

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

Dominika Kamilia Jarmal

**TRIMAČIŲ EISENOS ANALIZAVIMO SISTEMŲ VALIDUMAS
VERTINANT VAIKŲ, SERGANČIŲ CEREBRINIŲ
PARALYZIUMI, EISENOS PARAMETRUS: SISTEMINĖ
LITERATŪROS APŽVALGA**

REABILITACIJOS MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

Darbo vadovas: prof. dr. Juozas Raistenskis

VILNIUS, 2022

DARBO ANOTACIJA

Reabilitacijos magistro baigiamasis darbas „Trimačių eisenos analizavimo sistemų validumas vertinant vaikų, sergančių cerebriniu paralyžiumi, eisenos parametrus: sisteminė literatūros apžvalga“ atliktas 2021 – 2022 metais.

Darbo autorius: Dominika Kamilia Jarmal, Vilniaus universiteto Reabilitacijos magistrantūros studijų programos II kurso studentė.

Darbo vadovas: prof. dr. Juozas Raistenskis, Vilniaus universiteto, Medicinos fakulteto Sveikatos mokslų instituto Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra.

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

Darbo recenzentai:

Asist. dr. Jovita Petrulytė

Asist. dr. Svetlana Lenickienė

Reabilitacijos magistro baigiamasis darbas „Trimačių eisenos analizavimo sistemų validumas vertinant vaikų, sergančių cerebriniu paralyžiumi, eisenos parametrus: sisteminė literatūros apžvalga“ ginamas viešajame komisijos posėdyje, kuris įvyks 2022 m. birželio mėn. 3 d. 9:00 val. VU MF Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedroje nuotoliniu būdu.

TURINYS

SANTRAUKA.....	4
ABSTRACT.....	6
TEKSTE PANAUDOTŲ TRUMPINIŲ PAAIŠKINIMAI.....	8
DARBE PATEIKTŲ LENTELIŲ SĄRAŠAS	9
DARBE PATEIKTŲ PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS	10
1. ĮVADAS	11
2. TYRIMO ORGANIZAVIMAS IR METODIKA.....	13
2.1. Darbo metodika.....	13
2.2. Vertinamoji baigtis ir vertinimo kriterijai	14
2.3. Paieškos strategija	14
3. DUOMENŲ GAVIMAS (EKSTRAKCIJA).....	18
4. ŠALTINIŲ KOKYBĖS VERTINIMAS	26
4.1. Pirminis šaltinių kokybės vertinimas	26
5. ANALIZĖ (DUOMENŲ SINTEZĖ).....	33
5.1. Tyrimo rezultatai	33
5.2. Tyrimo rezultatų aptarimas	40
5.2.1. Trimačių eisenos analizavimo sistemų validumas	40
5.2.2. Trimačių eisenos analizės sistemų pritaikymas vaikams, sergantiems CP	48
5.2.3. Sisteminės literatūros apžvalgos trūkumai ir privalumai	49
6. IŠVADOS	51
7. PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS	52
8. LITERATŪROS SĄRAŠAS	53
9. PRIEDAI.....	58

SANTRAUKA

Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Sveikatos mokslų institutas

Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra

Reabilitacijos magistrantūros studijų programa

TRIMAČIŲ EISENOS ANALIZAVIMO SISTEMŲ VALIDUMAS VERTINANT VAIKŲ, SERGANČIŲ CEREBRINIŲ PARALYŽIUMI, EISENOS PARAMETRUS: SISTEMINĖ LITERATŪROS APŽVALGA

Reabilitacijos magistro baigiamasis darbas

Darbo autorė: Dominika Kamilia Jarmal, Vilniaus universiteto reabilitacijos magistrantūros studijų programos II kurso studentė.

Darbo vadovas: prof. dr. Juozas Raistenskis, Vilniaus universiteto Medicinos fakulteto Sveikatos mokslų instituto Reabilitacijos, sporto ir medicinos katedra.

Pagrindinės sąvokos (raktiniai žodžiai): trimatės eisenos analizavimo sistemos, validumas, cerebrinis paralyžius, eisenos parametrai.

Darbo tikslas: išanalizuoti trimačių eisenos analizavimo sistemų validumą vertinant vaikų, sergančių cerebriniu paralyžiumi, eisenos parametrus.

Darbo uždaviniai:

1. Susisteminti literatūros šaltinius, kurie vertina trimačių eisenos analizės sistemų validumą vaikų, sergančių cerebriniu paralyžiumi, eisenos parametrų tyrimui.
2. Remiantis susistemintais literatūros šaltiniais įvertinti trimačių eisenos analizės sistemų validumą vaikų, sergančių cerebriniu paralyžiumi, eisenos parametrų tyrimui.

Tyrimo metodai: Mokslinių straipsnių paieška buvo atliekama pagal „PRISMA“ 2020 metų nurodytą sisteminių literatūros apžvalgų arba metaanalizių mokslinių šaltinių paieškos strategiją.

Pritaikius įtraukimo ir neįtraukimo į tyrimą kriterijus, mokslinių šaltinių paieška buvo vykdoma dviejuose duomenų bazėse: „Web of Science“ („Clarivate Analytics“) ir „PubMed“ („Medline“) duomenų bazėje. Mokslinių publikacijų ekstrakcijai įvykdyti, kiekvienoje iš duomenų bazių buvo įvedamos trys paieškos eilutės (identiškos, nekeičiant eiliškumo, žodžių sekos, skyrybos ženklų). Šaltiniai į tyrimą buvo atrenkami duomenų bazėse įvedus paieškos eilutes:

1. Three – dimensional gait analysis cerebral palsy
2. Three – dimensional gait analysis validity

3. Three – dimensional gait analysis validity cerebral palsy

Į sisteminę literatūros apžvalgą buvo įtraukta 11 pilno teksto mokslinių straipsnių, atitinkančių įtraukimo kriterijus. Buvo atlikta visų mokslinių publikacijų pagrindinių charakteristikų analizė, mokslinių tyrimų tiriamųjų pagrindinių charakteristikų analizė, pirminė šaltinių vertinimo kokybė (pagal „Cochrane Collaboration“ šaltinių kokybės vertinimo atnaujintą įrankį „ROB2“) ir rezultatų analizė, vertinant kiekvieno mokslinio straipsnio nurodytus trimačių eisenos analizės sistemų validumo kriterijų intervalus.

Rezultatai: Atlikus 11 mokslinių straipsnių analizę buvo nustatyta, kad įvairios inovatyvios, dar plačiai klinikinėje praktikoje nenaudojamos trimatės eisenos analizės sistemos yra validžios priemonės, siekiant ištirti pacientų, sergančių cerebriniu paralyžiumi, eisenos rodiklius. Visų skirtingų judesių tyrimo sistemų suderinamumas su jau validizuotomis sistemomis įrodo skirtingą jų validumo vertinimą: vienos sisteminėje literatūros apžvalgoje analizuotos priemonės gali tiksliai įvertinti daugelį eisenos parametrų, o kitos – tik kelis, tačiau visos moksliniuose tyrimuose analizuotos judesių vertinimo sistemos yra validūs tyrimo metodai, siekiant ištirti bent kelis pacientų eisenos rodiklius.

Išvados:

1. Iš duomenų bazių „Web of Science“ ir „PubMed“ iš viso susisteminta 11 mokslinių straipsnių, kurie vertina trimačių eisenos analizės sistemų validumą.
2. Visos sisteminėje literatūros apžvalgoje analizuotos judesių vertinimo sistemos yra validžios priemonės, tiriant bent kelis eisenos rodiklius:
 - A. Siekiant patikimų rezultatų, eisenos parametrai gali būti tiriami: įmontuotos į planšetinį įrenginį skaitmeninės trimatės kameros pagalba, išmaniosios trimatės aplikacijos mobiliuosiuose telefonuose pagalba ir inercinių judesių matavimo vienetų pagalba.
 - B. Tokia judesių vertinimo įranga, kaip „Microsoft Kinect“ žaidimų sistema, pjezoelektrinis akselerometras, belaidė judesių vertinimo sistema „Wi – GAT“ ir skaitmeninės kameros judesių analizės sistema aprašo prastą, vidutinį ir puikų įrenginių validumą, vertinant skirtingus eisenos rodiklius, todėl reikalauja papildomų tyrimų ateityje.

ABSTRACT

Vilnius University Faculty of Medicine Health Science Institute

Department of Rehabilitation, Physical and Sports Medicine

Master's Degree of Rehabilitation

VALIDITY OF THREE – DIMENSIONAL GAIT ANALYSIS SYSTEM EVALUATING GAIT PARAMETERS IN CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY: A SYSTEMATIC REVIEW

Rehabilitation Master's Thesis

The Author: Dominika Kamilia Jarmal, a final year student in Master's of Rehabilitation of Vilnius University faculty of Medicine.

Academic Supervisor: Prof. Ph.D. Juozas Raistenskis, Vilnius University, Faculty of Medicine, Health Science Institute, Department of Rehabilitation, Physical and Sports Medicine.

Keywords: three – dimensional gait analysis system, validity, cerebral palsy, parameters of gait.

The aim of research work: to analyze the validity of three – dimensional gait analysis systems evaluating gait parameters in children with cerebral palsy.

Tasks of work:

1. To systematize literature sources that evaluate the validity of three – dimensional gait analysis systems in assessing gait parameters of children with cerebral palsy.
2. To evaluate the validity of three – dimensional gait analysis systems based on systematized literature sources in assessing gait parameters of children with cerebral palsy.

Materials and methods: The research of scientific articles was performed in accordance with the *PRISMA 2020* strategy for searching systematic reviews of literature or meta – analyses of scientific sources.

After applying the inclusion and exclusion criteria, the search for scientific sources was performed in two databases: *Web of Science (Clarivate Analytics)* and *PubMed (Medline)* databases. In order to perform the extraction of scientific publications, three search lines were entered in each of these two databases (identical lines without changing the order, word sequence, punctuation marks). Sources were inspected and selected by entering these three search lines in databases:

1. Three – dimensional gait analysis cerebral palsy

2. Three – dimensional gait analysis validity
3. Three – dimensional gait analysis validity cerebral palsy

11 full – text scientific articles meeting the inclusion criteria were included in this systematic review. The analysis of the main characteristics of all scientific publications and the analysis of the main characteristics of the research subjects were performed. The initial quality evaluation of scientific sources was performed (according to the *Cochrane Collaboration's* updated quality assessment tool *ROB2*). Evaluating the ranges of validity criteria for three – dimensional gait analysis systems specified in each scientific article, analysis about the results was performed.

Results: The analysis of 11 scientific articles revealed that various and innovative three – dimensional gait analysis systems are valid measurements for the patients with cerebral palsy. Compatibility of all different motion test systems with already validated tools demonstrates different assessment of their validity: some of the measures analyzed in this systematic literature review can accurately estimate many gait parameters, while others can only estimate a few. However, all motion assessment systems analyzed in the scientific researches are valid test methods to examine at least a few gait parameters of the patients.

Conclusions:

1. In total 11 scientific articles have been systematized from the *Web of Science* and *PubMed* databases evaluating the validity of three – dimensional gait analysis systems.
2. All motion assessment systems which have been analyzed in this systematic literature review are valid tools for investigating at least a few gait parameters:
 - A. For reliable results gait parameters can be examined by 3-D camera for iPad, smartphone camera application (*SCA*) and inertial measurement units (*IMUs*).
 - B. Motion evaluation equipment such as *Microsoft Kinect* system V2, piezoelectric accelerometer, wireless gait assessment tool *Wi – GAT* and digital camera describes poor, average and excellent validity of the devices evaluating different gait performance indicators, therefore these systems require further researches in the future.

TEKSTE PANAUDOTŲ TRUMPINIŲ PAAIŠKINIMAI

CP – cerebrinis paralyžius

ICC – tarpklasinis koreliacijos koeficientas (angl. *Intra-class correlation coefficient*)

JIM – žurnalo citavimo rodiklis (angl. *Journal Impact Factor*)

m – metrai

min – minutės

PPMC – Pirsono tiesinės koreliacijos koeficientas

s – sekundės

DARBE PATEIKTŲ LENTELIŲ SĄRAŠAS

1 lentelė: Mokslinių straipsnių atranka „Web of Science“ duomenų bazėje	15
2 lentelė: Mokslinių straipsnių atranka „PubMed“ duomenų bazėje	16
3 lentelė: Pagrindinės į apžvalgą įtrauktų tyrimų charakteristikos	18
4 lentelė: Pagrindinės į apžvalgą įtrauktų straipsnių tiriamųjų charakteristikos.....	20
5 lentelė: Mokslinių straipsnių žurnalų citavimo rodikliai	24
6 lentelė: Į apžvalgą įtrauktų straipsnių kokybės vertinimas pagal „Cochrane Collaboration“ ...	28
7 lentelė: Į apžvalgą įtrauktų tyrimų judesių analizės sistemų pagrįstumo vertinimas.....	33
8 lentelė: Trimačių judesių sistemų validumo apibendrinimas, vertinant skirtingus rodiklius....	46

DARBE PATEIKTŲ PAVEIKSLŲ SĄRAŠAS

1 pav: Mobilioje aplikacijoje naudojamas algoritmas	42
2 pav: Cho ir kitų tyrime naudojami inerciniai judesių matavimo vienetai	43
3 pav: Miyazaki ir kitų tyrime naudojami inerciniai judesių matavimo vienetai	43

1. ĮVADAS

Cerebrinio paralyžiaus (CP) diagnozė, pasižyminti raumenų tonuso ir motorinių įgūdžių pakitimais, globaliu mastu pasireiškia dviems iš 1000 naujagimių, o paskutiniųjų metų duomenimis mokslininkai aprašo nuo pusantra iki trijų iš 1000 cerebrinio paralyžiaus atvejų gimusiųjų gretose [1, 2]. Literatūroje biopsichosocialiniu požiūriu ši liga laikoma viena sudėtingiausių diagnozių: daugumai pacientų pasireiškia kognityviniai, kalbos suvokimo ir raiškos sutrikimai, epilepsijos priepuoliai, sumažėjusios mobilumo galimybės, o 40 proc. sergančiųjų negeba savarankiškai eiti [3, 4]. Literatūroje taip pat nurodoma, kad net 90 proc. visų CP pacientų eisenos rodikliai yra sutrikę [5]. Pastarasis funkcinis sutrikimas didele dalimi riboja sergančiųjų vaikų ir jų šeimos narių kasdieninę veiklą, laisvalaikio ir galimų pomėgių ypatumus [6]. Dėl ankstyvos cerebrinio paralyžiaus diagnostikos, aktyviais gydymo ir reabilitacijos proceso dalyviais tampa šeimos nariai – tėvai, kuriems nuolatinė vaiko slauga ir priežiūra tampa kasdienybę apsunkinančiu veiksmu [7]. Savarankiška sergančiojo vaiko eisena dažnai tampa lengviniu pacientui ir šeimos nariams, kuris didina ir motyvuoja gydymo proceso metu. Tam, kad reabilitacijos komandos nariai rastų labiausiai tinkamą metodą cerebriniu paralyžiumi sergančių vaikų eisenos parametrų gerinimui, pirmiausia reikalingi jautrūs, tikslūs ir pagrįsti tyrimo įrankiai šioje srityje.

Viena iš sunkiausių cerebrinio paralyžiaus ligos sukeltų pasekmių yra sergančių vaikų eisenos sutrikimai ir negebėjimas savarankiškai judėti aplinkoje, priklausymas nuo kitų asmenų. Norint efektyviai kompensuoti arba atstatyti sergančiųjų CP vaikų eisenos ypatumus, būtinas kokybiškas eisenos ištyrimas, po kurio seka specifinis individualaus gydymo plano sudarymas pagal paciento poreikius. Dažniausiai mokslininkų nurodomi tyrimuose nagrinėjami eisenos rodikliai gali būti: ėjimo greitis (angl. *gait speed*), eisenos ritmas (angl. *cadence* – žingsniai per minutę), žingsnio ilgis (angl. *stride length*) ir plotis (angl. *stride width*), pėdos pakrypimo momentai ir čiurnos padėtis, dubens poslinkiai (šoninis / vertikalus), klubų poslinkio kampai visose plokštumose, eisenos fazės ypatumai (atramos ir mosto fazės) [8]. Tiek aprašomi literatūroje, tiek naudojami klinikinėje praktikoje „auksiniu standartu“ (geriausiu pasirinkimu) laikomi trimačių eisenos analizavimo sistemų tyrimo konstruktai kokybiškai ir tiksliai, skaitinėmis išraiškomis, nustato eisenos parametrų rodiklius ir tampa atspirties tašku taikant gydymo metodus [9, 10]. Nepaisant greitų ir tikslingų tyrimo rezultatų, trimatės judesių analizavimo sistemos atitinkamai pasižymi ir trūkumais: didelė įrenginių kaina, naudojimosi specifika, pasiruošimas prieš atliekant tyrimą (žymeklių tvirtinimas įvairiose anatomicinėse padėtyse, įrangos kamerų kalibravimas / matavimo prietaiso rodmenų patikrinimas) [11, 12]. Kadangi tokio pobūdžio instrumentai reikalauja didelių finansinių išlaidų, deja, tačiau ne visos gydymo įstaigos turi

galimybę įsigyti įvairias kompiuterizuotas judesių analizės technologijas. Dėl šios priežasties, biotechnologijų ir medicinos atstovai stengiasi įrodyti inovatyvių, dar klinikinėje praktikoje plačiai nenaudojamų trimačių eisenos analizės sistemų naudą, tikslumą ir pagrįstumą [13]. Trimatės judesių analizavimo sistemos gali būti labai skirtingos, adaptuotos tam tikrų parametru tyrimams, skirtingai vizualiai atrodančios ir veikiančios, tačiau jų visų tikslas – detali tam tikrų parametru kiekybinė išraiška [14, 15]. Įvairus inovatyvios trimatės judesių analizės įrangos spektras pasižymi lengvesnėmis naudojimosi sąlygomis (patogumas), mažesne įsigijimo kaina ir dar nepatvirtintu validumu – literatūroje dar vis trūksta informacijos, ar nauji judesių tyrimams pritaikyti įrenginiai tikrai matuoja ir tiria būtent tuos rodiklius, kuriuos norima pamatuoti ir iširti (pagrįstumo aspektas).

Galima daryti išvadą, kad literatūroje dar vis trūksta duomenų apie naujausių trimatės analizės sistemų validumą, vertinant vaikų, sergančių CP eiseną. Atlikus paiešką „The Cochrane collaboration“ duomenų bazėje, sisteminių apžvalgų trimačių eisenos analizės sistemų validumo įrodymų tema nebuvo aptikta. Analizuojant mokslinius darbus, buvo rastas 2015 metais šioje duomenų bazėje patalpintas straipsnis, kurio tyrimas buvo orientuotas į CP sergančių asmenų raumenų jėgą ir eisenos vertinimo kriterijus trimatės analizės įrankiu [16]. Įvertinus analizuojamos temos trūkumą literatūroje, šis darbas nukreiptas į inovatyvių trimačių eisenos analizės sistemų validumo įrodymus, tiriant vaikus, sergančius cerebriniu paralyžiumi ir analizuojant jų eisenos parametrus. Įrodant, kad inovatyvi eisenos rodiklių matavimo įranga tiksliai tiria būtent tuos parametrus, kuriuos norima iširti, būtų žengtas svarbus žingsnis, paskatinantis reabilitacijos komandos narius išreikšti poreikį greitai ir kokybiškai tirti pacientų eisenos rodiklius inovatyvių priemonių pagalba.

Sisteminės apžvalgos tikslas: išanalizuoti trimačių eisenos analizavimo sistemų validumą vertinant vaikų, sergančių cerebriniu paralyžiumi, eisenos parametrus.

Sisteminės apžvalgos tikslas pateiktas klausimo formoje: ar trimatės eisenos analizavimo sistemos yra validžios priemonės vertinant vaikų, sergančių cerebriniu paralyžiumi, eisenos parametrus?

Uždaviniai:

1. Susisteminti literatūros šaltinius, kurie vertina trimačių eisenos analizės sistemų validumą vaikų, sergančių cerebriniu paralyžiumi, eisenos parametru tyrimui.
2. Remiantis susistemintais literatūros šaltiniais įvertinti trimačių eisenos analizės sistemų validumą vaikų, sergančių cerebriniu paralyžiumi, eisenos parametru tyrimui.

2. TYRIMO ORGANIZAVIMAS IR METODIKA

2.1. Darbo metodika

Mokslinių straipsnių paieška buvo atliekama pagal „PRISMA“ 2020 metų nurodytą sisteminių literatūros apžvalgų arba metaanalizių mokslinių šaltinių paieškos strategiją.

Tyrimo pradžioje buvo apibrėžtos duomenų bazės, kuriose atlikta straipsnių paieška: „Web of Science“ („Clarivate Analytics“) duomenų bazė ir „PubMed“ („Medline“) duomenų bazė. Šios duomenų bazės yra vienos geriausių pasirinkimų, norint analizuoti naujausią ir patikimą informaciją įvairiomis medicinos mokslinėmis temomis, todėl šis dviejų duomenų bazių pasirinkimas buvo įgyvendintas tikintis gauti kokybiškus rezultatus, kurių interpretacija klinikinėje praktikoje būtų reikšminga (pavyzdžiui, paskatinti specialistus naudoti trimates judesių analizės sistemas, tiriant pacientų eisenos rodiklius). Tyrimui įgyvendinti, publikacijų paieška buvo atliekama 2021 metais (dėl šios priežasties apibrėžtas ieškomų straipsnių laikotarpis yra 2011 – 2022 metai, dešimties metų senumo terminas). Paskutinė šaltinių paieška buvo atliekama 2022 metų vasario mėnesį.

Mokslinių tyrimų įtraukimo kriterijai:

1. Straipsniai, paskelbti nuo 2011 metų sausio mėn. iki 2021 metų gruodžio mėn.
2. Straipsniai, paskelbti anglų kalba.
3. Asmenys, kurių eisenos parametrai tiriami trimatėmis judesio analizės sistemomis.
4. Straipsniai su įvertintu validumo kriterijumi.
5. Tyrimai, atlikti bet kuriose pasaulio šalyse.

Mokslinių tyrimų neįtraukimo kriterijai:

1. Kokybinio tyrimo tipo straipsniai.
2. Straipsniai, kuriuose nagrinėjamas trimačių eisenos sistemų patikimumo kriterijus.

Mokslinių straipsnių atranka buvo vykdoma naudojant tris skirtingas paieškos eilutes. Svarbu paminėti, kad „Web of Science“ ir „PubMed“ duomenų bazėse duomenų ekstrakcijai buvo naudojamos identiškos paieškos eilutės, nekeičiant žodžių (sinonimais), ženklų ir kt., paieškos eilutės abiejuose duomenų bazėse buvo įvedamos eiliškumo tvarka, fiksuojamas gautų mokslinių publikacijų bendras rezultatas. Šaltiniai į tyrimą buvo atrenkami duomenų bazėse įvedus paieškos eilutes:

1. Three – dimensional gait analysis cerebral palsy

2. Three – dimensional gait analysis validity
3. Three – dimensional gait analysis validity cerebral palsy

2.2. Vertinamoji baigtis ir vertinimo kriterijai

Atliekant literatūros analizę, tikėtinas straipsniuose pateiktas validumo reikšmių vertinimas buvo pagal tarpklasini koreliacijos koeficientą (angl. *Intra-class correlation coefficient (ICC)*) arba kitus statistinės analizės koreliacijos koeficientų metodus (pvz., Pirsono tiesinės koreliacijos koeficientą, Spirmano koreliacijos koeficientą).

2.3. Paieškos strategija

Pasirinkus dvi minėtas duomenų bazes, kuriose buvo ieškomi ir atrenkami moksliniai darbai, straipsnių paieška pradėta „Web of Science“ („Clarivate Analytics“) duomenų bazėje, vieną po kitos įvedus tris minėtas paieškos eilutes (1 lentelė).

Analizę pradėjus nuo paieškos eilutės „three – dimensional gait analysis cerebral palsy“, gauta 231 moksliniai šaltiniai, iš kurių pagal pavadinimą į sisteminę literatūros apžvalgą buvo įtraukti tik keturi. Pagrindinės neįtraukimo priežastys buvo: nepateiktas tiriamos trimatės judesių analizės sistemos validumas, tiriamųjų populiacijos po galūnių amputacijų, dvimačių analizės sistemų validumo tyrimai, tyrime tikrinamas patikimumas, bet ne validumas, lyginamieji darbai, kurie aprašo kelių eisenos tyrimo konstrukto aspektus, tačiau nepateikia jų validumo reikšmių ir kt.

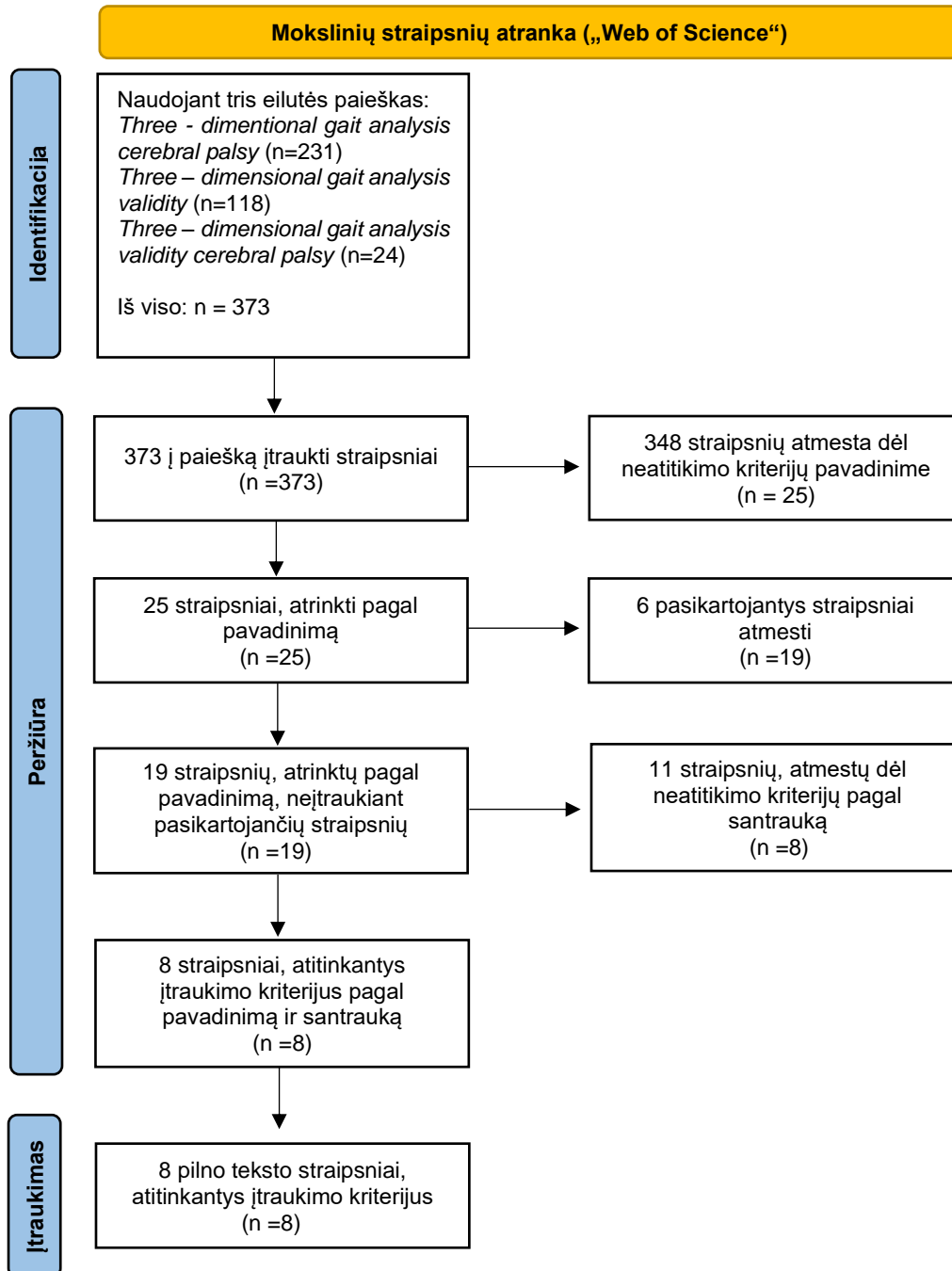
Pasinaudojus antrąja paieškos eilute „three – dimensional gait analysis validity“, duomenų bazėje „Web of Science“ buvo rasta 118 2011 – 2021 metų mokslinių darbų, iš kurių į sisteminę literatūros apžvalgą buvo įtraukti keturi pilno teksto straipsniai. Įvedus antrąją paieškos eilutę buvo pastebėtas pasikartojamumo rodiklis: keturi straipsniai dubliavosi su pirmąja nurodyta paieškos eilute (atmetus pasikartojančius darbus, į tyrimą buvo įtraukti keturi straipsniai). Pagrindinės straipsnių neįtraukimo į tyrimą priežastys dominavo panašios, kaip ir analizuojant pirmąją paieškos eilutę.

Įvedus trečiąją paieškos eilutę „three – dimensional gait analysis validity cerebral palsy“, buvo gautas mažiausias mokslinių darbų skaičius – 24 straipsniai. Analizuojant pavadinimus ir santraukas, sisteminei literatūros apžalgai atlikti buvo rasti šeši pagal pavadinimą ir santrauką tyrimui tinkantys moksliniai darbai, iš kurių visi pasikartojė su pirmos arba antros paieškos eilutės rezultatais. Todėl, pasinaudojus paskutiniąja paieškos eilute, naujų mokslinių straipsnių tyrimui rasti nepavyko.

Apibendrinant pirmosios duomenų bazės „Web of Science“ („Clarivate Analytics“) paieškos strategiją, galima daryti išvadą, kad iš bendrai rastų 373 mokslinių straipsnių į sisteminę literatūros

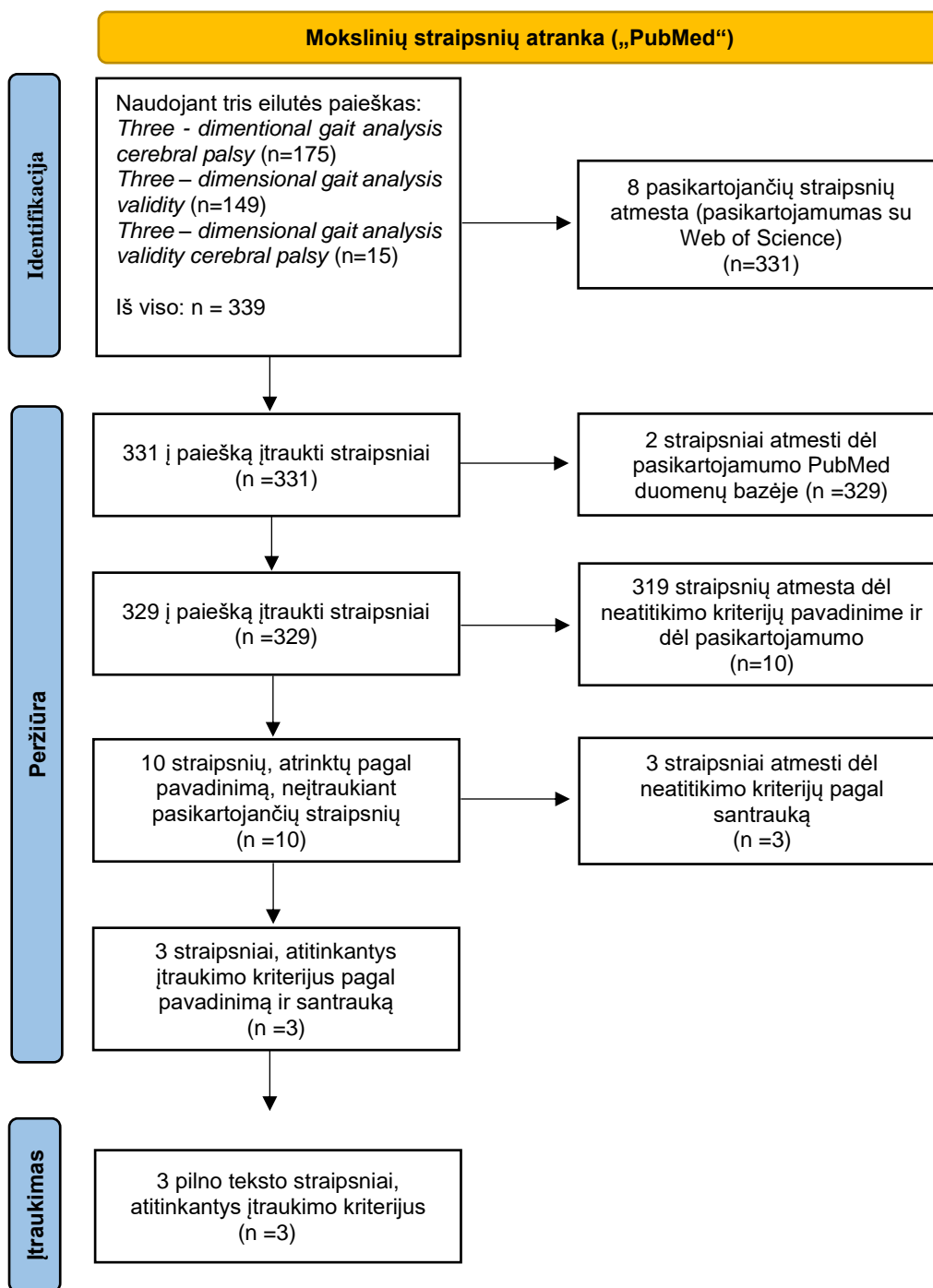
apžvalgą buvo įtraukti tik aštuoni pilno teksto straipsniai, atitinkantys tyrimo įtraukimo kriterijus (1 lentelė).

1 lentelė. Mokslinių straipsnių atranka „Web of Science“ duomenų bazėje.



Kitoje pasirinktoje duomenų bazėje „PubMed“ mokslinių šaltinių atranka vyko identiška eiliškumo tvarka: įvedamos trys anksčiau minėtos paieškos eilutės, atrenkamos publikacijos, kurių pavadinimai ir santraukos atitinka įtraukimo kriterijus, analizuojami ir atmetami besidubliuojantys darbai (šiuo atveju pasikartojamumo rodiklis išryškėjo tarp skirtingų duomenų bazių ir tos pačios duomenų bazės paieškos eilučių) (2 lentelė).

2 lentelė. Mokslinių straipsnių atranka „PubMed“ duomenų bazėje.



Analizuojant 2011 – 2021 metais atliktus mokslinius darbus ir įvedus pirmąją paieškos eilutę, iš 175 gautų šaltinių pagal pavadinimus ir santraukas buvo rasti tik penki tinkami darbai (2 lentelė). Iš penkių tinkamų straipsnių buvo pastebėti trys pasikartojantys darbai (su „Web of Science“ duomenų baze), todėl į tyrimą galėjo būti įtraukti tik du nauji moksliniai straipsniai.

Antroji paieškos eilutė iš 149 rezultatų pagal pavadinimą leido atrinkti 14 pagal pavadinimus ir santraukas tinkamų mokslinių darbų, iš kurių šeši pasikartojė su pirmąja duomenų baze ir

paieškos eilute. Septyni likusieji moksliniai šaltiniai neatitiko įtraukimo kriterijų. Todėl šios paieškos eilutės analizės būdu, į tyrimą buvo atrinktas tik vienas naujas darbas (2 lentelė).

Įvedus paskutinę paieškos eilutę, iš 15 gautų rezultatų pagal pavadinimą rasti trys tinkami straipsniai – visi iš jų kartojosi su pirmąja duomenų baze ar kitomis paieškos eilutėmis, įvestomis „PubMed“ duomenų bazėje (2 lentelė).

Apibendrinant duomenų bazės „PubMed“ paieškos rezultatus, iš bendrai rastų 339 mokslinių publikacijų į sisteminę literatūros apžvalgą buvo įtraukti tik trys įtraukimo kriterijus atitinkantys moksliniai darbai. Tokių publikacijų kiekį lėmė besidubliuojantys šaltiniai tiek skirtingose duomenų bazėse, tiek įvedus skirtingas paieškos eilutes duomenų bazėje „PubMed“.

Analizuojant dviejų duomenų bazių rezultatus, galima matyti nedidelį skirtumą: „Web of Science“ duomenų bazėje didesnė šaltinių gausa leido įtraukti daugiau mokslinių publikacijų, nei „PubMed“ duomenų bazėje patalpinti darbai (1 ir 2 lentelės).

3. DUOMENŲ GAVIMAS (EKSTRAKCIJA)

Iš duomenų bazių „Web of Science” ir „PubMed“ buvo atrinkta 11 pilno teksto straipsnių (3 lentelė). Dauguma jų rasta vienoje patikimiausių mokslinių šaltinių duomenų bazėje „Web of Science“ (8 straipsniai). Atlikus paiešką „PubMed“ svetainėje ir atrinkus besidubliuojančius mokslinius šaltinius, į sisteminę literatūros apžvalgą įtraukti tik trys moksliniai tyrimai.

3 lentelė. Pagrindinės į apžvalgą įtrauktų tyrimų charakteristikos.

Nr.	Straipsnis	Šalis	Tyrimo tipas	Vertinama judesių analizės sistema	Auksiniu standartu laikoma judesių analizės sistema	Pateikta konstrukto validumo reikšmė	Duomenų bazė
1.	Agustsson ir kt. (2019) [17]	Airija	Kiekybinis	<i>3-D camera for iPad</i>	<i>Qualisys Oqus 300 motion capture system</i>	Taip	„Web of Science”
2.	Asaeda ir kt. (2018) [18]	Airija	Kiekybinis	<i>Microsoft Kinect system V2</i>	<i>Vicon Motion Systems, VICON MX</i>	Taip	„Web of Science”
3.	Azhand ir kt. (2021) [19]	Vokietija	Kiekybinis	<i>Smartphone camera application, SCA</i>	<i>Gait assessment system GAITRite</i>	Taip	„Web of Science”
4.	Cho ir kt. (2018) [20]	Korėja	Kiekybinis	<i>Inertial Measurement Units (IMUs)</i>	<i>Vicon Motion Systems, VICON MX</i>	Taip	„Web of Science”
5.	Chung ir Ng (2012) [21]	Kinija	Kiekybinis	<i>Accelerometer, Model 8772A10</i>	<i>V-370, Vicon Motion Systems</i>	Taip	„Web of Science”
6.	Clark ir kt. (2015) [22]	Australija	Kiekybinis	<i>Microsoft Kinect system V2</i>	<i>Vicon Motion Systems, VICON Nexus VI.8.5</i>	Taip	„Web of Science”
7.	DesJardins ir kt. (2016) [23]	JAV	Kiekybinis	<i>The Wireless Gait Assessment Tool, Wi-GAT</i>	<i>Gait assessment system GAITRite</i>	Taip	„PubMed“
8.	Figueiredo ir kt. (2013) [24]	Brazilija	Kiekybinis	<i>Digital camera (Sony DCR/DVD 405)</i>	<i>Qualisys ProReflex MCU</i>	Taip	„Web of Science”
9.	Macleod ir kt. (2014) [25]	JAV	Kiekybinis	<i>The Wireless Gait Assessment Tool, Wi-GAT</i>	<i>Vicon Motion Systems, VICON MX</i>	Taip	„PubMed”
10.	Mentiplay ir kt. (2015) [26]	Australija	Kiekybinis	<i>Microsoft Kinect system V2</i>	<i>Vicon Motion Systems, VICON Nexus VI.8.5</i>	Taip	„Web of Science”

11.	Miyazaki ir kt. (2019) [27]	Japonija	Kiekybinis	<i>Inertial Measurement Units (IMUs)</i>	<i>Vicon Motion Systems, VICON MX</i>	Taip	„PubMed”
-----	-----------------------------------	----------	------------	--	---	------	----------

Į sisteminę literatūros apžvalgą įtraukti moksliniai darbai yra atlikti skirtingose pasaulio šalyse: Airijoje, Vokietijoje, Ispanijoje, Australijoje, Jungtinėse Amerikos Valstijose (JAV), Brazilijoje, taip pat judesių analizės prietaisų validumą mokslininkai studijuoja Kinijoje ir Japonijoje (3 lentelė). Tyrimų charakteristikų lentelėje pateikti moksliniai darbai atlikti 2013 – 2021 metais. Visų į sisteminę apžvalgą įtrauktų straipsnių tiriamųjų imtys pastebimos skirtingos: dauguma tyrėjų, analizuodami eisenos rodiklius, į tiriamųjų imtis įtraukė tiek vyrus, tiek moteris. Tačiau Cho su kolegomis (2018) ir Miyazaki su kitais (2019) savo darbuose tiria tik vyrų populiaciją (4 lentelė). Dauguma straipsnių charakteristikų lentelėje įtrauktų darbų analizavo suaugusiųjų asmenų eisenos parametrus, bet Figueiredo su bendraautoriais (2013) tyrimui įgyvendinti pasirinko vaikų populiaciją, suskirstytą į dvi grupes, kurių amžius vidutiniškai svyruoja nuo 1.03 ± 0.07 metų vienoje grupėje iki 7.5 ± 1.30 metų kitoje tiriamųjų grupėje. Verta paminėti, kad likusių lentelėje pavaizduotų mokslinių darbų tiriamųjų amžius pastebėtas įvairus: trimačių analizės sistemų pagalba eisenos parametrai sėkmingai tiriami nuo vaikystės iki senyvo pėcentų amžiaus.

Kadangi validumas dažniausiai pristatomas ir įrodomas koreliacijos koeficientais, visi į sisteminę literatūros analizę įtraukti darbai yra kiekybiniai tyrimai, kurie rezultatų skiltyse leidžia įvertinti įvairių koeficientų, tikrinančių konstrukto validumą, skaitines išraiškas (3 lentelė). Devyni moksliniai šaltiniai yra parengti remiantis tarpklasines koreliacijos koeficientu (angl. *Interclass correlation coefficient*) (ICC), stebint eisenos parametrų tyrimų rezultatų koreliacijos ryšį su jau validizuotomis, „auksiniu standartu“ klinikinėje praktikoje laikomomis trimatėmis judesių analizės priemonėmis. Clark su kolegomis (2015) ir Mentiplay su tyrimo bendraautoriais (2015) skirtingas trimates eisenos parametrų sistemas savo darbuose analizuoja remiantis Pirsono tiesinės koreliacijos koeficientu (angl. *Pearson correlation coefficient*) (PPMC).

Agustsson ir bendraautoriai (2019) kiekybiniame tyrime aprašo dviejų judesių analizės sistemų palyginimus: mokslininkus sudomino prieš keletą metų JAV pagamintas 3-D skenavimo funkcija pasižymintis žmogaus padėtis analizuojantis prietaisas [17]. Skeneris, naudodamas lazerio tinklėlį, generuoja trimačius pacientų vaizdus. Būdamas mažo dydžio, prietaisas gali būti lengvai transportuojamas ir montuojamas prie planšetinių įrenginių, todėl literatūroje autoriai jį vadina 3-D kamera planšetiniam įrenginiui (angl. *3-D camera for iPad*). Mokslininkai pabrėžia jų tiriamo prietaiso naudą: 3-D kamera planšetiniam įrenginiui yra lengvai transportuojama ir nereikalaujanti kalibravimo prieš atliekant judesio analizės tyrimą. Dėl šių priežasčių, įvertinus

naujos judesio analizės trimatės sistemos validumą, galima atlikti pagrįstas išvadas bei teikti rekomendacijas klinikinės praktikos naudojimui. Darbo tikslui pasiekti autoriai pasirinko septynių suaugusiųjų savanorių imtį, kurių skirtingas padėtis analizavo su 3-D kamera planšetiniam įrenginiui ir trimatės sistemos „Qualisys“ aštuoniomis kameromis (angl. *Qualisys Oqus 300 motion capture system*) (3 ir 4 lentelės). Literatūroje „auksiniu standartu“ laikomas antrasis aprašytas įrenginys buvo naudojamas validumui patvirtinti (pagrįsti 3-D kamerų planšetiniam įrenginiui naudojamą klinikinėje praktikoje): po atliktų judesių analizių, mokslininkai palygino abiejų įrenginių rezultatus ir remiantis tarpklausinės koreliacijos koeficiento reikšmėmis vertino naujo judesių analizės įrenginio validumą. Imtis tyrimo metu buvo suformuota iš vienos eksperimentinės grupės septynių narių, o pirmasis dalyvis buvo pilotinis tiriamasis, nustatant žymeklių ant tam tikrų kūno taškų vietas (4 lentelė).

4 lentelė. Pagrindinės į apžvalgą įtrauktų straipsnių tiriamųjų charakteristikos.

Nr.	Straipsnis	Imtis			Amžius	Tiriamųjų grupių skaičius	Diagnozė	
		Moterys	Vyrai	Iš viso				
1.	Agustsson ir kt. (2019) [17]	4	3	7	20 - 57	1	Sveiki asmenys	
2.	Asaeda ir kt. (2018) [18]	71	61	132	58,00 ± 1,00 ir 20,00 ± 2,00	2	Sveiki asmenys	Klubo sąnario disfunkcija
3.	Azhand ir kt. (2021) [19]	-	-	44	73,90 ± 6,0	1	Sveiki asmenys	
4.	Cho ir kt. (2018) [20]	0	3	3	38,30 ± 2,90	1	Sveiki asmenys	
5.	Chung ir Ng (2012) [21]	-	-	12	26 ± 2,3	1	Sveiki asmenys	
6.	Clark ir kt. (2015) [22]	15	15	30	22,87 ± 5,08	1	Sveiki asmenys	
7.	DesJardins ir kt. (2016) [23]	-	-	22	25,70 ± 5,30	1	Sveiki asmenys	
8.	Figueiredo ir kt. (2013) [24]	8	11	19	1.03 ± 0.07 ir 7.50 ± 1.30	2	Sveiki asmenys	Cerebrinis paralyžius
9.	Macleod ir kt. (2014) [25]	6	4	10	23 - 30	1	Sveiki asmenys	
10.	Mentiplay ir kt. (2015) [26]	15	15	30	22,87 ± 5,08	1	Sveiki asmenys	
11.	Miyazaki ir kt. (2019) [27]	0	18	18	25,2 ± 3,2	1	Sveiki asmenys	

2018 metais atliktame moksliniame darbe Asaeda su kolegomis vertino „Microsoft Kinect“ sistemos (angl. *Microsoft Kinect system V2*) validumą, tiriant tiek sveikų asmenų, tiek pacientų su klubo sąnario disfunkcija, statinę pusiausvyrą [18]. Pastebėję, kad literatūroje vis daugiau aprašomas „Microsoft Kinect“ sistemos naudojimas pacientų judesių analizei, mokslininkai nutarė patvirtinti naudojamo įrenginio pagrįstumą ir pateikti argumentuotas rekomendacijas medicinos srities specialistams. Kaip ir pirmame į sisteminę literatūros apžvalgą įtrauktame tyrime, tikrinant sistemos validumą čia autoriai tiriamųjų imtį formavo iš vyrų ir moterų savanorių (4 lentelė). Atliekant eisenos parametrų matavimus, į tyrimą buvo įtraukti 27 (amžiaus vidurkis $58,00 \pm 1,00$) tiriamieji, turintys nusiskundimų dėl klubo sąnario disfunkcijų, o kontrolinė grupė buvo formuojama iš 105 (amžiaus vidurkiai $20,00 \pm 2,00$ ir $26,20 \pm 0,80$ (penkių vyrų atskirai)) sveikų savanorių. Validumas buvo grindžiamas analizuojant judesių rezultatų suderinamumą, tiriamuosius įvertinus „Microsoft Kinect“ sistemos pagalba ir „auksiniu standartu“ laikoma „VICON“ (angl. *Vicon Motion Systems, VICON MX*) judesių tyrimo sistema (3 lentelė). Mokslininkai, atlikę šį tyrimą, judesio analizės instrumento validumui įvertinti taip pat tikrino tarpklasinės koreliacijos koeficiento reikšmes.

Atliekant naujos vaizdo įrašų sistemos validumo studijas, Azhand ir bendraautoriai (2021) į tyrimą įtraukė suaugusiuosius sveikus asmenis nuo 65 iki 91 metų amžiaus (4 lentelė) [19]. Tiriamųjų eisenos parametrai buvo fiksuojami nauja monokuline vaizdo įrašų sistema (išmaniojo telefono vaizdo įrašymo programa (angl. *smartphone camera application, SCA*)), kurioje įrengti matematiniai algoritmai įrašyto vaizdo pagalba pateikia eisenos parametrų kiekybinius duomenis (3 lentelė). Skirtingai, nei pirmuose dviejuose į sisteminę literatūros apžvalgą įtrauktuose straipsniuose, čia darbo autoriai nenurodo tiriamųjų lyties pasiskirstymo. Mokslininkai argumentuoja, kad nauja išmaniųjų telefonų vaizdo įrašymo programa yra daug patogesnis ir mažiau kainuojantis įrankis klinikinėje praktikoje, tiriant pacientų eisenos ypatumus. Vertinant tarpklasinio koreliacijos koeficiento reikšmes, šią naują technologiją mokslinio darbo autoriai lygino su „auksiniu standartu“ klinikinėje praktikoje laikoma eisenos vertinimo „GAITRite“ sistema (angl. *gait assessment system GAITRite*).

Korėjoje Cho ir kolegų (2018) atliktas eksperimentinis tyrimas vertino naujųjų inercinių judesių matavimo vienetų pagrįstumą (angl. *Inertial Measurement Units (IMUs)*), analizuojant suaugusiųjų vyrų eisenos rodiklius [20]. Skirtingai nuo kitų jau minėtų publikacijų, šio mokslinio darbo autoriai į tiriamųjų imtį moterų neįtraukė (4 lentelė). Analizuojamo mokslinio tyrimo metodologijos skyriuje rašoma, kad mokslininkai iš viso ištyrė tris suaugusiuosius sveikus asmenis, kurių eisenos rodikliai buvo vertinami skirtingose klinikose, tačiau tomis pačiomis eisenos analizės sistemomis. Verta paminėti, kad inercinė judesio analizės sistema yra patogi

transportuoti, nereikalauja vaizdo įrašymo tyrimo metu, lengvai tvirtinama diržu pacientų juosmeninėje dalyje ir apatinėje galūnėje bei tokių įrenginių kaina yra priimtina. Inovatyvaus eisenos parametrų analizės prietaiso validumą mokslininkai vertino lyginant inercinių matavimo vienetų ir anksčiau minėtos „VICON“ (angl. *Vicon Motion Systems, VICON MX-T10*) sistemos pagalba, kuri literatūroje yra aprašoma kaip „auksinio standarto“ pavyzdys eisenos tyrimų srityje (3 lentelė).

Vienoje iš studijų mokslininkai Chung ir Ng (2012) vertino judesio pradžios momentą, fiksuojant judesį jau minėtąja „VICON“ aštuonių kamerų sistema (angl. *V-370, Vicon Motion Systems*) ir naujuoju trimačiu akselerometru (angl. *Accelerometer, Model 8772A10*) [21]. Akselerometras, sujungtas su „LabVIEW“ programine įranga fiksavo tiriamųjų kelio tiesimo judesį po duoto signalo. Tiek su akselerometru, tiek su vaizdo įrašymo sistema „VICON“, tiriamųjų iš viso buvo paprašyta pradėti judesį penkis kartus. Pasak literatūros, trijų ašių akselerometrai yra daug žadantys nedideli prietaisai, kurie galėtų būti naudojami pacientų judesių ištyrimų tikslais. Moksliniame darbe aprašoma iš dvylikos suaugusiųjų sveikų savanorių asmenų suformuota tiriamųjų imtis, tačiau darbo autoriai apibūdina tik antropometrinių duomenų vidurkius, bet nekommentuoja lyčių pasiskirstymo imtyje (4 lentelė). Kaip ir dauguma kitų literatūros šaltinių, Chung ir Ng naujo prietaiso validumą, tiriant judesius, vertino tarpklasienio koreliacijos koeficiento rezultatų pagalba.

Clark ir kiti mokslininkai (2015) Australijoje atliko eksperimentinį tyrimą, kurio rezultatus aprašė dviejuose straipsniuose: vienas autorių darbas gilinasi į apatinių galūnių sąnarių padėtis statinės ir dinaminės pusiausvyros analizės metu, o antrasis straipsnis orientuotas į eisenos ypatumų vertinimą (ėjimo greitis, žingsnio ilgis ir plotis, pėdos nuokrypis, dubens poslinkiai) [22, 26]. Tyrimo metu mokslininkai suformavo imtį, kurioje sveikų suaugusiųjų savanorių moterų ir vyrų buvo po lygiai. Tiriamųjų judesiai buvo fiksuojami „Microsoft Kinect V2“ sistema (angl. *Microsoft Kinect System V2*), kurios pagrįstumą šių straipsnių autoriai analizavo lygindami gautus duomenis su „VICON“ sistemos (angl. *Vicon Motion Systems, VICON Nexus VI.8.5*) devynių kamerų sistemos gautais duomenimis (3 lentelė). Skirtingai nuo kitų anksčiau aprašytų straipsnių, čia mokslininkai „Microsoft Kinect V2“ pagrįstumui patikrinti naudojo Pirsono tiesinės koreliacijos koeficientą (angl. *Pearson's correlation*).

Nors trimatės eisenos analizės vaizdo sistemos yra laikomos siekiamybe klinikinėje praktikoje, literatūroje vis dažniau pabrėžiami jų trūkumai, tokie kaip didelė kaina, naudojimosi instrukcijų sudėtingumas, reikalinga speciali pritaikyta aplinka, kurią dažniausiai užtikrina tik trečio lygio sveikatos priežiūros įstaigos. Pastaruoju metu mokslininkai stengiasi atrasti alternatyvius metodus pacientų judesių analizei, kurie nereikalautų didelių finansinių išlaidų,

sudėtingo pasirošimo tyrimui, tam tikrų pritaikytų patalpų ir kitų aspektų, kuriuos dažnai sudėtinga įgyvendinti. Dėl šių priežasčių DesJardins su kitais mokslininkais (2016) savo darbe aprašo belaidžio judesių analizės įrenginio ypatumus [23]. Pasak autorių, literatūroje jau yra aprašomas „Wi-GAT“ (angl. *The Wireless Gait Assessment Tool, Wi-GAT*) belaidžio eisenos analizės prietaiso pagrindumas, vertinant įprastą ėjimo greitį (3 lentelė). Tačiau dar nėra pateikta duomenų apie aptariamo įrenginio validumą, tiriant lėto ir greito žingsnių ypatumus. Tyrime dalyvauti numatytų tiriamųjų skaičius darbo pradžioje siekė 25, bet dirbant su „Wi-GAT“ sistema, trijų tiriamųjų duomenų rezultatai buvo netikslūs, dėl sistemos techninių nesklandumų ir didelių paklaidų. Dėl šios priežasties, eksperimentinį tyrimą finišavo 22 (amžiaus vidurkis $25,70 \pm 5,30$) suaugę sveiki tiriamieji, kurių lyčių pasiskirstymo šio straipsnio autoriai darbe nenurodė (4 lentelė).

Norėdami įvertinti skaitmeninės kameros pagrindumą tiriant vaikų, sergančių cerebriniu paralyžiumi eisena, Figueiredo ir kiti (2013) tiriamųjų imtį suskirstė į dvi eksperimentines grupes: pirmą grupę reprezentavo normalaus motorinio vystymosi vaikai, iš kurių šeši buvo berniukai, o penkios – mergaitės (amžiaus vidurkis $1,03 \pm 0,07$) (4 lentelė) [24]. Antrą eksperimentinę grupę sudarė aštuoni cerebrinio paralyžiaus spastine hemiplegijos forma sergantys vaikai (penki berniukai ir trys mergaitės, amžiaus vidurkis $7,50 \pm 1,30$). Straipsnyje autoriai aprašo skaitmeninės kameros (angl. *digital camera (Sony DCR/DVD 405)*) vaizdo įrašų rezultatų koreliaciją su jau validizuota trimate judesių tyrimo šešių kamerų sistema „Qualisys Pro-Reflex“ (angl. *Qualisys ProReflex MCU*) (3 lentelė).

Macleod su kolegomis (2014), kaip ir DesJardins bei kiti (2016), „PubMed“ duomenų bazėje publikuotame tyrime aprašo belaidžio eisenos ištyrimo įrenginio „Wi-GAT“ pagrindumą (3 lentelė) [25]. Autorių tiriamoji imtis sudaryta tiek iš moteriškos, tiek iš vyriškos lyties eisenos sutrikimų neturinčių suaugusiųjų dalyvių, tačiau DesJardins ir bendraautoriai savo tyrime formavo beveik dvigubai didesnę tiriamųjų imtį (4 lentelė). Abiejuose moksliniuose darbuose belaidės judesio analizės sistemos „Wi-GAT“ rezultatų duomenys buvo lyginami su auksiniu standartu laikomų trimačių judesių analizės „VICON“ ir „GAITRite“ sistemų rezultatų duomenimis.

Kaip ir jau minėti Korėjos mokslininkai, Miyazaki su kitais tyrėjais (2019) viename iš savo tyrimų taip pat aprašo inercinių judesių analizės sensorių pagrindumo vertinimą, lyginant šio įrenginio fiksuotus eisenos rodiklių rezultatus su šešių „VICON“ sistemos kamerų rezultatų reikšmėmis (3 lentelė) [27]. Tyrimo įgyvendinimui mokslininkai pasirinko tik vyriškos lyties tiriamųjų imtį, kuri buvo sudaryta iš suaugusiųjų asmenų (4 lentelė). Įrenginio dalys tiriamiesiems buvo tvirtinamos ties septintojo krūtininio slankstelio keterine atauga (T7), trečiojo juosmeninio slankstelio keterine atauga (L3) ir dešinės apatinės galūnės šlaunies bei blauzdos priekiniuose

paviršiuose. Tyrimui įgyvendinti mokslininkai pasirinko sveikų asmenų populiaciją. Verta paminėti, kad tai yra antrasis į sisteminę literatūros apžvalgą įtrauktas straipsnis, kurio imtį reprezentuoja tik eisenos sutrikimų neturintys vyriškos lyties atstovai.

Aptariant darbe pateiktų mokslinių straipsnių ypatumus, derėtų pabrėžti žurnalų citavimo rodiklius (angl. *Journal Impact Factor, JIF*), kuriuose publikuoti šie moksliniai darbai (5 lentelė). Citavimo rodiklių duomenys pateikti analizuojant 2020 metus ir nurodo konkretaus žurnalo citavimo vidurkį analizuojamais metais.

5 lentelė. Mokslinių straipsnių žurnalų citavimo rodikliai.

Nr.	Straipsnis	Mokslinio žurnalo pavadinimas	Mokslinio žurnalo citavimo rodiklis (JIF)
1.	Agustsson ir kt. (2019) [17]	„Gait & Postore“	2,840
2.	Asaeda ir kt. (2018) [18]	„Gait & Postore“	2,840
3.	Azhand ir kt. (2021) [19]	„Scientific Reports“	4,380
4.	Cho ir kt. (2018) [20]	„Annals of Rehabilitation Medicine-ARM“	-
5.	Chung ir Ng (2012) [21]	„Physiotherapy“	3,358
6.	Clark ir kt. (2015) [22]	„Gait & Postore“	2,840
7.	DesJardins ir kt. (2016) [23]	„Technology and Health Care“	1,285
8.	Figueiredo ir kt. (2013) [24]	„Brazilian Journal of Physical Therapy“	3,377
9.	Macleod ir kt. (2014) [25]	„Medical Engineering & Physics“	2,242
10.	Mentiplay ir kt. (2015) [26]	„Journal of Biomechanics“	2,712
11.	Miyazaki ir kt. (2019) [27]	„Biomed Research International“	3,411

Net trys moksliniai tyrimai buvo išspausdinti gerai žinomame „Gait & Posture“ žurnale, kurio citavimo rodiklis (toliau – JIF) siekia 2,840. „Clarivate Analytics“ duomenų bazės duomenimis, 2020 metais šis žurnalas iš viso buvo cituotas 18 460 kartų. Kiti aštuoni moksliniai darbai buvo publikuoti skirtinguose žurnaluose. Mažiausias žurnalo JIF 2020 metais siekė 1,285 („Technology and Health Care“), o didžiausiu citavimo rodikliu pasižymėjo „Scientific Reports“ žurnalas (JIF = 4,380). Deja, tačiau „Annals of Rehabilitation Medicine-ARM“ mokslinio žurnalo JIF nėra pateiktas, tačiau nurodomas žurnalo citavimo indikatorius, siekiantis 0,56. „Clarivate Analytics“ sistemoje yra pažymima, kad šis žurnalas į bazės cituojamumo skaičiuoklę yra įtrauktas tik 2020 metais, tad citavimo rodiklis dar negali būti apskaičiuotas: šis rodiklis pradedamas skaičiuoti tik trečiaisiais metais nuo žurnalo įtraukimo į duomenų bazę. Išvardintų mokslinių žurnalų citavimo rodikliai rodo jų vertę ir

populiarumą (publikuotų per paskutiniuosius du metus citavimo vidurkis tam tikrais metais) [28]. JIF nėra objektyvus vertinimas tam tikro straipsnio ar mokslininko atžvilgiu, tačiau kuo didesnis žurnalo citavimo vidurkis, tuo labiau populiarus ir vertingas yra analizuojamas mokslinis žurnalas. Literatūroje nurodomi galimi skirtingi žurnalų citavimo rodikliai, nuo vienetų iki dešimčių [29]. Skirtingos medicinos temos pasižymi skirtingais citavimo rodiklių vidurkiais, tad jeigu labai aktualios tematikos žurnalo citavimo rodiklis siekia 50, o reabilitacijos mokslų žurnalai – vienetus, tai nereiškia, kad jie nėra populiarūs. Pavyzdžiui, vieno žinomiausių žurnalų reabilitacijos mokslų tema „Gait & Posture” citavimo rodiklis nuo 2016 metų siekė 2,347 ir per keletą metų išliko panašus su didėjančia tendencija. Minėto geriausiai citavimo atžvilgiu įvertinto žurnalo „Scientific Reports“ rodikliai taip pat reikšmingai nekito: 2016 metų duomenimis žurnalo citavimo rodiklis buvo 4,259, per kelis metus sumažėjo iki 3,998 ir 2020 metais vėl pakilo 4,380. Favorito (2020) akcentuoja, kad vieno iš urologijos tematikos žurnalų JIF 1,342 yra antras geriausias šio žurnalo cituojamumas per visą laikotarpį [30]. Aptariant reabilitacijos mokslų temą, galima daryti išvadą apie atrinktų 11 mokslinių straipsnių žurnalų 2020 metų citavimo vidurkį, kuris rodo, kad moksliniai darbai yra patalpinti vertinguose, populiariuose ir aktualiuose žurnaluose globaliu mastu, aptariant medicinos mokslo temas.

4. ŠALTINIŲ KOKYBĖS VERTINIMAS

4.1. Pirminis šaltinių kokybės vertinimas

Atliekant į sisteminę literatūros apžvalgą įtrauktų straipsnių bendrą kokybės analizę, apibendrintai galima teigti, kad visų mokslinių darbų autoriai į pagrindinį klausimą atsakė aiškiai, kadangi tai buvo vienas iš tyrimo įtraukimo kriterijų. Dėl šios priežasties rastų straipsnių skaičius nėra didelis: jeigu sisteminės literatūros apžvalgos vienas iš įtraukimo kriterijų nereikalautų konkrečių validumo studijų rezultatų, įtrauktų šaltinių gausa būtų didesnė, bet rezultatai nepagrįsti. Daugumoje mokslininkų pateiktų straipsnių buvo aprašyti aiškūs tyrimų įtraukimo kriterijai, tačiau formuotas tiriamųjų imtis galima vertinti kritiškai. Trys moksliniai darbai tiriamųjų imtis aprašo iki 10 asmenų, tačiau visuose nurodytas skirtingų lyčių tyrimo dalyvių skaičius, jų antropometrinių duomenų vidutinės reikšmės. Kelios publikacijos tyrimo metodologijos skyriuose neakcentuoja tiriamųjų lyties pasiskirstymo arba antropometrinių duomenų vidutines reikšmes nurodo skirtingai: vieni autoriai darbuose aprašo tiriamųjų asmenų amžiaus vidurkį, kiti – tiriamųjų amžiaus slenkstį (pvz., nuo x metų iki y metų). Skirtinguose literatūros šaltiniuose nurodoma, kad gilinantis į eisenos tyrimų prietaisų pagrįstumą, mokslininkai klinikinių tyrimų metu imtis formuoja iki 5 – 10 asmenų [20, 31]. Remiantis jau atliktais kitų autorių eksperimentiniais tyrimais ir tiriamųjų imties ypatumais, galima teigti, kad atliekant trimačių judesių sistemų validumo studijas, pakankamą tiriamųjų imtį gali sudaryti 5 – 10 tiriamųjų. Galima daryti išvadą, kad tik viena publikacija į eksperimentinį tyrimą įtraukė nepakankamą tiriamųjų imtį – viso tris suaugusiuosius narius.

Aptariant mokslinių darbų įtraukimo kriterijų aspektą, tik dvi studijos nepateikė aiškių įtraukimų kriterijų formuojant imtį (trumpai aprašyti tiriamieji, nepateikta antropometrinių duomenų vidutinių reikšmių analizė).

Iš visų studijų šešių mokslinių darbų autoriai nekommentuoja tiriamųjų iškritimo aspektų arba dėl techninių nesklaidumų į tyrimą neįtrauktų eisenos vaizdo įrašų (kaip tą daro kiti mokslininkai, nurodydami tokius komentarus metodologijos arba diskusijų skiltyse arba mokslinio tyrimo pabaigoje parašant atskirą komentarą apie atlikto darbo trūkumus, apribojimus ir kt. (angl. *limitations*)).

Keliose publikacijose trūko bendrų aiškiai aprašytų aspektų. Pavyzdžiui, Cho ir bendramokslininkų (2018) atliktame tyrime buvo tiriami tik trys asmenys ir visi trijų asmenų eisenos analizės tyrimai vyko skirtingose sveikatos priežiūros įstaigose. Toks sprendimas galėjo turėti įtakos gautų rezultatų tikslumui, nes eksperimentinio tyrimo metu turėtų būti užtikrinamos vienodos mokslininkus dominančių aspektų analizavimo sąlygos.

Nepriklausomai nuo to, kad visų į apžvalgą įtrauktų darbų imtys buvo skirtingos, tačiau visi straipsniai analizavo eisenos paramterus ar padėtis, būdingas vaikų, sergančių CP eisenai su mintimi tikrinamą įrangą pritaikyti CP sergančių vaikų eisenos tyrimams ir tai pabrėžė savo darbuose.

Visų į sisteminę literatūros apžvalgą įtrauktų mokslinių darbų kokybė buvo vertinama vadovaujantis atnaujintu „Cochrane Collaboration“ duomenų bazės kokybės vertinimo įrankiu „ROB2“ (angl. *Cochrane Collaboration Risk-of-Bias tool*), kuris yra tinkamas klinikiniam atsitiktinių imčių tyrimams [32]. Kokybės vertinimo priemonė automatu suformuoja visų nagrinėjamų straipsnių lentelę ir joje pateiktus rezultatus. Vertinimo instrukcijoje pažymėtina, kad ši duomenų kokybės vertinimo priemonė akcentuoja kiekvieno atrinkto straipsnio galimą šališkumo riziką skirtingais aspektais. Kiekvienos mokslinės publikacijos šališkumo rizika buvo vertinama analizuojant penkis vertinimo instrukcijoje ir toliau nurodytus rodiklius (6 lentelė):

- D1: šališkumo rizika dėl atsitiktinės sekos generavimo (angl. *bias arising from the randomization process*);
- D2: tyrimo dalyvių ir autorių susipažinimas su tyrimo metu taikoma intervencija (angl. *bias due to deviations from intended intervention*)
- D3: rezultatų duomenų trūkumas (angl. *bias due to missing outcome data*)
- D4: šališkumo rizika dėl rezultatų vertinimo ypatumų (angl. *bias in measurement of the outcome*);
- D5: šališkumo rizika dėl atrankaus rezultatų pateikimo (angl. *bias in selection of the reported result*).

Pagal instrumento instrukcijas, atitinkamai įvertinus visas penkias paminėtas kiekvieno straipsnio sritis, gauti rezultatai suvedami į lentelę rankiniu būdu ir parodo bendrą galimos straipsnio šališkumo rizikos rezultatą. Pagal visus penkis domenus, straipsnio vertinimas gali būti mažos rizikos (angl. *low risk*), neaiškus rezultatas (angl. *some concerns*) arba didelės rizikos (angl. *high risk*) domenais (6 lentelė). Bendrasis kiekvieno straipsnio kokybės įvertis taip pat fiksuojamas pagal instrukciją: jeigu visi penki domenai byloja apie mažą šališkumo riziką – bendrasis rezultatas taip pat yra mažos rizikos (žymimas žaliu apskritimu), esant bent vienam neaiškiam rezultatui iš penkių sričių – bendrasis įvertis jau negali būti mažos rizikos, tokiu atveju straipsnio vertinimas jau tampa neaiškiu (žymimas geltonu apskritimu). Neaiškus arba keliantis klausimų publikacijos įvertinimas gali būti dėl informacijos trūkumo ar kitų instrukcijoje aprašytų aspektų, tačiau dažniausiai pasitaikanti priežastis – trūkstama informacija, kurios mokslinio darbo autoriai nepaminėjo. Vertinant mokslinių darbų kokybę ir esant bent vienam didelės rizikos domeno rezultatui, bendrasis darbo kokybės įvertis taip pat tampa didelės rizikos reikšme (žymimas

raudonu apskritimu), net jeigu visi likę keturi punktai yra įvertinti kaip mažos rizikos. Vadovaujantis tokiu principu, visų į sisteminę literatūros apžvalgą įtrauktų straipsnių pirminė kokybė buvo įvertinta ir rezultatai pateikti lentelėje (6 lentelė). Pirmasis lentelės stulpelis žymi nagrinėjamus mokslinius straipsnius, o stulpeliai nuo D1 iki D5 – vaizduoja anksčiau išvardintų penkių skirtingų domenų vertinimą (žalias, geltonas ar raudonas apskritimai). Paskutinis stulpelis nurodo bendrą kiekvieno mokslinio šaltinio kokybės vertinimo rezultatą (angl. *overall*). Po lentele galima matyti išvardintų penkių domenų trumpus aprašus ir apskritimų reikšmių paaiškinimą.

6 lentelė. Į apžvalgą įtrauktų straipsnių kokybės vertinimas pagal „Cochrane Collaboration“.

		Risk of bias domains					
		D1	D2	D3	D4	D5	Overall
Study	Agustsson 2019 [17]	+	+	+	-	+	-
	Asaeda 2018 [18]	+	+	+	+	+	+
	Azhand 2021 [19]	-	-	+	+	+	-
	Cho 2018 [20]	-	+	+	+	+	-
	Chung ir Ng 2012 [21]	+	X	+	-	-	X
	Clark 2015 [22]	+	+	+	+	+	+
	DesJardins 2016 [23]	-	X	-	+	+	X
	Figueiredo 2013 [24]	-	-	+	+	-	-
	Macleod 2014 [25]	+	+	+	+	+	+
	Mentiplay 2015 [26]	+	+	+	+	+	+
	Miyazaki 2019 [27]	-	-	+	-	+	-

Domains:

D1: Bias arising from the randomization process.

D2: Bias due to deviations from intended intervention.

D3: Bias due to missing outcome data.

D4: Bias in measurement of the outcome.

D5: Bias in selection of the reported result.

Judgement

X High

- Some concerns

+ Low

Įvertinus publikacijų duomenų kokybę, iš 11 į sisteminę literatūros apžvalgą atrinktų mokslinių straipsnių, keturi darbai pasižymėjo maža šališkumo rizika, penki darbai skirtingų tyrėjų gali būti vertinami neaiškiai arba keliantys papildomų klausimų, o du šaltiniai nurodo galimą didelę šališkumo riziką (6 lentelė). Tokie duomenys byloja apie galimus prieštarigus šių dviejų darbų rezultatus, kuomet reiktų atkreipti didesnę dėmesį juos interpretuojant ir norint pritaikyti šių minėtų darbų išvadas praktikoje. Verta paminėti, kad dėl informacijos trūkumo mokslinės publikacijos galėjo būti įvertintos kaip keliančios papildomų klausimų ar galimos didelės šališkumo rizikos darbai, tačiau, atlikus papildomus tyrimus ateityje, galima patvirtinti arba paneigti tokį straipsnių duomenų kokybės vertinimą.

Agustsson ir kolegų (2019) pateikto straipsnio analizė rodo tik vieną iš penkių domenu, kurio informacija nėra pakankamai aiški. Vertinant ketvirtąjį punktą, kuris gilinasi į šališkumo riziką dėl galimų rezultatų vertinimo ypatumų, straipsnyje trūko duomenų, ar informacija apie tyrime taikytą intervenciją galėjo turėti įtakos mokslinio darbo rezultatams. Dėl šios priežasties, bendrasis mokslininkų darbo kokybės vertinimas tampa nevisai aiškios rizikos. Verta paminėti, kad analizuojant mokslinio darbo tiriamosios imties ypatumus, tyrimo dalyvių ir tyrėjų susipažinimo momentą su taikoma intervencija, tyrimo rezultatų duomenis ir jų pateikimą, pažymėtinas mažas šališkumo rizikos faktorius, kas leidžia šios publikacijos rezultatus interpretuoti pakankamai rimtai.

Antrasis lentelėje pateiktas mokslinis straipsnis, publikuotas Asaeda ir bendraminčių (2018), atlikus tyrimo duomenų kokybės vertinimą, pasižymėjo maža rizika visose penkiose analizuojamose srityse. Nuosekliai išdėstyti tiriamųjų imties sudarymo ypatumai, informacija apie tyrimo metu taikomas intervencijas, rezultatų interpretacija ir kitos informacijos gausa leidžia daryti prielaidą apie mažą mokslinio darbo šališkumo riziką. Šio autorių mokslinio tyrimo rezultatai neabejotinai gali ir turi būti sėkmingai taikomi praktikoje.

Trečiasis lentelėje pateiktas Azhand ir kitų kolegų (2021) mokslinis darbas pasižymi dvejais neaiškios rizikos ir trimis mažos šališkumo rizikos domenais. Analizuojant užpildytus protokolus, informacijos trūkumas pastebėtas aprašant tiriamąją populiaciją ir imties sudarymo ypatumus. Tyrimo metodų skiltyje autoriai aiškiai neaprašo atsitiktinės imties atrankos, neatskleidžia, kuriuo metu buvo pradėti atliekami tyrimai (ar surinkus visus tiriamuosius, ar dar vis vykstant atrankos procesui). Tyrimo metodologijos duomenų trūkumas formuoja neįmanomą tyrimo atkartojamumą: informacijos nebuvimas neleisėtų kitiems mokslininkams tiksliai atlikti autorių darbe aprašyto tyrimo. Atliekant mokslinio darbo analizę, taip pat pritrūko informacijos apie tai, ar tiriamieji buvo informuoti apie jiems atliekamas intervencijas / judesio analizės tyrimus. Vadovaujantis duomenų kokybės įrankio instrukcija, išvardintų duomenų nebuvimas gali neigiamai veikti mokslinio darbo

rezultatų tikslumą. Maža šališkumo rizika pastebėtina vertinant trečią, ketvirtą ir penktą domenus: rezultatų duomenis, jų vertinimo ypatumus ir atrankumą. Atlikus nuodugnią visų penkių kokybės vertinimo sričių analizę, bendras minėtų mokslininkų straipsnio vertinimas išlieka kaip neaiškios šališkumo rizikos.

Cho ir kitų autorių (2018) publikuoto darbo galutinis vertinimas nurodo neaiškų šališkumo rizikos vertinimą. Tokį rezultatą lėmė informacijos trūkumas pristatant tiriamųjų imtį ir jos sudarymo būdą, nors lyčių pasiskirstymas suformuotoje imtyje yra aprašytas. Analizuojant rezultatus ir jų duomenų galimą trūkumą, šis mokslinis darbas nesukėlė papildomų klausimų. Pilnai nepateikta informacija dėl tiriamųjų imties ypatumų neleidžia straipsnio vertinti kaip nedidelės rizikos darbo, todėl galutinis šio mokslinio tyrimo vertinimas yra neaiškus. Tačiau likusieji nepamintieji domenai, susiję su tyrimo dalyvių bei tyrėjų ir taikomos intervencijos ryšiais, rezultatais ir jų atrankumu buvo įvertinti kaip nedidelės šališkumo rizikos sritys.

Vienintėliai į sisteminę literatūros apžvalgą įtraukti du moksliniai darbai, pasižymintys didelės šališkumo rizikos vertinimu, buvo Chung ir Ng (2012) bei DesJardins ir kitų autorių (2016) publikacijos. Pirmųjų minėtų mokslininkų publikacija rasta „Web of Science“ duomenų bazėje, o DesJardins ir bendraautorių – „PubMed“ duomenų bazėje. Derėtų paminėti, kad vertinant abu paminėtus straipsnius, didelė šališkumo rizika pastebima vienoduose domenuose: analizuojant tyrimo dalyvių ir tyrėjų susipažinimo faktus su taikytomis intervencijomis. Chung ir Ng (2012) mokslinio tyrimo metodologijos srityje nurodo, kad tiriamieji buvo žodžiu informuoti apie jiems atliekamo tyrimo su akselerometru eigą. Aptariant DesJardins ir kitų mokslininkų tyrimo aspektus, metodologijos srityje autoriai mini, kad visiems tiriamiesiems prieš tikrąjį tyrimą buvo leista pabandyti atlikti visas komandas (eisenos elementai, 10 metrų ėjimo atkarpa), kurias nurodė tyrėjai. Kokybės vertinimo įrankio instrukcija nurodo, kad išankstinis informavimas apie taikomas intervencijas (šiuo atveju eisenos tyrimą), gali turėti neigiamos įtakos darbo rezultatams. Dėl paminėtos priežasties, ši mokslinio darbo sritis buvo vertinama kaip galimos didelės šališkumo rizikos vieta. Tyrimo autoriai taip pat nenurodo lyties pasiskirstymo ypatumų formuojant eksperimentinę imtį. Apibendrinant galima teigti, kad minėtų dviejų straipsnių rezultatai skirtingų tyrėjų gali būti vertinami prieštaringai: metodologiškai nuosekliai ir aiškiai aprašyti darbai verčia neabejoti skelbiamais rezultatais, tačiau įvertinus faktą, kad tiriamieji iš anksto galėjo žinoti tyrimo eigą, galima daryti prielaidą apie šių mokslinių darbų netikslių rezultatų galimybę.

Atlikus Clark ir bendraautorių (2015) mokslinio darbo duomenų kokybės vertinimą, bendras rezultatas skelbia apie mažą šališkumo riziką, kas leidžia šio straipsnio rezultatus interpretuoti kaip patikimo šaltinio duomenis. Autorių aiškiai aprašytas imties sudarymo procesas, tyrime atliekami judesio matavimo ypatumai, rezultatų gavimas ir analizė leidžia mokslinę publikaciją visose srityse

ir galutiniame įvertinime laikyti mažos galimos rizikos šaltiniu. Svarbu pabrėžti, kad tai yra antrasis į sisteminę literatūros apžvalgą įtrauktas šaltinis, kurio visi penki domenai ir galutinis vertinimas įvertintas mažos šališkumo rizikos galimybe.

Dar viena mokslinė publikacija, įtraukta į sisteminę literatūros apžvalgą ir įvertinta kaip neaiškios rizikos šaltinis, yra Figueiredo bei kitų tyrėjų (2013) darbas, kuriame autoriai vertino vaikų populiacijos eisenos ypatumus. Autorių aprašomas patogumo atrankos kriterijus, formuojant tiriamųjų imtį, lėmė pirmo domeno neaiškios rizikos rezultata. Toks vertinimas turėjo įtakos ir kitiems šio straipsnio domenams: kadangi imtis buvo formuojama tyrėjams patogiu būdu, bet ne atstiktine tvarka – rezultatų skiltis jau nebegali būti tiksli ir taip pat vertinama kaip neaiškios šališkumo rizikos domenas. Informacijos trūkumas taip pat lėmė neaiškios rizikos rezultata, analizuojant antrąjį domeną, kuris aprašo tiriamųjų ir tyrėjų bei intervencijos sąsajas tyrime. Nepaisant to, kad moksliniame darbe nebuvo pastebėta trūkstamos informacijos ar galimo rezultatų netikslumo, susijusio su taikytais judesių matavimais, straipsnio bendrasis vertinimas išlieka neaiškios šališkumo rizikos ir toks rezultatas pataria kritiškai vertinti mokslinio darbo skelbiamus rezultatus.

Sekančios lentelėje pavaizduotos Macleod (2014) ir Mentiplay (2015) mokslinės publikacijos nesukėlė šališkumo rizikos įtarimų, atliekant šaltinių kokybės vertinimą. Šie du straipsniai prisideda prie kitų, anksčiau minėtų darbų ir bendrai sudaro keturis šaltinius, kurių galutinis vertinimas siekia mažą riziką, vertinant darbų šališkumo galimybes. Abu lentelėje žalia spalva pažymėtieji straipsniai nuodugniai supažindina skaitytoją su visais išdėstytais penkiais domenais.

Paskutinytis į sisteminę literatūros apžvalgą įtrauktas mokslinis straipsnis, 2019 metais Miyazaki ir kitų autorių atliktas darbas galutiniame rezultate skelbia neaiškios šališkumo rizikos galimybę. Atliekant tyrimo analizę, informacijos trūkumas pasireiškė vertinant pirmą, antrą ir ketvirtą domeną. Išdėstyti domenai yra susiję su imties randomizacijos procesu, dalyvių ir tyrėjų bei intervencijos sąsajomis (informacija apie atliekamas procedūras tyrimo metu) ir tyrime naudojamų intervencijų tikslumu, kas gali lemti ir tyrimo rezultatus. Kadangi bent vienas iš penkių domenų jau buvo įvertintas neaiškiai, bendrasis mokslinio darbo rezultatas taip pat nurodo nežinomos šališkumo rizikos galimybę. Tokie rezultatai gali įspėti skaitytoją kritiškai vertinti darbo rezultatus arba plėtoti tyrimą ateityje.

Apibendrinant į sisteminę literatūros apžvalgą įtrauktų 11 mokslinių šaltinių duomenų kokybę, galima teigti, kad beveik 50 proc. publikacijų pasižymi nedidele šališkumo rizikos galimybe ir jų rezultatais galima remtis ateities moksliniuose tyrimuose bei taikyti klinikinėje

praktikoje (6 lentelė). Keturi moksliniai šaltiniai yra žymėtini kaip galimos mažos šališkumo rizikos darbai (paskutiniame stulpelyje pažymėtos žaliais apskritimais), tad šių autorių straipsnių rezultatuose pateiktos trimatės judesių vertinimo sistemos turi būti interpretuojamos, kaip pagrįstos priemonės, kurias reikėtų naudoti praktikoje, tiriant pacientų eisenos rodiklius. Penki darbai nusako neaiškius rezultatus (paskutiniame stulpelyje pažymėtos geltonais apskritimais), o tokių vertinimų priežastimis pagrinde tapo nepateikta informacija. Penkių minėtų straipsnių rezultatai gali būti netikslūs, tačiau atskirų domenų informacija sako, kad straipsniuose vertinamos priemonės taip pat yra vertingos. Informacijos trūkumas skatina tik atlikti daugiau validumo tyrimų ateityje ir įsitikinti šių penkių mokslinių darbų rezultatais. Deja, tačiau du moksliniai darbai liko įvertinti kaip didelės galimos šališkumo rizikos darbai, kurių rezultatų interpretacija turėtų būti pakankamai kritiška. Abiejų šių straipsnių didelė rizika pasireiškė vertinant tik antruosius domenus: tyrėjai galėjo būti informuoti dėl jiems taikomos intervencijos (judesio analizės tyrimų). Pasak „Cochrane Collaboration“ šaltinių kokybės vertinimo įrankio instrukcijos, tyrimo dalyvių žinojimas apie jiems taikomas intervencijas (reabilitacijos programas, taikytus judesių tyrimus ar kt.) gali turėti įtakos iškreiptiems, netiksliems ar nevertingiems rezultatams. Instrukcija taip pat skelbia, kad bent vieną straipsnio domeną įvertinus didele šališkumo rizika (raudonu apskritimu), bendras straipsnio vertinimas automatu tampa galimos didelės rizikos vertinimu. Įvertinus visų mokslinių darbų kokybę, galima teigti, kad daugumos šių šaltinių rezultatai gali būti tikslūs ir neklaidinantys kitų mokslininkų ir tyrėjų, dirbant ties ateities mokslu eisenos tyrimų srityje. Svarbu paminėti, kad keturių galimos mažos šališkumo rizikos straipsnių rezultatai sako, kad juose naudojamos trimatės judesių analizės priemonės turi būti skatintinos priemonės naudoti klinikinėje praktikoje, tokiu būdu palengvinant darbą reabilitacijos komandos nariams greičiau aptikti probleminę pacientų sritį, analizuojant eisenos parametrus, ir kuo greičiau skirti tikslingą gydymo metodą.

5. ANALIZĖ (DUOMENŲ SINTEZĖ)

5.1. Tyrimo rezultatai

Šio darbo tikslui pasiekti buvo vykdoma straipsnių analizė, kuriuose mokslininkai vertino inovatyvias trimates judesių analizės sistemas, lyginant jų rezultatus su validžia, „auksiniu standartu“ klinikinėje praktikoje laikoma eisenos analizės įranga (7 lentelė). Kaip jau buvo minėta anksčiau, visi į sisteminę literatūros apžvalgą atrinkti moksliniai darbai rezultatų skiltyse pateikė tam tikrų koeficientų skaitines reikšmes, kurios intervalais yra išdėstytos septintoje lentelėje. Svarbu paminėti, kad analizuojamuose moksliniuose darbuose autoriai pateikia labai daug ir įvairių judesio charakteristikų vertinimo reikšmių: ėjimo greitis, lėta, greita arba pacientui įprasto greičio eiseną, kelio sąnario kampas, liemens, juosmens ir dubens judesiai, mosto judesiai, žingsnio ilgis ir plotis bei kiti rodikliai. Tačiau ne visi yra aktualūs tiriant vaikų, sergančių CP eiseną ir jos ypatumus (pvz., krūtinkaulio padėtis). Į lentelę įtraukti koreliacijos koeficientai žymi visus mokslininkų darbuose tiriamų eisenos parametrų koeficientų intervalus, tačiau šioje apžvalgoje interpretuojamos ir vertinamos tik eisenai svarbių reikšmių vertės. Analizuojant objektyvius duomenis galima daryti pagrįstas išvadas apie tiriamų trimačių judesių analizės sistemų naudojimo galimybes klinikinėje praktikoje (7 lentelė).

Visi žemiau pateiktoje lentelėje pateikti moksliniai darbai rezultatų dalyse skelbia apie puikų tikrinamų inovatyvių trimačių judesių analizės sistemų validumą, vertinant bent vieną iš eisenos parametrų. Pasak literatūros, 0,90 – 1,00 tarpklasinio koreliacijos koeficiento reikšmių intervalas nusako puikų konstrukto rezultatų suderinamumą, reikšmės intervale 0,75 – 0,90 – gerą suderinamumą, reikšmės intervale 0,50 – 0,75 – vidutinį suderinamumą ir silpną ryšį rodo 0,00 – 0,50 koeficiento reikšmių intervalas [33]. Pirono tiesinės koreliacijos reikšmės varijuoja intervale $r = [-1; +1]$, kur reikšmės -1 ir +1 reiškia visišką objektų koreliaciją, o $r = 0$ nurodo sąsajų nebuvimą [34].

7 lentelė. Į apžvalgą įtrauktų tyrimų judesių analizės sistemų pagrįstumo vertinimas.

Nr.	Straipsnis	Vertinama judesių analizės sistema	Auksiniu standartu laikoma judesių analizės sistema	Koreliacijos koeficientas validumui vertinti	Koreliacijos koeficiento reikšmė
1.	Agustsson ir kt. (2019) [17]	<i>3-D camera for iPad</i>	<i>Qualisys Oqus 300 motion capture system</i>	ICC	0,982 – 0,997

2.	Asaeda ir kt. (2018) [18]	<i>Microsoft Kinect system V2</i>	<i>Vicon Motion Systems, VICON MX</i>	ICC	0,63 – 0,93
3.	Azhand ir kt. (2021) [19]	<i>Smartphone camera application, SCA</i>	<i>Gait assessment system GAITRite</i>	ICC	0,915 – 0,987
4.	Cho ir kt. (2018) [20]	<i>Inertial Measurement Units (IMUs)</i>	<i>Vicon Motion Systems, VICON MX</i>	ICC	0,830 – 0,998
5.	Chung ir Ng (2012) [21]	<i>Piezo-electric Accelerometer, Model 8772A10</i>	<i>V-370, Vicon Motion Systems</i>	ICC	0,73 – 0,82
6.	Clark ir kt. (2015) [22]	<i>Microsoft Kinect system V2</i>	<i>Vicon Motion Systems, VICON Nexus VI.8.5</i>	PPMC	-0,18 – 0,95
7.	DesJardins ir kt. (2016) [23]	<i>The Wireless Gait Assessment Tool, Wi-GAT</i>	<i>Gait assessment system GAITRite</i>	ICC	0,171 – 0,989
8.	Figueiredo ir kt. (2013) [24]	<i>Digital camera (Sony DCR/DVD 405)</i>	<i>Qualisys ProReflex MCU</i>	ICC	0,35 – 0,99
9.	Macleod ir kt. (2014) [25]	<i>The Wireless Gait Assessment Tool, Wi-GAT</i>	<i>Vicon Motion Systems, VICON MX</i>	ICC	0,338 – 0,996
10.	Mentiplay ir kt. (2015) [26]	<i>Microsoft Kinect system V2</i>	<i>Vicon Motion Systems, VICON Nexus VI.8.5</i>	PPMC	-0,30 – 0,99
11.	Miyazaki ir kt. (2019) [27]	<i>Inertial Measurement Units (IMUs)</i>	<i>Vicon Motion Systems, VICON MX</i>	ICC	0,831 – 0,992

Vertinant trimatę vaizdo sistemą, įmonuotą į „iPad“ įrenginį, straipsnio autoriai Agustsson su kolegomis (2019) apibendrina, kad visų iširtų eisenos parametrų koreliacijos koeficientų reikšmės siekia 0,98 ir daugiau (7 lentelė). Inovatyvios ir patogios naudoti vaizdo įrašymo sistemos duomenys buvo lyginami su „Qualisys“ sistemos rezultatais. Tiek liemens, tiek dubens poslinkių ir kelio sąnario kampo fiksuoti rezultatai buvo beveik identiški „Qualisys“ judesių analizės sistemos duomenims, o šių dviejų tyrime naudotų sistemų koreliacija įvertinta puikiai. Šio mokslinio darbo autorių rezultatai skelbia apie pagrįstą trimatę vaizdo analizės sistemą, kurią skatina naudoti pacientų eisenos rodiklių analizei.

Asaeda ir kitų (2018) atliktame tyrime „Microsoft Kinect“ sistema parodė vidutinius ir puikius validumo rezultatus. „Microsoft Kinect“ analizuoto liemens pasvirimo kampo rezultatų su validizuotos „VICON“ sistemos rezultatais suderinamumas aprašomas geras ir puikus (ICC nuo 0,83 iki 0,93) (7 lentelė). Aptariant dubens pasvirimo kampų analizę, dviejų judesių analizės sistemų rezultatų koreliacijos koeficientas svyruoja nuo 0,63 iki 0,81 ir gali būti vertinamas kaip vidutinis ir geras suderinamumo rodiklis. Remiantis tokiais rezultatais, galima daryti prielaidą, kad „Microsoft Kinect“ įrenginio pagalba puikiai gali būti vertinami pacientų liemens pasvirimo kampai, tačiau analizuojant dubens judesius eisenos metu, rezultatai rodo tik vidutinį arba gerą suderinamumą su „VICON“ sistema, kas įpareigoja atlikti ateities tyrimus dėl dubens poslinkių matavimų su „Microsoft Kinect“ įrenginiu.

Puikus monokulinės vaizdo įrašymo sistemos eisenos ypatumų sutapimas su „GAITRite“ sistemos duomenimis aprašytas Azhand ir kitų mokslininkų (2021) Vokietijoje. Eksperimentinio tyrimo metu vertinamų eisenos charakteristikų rezultatai buvo beveik identiški jau pagrįstos judesio analizės sistemos rezultatams. Tyrime autoriai gilinosi į ėjimo greičio (m/s), eisenos ritmo (angl. *cadence*), žingsnio ilgio ir eisenos ciklo parametrus. Įvertinus abiejų judesio analizės įrenginių duomenis, visų minėtų eisenos ypatybių koreliacijos koeficientai siekė 0,91 ir daugiau, o vertinant eisenos ritmo rezultatus, sistemų suderinamumas pakyla iki 0,987 (7 lentelė). Remiantis tokiais rodikliais, dviejų trimačių eisenos analizės sistemų suderinamumas įvardijamas puikiu, o monokulinių vaizdo įrašymo įrenginių validumas yra patvirtinamas, tiriant pacientų eiseną. Tokie rezultatai leidžia šią naują trimatę vaizdo analizės technologiją laikyti pagrįsta priemone, kuri pagreitintų medicinos specialistų darbą ir pacientų reabilitacijos procesą.

Taip pat puikus validumo rezultatas literatūroje aprašomas analizuojant naujųjų inercinių judesių matavimo vienetų technologijas ir jų pritaikymą eisenos tyrimų praktikai. Cho bei kolegos (2018) šios inovatyvios sistemos judesių duomenis analizavo su „VICON“ sistemos duomenimis. Mokslininkai akcentuoja inercinių judesių analizės vienetų patogumą, prieinamą kainą ir pagrįstumą. Tyrime dalyvavusius tiriamuosius mokslininkų komanda vertino skirtingose klinikose. Savo darbo rezultatuose autoriai aprašo gautų duomenų skirtumą: vienoje iš klinikų ėjimo greitis fiksuojamas $1,18 \pm 0,08$ m/s (tiriant inercinių matavimo vienetų sistema, IMU) ir $1,23 \pm 0,11$ m/s (tiriant validizuota vaizdo įrašymo sistema „VICON“), žingsnio ilgis nurodomas $1,19 \pm 0,12$ metro (tiriant IMU) ir $1,24 \pm 0,03$ metro (tiriant „VICON“) (7 lentelė). Atramos bei mosto fazių skirtumai taip pat nebuvo reikšmingi: atramos fazės rezultatai lygūs $57,00 \pm 3,00$ proc. (tiriant inercinių IMU) ir $61,00 \pm 1,00$ proc. (tiriant „VICON“). Mosto fazės rezultatai lygūs $43,00 \pm 2,00$ proc. (tiriant IMU) ir $39,00 \pm 1,00$ proc. (tiriant „VICON“). Analizuojant mokslininkų aprašytus tarpklausinio koreliacijos koeficiento reikšmes verta paminėti, kad mažiausia koeficiento

reikšme pasižymėjo žingsnio ilgio duomenys ($ICC = 0,830$). Visų likusių eisenos parametrų koeficientų reikšmės pažymėtinos nuo 0,869 ir daugiau. Geriausiu rezultatu pasižymėjo klubo sąnario lenkimo / tiesimo duomenų suderinamumas ($ICC = 0,998$). Iš visų tirtų eisenos rodiklių tik žingsnio ilgio duomenys fiksuoja gerą suderinamumą su kita, jau validizuota sistema, o visi likusieji eisenos parametrų koeficientų rezultatai skelbia apie puikų dviejų sistemų suderinamumą. Tokie duomenys autoriams leidžia daryti išvadą, kad inercinių matavimo vienetų sistema yra pagrįsta eisenos ištyrimo tikslais naudoti priemonė.

Jau aprašyta validizuota „VICON“ aštuonių kamerų sistema buvo naudojama ir Chung ir Ng (2012) atliktame eksperimentiniame tyrime, kur mokslininkai fiksavo apatinės galūnės judesio pradžios momentą (kelio sąnario tiesimo judesys) ir tikrino, ar pjezoelektrinis akselerometras yra validi ir patikima priemonė, tiriant judesių ypatumus eisenos metu. Visų 12 tiriamųjų sėdimoje padėtyje, išgirdus pradžios signalą, buvo paprašyta tiesti dešinę kelio sąnarį. Akselerometras tyrime dalyvavusiems asmenims buvo tvirtinamas ties blauzdikaulio gumburais, o atspindintis, rutulio pavidalo žymeklis tvirtinamas virš tiriamojo prietaiso. Kiekvieno tiriamojo judesį mokslininkai stebėjo ir rinko duomenis penkis kartus. Visų penkių matavimų duomenų pagalba mokslininkai apskaičiavo tarpklasinės koreliacijos koeficientą ir šių dviejų judesio analizės sistemų suderinamumą įvertino geru. Antrojo tyrimo duomenų koeficiento reikšmė buvo mažiausia ir siekė 0,729, o paskutiniųjų dviejų matavimų suderinamumas siekė 0,822 (7 lentelė). Remiantis tokiomis koreliacijos koeficiento reikšmėmis, išvadose mokslininkai pabrėžia, kad akselerometras parodė gero suderinamumo su „VICON“ sistema rezultatus ir gali būti validi priemonė, tiriant judesio reakcijos laiko ypatumus. Darbo autoriai pažymi, kad lyginant duomenis, akselerometru aptiktos reakcijos laikas buvo lėtesnis nei „VICON“ sistemos duomenų. Nepaisant to, pasak mokslininkų, dėl akselerometro naudojimo patogumo ir paprastumo, ateityje tai taps medicinos personalo garantuotai naudojama priemone kasdieninėje praktikoje.

Skirtingai nuo kitų aprašytų publikacijų, Clark ir bendraminčiai (2015) tiriamos įrangos validumo vertinimui naudojo Pirsono tiesinės koreliacijos koeficientą (PPMC) (7 lentelė). Vertinamos „Microsoft Kinect“ žaidimų vaizdo įrašymo sistemos pagrįstumą autoriai aprašo kiekybine lentele. Derėtų pabrėžti, kad tai jau antra mokslinė publikacija, analizuojanti „Microsoft Kinect“ įrenginio kokybę, vertinant pacientų judėjimą. Mokslininkai apibendrina, kad puikus validumas ($r > 0,75$) pastebimas analizuojant tokius matavimus, kaip liemens poslinkio kampai ir kūno ašies matavimai, atliekant statinės pusiausvyros uždavinius. Deja, tačiau puikaus pagrįstumo rezultatai atliktame tyrime buvo pastebėti ne visur. Medialinių ir lateralinių sričių poslinkiai pasižymėjo prasto suderinamumo reikšmėmis ($r < 0,40$), pavyzdžiui, šoninio dubens poslinkio matavimai. Mažiausios Pirsono tiesinės koreliacijos koeficientų reikšmės buvo gautos

analizuojant šoninius ir horizontalius dubens poslinkius ($r = -0,18$ ir $r = -0,13$). Kiti aprašyti matavimai, tokie kaip liemens lenkimo kampas, pasižymėjo labai stipriu, beveik puikiu ryšiu tarp dviejų sistemų matavimų ($r = 0,93$; $r = 0,92$ ir $r = 0,83$; $r = 0,98$). Kiti tyrime atlikti matavimai neturėjo reikšmės šiam darbui (pavyzdžiui, krūtinkaulio padėtis ir kt.). Taigi, autoriai pastebėjo, kad dauguma jų tyrime atliktų kūno ašies matavimų „Microsoft Kinect“ sistema parodė puikius suderinamumo rezultatus su validizuota „VICON“ sistema, tačiau keli matavimai pasižymėjo prastais rodikliais (pacientų dubens šoninis ir horizontalus poslinkiai). Savo darbo rezultatuose mokslininkai nurodo, kad žaidimų sistema „Microsoft Kinect“ yra potencialus įrenginys ateities tyrimų naudojimui, tačiau vis dar reikalauja eksperimentinių tyrimų, gabūt tam tikrų korekcijų, aptariant šią temą. Derėtų akcentuoti, kad tai jau antroji mokslinė publikacija, kuri nagrinėja „Microsoft Kinect“ sistemos validumą, atliekant pacientų judesių analizę, ir taip pat skelbia apie įvairų validumo reikšmių intervalą (nuo prasto iki puikaus dviejų konstrukčių suderinamumo).

Vertinant inovatyvų belaidį „Wi-GAT“ įrenginį, DesJardins ir kiti (2016) gilinasi į lėtos ir greitos tiriamųjų eisenos parametrų analizę. Pasak autorių, jau atliktuose tyrimuose dažniausiai kalbama apie pacientams pageidaujamos ir individualaus tempo eisenos rodiklius. Todėl savo darbe mokslininkai vertino ėjimo greitį, eisenos ritmą, žingsnio ilgį, dešinės ir kairės galūnių atramos ir mosto fazių ypatumus tiriamiesiems einant lėtu, įprastu ir greitu tempu. Publikacijos autoriai apibendrintai teigia, kad lyginant „Wi-GAT“ ir „GAITRite“ sistemos suderinamumą beveik visi lėto ir įprasto tempo tiriamųjų eisenos rodiklių duomenys pademonstravo gerą arba puikų rezultatą: ėjimo greitis ($ICC = 0,98$), eisenos ciklas ($ICC = 0,75$ kairės galūnės, $ICC = 0,96$ dešinės galūnės) ir kt. (7 lentelė). Analizuojant lėto ir įprasto ėjimo tempo rezultatus, tik mosto fazės duomenų rodikliai parodė prastą arba vidutinį dviejų judesio analizės sistemų suderinamumą ($ICC = 0,27$ kairės galūnės, $ICC = 0,69$ dešinės galūnės). Mosto fazės duomenys buvo vieninteliai rodikliai, kurių koreliacijos koeficientų reikšmės svyravo nuo prastų iki vidutinių: pavyzdžiui, greitos eisenos analizės metu, mosto fazės matavimų koreliacijos koeficientas buvo mažiausias viso tyrimo rodiklis ($ICC = 0,171$). Aptariant tiriamųjų greito tempo eisenos parametrų duomenis, autoriai akcentuoja skirtingus gautus rezultatus: gerą arba puikų dviejų įrenginių suderinamumą įrodė tik ėjimo greičio ($ICC = 0,97$) ir žingsnio ilgio ($ICC = 0,81$ kairės galūnės, $ICC = 0,91$ dešinės galūnės) duomenų koreliacijos koeficientai. Kiti tirti eisenos charakteristikos ypatumai pasižymėjo nepakankamais arba gerais suderinamumo rezultatais. Darbo autoriai pabrėžia, kad dauguma tirtų eisenos parametrų parodė gerą arba puikų suderinamumą, vertinant du tyrimo metodus (ypač analizuojant lėto ėjimo tempo eisenos charakteristikas). Mokslininkai darbe analizuoja, kad prasti validumo rezultatai galėtų būti dėl greito eisenos tempo: tokiu atveju eisenos tyrimo įrenginys nespėja fiksuoti tiriamų parametrų. Tačiau mokslinio darbo rezultatai aiškiai

parodo, kad tiek pacientų įprastos, tiek lėtos ir greitos eisenos metu mažiausios koreliacijos koeficientų reikšmės buvo tiriant skirtingų apatinių galūnių mosto ir atramos fazes (tiek kairės, tiek dešinės kojų abiejų fazių koreliacijos koeficientai nesiekia 0,5). Kiti minėti tyrime matuoti rodikliai pasižymėjo geru arba puikiu abiejų tyrimo sistemų suderinamumu. Publikacijos išvados skelbia, kad naujasis „Wi-GAT“ įrankis yra validus metodas, kuris gali būti naudojamas kelių eisenos parametų tyrimui, ypač tinkantis vertinti pacientus su motorinės funkcijos sutrikimais, neurologinėmis problemomis ir kitų būklių pacientus, kurių eisena nėra hiperaktyvi.

Eisenos parametų ypatumus vaikų populiacijoje analizuojantys Figueiredo ir kiti autoriai (2013) taip pat pateikia koreliacijos koeficientų gausą, vertinant skaitmeninės kameros vaizdo įrašų ir „Qualisys“ sistemos duomenis (7 lentelė). Tyrimo metu mokslininkai fiksavo eisenos ciklo trukmę, atramos ir mosto fazes. Fiksuojant tiriamųjų eisena, vaikai galėjo eiti savarankiškai, su tėvų pagalba arba naudodami kompensacinę techniką (esant būtinybei). Kadangi autoriai tyrimui įgyvendinti formavo dvi grupes (pirmoji kontrolinė grupė, sudaryta iš sveikų vaikų, antroji – CP sergančių vaikų grupė), koreliacijos koeficientai taip pat buvo vertinami abiems grupėms atskirai. Geriausią rezultatą pademonstravo abiejų grupių eisenos ciklo koreliacijos koeficientai, parodydami puikų dviejų judesio tyrimo įrenginių suderinamumą (1 gr. ICC = 0,99 ir 2 gr. ICC = 0,96). Atramos fazės tyrimas taip pat skelbia panašius rezultatus: tiek kontrolinės, tiek eksperimentinės grupių tarpklausinės koreliacijos koeficiento reikšmės lygios 0,93 ir nurodo puikų dviejų sistemų suderinamumą bei patvirtina skaitmeninės kameros validumo hipotezę. Kitokia situacija stebima analizuojant mosto fazės rodiklius: aprašomas puikų suderinamumą demonstruojantis eksperimentinės tiriamųjų grupės rezultatas (ICC = 0,91), tačiau kontrolinės grupės koreliacijos koeficientas siekia vos 0,35 ir nurodo prastą dviejų sistemų suderinamumo rezultatą. Išvadose autoriai pabrėžia, kad tyrime naudota vaizdo įrašų analizė skaitmeninės kameros pagalba yra validi priemonė tiriant tiek sveikų, tiek CP sergančių vaikų bent du eisenos rodiklius: eisenos ciklo trukmę ir atramos fazės ypatumus.

Macleod ir kiti publikacijos autoriai (2014) atliko jau minėto belaidžio prietaiso „Wi-GAT“ analizę, o įrenginio validumui vertinti naudojo „VICON“ sistemą. Tyrimui įgyvendinti mokslininkai gilinosi į tiriamųjų žingsnio ilgį, eisenos ciklo trukmę, eisenos ritmą, ėjimo greitį, atramos ir mosto fazes. Juos dominantys išvardinti parametrai buvo fiksuojami tiek inovatyvaus belaidžio įrenginio pagalba, tiek jau validizuota „VICON“ sistema. Mokslininkai apibendrina, kad dauguma apskaičiuotų tarpklausinės koreliacijos koeficiento reikšmių demonstruoja puikų visišką dviejų tyrimo sistemų suderinamumą. Aprašytos koeficientai svyruoja nuo 0,940 iki 0,996 ir įrodo tiriamos įrangos validumą. Keturi eisenos parametrai parodė nepakankamai gerus rezultatus: mosto trukmė, atramos ir mosto fazės ir dvigubos atramos trukmė – šių rodiklių koreliacijos

koeficientai svyruoja nuo 0,299 iki 0,847. Mokslinio darbo išvados skelbia, kad „Wi-GAT“ sistemos įrenginys yra validi priemonė ir puiki alternatyva eisenos parametrų analizei (išskyrus atramos ir mosto fazių tyrimą), galėsianti palengvinti gydytojų, kineziterapeutų ir kitų reabilitacijos komandos narių darbą.

Mentiplay su kolegomis (2015) tyrimas patvirtina jau anksčiau minėtą kitą validumo studiją, kurioje Asaeda ir kiti mokslininkai (2018) diskutavo apie žaidimų įrenginio „Microsoft Kinect“ pagrįstumą eisenos tyrimams. Kaip ir jau anksčiau aptartame tyrime, taip ir Mentiplay ir jo bendraminčių publikacijoje rašoma, kad iš daugelio eisenos parametrų tik kelios charakteristikos parodė gerą arba puikų suderinamumą, „Microsoft Kinect“ sistemą lyginant su jau validizuota „VICON“ vaizdo analizės sistema. Pirsono koreliacijos koeficiento reikšmės nurodo puikų dviejų sistemų suderinamumą ($r > 0,75$), analizuojant ėjimo greitį, kontakto su einamu paviršiumi laiką, vertikalų dubens poslinkį, mosto fazės ypatumus, žingsniavimo laiką ir žingsnio pločio matavimus. Darbe autoriai taip pat atliko pacientams įprasto ir greito ėjimo tempų skirtumų analizę. Mažesnėmis koreliacijos koeficiento reikšmėmis pasižymėjo greito ėjimo tempo eisenos kintamieji ir dubens šoninio poslinkio matavimai ($r = 0,73$ ir $r = 0,45 - 0,46$). Likusių charakteristikų koreliacijos koeficientai nesiekė 0,40 ir buvo įvertintos kaip prasto dviejų sistemų suderinamumo reikšmės. Apibendrinami autoriai akcentuoja, kad ši tyrimams puikiai pritaikyta žaidimų įranga reikalauja papildomų tyrimų arba pačios sistemos korekcijų ateityje, tačiau jau dabar yra laikoma potencialiu įrankiu judesio analizės srityje, kuriuo galima sėkmingai iširti bent kelis pacientų eisenos rodiklius.

Į šią sisteminę literatūros apžvalgą buvo įtrauktas ir analizuojamas dar vienas mokslinis darbas, kuris vertino inercinių matavimo vienetų validumą eisenos analizei, publikuotas 2019 metais Miyazaki ir kitų autorių. Magnetinius inercinius judesio analizės vienetus Japonijos mokslininkai vertino „VICON“ sistemos pagalba. Darbe tyrėjai dėmesį skyrė eisenos tempų skirtumams, analizuojant eisenos charakteristikas einant lėtu, patogiu ir greitu tempu. Aprašant dviejų tiriamų judesio analizės sistemų rezultatų sutapimą, mokslininkai pabrėžia, kad visų eisenos kintamųjų koeficientai siekė 0,831 ir daugiau, kas rodo geras konstrukto pagrįstumo interpretacijas. Pavyzdžiui, sensorių pagalba išvesto apatinės galūnės dorsalinio kampo matavimai visų ėjimo tempų metu parodė gerą ir puikų suderinamumą, koreliacijos koeficientams esant intervale nuo 0,876 iki 0,992. Analizuojant eksperimentinio tyrimo rezultatus reikėtų pabrėžti, kad nebuvo pastebėta nei vieno koreliacijos koeficiento, nurodančio vidutinį ar nepakankamą eisenos analizės instrumentų suderinamumą. Remiantis tokiais duomenimis, išvadose mokslininkai nurodo, kad inovatyvūs magnetiniai inerciniai judesio matavimo vienetai yra sistema, pasižyminti prieinama kaina, patogiu naudojimu ir transportavimu bei geru prietaiso validumu.

Apibendrinant visų 11 į sisteminę literatūros apžvalgą įtrauktų mokslinių straipsnių rezultatų analizę, galima teigti, kad visos tyrimuose naudotos trimatės eisenos analizavimo sistemos yra validžios priemonės, tiriant bent kelis pagrindinius eisenos rodiklius. Puikiais ir labai gerais visų tirtų eisenos rodiklių pagrįstumo rezultatais pasižymėjo keturiuose moksliniuose darbuose pateiktos judesių analizės sistemos: „iPad” įrenginyje įmontuota trimatė vaizdo sistema, monokulinė vaizdo įrašymo sistema ir dviejuose tyrimuose aprašoma inercinė judesių matavimo sistema. Šių technologijų visi tirti eisenos parametrai buvo labai gerai arba puikiai suderinami su jau validizuotomis judesių analizės sistemomis. Vienas iš mokslinių darbų aprašo vidutinių ir labai gerų suderinamumą intervalą, analizuojant pjezoelektrinio akselerometro validumą. Tik viename moksliniame darbe aprašoma „Microsoft Kinect” sistema pasižymėjo tiek vidutiniais, tiek labai gerais ir puikiais suderinamumo rodikliais su kita validizuota judesių analizės įranga. Likusieji penki nepaminti moksliniai straipsniai aprašė įvairius judesių analizės metodus, kurių suderinamumas su jau validizuotomis priemonėmis svyravo nuo prasto iki puikaus: „Microsoft Kinect” vaizdo analizės sistema, belaidė „Wi – GAT” judesių tyrimo įranga ir trimatė skaitmeninės kameros vaizdo įrašų sistema. Remiantis pateiktais validumo rezultatų intervalais galima teigti, kad visi trimatės judesių analizės įrankiai gali būti naudojami bent kelių eisenos parametrų tyrimams, tačiau tik trys minėtos sistemos yra validžios priemonės, tiriant pacientų eisenos rodiklius (kurių koreliacijos koeficientų reikšmių intervalas rodo labai gerą ar puikų suderinamumą su aukšiniu standartu laikoma judesių tyrimo sistema).

5.2. Tyrimo rezultatų aptarimas

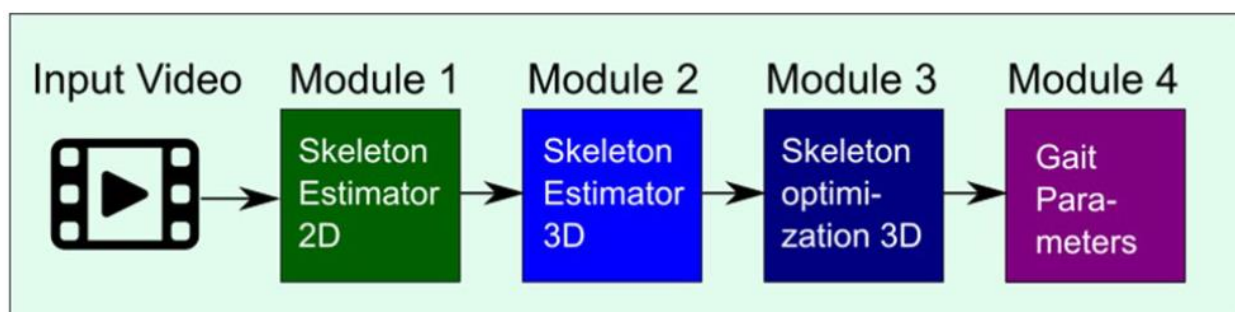
5.2.1. Trimačių eisenos analizavimo sistemų validumas

Medicinos srityje, norint patvirtinti ar paneigti paciento diagnozę, yra naudojami įvairūs tyrimo metodai. Siekiant greito, kokybiško ir tikslingo ištyrimo proceso, po kurio seka individualizuotas gydymo plano sudarymas, tyrimams atlikti yra naudojamos validizuotos (pagrįstos) priemonės [35]. Šių įrenginių rezultatai nekelia papildomų klausimų, interpretuojant gautus atsakymus. Pagrindinis bet kokios tyrimo priemonės validizavimo tikslas yra įrodyti, kad tam tikra įranga tikrai tiria tuos aspektus, kuriuos norima iširti ir yra greita, tiksli priemonė patvirtinanti ar paneigianti įtariamą diagnozę [36]. Aptariant vaikų, sergančių CP populiaciją, derėtų pabrėžti jų vieną svarbiausių savarankiškumo momentų – gebėjimą savarankiškai eiti [37]. Kaip jau buvo minėta, literatūroje nurodoma, kad beveik pusė cerebriniu paralyžiumi sergančių pacientų nesugeba eiti savarankiškai, kas apsunkina tiek vaikų, tiek jų tėvų / globėjų ar kitų šeimos narių kasdienybę ir gyvenimo kokybę. Ankstyva eisenos pakitimų diagnostika gali pagelbėti greičiau skirti atitinkamą gydymą ir tikslingą reabilitaciją, tokiu būdu nutolinant ligos progresiją. Pacientų eisena gali būti tiriama paprastuoju būdu, kuomet parametrai įvertinami tyrėjo arba

kompiuterizuotomis sistemomis – trimatės judesių analizės įrangos pagalba – sistema greitai ir tiksliai apskaičiuoja ir pateikia įvairių eisenos ar kitų judesių rodiklių rezultatus [38, 39]. Deja, pastaroji minėta technologija dažniausiai yra ypač brangi ir įrengta net ne visose trečio lygio sveikatos priežiūros įstaigose. Literatūroje nurodoma, kad trimatės eisenos analizės įrenginiai gali kainuoti apie 40000 eurų ir daugiau [19]. Didelė šių tyrimo priemonių kaina, naudojimosi ypatumai yra vienos iš pagrindinių priežasčių, dėl kurių trimatės judesių analizės įrenginiai yra vis dar retai naudojami klinikinėje praktikoje [40]. Vis dėlto, trimačių judesių analizavimo įrenginių yra įvairių: skirtingos konstrukcijos ir dydžio (nuo penkių iki 16 kamerų, skirtingų naudojimo principų, brangesnių ar pigesnių) [8]. Aptartų priemonių validizavimas ir įrodymas, kad įrenginiai yra pagrįsti ir tikslūs, paskatintų medicinos darbuotojus investuoti į šias technologijas, tokiu būdu sumažinant pacientų ištyrimo laiką, gaunant tikslius rezultatus ir pagreitinant gydymo ar reabilitacijos pradžios momentą. Įvykdyta 11 mokslinių darbų analizė nurodo skirtingų autorių publikacijose aprašomų įvairių trimačių judesių analizavimo sistemų validumą. Remiantis visų darbų rezultatuose nurodytais validumo kriterijų intervalais, galima daryti pagrįstas išvadas apie vertinamos sistemos kokybę ir galimybes naudoti praktikoje.

Keturi iš visų analizuotų mokslinių publikacijų nurodo labai gerą arba puikų tiriamų trimačių eisenos analizės sistemų suderinamumą su kitomis jau validizuotomis technologijomis. Koreliacijos koeficientų reikšmės, kurios svyravo 0,75 – 1,00 intervale leidžia daryti prielaidą, kad šios judesio analizės sistemos gali ir turi būti drąsiai naudojamos, siekiant ištirti bet kokius pacientų eisenos rodiklius. Agustsson ir kitų tyrėjų (2019) publikacijoje aprašomos trimatės judesių analizės įrangos, įmontuotos į planšetinį kompiuterį „iPad“ rezultatai įrodo, kad matuojant pacientų liemens padėtį (apatinės – viršutinės dalių kampą, asimetriją), dubens padėtį, šlaunies – blauzdos kampą (kelio sąnario padėtį) yra gaunami patikimi rezultatai. Tyrimo metu inovatyvią pristatytą judesių analizės įrangą autoriai vertino pagal rezultatus, gautus tiriant su „Qualisys“ judesių tyrimo sistema [17]. Validizuota „Qualisys“ sistemos priemonė pateikia ne tik patikimus pacientų padėties, eisenos rodiklių rezultatus, tačiau literatūroje dar aprašomas jos naudojimas statinės ir dinaminės pusiausvyros tyrimams, viršutinių galūnių padėties nustatymams [41, 42]. Šiai dienai nėra atlikta validumo studijų, aptariančių kitų rodiklių rezultatus, tiriant juos „iPad“ trimatės kameros įrenginio pagalba. Azhand ir bendraautorių (2021) tyrimo rezultatai skelbia, kad pasinaudojus mobiliajame įrenginyje esančia aplikacija, kuri matematinio algoritmo pagalba apskaičiuoja eisenos rodiklius iš anatomiškai optimizuotų paciento kūno ašies duomenų, galima kokybiškai tirti pacientų ėjimo greitį (m/s), eisenos ritmą (žingsniai / minutę), žingsnio ilgį (m), eisenos ciklo trukmę (s) [19]. Panašias koreliacijos koeficientų reikšmes pademonstravo visi eisenos rodikliai, tad vieno labiau ar mažiau gero rezultato išskirti negalima. Gauti duomenys buvo

palyginti su patikima „GAITRite“ sistema. Literatūroje aprašomi tyrimai, kuriuose eisenos parametrai „GAITRite“ sistemos pagalba sėkmingai kokybiškai tiriami įvairaus spektro pacientams: sportininkams, pacientams po galvos smegenų infarkto, Parkinsono liga sergantiems asmenims ir vaikams, sergantiems CP [43, 44, 45]. Aplikacijoje naudojamas algoritmas, pateikiantis eisenos rodiklių rezultatus, paremtas keturiais moduliais: gaunamas vaizdo įrašas ir vykdoma kūno griaučių dvimatė analizė (1 modulis), trimatės sistemos pagalba nustatomi sąnarių taškai (2 modulis), šie du veiksmai sujungiami ir nuskaitomos kūno anatomicinės struktūros (3 modulis) ir iš paskutiniojo modulio duomenų pateikiami eisenos parametrai (4 modulis) (1 pav.). Atsižvelgiant į minėtų straipsnių duomenų kokybės vertinimą (žiūrėti 4.1 poskyrį), tik vienas arba keli trūkstamos informacijos domenai leidžia interpretuoti tyrimų rezultatus teigiamai ir bendrai manyti, kad eksperimentiniai tyrimai atlikti kokybiškai.

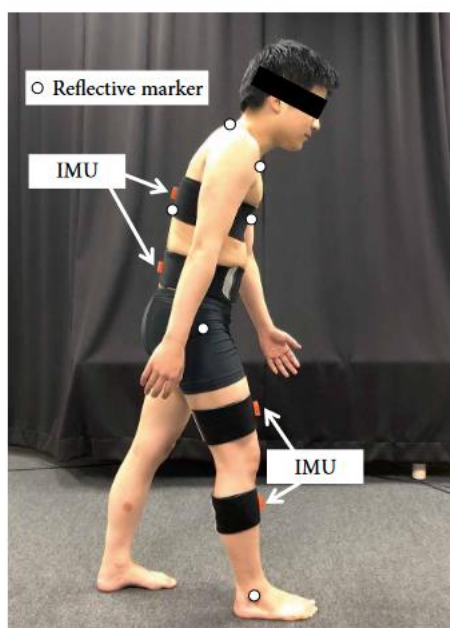


1 pav. Mobilioje aplikacijoje naudojamas algoritmas.

Cho ir kiti tyrėjai (2018) bei Miyazaki su bendraautoriais (2019) savo darbuose aprašė inercinių judesių matavimo vienetų rezultatus eisenos tyrimams ir abiejų mokslinių straipsnių išvados skelbia puikius koreliacijos koeficientų intervalus (2 ir 3 paveikslėliai). Cho ir kiti mokslininkai atliko ėjimo greičio, žingsnio ilgio, atramos ir mosto fazės analizę ir tyrė klubo, kelio ir čiurnos sąnarių padėtis [20]. Miyazaki su tyrėjais gilinasi į apatinės galūnės klubo sąnario padėtį (angl. *trailing limb angle*) [27]. Abiejuose tyrimuose analizuoti eisenos rodikliai gali būti sėkmingai tiriami ir pritaikomi įvairiems pacientams, nes tarpklasinio koreliacijos koeficiento mažiausia reikšmė yra 0,830, o didžiausia reikšmė siekia beveik maksimumą – 0,998. Remiantis aprašytais keturių mokslinių publikacijų rezultatais, galima teigti, kad pacientų, sergančių CP eisenos rodikliai kokybiškai gali būti tiriami inovatyviomis, paprastai naudojamomis ir ne tiek brangiomis priemonėmis: „iPad“ įrenginyje įmontuotos trimatės vaizdo analizės sistemos pagalba, mobiliosios aplikacijos vaizdo analizės algoritmo pagalba ir pasinaudojant inerciniais judesių analizės vienetais.



2 pav. Cho ir kitų tyrime naudojami inerciniai judesių matavimo vienetai.



3 pav. Miyazaki ir kitų tyrime naudojami inerciniai judesių matavimo vienetai.

Šios sisteminės literatūros apžvalgos rezultatų analizė taip pat nurodo, kad dviejuose moksliniuose šaltiniuose aprašytos trimatės judesių analizavimo sistemos gali puikiai išmatuoti eisenos parametrus, tačiau kelių eisenos rodiklių koreliacijos koeficientai parodė ne puikius, o gerus ir vidutinius rezultatus. Atlikus išsamią Asaeda ir kitų tyrėjų (2018) mokslinio darbo analizę, galima teigti, kad žaidimų sistema „Microsoft Kinect“ yra validi priemonė, kuri tiksliai išmatuoja liemens poslinkio kampus eisenos metu (tarpklasinių koreliacijos koeficientų reikšmės intervale nuo 0,83 iki 0,93) [18]. Prieštaringa situacija stebima tiriant dubens judesius: dubens rotacijos į viršų matavimai rodo vidutinį suderinamumą su validizuota „VICON“ sistema (ICC = 0,63), tačiau

dubens rotacijos į apačią matavimai demonstruoja gerą suderinamumą ir galimus patikimus rezultatus ($ICC = 0,81$) [18]. Patys autoriai mokslinėje publikacijoje diskutuoja, kad konstruktas nėra adekvatus ir pritaikytas greitų judesių tyrimams – tai iškreipia rezultatus ir nepateikia tikslaus atsakymo į norimą klausimą. Literatūroje taip pat randama informacijos, kad „Microsoft“ bendrovė nustojo gaminti jutiklius, skirtus šios įrangos judesių tyrimų pritaikymui, tačiau mokslininkai apibendrina, kad tai daug žadanti sistema, kurią galima pritaikyti pacientų judesių analizės tikslams [46]. Mokslininkų Chung ir Ng (2012) mokslinio darbo rezultatai skelbia, kad pjezoelektrinis akselerometras yra taip pat naudinga priemonė, norint ištirti pacientų judesio pradžią – kelio sąnario lenkimo momentą [21]. Atlikti penki tyrimai rodo skirtingus akselerometro ir validizuotos „VICON“ sistemos tarpklasini koreliacijos koeficiento rezultatus: pirmieji tyrimai rodo mažesnę dviejų įrenginių suderinamumą ($ICC = 0,75$ ir $ICC = 0,73$), tačiau paskutiniai du tyrimai leidžia daryti prielaidą, kad inovatyvus akselerometras yra validi priemonė judesio pradžios momento nustatymui ($ICC = 0,82$) [21]. Literatūroje buvo aptiktas mokslinis darbas, kur eksperimentinio tyrimo metu pjezoelektrinio akselerometro pagalba buvo fiksuojama tiriamųjų fizinė veikla: nueiti žingsniai, sunaudotos kilokalorijos, fizinės veiklos intensyvumo lygis, bet ne judesių rodikliai [47]. 2021 metais Wiedmann ir kitų atliktas tyrimas dėl trimačio akselerometro pritaikymo vaikams, sergantiems CP, nurodo, kad prietaisas yra puiki alternatyva ėjimo greičio nustatymui, tiriant vaikų populiaciją: tvirtinama liemens srityje nedidelė technologija netrukdo vaikų kasdienybės [48]. Atlikus minėtų dviejų mokslinių darbų analizę, galima teigti, kad „Microsoft Kinect“ judesių analizės sistema yra patikimas įrankis tiriant pacientų liemens poslinkių kampus ėjimo metu ir lėtų judesių ypatumus, tačiau dar reikalauja ateities tyrimų, norint atlikti kokybišką dubens poslinkių kampų įvertinimą ir greitų judesių analizę. Aptariant pjezoelektrinį akselerometrą, galima apibendrinti, kad tai skatintina priemonė, siekiant išsiaiškinti kelio sąnario pradžios momento ypatumus, tačiau taip pat reikalauja labiau tikslių tyrimų ateityje.

Likusieji penki į sisteminę literatūros apžvalgą įtraukti straipsniai tyrimų metu atlieka įvairių judesių vertinimo sistemų analizę, kur vertinamų įrenginių validumo reikšmės svyruoja nuo prasto iki puikaus suderinamumo, priklausomai nuo eisenos rodiklių, kurie buvo tiriami. Pavyzdžiui, Clark ir kiti mokslininkai (2015) taip pat atliko žaidimų sistemos „Microsoft Kinect“ analizę, kurios rezultatai sako, kad liemens (visų padėčių metu) ir dubens poslinkiai statinės pusiausvyros testų metu gali būti ištiriami sėkmingai ir kokybiškai [22]. Tačiau autoriai pažymi, kad silpnas aptariamo įrenginio koreliacijos ryšys su „VICON“ sistema yra pastebimas kūnui judant, dinaminės pusiausvyros testų metu ($PPMC = [-0,18; 0,49]$). Darbe autoriai akcentuoja, kad „Microsoft Kinect“ sistema turi potencialą tapti kokybišku judesių analizės įrankiu ateityje, tačiau tai jau antrasis mokslinis straipsnis, kuris pažymi, kad reikalingi ateities tyrimai ir patobulinimai

aptariant šį konstrukta [22]. Aptariant „Wi – GAT“ judesių analizės sistemą, kurią aprašo DesJardins ir kiti (2016), galima teigti, kad įranga yra validi tirti pacientų ėjimo greitį, eisenos ritmą, žingsnio ilgį, atramos fazės ypatumus (pėdos atramos laiką sekundėmis) įprastos eisenos tempo metu (ICC = [0,75; 0,97]) [23]. Pacientams einant jiems patogių tempu, prastas arba vidutinis suderinamumas buvo stebimas fiksuojant mosto fazės laiką (sekundėmis) ir atramos bei mosto fazės procentalias išraiškas (ICC = [0,27; 0,69]). Įdomi situacija stebima vertinant mosto fazės abiejų apatinių galūnių rezultatus: kairės kojos rezultato koreliacijos koeficientas siekia tik 0,27, bet dešinės kojos – net 0,69 atliekant tą patį veiksmą, tačiau vertinant skirtingas apatines galūnes. Darbo autoriai taip pat tyrė eisenos rodiklius pacientams einant lėtai ir greitai. Apibendrintai mokslininkai pabrėžia, kad lėtojo tempo metu eisenos rodiklių rezultatai buvo labiau patikimi, vertinant sistemos „Wi – GAT“ ir validizuotos „GAITRite“ įrangos duomenis. „Wi – GAT“ yra patikima įranga, norint vertinti lėtojo ėjimo greitį, eisenos ritmą, žingsnio ilgį ir atramos fazės laikotarpį. Mosto fazės laikotarpio rezultatai bei procentaliai išreikštos mosto ir atramos fazės pasižymėjo prastomis arba vidutinėmis koreliacijos koeficiento reikšmėmis (ICC = [0,17; 0,73]). Prieštariga situacija stebima vertinant greitosios eisenos parametrus: prietaisas validus vertinant tik ėjimo greitį, eisenos ritmą (dešinės galūnes), žingsnio ilgį ir dešinės kojos atramos laikotarpį (ICC > 0,81). Kiti parametrai nurodo prastą arba vidutinį abiejų sistemų suderinamumą. Literatūroje randami tik du moksliniai darbai, kuriuose aprašyta naujojo „Wi – GAT“ įrenginio analizė, vertinant eisenos rodiklius. Abu moksliniai straipsniai išnagrinėti šioje sisteminėje literatūros apžvalgoje [23, 25]. Daugiau informacijos mokslinėse bazėse, susijusios su naujausia belaide „Wi – GAT“ judesių analizės technologija, nėra randama. Tačiau įvertinus pateiktus rezultatus ir autorių interpretacijas galima daryti prielaidą, kad įranga yra validi priemonė, siekiant ištirti lėtos arba įprasto tempo ėjimo greitį, eisenos ritmą, žingsnio ilgį ir atramos fazės laikotarpį (sekundėmis). Įdomu tai, kad vertinant mosto fazės laikotarpio rezultatus, visų trijų eisenos tempų metu (įprasto, lėto ir greito) mosto fazės trukmės rezultatai pasižymėjo labiau prastais koreliacijos koeficientais (ICC = 0,27; ICC = 0,51; ICC = 0,24). Dešinės kojos mosto trukmės reikšmių koreliacijos koeficientai pateko į vidutinio vertinimo intervalą (ICC = 0,69; ICC = 0,73; ICC = 0,63). Tai galėjo lemti prietaiso uždėjimo technika, įrangos jautrumo aspektai. Įvertinus validumo rezultatus, galima rekomenduoti netirti pacientų atramos ir mosto fazių (procentalių reikšmių) „Wi – GAT“ įrangos pagalba, nes ši sritis reikalauja papildomų ateities tyrimų ir konstrukto korekcijų. Macleod ir kiti (2014) taip pat tyrė „Wi – GAT“ prietaiso validumą, tiriant eisenos rodiklius [25]. Įdomu stebėti abiejų mokslinių darbų panašumus bei skirtumus: Macleod ir bendraautoriai rezultatų skiltyje nurodo, kad tiriamas „Wi – GAT“ įrenginys yra validus, norint ištirti eisenos ėjimo greitį, eisenos ritmą, žingsnio ilgį ir laiką (abiejų apatinių galūnių rezultatų koreliacijos koeficientai siekia nuo 0,78 iki 0,99 [25]. Prasti koreliacijos koeficiento reikšmių rezultatai stebimi

tiriant tik atramos ir mosto fazės ypatumus (procentinė išraiška, abi apatinės galūnės, koreliacijos koeficientas siekia nuo 0,29 iki 0,49). Abu moksliniai šaltiniai apibendrina išvadą, kad atramos ir mosto fazių ypatumų tyrimui (procentinės dalies) „Wi – GAT” prietaisas nėra patikimas.

Figueiredo ir kiti tyrėjai (2013) apibendrina, kad tiriamas skaitmeninės vaizdo įrašymo sistemos prietaisas nėra validus tikrinant tik sveikų vaikų mosto fazės ypatumus. Kiti tiriami rodikliai nurodė puikų kameros vaizdo analizės suderinamumą su validizuota „Qualisys“ sistema, tiriant tiek sveikų, tiek CP sergančių tiriamųjų grupes (ICC > 0,91) [24]. Sveikų vaikų eisenos tempas gerokai skiriasi nuo CP sergančiųjų [49]. Greiti judesiai galėjo turėti įtakos prietaiso netikslumams: einant greitai, vaizdo įrašymo sistema nesugeba tiksliai fiksuoti norimų rodiklių ir aprašo klaidingus rezultatus. Kaip rodo ir anksčiau aprašytų darbų rezultatai, judesių analizės sistemos tiksliau fiksuoja lėto tempo eisenos rodiklius, bet ne greituosius judesius [23].

Mentiplay ir kitų autorių (2015) validumo studija dar kartą įrodo, kad su „Microsoft Kinect” sistemos pagalba tiksliai galima iširti ne visus eisenos rodiklius. Validūs duomenys gaunami analizuojant įprasto tempo ir greito ėjimo greitį, atramos fazės laiką, žingsnio ilgį ir plotį, žingsniavimo laiką, pėdos pakrypimą ir vertikalų dubens poslinkį (ICC > 0,75) [26]. Šoninio dubens poslinkio skaičiavimai parodė vidutinį sistemos suderinamumą su validizuota technologija (ICC = 0,45 įprastu tempu ir ICC = 0,46 greito ėjimo metu). Prastas abiejų sistemų suderinamumas stebimas matuojant klubo, kelio ir čiurnos sąnarių padėtis eisenos metu (ICC < 0,5). Tokie rezultatai leidžia planuoti ateities tyrimus ir atitinkamų sistemos korekcijų atlikimą, tiriant apatinės galūnės sąnarių padėtis įvairiuose kampuose einant lėtai ar greitai. Maža šio mokslinio darbo šališkumo rizika leidžia teigti, kad tyrimo rezultatai yra patikimi ir reikalauja naujų eksperimentinių tyrimų, norint patikimai analizuoti ne tik skirtingų tempų eisenos parametrus, bet ir klubo, kelio ir čiurnos sąnarių padėtis.

Apibendrinant visų 11 mokslinių šaltinių rezultatų analizę, galima teigti, kad skirtingos autorių tirtos judesių analizės sistemos yra validžios priemonės, siekiant nustatyti bent kelis pacientų eisenos rodiklius, tačiau keli įrenginiai reikalauja konstruktyvų korekcijų ir papildomų validumo studijų ateityje. Apibendrintas judesių analizės sistemų validumas pateiktas 8 lentelėje.

8 lentelė. Trimačių judesių sistemų validumo apibendrinimas, vertinant skirtingus rodiklius.

Nr.	Straipsnis	Vertinama judesių analizės sistema	Skirtingų judesių tyrimo validumas pagal koreliacijos koeficientų reikšmes		
			Prastas suderinamumas	Vidutinis suderinamumas	Gerai / puikus suderinamumas
1.	Agustsson ir kt. (2019) [17]	3-D camera for iPad	-	-	<ul style="list-style-type: none"> Dubens poslinkio kampai Liemens padėtis

2.	Asaeda ir kt. (2018) [18]	<i>Microsoft Kinect system V2</i>	-	<ul style="list-style-type: none"> Dubens poslinkis žemyn 	<ul style="list-style-type: none"> Liemens padėtis Dubens poslinkis aukštyn
3.	Azhand ir kt. (2021) [19]	<i>Smartphone camera application, SCA</i>	-	-	<ul style="list-style-type: none"> Ėjimo greitis Eisenos ritmas Žingsnio ilgis Žingsniavimo laikas
4.	Cho ir kt. (2018) [20]	<i>Inertial Measurement Units (IMUs)</i>	-	-	<ul style="list-style-type: none"> Ėjimo greitis Žingsnio ilgis Atramos ir mosto fazės Klubo, kelio, čiurnos sąnarių padėtytys
5.	Chung ir Ng (2012) [21]	<i>Piezo-electric Accelerometer Model 8772A10</i>	-	<ul style="list-style-type: none"> Kelio sąnario tiesimo pradžios momentas (2 tyrimas) 	<ul style="list-style-type: none"> Kelio sąnario tiesimo pradžios momentas (1, 3, 4 ir 5 tyrimai)
6.	Clark ir kt. (2015) [22]	<i>Microsoft Kinect system V2</i>	<ul style="list-style-type: none"> Dubens šoninis poslinkis 	<ul style="list-style-type: none"> Dubens šoninis poslinkis 	<ul style="list-style-type: none"> Liemens padėtis, poslinkio kampai Dubens vertikalus poslinkis
7.	DesJardins ir kt. (2016) [23]	<i>The Wireless Gait Assessment Tool, Wi-GAT</i>	<ul style="list-style-type: none"> Mosto fazės trukmė (įprastu ir greitu tempu*) Atramos fazės procentinė išraiška (įprastu, lėtu ir greitu tempu) Mosto fazės procentinė išraiška (įprastu, lėtu ir greitu tempu) 	<ul style="list-style-type: none"> Eisenos ritmas (greitu tempu*) Atramos fazės trukmė (greitu tempu*) Mosto fazės trukmė (vidutiniu tempu*) Mosto fazės trukmė (įprastu, lėtu ir greitu tempu) 	<ul style="list-style-type: none"> Ėjimo greitis (įprastu, lėtu ir greitu tempu) Eisenos ritmas (įprastu, lėtu ir greitu tempu) Žingsnio ilgis (įprastu, lėtu ir greitu tempu) Atramos fazės trukmė (įprastu, lėtu ir greitu tempu)
8.	Figueiredo ir kt. (2013) [24]	<i>Digital camera (Sony DCR/DVD 405)</i>	<ul style="list-style-type: none"> Mosto fazė (sveikų) 	-	<ul style="list-style-type: none"> Atramos fazė Mosto fazė (CP) Eisenos ciklas
9.	Macleod ir kt. (2014) [25]	<i>The Wireless Gait Assessment Tool, Wi-GAT</i>	<ul style="list-style-type: none"> Atramos fazės procentinė išraiška Mosto fazės procentinė išraiška Dvigubos atramos laikas 	-	<ul style="list-style-type: none"> Žingsniavimo laikas Žingsnio ilgis Eisenos ritmas Atramos fazės trukmė Mosto fazės trukmė Ėjimo greitis
10.	Mentiplay ir kt. (2015) [26]	<i>Microsoft Kinect system V2</i>	<ul style="list-style-type: none"> Šoninis dubens poslinkis Klubo, kelio, čiurnos sąnarių padėtytys, kampai 	-	<ul style="list-style-type: none"> Ėjimo greitis Kontakto su paviršiumi laikas Žingsnio ilgis Žingsnio plotis Vertikalus dubens poslinkis Pėdos mosto greitis
11.	Miyazaki ir kt. (2019) [27]	<i>Inertial Measurement Units (IMUs)</i>	-	-	<ul style="list-style-type: none"> Klubo sąnario padėtis įprasto tempo, lėtos ir greitos eisenos metu

* tik kairės apatinės galūnės duomenys

5.2.2. Trimačių eisenos analizės sistemų pritaikymas vaikams, sergantiems CP

Nepaisant to, kad daugumoje analizuotų straipsnių buvo tiriami sveiki asmenys, trimačių judesių vertinimo sistemų tyrimus galima pritaikyti konkrečiai pacientų grupei. Straipsnių analizė įrodo, kad darbuose aprašytos įrangos pagalba sėkmingai tiriami asmenys, besiskundžiantys klubo sąnario disfunkcija, kas taip pat būdinga pacientams, sergantiems CP [18, 50]. Vaikų, sergančių CP gretose dažnai pasitaikantys klubo sąnario išnirimai ir spastiškumas lemia lėtesnę eisena, laikysenos sutrikimus, liemens ir dubens poslinkius. Kaip rodo sisteminės literatūros apžvalgos rezultatai, tiriant lėto tempo eisena prietaisai yra labiau validūs, nei analizuojant greito ėjimo tempo rezultatus [23]. Remiantis duomenų analize, galima teigti, kad vaikų, sergančių CP tam tikrus eisenos rodiklius patikimai įmanoma iširti pasinaudojus visomis 9 lentelėje aprašytais trimatėmis judesių analizės sistemomis. CP sergančių vaikų populiacijos pritaikymui daug žadantis įrenginys gali būti belaidė „Wi – GAT“ sistema ir inerciniai judesių matavimo vienetai: dėl motorinių disfunkcijų ir traumų rizikos krentant, tyrimo metu vaikai gali būti lydimi tėvų, o minėti tyrimo prietaisai tam netrukdyt, nes yra tinkamos gamybos [51]. Tokiu atveju belaidė įranga, kuri leidžia šalimais esančio asmens palydą tyrimo metu, yra padėties nekomplikuojanti ir labai patogi naudoti.

Literatūroje aprašomas „Microsoft Kinect“ žaidimų sistemos naudojimas terapijos tikslais. Mokslininkai pažymi, kad žaidimų formos užduočių atlikimas vaikams yra žaismingas, o penkių savaikių programos įtaka teigiama (gerinamos pacientų motorinės funkcijos) [52]. Palyginus pigi, žaisminga, galinti būti tiek reabilitacijos programos, tiek tiriamoji įranga „Microsoft Kinect“ žaidimų sistema gali patikimai iširti pacientų liemens padėtį, ėjimo greitį, žingsnio ilgį ir plotį bei kitus ypatumus ir kartu tapti puikia vaikų reabilitacijos proceso priemone [53]. Atliekamą pacientų eisenos rodiklių tyrimą galima pritaikyti kaip kineziterapijos užduočių elementus motorinei vaikų funkcijai gerinti, o reabilitacijos proceso eigoje (atliekant įprastą kineziterapijos procedūrą), taip pat sistemos pagalba galima įvertinti eisenos rodiklius. Trijuose straipsniuose aprašyta vaikus pritraukianti žaidimų sistema gali būti naudojama kaip reabilitacijos elementas ir eisenos rodiklių tyrimo įrankis.

Tiriant pacientų, sergančių CP populiaciją, daug žadanti technologija yra išmaniajame telefone įdiegta aplikacija su atitinkamu algoritmu (SCA). Pats prietaisas yra patogus naudoti ir transportuoti, turintis galimybę adaptuotis įvairiose aplinkose, yra nedidelis. Eisenos tyrimo programa, nereikalaujanti kalibravimo, žymeklių tvirtinimo nurodytuose anatominiuose taškuose ar kitų sudėtingų procesų, savo paprastu naudojimo principu skiriasi nuo „auksiniu standartu“ vadinamų technologijų [54]. Aplikacijoje įdiegtų modulių pagalba, kuriami dvimačiai ir trimačiai judančių asmenų vaizdai, tiksliai nustatomos kūno ašys, anatominiai taškai, o paskutiniajame

modulyje esantis algoritmas pateikia tikslius eisenos parametrų rezultatus, kuriuos norima iširti. Paprastu naudojimu ir tiksliais tyrimo rezultatais pasižyminti technologija yra puiki inovatyvi alternatyva greitam ir kokybiškam sutrikusios eisenos vaikų tyrimui.

Chung ir Ng (2012) tyrime pristatytas akselerometras galėtų vertinti ne tik judesių pradžios momentus: literatūroje nurodomas eksperimentinis tyrimas, kurio metu sėkmingai atlikta vaikų, sergančių CP, ėjimo greičio analizė [21, 48]. Autoriai atliko ne prietaiso validumo studiją, o tikrino, ar juosmeninėje dalyje vaikams tvirtinamas akselerometras yra patogi ir tinkama jiems priemonė eisenos parametrų nustatymui. Mokslinio darbo išvados nurodo, kad ši nesudėtinga trimatė judesių analizės technologija gali tapti perversmu reabilitacijoje, tiriant CP sergančių vaikų eiseną, kadangi yra patogi naudoti ir neriboja pacientų atliekamų kasdieninių veiklų ypatumų (gali būti naudojama net namuose).

Siekiant išvengti vaikų cerebrinio paralyžiaus progreso ir užtikrinti kuo ilgesnį savarankiškumo laikotarpį, pacientų eisenos rodiklių tyrimai ir reabilitacijos elementai gali būti atliekami trimatėmis judesių analizės sistemomis.

5.2.3. Sisteminės literatūros apžvalgos trūkumai ir privalumai

Aptariant atliktos sisteminės literatūros apžvalgos trūkumus, verta pradėti nuo jau analizuotos „Cochrane Collaboration“ šaltinių kokybės analizės (5 lentelė). Kokybės vertinimo įrankis suteikė galimybę sudaryti pagrįstas išvadas, kurių straipsnių rezultatų duomenis galima rimtai interpretuoti, o kurių – patikrinti ateities tyrimais. Pagrindinė priežastis, dėl kurios atrinktų straipsnių vertinimas netapo galimos mažos šališkumo rizikos straipsniu – tai informacijos trūkumas moksliniuose darbuose. Darbo metodologijos srityse ne visi autoriai aprašė tiriamos imties generavimo ypatumus, lyčių pasiskirstymą arba pagrįstumą, kodėl pasirinkta imtis sudaryta iš tam tikro skaičiaus asmenų [19, 23]. Deja, tačiau du iš šiame tyrime analizuotų mokslinių darbų pasižymi galima didele šališkumo rizika dėl tos priežasties, jog tiriamieji galėjo būti informuoti apie jiems numatomas intervencijas (šio tyrimo atveju tiriamieji galėjo žinoti, kaip bus atliekamas judesių analizės tyrimas). Pasak kokybės vertinimo įrankio instrukcijos, šis veiksnys gali iškreipti rezultatus, todėl tokių darbų rezultatai ir išvados turi būti vertinami kritiškai ir pageidautina, patikrinami ateities tyrimais. Taip pat verta paminėti, kad mokslinių publikacijų identifikacijos proceso metu galėjo likti neįtrauktų į tyrimą šaltinių. To priežastis gali būti vienas iš įtraukimo į tyrimą kriterijų, kuris nurodo, kad tinkami straipsniai turi būti publikuoti anglų kalba. Globaliu mastu atlikti moksliniai tyrimai, kurie nebuvo išversti į anglų kalbą ir nebuvo publikuoti duomenų bazėse „Web of Science“ ar „PubMed“ negalėjo būti įtraukti į tyrimą. Tokiu atveju sumažėja sisteminės literatūros apžvalgos rezultatų galimybės ir gali būti neapartotos visos inovatyvios

judesių analizavimo sistemos, kurių pagalba galima kokybiškai ištirti CP sergančių pacientų eisenos rodiklius. Sisteminės literatūros apžvalgos dažniausiai nagrinėja tam tikrų intervencijų poveikį pacientų būklei, tačiau šio darbo atveju buvo vertinamas tyrimo prietaisų pagrįstumas, o ne terapija. Dėl šios priežasties negalima buvo apskaičiuoti efekto dydžio (angl. *Effect Size*), kuris nurodytų reabilitacijos priemonių ir straipsnio rezultatų kokybę. Bent vienas baigiamajame darbe nurodytas trūkumas nebeleidžia tyrimo priskirti pirmajam įrodymų lygmeniui (iš keturių).

Atlikta sisteminė literatūros apžvalga pasižymi ir stipriosiomis pusėmis: visi į tyrimą įtraukti moksliniai šaltiniai buvo pakankamos apimties, pasižymėjo aiškiai ir sistemingai aprašyta informacija. Duomenų ekstrakcijai atlikti pasirinktos dvi labai kokybiškos duomenų bazės, kuriose publikuojami įvairūs tarpdisciplininiai tyrimai ir tyrimai biomedicinos mokslų tema. Pasirinktų straipsnių mokslininkai aiškiai aprašo imčių iškritimo momentus ir to priežastis, tyrimo eigą, rezultatus ir rezultatų analizę. Kelių mokslininkų tiriamosios imtys yra visai nedidelės, tačiau to traktuoti kaip trūkumo negalima. Literatūroje nurodoma, kad validumo studijų įgyvendinimui užtenka vos kelių tiriamųjų, kurių eisenos parametrai būtų įvertinti abiejomis sistemomis (viena nauja, kita – validizuota) [20, 31]. Visi atrinkti straipsniai pateikė skaitines validumo išraiškas koreliacijos koeficientų pavidalu – tai leido daryti pagrįstas išvadas dėl tyrimuose aprašytų judesių analizės sistemų naudojimo galimybių klinikinėje praktikoje. Atlikta išsami šaltinių kokybės analizė pagal „Cochrane Collaboration“ mokslinių tyrimų kokybės vertinimo įrankį taip pat leido kritiškai įvertinti kiekvienos mokslinės publikacijos rezultatus ir rekomenduoti / nerekomenduoti judesių analizės prietaisus pritaikyti pacientų eisenos ištyrimo tikslais. Verta paminėti, kad kiekvieno straipsnio žurnalo analizė ir pateikti 2020 metų skirtingų žurnalų citavimo rodikliai leidžia komentuoti apie straipsnių patalpinimą kokybiškuose, vertinguose ir populiariuose žurnaluose, kas taip pat atspindi analizuotų darbų kokybę.

6. IŠVADOS

1. Iš duomenų bazių „Web of Science“ ir „PubMed“ iš viso susisteminta 11 mokslinių straipsnių, kurie vertina trimačių eisenos analizės sistemų validumą.
2. Visos sisteminėje literatūros apžvalgoje analizuotos judesių vertinimo sistemos yra validžios priemonės, tiriant bent kelis eisenos rodiklius:
 - A. Siekiant patikimų rezultatų, eisenos parametrai gali būti tiriami: įmontuotos į planšetinį įrenginį skaitmeninės trimatės kameros pagalba, išmaniosios trimatės aplikacijos mobiliuosiuose telefonuose pagalba ir inercinių judesių matavimo vienetų pagalba.
 - B. Tokia judesių vertinimo įranga, kaip „Microsoft Kinect“ žaidimų sistema, pjezoelektrinis akselerometras, belaidė judesių vertinimo sistema „Wi – GAT“ ir skaitmeninės kameros judesių analizės sistema aprašo prastą, vidutinį ir puikų įrenginių validumą, vertinant skirtingus eisenos rodiklius, todėl reikalauja papildomų tyrimų ateityje.

7. PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS

1. Vaikų, sergančių CP eisenos rodiklius rekomenduojama tirti įmontuota į planšetinį įrenginį skaitmenine trimatės vaizdo funkcijos kamera, išmaniąja trimatės vaizdo funkcijos aplikacija mobiliuosiuose telefonuose ir inerciniais judesių matavimo vienetais.
2. Atliekant vaikų, sergančių CP eisenos rodiklių tyrimus inovatyviomis trimatėmis eisenos analizės „Wi – GAT“ sistemomis, nerekomenduojama tirti mosto ir atramos fazių procentalių išraiškų (mosto ar atramos fazės, išreikštos procentais).
3. Rekomenduojami ateities moksliniai tyrimai, susiję su vaikų, sergančių CP dubens padėties vertinimu, pacientus tiriant „Microsoft Kinect“ sistema.
4. Rekomenduojami ateities moksliniai tyrimai, susiję su vaikų, sergančių CP mosto ir atramos fazės vertinimu, pacientus tiriant be laido judesių vertinimo sistema „Wi – GAT“ ir skaitmeninės kameros judesių analizės sistema.

8. LITERATŪROS SĄRAŠAS

- [1] Gulati S, Sondhi V. Cerebral palsy: An overview. *The Indian Journal of Pediatrics*. 2018;85(11):1006–16.
- [2] Hollung SJ, Bakken IJ, Vik T, Lydersen S, Wiik R, Aaberg KM, et al. Comorbidities in cerebral palsy: A patient registry study. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2019;62(1):97–103.
- [3] Korzeniewski SJ, Slaughter J, Lenski M, Haak P, Paneth N. The complex aetiology of Cerebral Palsy. *Nature Reviews Neurology*. 2018;14(9):528–43.
- [4] Booth AT, Buizer AI, Meyns P, Oude Lansink IL, Steenbrink F, van der Krogt MM. The efficacy of functional gait training in children and young adults with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2018;60(9):866–83.
- [5] Fonseca Jr. PR, Calhes Franco de Moura R, Galli M, Santos Oliveira C. Effect of physiotherapeutic intervention on the gait after the application of botulinum toxin in children with cerebral palsy: Systematic review. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2018;54(5):757–65.
- [6] Cho C, Hwang W, Hwang S, Chung Y. Treadmill training with virtual reality improves gait, balance, and muscle strength in children with cerebral palsy. *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*. 2016;238(3):213–8.
- [7] Petersen S, Francis KL, Reddihough DS, Lima S, Harvey A, Newall F. Sleep problems and solution seeking for children with cerebral palsy and their parents. *Journal of Paediatrics and Child Health*. 2020;56(7):1108–13.
- [8] Gómez-Pérez C, Font-Llagunes JM, Martori JC, Vidal Samsó J. Gait parameters in children with bilateral spastic cerebral palsy: A systematic review of randomized controlled trials. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2019;61(7):770–82.
- [9] Massaad A, Assi A, Bakouny Z, Sauret C, Khalil N, Skalli W, et al. Three-dimensional evaluation of skeletal deformities of the pelvis and lower limbs in ambulant children with cerebral palsy. *Gait & Posture*. 2016;49:102–7.
- [10] Lee SY, Sung KH, Chung CY, Lee KM, Kwon S-S, Kim TG, et al. Reliability and validity of the Duncan-ely test for assessing rectus femoris spasticity in patients with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*. 2015;57(10):963–8.

- [11] Zhou C, Xia H, Yin J, Zheng Y. Three-dimensional gait quantitative analysis in postoperative rehabilitation of lumbar degenerative diseases: a self-controlled before-after study. *American Journal of Translational Research*. 2021;13(6):6913-20.
- [12] Saner RJ, Washabaugh EP, Krishnan C. Reliable sagittal plane kinematic gait assessments are feasible using low-cost webcam technology. *Gait & Posture*. 2017;56:19–23.
- [13] Fernández-González P, Koutsou A, Cuesta-Gómez A, Carratalá-Tejada M, Miangolarra-Page JC, Molina-Rueda F. Reliability of kinovea® software and agreement with a three-dimensional motion system for gait analysis in healthy subjects. *Sensors*. 2020;20(11):3154.
- [14] Ma N, Sclavos N, Passmore E, Thomason P, Graham K, Rutz E. Three-dimensional gait analysis in children undergoing gastrocnemius lengthening for equinus secondary to cerebral palsy. *Medicina*. 2021;57(2):98.
- [15] Merriaux P, Dupuis Y, Bouteau R, Vasseur P, Savatier X. A study of Vicon System positioning performance. *Sensors*. 2017;17(7):1591.
- [16] Riad J, Lidbeck C. Muscle weakness does not influence gait in unilateral cerebral palsy: A muscle strength and three-dimensional gait analysis study. *European Journal of Physiotherapy*. 2015;17(4):224–30.
- [17] Agustsson A, Gislason MK, Ingvarsson P, Rodby-Bousquet E, Sveinsson T. Validity and reliability of an iPad with a three-dimensional camera for posture imaging. *Gait & Posture*. 2019;68:357–62.
- [18] Asaeda M, Kuwahara W, Fujita N, Yamasaki T, Adachi N. Validity of motion analysis using the Kinect system to evaluate single leg stance in patients with hip disorders. *Gait & Posture*. 2018;62:458–62.
- [19] Azhand A, Rabe S, Müller S, Sattler I, Heimann-Steinert A. Algorithm based on one monocular video delivers highly valid and reliable gait parameters. *Scientific Reports*. 2021;11(1):14065.
- [20] Cho Y-S, Jang S-H, Cho J-S, Kim M-J, Lee HD, Lee SY, et al. Evaluation of validity and reliability of inertial measurement unit-based Gait Analysis Systems. *Annals of Rehabilitation Medicine*. 2018;42(6):872–83.
- [21] Chung PYM, Ng GYF. Comparison between an accelerometer and a three-dimensional motion analysis system for the detection of movement. *Physiotherapy*. 2012;98(3):256–9.
- [22] Clark RA, Pua Y-H, Oliveira CC, Bower KJ, Thilarajah S, McGaw R, et al. Reliability and concurrent validity of the Microsoft Xbox one kinect for assessment of standing balance and postural control. *Gait & Posture*. 2015;42(2):210–3.

- [23] DesJardins AM, Schiller M, Eraqi E, Samuels AN, Galen SS. Validity of a wireless gait analysis tool (wi-gat) in assessing spatio-temporal gait parameters at slow, preferred and fast walking speeds. *Technology and Health Care*. 2016;24(6):843–52.
- [24] Figueiredo PR, Silva PL, Avelar BS, Chagas PS, Oliveira LC, Mancini MC. *Brazilian Journal of Physical Therapy*. 2013;17(4):359–66.
- [25] Macleod CA, Conway BA, Allan DB, Galen SS. Development and validation of a low-cost, portable and wireless Gait Assessment Tool. *Medical Engineering & Physics*. 2014;36(4):541–6.
- [26] Mentiplay BF, Perraton LG, Bower KJ, Pua Y-H, McGaw R, Heywood S, et al. Gait assessment using the Microsoft Xbox one kinect: Concurrent validity and inter-day reliability of spatiotemporal and kinematic variables. *Journal of Biomechanics*. 2015;48(10):2166–70.
- [27] Miyazaki T, Kawada M, Nakai Y, Kiyama R, Yone K. Validity of measurement for trailing limb angle and propulsion force during gait using a magnetic inertial measurement unit. *BioMed Research International*. 2019:1–8.
- [28] Kaldas M, Michael S, Hanna J, Yousef GM. Journal impact factor: A bumpy ride in an open space. *Journal of Investigative Medicine*. 2019;68(1):83–7.
- [29] Górski A, Zimecki M, Krotkiewski H. Journal impact factor and self-citations. *Archivum Immunologiae et Therapiae Experimentalis*. 2021;69(1):21.
- [30] Favorito LA. The new impact factor of International Brazilian Journal of Urology is 1.342. Where can we get? *International Braz J Urol: Official Journal of the Brazilian Society of Urology*. 2020;46(6):888–90.
- [31] Kim CY, Hong JS, Chun KJ. Validation of feasibility of two depth sensor-based Microsoft Kinect cameras for human abduction-adduction motion analysis. *International Journal of Precision Engineering and Manufacturing*. 2016;17(9):1209–14.
- [32] McGuinness, LA, Higgins, JPT. Risk-of-bias VISualization (robvis): An R package and Shiny web app for visualizing risk-of-bias assessments. *Res Syn Meth*. 2020; 1- 7. Prieiga internete: <https://doi.org/10.1002/jrsm.1411>.
- [33] Koo TK, Li MY. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for Reliability Research. *Journal of Chiropractic Medicine*. 2016;15(2):155–63.
- [34] Schober P, Boer C, Schwarte LA. Correlation coefficients: appropriate use and interpretation. *Anesthesia and Analgesia*. 2018;126(5):1763–8.

- [35] Fox MP, Lash TL, Bodnar LM. Common misconceptions about validation studies. *International Journal of Epidemiology*. 2020;49(4):1392–6.
- [36] St-Onge C, Young M, Eva KW, Hodges B. Validity: One word with a plurality of meanings. *Advances in Health Sciences Education*. 2017;22(4):853–67.
- [37] Das SP, Ganesh GS. Evidence-based approach to physical therapy in cerebral palsy. *Indian Journal of Orthopaedics*. 2019;53(1):20–34.
- [38] Rasmussen HM, Pedersen NW, Overgaard S, Hansen LK, Dunkhase-Heinl U, Petkov Y, et al. Gait analysis for individually tailored interdisciplinary interventions in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Developmental Medicine and Child Neurology*. 2019;61(10):1189–95.
- [39] Pilloni G, Pau M, Costici F, Condoluci C, Galli M. Use of 3D gait analysis as predictor of achilles tendon lengthening surgery outcomes in children with cerebral palsy. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*. 2019;55(2):250–7.
- [40] Wong J, Shah PK. 3D kinematic gait analysis for preclinical studies in rodents. *Journal of Visualized Experiments*. 2019;(150).
- [41] Lura DJ, Venglar MC, van Duijn AJ, Csavina KR. Body weight supported treadmill vs. overground gait training for acute stroke gait rehabilitation. *International Journal of Rehabilitation Research*. 2019;42(3):270–4.
- [42] Lubetzky AV, Wang Z, Krasovsky T. Head mounted displays for capturing head kinematics in postural tasks. *Journal of Biomechanics*. 2019;86:175–82.
- [43] Hegde N, Zhang T, Uswatte G, Taub E, Barman J, McKay S, et al. The pediatric SmartShoe: Wearable Sensor System for ambulatory monitoring of physical activity and gait. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*. 2018;26(2):477–86.
- [44] Scully A, Tan D. Within-assessment variability of the GAITRITE system in people with stroke. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2019;98(6):446–9.
- [45] Kim MK, Shin YJ. Immediate effects of ankle balance taping with kinesiology tape for amateur soccer players with lateral ankle sprain: a randomized cross-over design. *Medical Science Monitor*. 2017;23:5534–41.
- [46] Bawa A, Banitsas K, Abbod M. A review on the use of Microsoft Kinect for gait abnormality and postural disorder assessment. *Journal of Healthcare Engineering*. 2021;2021:4360122.
- [47] Swartz AM, Strath SJ, Miller NE, Grimm EK, Ewalt LA, Loy MS, et al. Validity of physical activity monitors in assessing energy expenditure in normal, overweight, and obese adults. *The Open Sports Sciences Journal*. 2009;2(1):58–64.

- [48] Wiedmann I, Grassi M, Duran I, Lavrador R, Alberg E, Daumer M, et al. Accelerometric gait analysis devices in children—will they accept them? Results from the AVAPeD study. *Frontiers in Pediatrics*. 2021;8:574443.
- [49] El Shemy SA. Trunk endurance and gait changes after core stability training in children with hemiplegic cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*. 2018;31(6):1159–67.
- [50] Graham D, Paget SP, Wimalasundera N. Current thinking in the health care management of children with cerebral palsy. *Medical Journal of Australia*. 2019;210(3):129–35.
- [51] Morgan P, McGinley JL. Cerebral palsy. *Handbook of Clinical Neurology*. 2018;159:323–36.
- [52] Chen H-L, Lin S-Y, Yeh C-F, Chen R-Y, Tang H-H, Ruan S-J, et al. Development and feasibility of a Kinect-based constraint-induced therapy program in the home setting for children with unilateral cerebral palsy. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*. 2021;9:755506.
- [53] Barreira CC, Forner-Cordero A, Grangeiro PM, Moura RT. Kinect v2 based system for Gait Assessment of children with cerebral palsy in rehabilitation settings. *Journal of Medical Engineering & Technology*. 2020;44(4):198–202.
- [54] Song Y, Xu S, Dai Y, Jia J, Liu H, Li Z. Portable 3D gait analysis assessment in MTT treat chronic ankle instability: a retrospective study. *BioMed Research International*. 2021;2021:1–7.

9. PRIEDAI

9.1. PRIEDAS

Sisteminės literatūros apžvalgos protokolas

Pavadinimas	Trimačių eisenos analizavimo sistemų validumas vertinant vaikų, sergančių cerebriniu paralyžiumi, eisenos parametrus: sisteminė literatūros apžvalga.
Vadovas	Prof. dr. Juozas Raistenskis
Vykdytojas	Dominika Kamilia Jarmal
Darbo atlikimo laikotarpis	2020 gruodžio mėn. – 2021 balandžio mėn.
Darbo tikslas	Išanalizuoti trimačių eisenos analizavimo sistemų validumą vertinant vaikų, sergančių cerebriniu paralyžiumi, eisenos parametrus.
Darbo klausimas	Ar trimatės eisenos analizavimo sistemos yra validžios priemonės vertinant vaikų, sergančių cerebriniu paralyžiumi, eisenos parametrus? Are three-dimensional gait analysis systems valid tools for assessing gait parameters in children with cerebral palsy?
Paieškos strategija	
Duomenų bazės, kuriose atliekama paieška	Web of Science (Clarivate Analytics) duomenų bazė PubMed (Medline) duomenų bazė
Straipsnių įtraukimo kriterijai	<ol style="list-style-type: none">1. Straipsniai, paskelbti nuo 2011 metų sausio mėn. iki 2021 metų gruodžio mėn.2. Straipsniai, paskelbti anglų kalba.3. Asmenys, kurių eisenos parametrai tiriami trimatėmis judesio analizės sistemomis.4. Straipsniai su įvertintu validumo kriterijumi.5. Tyrimai, atlikti bet kuriose pasaulio šalyse.
Straipsnių neįtraukimo kriterijai	<ol style="list-style-type: none">1. Kokybinio tyrimo tipo straipsniai.2. Straipsniai, kuriuose nagrinėjamas trimačių eisenos sistemų patikimumo rodiklis.
Vertinamosios baigtys	Validumo reikšmių vertinimas pagal tarpklasinių koreliacijos koeficientą (angl. <i>Intra-class correlation coefficient (ICC)</i>) arba kitus statistinės analizės koreliacijos koeficientų metodus (pvz., Pirsono koreliacijos koeficientą, Spirmano koreliacijos koeficientą).
Paieškos eilutės	<ol style="list-style-type: none">1. Three – dimensional gait analysis cerebral palsy2. Three – dimensional gait analysis validity3. Three – dimensional gait analysis validity cerebral palsy