveika kontrolinė grupė: s.n.</p> <p>Turintys disleksiją: Raštingumas ir 40 Hz foninis aktyvumas dešiniajame pusrutulyje ($r = -0,35$, $p = 0,033$); Spūnerizmo užduotis ir 40 Hz foninis aktyvumas dešiniajame pusrutulyje ($r = -0,39$, $p = 0,017$); Greitojo automatinio vardijimo testas ir 40 Hz foninis aktyvumas dešiniajame pusrutulyje ($r = -0,39$, $p = 0,017$).</p>

6	Kim ir kt. 2019	Sveika kontrolinė grupė: 30; 13/17; 43,33 (12,95) Pacientai su šizofrenija: 33; 16/17; 42,21 (10,99)	Skaičių sujungimo testas korėjiečių kalba A ir B dalys (angl. Trail Making Test–A and B, TMT–A and TMT–B; versija korėjietišškai Seo ir kt., 2006; originali versija Reitan, 1955). Kalbos sklandumo testas (angl. Verbal Fluency Test, VFT; Lezak ir kt., 2004). Girdimasis žodinio mokymosi testas korėjiečių kalba (angl. Korean–Auditory Verbal Learning Test, K–AVLT; iš Rey–Kim atminties testo (angl. Rey–Kim Memory Test, RKMT; versija korėjietišškai Kim, 1999, originali versija Rey, 1941)).	40 Hz; spragtelėjimai; 500 ms; 150 stimulų	EEG; Vidutinė sukelta galia, FSI; Cz	Sveika kontrolinė grupė: s.n. Pacientai su šizofrenija: Kalbos sklandumo testas ir vidutinė sukelta galia 40 Hz ($r = 0,223$, $p = 0,019$).
7	Kirihaara ir kt. 2012	Sveika kontrolinė grupė: 188; 94/94; 43,9 (11,1) Pacientai su šizofrenija: 234; 82/52; 44,5 (8,8)	Plataus spektro pasiekimų testo trečiosios versijos (angl. Wide Range Achievement Test–Third Edition, WRAT–3; Wilkinson, 1993; originali versija Jastak ir Bijou 1946) Skaitymo testas (angl. Reading Subtest). Kalifornijos žodžių išmokimo testo antrosios versijos (angl. California Verbal Learning Test–Second Edition, CVLT–2; Delis, 2000; originali versija Delis, 1987) A sąrašo 1-5 bandymai. Viskonsino kortelių atrankos užduotis, 64 kortelių versija (angl. Wisconsin Card Sorting Test–64 Card Version, WCST–64; Heaton, 1993; originali versija Berg, 1948). Raidžių – skaičių eilės testas (angl. Letter–Number Sequencing Test, LNS; Gold ir kt., 1997).	30, 40 Hz; spragtelėjimai; 500 ms; 200 stimulų	EEG; amplitudė, FSI, dažnių susietumas, moduliacijos indeksas; FCz	Sveika kontrolinė grupė: s.n. Pacientai su šizofrenija: s.n.

8 kt. 2020a	Koshiyama ir Sveika kontrolinė grupė: 283; n.n. Pacientai su šizofrenija: 428; n.n.	Wechsler intelekto matavimo skalės suaugusiems trečiosios versijos (angl. Wechsler Adult Intelligence Scale–Third Edition, WAIS–III; Wechsler, 1997; pirmoji versija Wechsler, 1955) Raidžių – skaičių eilė (angl. Letter–Number Sequencing, LNS). Kalifornijos žodžių išmokimo testo antrosios versijos (angl. California Verbal Learning Test–Second Edition, CVLT–2; Delis, 2000; originali versija Delis, 1987) A sąrašo 1-5 bandymai. Viskonsino kortelių atrankos užduotis (angl. Wisconsin Card Sorting Test, WCST; Berg, 1948).	40 Hz; spragtelėjimai; 500 ms; 200 stimulų	EEG; SISGP; Fz	Sveika kontrolinė grupė: s.n. Pacientai su šizofrenija: 40 Hz kNA prognozavo Raidžių-skaičių eilės balus (standartizuotas koeficientas $\beta = 0,15$; $p < 8,3 \times 10^{-3}$).
----------------	--	---	---	----------------------	--

9	<p>Koshiyama ir Sveika kt. 2020b kontrolinė grupė: 293; 141/152; 44,7 (11,4)</p> <p>Pacientai su šizofrenija: 427; 309/118; 45,5 (9,5)</p>	<p>Wechsler intelekto matavimo skalės suaugusiems trečiosios versijos (angl. Wechsler Adult Intelligence Scale–Third Edition, WAIS–III; Wechsler, 1997; pirmoji versija Wechsler, 1955)</p> <p>(1) Raidžių – skaičių eilė (angl. Letter –Number Sequencing, LNS),</p> <p>(2) Raidžių – skaičių apimtis (angl. Letter–Number Span, LN Span).</p> <p>Kalifornijos žodžių išmokimo testo antrosios versijos (angl. California Verbal Learning Test–Second Edition, CVLT–2; Delis, 2000; originali versija Delis, 1987) A sąrašo 1-5 bandymai.</p> <p>Plataus spektro pasiekimų testo trečiosios versijos (angl. Wide Range Achievement Test–Third Edition, WRAT –3; Wilkinson, 1993; originali versija Jastak ir Bijou 1946) Skaitymo testas (angl. Reading Subtest).</p>	<p>40 Hz; spragtelėjimai; 500 ms; 200 stimulų</p>	<p>EEG; FSI, 8 dipoliai virš pirminės klausos žievės</p>	<p>Sveika kontrolinė grupė: n.n.</p> <p>Pacientai su šizofrenija: Raidžių-skaičių apimtis su 40 Hz kNA FSI dešinėje smilkininėje žievėje ($r = 0,16$, $p = 0,01$); Raidžių-skaičių eilė su 40 Hz kNA FSI dešinėje smilkininėje žievėje ($r = 0,13$, $p = 0,046$) ir kairėje smilkininėje žievėje ($r = 0,17$, $p = 0,02$); Skaitymo testas ir 40 Hz kNA FSI kairėje smilkininėje žievėje ($r = 0,17$, $p = 0,01$); CVLT-2 ir FSI 40 Hz kNA kairėje smilkininėje žievėje ($r = 0,14$, $p = 0,04$) ir kairėje viršutinėje priekinėje žievėje ($r = 0,17$, $p = 0,02$).</p>
---	--	--	---	--	--

10 kt. 2021a	Koshiyama ir Sveika kontrolinė grupė: 503; 234/269; 43,7 (12,8) Pacientai su šizofrenija: 695; 477/218; 45,5 (10,2)	Wechsler intelekto matavimo skalės suaugusiems trečiosios versijos (angl. Wechsler Adult Intelligence Scale–Third Edition, WAIS–III; Wechsler, 1997; pirmoji versija Wechsler, 1955) (1) Raidžių – skaičių eilė (angl. Letter–Number Sequencing, LNS), (2) Raidžių – skaičių apimtis (angl. Letter–Number Span, LN span). Kalifornijos žodžių išmokimo testo antrosios versijos (angl. California Verbal Learning Test Second Edition, CVLT–2; Delis, 2000; originali versija Delis, 1987) A sąrašo 1-5 bandymai.	40 Hz; spragtelėjimai; 500 ms; 200 stimulų	EEG; FSI, SĮSGP; Fz	Bendra intis: 40 Hz FSI ir SĮSGP su Raidžių-skaičių apimtimi ($p < 0,00042$).
-----------------	---	---	---	---------------------------	--

11	Lehongre ir kt. 2011 Sveika kontrolinė grupė: 21; 11/10; 24,38 (3,85) Turintys disleksiją: 23; 14/9; 24,61 (4,57)	Skaitymo užduotis – Alouette testo antroji versija (pranc. Test de l'Alouette 2ème édition; Lefavrais, 1967; originali versija Lefavrais, 1965). Fonologinio vertinimo baterijos (angl. Phonological Assessment Battery; Frederickson ir kt., 1997) Greitasis automatinis vardijimas (angl. Rapid Automated Naming, RAN). Sudėtinis fonologijos rodiklis: (1) Wechsler intelekto matavimo skalės suaugusiems trečiosios versijos (angl. Wechsler Adult Intelligence Scale–Third Edition, WAIS–III; Wechsler, 1997; pirmoji versija Wechsler, 1955) Skaitinė talpa (angl. Digit span), (2) Spūnerizmo užduotis (angl. Spoonerism Task; Soroli ir kt., 2010), (3) Netikrų žodžių testas (angl. Pseudo–words Test; Dupoux ir kt., 2001; originali versija Dupoux ir kt., 1997).	10-80 Hz; čirpas; 5,4 s; 80 stimulų	MEG; Galia, galios asimetrija; planum temporale (PT), viršutinė smilkininė vaga (SSV)	Sveika kontrolinė grupė: Skaitymo užduotis ir 30 Hz kNA galia kairės ir dešinės PT ($p < 0,05$); Sudėtinis fonologijos rodiklis ir 30 Hz kNA galia kairės PT ($p < 0,05$). Turintys disleksiją: Spūnerizmo užduotys ir 30 Hz kNA galios asimetrija ($r = -0,450$, $p = 0,047$) (poveikį daugiausia lėmė netikrų žodžių testas ($r = 0,44$, $p = 0,04$)); Greitasis automatinis vardijimas ir 30 Hz kNA galios asimetrija ($r = 0,552$, $p = 0,006$); Skaitinė talpa ir 45-65 Hz kairės PT (ties 58 Hz: $r = -0,542$, $p = 0,009$) ir kairės SSV ($r = -0,511$, $p = 0,015$).
12	Leonhardt ir kt. 2020 Pacientai su šizofrenija arba šizoafekciniu sutrikimu: 17; 14/3; 21,5 (3,8)	Trumpo pažintinių funkcijų esant šizofrenijai tyrimo (angl. Brief Assessment of Cognition in Schizophrenia, BACS; Keefe ir kt., 2004) Sudėtinis balas.	40 Hz spragtelėjimai; 500 ms; 80 stimulų	EEG; Galia; Fz ir Cz	Pacientai su šizofrenija arba šizoafekciniu sutrikimu: s.n.

13 Light ir kt. 2006	Sveika kontrolinė grupė: 80; n.n.; 33,6 (9,95) Pacientai su šizofrenija: 100; n.n.; 42,5 (8,31)	Plataus spektro pasiekimų testo trečiosios versijos (angl. Wide Range Achievement Test – Third Edition, WRAT–3; Wilkinson, 1993; originali versija Jastak ir Bijou 1946) Skaitymo testas (angl. Reading subtest). Kalifornijos žodžių išmokimo testo antrosios versijos (angl. California Verbal Learning Test – Second Edition, CVLT–2; Delis, 2000; originali versija Delis, 1987) A sąrašo 1–5 bandymai. Viskonsino kortelių atrankos užduotis, 64 kortelių versija (angl. Wisconsin Card Sorting Test – 64 Card Version, WCST–64; Heaton, 1993; originali versija Berg, 1948). Raidžių – skaičių eilės testas (angl. Letter – Number Sequencing test, LNS; Gold ir kt., 1997).	30, 40 Hz; spragtelėjimai; 500 ms; 200 stimulų	EEG; Sukelta galia ir FSI; FCz	Sveika kontrolinė grupė: s.n. Pacientai su šizofrenija: Raidžių-skaičių eilės testas ir sukelta galia 40 Hz ($r = 0,32$, $p < 0,01$).
14 Murphy ir kt. 2020	Sveika kontrolinė grupė: 17; 9/8; 28,87 (5,98) Pacientai su ankstyvosios stadijos šizofrenija: 12; 12/0; 27,5 (6,89) Pacientai su lėtinės stadijos šizofrenija: 16; 13/3; 33,63 (6,94)	Trumpo pažintinių funkcijų esant šizofrenijai tyrimo (angl. Brief Assessment of Cognition in Schizophrenia, BACS; Keefe ir kt., 2004) sudėtinis balas.	20, 30, 40 Hz; MEG; spragtelėjimai; 1000 ms; po 100 stimulų	Amplitudės ir fazės-amplitudės susiejimas; skersinės smilkininės žievės ir viršutinės smilkininės vagos regionai	Sveikos kontrolinės grupės: s.n. Pacientai su ankstyvosios stadijos šizofrenija: s.n. Pacientai su lėtinės stadijos šizofrenija: s.n.

15 Puvvada ir kt. 2018	<p>Sveika kontrolinė grupė: 108; 71/37; 37,9 (13,8)</p> <p>Pacientai su šizofrenija: 128; 86/42; 37,8 (13,1)</p> <p>Šizofrenija sergančių pacientų pirmos eilės giminaičiai: 55; 17/38; 46,6 (13,6)</p>	<p>Wechsler intelekto matavimo skalės suaugusiems trečiosios versijos (angl. Wechsler Adult Intelligence Scale–Third Edition, WAIS–III; Wechsler, 1997; pirmoji versija Wechsler, 1955) Skaitinė talpa (angl. Digit span).</p>	<p>40, 80 Hz; spragtelėjimai; 375 ms ir 187,5 ms; 75 stimulai</p>	<p>EEG; Galia ir FSI; priekiniai- centriniai elektrodai</p>	<p>Sveika kontrolinė grupė: s.n.</p> <p>Pacientai su šizofrenija: Skaitinė talpa ir galia 40 Hz ($r = 0,20$, $p = 0,033$).</p> <p>Šizofrenija sergančių pacientų pirmos eilės giminaičiai: Skaitinė talpa ir galia 40 Hz ($r = 0,42$, $p = 0,003$).</p>
------------------------	---	--	---	---	---

16 Rass ir kt. 2010	Sveika kontrolinė grupė: 87; 40/47; 41,0 (10,3) Pacientai su eutiminiu bipoliniu sutrikimu: 22; 43,6 (10,5) Pacientai su ūminiu bipoliniu sutrikimu: 43; 42,6 (10,3)	Wechsler intelekto matavimo skalės suaugusiems trečiosios versijos (angl. Wechsler Adult Intelligence Scale–Third Edition, WAIS–III; Wechsler, 1997; pirmoji versija Wechsler, 1955): (1) Paveikslėlio užbaigimas (angl. Picture Completion), (2) Skaičių simbolių testas (angl. Digit Symbol Coding), (3) Skaitinė talpa (angl. Digit Span), (4) Panašumai (angl. Similarities).	30, 40, 50 Hz; spragtelėjimai; 467-480 ms; 80 stimulų	EEG; Vidutinė bandymo galia (VBG) ir FSI; FCz	Sveika kontrolinė grupė: s.n. Pacientai su bipoliniu sutrikimu: s.n.
---------------------------	--	---	---	---	---

17 Rass ir kt. 2012	<p>Sveika kontrolinė grupė: 56; 26/30; 38,75 (10,4)</p> <p>Pacientai su šizofrenija ir šizoafektiniu sutrikimu: 42; 23/19; 36,86 (12,8)</p> <p>Šizofrenija sergančių pacientų pirmosios eilės giminaičiai: 35; 13/22; 36,03 (12,5)</p> <p>Pacientai su šizotipiniu asmenybės sutrikimu: 34; 20/14; 37,35 (9,2)</p>	<p>Wechsler intelekto matavimo skalės suaugusiems trečiosios versijos (angl. Wechsler Adult Intelligence Scale–Third Edition, WAIS–III; Wechsler, 1997; pirmoji versija Wechsler, 1955):</p> <p>(1) Paveikslėlių užbaigimas (angl. Picture Completion), (2) Skaičių simbolių testas (angl. Digit Symbol Coding), (3) Skaitinė talpa (angl. Digit Span), (4) Panašumai (angl. Similarities).</p>	<p>30, 40, 50 Hz; spragtelėjimai; 467-480 ms; 80 stimulų</p>	<p>EEG; VBG ir FSI; FCz</p>	<p>Sveika kontrolinė grupė: Panašumai ir 40 Hz FSI ($r = 0,38$, $p < 0,01$), Skaičių simbolių testas ir 50 Hz VBG ($r = 0,26$, $p = 0,03$).</p> <p>Pacientai su šizofrenija ir šizoafektiniu sutrikimu: Panašumai ir 40 Hz VBG ($r = 0,34$, $p = 0,04$), 40 Hz FSI ($r = 0,34$, $p = 0,04$); Skaitinė talpa ir 50 Hz FSI ($r = 0,38$, $p = 0,02$).</p> <p>Šizofrenija sergančių pacientų pirmosios eilės giminaičiai: Panašumai ir 40 Hz FSI ($r = 0,39$, $p = 0,03$), Panašumai ir 50 Hz FSI ($r = 0,45$, $p = 0,01$).</p> <p>Pacientai su šizotipiniu asmenybės sutrikimu: Panašumai ir 40 Hz VBG ($r = 0,34$, $p = 0,04$), Panašumai ir 50 Hz FSI ($r = 0,40$, $p = 0,02$).</p>
---------------------------	--	---	--	-------------------------------------	---

18 2011	Sveika kontrolinė grupė: 20; 7/13; 43,84 (6,86) Vaikų su autizmo spektro sutrikimu, tėvai: 21; 6/15; 43,67 (7,33)	Wechslerio trumposios intelekto skalės antrosios versijos (angl. Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence – Second edition, WASI-II; Wechsler, 1999; originali versija Wechsler, 1955): (1) Verbalinis intelekto koeficientas (angl. Verbal IQ), (2) Neverbalinis intelekto koeficientas (angl. Performance IQ), (3) Bendras intelekto koeficientas (angl. Full Scale IQ).	32, 40, 48 Hz; AM tonas; 500 ms; 150 stimulų	MEG; FSI, sukelta, indukuota ir bendra galia: kairysis ir dešinysis pusrutuliai	Sveika kontrolinė grupė: s.n. Vaikų su ASS tėvai: s.n.
------------	--	---	--	---	---

19 Sun ir kt. 2018	Sveika kontrolinė grupė: 30; 16/14; 34,2 (10,3) Pacientai su šizofrenija: 24; 13/11; 33,0 (11,0)	MATRICS kognityvinė baterija kinų kalba (angl., MATRICS Consensus Cognitive Battery, MCCB; versija kinų kalba Yu ir Yao, 2014; originali versija Nuechterlein ir kt., 2008): (1) Skaičių sujungimo testo A dalis (angl. Trail Making Test–A, TMT–A; Reitan, 1955), (2) Trumpo pažintinių funkcijų esant šizofrenijai tyrimo (Brief Assessment of Cognition in Schizophrenia, BACS; Keefe ir kt., 2004) Skaičių simbolių testas (angl. Digit Symbol coding test), (3) Peržiūrėtas Hopkinso žodinės atminties testas (angl. Hopkins Verbal Learning Test – Revised, HVLT–R; Brandt ir Benedict ir kt., 2001), (4) Wechsler intelekto matavimo skalės suaugusiems trečiosios versijos (angl. Wechsler Adult Intelligence Scale–Third Edition, WAIS–III; Wechsler, 1997; originali versija Wechsler, 1955) Erdvinės atminties apimties testas (angl. Spatial Span Test), (5) WAIS-III Raidžių – skaičių eilės testas (angl. Letter – Number Span, LNS), (6) Neuropsichologinio vertinimo baterijos (angl. Neuropsychological Assessment Battery, NAB; Stern ir White, 2003) Labirintų testas (angl. Mazes), (7) Kategorijos sklandumo testas: Gyvūnų vardijimo testas (angl. Category Fluency Test: Animal Naming Test; Nuechterlein ir kt., 2008), (8) Nepertraukiamo veikimo užduotis – identiškų poros (angl. Continuous Performance Test – Identical Pairs, CPT–IP; Cornblatt ir kt. 1988), (9) Peržiūrėtas trumpasis vizualinės konstrukcinės atminties testas (angl. The Brief Visuospatial Memory Test— Revised, BVMT–R; Benedict ir kt., 1998; originali versija Brandt, 1991).	40 Hz; spragtelėjimai; 500 ms; 150 stimulų	EEG; Galia, FSI, fazinė koherencija tarp bandymų; 128 elektrodai	Sveika kontrolinė grupė: Labirinto testas ir fazinė koherencija tarp bandymų (r = 0,66); Labirinto testas ir fazinė koherencija tarp bandymų (r = 0,69); Skaičių sujungimo testo A dalis ir FSI (r = 0,56, p < 0,05); Skaičių sujungimo testo A dalis ir SĮSGP (r = 0,62, p < 0,05); Kognityvinio vertinimo bendras rezultatas ir FSI (r = 0,48, p < 0,05); Kognityvinio vertinimo bendras rezultatas ir SĮSGP (r = 0,59, p < 0,05). Pacientai su šizofrenija: Labirintų testas ir 40 Hz FSI (r = 0,55, p < 0,05); Labirintų testas ir fazinė koherencija tarp bandymų (r = 0,54, p < 0,05).
-----------------------	---	---	---	---	---

20 Tada ir kt. 2016	<p>Sveika kontrolinė grupė: 21; 11/10; 22,4 (3,3)</p> <p>Pacientai su šizofrenija (pirmasis epizodas): 13; 8/5; 24,5 (5,9)</p> <p>Itin didelės rizikos susirgti šizofrenija asmenys: 15; 9/6; 22,1 (4,0)</p>	<p>Trumpas pažintinių funkcijų esant šizofrenijai tyrimas japonų kalba (angl. Brief Assessment of Cognition in Schizophrenia – Japanese version, BACS–J; versija japonų kalba Kaneda ir kt. 2007; originali versija Keefe ir kt. 2004):</p> <p>(1) Žodinė atmintis (angl. Verbal memory), (2) Skaitinė talpa (angl. Digit span), (3) Kategorinis sklandumas (angl. Category fluency), (4) Raidžių sklandumas (angl. Letter fluency), (5) Skaičių simbolių testas (angl. Digit Symbol coding test), (6) Londono bokšto užduotis (LBU) (angl. Tower of London).</p>	<p>30, 40 Hz; spragtelėjimai; 500 ms; 200 stimulų</p>	<p>EEG; FSI ir SŠSGP; vėlyvoji latencija; FCz</p>	<p>Sveika kontrolinė grupė: n.n.</p> <p>Pacientai su šizofrenija (pirmasis epizodas): Skaičių simbolių testas ir 40 Hz FSI ($r = 0,75$, $p = 0,003$) bei SŠSGP ($r = 0,76$, $p = 0,003$).</p> <p>Itin didelės rizikos susirgti šizofrenija asmenys: s.n.</p>
------------------------	--	---	---	---	--

21 van Deursen ir kt. 2011	<p>Sveika kontrolinė grupė: 20; 12/8; 69,5 (6.1)</p> <p>Pacientai su lengva Alzheimerio ligos forma: 15; 11/4; 75,2 (6,9)</p> <p>Pacientai su lengvu kognityviniu sutrikimu: 20; 12/8; 70,6 (7,2)</p>	<p>Alzheimerio ligos įvertinimo skalės kognityvinė dalis (angl. The Cognitive Subscale of the Alzheimer's Disease Assessment Scale; ADAS-cog; Mohs ir kt., 1983).</p>	<p>40 Hz; spragtelėjimai; 450 ms; 80 stimulų</p>	<p>EEG; Galia; T5, T6, O2, Fz, Pz, Cz</p>	<p>Bendra intis: Alzheimerio ligos įvertinimo skalės kognityvinė dalis ir 40 Hz galia T5 ($r = 0,43$, $p = 0,019$) ir T6 ($r = 0,38$, $p = 0,028$).</p>
----------------------------------	---	---	--	---	---

AM – amplitudės moduliacija, IGD – individualus gama dažnis, FSI – fazės sutapimo indeksas, SĮSGP – su įvykiu susijęs galios pokytis, VBG – vidutinė bandymo galia, ol. – olandų kalba, pranc. – prancūzų kalba, s.n. – statistiškai nereikšminga, n.n. – nėra nurodyta. Pažymėtina, kad trūkstami statistiniai rodikliai nebuvo pateikti pačiuose straipsniuose.

Daugumoje tyrimų kognityvinių gebėjimų vertinimas buvo atliekamas pasitelkiant užduotis, susijusias su regos modalumu. Be to, labai specifiniai EEG rodikliai buvo siejami su labai bendrais kognityvinių gebėjimų rodikliais. Kai kuriuose tyrimuose kognityviniams įgūdžiams vertinti buvo naudojamos užduočių baterijos: Trumpas pažintinių funkcijų esant šizofrenijai tyrimas (angl. Brief Assessment of Cognition in Schizophrenia, BACS) (Bartolomeo ir kt., 2019; Leonhardt ir kt., 2020; Murphy ir kt., 2020; Tada ir kt., 2016)*, Wechslerio trumposios intelekto skalės antroji versija (angl. Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence – Second edition, WASI–II) (Rojas ir kt., 2011), Alzheimerio ligos įvertinimo skalės kognityvinė dalis (angl. Cognitive Subscale of the Alzheimer’s Disease Assessment Scale (ADAS-cog) (van Deursen ir kt., 2011), MATRICS sutarimo kognityvinė baterija kinų kalba (angl., MATRICS Consensus Cognitive Battery, MCCB) (Sun ir kt., 2018). Trijuose tyrimuose buvo vertinamas tik bendras kognityvinis funkcionavimas (Bartolomeo ir kt., 2019; Hirano ir kt., 2020; Leonhardt ir kt., 2020). Tuo tarpu kiti tyrimai nukreipti į konkrečias kognityvines funkcijas, pavyzdžiui, trumpalaikę ir darbinę atmintį, vertinamą Skaitinės talpos užduotimi (angl. Digit Span) (Puvvada ir kt., 2018), arba fonologinį suvokimą, vertinamą Spūnerizmo (angl. Spoonerism) užduotimi (Hirtum ir kt. 2019). Visos apžvelgtuose tyrimuose naudotos kognityvinės užduotys, sugrupuotos pagal kognityvinių gebėjimų sritis pateiktos 3.2 lentelėje.

* Čia ir toliau tekste cituojami į sisteminę apžvalgą įtrauktų tyrimų, kuriuose buvo naudojamos aptariamoms užduotims, straipsnių autoriai; pačių užduočių sudarytojai išvardyti 3.1 lentelėje.

3.2 lentelė. Į sisteminę apžvalgą įtrauktų tyrimų metu naudotos užduotys vertinti kognityvinius gebėjimus sugrupuotos pagal kognityvinių gebėjimų sritis (tyrimus, kuriuose naudojamos užduotys, ir užduočių autorius žr. 3.1 lentelėje).

Sritis	Užduotys
1 Bendrasis pažinimas arba intelektualiniai gebėjimai (g)	MATRICES sutarimo kognityvinė baterija (angl. MATRICS Consensus Cognitive Battery, MCCB), Wechslerio trumposios intelekto skalės antroji versija (angl. Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence – Second edition, WASI-II), Alzheimerio ligos įvertinimo skalės kognityvinė dalis (angl. The Cognitive Subscale of the Alzheimer’s Disease Assessment Scale, ADAS-cog), Trumpas pažintinių funkcijų esant šizofrenijai tyrimas (angl. Brief Assessment of Cognition in Schizophrenia, BACS).
2 Dėmesio kontrolė ir vykdomosios funkcijos	Nepertraukiamo veikimo užduotis – identiškos poros (angl. Continuous Performance Test–Identical Pairs, CPT-IP), Diktuojamasis žodinis skaičių sudėties testas (angl. Paced Auditory Serial Addition Test, PASAT-3), Kategorijos sklandumas (angl. Category Fluency), Semantinio žodžių sąrašo sudarymas (angl. Semantic Word List Generation, WLK).
3 Informacijos pdorojimo greitis	Simbolių paieška (angl. Symbol Search), Skaičių sujungimo testas (angl. Trail Making Test, TMT), Skaičių simbolių testas (angl. Digit Symbol – Coding), Skaičių simbolių modalumo testas (angl. Symbol Digit Modalities Test, SDMT), Kalbos sklandumo testas (angl. Verbal fluency test, VFT), Paveikslėlio užbaigimas (angl. Picture Completion), Raidžių sklandumas (angl. Letter Fluency).
4 Trumpalaikė ir darbinė atmintis	Skaitinė talpa (angl. Digit Span), Erdvinės atminties apimtis (angl. Spatial Span), Raidžių – skaičių apimtis (angl. Letter–Number Span), Raidžių – skaičių eilė (angl. Letter–Number Sequencing), Peržiūrėtas trumpasis vizualinės konstrukcinės atminties testas (angl. The Brief Visuospatial Memory Test—Revised, BVMT-R), Žodinė atmintis (angl. Verbal Memory), Hopkinso žodinės atminties testas (angl. Hopkins Verbal Learning Test), Busche atrenkamojo priminimo testas (angl. Selective Reminding Test, SRT), 10/36 erdvės atgaminimo testas (angl. 10/36 Spatial Recall Test), Kalifornijos žodžių išmokimo testas (angl. California Verbal Learning Test, CVLT).
5 Kognityvinis lankstumas ir samprotavimas	Viskonsino kortelių atrankos užduotis (angl. Wisconsin Card Sorting Test, WCST), Panašumai (angl. Similarities), Labirintai (angl. Mazes), Londono bokšto užduotis (LBU) (angl. Tower of London).
6 Kalbiniai gebėjimai	Verbalinis intelekto koeficientas (angl. Verbal IQ), Skaitymo užduotis (angl. Reading), Netikrų žodžių testas (angl. Pseudo-words Test), Girdimasis žodinio mokymosi testas (angl. Auditory Verbal Learning), Spūnerizmo užduotis (angl. Spoonerisms Task), Raštingumas (angl. Literacy), Greitieji automatinio vardijimo testai (angl. Rapid Automated Naming Tests, RAN), WRAT-3 Skaitymo testas (angl. Reading Subtest), Informacijos testas (angl. Information Subscale).

Visuose tyrimuose buvo vertinamas EEG/MEG atsakas į gama dažnių diapazono stimuliaciją, tačiau naudota skirtinga stimulų trukmė, charakteristikos, intervalai tarp stimulų ir duomenų apdorojimo metodai. Daugelyje tyrimų naudoti spragtelėjimai. Keliuose tyrimuose buvo naudojami garsai su amplitudės moduliacija (AM) (Gaskins ir kt., 2019; Rojas ir kt., 2011; Van Hirtum ir kt., 2019) arba čirpo stimuliacija (Arrondo ir kt., 2009; Lehongre ir kt., 2011). Pagrindiniai kNA rezultatų rodikliai buvo galia ir fazių sinchronizacija; dvejuose tyrimuose pateikti signalo ir triukšmo santykio vertinimai (Gaskins ir kt., 2019; Van Hirtum ir kt., 2019), o viename tyrimo – IGD vertinimai (Arrondo ir kt., 2009).

Daugumoje tyrimų pagrindinis dėmesys buvo skiriamas atsako vertinimui per visą stimuliacijos trukmę. Tačiau Rass ir kt. (2010; 2012), Sun ir kt. (2018) bei Gaskins ir kt. (2019) neįtraukė ankstyvojo atsako (0-100 ms); Murphy ir kt. (2020) bei Tada ir kt. (2016) vertino tik vėlyvosios latencijos (nuo 200 ms po stimulo pradžios) gama aktyvumą. Arrondo ir kt. (2009) bei Lehongre ir kt. (2011) sutelkė dėmesį į didžiausio gama atsako pasireiškimo laiko intervalą.

Trijuose tyrimuose buvo analizuojami MEG įrašai (Lehongre ir kt., 2011; Murphy ir kt., 2020; Rojas ir kt., 2011). EEG įrašai buvo daromi naudojant lyginamąjį elektrodą ant nosies ir (arba) kaip atskaitos tašką – visų elektrodų vidurkį. (Kim ir kt., 2019; Koshiyama ir kt., 2020a; Molina ir kt., 2020; Puvvada ir kt., 2018; Sun ir kt., 2018a; Tada ir kt., 2016). EEG rezultatai dažniausiai pateikiami fronto-centrinėms sritims, išskyrus van Deursen ir kt. (2011) ir Van Hirtum ir kt. (2019), kurie atsaką vertino smilkininės žievės srityse.

3.1.1 Apžvelgtų tyrimų kokybės vertinimas

Galimos šališkumo rizikos įvertinimo rezultatai pateikti 3.3 lentelėje. Daugumos įtrauktų tyrimų šališkumo rizika buvo maža (bendras balų skaičius buvo 5 ir daugiau), išskyrus Bartolomeo ir kt. (2019) ir Gaskins ir kt. (2019), kurie pateikė nepakankamai duomenų.

3.3 lentelė. Šališkumo rizikos vertinimo balai. Šališkumo rizikos elementas surinkęs 0 balų reiškia didelę šališkumo riziką, 0,5 balo – vidutinę šališkumo riziką, 1 balas – mažą šališkumo riziką. Vertintų elementų (1-7) aprašymai pateikti 2.1 lentelėje. Tyrimai, kurių bendra šališkumo rizika yra didesnė (bendras balų skaičius – mažiau nei 5 balai), pažymėti pilka spalva.

Straipsnis	Šališkumo rizikos elementas							SUMA
	1	2	3	4	5	6	7	
Arrondo ir kt. 2009	1	1	1	1	1	1	1	7
Bartolomeo ir kt. 2019	1	1	1	1	0,5	0	0	4,5
Gaskins ir kt. 2019	0	0,5	1	0,5	0,5	0	1	3,5
Hirano ir kt. 2020	1	1	1	1	1	1	0	6
Hirtum ir kt. 2019	0,5	1	1	1	1	1	1	6,5
Kim ir kt. 2019	1	1	1	1	1	1	1	7
Kirihara ir kt. 2012	1	1	1	1	1	1	1	7
Koshiyama ir kt. 2020a	1	1	1	1	1	1	1	7
Koshiyama ir kt. 2020b	1	1	1	1	1	1	1	7
Koshiyama ir kt. 2021a	1	1	1	1	1	1	1	7
Lehongre ir kt. 2011	0,5	0,5	1	1	1	1	1	6
Leonhardt ir kt. 2019	1	1	1	1	0,5	1	1	6,5
Light ir kt. 2006	0,5	1	1	1	1	1	1	6,5
Murphy ir kt. 2020	1	1	1	1	1	1	0,5	6,5
Puvvada ir kt. 2018	1	1	1	1	1	1	1	7
Rass ir kt. 2010	1	1	1	1	1	1	0,5	6,5
Rass ir kt. 2012	1	1	1	1	1	1	0	6
Rojas ir kt. 2011	1	0	1	1	1	1	1	6
Sun ir kt. 2018	1	1	0	1	1	1	1	6
Tada ir kt. 2016	1	1	1	0,5	0,5	1	1	6
van Deursen ir kt. 2011	1	1	1	1	0,5	1	1	6,5

3.1.2 Koreliacijos tarp 40 kNA ir kognityvinių gebėjimų apžvelgtuose tyrimuose

Dažniausiai nustatytos gama diapazono kNA koreliacijos su užduočių, kuriomis vertinamas informacijos apdorojimo greitis, trumpalaikė ir (arba) darbinė atmintis, atlikimo greičiu. Skaičių simbolių testas buvo naudojama šešiuose tyrimuose (Arrondo ir kt., 2009; Gaskins ir kt., 2019; Rass ir kt., 2012, 2010; Sun ir kt., 2018; Tada ir kt., 2016), iš jų trijuose nustatyta teigiama koreliacija su kNA: sergančių šizofrenija (Tada ir kt., 2016), išsėtine skleroze (Arrondo ir kt., 2009) ir sveikų asmenų grupėse (Rass ir kt., 2012). Septyniuose tyrimuose naudota Skaitinės talpos užduotis (Kim ir kt., 2019; Lehongre ir kt., 2011; Puvvada ir kt., 2018; Rass ir kt., 2012, 2010; Sun ir kt., 2018; Tada ir kt., 2016), keturiuose iš jų nustatyta koreliacija su kNA: teigiama koreliacija dviejuose tyrimuose su šizofrenija sergančiais pacientais (Puvvada ir kt., 2018; Rass ir kt., 2012) ir šizofrenija sergančių pacientų pirmos eilės giminaičiais (Puvvada ir kt., 2018), taip pat neigiama koreliacija viename tyrime su disleksijos sutrikimą turinčiais asmenimis (Lehongre ir kt., 2011). Raidžių-skaičių eilės užduotis buvo naudojama penkiuose tyrimuose (Kirihaara ir kt., 2012; Koshiyama ir kt., 2020a; Light ir kt., 2006; Molina ir kt., 2020; Tada ir kt., 2016): keturiuose iš jų buvo nustatytas teigiamas ryšys tarp užduoties atlikimo ir 40 Hz kNA šizofrenija sergantiems pacientams (Koshiyama ir kt., 2020a; Light ir kt., 2006; Molina ir kt., 2020; Tada ir kt., 2016).

Sveikų dalyvių gama diapazono kNA buvo susijęs su kognityviniu lankstumu ir samprotavimu, matuojamu sudėtingomis užduotimis, tokiomis kaip Panašumai (WAIS–III) (Rass ir kt., 2010) ir Labirintų testas (MCCB) (Sun ir kt., 2018). Be to, sveikų asmenų kNA koreliuoja su rezultatais, rodančiais informacijos apdorojimo greitį, t. y. su Skaičių sujungimo testo (MCCB) (Sun ir kt., 2018) ir Skaičių simbolių testas (WAIS–III) (Rass ir kt., 2012) užduočių atlikimu.

Penkiuose iš šešiolikos tyrimų, kuriuose dalyvavo pacientai su psichozine simptomatika (turintys šizofreniją, šizoafektinį sutrikimą, šizotipinį asmenybės sutrikimą), nenustatyta jokio ryšio tarp gama diapazono kNA ir kognityvinių gebėjimų (Bartolomeo ir kt., 2019; Hirano ir kt., 2020; Kirihara ir kt., 2012; Leonhardt ir kt., 2020; Murphy ir kt., 2020). Tyrimuose su šiais pacientais, kuriuose koreliacija buvo nustatyta, didesnis kNA buvo susijęs su geresniais trumpalaikę atmintį matuojančių užduočių rezultatais (pavyzdžiui, Skaitinės talpos ir Raidžių-skaičių eilės) (Koshiyama ir kt., 2020a; Light ir kt., 2006; Puvvada ir kt., 2018; Tada ir kt., 2016), taip pat užduočių, kuriomis matuojama sparti prieiga prie ilgalaikės ar semantinės atminties (pavyzdžiui, Girdimojo žodinio mokymosi testo) (Kim ir kt., 2019), rezultatais bei paprastų greitų užduočių rezultatais (pavyzdžiui, Skaičių simbolių testas iš BACS) (Tada ir kt., 2016). Tačiau koreliacijos tarp kNA ir sudėtingų mąstymo užduočių, tokių kaip Labirintų testas (Sun ir kt., 2018), WAIS–III baterijos Panašumai (Rass ir kt., 2012) ir BACS LBU (Tada ir kt., 2016), yra prieštaringos.

Kitose pacientų grupėse gama diapazono kNA rodė su sutrikimais susijusių kognityvinių sričių pakitimus. Tyrimuose, kuriuose buvo vertinami kalbos gebėjimai turint disleksiją, pastebėta neigiama koreliacija su fonologiniu suvokimu (t. y. Spūnerizmo užduoties rezultatais) ir fonologiniu sklandumu (atliekant Greitąjį automatinį vardijimą), taip pat Raštingumo ir Netikrų žodžių kartojimo užduotimis (Lehongre ir kt., 2011; Van Hirtum ir kt., 2019). Be to, didesnis 40 Hz kNA yra susijęs su geresniu bendru funkcionavimu, įvertintu Alzheimerio ligos įvertinimo skalės kognityvine dalimi (angl. Alzheimer's Disease Assessment Scale – Cognitive Subscale, ADAS-cog), sergantiems lengva Alzheimerio ligos forma (van Deursen ir kt., 2011). Išsėtine skleroze sergančių pacientų, kurie geriau atliko įvairias pažintines užduotis iš Trumpo pakartojimo neuropsichologinių testų rinkinio (angl. The Brief Repeatable Battery-Neuropsychological Tests, BRB-N), IGD buvo aukštesniuose gama dažniuose (Arrondo ir kt., 2009). Reikėtų pažymėti, kad bipoliniu sutrikimu sergančių pacientų tyrime nebuvo

nustatyta jokio ryšio tarp kNA ir kelių WAIS–III testų rezultatų, kuriais buvo vertinami kognityviniai gebėjimai (Rass ir kt., 2010).

3.2 Sąsajų tarp 40 Hz kNA ir kognityvinių gebėjimų tyrimo rezultatai

3.2.1 40 Hz kNA tyrimo kognityvinių užduočių rezultatai

Užduočių, naudojamų vertinti kognityvinius gebėjimus, rezultatai atitiko anksčiau tyrimuose gautus rezultatus, aptartus mokslinėje literatūroje (Jurkuvėnas, 2016; Scarpina ir kt. 2021). Gautų užduočių rezultatų vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai pateikti 3.4 lentelėje.

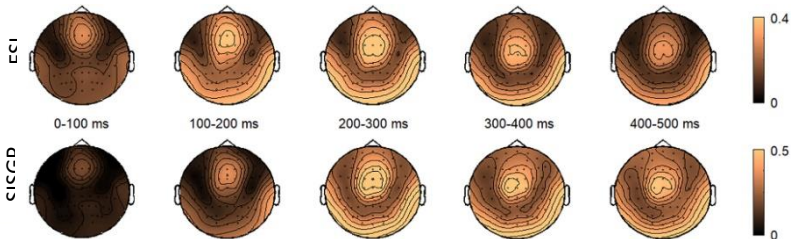
3.4 lentelė. Užduočių, naudojamų vertinti kognityvinius gebėjimus, rodiklių vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai (užduočių autoriai nurodyti 2.2.3 skirsnyje).

Kognityvinius gebėjimus matuojančios užduotys	Rodiklis	Vidurkis (ms)	Standartinis nuokrypis	
Dviejų pasirinkimų užduotis	Vidutinis RL	387,12	49,92	
	Klaida	0,57	0,84	
	Efektyvumas	392,6	48,55	
Strūpo užduotis	Suderintų sąlygų RL	817,49	162,29	
	Suderintų sąlygų klaida	0,54	0,79	
	Suderintų sąlygų efektyvumas	836,88	166,22	
	Nesuderintų sąlygų RL	985,26	213,47	
	Nesuderintų sąlygų klaida	1,68	1,63	
	Nesuderintų sąlygų efektyvumas	1072,52	281,78	
	Neutralių sąlygų RL	878,65	196,68	
	Neutralių sąlygų klaida	0,68	0,90	
	Neutralių sąlygų efektyvumas	902,8	189,82	
	LBU	Vidutinis užduoties atlikimo laikas	15452,73	5238,5
		Vidutinis ėjimo laikas	2057,72	677,16
Vidutinis ėjimų skaičius		60,68	6,0	
Leksinio sprendimo užduotis	Vidutinis RL	1395,61	306,72	
	Klaida	2,79	1,83	
	Efektyvumas	1562,97	392,97	
Semantinio kategorizavimo užduotis	Vidutinis RL	744,08	89,0	
	Klaida	0,32	0,55	
	Efektyvumas	750,14	89,29	

RL – reakcijos laikas; LBU – Londono bokšto užduotis

3.2.2 40 Hz kNA tyrime gauti klausos nuostovieji atsakai

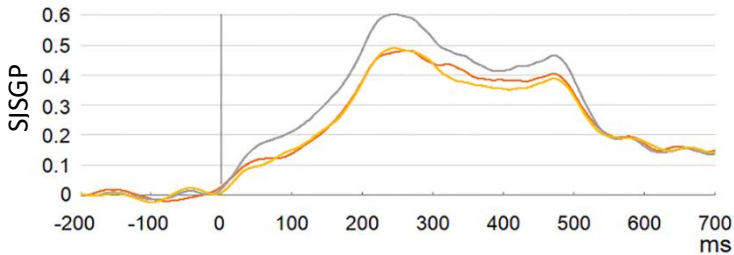
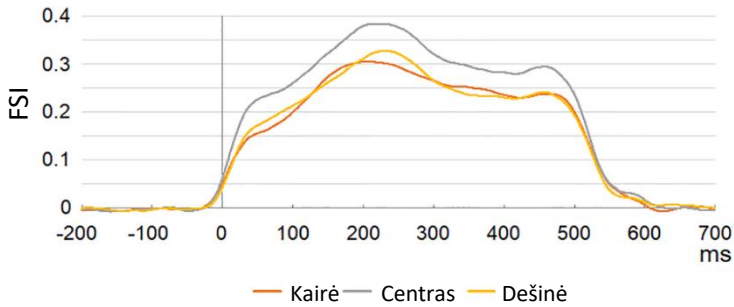
Buvo gautas tipiškas kNA į 40 Hz stimuliaciją, jo pasiskirstymas buvo priekinėse-centrinėse srityse; tai atitinka ankstesnių tyrimų duomenis (Spencer ir kt., 2009; Yokota ir kt., 2017; Koshiyama ir kt., 2021b). Bendri vidutinių atsakų į 40 Hz stimuliaciją FSI ir SĮSGP topografinės diagramos 0-500 ms laiko lange 100 ms intervalais pateikti 3.1 pav.



3.1 pav. Atsako į 40 Hz stimuliaciją FSI (viršuje) ir SĮSGP (apačioje) topografinės diagramos 0-500 ms laiko lange 100 ms intervalais.

Stipriausias atsakas buvo pastebėtas 200-300 ms intervale; tai atitinka ankstesnius stebėjimus (Light ir kt., 2006; Maharajh ir kt., 2007; Ross ir Pantev, 2004; Saupé ir kt., 2009). FSI ir SĮSGP verčių kitimas laike pavaizduotas 3.2 pav.

3.5 lentelėje pateikiami FSI ir SĮSGP vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai kairės, centro ir dešinės srityse. Šiek tiek didesnės FSI ir SĮSGP reikšmės pastebėtos centre, tačiau skirtumai buvo nežymūs.



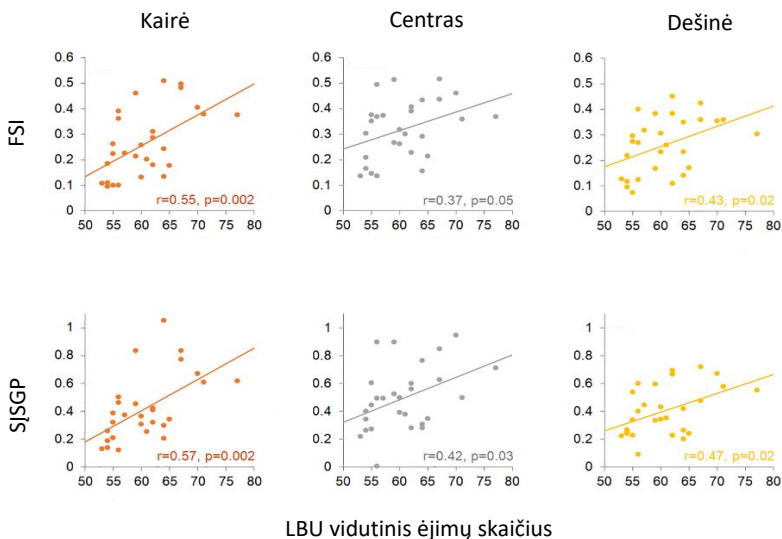
3.2 pav. Atsako į 40 Hz dažnio stimuliaciją FSI (viršuje) ir SĮSGP (apačioje) vidutinis kitimas laike kairės, centro ir dešinės srityse.

3.5 lentelė. Atsako į 40 Hz dažnio stimuliaciją fazių sutapimo indekso (FSI) ir su įvykiais susijusio galios pokyčio (SĮSGP) vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai 200-500 ms laiko intervale, smegenų kairės, centro ir dešinės srityse.

		FSI	SĮSGP
Kairė	Vidurkis	0,26	0,42
	Standartinis nuokrypis	0,13	0,24
Centras	Vidurkis	0,32	0,50
	Standartinis nuokrypis	0,12	0,23
Dešinė	Vidurkis	0,26	0,41
	Standartinis nuokrypis	0,11	0,18

3.2.3 40 Hz kNA ir kognityvinių gebėjimų sąsajos

Nustatyta reikšminga koreliacija tarp vidutinio ėjimų skaičiaus atliekant LBU ir 40 Hz kNA rodiklių FSI ir SĮSGP kairės (FSI: $r = 0,55$, $p < 0,01$; SĮSGP: $r = 0,57$, $p = 0,01$), centro (FSI: $r = 0,37$, $p = 0,05$; SĮSGP: $r = 0,42$, $p = 0,03$) ir dešinės srityse (FSI: $r = 0,43$, $p = 0,02$; SĮSGP: $r = 0,46$, $p = 0,01$). 3.3 paveiksle parodytos FSI ir SĮSGP bei vidutinio ėjimų skaičiaus LBU sklaidos diagramos. Kitų kognityvinių užduočių atveju koreliacijų nepastebėta.*



3.3 pav. 40 Hz atsako, FSI ir SĮSGP kairės, centro ir dešinės srityse bei vidutinio ėjimų skaičiaus LBU duomenų sklaidos diagramos. Linija rodo tiesinę koreliaciją. Koreliacijos įverčiai pateikiami kaip r ir p reikšmės.

* Visus tyrimo duomenis galima rasti „Open Science Framework“ duomenų bazėje. Nuoroda: <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/UDES2>

3.3 Sąsajų tarp IGD ir kognityvinių gebėjimų tyrimo rezultatai

3.3.1 IGD tyrimo kognityvinių užduočių rezultatai

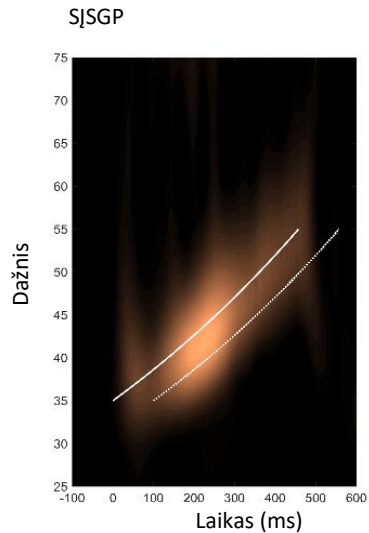
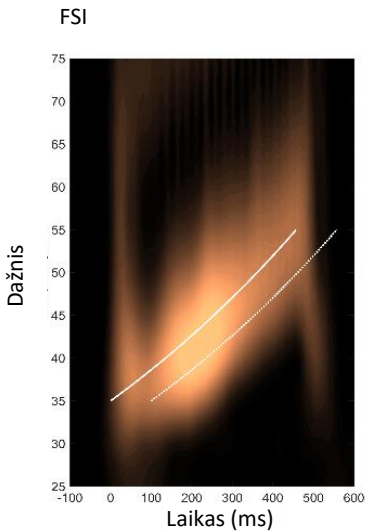
Užduočių, vertinančių kognityvinius gebėjimus, rezultatai atitiko anksčiau tyrimuose gautus rezultatus, aptartus mokslinėje literatūroje (Jurkuvėnas, 2016; Körber ir kt., 2015; Perez, 1987). Gauti RL vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai pateikti 3.6 lentelėje.

3.6 lentelė Reakcijos laiko vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai gauti atliekant užduotis, vertinančias kognityvinius gebėjimus (užduočių autoriai nurodyti 2.2.3 ir 2.3.3 skirsniuose).

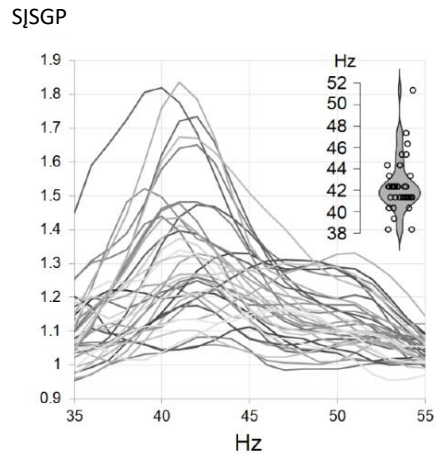
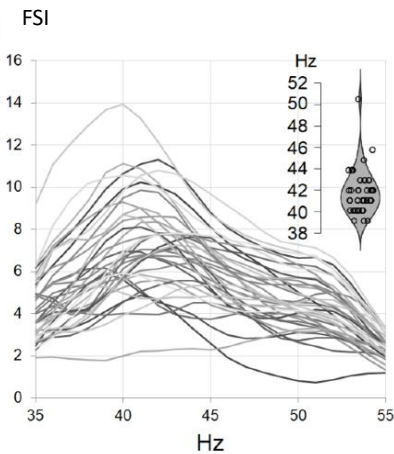
Kognityvinius gebėjimus matuojančios užduotys	Reakcijos laikas (ms)	
	Vidurkis	Standartinis nuokrypis
Paprasta reakcijos laiko	294,38	50,75
Dviejų pasirinkimų	378,16	61,19
Aritmetinio sprendimo	1116,12	327,84
Leksinio sprendimo	1248,64	357,79
Semantinio kategorizavimo	751,97	209,61
Objektų atpažinimo užduotis	814,68	188,15
LBU vidutinis ėjimo laikas	1997,52	626,12

3.3.2 IGD tyrime gauti klausos atsakai

Gauti bangos gautinės sekimo atsakai (GSA) atitinka ankstesnius rezultatus (Artieda ir kt., 2004; Griškova-Bulanova ir kt., 2021; Pipinis ir kt., 2018), rodančius priekinę-centrinę topografiją ir aiškia aktyvaciją 35-55 Hz diapazone. Vidutinės FSI ir SĮSGP topografijos (visų tiriamųjų vidurkis) 35, 40, 45, 50, 55 Hz dažniuose bei laiko ir dažnio diagramos pavaizduotos 3.4 paveiksle. Individualios FSI ir SĮSGP kreivės buvo išskirtos siekiant nustatyti individualius atsako maksimumus. Kreivės pavaizduotos 3.5 paveiksle.



3.4 pav. FSI ir SJSGP laiko ir dažnio grafikai. Vientisa balta linija žymi stimulą, balta punktyrinė linija – 100 ms langą nuo stimuliacijos. Kartu su laiko ir dažnio grafikais pateiktos GSA vidutinės topografijos esant 35, 40, 45, 45, 50 ir 55 Hz stimuliacijoms.



3.5 pav. Kiekvieno tiriamojo FSI ir SJSGP kreivės bei IGD tikimybinė duomenų sklaida (angl. violin plots) (viršutiniuose grafikų kampuose).

GSA IGD apėmė 36-53 Hz diapazoną, o maksimalus vidutinis IGD buvo 41-42 Hz. FSI ir SĮSGP reikšmės buvo išskirtos 40 Hz ir IGD dažniuose. FSI ir SĮSGP vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai apibendrinti 3.7 lentelėje.

3.7 lentelė. FSI ir SĮSGP vidurkiai ir standartiniai nuokrypiai, ties 40 Hz ir IGD.

		40 Hz-GSA	IGD-GSA	t-testas	IGD
FSI	Vidurkis	7,07	7,63	-6,534; p<0,001	41,89
	Standartinis nuokrypis	2,39	2,20		2,27
SĮSGP	Vidurkis	1,29	1,35	-6,849; p<0,001	42,19
	Standartinis nuokrypis	0,20	0,20		2,57

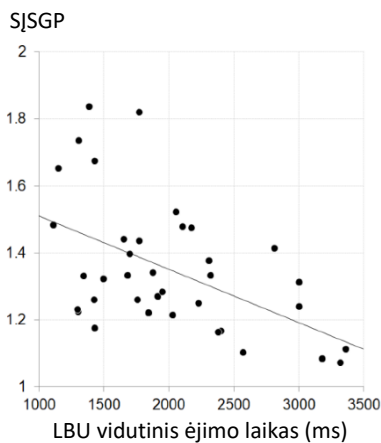
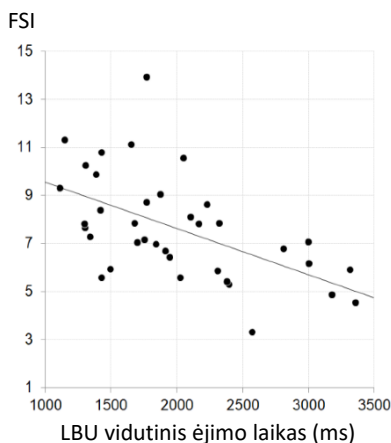
GSA – gaubtinės sekimo atsakas

3.3.3 IGD ir kognityvinių gebėjimų sąsajos

Siekiant ištirti ryšį tarp GSA ir kognityvinių gebėjimų, Pirsono koreliacijos koeficientai buvo apskaičiuoti visiems rodikliams atskirai (3.8 lentelė). LBU užduoties RL buvo neigiamai susijęs su kNA rodikliais FSI ir SĮSGP, tiek 40 Hz, tiek IGD dažniuose. Koreliacijos tarp kNA ties IGD ir 40 Hz, vertinamų pagal FSI ir SĮSGP, ir kognityvinių užduočių įverčių buvo panašios. Šio rezultato buvo tikimasi nes FSI ir SĮSGP ties 40Hz ir IGD įverčiai yra stipriai susiję tarpusavyje ($r > 0,95$). IGD-GSA FSI ir SĮSGP bei LBU vidutinio ėjimo laiko sklaidos diagramos pateiktos 3.6 paveiksle. Koreliacijų su kitų užduočių, vertinančių kognityvinius gebėjimus, rezultatais nepastebėta.

3.8 lentelė. Pirsono koreliacijos koeficientai ir p vertės tarp GSA ir kognityvinių užduočių reakcijos laikų (užduočių, vertinančių kognityvinius gebėjimus, autoriai nurodyti 2.2.3. ir 2.3.2. skirsniuose).

Kognityvinė užduotis	FSI			SĮSGP			
		40 Hz GSA	IGF- GSA	IGF	40 Hz GSA	IGF- GSA	IGF
Paprasta reakcijos laiko užduotis	r	0,05	0,04	-0,03	0,03	0,03	0,01
	p	0,79	0,83	0,86	0,86	0,85	0,94
Dviejų pasirinkimų užduotis	r	0,08	0,02	-0,18	0,09	0,03	-0,20
	p	0,62	0,93	0,29	0,60	0,87	0,23
Aritmetinio sprendimo užduotis	r	-0,13	-0,15	-0,06	-0,12	-0,16	-0,12
	p	0,46	0,36	0,71	0,47	0,34	0,49
Leksinio sprendimo užduotis	r	-0,10	-0,11	-0,02	-0,03	-0,07	-0,18
	p	0,58	0,52	0,90	0,87	0,70	0,28
Semantinio kategorizavimo užduotis	r	-0,20	-0,23	-0,04	-0,15	-0,18	-0,10
	p	0,23	0,18	0,80	0,39	0,28	0,55
Mentalinės rotacijos užduotis	r	-0,16	-0,16	0,21	-0,10	-0,12	0,10
	p	0,35	0,34	0,21	0,54	0,47	0,57
LBU	r	-0,50	-0,55	0,08	-0,49	-0,51	0,09
	p	0,002	<0,001	0,65	0,002	0,001	0,60



3.6 pav. FSI ir SĮSGP ties IGD ir Londono bokšto užduoties (LBU) vidutinio ėjimo laiko sklaidos diagramos.

4. APTARIMAS

Klausos nuostovusis atsakas (kNA) – smegenų elektrinis atsakas į periodinius garsinius dirgiklius (Galambos ir kt., 1981). Šis atsakas pastaraisiais dešimtmečiais vis dažniau naudojamas tiriant kognityvinius procesus sveikose ir klinikinėse populiacijose (Kirihaara ir kt., 2012; Leonhardt ir kt., 2020; Light ir kt., 2006; Puvvada ir kt., 2018; Rass ir kt., 2012; Sun ir kt., 2018). 40 Hz kNA yra kinta priklausomai nuo sužadavimo ir dėmesio būsenų (Gander ir kt., 2010; Górska ir Binder, 2019; Griškova ir kt., 2007; Griškova-Bulanova ir kt., 2011; Skosnik ir kt., 2007; Voicikas ir kt., 2016) bei yra susijęs su kognityvinių gebėjimų pablogėjimo laipsniu sergant neurodegeneraciniais sutrikimais (van Deursen ir kt., 2011). Visgi, gama diapazono kNA ir kognityvinių procesų ryšys, dar nėra iki galo nustatytas ir charakterizuotas (Santarelli ir kt., 1995; Manting ir kt., 2021 ir kiti). Viena iš galimų šių duomenų trūkumo priežasčių yra tai, kad dar nebuvo atlikta tyrimų, kuriuose būtų nagrinėjamas tiek paprastos, tiek sudėtingos informacijos apdorojimas ir jų sąsajos su kNA, kai tiriamųjų imtis yra homogeniška pagal amžių ir lytį. Be to, tiriant kNA yra įprasta naudoti 40 Hz dažnio dirgiklius (Picton, 2013; Picton ir kt., 2003a), nors gama dažnių diapazono stimuliacija stipriausią atsaką kiekvienam tiriamajam sukelia ties jo IGD (Artieda ir kt., 2004; Dolphin, 1997; Griškova-Bulanova ir kt., 2021; Purcell ir kt., 2004). Taigi, IGD dažnio kNA gali tiksliau atspindėti unikalias neuroninio tinklo charakteristikas.

Šiame darbe, siekiant nustatyti, ar yra ryšys tarp kognityvinių gebėjimų ir gama diapazono kNA buvo atlikti trys tyrimai: (1) literatūros apžvalga ir sisteminė gautų duomenų analizė, (2) tyrimas, kuriame buvo tiriamas ryšys tarp 40 Hz dažnio kNA ir pažintinių gebėjimų su homogeniška jaunų sveikų vyriškos lyties asmenų imtimi, ir (3) tyrimas, kuriame buvo tiriama, ar yra ryšys tarp pažintinių funkcijų ir IGD pasireiškiančių kNA.

4.1 Sisteminė literatūros apžvalga

Literatūros apžvalga buvo atlikta siekiant surinkti, susisteminti ir kritiškai įvertinti ankstesnius gama diapazono kNA ir kognityvinių funkcijų sąryšio tyrimus. Į sisteminę apžvalgą buvo įtrauktas dvidešimt vienas tyrimas. Šiuose tyrimuose klausos stimuliacijos parametrai vertinant kNA buvo gana nuoseklūs, vis dėl to, kognityvinių gebėjimų matavimo testų protokolai labai skyrėsi. Absoliuti dauguma tyrimų buvo atlikti vertinant kNA klinikinėse populiacijose.

Visų pirma, galima pastebėti, kad daugumoje sisteminiuose apžvalgoje nagrinėtų tyrimų buvo naudojama keletas kognityvinių užduočių, tačiau jomis įvertinamos konkrečios ir dažnai siauros kognityvinių funkcijų sritys. Nė viename tyrime nebuvo atliktas išsamus kognityvinių gebėjimų vertinimas naudojant užduočių rinkinį, kuris apimtų visus kognityvinių gebėjimų aspektus, apibrėžtus pagal nusistovėjusius kognityvinius modelius, pavyzdžiui, Cattell-Horn-Carroll kognityvinių gebėjimų teoriją (Carroll, 2003, 1993; Schneider ir McGrew, 2012). Išimtimi galėtų būti Rojas tyrimas kuriame naudotas Wechslerio trumposios intelekto skalės antrasis leidimas (angl. Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence Second edition, WASI-II). Visgi išsamus kognityvinių gebėjimų vertinimas buvo atliktas naudojant konkrečioms klinikinėms būklėms skirtas baterijas (Sun ir kt., 2018; Murphy ir kt., 2020; Leonhardt ir kt., 2019; Bartolomeo ir kt., 2019). Taigi, šiuo metu yra daugiau žinoma apie sąsajas tarp kognityvinių funkcijų ir kNA esant patologiniam nei normaliam smegenų funkcionavimui.

Dažniausiai nustatytos gama diapazono kNA koreliacijos su užduočių, kuriomis vertinamas informacijos apdorojimo greitis, trumpalaikė ir (arba) darbinė atmintis, atlikimo greičiu. Šie rezultatai parodo, kad gama diapazono kNA atspindi individualius gebėjimus sutelkti dėmesį bei išlaikyti ir valdyti informaciją, saugomą trumpalaikėje atmintyje. Visgi reikėtų pažymėti, kad minėtos koreliacijos labiausiai pasireiškė pacientams, kurių trumpalaikė ir

(arba) darbinė atmintis sutrikusi, pavyzdžiui, sergantiems šizofrenija (Kirihaara ir kt., 2012; Koshiyama ir kt., 2020a; Light ir kt., 2006; Molina ir kt., 2020; Puvvada ir kt., 2018; Rass ir kt., 2012; Tada ir kt., 2016), išsėtinė skleroze (Arrondo ir kt., 2009) arba turintiems disleksijos sutrikimą (Lehongre ir kt., 2011).

Asmenų su disleksijos sutrikimu tyrimai parodė, kad gama diapazono kNA taip pat susijęs su kalbos sutrikimo laipsniu (Lehongre ir kt., 2011; Van Hirtum ir kt., 2019). Šie rezultatai atitinka ir kituose tyrimuose aprašytus ryšius tarp kNA ir kalbos atpažinimo užduočių rezultatų (Alaerts ir kt., 2009; Dimitrijevic ir kt., 2004; Manju ir kt., 2014). Manju ir kt. (2014) išklėlė hipotezę, kad ryšys tarp kNA ir kalbos sutrikimo laipsnio gali būti susijęs su pakitusiu kalbos laiko moduliacijos suvokimu (angl. speech temporal modulation) (Manju ir kt., 2014). Antra vertus, kadangi kalbos supratimas bei vartojimas labai priklauso nuo laikino informacijos apdorojimo ir saugojimo, t. y. darbinės atminties (Baddeley, 2003) koreliacija tarp gama diapazono kNA ir kalbos sutrikimų laipsnio taip pat gali atspindėti ir bendrųjų pagrindinių funkcijų pakitimus, pavyzdžiui, dėmesio valdymo bei gebėjimo išlaikyti ir valdyti informaciją trumpalaikėje atmintyje pakitimus. Ši sąsaja ypač išryškėja esant įvairiems kalbos sutrikimams (žr., pavyzdžiui, Archibald, 2017). Tai patvirtina ir Lehongre ir kt. (2011) tyrimas, kuriame isleksiją turinčių asmenų grupėje nustatytos kNA koreliacijos tiek su trumpalaikės / darbinės atminties užduotimi (Skaitinės talpos), tiek su kalbos gebėjimų užduotimis (Lehongre ir kt., 2011). Todėl tikėtina, kad pastebėta koreliacija tarp gama diapazono kNA ir kalbos sutrikimų – nesusijusi su pačiais kalbiniais gebėjimais *per se*, bet su individualiais baziniais gebėjimais apdoroti informaciją trumpalaikėje / darbinėje atmintyje.

Užduočių, kuriomis vertinami kognityvinio lankstumo ir samprotavimo gebėjimai, atlikimas taip pat koreliavo su gama diapazono kNA matavimais. Tai nustatyta tiek sveikų, tiek šizofrenija sergančių asmenų grupėse (Rass ir kt., 2012; Sun ir kt., 2018). Vis dėlto, svarbu pažymėti, kad šios užduotys pasižymi dideliu universalumu, o gebėjimai, kurie yra jomis vertinami, apima

kompleksinius dėmesio valdymo, vykdomųjų funkcijų ir atminties procesus (Deák ir Wiseheart, 2015; Suchy, 2009). Tai apsunkena stebimo sąryšio vertinimą.

Tik viename iš sisteminėje apžvalgoje analizuotų tyrimų buvo nagrinėjamas ryšys tarp IGD ir kognityvinių funkcijų. Šis Arrondo ir kt. (2009) atliktas tyrimas parodė, kad IGD yra neigiamai susiję su dėmesio valdymo ir vykdomųjų užduočių atlikimo greičiu išsėtine skleroze sergančių pacientų grupėje. Kituose tyrimuose, kurie nebuvo įtraukti į apžvalgą, nustatyta, kad su IGD susiję ir tarpų aptikimo užduoties (angl. gap detection task) garsiniame stimule rezultatais (Baltus ir Herrmann, 2015; Purcell ir kt., 2004). Taip pat buvo aptiktas teigiamas ryšys tarp IGD ir darbinės atminties, vertintos skirtingais sedacijos etapais anestezijos metu (Andrade ir kt., 1996; Munglani ir kt., 1993). Apibendrinant galima daryti prielaidą, kad neuroninių tinklų, susijusių su IGD, būklė gali būti susijusi ir su laikine skiriamąja geba bei informacijos apdorojimo greičio bei efektyvumo rodikliais.

4.1.1 Apžvalgos rezultatų apibendrinimas ir gairės tolesniems tyrimams

Sisteminės apžvalgos rezultatai rodo, kad gama diapazono kNA skirtumai atspindi pagrindinius kognityvinio funkcionavimo aspektus – dėmesio valdymą ir informacijos apdorojimą tiek sveikose, tiek klinikinėse populiacijose. Vis dėlto, tokia hipotezė dar nėra visiškai pagrįsta, nes (1) kognityvinė veikla, susijusi su kNA, nebuvo vertinama sistemiškai, (2) kognityvinių gebėjimų matavimo testų protokolai labai skyrėsi, (3) absoliuti dauguma tyrimų buvo atlikti siekiant įvertinti kNA klinikinėse populiacijose, (4) nė viename tyrime nebuvo atliktas išsamus kognityvinių gebėjimų vertinimas naudojant testų ir (arba) užduočių rinkinį, kuris apimtų visus kognityvinių gebėjimų aspektus, (5) kai kurių tyrimų imtys buvo santykinai mažos, (6) labai specifiniai EEG parametrai dažnai buvo siejami su labai bendrais kognityviniais rodikliais, (7) nors kognityvinio lankstumo ir

samprotavimo gebėjimus matuojančių užduočių rezultatai koreliavo su gama diapazono kNA, šiuos rezultatus sunku interpretuoti dėl šių užduočių universalumo, (8) koreliacija tarp gama diapazono kNA ir kalbos sutrikimų laipsnio taip pat gali atspindėti ir bendrųjų gebėjimų apdoroti informaciją pakitimus.

Visgi, net ir taikant tuos pačius stimuliavimo parametrus, taip pat kNA ir kognityvinių gebėjimų įvertinimo metodus, kartais gaunami skirtingi rezultatai (žr., pavyzdžiui, Kirihara ir kt., 2012; Koshiyama ir kt., 2021a; Light ir kt., 2006; Rass ir kt., 2012, 2010). Tai leidžia manyti, kad individualios tiriamojo savybės, pavyzdžiui, amžius ar lytis, gali turėti moderuojantį poveikį – jos gali turėti įtakos tiek kognityviniams gebėjimams (Halpern ir LaMay, 2000; Verhaeghen, 2013), tiek kNA (Griškova-Bulanova ir kt., 2013; Kirihara ir kt., 2012; Melynūtė ir kt., 2018). Rezultatams įtakos taip pat gali turėti trumpalaikės sužadavimo būsenos ir (arba) dėmesio koncentracijos lygio skirtumai (Griškova-Bulanova ir kt., 2013; Wang ir kt., 2018), psichotropinių medžiagų vartojimas (įskaitant psichotropinių vaistinių preparatų) (Hong ir kt., 2004; Rass ir kt., 2010), tiriamųjų psichopatologija (Isomura ir kt., 2016; Spencer ir kt., 2009; Rass ir kt., 2010), bendras funkcionavimo lygis bei ligos stadija (Ahmed ir kt., 2020; Zhou ir kt., 2018; Rass ir kt., 2010). Be to, gama diapazono kNA įvertinimus potencialiai galėjo paveikti miogeninis ir mikrosakadinis aktyvumas (Hipp ir Siegel, 2013). Taigi, būsimiems tyrimams reikėtų taikyti metodus, kurie leistų ištirti visų šių išvardytų kintamųjų poveikio dydį. Pavyzdžiui, atliekant kalbinių gebėjimų tyrimus taip pat būtina įvertinti darbinę arba trumpalaikę atmintį tam, kad būtų patikrinta ar gama diapazono kNA ryšys su kalbiniais gebėjimais yra susijęs *per se*, o ne netiesiogiai per bazinius gebėjimus apdoroti informaciją. Be to, reikia atlikti daugiau kognityvinių gebėjimų ir kNA ryšio tyrimų skirtingose populiacijose, tai ypač svarbu tiriant įvairias neuropsichiatriškas būkles (žr., pavyzdžiui, Kim ir kt., 2019).

4.2 Eksperimentinių tyrimų rezultatų aptarimas

Abiejuose eksperimentiniuose tyrimuose buvo nustatytos sąsajos tarp kNA ir LBU (iš PEBL-Lt baterijos, sudarytos Jurkuvėno (2016)). LBU vertinamos sudėtingos vykdomosios funkcijos, planavimo ir problemų sprendimo gebėjimai (Kremen ir kt., 2009). 40 Hz kNA ir kognityvinių gebėjimų sąsajų tyrimo metu asmenys, kurie atliko daugiau ėjimų LBU, turėjo aukštesnius FSI ir SĮSGP 40 Hz kNA įverčius. Sąsajų tarp IGD ir kognityvinių gebėjimų tyrimo metu asmenys, kurių vidutinis ėjimo laikas buvo trumpesnis, pasižymėjo didesniais FSI ir SĮSGP, tiek 40 Hz, tiek IGD dažniuose.

4.2.1 40 Hz kNA tyrimo rezultatų aptarimas

Sąsajų tarp 40 Hz kNA ir kognityvinių gebėjimų tyrimo metu, asmenys, kurie atliko daugiau LBU (PEBL-Lt) ėjimų ir todėl buvo mažiau efektyvūs atlikdami užduotį, pasižymėjo stipresniu ir labiau sinchronizuotu kNA. Ankstesnių tyrimų, kuriuose buvo tiriamas gama diapozono kNA ryšys su užduotimis, kuriomis vertinami mąstymo ir problemų sprendimo įgūdžiai, rezultatai skiriasi nuo šio tyrimo rezultatų. Sun ir kt. (2018) nustatė teigiamą koreliaciją tarp Labirintų testo (MCCB) atlikimo ir 40 Hz kNA fazių sinchronizacijos savybių (Sun ir kt., 2018). Rass ir kt. (2012) tyrime parodyta teigiama koreliacija tarp 40 Hz kNA fazių sinchronizacijos ir Panašumo testo (WAIS–III) rezultatų (Rass ir kt., 2012). Abiejuose tyrimuose nustatytos koreliacijos tiek šizofrenija sergančių pacientų, tiek sveikų asmenų grupėse parodė, kad asmenys, kurių kNA labiau sinchronizuoti, geriau atliko užduotis, skirtas planavimo ir problemų sprendimo gebėjimams įvertinti (Sun ir kt., 2018; Rass ir kt., 2012). Negana to, Tada ir kt. (2016), kurių tyrime naudojama LBU užduotis, įtraukta į BACS (Tada ir kt., 2016), taip pat nenustatė jokio ryšio su 40 Hz kNA nei vienoje iš trijų tyrimo grupių: (1) pirmojo epizodo šizofrenija sergančių pacientų, (2) itin didelę riziką susirgti šizofrenija

turinčių asmenų bei (3) sveikų asmenų (Tada ir kt., 2016). Taigi, šių tyrimų rezultatai taip pat skiriasi nuo mūsų 40 Hz kNA tyrimo rezultatų.

Kita vertus, Díez ir kt. (2014a) tyrime buvo nustatyta neigiama koreliacija tarp LBU (BACS) atlikimo ir bendros gama galios (35-45 Hz) atliekant P300 Atsitiktinio įvykio užduotį (angl. Oddball task) šizofrenija sergantiems pacientams ir jų šeimos nariams, nors sveikų kontrolinių asmenų grupėje atitinkamo ryšio nerasta (Díez ir kt., 2014a). LBU rezultatai BACS grindžiami teisingų ėjimų skaičiumi, todėl neigiama koreliacija su bendra galia gama-diapazone reiškia, kad mažiau efektyvių užduoties atlikėjų gama-diapazono atsakas buvo stipresnis (Díez ir kt., 2014a). Be to, panašų rezultatą Díez ir kt. (2014b) gavo vertindami LBU ir triukšmo galią gama-diapazone (foninio osciliacinio aktyvumo gama diapazone kiekį) (Díez ir kt., 2014b). Parodyta, kad frontocentriniuose elektroduose triukšmo galia neigiamai susijusi su šizofrenija sergančių pacientų LBU atlikimu, taigi ir samprotavimo bei problemų sprendimo gebėjimais (Díez ir kt., 2014b). Díez ir kt. (2014a, 2014b) padarė išvadą, kad stipresnis gama diapazono atsakas gali rodyti perteklinę neuroninių tinklų aktyvaciją, kuri sutrikdo efektyvų LBU atlikimą. Šių tyrimų rezultatai sutampa su mūsų 40 Hz kNA tyrimo rezultatais, todėl gali būti, kad dalyviai, turintys aukštą kNA, t. y. stipriau reaguojantys į gama diapazono dirgiklius, blogiau atliko LBU (PEBL-Lt) dėl per didelio neuroninių tinklų suaktyvėjimo.

4.2.2 IGD tyrimo rezultatų aptarimas

IGD ir kognityvinių gebėjimų sąsajų tyrimo metu buvo taikomas kitoks atsako į periodinę stimuliaciją tyrimo metodas. Siekiant nustatyti IGD, buvo analizuojamas čirpo stimulo svyravimų gaubtinės dažnio sukeliamas kNA, dar vadinamas gaubtinės sekimo atsakas (GSA) (GSA, angl. envelope-following response) (Dolphin, 1997), apimantis 35-55 Hz dažnių diapazoną. Tiriamųjų IGD buvo nuo 35 iki

53 Hz, o daugumos asmenų – apie 40-42 Hz. Vis dėlto, siekiant palyginti rezultatus su esama literatūra, tai pačiai tiriamųjų grupei FSI ir SĮSGP apskaičiuoti ir ties 40 Hz dažniu. Rodikliai gauti ties abiejais dažniais koreliuoja su tais pačiais kognityvinių gebėjimų užduočių rezultatais.

Ties 40 Hz, ties IGD GSA buvo neigiamai susiję su vidutiniu ėjimo laiku atliekant LBU (PEBL-Lt) užduotį. Tai rodo, kad asmenys, turintys didesnę gama dažnio GSA sinchronizaciją, greičiau atlieka samprotavimo ir problemų sprendimo užduotis. Ši išvada atitinka Sun ir kt. (2018) tyrimo rezultatus, rodančius teigiamą kNA koreliaciją su sudėtingų planavimo ir mąstymo užduočių, tokių kaip Labirintų testas (MCCB), atlikimu. Taip pat, atitinka ir Rass ir kt. (2012) tyrimo rezultatus, rodančius teigiamą ryšį tarp 40 Hz kNA fazių sinchronizacijos ir Panašumo testo (WAIS–III) rezultatų. Abiejuose, Sun ir kt. (2018) ir Rass ir kt. (2012), tyrimuose nustatytos koreliacijos tiek šizofrenija sergančių pacientų, tiek sveikų asmenų grupėse. Be to, parodyta, kad sveikų asmenų gama diapazono kNA taip pat teigiamai susijęs su kognityviniais rodikliais, matuojančiais sudėtingos informacijos apdorojimo greitį atliekant kitus du testus – Skaičių sujungimo testą (MCCB) (Sun ir kt., 2018) ir Skaičių simbolių testą (WAIS–III) (Rass ir kt., 2012). Sun ir kt. (2018) ir Rass ir kt. (2012) tyrimų rezultatai taip pat sutampa ir su sveikų asmenų tyrimų rezultatais, kurie rodo, kad asmenys, turintys labiau sutampančias fazes tarp smegenų sričių, efektyviau atlieka kognityvinius gebėjimus matuojančias užduotis (Churchill ir kt., 2021; Neubauer ir Fink, 2009). Taigi tai, kad 40 Hz ir IGD dažnių atsakai neigiamai koreliavo su vidutiniu ėjimo laiku atliekant LBU (PEBL-Lt) užduotį, atitinka kitų tyrėjų paskelbtus rezultatus, kurie rodo, kad asmenys, kurių gama dažnių atsakų sinchronizacija yra didesnė, greičiau atlieka samprotavimo ir problemų sprendimo užduotis.

4.2.3 Bendras abiejų tyrimų rezultatų aptarimas

Bendrai šių tyrimų rezultatai rodo, kad sąsajos tarp gama diapazono kNA ir kognityvinių sričių nėra paprastos, o gana kompleksiškos. Sąsajų tarp 40 Hz kNA ir kognityvinių gebėjimų tyrime, asmenys, kurie atliko daugiau LBU (PEBL-Lt) ėjimų ir todėl buvo mažiau efektyvūs atlikdami užduotį, pasižymėjo stipresniu ir labiau sinchronizuotu kNA. Kita vertus, antrame, IGD ir kognityvinių gebėjimų sąsajų tyrime, 40 Hz ir IGD dažnių atsakai neigiamai koreliavo su vidutiniu ėjimo laiku atliekant LBU (PEBL-Lt) užduotį, taigi greitesni užduoties atlikėjai pasižymėjo stipresniu ir labiau sinchronizuotu kNA. Pirmasis tyrimas patvirtina prielaidą, kad stipresnis gama atsakas gali rodyti per didelį neuroninių tinklų aktyvumą, kuris trukdo efektyviai atlikti LBU (Díez ir kt., 2014a). Vis dėlto, antrojo tyrimo rezultatai sutampa su kitais tyrimais, kuriuose asmenys, pasižymintys didesnio gama dažnio kNA sinchronizacija, samprotavimo ir problemų sprendimo užduotis atlieka greičiau (Sun ir kt., 2018; Rass ir kt., 2012). Mūsų tyrimų rezultatų nenuoseklumą galima paaiškinti tuo, kad LBU ėjimų skaičius ir vidutinė ėjimo trukmė gali atspindėti skirtingus kognityvinių gebėjimų aspektus, naudojamus užduočiai atlikti, o prieštaringos šių rodiklių koreliacijos su kNA reiškia, kad tiriamieji, galėjo naudoti skirtingas užduoties atlikimo strategijas.

Visų pirma, skirtingi LBU rodikliai atspindi skirtingus tiriamųjų gebėjimus atliekant šią užduotį. Newman ir Pittman (2007) nustatė, kad esant tik vienam galimam LBU sprendimui, dalyviai dažniau pasirenka neteisingą ėjimą ir atlieka daugiau papildomų ėjimų jam ištaisyti, taip padidindami bendrą ėjimų skaičių (Newman ir Pittman, 2007). Kai yra daugiau nei vienas galimas sprendimas, pailgėja vidutinis ėjimų laikas, kuriais inicijuojami daliniai tikslai, nes dalyviai turi įvertinti daugiau alternatyvų šiems daliniams tikslams pasiekti (Newman ir Pittman, 2007). Tyrimas taip pat parodė, kad mažesnį ėjimų skaičių lemia ilgesnis išankstinis planavimas atliekant LBU, kurioms atlikti galimas vienas teisingas sprendimo būdas (Newman ir

Pittman, 2007). Vadinas, išankstinio planavimo laikas LBU yra susijęs su ėjimų skaičiumi, o nuolatinio planavimo laikas, t. y. dalinių tikslų numatymas, su vidutiniu ėjimo laiku. Taigi mūsų tyrimuose LBU ėjimų skaičius ir vidutinis ėjimo laikas gali atspindėti skirtingus kognityvinių gebėjimų, naudojamų sprendžiant LBU, aspektus ir todėl turi skirtingą ryšį su kNA.

Kitame tyrime nustatyta, kad tiriamieji, atlikdami LBU, taiko skirtingas taktikas. Cazalis ir kt. (2003), tyrę LBU (supaprastinta LBU versija; Baker ir kt., 1996) ir smegenų aktyvaciją fMRT, nustatė, kad standartiniai užduoties atlikėjai intensyviau manipuliuoja informacija darbinėje atmintyje: didesnė juostinės žievės (angl. anterior cingulate) aktyvacija rodo, kad jiems gali būti sunkiau išspręsti konfliktus tarp svarbių ir nesvarbių elementų dalinių tikslų planavimo etapuose, todėl jie užduotį atlieka ilgiau ir joje daro daugiau klaidingų ėjimų nei efektyvūs atlikėjai (Cazalis ir kt., 2003). Efektyvūs atlikėjai dažniau identifikuoja kritinius užduoties elementus ir efektyviau planuoja dalinius tikslus, todėl sumažėja jų darbinės atminties apkrova (Cazalis ir kt., 2003). Tai rodo ir efektyvių atlikėjų didesnis dorsolateralinės prefrontalinės smegenų dalies (angl. dorsolateral prefrontal cortex, DLPFC), kuri susijusi su veiksmingais planavimo ir tinkamos strategijos kūrimo gebėjimais, aktyvacija (Cazalis ir kt., 2003). Taigi, skirtingos strategijos, pagrįstos skirtingais kognityviniais gebėjimais, kurias tiriamieji naudoja LBU metu, gali lemti skirtingą užduoties atlikimą. Gali būti, kad mūsų tyrimuose nustatytas sąsajų tarp LBU atlikimo ir kNA rodiklių prieštaravimas atspindi tai, kad tiriamieji, atlikdami LBU, naudoja skirtingas kognityvines strategijas.

Taigi, vidutinis ėjimų skaičius bei vidutinis ėjimo laikas LBU gali atspindėti skirtingus planavimo ir darbinės atminties aspektus, o jų koreliacija su kNA – šių skirtingų kognityvinių aspektų aktyvumą frontalinėje srityje. Šis bendras rezultatas iš esmės atitinka Ball ir kt. (2011) tyrimo rezultatus. Šiame tyrime parodyta, kad BOLD metodu įvertinti koherentiniai žievės neuronų pliūpsniai teigiamai koreliuoja su geresniais rezultatais atliekant n-atgal (angl. n-back) užduotį, reikalaujančią nuolatinio dėmesio ir darbinės atminties. Tačiau, tuo

pat metu, koherentinis neuronų aktyvumas teigiamai koreliuoja ir su Reakcijos slopinimo testo (angl. Go/No-Go) atlikimo klaidų skaičiumi, rodančiu prastesnę parengtinio atsako slopinimą (Ball ir kt., 2011).

4.2.4 Tyrimų ribotumai ir gairės tolesniems tyrinėjimams

Remiantis atlikta literatūros apzvalga buvo prognozuojama, kad 40 Hz ir IGD kNA koreliuos ir su kitomis kognityvinėmis užduotimis (ne tik LBU), parodančiomis informacijos apdorojimo greičio skirtumus, todėl buvo įvertinti semantiniai, erdviniai, aritmetiniai ir leksiniai informacijos apdorojimo aspektai. Tačiau kitų sąsajų, išskyrus ryšį tarp kNA ir LBU, nenustatyta. Reikėtų pažymėti, kad ankstesniuose tyrimuose koreliacijos tarp kNA ir užduočių, kuriomis vertinami informacijos apdorojimo gebėjimai, labiausiai pasireiškė pacientams, turintiems kognityvinių sutrikimų, pavyzdžiui, sergantiems šizofrenija (Tada ir kt., 2016) arba išsėtine skleroze (Arrondo ir kt., 2009). Tai rodo, kad šios.

Prielaidą, kad koreliacijos gali priklausyti nuo tiriamųjų grupių savybių, patvirtina ir tai, kad LBU ir 40 Hz kNA sąsajų rezultatai nebuvo visiškai nuoseklūs nors buvo naudojami panašūs stimuliavimo metodai ir vienodi analizės bei vertinimo parametrai. 40 Hz kNA tyrime dalyvavo tik vyrai, o IGD tyrime, siekiant, kad tyrimo imtis būtų reprezentatyvesnė populiacijai, dalyvavo mišri vyrų ir moterų grupė. Moterų kNA gali turėti įtakos hormoniniai svyravimai (Griškova-Bulanova ir kt., 2014; Melynūtė ir kt., 2018). Prieštaringi rezultatai gauti ir kituose tyrimuose, kuriuose naudotos tos pačios metodikos, tačiau skirtingomis tiriamųjų grupėmis (tarp Rass ir kt. (2010) ir Rass ir kt. (2012) bei tarp Light ir kt. (2006) ir Kirihara ir kt. (2012)). Taigi, atliekant būsimus ASSR tyrimus būtina atsižvelgti į tiriamųjų savybes.

Kita vertus, kNA koreliacijų su kitų užduočių rezultatais nenustatyta galbūt todėl, kad buvo naudojama tik klausos stimuliacija.

Nors garsinė stimuliacija sukelia stipriausius EEG atsakus gama diapazone ir yra plačiai taikoma tokio pobūdžio tyrimuose (Edgar ir kt., 2017; Galambos ir kt., 1981; Giani ir kt., 2012), tačiau nėra tiksliai žinoma, ar klausos modalumas yra optimalus gama diapazono aktyvumo savybėms nustatyti (Picton ir kt., 2003b). Be to, ryšys tarp kNA ir informacijos apdorojimo greičio gali priklausyti nuo jutimo-užduoties modalumo suderinamumo, t. y, klausos atsakas susijęs su klausos užduoties atlikimu (tai atitinka Baltus ir Herrmann (2015), Purcell ir kt. (2004), Molina ir kt. (2020) tyrimų rezultatus). Visgi dauguma mūsų ir kitų tyrėjų naudojamų kognityvinių užduočių yra susijusios su regos modalumu. Todėl tolesniuose tyrimuose, siekiant iširti sensorinio modalumo poveikį, reikėtų įtraukti kitų modalumų stimulus ir (arba) kognityvines užduotis.

Reikėtų atkreipti dėmesį ir į tai, kad rezultatams įtakos galėjo turėti ir metodai, naudoti kNA įvertinimui. IGD ir kognityvinių gebėjimų sąsajų tyrime kNA koreliacijos su LBU buvo apskaičiuotos tik matavimams centrinėje srityje. Ši sritis, priešingai, nei kairės ir dešinės pusės sritys, dažniausiai naudojama kNA sąsajoms su kognityviniais gebėjimais nustatyti (pavyzdžiui, Kirihara ir kt., 2012; Rass ir kt., 2012; Tada ir kt., 2016). Visgi, Díez ir kt. (2014a; 2014b), savo tiriamųjų grupėse nustatė ryšį tarp lateralizuotų atsakų. Taigi būsimuose tyrimuose vertinant kNA reikėtų atsižvelgti ir į atsako laterališkumą.

5. IŠVADOS

- Sisteminė literatūros apžvalga atskleidė, kad individualūs gama diapazono kNA skirtumai gali atspindėti gebėjimus valdyti dėmesį ir laikinai saugoti bei apdoroti informaciją.
- 40 Hz kNA su įvykiu susijęs galios pokytis ir fazės sutapimo indeksas teigiamai koreliuoja su vidutiniu ėjimų skaičiumi atliekant Londono bokšto užduotį jaunų, sveikų vyrų imtyje.
- 40 Hz ir IGD su įvykiais susijusių galių pokyčiai ir fazių sutapimo indeksai neigiamai koreliuoja su Londono bokšto užduoties vidutiniu ėjimo laiku.

LITERATŪROS ŠALTINIAI

1. Acharya, A. S., Prakash, A., Saxena, P., Nigam, A. „Sampling: Why How of It.“ *Indian Journal of Medical Specialties*, Vol. 4, 2013, pp. 330-333.
<https://doi.org/10.7713/ijms.2013.0032>
2. Ahmed, S., Lepock, J. R., Mizrahi, R., Bagby, R. M., Gerritsen, C. J., Korostil, M., Light, G. A., Kiang, M. „Decreased Gamma Auditory Steady-State Response Is Associated With Impaired Real-World Functioning in Unmedicated Patients at Clinical High Risk for Psychosis.“ *Clin. EEG Neurosci*, Vol. 1550059420982706, 2020.
<https://doi.org/10.1177/1550059420982706>
3. Alaerts, J., Luts, H., Hofmann, M., Wouters, J. „Cortical Auditory Steady-State Responses to Low Modulation Rates.“ *Int. J. Audiol*, Vol. 48, 2009, pp. 582-593. <https://doi.org/10.1080/14992020902894558>
4. Andrade, J., Sapsford, D. J., Jeevaratnum, D., Pickworth, A. J., Jones, J. G. „The Coherent Frequency in the Electroencephalogram as an Objective Measure of Cognitive Function during Propofol Sedation.“ *Anesthesia Analgesia*, Vol. 83, No. 6, 1996, pp. 1279-1284.
<https://doi.org/10.1097/00000539-199612000-00026>
5. Archibald, L. M. „Working Memory Language Learning: A Review.“ *Child Lang. Teach. Ther*, Vol. 33, 2017, pp. 5-17.
<https://doi.org/10.1177/0265659016654206>
6. Arrondo, G., Alegre, M., Sepulcre, J., Iriarte, J., Artieda, J., Villoslada, P. „Abnormalities in Brain Synchronization Are Correlated with Cognitive Impairment in Multiple Sclerosis.“ *Mult. Scler. J*, Vol. 15, 2009, pp. 509-516.
<https://doi.org/10.1177/1352458508101321>
7. Artieda, J., Valencia, M., Alegre, M., Olaziregi, O., Urrestarazu, E., Iriarte, J. „Potentials Evoked by Chirp-Modulated Tones: A New Technique to Evaluate Oscillatory Activity in the Auditory Pathway.“ *Clin. Neurophysiol. Off. J. Int. Fed. Clin. Neurophysiol*, Vol. 115, 2004, pp. 699-709.
<https://doi.org/10.1016/j.clinph.2003.10.021>
8. Asendorpf, J. B., Conner, M., Fruyt, F., Houwer, J., Denissen, J. J., Fiedler, K., Fiedler, S., Funder, D. C., Kliegl, R., Nosek, B. A. *Recommendations for Increasing Replicability in Psychology*. 2016.
<https://doi.org/10.1002/per.1919>
9. Attneave, F., Arnoult, M. D. „The Quantitative Study of Shape Pattern Perception.“ *Psychological bulletin*, Vol. 53, 1956, p. 452.
<https://doi.org/10.1037/h0044049>
10. Babic, A., Tokalic, R., Amílcar Silva Cunha, J., Novak, I., Suto, J., Vidak, M., Miosic, I., Vuka, I., Poklepovic Pericic, T., Puljak, L. „Assessments of Attrition Bias in Cochrane Systematic Reviews Are Highly Inconsistent Thus

- Hindering Trial Comparability.“ BMC Medical Research Methodology, Vol. 19, 2019, p. 76. <https://doi.org/10.1186/s12874-019-0717-9>
11. Baddeley, A. „Working Memory Language: An Overview.“ J. Commun. Disord, Vol. 36, 2003, pp. 189-208. [https://doi.org/10.1016/S0021-9924\(03\)00019-4](https://doi.org/10.1016/S0021-9924(03)00019-4)
 12. Badre, D., Nee, D. E. „Frontal Cortex the Hierarchical Control of Behavior.“ Trends Cogn. Sci, Vol. 22, 2018, pp. 170-188. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2017.11.005>
 13. Baguley, T. „Understanding Statistical Power in the Context of Applied Research.“ Applied Ergonomics, Vol. 35, 2004, pp. 73-80. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2004.01.002>
 14. Baker, S. C., Rogers, R. D., Owen, A. M., Frith, C. D., Dolan, R. J., Frackowiak, R. S., Robbins, T. W. „Neural Systems Engaged by Planning: A PET Study of the Tower of London Task.“ Neuropsychologia, Vol. 34, No. 6, 1996, pp. 515-526. [https://doi.org/10.1016/0028-3932\(95\)00133-6](https://doi.org/10.1016/0028-3932(95)00133-6)
 15. Ball, G., Stokes, P., Rhodes, R., Bose, S., Rezek, I., Wink, A.-M., Lord, L.-D., Mehta, M., Grasby, P., Turkheimer, F. „Executive Functions Prefrontal Cortex: A Matter of Persistence?“ Front. Syst. Neurosci, Vol. 5, 2011, p. 3. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2011.00003>
 16. Baltus, A., Herrmann, C. S. „Auditory Temporal Resolution Is Linked to Resonance Frequency of the Auditory Cortex.“ Int. J. Psychophysiol, Vol. 98, 2015, pp. 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2015.08.003>
 17. Baltus, A., Herrmann, C. S. „The Importance of Individual Frequencies of Endogenous Brain Oscillations for Auditory Cognition - A Short Review.“ Brain Res., Auditory Working Memory, Vol. 1640, 2016, pp. 243-250. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2015.09.030>
 18. Baltus, A., Wagner, S., Wolters, C. H., Herrmann, C. S. „Optimized Auditory Transcranial Alternating Current Stimulation Improves Individual Auditory Temporal Resolution.“ Brain Stimulat, Vol. 11, 2018, pp. 118-124. <https://doi.org/10.1016/j.brs.2017.10.008>
 19. Banerjee, A., Chaudhury, S. „Statistics without Tears: Populations Samples.“ Industrial Psychiatry Journal, Vol. 19, 2010, p. 60. <https://doi.org/10.4103/0972-6748.77642>
 20. Bartolomeo, L. A., Wright, A. M., Ma, R. E., Hummer, T. A., Francis, M. M., Visco, A. C., Mehdiyou, N. F., Bolbecker, A. R., Hetrick, W. P., Dydak, U., Barnard, J., O'Donnell, B. F., Breier, A. „Relationship of auditory electrophysiological responses to magnetic resonance spectroscopy metabolites in Early Phase Psychosis.“ Int. J. Psychophysiol. Off. J. Int. Organ. Psychophysiol, Vol. 145, 2019, pp. 15-22. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2019.05.009>
 21. Benedict, R. H. B., Schretlen, D., Groninger, L., Brandt, J. „Hopkins Verbal Learning Test - Revised: Normative Data Analysis of Inter-Form Test-Retest

- Reliability.“ *The Clinical Neuropsychologist*, Vol. 12, 1998, pp. 43-55.
<https://doi.org/10.1076/clin.12.1.43.1726>
22. Berg, E. A. „A Simple Objective Technique for Measuring Flexibility in Thinking.“ *The Journal of general psychology*, Vol. 39, 1948, pp. 15-22.
<https://doi.org/10.1080/00221309.1948.9918159>
 23. Bezeau, S., Graves, R. „Statistical Power Effect Sizes of Clinical Neuropsychology Research.“ *Journal of clinical experimental neuropsychology*, Vol. 23, No. 3, 2001, pp. 399-406.
<https://doi.org/10.1076/jcen.23.3.399.1181>
 24. Bish, J. P., Martin, T., Houck, J., Ilmoniemi, R. J., Tesche, C. „Phase shift detection in thalamocortical oscillations using magnetoencephalography in humans.“ *Neurosci. Lett*, Vol. 362, 2004, pp. 48-52.
<https://doi.org/10.1016/j.neulet.2004.02.032>
 25. Boets, B., Vandermosten, M., Poelmans, H., Luts, H., Wouters, J., Ghesquiere, P. „Preschool Impairments in Auditory Processing Speech Perception Uniquely Predict Future Reading Problems.“ *Research in developmental disabilities*, Vol. 32, 2011, pp. 560-570.
<https://doi.org/10.1016/j.ridd.2010.12.020>
 26. Bos, K. P., Lutje Spelberg, H. C., Scheepstra, A. J. M., Vries, J. R. „De Klepel: vorm A en B. Een test voor de leesvaardigheid van pseudowoorden“ [The Klepel, Form A B. A test for readability of pseudo words]. Berkhout, Nijmegen, The Netherlands, 1994.
<https://www.worldcat.org/title/klepel-vorm-a-en-b-een-test-voor-de-leesvaardigheid-van-pseudowoorden-verantwoording-handleiding-diagnostiek-en-behandeling/oclc/617692088>
 27. Boudewyn, M. A., Luck, S. J., Farrens, J. L., Kappenman, E. S. „How any Trials Does It Take to Get a Significant ERP Effect? It Depends.“ *Psychophysiology*, Vol. 55, 2018, p. 13049.
<https://doi.org/10.1111/psyp.13049>
 28. Brandt, J. „The Hopkins Verbal Learning Test: Development of a New Memory Test with Six Equivalent Forms.“ *The clinical neuropsychologist*, Vol. 5, 1991, pp. 125-142. <https://doi.org/10.1080/13854049108403297>
 29. Brandt, J., Benedict, R. H. „Hopkins Verbal Learning Test-Revised: Professional Manual“. Psychological Assessment Resources, 2001.
<https://www.parinc.com/Products/Pkey/130>
 30. Brus, B. T., Voeten, M. J. M. „Een-Minuut-Test, vorm A en B: Verantwoording en handleiding“ [One-minute-test, Version A B: Justification manual]. Swets Zeitlinger, Lisse, the Netherlands, 1979.
<https://www.worldcat.org/title/een-minuut-test-vorm-a-en-b>
 31. Buzsáki, G., Draguhn, A. „Neuronal Oscillations in Cortical Networks.“ *Science*, Vol. 304, 2004, pp. 1926-1929.
<https://doi.org/10.1126/science.1099745>

32. Carroll, J. B. „The Higher-Stratum Structure of Cognitive Abilities: Current Evidence Supports g about Ten Broad Factors.“ *Sci. Study Gen. Intell*, Vols. 5-21, 2003. <https://doi.org/10.1016/B978-008043793-4/50036-2>
33. Carroll, J. B. „Human Cognitive Abilities: A Survey of Factor-Analytic Studies“. Cambridge University Press, 1993. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511571312>
34. Cauchoix, M., Chow, P. K. Y., Horik, J. O., Atance, C. M., Barbeau, E. J. „The Repeatability of Cognitive Performance: A Meta-Analysis.“ *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, Vol. 373, 2018, p. 20170281. <https://doi.org/10.1098/rstb.2017.0281>
35. Cazalis, F., Valabrègue, R., Pélérini-Issac, M., Asloun, S., Robbins, T. W., Granon, S. „Individual Differences in Prefrontal Cortical Activation on the Tower of London Planning Task: Implications for Effortful Processing.“ *Eur. J. Neurosci*, Vol. 17, 2003, pp. 2219-2225. <https://doi.org/10.1046/j.1460-9568.2003.02633.x>
36. Chaumon, M., Puce, A., George, N. „Statistical Power: Implications for Planning MEG Studies.“ *NeuroImage*, Vol. 233, 2021, p. 117894. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.117894>
37. Chen, P., Ye, E., Jin, X., Zhu, Y., Wang, L. „Association between Thalamocortical Functional Connectivity Abnormalities Cognitive Deficits in Schizophrenia.“ *Sci Rep*, Vol. 9, 2019, p. 2952. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-39367-z>
38. Churchill, N. W., Hutchison, M. G., Graham, S. J., Schweizer, T. A. „Brain Function Associated with Reaction Time after Sport-Related Concussion.“ *Brain Imaging Behav*, Vol. 15, 2021, pp. 1508-1517. <https://doi.org/10.1007/s11682-020-00349-9>
39. Clayson, P. E., Carbine, K. A., Baldwin, S. A., Larson, M. J. „Methodological Reporting Behavior, Sample Sizes, Statistical Power in Studies of Event-related Potentials: Barriers to Reproducibility Replicability.“ *Psychophysiology*, Vol. 56, 2019, p. 13437. <https://doi.org/10.1111/psyp.13437>
40. Collin, C. A., McMullen, P. A. „Using Matlab to Generate Families of Similar Attneave Shapes.“ *Behavior Research Methods, Instruments, Computers*, Vol. 34, 2002, pp. 55-68. <https://doi.org/10.3758/BF03195424>
41. Cornblatt, B. A., Risch, N. J., Faris, G., Friedman, D., Erlenmeyer-Kimling, L. „The Continuous Performance Test, Identical Pairs Version (CPT-IP): I. New Findings about Sustained Attention in Normal Families.“ *Psychiatry Research*, Vol. 26, 1988, pp. 223-238. [https://doi.org/10.1016/0165-1781\(88\)90076-5](https://doi.org/10.1016/0165-1781(88)90076-5)
42. Crone, N. E., Boatman, D., Gordon, B., Hao, L. „Induced Electroencephalographic Gamma Activity during Auditory Perception.“ *Clin. Neurophysiol*, Vol. 112, 2001, pp. 565-582. [https://doi.org/10.1016/S1388-2457\(00\)00545-9](https://doi.org/10.1016/S1388-2457(00)00545-9)

43. Curty, R. G., Lee, J.-S., Chang, W., Kao, T.-H., Jeng, W. „Practicing What Is Preached: Exploring Reproducibility Compliance of Papers on Reproducible Research“. Springer International Publishing, Cham, 2022. https://doi.org/10.1007/978-3-030-96957-8_23
44. D'Antuono, G. „Role of Working Memory, Inhibition, Fluid Intelligence in the Performance of the Tower of London Task.“ *Applied Neuropsychology: Adult*, Vol. 24, No. 6, 2017, pp. 548-558. <https://doi.org/10.1080/23279095.2016.1225071>
45. Dang-Vu, T. T., Schabus, M., Desseilles, M., Albouy, G., Boly, M., Darsaud, A., Gais, S., Rauchs, G., Sterpenich, V., Vandewalle, G., Carrier, J., Moonen, G., Baletau, E., Degueldre, C., Luxen, A., Phillips, C., Maquet, P. „Spontaneous Neural Activity during Human Slow Wave Sleep.“ *Proc. Natl. Acad. Sci*, Vol. 105, 2008, pp. 15160-15165. <https://doi.org/10.1073/pnas.0801819105>
46. Deák, G. O., Wiseheart, M. „Cognitive Flexibility in Young Children: General or Task-Specific Capacity?“ *J. Exp. Child Psychol*, Vol. 138, 2015, pp. 31-53. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2015.04.003>
47. Delis, D. C. „California Verbal Learning Test.“ Adult version. Manual. Psychological Corporation, 2000. <https://www.worldcat.org/title/cvlt-ii-california-verbal-learning-test-adult-version-manual/oclc/813232094>
48. Delis, D. C., Kramer, J. H., Kaplan, E., Ober, B. A. „California Verbal Learning Test.“ Assessment, 1987. <https://doi.org/10.1037/t15072-000>
49. Delorme, A., Makeig, S. „EEGLAB: An Open Source Toolbox for Analysis of Single-Trial EEG Dynamics Including Independent Component Analysis.“ *J. Neurosci. Methods*, Vol. 134, 2004, pp. 9-21. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2003.10.009>
50. Deursen, J. A., Vuurman, E. F. P. M., Kranen-Mastenbroek, V. H. J. M., Verhey, F. R. J., Riedel, W. J. „40 Hz Steady State Response in Alzheimer's Disease Mild Cognitive Impairment.“ *Neurobiol. Aging*, Vol. 32, 2011, pp. 24-30. <https://doi.org/10.1016/j.neurobiolaging.2009.01.002>
51. Díez, Á., Suazo, V., Casado, P., Martín-Loeches, M., Molina, V. „Gamma Power Cognition in Patients with Schizophrenia Their First-Degree Relatives.“ *Neuropsychobiology*, Vol. 69, 2014, pp. 120-128. <https://doi.org/10.1159/000356970>
52. Díez, A., Suazo, V., Casado, P., Martín-Loeches, M., Perea, M. V., Molina, V. „Frontal Gamma Noise Power Cognitive Domains in Schizophrenia.“ *Psychiatry Res*, Vol. 221, 2014, pp. 104-113. <https://doi.org/10.1016/j.psychresns.2013.11.001>
53. Dimitrijevic, A., John, M., Picton, T. „Auditory Steady-State Responses Word Recognition Scores in Normal-Hearing Hearing-Impaired Adults“. 25, 2004, pp. 68-84. <https://doi.org/10.1097/01.AUD.0000111545.71693.48>

54. Dolphin, W. F. „The Envelope Following Response to Multiple Tone Pair Stimuli1Portions of This Research Were Presented at the 18th ARO MidWinter Meeting 4-8 Feb 1995.“ St. Peterberg Beach, FL, USA, at the 16th International Evoked Audiometry Study Group, Vol. 110, 1997, pp. 1-14. [https://doi.org/10.1016/S0378-5955\(97\)00056-7](https://doi.org/10.1016/S0378-5955(97)00056-7)
55. Dupoux, E., Pallier, C., Sebastian, N., Mehler, J. „A Destressing 'Deafness' in French?“ Journal of Memory Language, Vol. 36, 1997, pp. 406-421. <https://doi.org/10.1006/jmla.1996.2500>
56. Dupoux, E., Peperkamp, S., Sebastián-Gallés, N. „A Robust Method to Study Stress „deafness.“ The Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 110, 2001, pp. 1606-1618. <https://doi.org/10.1121/1.1380437>
57. Edgar, J. C., Fisk, C. L., Chen, Y.-H., Stone-Howell, B., Hunter, M. A., Huang, M., Bustillo, J. R., Cañive, J. M., Miller, G. A. „By Our Bootstraps: Comparing Methods for Measuring Auditory 40 Hz Steady-State Neural Activity.“ Psychophysiology, Vol. 54, No. 8, 2017, pp. 1110-1127. <https://doi.org/10.1111/psyp.12876>
58. Edgar, J. C., Fisk, C. L., Liu, S., Pandey, J., Herrington, J. D., Schultz, R. T., Roberts, T. P. L. „Translating Adult Electrophysiology Findings to Younger Patient Populations: Difficulty Measuring 40-Hz Auditory Steady-State Responses in Typically Developing Children Children with Autism Spectrum Disorder.“ Developmental Neuroscience, Vol. 38, No. 1, 2016, pp. 1-14. <https://doi.org/10.1159/000441943>
59. Edgar, T. W., Manz, D. O. „Chapter 4 - Exploratory Study. In Research Methods for Cyber Security“. Syngress (T. W. Edgar D. O. Manz, eds.), 2017, pp. 95-130. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-805349-2.00004-2>
60. Frederickson, N., Frith, U., Reason, R. „Phonological Assessment Battery (Manual Test Materials)“, nfer-Nelson, 1997. <https://www.worldcat.org/title/phonological-assessment-battery-phab-manual-and-test-materials/oclc/47114657>
61. Furuya-Kanamori, L., Xu, C., Hasan, S. S., Doi, S. A. „Quality versus Risk-of-Bias Assessment in Clinical Research.“ Journal of Clinical Epidemiology, Vol. 129, 2021, pp. 172-175. <https://doi.org/10.1016/j.jclinepi.2020.09.044>
62. Galambos, R. „A Comparison of Certain Gamma Band (40 Hz) Brain Rhythms in Cat and Man“. In „Induced Rhythms in the Brain“, Springer, 1992, pp. 201-216. https://doi.org/10.1007/978-1-4757-1281-0_11
63. Galambos, R., Makeig, S., Talmachoff, P. J. „A 40 Hz auditory potential recorded from the human scalp.“ Proc. Natl. Acad. Sci, Vol. 78, 1981, pp. 2643-2647. <https://doi.org/10.1073/pnas.78.4.2643>
64. Gandal, M. J., Edgar, J. C., Klook, K., Siegel, S. J. „Gamma Synchrony: Towards a Translational Biomarker for the Treatment-Resistant Symptoms of Schizophrenia.“ Neuropharmacology, Schizophrenia, Vol. 62, 2012, pp. 1504-1518. <https://doi.org/10.1016/j.neuropharm.2011.02.007>

65. Gander, P. E., Bosnyak, D. J., Roberts, L. E. „Evidence for Modality-Specific but Not Frequency-Specific Modulation of Human Primary Auditory Cortex by Attention.“ *Hear. Res.*, Vol. 268, 2010, pp. 213-226.
<https://doi.org/10.1016/j.heares.2010.06.003>
66. Ganley, E., Coriat, A.-M., Shenow, S., Prosser, D. „Systemic Problems Require Systemic Solutions: The Need for Coordination Cooperation to Improve Research Quality.“ *BMC Research Notes*, Vol. 15, 2022, pp. 1-5.
<https://doi.org/10.1186/s13104-022-05932-5>
67. Gaskins, C., Jaekel, B. N., Gordon-Salant, S., Goupell, M. J., Anderson, S. „Effects of Aging on Perceptual Electrophysiological Responses to Acoustic Pulse Trains as a Function of Rate.“ *J. Speech Lang. Hear. Res.*, Vol. 62, 2019, pp. 1087-1098. https://doi.org/10.1044/2018_JSLHR-H-ASCC7-18-0133
68. Ghesquière, P. Algemene toets gevorderde spelling van het Nederlands (AT-GSN): Verantwoording en handleiding. Rapport van een specialisatiejaar: Onderzoek AT-GSN-dictee. University of Leuven, Belgium, 1998.
<https://ppw.kuleuven.be/ogop/dyslexieho/atgsn>
69. Giani, A. S., Ortiz, E., Belardinelli, P., Kleiner, M., Preissl, H., Noppeney, U. „Steady-State Responses in MEG Demonstrate Information Integration within but Not across the Auditory Visual Senses.“ *NeuroImage*, Vol. 60, 2012, pp. 1478-1489. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.01.114>
70. Gibney, K. D., Kypriotakis, G., Cinciripini, P. M., Robinson, J. D., Minnix, J. A., Versace, F. „Estimating Statistical Power for Event-Related Potential Studies Using the Late Positive Potential.“ *Psychophysiology*, Vol. 57, 2020, p. 13482. <https://doi.org/10.1111/psyp.13482>
71. Gold, J. M., Carpenter, C., Randolph, C., Goldberg, T. E., Weinberger, D. R. „Auditory Working Memory Wisconsin Card Sorting Test Performance in Schizophrenia.“ *Archives of general psychiatry*, Vol. 54, 1997, pp. 159-165.
<https://doi.org/10.1001/archpsyc.1997.01830140071013>
72. Górska, U., Binder, M. „Low Medium Frequency Auditory Steady-State Responses Decrease during NREM Sleep.“ *Int. J. Psychophysiol.*, Vol. 135, 2019, pp. 44-54. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2018.11.003>
73. Griškova, I., Morup, M., Parnas, J., Ruksenas, O., Arnfred, S. M. „The Amplitude Phase Precision of 40 Hz Auditory Steady-State Response Depend on the Level of Arousal.“ *Exp. Brain Res.*, Vol. 183, 2007, pp. 133-138. <https://doi.org/10.1007/s00221-007-1111-0>
74. Griškova-Bulanova, I., Dapsys, K., Maciulis, V. „Does Brain Ability to Synchronize with 40 Hz Auditory Stimulation Change with Age.“ *Acta Neurobiol Exp Wars.*, Vol. 73, 2013, pp. 564-570.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24457646/>
75. Griškova-Bulanova, I., Pipinis, E., Voicikas, A., Koenig, T. „Global Field Synchronization of 40 Hz Auditory Steady-State Response: Does It Change with Attentional Demands?“ *Neurosci. Lett.*, Vol. 674, 2018, pp. 127-131.
<https://doi.org/10.1016/j.neulet.2018.03.033>

76. Griškova-Bulanova, I., Voicikas, A., Dapsys, K., Melynute, S., Andruskevicius, S., Pipinis, E. „Envelope Following Response to 440 Hz Carrier Chirp-Modulated Tones Show Clinically Relevant Changes in Schizophrenia.“ *Brain Sci*, Vol. 11, 2021, p. 22.
<https://doi.org/10.3390/brainsci11010022>
77. Halpern, D. F., LaMay, M. L. „The Smarter Sex: A Critical Review of Sex Differences in Intelligence.“ *Educ. Psychol. Rev*, Vol. 12, 2000, pp. 229-246.
<https://doi.org/10.1023/A:1009027516424>
78. Hamm, J. P., Gilmore, C. S., Picchetti, N. A. M., Sponheim, S. R., Clementz, B. A. „Abnormalities of Neuronal Oscillations Temporal Integration to Low High Frequency Auditory Stimulation in Schizophrenia.“ *Biol. Psychiatry*, Vol. 69, 2011, pp. 989-996. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2010.11.021>
79. Heaton, R. K. „Wisconsin card sorting test manual“. 1981.
https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007/978-1-4419-1698-3_281
80. Hensel, P. G. „Reproducibility Replicability Crisis: How Management Compares to Psychology Economics - A Systematic Review of Literature.“ *European Management Journal*, Vol. 39, 2021, pp. 577-594.
<https://doi.org/10.1016/j.emj.2021.01.002>
81. Herrmann, C. S., Demiralp, T. „Human EEG Gamma Oscillations in Neuropsychiatric Disorders.“ *Clin. Neurophysiol*, Vol. 116, 2005, pp. 2719-2733. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2005.07.007>
82. Hersen, M. „Comprehensive Handbook of Psychological Assessment“. Behavioral assessment. John Wiley Sons, 2003. <https://www.wiley.com/en-us/Comprehensive+Handbook+of+Psychological+Assessment%2C+Volume+3%3A+Behavioral+Assessment-p-9780471416135>
83. Higgins, J. P., Savović, J., Page, M. J., Elbers, R. G., Sterne, J. A. „Assessing risk of bias in a randomized trial. Cochrane handbook for systematic reviews of interventions“ 205-228. 2019. <https://doi.org/10.1002/9781119536604.ch8>
84. Higgins, J. P., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M. J., Welch, V. A. „Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions“. John Wiley Sons, 2019.
<https://doi.org/10.1002/9781119536604>
85. Hipp, J. F., Siegel, M. „Dissociating neuronal gamma-band activity from cranial ocular muscle activity in EEG.“ *Front. Hum. Neurosci*, Vol. 7, 2013, p. 338. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00338>
86. Hirano, Y., Oribe, N., Onitsuka, T., Kanba, S., Nestor, P. G., Hosokawa, T., Levin, M., Shenton, M. E., McCarley, R. W., Spencer, K. M. „Auditory Cortex Volume Gamma Oscillation Abnormalities in Schizophrenia.“ *Clin. EEG Neurosci*, Vol. 51, 2020, pp. 244-251.
<https://doi.org/10.1177/1550059420914201>

87. Hirtum, T., Ghesquière, P., Wouters, J. „Atypical Neural Processing of Rise Time by Adults with Dyslexia.“ *Cortex*, Vol. 113, 2019, pp. 128-140.
<https://doi.org/10.1016/j.cortex.2018.12.006>
88. Hong, L. E., Summerfelt, A., McMahon, R., Adami, H., Francis, G., Elliott, A., Buchanan, R. W., Thaker, G. K. „Evoked Gamma Band Synchronization the Liability for Schizophrenia.“ *Schizophr. Res*, Vol. 70, 2004, pp. 293-302.
<https://doi.org/10.1016/j.schres.2003.12.011>
89. Infante-Rivard, C., Cusson, A. „Reflection on Modern Methods: Selection Bias-a Review of Recent Developments.“ *International Journal of Epidemiology*, Vol. 47, 2018, pp. 1714-1722.
<https://doi.org/10.1093/ije/dyy138>
90. Yokota, Y., Tanaka, S., Miyamoto, A., Naruse, Y. „Estimation of Human Workload from the Auditory Steady-State Response Recorded via a Wearable Electroencephalography System during Walking.“ *Front. Hum. Neurosci*, Vol. 0, 2017. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2017.00314>
91. Isomura, S., Onitsuka, T., Tsuchimoto, R., Nakamura, I., Hirano, S., Oda, Y., Kanba, S. „Differentiation between Major Depressive Disorder Bipolar Disorder by Auditory Steady-State Responses.“ *Journal of affective disorders*, Vol. 190, 2016, pp. 800-806.
<https://doi.org/10.1016/j.jad.2015.11.034>
92. Yu, X., Yao, S. Q. „MCCB Chinese Norm Manual“. Peking University Medical Press, China, 2014. <https://item.jd.com/11519877.html>
93. Jastak, J. F., Bijou, S. „Wide Range Achievement Test: WRAT; Reading, Spelling, Arithmetic from Kindergarten to College“. CL Story Company, 1946.https://books.google.lt/books/about/Wide_Range_Achievement_Test.html?id=mR6eswEACAAJ&redir_esc=y
94. Jurkuvėnas, V. „Relations Among Age, Simple Information Processing Speed, Complex Information Processing Speed, Memory, Set-Shifting.“ *Psichologija*, Vol. 51, 2015, pp. 81-98.
<https://doi.org/10.15388/Psichol.2015.51.8258>
95. Kaiser, J., Rieder, M., Abel, C., Peters, B., Bledowski, C. „Pre-Encoding Gamma-Band Activity during Auditory Working Memory.“ *Sci. Rep*, Vol. 7, 2017, p. 42599. <https://doi.org/10.1038/srep42599>
96. Kaneda, Y., Sumiyoshi, T., Keefe, R., Ishimoto, Y., Numata, S., Ohmori, T. „Brief Assessment of Cognition in Schizophrenia: Validation of the Japanese Version.“ *Psychiatry Clin Neurosci*, Vol. 61, 2007, pp. 602-609.
<https://doi.org/10.1111/j.1440-1819.2007.01725.x>
97. Kang, H. „The Prevention Handling of the Missing Data.“ *Korean J Anesthesiol*, Vol. 64, 2013, pp. 402-406.
<https://doi.org/10.4097/kjae.2013.64.5.402>
98. Keefe, R. S. E., Goldberg, T. E., Harvey, P. D., Gold, J. M., Poe, M. P., Coughenour, L. „The Brief Assessment of Cognition in Schizophrenia:

- Reliability, Sensitivity, Comparison with a Standard Neurocognitive Battery.“ *Schizophr. Res.*, Vol. 68, 2004, pp. 283-297.
<https://doi.org/10.1016/j.schres.2003.09.011>
99. Kim, D. K., Kang, V. K., Lee, M. Y., Lee, K.-G., Yeo, J.-H., Lee, W. B., Kim, Y. S., Kim, S. S. „Rey-Kim Memory Test Rey-Kim Memory Test, 1999.“ *Journal of health science*, Vol. 51, No. 3, 2005, pp. 317-324.
<https://doi.org/10.1248/jhs.51.317>
100. Kim, S., Jang, S.-K., Kim, D.-W., Shim, M., Kim, Y.-W., Im, C.-H., Lee, S.-H. „Cortical volume 40 Hz auditory-steady-state responses in patients with schizophrenia healthy controls.“ *NeuroImage Clin*, Vol. 22, 2019, p. 101732.
<https://doi.org/10.1016/j.nicl.2019.101732>
101. Kirihara, K., Rissling, A. J., Swerdlow, N. R., Braff, D. L., Light, G. A. „Hierarchical Organization of Gamma Theta Oscillatory Dynamics in Schizophrenia.“ *Biol. Psychiatry, Altered Functional Connectivity in Schizophrenia*, Vol. 71, 2012, pp. 873-880.
<https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2012.01.016>
102. Körber, M., Weißgerber, T., Kalb, L., Blaschke, C., Farid, M. „Prediction of Take-over Time in Highly Automated Driving by Two Psychometric Tests.“ *Dyna*, Vol. 82, No. 193, 2015, pp. 195-201.
<https://doi.org/10.15446/dyna.v82n193.53496>
103. Koshiyama, D., Miyakoshi, M., Joshi, Y. B., Molina, J. L., Tanaka-Koshiyama, K., Sprock, J., Braff, D. L., Swerdlow, N. R., Light, G. A. „A Distributed Frontotemporal Network Underlies Gamma-Band Synchronization Impairments in Schizophrenia Patients.“ *Neuropsychopharmacology*, Vol. 45, 2020, pp. 2198-2206.
<https://doi.org/10.1038/s41386-020-00806-5>.
104. Koshiyama, D., Miyakoshi, M., Joshi, Y. B., Nakanishi, M., Tanaka-Koshiyama, K., Sprock, J., Light, G. A. „Source Decomposition of the Frontocentral Auditory Steady-state Gamma Band Response in Schizophrenia Patients Healthy Subjects.“ *Psychiatry Clinical Neurosciences*, Vol. 75, No. 5, 2021, pp. 172-179.
<https://doi.org/10.1111/pcn.13201>
105. Koshiyama, D., Miyakoshi, M., Thomas, M. L., Joshi, Y. B., Molina, J. L., Tanaka-Koshiyama, K., Sprock, J., Braff, D. L., Swerdlow, N. R., Light, G. A. „Unique contributions of sensory discrimination gamma synchronization deficits to cognitive, clinical, psychosocial functional impairments in schizophrenia“. 2020. <https://doi.org/10.1101/2020.07.19.211193>
106. Koshiyama, D., Thomas, M. L., Miyakoshi, M., Joshi, Y. B., Molina, J. L., Tanaka-Koshiyama, K., Sprock, J., Braff, D. L., Swerdlow, N. R., Light, G. A. „Hierarchical Pathways from Sensory Processing to Cognitive, Clinical, Functional Impairments in Schizophrenia.“ *Schizophr. Bull.*, Vol. 47, 2021, pp. 373-385. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbaa116>

107. Kremen, W. S., Jacobson, K. C., Panizzon, M. S., Xian, H., Eaves, L. J., Eisen, S. A., Tsuang, M. T., Lyons, M. J. „Factor Structure of Planning Problem-Solving: A Behavioral Genetic Analysis of the Tower of London Task in Middle-Aged Twins.“ *Behav. Genet*, Vol. 39, 2009, pp. 133-144. <https://doi.org/10.1007/s10519-008-9242-z>
108. Lefavrais, P. „Manuel d'application du test de l'alouette. Test d'analyse de la lecture et de la dyslexie“. Centre de Psychologie Appliquée, 1965. <https://www.worldcat.org/title/manuel-dapplication-du-test-de-lalouette-test-danalyse-de-la-lecture-et-de-la-dyslexie-par-p-lefavrais/oclc/460200207>
109. Lefavrais, P. „Test de l. In Alouette“, Editions du Centre de Psychologie appliquée, Paris, 1967. [https://books.google.lt/books/about/Test_de_l_alouette.html?id=SZUpOwAACA AJ&redir_esc=y](https://books.google.lt/books/about/Test_de_l_alouette.html?id=SZUpOwAACAAJ&redir_esc=y)
110. Lehongre, K., Ramus, F., Villiermet, N., Schwartz, D., Giraud, A.-L. „Altered Low-Gamma SamFSIng in Auditory Cortex Accounts for the Three Main Facets of Dyslexia.“ *Neuron*, Vol. 72, 2011, pp. 1080-1090. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2011.11.002>
111. Leonhardt, B. L., Vohs, J. L., Bartolomeo, L. A., Visco, A., Hetrick, W. P., Bolbecker, A. R., Breier, A., Lysaker, P. H., O'Donnell, B. F. „Relationship of Metacognition Insight to Neural Synchronization Cognitive Function in Early Phase Psychosis.“ *Clin. EEG Neurosci*, Vol. 51, 2020, pp. 259-266. <https://doi.org/10.1177/1550059419857971>
112. Lepock, J. R., Ahmed, S., Mizrahi, R., Gerritsen, C. J., Maheandiran, M., Drvaric, L., Bagby, R. M., Korostil, M., Light, G. A., Kiang, M. „Relationships between Cognitive Event-Related Brain Potential Measures in Patients at Clinical High Risk for Psychosis.“ *Schizophrenia Research, Biomarkers in the Attenuated Psychosis Syndrome*, Vol. 226, 2020, pp. 84-94. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2019.01.014>
113. Lezak, M. D., Howieson, D. B., Loring, D. W., Fischer, J. S. „Neuropsychological Assessment“. Oxford University Press, USA, 2004. <https://psycnet.apa.org/record/2004-16637-000>
114. Light, G. A., Hsu, J. L., Hsieh, M. H., Meyer-Gomes, K., Sprock, J., Swerdlow, N. R., Braff, D. L. „Gamma Band Oscillations Reveal Neural Network Cortical Coherence Dysfunction in Schizophrenia Patients.“ *Biol. Psychiatry*, Vol. 60, 2006, pp. 1231-1240. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2006.03.055>
115. Logan, G. D. „Attention, Automaticity, the Ability to Stop a Speeded Choice Response.“ *Attention performance*, Vol. IX, 1981, pp. 205-222. <https://www.worldcat.org/title/attention-and-performance-ix/oclc/7741974>
116. Logue, S. F., Gould, T. J. „The Neural Genetic Basis of Executive Function: Attention, Cognitive Flexibility, Response Inhibition.“ *Pharmacology Biochemistry Behavior*, Vol. 123, 2014, pp. 45-54. <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2013.08.007>

117. Maharajh, K., Abrams, D., Rojas, D. C., Teale, P., Reite, M. L. „Auditory Steady State Transient Gamma Band Activity in Bipolar Disorder“. Vancouver, BC, Canada, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.ics.2006.12.073>
118. Manju, V., Gopika, K. K., Arivudai Nambi, P. M. „Association of Auditory Steady State Responses with Perception of Temporal Modulations Speech in Noise.“ *ISRN Otolaryngol*, 2014, p. 374035. <https://doi.org/10.1155/2014/374035>
119. Manting, C. L., Gulyas, B., Ullén, F., Lundqvist, D. „Auditory Steady-State Responses during after a Stimulus: Cortical Sources, the Influence of Attention Musicality.“ *NeuroImage*, Vol. 233, 2021, p. 117962. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2021.117962>
120. McElroy, L. M., Ladner, D. P. Defining the Study Cohort: Inclusion Exclusion Criteria. In *Success in Academic Surgery: Clinical Trials* (T. M. Pawlik J. A. Sosa, eds.), Springer, London, 2014, pp. 131-139. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-4679-7_11
121. Meyer, D. E., Schvaneveldt, R. W. „Facilitation in Recognizing Pairs of Words: Evidence of a Dependence between Retrieval Operations.“ *Journal of experimental psychology*, Vol. 90, 1971, p. 227. <https://doi.org/10.1037/h0031564>
122. Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G. „Preferred Reporting Items of Systematic Review Meta-Analyses: The PRISMA Statement.“ *Dtsch. Med. Wochenschr*, Vol. 136, 2011. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1272982>
123. Mohs, R. C., Rosen, W. G., Davis, K. L. „The Alzheimer's Disease Assessment Scale: An Instrument for Assessing Treatment Efficacy.“ *Psychopharmacol Bull*, Vol. 19, 1983, pp. 448-450. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6635122/>
124. Molina, J. L., Thomas, M. L., Joshi, Y. B., Hochberger, W. C., Koshiyama, D., Nungaray, J. A., Cardoso, L., Sprock, J., Braff, D. L., Swerdlow, N. R., Light, G. A. „Gamma Oscillations Predict Pro-Cognitive Clinical Response to Auditory-Based Cognitive Training in Schizophrenia.“ *Transl. Psychiatry*, Vol. 10, 2020, p. 405. <https://doi.org/10.1038/s41398-020-01089-6>
125. Mørup, M., Hansen, L. K., Arnfred, S. M. „ERP WAVE LAB: A Toolbox for Multi-Channel Analysis of Time-Frequency Transformed Event Related Potentials.“ *J. Neurosci. Methods*, Vol. 161, 2007, pp. 361-368. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2006.11.008>
126. Mueller, S. T. „A Partial Implementation of the BICA Cognitive Decathlon Using the Psychology Experiment Building Language (PEBL).“ *International Journal of Machine Consciousness*, Vol. 2, 2010, pp. 273-288. <https://doi.org/10.1142/S1793843010000497>
127. Mueller, S. T., Piper, B. J. „The Psychology Experiment Building Language (PEBL) PEBL Test Battery.“ *J. Neurosci. Methods*, Vol. 222, 2014, pp. 250-259. <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2013.10.024>

128. Munglani, R., Andrade, J., Sapsford, D., Baddeley, A., Jones, J. „A Measure Of Consciousness And Memory During Isoflurane Administration - The Coherent Frequency.“ *Br. J. Anaesth*, Vol. 71, 1993, pp. 633-641.
<https://doi.org/10.1093/bja/71.5.633>
129. Murphy, N., Ramakrishnan, N., Walker, C. P., Polizzotto, N. R., Cho, R. Y. „Intact Auditory Cortical Cross-Frequency CouFSIng in Early Chronic Schizophrenia.“ *Front. Psychiatry*, Vol. 11, 2020, p. 507.
<https://doi.org/10.3389/fpsy.2020.00507>
130. Murray, M. M., Brunet, D., Michel, C. M. „Topographic ERP Analyses: A Step-by-Step Tutorial Review.“ *Brain topography*, Vol. 20, 2008, pp. 249-264. <https://doi.org/10.1007/s10548-008-0054-5>
131. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. „Reproducibility Replicability in Science“. 2019.
<https://nap.nationalacademies.org/catalog/25303/reproducibility-and-replicability-in-science>
132. Neubauer, A. C., Fink, A. „Intelligence Neural Efficiency: Measures of Brain Activation versus Measures of Functional Connectivity in the Brain.“ *Intelligence, Intelligence the Brain*, Vol. 37, 2009, pp. 223-229.
<https://doi.org/10.1016/j.intell.2008.10.008>
133. Newman, S. D., Pittman, G. „The Tower of London: A Study of the Effect of Problem Structure on Planning.“ *J. Clin. Exp. Neuropsychol*, Vol. 29, 2007, pp. 333-342. <https://doi.org/10.1080/13803390701249051>
134. Nuechterlein, K. H., Green, M. F., Kern, R. S., Baade, L. E., Barch, D. M., Cohen, J. D., Essock, S., Fenton, W. S., Frese, F. J., Gold, J. M., Goldberg, T., Heaton, R. K., Keefe, R. S. E., Kraemer, H., Mesholam-Gately, R., et al., „The MATRICS Consensus Cognitive Battery, Part 1: Test Selection, Reliability, Validity.“ *The American Journal of Psychiatry*, Vol. 165, No. 2, 2008, pp. 203-213. <https://doi.org/10.1176/appi.ajp.2007.07010042>
135. Oda, Y., Onitsuka, T., Tsuchimoto, R., Hirano, S., Oribe, N., Ueno, T., Hirano, Y., Nakamura, I., Miura, T., Kanba, S. „Gamma Band Neural Synchronization Deficits for Auditory Steady State Responses in Bipolar Disorder Patients.“ *PloS One*, Vol. 7, 2012, p. 39955.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039955>
136. Oostenveld, R., Fries, P., Maris, E., Schoffelen, J.-M. „FieldTrip: Open Source Software for Advanced Analysis of MEG, EEG, Invasive Electrophysiological Data.“ *Comput. Intell. Neurosci*, 2011, p. 156869.
<https://doi.org/10.1155/2011/156869>
137. Padmanabhan, S. „Chapter 15 – Clinical Trials in Pharmacogenomics Stratified Medicine.“ In „Handbook of Pharmacogenomics Stratified Medicine“ (S. Padmanabhan, ed.), Academic Press, San Diego, 2014, pp. 309-320. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386882-4.00015-3>

138. Page, M. J., Higgins, J. P. T. „Rethinking the Assessment of Risk of Bias Due to Selective Reporting: A Cross-Sectional Study.“ *Systematic Reviews*, Vol. 5, 2016, p. 108. <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0289-2>
139. Page, M. J., Moher, D., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D. „PRISMA 2020 Explanation Elaboration: Updated Guidance Exemplars for Reporting Systematic Reviews.“ *Bmj*, Vol. 372, 2021. <https://doi.org/10.1136/bmj.n160>
140. Parker, D. A., Hamm, J. P., McDowell, J. E., Keedy, S. K., Gershon, E. S., Ivleva, E. I., Pearlson, G. D., Keshavan, M. S., Tamminga, C. A., Sweeney, J. A., Clementz, B. A. „Auditory Steady-State EEG Response Across the Schizo-Bipolar Spectrum.“ *Schizophr. Res.*, Vol. 209, 2019, pp. 218-226. <https://doi.org/10.1016/j.schres.2019.04.014>
141. Pastor, M. A., Artieda, J., Arbizu, J., Marti-Climent, J. M., Peñuelas, I., Masdeu, J. C. „Activation of Human Cerebral Cerebellar Cortex by Auditory Stimulation at 40 Hz.“ *J. Neurosci.*, Vol. 22, 2002, pp. 10501-10506. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.22-23-10501.2002>
142. Perez, W. A., Masline, P. J., Ramsey, E. G., Urban, K. E. „Unified Tri-Services Cognitive Performance Assessment Battery: Review Methodology“. 1987. <https://doi.org/10.1037/e455772004-001>
143. Picton, T. „Hearing in Time: Evoked Potential Studies of Temporal Processing.“ *Ear Hear.*, Vol. 34, 2013, pp. 385-401. <https://doi.org/10.1097/AUD.0b013e31827ada02>
144. Picton, T. W., John, M. S., Dimitrijevic, A., Purcell, D. „Human auditory steady-state responses: Respuestas auditivas de estado estable en humanos.“ *Int. J. Audiol.*, Vol. 42, 2003, pp. 177-219. <https://doi.org/10.3109/14992020309101316>
145. Picton, T. W., John, M. S., Purcell, D. W., Plourde, G. „Human Auditory Steady-State Responses: The Effects of Recording Technique State of Arousal.“ *Anesth. Analg.*, Vol. 97, 2003, pp. 1396-1402. <https://doi.org/10.1213/01.ANE.0000082994.22466.DD>
146. Pipinis, E., Voicikas, A., Griškova-Bulanova, I. „Low High Gamma Auditory Steady-States in Response to 440 Hz Carrier Chirp-Modulated Tones Show No Signs of Attentional Modulation.“ *Neurosci. Lett.*, Vol. 678, 2018, pp. 104-109. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2018.05.012>
147. Poelmans, H., Luts, H., Vandermosten, M., Boets, B., Ghesquière, P., Wouters, J. „Reduced Sensitivity to Slow-Rate Dynamic Auditory Information in Children with Dyslexia.“ *Research in developmental disabilities*, Vol. 32, 2011, pp. 2810-2819. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.05.025>
148. Purcell, D. W., John, S. M., Schneider, B. A., Picton, T. W. „Human Temporal Auditory Acuity as Assessed by Envelope Following Responses.“ *The Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. 116, No. 6, 2004, pp. 3581-3593. <https://doi.org/10.1121/1.1798354>

149. Puvvada, K. C., Summerfelt, A., Du, X., Krishna, N., Kochunov, P., Rowland, L. M., Simon, J. Z., Hong, L. E., „Delta Vs Gamma Auditory Steady State Synchrony in Schizophrenia.“ *Schizophr. Bull.*, Vol. 44, 2018, pp. 378-387. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbx078>
150. Rao, S. M., „A Manual for the Brief Repeatable Battery of Neuropsychological Tests in Multiple Sclerosis“. Medical College of Wisconsin, Milwaukee, 1990.
https://www.worldcat.org/title/neurobehavioral-aspects-of-multiple-sclerosis/oclc/1314361135&referer=brief_results
151. Rass, O., Forsyth, J. K., Krishnan, G. P., Hetrick, W. P., Klaunig, M. J., Breier, A., O'Donnell, B. F., Brenner, C. A., „Auditory Steady State Response in the Schizophrenia, First-Degree Relatives, Schizotypal Personality Disorder.“ *Schizophr. Res.*, Vol. 136, 2012, pp. 143-149.
<https://doi.org/10.1016/j.schres.2012.01.003>
152. Rass, O., Krishnan, G., Brenner, C. A., Hetrick, W. P., Merrill, C. C., Shekhar, A., O'Donnell, B. F., „Auditory Steady State Response in Bipolar Disorder: Relation to Clinical State, Cognitive Performance, Medication Status, Substance Disorders.“ *Bipolar Disord.*, Vol. 12, 2010, pp. 793-803.
<https://doi.org/10.1111/j.1399-5618.2010.00871.x>
153. Rey, A., „L'examen Psychologique Dans les cas D'encephalopathie Traumatique (Les Problems)“ [The psychological exam in cases of head trauma (The problems)]. *Archives de Psychologie*, Vol. 28, 1941, pp. 215-285. <https://psycnet.apa.org/record/1943-03814-001>
154. Reyes, S. A., Salvi, R. J., Burkard, R. F., Coad, M. L., Wack, D. S., Galantowicz, P. J., Lockwood, A. H., „PET Imaging of the 40 Hz Auditory Steady State Response.“ *Hear. Res.*, Vol. 194, 2004, pp. 73-80.
<https://doi.org/10.1016/j.heares.2004.04.001>
155. Reitan, R. M., „The Relation of the Trail Making Test to Organic Brain Damage.“ *Journal of consulting psychology*, Vol. 19, 1955, p. 393.
<https://doi.org/10.1037/h0044509>
156. Rojas, D. C., Teale, P. D., Maharajh, K., Kronberg, E., Youngpeter, K., Wilson, L. B., Wallace, A., Hepburn, S., „Transient Steady-State Auditory Gamma-Band Responses in First-Degree Relatives of People with Autism Spectrum Disorder.“ *Mol. Autism*, Vol. 2, 2011, pp. 1-13.
<https://doi.org/10.1186/2040-2392-2-11>
157. Rosch, E., „Cognitive Representations of Semantic Categories.“ *Journal of experimental psychology: General*, Vol. 104, 1975, p. 192.
<https://doi.org/10.1037/0096-3445.104.3.192>
158. Ross, B., Pantev, C., „Auditory Steady-State Responses Reveal Amplitude Modulation Gap Detection Thresholds.“ *J. Acoust. Soc. Am.*, Vol. 115, 2004, pp. 2193-2206. <https://doi.org/10.1121/1.1694996>
159. Santarelli, R., Maurizi, M., Conti, G., Ottaviani, F., Paludetti, G., Pettorossi, V. E., „Generation of Human Auditory Steady-State Responses (SSRs). II:

- Addition of Responses to Individual Stimuli.“ *Hear. Res.*, Vol. 83, 1995, pp. 9-18. [https://doi.org/10.1016/0378-5955\(94\)00185-S](https://doi.org/10.1016/0378-5955(94)00185-S)
160. Saupe, K., Widmann, A., Bendixen, A., Müller, M. M., Schröger, E. „Effects of Intermodal Attention on the Auditory Steady-state Response the Event-related Potential.“ *Psychophys.*, Vol. 46, 2009, pp. 321-327. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2008.00765.x>
161. Scarpina, F., D'Agata, F., Priano, L., Mauro, A. „Difference between Young Old Adults' Performance on the Psychology Experiment Building Language (PEBL) Test Battery: What Is the Role of Familiarity with Technology in Cognitive Performance?“ *Assessment*, Vol. 28, No. 6, 2021, pp. 1723-1734. <https://doi.org/10.1177/1073191120918010>
162. Schneider, W. J., and McGrew, K. S. “The Cattell-Horn-Carroll Model of Intelligence”. In “Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues”, 3rd ed, The Guilford Press, New York, NY, US, 2012, pp. 99–144. <https://psycnet.apa.org/record/2012-09043-004>
163. Seashore, S. H., Seashore, R. H. „Individual Differences in Simple Auditory Reaction Times of Hands, Feet Jaws.“ *Journal of Experimental Psychology*, Vol. 29, 1941, p. 342. <https://doi.org/10.1037/h0061571>
164. Seo, E. H., Lee, D. Y., Kim, K. W., Lee, J. H., Jhoo, J. H., Youn, J. C., Choo, I. H., Ha, J., Woo, J. I. „A Normative Study of the Trail Making Test in Korean Elders.“ *Int J Geriatr Psychiatry*, Vol. 21, 2006, pp. 844-852. <https://doi.org/10.1002/gps.1570>
165. Shallice, T. „Specific Impairments of Planning.“ *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences*, Vol. 298, 1982, pp. 199-209. <https://doi.org/10.1098/rstb.1982.0082>
166. Skosnik, P. D., Krishnan, G. P., O'Donnell, B. F. „The Effect of Selective Attention on the Gamma-Band Auditory Steady-State Response.“ *Neurosci. Lett.*, Vol. 420, 2007, pp. 223-228. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2007.04.072>
167. Soroli, E., Szenkovits, G., Ramus, F. „Exploring Dyslexics' Phonological Deficit III: Foreign Speech Perception Production.“ *Dyslexia*, Vol. 16, 2010, pp. 318-340. <https://doi.org/10.1002/dys.415>
168. Spencer, K. M., Niznikiewicz, M. A., Nestor, P. G., Shenton, M. E., McCarley, R. W. „Left auditory cortex gamma synchronization auditory hallucination symptoms in schizophrenia.“ *BMC Neurosci.*, Vol. 10, 2009, p. 85. <https://doi.org/10.1186/1471-2202-10-85>
169. Steinmann, S., Leicht, G., Ertl, M., Andreou, C., Polomac, N., Westerhausen, R., Friederici, A. D., Mulert, C. „Conscious Auditory Perception Related to Long-Range Synchrony of Gamma Oscillations.“ *NeuroImage*, Vol. 100, 2014, pp. 435-443. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2014.06.012>
170. Stern, R. A., White, T. „NAB, Neuropsychological Assessment Battery: Administration, Scoring, Interpretation Manual“. *Psychological Assessment Resources* Lutz, 2003. <https://doi.org/10.1037/e632232007-001>

171. Sterne, J. A., Savović, J., Page, M. J., Elbers, R. G., Blencowe, N. S., Boutron, I., Cates, C. J., Cheng, H.-Y., Corbett, M. S., Eldridge, S. M. „RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials.“ *Bmj*, Vol. 366, 2019. <https://doi.org/10.1136/bmj.14898>
172. Stroop, J. R. „Studies of Interference in Serial Verbal Reactions.“ *Journal of experimental psychology*, Vol. 18, 1935, p. 643. <https://doi.org/10.1037/h0054651>
173. Suchy, Y. „Executive Functioning: Overview, Assessment, Research Issues for Non-Neuropsychologists.“ *Ann. Behav. Med*, Vol. 37, 2009, pp. 106-116. <https://doi.org/10.1007/s12160-009-9097-4>
174. Sun, C., Zhou, P., Wang, C., Fan, Y., Tian, Q., Dong, F., Zhou, F., Wang, C. „Defects of Gamma Oscillations in Auditory Steady-State Evoked Potential of Schizophrenia.“ *Shanghai Arch. Psychiatry*, Vol. 30, 2018, p. 27. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5925596/>
175. Tada, M., Nagai, T., Kirihara, K., Koike, S., Suga, M., Araki, T., Kobayashi, T., Kasai, K. „Differential Alterations of Auditory Gamma Oscillatory Responses Between Pre-Onset High-Risk Individuals First-Episode Schizophrenia.“ *Cereb. Cortex*, Vol. 26, 2016, pp. 1027-1035. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhu278>
176. Tallon-Baudry, C., Bertrand, O. „Oscillatory gamma activity in humans its role in object representation.“ *Trends Cogn. Sci*, Vol. 3, 1999, pp. 151-162. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(99\)01299-1](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(99)01299-1)
177. Vanvooren, S., Poelmans, H., Vos, A., Ghesquière, P., Wouters, J. „Do Prereaders' Auditory Processing Speech Perception Predict Later Literacy?“ *Research in Developmental Disabilities*, Vol. 70, 2017, pp. 138-151. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2017.09.005>
178. Verhaeghen, P. „The Elements of Cognitive Aging: Meta-Analyses of Age-Related Differences in Processing Speed Their Consequences“. Oxford University Press, 2013. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195368697.001.0001>
179. Villena-González, M., Palacios-García, I., Rodríguez, E., López, V. „Beta Oscillations Distinguish Between Two Forms of Mental Imagery While Gamma Theta Activity Reflects Auditory Attention.“ *Front. Hum. Neurosci*, Vol. 0, 2018. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2018.00389>
180. Viswanathan, M., Ansari, M. T., Berkman, N. D., Chang, S., Hartling, L., McPheeters, M., Tsertsvadze, A. „AHRQ Methods for Effective Health Care: Assessing the Risk of Bias of Individual Studies in Systematic Reviews of Health Care Interventions“. Agency for Healthcare Research Quality (US, Rockville), 2008. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22479713/>
181. Viswanathan, M., Berkman, N. D., Dryden, D. M., Hartling, L. „Approaches to Assessing the Risk of Bias in Studies. In *Assessing Risk of Bias Confounding in Observational Studies of Interventions or Exposures: Further*

- Development of the RTI Item Bank“ [Internet], Agency for Healthcare Research Quality (US), 2013.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK154465/>
182. Vos, A., Vanvooren, S., Vanderauwera, J., Ghesquière, P., Wouters, J. „A Longitudinal Study Investigating Neural Processing of Speech Envelope Modulation Rates in Children with (a Family Risk for) Dyslexia.“ *Cortex*, Vol. 93, 2017, pp. 206-219. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2017.05.007>
 183. Wang, Y., Ye, M., Kuang, X., Li, Y., Hu, S. „A SimFSIfied Morphological Classification Scheme for Pyramidal Cells in Six Layers of Primary Somatosensory Cortex of Juvenile Rats.“ *IBRO Rep*, Vol. 5, 2018, pp. 74-90. <https://doi.org/10.1016/j.ibror.2018.10.001>
 184. Wechsler, D. „Manual for the Wechsler Adult Intelligence Scale“. Psychological Corporation, New York, NY, 1955.
<https://psycnet.apa.org/record/1955-07334-000>
 185. Wechsler, D. „Wechsler Adult Intelligence Scale-Third Edition: Administration Scoring Manual“. Psychological Corporation, San Antonio, Tex, 1997. <https://doi.org/10.1037/t49755-000>
 186. Wechsler, D. „Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence (WASI)“. Psychological Corporation, San Antonio, Tex, 1999.
<https://doi.org/10.1037/t15170-000>
 187. Wechsler, D. „Wechsler Adult Intelligence Scale-Fourth Edition: Administration Scoring Manual“. Psychological Corporation, San Antonio, Tex, 2008. <https://doi.org/10.1037/t15169-000>
 188. Wilkinson, G. S. „Wide Range Achievement Test 3 - Administration Manual:. Jastak Associates, Inc, Wilmington, DE, 1993.
<https://www.worldcat.org/title/wrat-3-wide-range-achievement-test-administration-manual/oclc/28897711>
 189. Zaehle, T., Lenz, D., Ohl, F. W., Herrmann, C. S. „Resonance phenomena in the human auditory cortex: individual resonance frequencies of the cerebral cortex determine electrophysiological responses.“ *Exp. Brain Res*, Vol. 203, 2010, pp. 629-635. <https://doi.org/10.1007/s00221-010-2265-8>
 190. Zhou, T.-H., Mueller, N. E., Spencer, K. M., Mallya, S. G., Lewandowski, K. E., Norris, L. A., Levy, D. L., Cohen, B. M., Öngür, D., Hall, M.-H. „Auditory Steady State Response Deficits Are Associated with Symptom Severity Poor Functioning in Patients with Psychotic Disorder.“ *Schizophr. Res*, Vol. 201, 2018, pp. 278-286.
<https://doi.org/10.1016/j.schres.2018.05.027>
 191. Zwaan, R. A., Etz, A., Lucas, R. E., Donnellan, M. B. „Making Replication Mainstream.“ *Behavioral Brain Sciences*, Vol. 41, 2018.
<https://doi.org/10.1017/S0140525X17001972>

PUBLIKACIJOS

Į disertaciją įtrauktos publikacijos

- Parčiauskaitė, V., Voicikas, A., Jurkuvėnas, V., Tarailis, P., Kraulaidis, M., Pipinis, E. ir Griškova-Bulanova, I. „40-Hz Auditory Steady-State Responses and the Complex Information Processing: An Exploratory Study in Healthy Young Males.“ PloS One, Vol. 14, No. 10, 2019, p. e0223127. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223127>.
- Parčiauskaitė, V., Bjekić, J. ir Griškova-Bulanova, I. „Gamma-Range Auditory Steady-State Responses and Cognitive Performance: A Systematic Review.“ Brain Sciences, Vol. 11, No. 2, 2021, p. 217. <https://doi.org/10.3390/brainsci11020217>.
- Parčiauskaitė, V., Pipinis, E., Voicikas, A., Bjekić, J., Potapovas, M., Jurkuvėnas, V. ir Griškova-Bulanova, I. „Individual Resonant Frequencies at Low-Gamma Range and Cognitive Processing Speed.“ Journal of Personalized Medicine, Vol. 11, No. 6, 2021, p. 453. <https://doi.org/10.3390/jpm11060453>.

Pranešimai konferencijose disertacijos tema

- Žodinis pranešimas: Parčiauskaitė V., Voicikas A., Jurkuvėnas V., Tarailis P., Kraulaidis M., Pipinis E. ir Griškova-Bulanova I. „40 Hz auditory steady-state early latency response is related to the Stroop task performance“. XI-oji Lietuvos neuromokslų asociacijos konferencija, Vytauto Didžiojo universitetas, Kaunas, Lietuva; 2019 m. lapkričio 29 d.
- Žodinis ir standinis pranešimai: Parčiauskaitė V., Voicikas A., Tarailis P., Kraulaidis M., Jurkuvėnas V. ir Griškova-Bulanova I. „40 Hz kNA relation to cognitive performance“. X-oji Lietuvos neuromokslų asociacijos konferencija, Gyvybės mokslų centras, Vilniaus universitetas, Vilnius, Lietuva; 2018 m. lapkričio 30 d. - gruodžio 1 d.

- Stendinis pranešimas: Parčiauskaitė V., Tarailis P., Kraulaidis M., Voicikas A. ir Griškova-Bulanova I. „40 Hz steady-state responses and individual sensory preference“. VII-oji tarptautinė konferencija „Aspects of Neuroscience“, Varšuvos universiteto Biologijos fakultetas, Varšuva, Lenkija; 2017 m. lapkričio 24-26 d.

Kitos publikacijos

- Dankinas, D., Parčiauskaitė, V. ir Dapšys, K. „Intra-Individual Reaction Time Variability and Response Preparation: An EEG Study.“ Acta Neurobiologiae Experimentalis, Vol. 75, No. 4, 2015, pp. 462–468. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26994424/>

Kiti pranešimai pranešimai konferencijose

- Stendinis pranešimas: Parčiauskaitė V., Tarailis P., Kraulaidis M., Voicikas A. ir Griškova-Bulanova I. „40 Hz steady-state responses and individual sensory preference“. IX-oji Lietuvos neuromokslų asociacijos konferencija, Lietuvos sveikatos mokslų universitetas, Kaunas, Lietuva; 2017 m. gruodžio 1 d.
- Stendinis pranešimas: Parčiauskaitė V., Voicikas A. ir Griškova-Bulanova I. „Auditory steady-state responses to stimulation of different presentation order and duration“. VIII-oji Lietuvos neuromokslų asociacijos konferencija, Gyvybės mokslų centras, Vilniaus universitetas, Vilnius, Lietuva; 2016 m. gruodžio 9 d.
- Stendinis pranešimas: Parčiauskaitė V., Voicikas A. ir Griškova-Bulanova I. „Auditory steady-state responses to stimulation of different duration“. VI-oji tarptautinė konferencija „Aspects of Neuroscience“, Varšuvos universiteto Biologijos fakultetas, Varšuva, Lenkija; 2016 m. lapkričio 25-27 d.

PADĖKA

Norėčiau nuoširdžiai padėkoti savo vadovei dr. Ingai Griškovai-Bulanovai už jos pastangas perduodant mokslines žinias ir patirtį bei kartu įgyvendintus projektus. Dėkoju savo kolegoms iš Vilniaus universiteto: dr. Aleksandriui Voicikui, dr. Vytautui Jurkuvėnui, Povilui Tarailiui, Mindaugui Kraulaidžiui, Mindaugui Potapovui, dr. Jovanai Bjekić už bendradarbiavimą atliekant tyrimus. Ypač norėčiau padėkoti dr. Evaldai Pipiniui už palaikymą ir vertingas pastabas. Esu labai dėkinga visiems tiriamiesiems už sutikimą dalyvauti tyrimuose. Taip pat norėčiau padėkoti recenzentams ir visiems disertacijos gynimo tarybos nariams už jų laiką ir vertingas pastabas, kurios buvo labai naudingos šiam darbui. Dėkoju Vilniaus universiteto leidyklos administratorei Dianai Leleikienei už pagalbą maketuojant šį darbą.

Norėčiau padėkoti visiems savo mentoriams, lydėjusiems mane akademiniam kelyje: dr. Osvaldai Rukšėnui, dr. Aidui Alaburdai, dr. Vilmai Kisnerienei, dr. Ramunei Grikšienei, dr. Kastyčiui Dapšiui, dr. Aušrai Saudargienei ir kitiems. Jūs padėjote man augti ne tik kaip profesionali, bet ir kaip asmenybei.

Esu nepaprastai dėkinga Ernestui, kuris manimi tikėjo ir skatino judėti pirmyn! Didžiausia padėka mano tėvams už jų meilę, paramą ir kantrybę. Ir galiausiai, esu nuoširdžiai dėkinga savo draugams už jų supratimą ir palaikymą.

UŽRAŠAMS

Vilniaus universiteto leidykla
Saulėtekio al. 9, III rūmai, LT-10222 Vilnius
El. p. info@leidykla.vu.lt, www.leidykla.vu.lt
Tiražas 16 egz.