



## Paauglių, sergančių idiopatine skolioze, liemens raumenų ištvermės, stabilumo, pusiausvyros funkcijos ir galvos padėties sąsajos

Guoda Budrytė\*, Romualdas Sinkevičius, Lina Budrienė 

Vilniaus universitetas, Medicinos fakultetas, Sveikatos mokslų institutas, Reabilitacijos, fizinės ir sporto medicinos katedra, Vilnius, Lietuva

\* Susirašinėjimui: [guoda.budryte@gmail.com](mailto:guoda.budryte@gmail.com)

### Santrauka

*Tyrimo pagrindimas.* Taisyklinga galvos padėtis, liemens ištvermė, stabilumas ir pusiausvyra yra esminiai veiksniai, užtikrinantys tinkamą kūno laikyseną ir funkcinį judrumą. Sergant idiopatine skolioze, šių veiksnių sąveika gali turėti įtaką skoliozės progresavimui ir reabilitacijos veiksmingumui.

*Tikslas.* Nustatyti sąsajas tarp paauglių, sergančių idiopatine skolioze, liemens raumenų statinės ištvermės, liemens stabilumo, pusiausvyros ir galvos padėties.

*Metodai.* Tyrime dalyvavo 22 (10–17 m., amžiaus vidurkis  $-13,5 \pm 2,09$  m.) paaugliai, kuriems diagnozuota idiopatinė skoliozė. Šiame skerspjūvio tyrime buvo matuota tiriamųjų liemens raumenų statinė ištvermė, vertinama galvos padėtis, liemens stabilumas ir pusiausvyra.

*Rezultatai.* Tiriamųjų pilvo raumenų statinė ištvermė ( $51,6 \pm 27,43$  s) buvo žymiai prastesnė nei nugaros raumenų statinė ištvermė ( $93,0 \pm 46,05$  s). Funkcinio liemens stabilumo testo neišlaikė 95,5 proc. tiriamųjų. Net 86,36 proc. tiriamųjų galvos padėtis buvo paslinkusi į priekį su kraniovertebralinio kampu lygiu  $42,93 \pm 5,15^\circ$ . Vidutinio stiprumo netiesioginė reikšminga koreliacija nustatyta tarp kraniovertebralinio kampo dydžio ir pusiausvyros ( $r = -0,675$ ,  $p = 0,001$ ), o stiprūs tiesioginiai ryšiai tarp liemens stabilumo ir pusiausvyros ( $r = 0,803$ ;  $p = 0,001$ ), dinaminio stabilumo ir pusiausvyros ( $r = 0,824$ ;  $p = 0,001$ ), statinio stabilumo ir pusiausvyros ( $r = 0,778$ ;  $p = 0,001$ ).

*Išvados.* Paaugliams, turintiems idiopatinę skoliozę, būdinga į priekį pasislinkusi galvos padėtis. Nustatyti vidutiniai ir stiprūs ryšiai tarp pusiausvyros, galvos padėties, funkcinio liemens stabilumo bei laikysenos stabilumo. Tarp liemens raumenų statinės ištvermės santykių ir pusiausvyros nerasta reikšmingų koreliacijų.

**Reikšminiai žodžiai:** paaugliai, idiopatinė skoliozė, galvos padėtis, stabilumas, pusiausvyra

## 1. ĮVADAS

Paauglių idiopatinė skoliozė (PIS) yra trimatė stuburo deformacija, pasireiškianti išlinkimu į šoną frontalinėje plokštumoje, sukimusi horizontalioje plokštumoje ir pokyčiais sagitalinėje plokštumoje, įskaitant kifozičius bei lordozičius iškrypimus (Negrini et al., 2018). PIS sukelia rimtų funkcinų sutrikimų, tokių kaip sumažėjusi liemens raumenų ištvermė, nestabilumas, prasta pusiausvyra bei pasikeitusi galvos padėtis (Fortin et al., 2016; Budrienė et al., 2017; Şahin et al., 2019; Wen et al., 2022)

PIS paplitimas pasaulyje svyruoja nuo 0,47 iki 5,2 proc. (Thomas et al., 2021). Idiopatinė skoliozė dažniau diagnozuojama mergaitėms nei berniukams (santykis 1,5:1 iki 3:1) ypač didelių Cobb kampų



atvejais (Singh et al., 2022). PIS sudaro apie 80 proc. visų skoliozės atvejų (Choudhry et al., 2016), o ilgalaikis gydymas yra labai brangus (Negrini et al., 2018; Bozzio et al., 2019). Didelės gydymo išlaidos pabrėžia ekonomiškai veiksmingų prevencijos ir gydymo priemonių svarbą (Hoelen et al., 2023).

Paaugliams, sergantiems idiopatine skolioze, dažnai būdingi ilgalaikiai fiziniai sutrikimai. Motyer su bendraautorais (2022) nurodo, kad progresuojant skeleto brendimui, paauglių su ideopatine skolioze fizinės galimybės yra apribojamos (Motyer et al., 2022). Be stuburo deformacijos PIS lemia sudėtingus raumenų ir kaulų sistemos pokyčius, turinčius įtakos bendrai fizinei ir psichologinei sveikatai bei gyvenimo kokybei (Gallant et al., 2018; Mitsiaki et al., 2022). Tyrimai rodo, kad 90 proc. atvejų PIS pablogina gyvenimo kokybę, 80 proc. – sukelia nugaros skausmą, blogina kvėpavimo sistemos funkciją ir yra linkusi progresuoti (Negrini et al., 2006).

Liemens raumenys atlieka lemiamą vaidmenį palaikant stuburo stabilumą. Jų disbalansas ar silpnumas gali lemti stuburo iškrypimą ir paspartinti skoliozės progresavimą (Lynders, 2019). Sutrikęs liemens stabilumas ir prasta liemens raumenų ištvermė taip pat turi įtakos judesių koordinacijai ir pusiausvyrai, kuri dažnai būna sutrikusi asmenims, turintiems skoliozę (Şahin et al., 2019; Addai et al., 2020). Be to, galvos padėtis, ypač protrakcijos į priekį padėtis, yra dažna tarp paauglių, turinčių idiopatinę skoliozę, ir gali prisidėti prie tolesnių stuburo deformacijų (Diab, 2012; Du et al., 2023), todėl svarbu nustatyti šių veiksmų sąveiką siekiant reabilitacijos proceso veiksmingumo. Tyrimo tikslas – išanalizuoti sąsajas tarp PIS ir pagrindinių fizinių parametrų, tokių kaip liemens stabilumas, ištvermė, pusiausvyra ir galvos padėtis.

## 2. METODAI

**Tiriamieji.** Iš tyrime dalyvauti pakviestų 24 tiriamųjų, atrankos kriterijus atitiko 22 tiriamieji. Tiriamieji buvo atrinkti vadovaujantis šiais kriterijais:

- **Įtraukimo kriterijai:** paaugliai, kuriems diagnozuota idiopatinė skoliozė su iškrypimo laipsniu tarp 10° ir 45° Cobb kampu; tiriamųjų amžius 10–17 metų; siūsti reabilitacijai; gavus tėvų ar įgaliotų asmenų sutikimą dalyvauti tyrime; gebantys suprasti ir atlikti duotą užduotį.
- **Atmetimo kriterijai:** paaugliai, turintys gretutinių fizinių ar psichinių ligų, kurios gali daryti įtaką tyrimo rezultatams (pvz., vaikų cerebrinis paralyžius); paaugliai, turintys idiopatinę skoliozę, tačiau turėję bet kokio tipo skoliozės korekcinę operaciją; paaugliai, kurių Cobb kampas nesiekia 10° arba viršija 45°.

Tyrimas buvo atliekamas laikantis Helsinkio deklaracijos principų dėl tyrimų su žmonėmis. Gavus tiriamojo tėvų / įgaliotų asmenų pasirašytą sutikimo formą, tiriamajam buvo atliktas momentinis, vienkartinis tyrimas. Tiriamieji buvo vertinami vienoje iš Vilniaus vaikų sveikatos priežiūros įstaigų. Prieš pradėdant vertinimą, tiriamasis buvo supažindintas su tyrimo tikslu ir užduotimis. Vieno tiriamojo testavimas užtruko 45 min.

Tiriamųjų amžiaus vidurkis buvo 13,5 ± 2,09 metų. Jauniausias tiriamasis buvo 10 metų, o vyriausias – 17 metų amžiaus. Tiriamųjų charakteristika pateikta pirmoje lentelėje.

1 lentelė. Tiriamųjų charakteristika

Kintamasis		Duomenys
Tiriamųjų skaičius (n)		22
Lytis	Moteriškoji, n (proc.)	16 (72,7)
	Vyriškoji, n (proc.)	6 (27,3)
Amžius (vidurkis ± SN, metai)		13,5 ± 2,09
Ūgis (cm)		165,4 ± 12,55

Kintamasis	Duomenys
Svoris (kg)	51,19 ± 12,42
KMI (kg/m <sup>2</sup> )	18,5 ± 2,63
Cobb' o kampas (vidurkis ± SN, °)	19,38° ± 11,35°
Krūtininė dalis MIN/MAX	10°/45°
Juosmeninė dalis MIN/MAX	10°/20°
Krūtininė-juosmeninė dalis MIN/MAX	10°/43°

**Pastaba:** KMI – kūno masės indeksas, MIN – mažiausias, MAX – didžiausias, SN – standartinis nuokrypis

Vykdam tyrimą buvo atlikti šie matavimai:

**Antropometriniai matavimai.** Tiriamųjų ūgis ir kūno svoris matuotas specialia „Marsden“ ūgio ir svorio matuokle, o KMI apskaičiuotas pagal formulę: svoris (kg) / ūgis (m<sup>2</sup>).

**Liemens stabilumo vertinimas** (Mathiass testas). Šis testas skirtas vertinti gebėjimą kontroliuoti ir išlaikyti kūno padėtį. Tiriamasis turėjo išstovėti 30 s vertikaloje padėtyje, rankos ištiestos į priekį, sulenktos 90° kampu per peties sąnarį, dubuo neutralioje padėtyje, laikant svorius, atitinkančius 5 proc. tiriamojo kūno svorio. Stebima stuburo, dubens, menčių, rankų padėtis ir kompensaciniai judesiai, vertinami balais nuo 0 iki 4 (Cudré-Mauroux et al., 2006). Kompensaciniai judesiai buvo apibrėžiami ir vertinami taip:

- 0 balų – kompensacinių judesių neatliko;
- 1 balas – priekinis dubens pasvirimas (padidėjusi juosmens lordozė ir padidėjęs klubo lenkimas);
- 2 balai – padidėjusi juosmeninė lordozė (juosmeninės stuburo dalies judesys pirmyn, o krūtinės ląstos judesys atgal);
- 3 balai – menčių pakilimas;
- 4 balai – bet koks rankų judesys per peties sąnarį.

**Liemens raumenų statinės ištvėrmės vertinimas** (McGill, 2015). Šie testai vertina pilvo, nugaros, dešinės ir kairės pusės šoninių liemens raumenų statinę ištvėrmę. Testo metu chronometru fiksuotas maksimalus laikas (s), per kurį tiriamasis gali išsilaikyti tam tikroje statinėje padėtyje (Dudonienė, 2022). Atliekamas vienas bandymas, rezultatas užrašomas sekundės tikslumu.

**Pilvo raumenų statinės ištvėrmės testas.** Tiriamasis sėdi nugarą atsiremęs į pagalbinę priemonę, padedančią palaikyti 50–60° kampą (Dejanovic, Harvey & McGill, 2012) tarp nugaros ir kušetės. Keliai ir klubai sulenkti 90° kampu, rankos sukryžiuotos ant krūtinės, galva neutralioje padėtyje. Tiriantysis prilaiko tiriamojo kulkšnis. Laikas pradedamas skaičiuoti patraukus pagalbinę priemonę 10 cm atstumu nuo tiriamojo ir tiriamajam laikant fiksuotą padėtį. Laikas stabdomas, kai tiriamasis neišlaiko testavimo padėties ar atsiremia į pagalbinę priemonę esančią už jo.

**Nugaros raumenų statinės ištvėrmės testas.** Tiriamasis turi atsigulti ant pilvo taip, kad viršutinė kūno dalis neturėtų atramos ant kušetės – iki klubakaulio skiauterių. Kojos fiksuojamos ir palaikomos ties tiriamojo kulnais (Dudonienė, 2022). Tiriamasis turi pakelti viršutinę kūno dalį iki horizontalios padėties, galva neutralioje padėtyje, rankos laikomos sukryžiuotos ant krūtinės. Laikas stabdomas, kai nebeišlaikoma horizontali padėti, t.y., kai viršutinė kūno dalis nusileidžia žemiau horizontalios padėties.

**Šoninių liemens raumenų statinės ištvėrmės testas.** Tiriamasis guli ant šono, kojos ištiestos, viršutinė koja pastatoma priekyje atraminės apatinės kojos, viršuje esanti plaštaka uždėta ant priešingo peties. Atraminė ranka sulenkta per alkūnės sąnarį 90° kampu. Laikas pradedamas skaičiuoti, kai tiriamasis pakelia dubenį nuo pagrindo, ant kurio guli. Laikas stabdomas, kai tiriamasis nebeišlaiko padėties ir nuleidžia dubenį ant kušetės. Išmatavus vienos pusės šoninių raumenų statinę ištvėrmę, tokioje pat padėtyje matuojama kitos pusės šoninių liemens raumenų statinė ištvėrmė.

Statinės ištvėrmės testų duomenys vertinami apskaičiuojant šiuos santykius: 1) pilvo / nugaros raumenų statinė ištvėrmė. Esant subalansuotoms šioms raumenų grupėms, santykis turėtų būti atrimas

vienetui; 2) kairės / dešinės pusės liemens raumenų ištvermė. Esant subalansuotoms šioms raumenų grupėms, santykis turėtų būti atrimas vienetui; 3) dešinės ar kairės liemens pusės / nugaros raumenų statinė ištvermė. Pageidautina, kad santykis tarp šių raumenų grupių būtų tarp 0,5 – 0,75 (McGill, 2015).

**Pusiausvyros vertinimas.** Pusiausvyra buvo vertinta naudojant Biodex pusiausvyros testavimo ir treniravimo sistemą (Biodex 945-302, Biodex Medical Systems Inc., 1.08 versija, JAV). Tiriant pusiausvyrą su Biodex sistema, tiriamojo pėdų padėtis (pėdos pasukimo kampas ir kulnų koordinatės) savaime įvedama į sistemą, atsižvelgiant į tiriamojo ūgį. Prieš kiekvieną testą tiriamieji buvo supažindinti su užduotimi ir jos atlikimu. Testavimas atliekamas stovint ant abiejų kojų atsimerkus ir užsimerkus ant tvirto ir minkšto paviršiaus, naudojant statinį ir dinaminį platformos režimus bei stovint įvairiose pozicijose. Testavimas buvo atliekamas be avalynės. Buvo atliekami šie testai: modifikuotas sensorinės integracijos ir klinikinis pusiausvyros, laikysenos stabilumo bei pusiausvyros klaidų vertinimo sistemos testas (Wilczyński et al., 2023).

**Modifikuotas sensorinės integracijos ir pusiausvyros klinikinis testas** (angl. *Modified clinical test of sensory integration and balance (m-CTSIB)*). Šiuo testu vertintas tiriamojo gebėjimas integruoti jutimus judesio metu, siekiant išlaikyti pusiausvyrą ir gebėjimas kompensuoti, kai yra sutrikdoma viena arba kelios iš nustatytų sąlygų. Testas buvo atliekamas keturiomis sąlygomis: stovint ant kieto paviršiaus atsimerkus, stovint ant kieto paviršiaus užsimerkus, stovint ant minkšto paviršiaus atsimerkus ir stovint ant minkšto paviršiaus užsimerkus. Testo rezultatai pateikiami svyravimo indeksu – kuo didesnis svyravimo indeksas, tuo nestabilesnis tiriamasis buvo testavimo metu. Traktuojama, jog kuo rezultatas arčiau 0, tuo tiriamojo pusiausvyra yra geresnė (Biodex Medical Systems 2017, 2018).

**Pusiausvyros klaidų vertinimo sistemos testas** (angl. *Balance Error Scoring System (BESS)*). Testo metu vertinama statinė pusiausvyra ir laikysenos stabilumas įvairiose stovėjimo padėtyse ant kieto ir minkšto paviršiaus. Testu vertinamas tiriamojo gebėjimas išlaikyti pusiausvyrą, kai yra skirtingos propriocepcinėmis sąlygos ir laikysenos iššūkiai. Testavimas kiekvienoje pozicijoje buvo atliekamas tiriamajam užsimerkus:

- Suglaustų kojų stovėsenoje pėdos yra pristatytos viena ant kitos, rankos atpalaiduotos priekšonų.
- Vienos kojos stovėsenoje tiriamasis turėjo stovėti ant nedominuojančios kojos, o priešinga koja turėjo būti laikoma maždaug 20° klubo lenkimo, 45° kelio lenkimo sagitalinėje plokštumoje.
- Tandeminėje stovėsenoje viena koja statoma priešais kitą, priekinės kojos kulnas liečia užpakalinės kojos didįjį pirštą. Tiriamojo nedominuojanti koja yra užpakalinėje padėtyje. Atlikus visas tris pozicijas, tiriamasis jas turi pakartoti ant specialaus Biodex minkšto paviršiaus.

Kiekvienai padėčiai išlaikyti buvo skiriamos 20 s su 10 s poilsiu tarp bandymų. Viso testo metu tyrėjas vertina tiriamojo vienos pozicijos metu atliekamas klaidas, jas sumuoja ir pasibaigus bandymui įtraukia į Biodex sistemą. Klaidomis laikoma – atsimerkimas, rankų atitraukimas nuo liemens, suklypimas ar griuvimas, klubo abdukcija ar fleksija daugiau kaip 30° kampu, priekinės pėdos ar kulno pakėlimas nuo tiriamojo paviršiaus, buvimas netinkamoje tiriamojoje padėtyje daugiau negu 5 s. Rezultatai pateikiami kiekvienai sukurtai situacijai atskirai ir sukuriamas bendrasis svyravimo indekso balas – kuo jis didesnis, tuo tiriamasis buvo nestabilesnis. Kuo rezultatas arčiau 0, tuo tiriamojo pusiausvyra yra geresnė (Biodex Medical Systems 2017, 2018).

**Laikysenos stabilumo testas** (angl. *Postural stability test*). Šiuo testu buvo vertinamas paciento gebėjimas statiškai ir dinamiškai išlaikyti pusiausvyros svorio centrą. Prieš pradėdant testą tiriamojo buvo prašyta atsistoti taip, kad jo kūno masės centras būtų platformos centrinėje dalyje. Testo metu matuotas tiriamojo padėties nuokrypis nuo centro. Rezultatai pateikiami bendrais dinaminio ir statinio stabilumo indeksais – kuo didesnis stabilumo indeksas, tuo prastesnis tiriamojo atitinkamas stabilumas. Testui atlikti buvo skirti trys bandymai po 20 s, tarp kiekvieno iš jų skirtas 10 s poilsis. Iš trijų bandymų Biodex sistemoje apskaičiuoti dinaminio ir statinio stabilumo indeksų vidurkiai buvo įtraukti į tyrimo analizę. Atliekant Biodex pusiausvyros sistemos „Laikysenos stabilumo“ testą, traktuojama, jog kuo rezultatas

(svyravimo indeksas) arčiau 0, tuo tiriamojo laikysenos stabilumas yra geresnis (Biodex Medical Systems 2017, 2018).

**Galvos padėties vertinimas.** Galvos pasvirimo į priekį padėtis (angl. *Forward head posture*), t.y. kraniovertebralinis kampas ( $^{\circ}$ ), buvo matuotas goniometru stovimoje padėtyje (Oakley et al., 2024). Prieš testą tiriamojo buvo prašoma tris kartus atlikti galvos lenkimą ir tiesimą, kad atsipalaiduotų kaklo raumenys. Tuomet galva sulaikoma neutralioje padėtyje, prašoma jog tiriamasis žiūrėtų priešais save. Tiriamasis atsistoja nugara prie sienos taip, kad kulnai, sėdmenys ir mentės liestų sieną. Pėdos turi būti pečių plotyje, rankos atpalaiduotos ir laikomos prie liemens. Goniometro kampamatis laikomas ties C7 slankstelio keterine atauga, nejudanti goniometro dalis horizontaliai C7 lygyje, o judanti goniometro dalis – ties ausies landa ir išmatuojamas kampas abiejose galvos pusėse. Matavimus tyrėjas užsirašo ir apskaičiuoja vidurkį su galima  $3^{\circ}$  paklaida. Mažesnis nei  $48^{\circ}$  kraniovertebralinis kampas laikomas į priekį pasvirusios galvos padėtimi (Shaghayegh et al., 2016).

**Statistinė duomenų analizė.** Atlikta naudojant „R x64 3.5.1“ ir „Microsoft Excel 2013“ programas. Analizės metu apskaičiuotos duomenų padėties ir sklaidos charakteristikos. Norma tikrinta „Šapiro–Vilko“ testu. Duomenų reikšmingumui vertinti naudoti: vienos imties ir kelių nepriklausomų imčių „T-testai“ bei neparimetrinis „Mann-Whitney“ testas. Koreliacijoms nustatyti taikyti „Pirsono“ koeficientas (normaliai pasiskirstantiems duomenims) ir „Spearman“ koeficientas (nepasiskirstantiems). Ryšiai interpretuojami pagal koeficientų reikšmes: 0,00–0,01 (nėra ryšio), 0,20–0,39 (silpnas), 0,40–0,69 (vidutinis), 0,70–0,89 (stiprus), 0,90–0,99 (labai stiprus),  $\pm 1$  (tiesinė priklausomybė). Statistinė reikšmė laikoma reikšminga, jei  $p < 0,05$ .

### 3. REZULTATAI

**Tiriamųjų funkcinį rodiklių duomenys** yra pateikti 2 lentelėje. Tiriamųjų pilvo raumenų statinė ištvėrmė buvo žymiai mažesnė už nugaros raumenų statinę ištvėrmę. Kitų raumenų grupių santykiai atitiko rekomenduojamas normas.

Funkcinio liemens stabilumo testo neišlaikė didžioji dalis tiriamųjų (95,5 proc.). Dažniausias stebimas kompensacinis judesys buvo menčių pakilimas (45,5 proc.).

Net 86,4 proc. tiriamųjų nustatyta statistiškai reikšmingai ( $p = 0,001$ ) į priekį atsikišusios galvos padėtis.

Visų tiriamųjų dinaminis ir statinis stabilumas yra statistiškai reikšmingai ( $p = 0,001$ ) sutrikęs ir nukrypęs nuo mažiausios vertės.

Nustatyta, kad pagal modifikuotos sensorinės integracijos ir pusiausvyros klinikinį testą bei pusiausvyros klaidų vertinimo sistemos testą visi tiriamieji pasižymėjo statistiškai reikšmingai ( $p = 0,001$ ) sutrikusia pusiausvyra ir neatitiko mažiausių testo verčių.

2 lentelė. Paauglių su ideopatine skolioze funkcinį rodiklių duomenys

Matavimai	Duomenys	
Statinė raumenų ištvėrmė (vidurkis $\pm$ SN)	Pilvo (s)	51,6 $\pm$ 27,43
	Nugaros (s)	93,0 $\pm$ 46,05
	Dešinės (s)	44,1 $\pm$ 24,32
	Kairės (s)	45,9 $\pm$ 21,3
Santykis tarp raumenų grupių (vidurkis $\pm$ SN)	Pilvas / Nugara	0,61 $\pm$ 0,27
	Dešinė / Nugara	0,52 $\pm$ 0,27
	Kairė / Nugara	0,53 $\pm$ 0,22
	Kairė / Dešinė	1,01 $\pm$ 0,35

Matavimai		Duomenys
Matthiass liemens funkcinio stabilumo testas (vidurkis ± SN)	Padėties neišlaikė (proc., n)	95,5 (n=21)
	Padėtį išlaikė (proc., n)	4,5 (n=1)
	Priekinis dubens pasvirimas (proc., n)	4,5 (1)
	Padidėjusi juosmeninė lordozė (proc., n)	27,3 (6)
	Menčių pakilimas (proc., n)	45,5 (10)
	Rankų kėlimas (proc., n)	18,2 (4)
Laikysenos stabilumas stovint (vidurkis ± SN)	Statinio stabilumo indeksas	0,59 ± 0,27
	Dinaminio stabilumo indeksas	0,68 ± 0,29
Kraniovertebralinis kampas (vidurkis ± SN)	Kairė pusė (°)	42,5 ± 5,85
	Dešinė pusė (°)	43,32 ± 4,76
	Vidurkis (°)	42,93 ± 5,15
Galvos padėtis (proc., n)	Atsikišusi į priekį	86,4 (19)
	Normos ribose	13,6 (3)
Modifikuoto sensorinės integracijos ir pusiausvyros klinikinis testas (vidurkis ± SN)	Kietas paviršius atsimerkus (balai)	1,16 ± 0,57
	Kietas paviršius užsimerkus (balai)	1,64 ± 0,86
	Minkštas paviršius atsimerkus (balai)	1,64 ± 0,73
	Minkštas paviršius užsimerkus (balai)	3,26 ± 0,82
	Bendrasis svyravimo indeksas	1,88 ± 0,65
Pusiausvyros klaidų vertinimo sistemos testas (vidurkis ± SN)	Bendrasis svyravimo indeksas	4,59 ± 0,81
Pusiausvyros klaidų vertinimo sistemos testas (vidurkis ± SN)	Bendrasis svyravimo indeksas	4,59 ± 0,81

**Pastaba:** SN – standartinis nuokrypis

**Sąsajos tarp vertintų rodiklių.** Nerasta patikimų korelacių tarp pilvo ir nugaros, dešinės ir kairės pusės raumenų statinės, dešiniojo šono ir nugaros, kairiojo šono ir nugaros raumenų statinės ištvėrmės santykių, dinaminio stabilumo ir pusiausvyros, tačiau rastas vidutinis statistiškai reikšmingas teigiamas koreliacinis ryšys tarp statinio stabilumo ir pusiausvyros ( $r = 0,435$ ,  $p = 0,043$ ) ir vidutinis neigiamas koreliacinis ryšys tarp galvos padėties ir pusiausvyros ( $r = -0,675$ ,  $p = 0,001$ ). Nustatytas statistiškai reikšmingas stiprus teigiamas ryšys tarp liemens stabilumo ir pusiausvyros ( $r = 0,803$ ,  $p = 0,001$ ) (3 lentelė). Šios koreliacijos rodo, jog kuo mažesnis kraniovertebralinis kampas ir kuo didesnis statinis laikysenos ir funkcinis liemens nestabilumas, tuo prastesnė paauglių, turinčių idiopatinę skoliozę, pusiausvyra.

3 lentelė. **Tiriamųjų pusiausvyros, liemens statinės ištvėrmės, stabilumo ir kraniovertebralinio kampo sąsajos**

Matavimas	Matavimas	Koreliacija (r)
Pusiausvyros klaidų vertinimo sistemos testo svyravimo indekso bendrasis balas	Kraniovertebralinis kampas	<b>-0,675*</b>
Pusiausvyros klaidų vertinimo sistemos testo svyravimo indekso bendrasis balas	Funkcinis liemens stabilumas (Matthiass testas)	<b>0,803*</b>
Pusiausvyros klaidų vertinimo sistemos testo svyravimo indekso bendrasis balas	Statinio stabilumo indeksas	<b>0,435*</b>

\* $p < 0,05$ , reikšmingumo lygmuo

Be to, nerasta patikimų korelacijų tarp pilvo ir nugaros, dešinės ir kairės pusės raumenų statinės, dešiniojo šono ir nugaros, kairiojo šono ir nugaros raumenų statinės ištvėrmės santykių, liemens stabilumo ir pusiausvyros, tačiau rastas statistiškai reikšmingas vidutinis neigiamas koreliacinis ryšys tarp galvos padėties ir pusiausvyros ( $r = -0,454$ ,  $p = 0,034$ ). Nustatytas statistiškai reikšmingas stiprus teigiamas koreliacinis ryšys (4 lentelė) tarp dinaminio stabilumo ir pusiausvyros ( $r = 0,824$ ,  $p = 0,001$ ), tarp statinio stabilumo ir pusiausvyros ( $r = 0,778$ ,  $p = 0,001$ ).

4 lentelė. Tiriamųjų pusiausvyros, liemens statinės ištvėrmės, stabilumo ir kraniovertebralinio kampo sąsajos

Matavimas	Matavimas	Koreliacija (r)
Modifikuoto sensorinės integracijos ir pusiausvyros klinikinio testo svyravimo indekso bendrasis balas	Dinaminio stabilumo indeksas	<b>0,824*</b>
Modifikuoto sensorinės integracijos ir pusiausvyros klinikinio testo svyravimo indekso bendrasis balas	Statinio stabilumo indeksas	<b>0,778*</b>
Modifikuoto sensorinės integracijos ir pusiausvyros klinikinio testo svyravimo indekso bendrasis balas	Kraniovertebralinis kampas	<b>-0,454*</b>

\* $p < 0,05$ , reikšmingumo lygmuo

#### 4. DISKUSIJA

Šio tyrimo tikslas buvo nustatyti paauglių, kuriems diagnozuota idiopatinė skoliozė, liemens raumenų statinės ištvėrmės, funkcinio stabilumo, pusiausvyros ir galvos padėties sąsajas. Rezultatai atskleidė, kad visų tiriamųjų pilvo raumenų statinė ištvėrmė buvo reikšmingai prastesnė nei nugaros raumenų statinė ištvėrmė, kai rekomenduojamas šių raumenų grupių ištvėrmės santykis turėtų būti artimas vienetui, o pilvo raumenų ištvėrmė neturėtų būti didesnė nei nugaros raumenų ištvėrmės (McGill, 2015). Šie duomenys rodo, kad paaugliai, turintys idiopatinę skoliozė, susiduria su ryškiais raumenų ištvėrmės sutrikimais, o šie sutrikimai gali turėti ilgalaikių pasekmių jų funkciniam aktyvumui ir gyvenimo kokybei.

Įvertinus tiriamųjų liemens funkcinį stabilumą buvo nustatyta, kad net 95,5 proc. tiriamųjų turėjo statistiškai reikšmingai sutrikusį funkcinį stabilumą, o tai gali lemti sunkumus kasdieniame gyvenime, įskaitant pusiausvyros problemas ir padidintą traumų riziką (De Blaiser et al., 2019). Anksčiau atlikti tyrimai (Budrienė et al., 2017) taip pat patvirtina, kad skoliozė gali reikšmingai paveikti motorinę kontrolę, o tai atveria kelią naujoms intervencijoms, skirtoms gerinti paauglių, turinčių šią būklę, stabilumą ir judrumą.

Vertinant galvos padėtį, buvo pastebėti reikšmingi nukrypimai nuo neutralios galvos padėties, rodantys, kad didžioji dalis tiriamųjų (86,36 proc.) turėjo į priekį pasislinkusią galvos padėtį. Pacientams su idiopatine skolioze yra būdingas liemens nestabilumas, į priekį pasislinkusi galvos padėtis ir didesni slėgio centro svyravimai (Wen et al., 2022). Kraniovertebralinio kampo padidėjimas ir dėl to galvos padėties pasislinkimas pirmyn gali daryti neigiamą įtaką kaklinės stuburo dalies padėčiai, dėl to kyla raumenų ir kaulų sistemos sutrikimų rizika. Kaip teigia A. Abd-Elshafy ir bendraautorai (2022), pasislinkusi pirmyn galvos padėtis yra dažna mechaninė laikysenos problema tarp mokyklinio amžiaus vaikų, kuri neigiamai veikia liemens raumenų ištvėrmę. Ši laikysenos yda turėtų būti taisoma ankstyvajame amžiuje siekiant išvengti galimų stuburo ir laikysenos sutrikimų ateityje.

Atliekant pusiausvyros funkcijos analizę, gauti rezultatai taip pat parodė ryškius nukrypimus nuo normos. Tiriamųjų pusiausvyra buvo prasčiausia, kai jie stovėjo ant minkšto paviršiaus užsimerkus. Paaugliai su idiopatine skolioze turi sunkumų prisitaikydami prie skirtingų sensorinių sąlygų, o tai gali rodyti sutrikusį propriocepcijos suvokimą. Paauglių sutrikusią pusiausvyros kontrolę patvirtina F. Şahin

ir bendraautorių (2019) tyrimo išvados, kad pacientų su skolioze statinė pusiausvyra yra blogesnė nei sveikų asmenų.

Svarbu paminėti keletą šio tyrimo trūkumų, kurie apriboja apibendrinamumą ir reikšmingumą. Būsiami tyrimai, apimantys didesnę populiacijos imtį ir objektyvius liemens raumenų statinės ištvėrmės, liemens ir laikysenos kontrolės bei stabilumo, pusiausvyros bei galvos padėties matavimus, galėtų suteikti daugiau informacijos apie šiame tyrime nagrinėjamus ryšius. Taip pat, ateityje atliekant tyrimus būtų naudinga įtraukti kontrolinę, amžių atitinkančią grupę, kurią sudarytų sveiki asmenys, neturintys idiopatinės skoliozės. Idiopatine skolioze sergančių paauglių vertinamų parametrų palyginimas su sveikų asmenų kontrolinės grupės parametrais leistų išsamiau suprasti su skolioze susijusius specifinius parametus ir suteiktų vertingų įžvalgų apie stuburo deformacijos funkcines pasekmes. Toks palyginimas padėtų išsiaiškinti, ar pastebėti nukrypimai nuo normatyvinių verčių būdingi tik paaugliams turintiems idiopatinę skoliozę, ar tai yra bendri nukrypimai paauglių populiacijoje. Be to, ateityje analizuojant tiriamųjų statinę ištvėrmę, rezultatus reiktų pateikti kas metus, nes skirtingo amžiaus tiriamųjų statinė raumenų ištvėrmė yra labai skirtinga (Dejanovic, Cambridge & McGill, 2014; Dejanovic, Harvey & McGill, 2012) ir pateikiant 10–17 metų tiriamųjų rezultatus vidurkiu, negalime matyti duomenų pasiskirstymo pagal skirtingą amžių.

## 5. IŠVADOS IR PERSPEKTYVOS

Paauglių, sergančių idiopatine skolioze, pusiausvyros stabilumas tiesiogiai siejasi su funkciniu stabilumu ir statiniu stabilumu bei netiesiogiai – su kraniovertebralinio kampo dydžiu. Modifikuoto sensorinės integracijos ir pusiausvyros klinikinio testo svyravimo indekso bendrasis balas tiesiogiai siejasi tiek su statiniu, tiek su dinaminiu stabilumu bei netiesiogiai – su kraniovertebralinio kampo dydžiu. Tarp liemens raumenų statinės ištvėrmės santykių ir pusiausvyros nerasta reikšmingų korelacijų. Šioms tendencijoms patvirtinti, ateityje reiktų atlikti tyrimus su didesnėmis tiriamųjų imtimis.

**Autoriaus indėlis:** tyrimo idėja, G.B.; metodika, G.B.; patvirtinimas, L.B. ir R.S.; formali analizė, G.B.; ištyrimas, G.B.; duomenų tvarkymas, G.B.; pirminės straipsnio versijos rengimas, G.B. ir L.B.; rašymas – peržiūra ir redagavimas, G.B., L.B. ir R.S.; vizualizacija, G.B. ir L.B.; priežiūra, L.B. ir R.S.; Visi autoriai perskaitė ir sutiko su paskelbta rankraščio versija.

**Finansavimas:** nėra.

**Informuoto asmens sutikimas:** iš visų tyrime dalyvaujančių subjektų buvo gautas informuotas sutikimas.

**Interesų konfliktai:** autoriai deklaruoja, kad interesų konflikto nėra.

## Literatūra

- Abd-Elshafy, A. H., El-Meniawy, G. H., Abu El Azm, W. S., & El Fakharany, M. S. (2022). The relation of forward head posture with back muscle endurance in primary school children: a cross-sectional study. *Bulletin of Faculty of Physical Therapy*, 27(1), 50. <https://doi.org/10.1186/s43161-022-00105-8>
- Addai, D., Zarkos, J., & Bowey, A. J. (2020). Current concepts in the diagnosis and management of adolescent idiopathic scoliosis. *Child's nervous system: ChNS: official journal of the International Society for Pediatric Neurosurgery*, 36(6), 1111–1119. <https://doi.org/10.1007/s00381-020-04608-4>
- Biodex Medical Systems, I. (2017). Manual, BioSway. Retrieved from [https://m.biodex.com/sites/default/files/950460man\\_17308.pdf](https://m.biodex.com/sites/default/files/950460man_17308.pdf)
- Biodex Medical Systems, I. (2018). BALANCE SYSTEM TM SD ( version 4 . x ). BALANCE SYSTEMTM SD (Version 4.X), 19–92. Retrieved from [https://m.biodex.com/sites/default/files/950440man\\_ifu\\_eng\\_17100e\\_revb.pdf](https://m.biodex.com/sites/default/files/950440man_ifu_eng_17100e_revb.pdf)



- Bozzio, A. E., Hu, X., & Lieberman, I. H. (2019). Cost and Clinical Outcome of Adolescent Idiopathic Scoliosis Surgeries-Experience from a Nonprofit Community Hospital. *International journal of spine surgery*, 13(5), 474–478. <https://doi.org/10.14444/6063>
- Budrienė L, Sinkevičius R, Aukštikalnis T, Ščiukaitė I. (2017). Relations between Posture and Trunk Muscle Functions in Girls with Idiopathic Scoliosis. *Reabilitacijos Mokslai: Slauga, Kineziterapija, Ergoterapija*, 2(17). <https://doi.org/10.33607/rmske.v2i17.765>
- Choudhry, M. N., Ahmad, Z., & Verma, R. (2016). Adolescent Idiopathic Scoliosis. *The open orthopaedics journal*, 10, 143–154. <https://doi.org/10.2174/1874325001610010143>
- Cudré-Mauroux, N., Kocher, N., Bonfils, R., Pirlet, M., Meichtry, A., & Hilfiker, R. (2006). Relationship between impaired functional stability and back pain in children: an exploratory cross-sectional study. *Swiss medical weekly*, 136(45-46), 721–725. <https://doi.org/10.4414/smw.2006.11531>
- De Blaiser, C., De Ridder, R., Willems, T., Vanden Bossche, L., Danneels, L., & Roosen, P. (2019). Impaired core stability as a risk factor for the development of lower extremity overuse injuries: a prospective cohort study. *The American journal of sports medicine*, 47(7), 1713–1721. <https://doi.org/10.1177/0363546519837724>
- Dejanovic, A., Cambridge, E. D., & McGill, S. (2014). Isometric torso muscle endurance profiles in adolescents aged 15–18: Normative values for age and gender differences. *Annals of human biology*, 41(2), 153–158. <https://doi.org/10.3109/03014460.2013.837508>
- Dejanovic, A., Harvey, E. P., & McGill, S. M. (2012). Changes in torso muscle endurance profiles in children aged 7 to 14 years: Reference values. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 93(12), 2295–2301. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.12.023>
- Diab A. A. (2012). The role of forward head correction in management of adolescent idiopathic scoliotic patients: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 26(12), 1123–1132. <https://doi.org/10.1177/0269215512447085>
- Du, S. H., Zhang, Y. H., Yang, Q. H., Wang, Y. C., Fang, Y., & Wang, X. Q. (2023). Spinal posture assessment and low back pain. *EFORT open reviews*, 8(9), 708–718. <https://doi.org/10.1530/EOR-23-0025>
- Dudonienė, V. (2022). *Stuburo stabilizavimo pratimai. Nugaros skausmo valdymas*. Kaunas: LSU.
- Fortin, C., Grunstein, E., Labelle, H., Parent, S., & Ehrmann Feldman, D. (2016). Trunk imbalance in adolescent idiopathic scoliosis. *The spine journal: official journal of the North American Spine Society*, 16(6), 687–693. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2016.02.033>
- Gallant, J. N., Morgan, C. D., Stoklosa, J. B., Gannon, S. R., Shannon, C. N., & Bonfield, C. M. (2018). Psychosocial Difficulties in Adolescent Idiopathic Scoliosis: Body Image, Eating Behaviors, and Mood Disorders. *World neurosurgery*, 116, 421–432.e1. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.05.104>
- Hoelen, T. A., Willems, P. C., Arts, J. J., van Mastrigt, G., & Evers, S. (2023). The economic and societal burden associated with adolescent idiopathic scoliosis: A burden-of-disease study protocol. *North American Spine Society journal*, 14, 100231. <https://doi.org/10.1016/j.xnsj.2023.100231>
- Lynders C. (2019). The Critical Role of Development of the Transversus Abdominis in the Prevention and Treatment of Low Back Pain. *HSS journal: the musculoskeletal journal of Hospital for Special Surgery*, 15(3), 214–220. <https://doi.org/10.1007/s11420-019-09717-8>
- McGill S. (2015). *Low Back Disorders: Evidence-Based Prevention and Rehabilitation*. Human Kinetics; 424 p.
- Mitsiaki, I., Thirios, A., Panagouli, E., Bacopoulou, F., Pasparakis, D., Psaltopoulou, T., Sergeantanis, T. N., & Tsitsika, A. (2022). Adolescent Idiopathic Scoliosis and Mental Health Disorders: A Narrative Review of the Literature. *Children (Basel, Switzerland)*, 9(5), 597. <https://doi.org/10.3390/children9050597>
- Motyer, G. S., Kiely, P. J., & Fitzgerald, A. (2022). Adolescents' Experiences of Idiopathic Scoliosis in the Presurgical Period: A Qualitative Study. *Journal of pediatric psychology*, 47(2), 225–235. <https://doi.org/10.1093/jpepsy/jsab095>

- Negrini, S., Donzelli, S., Aulisa, A. G., Czaprowski, D., Schreiber, S., de Mauroy, J. C., Diers, H., Grivas, T. B., Knott, P., Kotwicki, T., Lebel, A., Marti, C., Maruyama, T., O'Brien, J., Price, N., Parent, E., Rigo, M., Romano, M., Stikeleather, L., Wynne, J., ... Zaina, F. (2018). 2016 SOSORT guidelines: orthopaedic and rehabilitation treatment of idiopathic scoliosis during growth. *Scoliosis and spinal disorders*, 13, 3. <https://doi.org/10.1186/s13013-017-0145-8>
- Negrini, S., Grivas, T. B., Kotwicki, T., Maruyama, T., Rigo, M., Weiss, H. R., & Members of the Scientific society On Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment (SOSORT) (2006). Why do we treat adolescent idiopathic scoliosis? What we want to obtain and to avoid for our patients. SOSORT 2005 Consensus paper. *Scoliosis*, 1, 4. <https://doi.org/10.1186/1748-7161-1-4>
- Oakley, P. A., Moustafa, I. M., Haas, J. W., Betz, J. W., & Harrison, D. E. (2024). Two Methods of Forward Head Posture Assessment: Radiography vs. Posture and Their Clinical Comparison. *Journal of Clinical Medicine*, 13(7), 2149. <https://doi.org/10.3390/jcm13072149>
- Şahin, F., Urak, Ö., & Akkaya, N. (2019). Evaluation of balance in young adults with idiopathic scoliosis. *Turkish journal of physical medicine and rehabilitation*, 65(3), 236–243. <https://doi.org/10.5606/tftrd.2019.2825>
- Singh, H., Sharma, V., Sharma, I., Sharma, A., Modeel, S., Gupta, N., ... & Sharma, S. (2022). The first study of epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis shows lower prevalence in females of Jammu and Kashmir, India. *American journal of translational research*, 14(2), 1100. PMID: PMC8902575 PMID: 35273713.
- Thomas, J. J., Stans, A. A., Milbrandt, T. A., Kremers, H. M., Shaughnessy, W. J., & Larson, A. N. (2021). Trends in Incidence of Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Modern US Population-based Study. *Journal of pediatric orthopedics*, 41(6), 327–332. <https://doi.org/10.1097/BPO.0000000000001808>
- Verma, S., Shaikh, J., Mahato, R. K., & Sheth, M. S. (2018). Prevalence of forward head posture among 12–16-year-old school going students—A cross-sectional study. *Applied Medical Research*, 4(2), 18–21. <https://doi.org/10.5455/amr.20180805064752>
- Wen, J. X., Yang, H. H., Han, S. M., Cao, L., Wu, H. Z., Yang, C., Li, H., Chen, L. L., Li, N. N., Yu, B. H., Gao, B. L., & Wu, W. J. (2022). Trunk balance, head posture and plantar pressure in adolescent idiopathic scoliosis. *Frontiers in pediatrics*, 10, 979816. <https://doi.org/10.3389/fped.2022.979816>
- Wilczyński, J., Habik Tatarowska, N., & Mierzwa Molenda, M. (2023). Deficits of Sensory Integration and Balance as Well as Scoliotic Changes in Young Schoolgirls. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 23(3), 1172. <https://doi.org/10.3390/s23031172>

## Relations Between Trunk Muscle Endurance, Stability, Balance Function, and Head Position in Adolescents with Idiopathic Scoliosis

Guoda Budrytė\*, Romualdas Sinkevičius, Lina Budrienė

Vilnius university, Faculty of Medicine, Institute of Health Science and Rehabilitation, Department of Physical and Sports Medicine, Vilnius, Lithuania

\* Correspondence: [guoda.budryte@gmail.com](mailto:guoda.budryte@gmail.com)

### Abstract

*Background.* Correct head position, torso endurance, stability, and balance are essential factors that ensure proper body posture and functional mobility. In the case of idiopathic scoliosis, the interaction of these factors can influence the progression of scoliosis and the effectiveness of rehabilitation.

*Aim.* To determine the correlations between the static endurance of trunk muscles, trunk stability, balance, and head position in adolescents with idiopathic scoliosis.

*Methods.* Study participants were 22 teenagers (10–17 yrs., mean age  $13.5 \pm 2.09$  yrs.) diagnosed with idiopathic scoliosis. This cross-sectional study measured subjects' trunk muscle static endurance, head position, trunk stability, and balance.

*Results.* The static endurance of the abdominal muscles ( $51.6 \pm 27.43$  s) was significantly worse than the static endurance of the back muscles ( $93.0 \pm 46.05$  s). A total of 95.5 % of subjects failed the functional torso stability test. Additionally, 86.36 % of the subjects exhibited a forward-shifted head position with a craniovertebral angle equal to  $42.93 \pm 5.15^\circ$ . Moderately strong indirect significant correlations were found between the size of the craniovertebral angle and balance ( $r = -0.675$ ,  $p = 0.001$ ), and strong direct relationships between trunk stability and balance ( $r = 0.803$ ;  $p = 0.001$ ), dynamic stability and balance ( $r = 0.824$ ;  $p = 0.001$ ), static stability and balance ( $r = 0.778$ ;  $p = 0.001$ ).

*Conclusions.* Adolescents with idiopathic scoliosis are characterized by a forward head position. Moderate and strong relationships between balance, head position, functional torso stability, and postural stability were determined. No significant correlations were found between trunk muscle static endurance ratios and balance.

**Keywords:** adolescents, idiopathic scoliosis, head position, stability, balance

Gauta 2024 09 12  
Priimta 2024 11 05