

## STATISKĀ LĪDZSVARA NOVĒRTĒŠANAS METOŽU SALĪDZINOŠĀ ANALĪZE

### *The Comparative Analysis of the Postural Stability Assessment Methods*

**Aivars Kaupužs**

Rēzeknes Augstskola, Latvija

**Viesturs Lāriņš**

Latvijas Sporta pedagoģijas akadēmija, Latvija

**Abstract.** *The sense of balance is one of the most important functional capabilities that provide the postural position of the human body and the ability to move. Vestibular disorders are most commonly found in the elderly population, but this problem has not been adequately studied in children and teenagers. The digital force platforms and functional tests that can be carried out without the hardware are commonly used for postural balance assessment. The aim of the study is to compare EUROFIT balancing test and digital platforms BIOSWAY results. Eighty-three 11–14(M=12.5) year-olds primary schools pupils performed both balance tests. The research data reveals significant problems of postural stability, but results of both methods do not correlate ( $r=-0.14$  to  $0.2$ ). The study results indicate the necessity to continue to develop and approve methods for early diagnosis of balance disorders in children that could be available and usable.*

**Keywords:** *digital balance platform, Eurofit, proprioceptive system, vestibular testing.*

### **Ievads**

#### **Introduction**

Līdzsvara izjūta ir viena no svarīgākajām organisma funkcionālām spējām, kas nodrošina cilvēka ķermeņa vertikālo pozīciju un spēju orientēties telpā. Akadēmiskajā terminu datubāzē līdzsvars tiek definēts kā ķermeņa vai mehāniskās sistēmas stāvoklis, kurā sistēmas parametri (koordinātas) izraudzītajā atskaites sistēmā ir nemainīgi un līdzsvars var būt statisks un dinamisks (LZA Terminoloģijas komisija). Sporta zinātnē tiek analizēts kopējā ķermeņa smaguma centra atrašanās vieta telpā, kā arī vērtē, vai pamats ir nekustīgs/stabils vai kustīgs/nestabils (Bell, 1998).

Analizējot līdzsvaru, literatūrā bieži tiek lietots termins „posturāls”, kas norāda uz vertikālo pozu vai stāju (Rothbart, 1994). Posturālā līdzsvara dinamisko procesu raksturo speciālu maņu receptoru darbība, kuri sniedz informāciju par dažādiem vides stāvokļiem, kas var ietekmēt indivīda spēju noturēt līdzsvaru (Nashner, 1993). Bērnu vecumā posturālā kontrole ir noteicošais faktors motoro spēju attīstīšanai. Tā ir indivīda spēja saglabāt

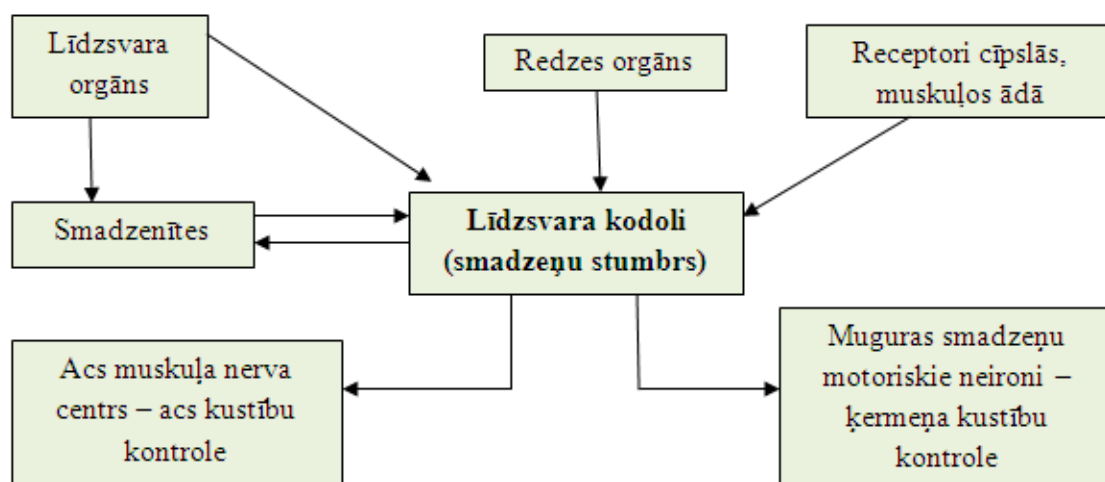
gravitātes (smaguma) centru virs atbalsta laukuma miera stāvoklī, pārvietojoties, kā arī uzsākot un apturot kustību (De Kegel et al., 2010).

Līdzsvara sistēmas darbības traucējumu savlaicīga diagnosticēšana ir nozīmīgs faktors veselības komplikāciju risku mazināšanai.

### Līdzsvara sistēmas darbības teorētiskais apskats *The theoretical review of balance system*

Līdzsvara funkcija ir komplicēts organisma mehānisms, ko regulē vizuālā, vestibulārā aparāta un propriorecepcijas sistēmas. Ķermeņa līdzsvars ir cieši saistīts ar centrālās nervu sistēmas inervācijas un atbildes reakcijas saskaņotu darbību. Darbībā iesaistīto muskuļu spēka balansam un reakcijas laikam uz kairinājumu ir būtiska nozīme līdzsvara kontrolē (Nashner & Black, 2007).

Vairāku sistēmu integrētā mijiedarbība nodrošina šo funkcionālo spēju. Līdzsvara un telpas sajūtas centrālās nervu sistēmas regulācija ir ciešā mijiedarbībā ar kustību, redzes un psihomotorām funkcijām (1.attēls) (Lubkina et al., 2013).



1.attēls. Neirālās informācijas apstrāde, saglabājot ķermeņa līdzsvaru  
*Figure 1. Processing of neural information, maintaining of the body balance*

Vairāku autoru pētījumos (Niemensivu, et al., 2006; Geldhof, et al., 2006; Nashner, et al., 2007; Shumway-Cook, 2007), kā galvenie līdzsvara saglabāšanas komponenti tiek minēti: vestibulārais aparāts, redze un propriorecepcijas sistēma. Ja šīs trīs sistēmas pilnvērtīgi darbojas un nav bojātas, tad indivīds spēj noturēt līdzsvaru un izvairīties no kritieniem. Pētījumu dati (Cromwell, et al, 2007) norāda uz tiešu korelāciju starp līdzsvara problēmām un kritieniem, kas būtiski palielina traumu risku, īpaši gados vecākiem cilvēkiem. Savukārt apakšējo ekstremitāšu traumas ievērojami pasliktina posturālo kontroli (Fitzgerald et al., 2000). Savukārt arī bērnības un jauniešu vecumposmā pastāv iespēja, ka šīs sistēmas nedarbojas pilnvērtīgi, tādēļ ir vērojami līdzsvara traucējumi. Kā norāda Rose un līdzautoru pētījums (Rose et al., 2002), bērniem

ar cerebrālās triekas diagnozi spastiskās displēģijas rezultātā, posturālā kontrole ir dominējošais funkcionālais traucējums, kas ietekmē motoro attīstību.

Pētījumu rezultāti apliecina, ka vislabākā kustību kontrole tiek sasniegta pēc 16 gadiem un vidēji spēj saglabāties optimālā līmenī līdz 60 gadu vecumam. (Lavs et al., 2008). Rikks un līdzautori noteica, ka jaunākā vecumā, cilvēki izmanto galvenokārt „potīšu stratēģiju”, kas ir līdzsvara saglabāšana, sabalansējot muskuļu darbību galvenokārt potītes locītavā, bet senioru vecuma cilvēki izmanto „gūžas locītavu stratēģiju” (kustības iegurņa locītavās) vai „soļa stratēģiju” (līdzsvara saglabāšana, sperot soli) (Ricci et al., 2009). Vērtējot posturālā līdzsvara svārstības, ir jāņem vērā, ka bērniem tas var būtiski atšķirties no pieaugušajiem, jo ķermeņa daļu proporcijas un smaguma centra atrašanās vietas ir dažādas. Svārstību amplitūdu un ātrumu ietekmē arī bērnu (kas ir jaunāki par 10 gadiem) nepilnīgi izveidojušies kustību paterni (Shumway-Cook, 2007). Posturālā līdzsvara kontroles mehānismi un kustību stratēģijas turpina attīstīties arī pusaudžu vecuma posmā (Wu et al., 2009).

Līdzsvara traucējumi bērniem var izpausties dažādās formās. Hroniski vai progresējoši traucējumi var izraisīt kustību kontroles attīstības novirzes. Akūtas līdzsvara problēmas var izpausties kā ataksija, anoreksija, vemšana un sāpes vēderā. Biežas galvassāpes, redzes dubultošanās, patoloģiskas acu kustības, vai dzirdes traucējumi arī var liecināt par iespējamiem vestibulārajiem traucējumiem (Wiener-Vacher, 2001).

Vestibulārā aparāta traucējumi visbiežāk tiek konstatēti gados vecākiem cilvēkiem, bet bērnu un pusaudžu posmā šī problēma nav pietiekami izpētīta. Visbiežāk iepriekš minētiem simptomiem netiek pievērsta pietiekama uzmanība, jo tās var būt sekundāras komplikācijas arī citām saslimšanām. Latvijā ir nepietiekami veikti pētījumi par bērnu un pusaudžu līdzsvara traucējumiem, savukārt ārzemju literatūrā ir atšķirīgi dati. Jelsma un līdzautori (2014) atklāja, ka, līdzsvara traucējumi var skart 2-7% bērnu. Savukārt citā pētījumā tiek norādīts, ka 8 % bērnu vecumā no 1 līdz 15 gadiem tiek konstatēti simptomi (reibonis, nestabilitāte, neveiklība, motorā aizture), kas var liecināt par līdzsvara traucējumiem. Fong un līdzautoru pētījumā tika konstatēts, ka 6% pirmskolas vecuma bērniem ir koordinācijas traucējumi (Fong et al., 2013). Savukārt bērniem ar traucētu koordinācijas attīstību 73-87 % gadījumos raksturīgs arī posturālā līdzsvara kontroles deficīts (Macnab, Miller, & Polatajko, 2001)

Smaguma centra pārvietošanās virziena noteikšanai laboratorijas apstākļos visbiežāk tiek izmantotas digitālās līdzsvara (tenzo) platformas (Golriz 2012). Šādu iekārtu rezultāti ir ļoti precīzi un tie tiek uzskatīti, kā „zelta standarts” līdzsvara parametru noteikšanai (Huurnink 2013). Vērtējot līdzsvara parametrus ar netiešām metodēm, tādām kā Romberga tests, Berga skala, Unterbergera tests, Babinska-Veila tests, nav iespējams iegūt tik objektīvus datus, ko sniedz jutīgie sensori, kas ir iebūvēti platformā (Ušča & Ļubkina, 2014). Turklāt, izmantojot iepriekš iegūto datu bāzi, ir iespējams diagnosticēt iespējamo kritienu risku (Piirtola & Era, 2006). Viena no ierīcēm līdzsvara parametru novērtēšanai ir

BIOSWAY portatīvā platforma. BIOSWAY līdzsvara platforma nodrošina gan standartizētu testu veikšanu, gan trenējošas rehabilitācijas programmas realizēšanu. Tomēr pieeja šāda līmeņa aparatūrai ir ierobežota, jo tā ir dārga, grūti transportējama un ir nepieciešamas iepriekšējās zināšanas tās izmantošanai. Tādēļ praksē visbiežāk izmanto līdzsvara testus, kuriem nav nepieciešams papildus aprīkojums. Viens no visplašāk izmantojamiem fiziskās sagatavotības novērtēšanas veidiem ir Eurofit tests. Tas ir fizisku kontrolvingrinājumu kopums, kas ir paredzēts ātruma, spēka, lokanības, izturības, koordinācijas spēju, tai skaitā līdzsvara sajūtu parametru izvērtēšanai. Kontrolvingrinājumu kopums tika izstrādāts skolas vecuma bērniem un tiek izmantots Eiropas izglītības iestādēs kopš 1988.gada un 1995.gadā tas tika pielāgots pieaugušajiem. Eurofit testi ir standartizēti un zinātniski pamatota metode, ko izmanto sporta medicīnā, ar mērķi noteikt izmeklējamā fizisko attīstību, fizisko sagatavotību un organisma funkcionālās spējas. Latvijā Eurofit metode kopš 2005.gada ir apstiprināta kā medicīniskā tehnoloģija sporta medicīnā. Kopš 2006.gada Latvijas Sporta medicīnas valsts aģentūra veic regulāru fiziskās sagatavotības apsekojumu sportistiem un bērniem ar paaugstinātu fizisko slodzi, kā arī vispārīzglītojošo mācību iestāžu skolēniem.

Pētījuma mērķis: veikt pusaudžu posturālā līdzsvara parametru noteikšanu, izmantojot tiešās un netiešās novērtēšanas metodes, un salīdzināt iegūto rezultātu savstarpējo korelāciju.

### **Pētījuma organizācija un metodes** *Research design and methods*

Pilotpētījums tika veikts Valsts pētījumu programmas „Inovātivi risinājumi sociālajā telerehabilitācijā Latvijas skolās iekļaujošās izglītības kontekstā”. Pētījumā piedalījās 83 Latgales reģiona skolēni vecumā no 11-14 gadiem (vidējais vecums - 12.5gadi), no tiem 45 bija meitenes un 38 zēni. Pētījuma dalībnieku vidējais ķermeņa masas indekss bija 18.61(SD=3.42), zēniem -19.02 (SD=3.51), meitenēm – 18.26 (SD=3.27). Pirms pētījuma realizēšanas tika saņemta rakstiska vecāku vai aizbildņu piekrišana par viņu bērnu piedalīšanos pētījumā.

Līdzsvara parametru noteikšanai ar netiešo metodi tika izmantots Eurofit Flamingo tests. Testa tehnoloģija: testa veikšanai nepieciešams hronometrs un 50 cm garš, 4 cm augsts un 3 cm plats metāla stienis, segts ar neslīdošu materiālu (maksimālais biezums 5 mm), kas stipri piestiprināts pie stieņa. Stienim piestiprināti 2 balsti (15 cm gari un 2 cm plati), kas nodrošina stabilitāti. Pirms testa izmeklējamo iepazīstina ar uzdevuma izpildes noteikumiem. Izmeklējamai personai ļauj veikt vienu mēģinājumu, lai iepazītos ar testu un pārliecinātos, ka instrukcija saprasta. Persona iedod roku, nostājas uz vienas (pacienta izvēlētas) kājas un satver otru kājas saliektu ceļgalā pēdas virspusi ar roku. Kad atlaiž roku, tiek ieslēgts hronometrs. Ir jānotur līdzsvars 1 minūti.

Katru reizi, kad zaudē līdzsvaru: palaiž vaļā brīvo kāju vai skar grīdu, testu pārtrauc un apstādina hronometru. Pēc katra pārtraukuma testu turpina līdz vienai pilnai minūtei. Testu veic tikai vienu reizi (Valsts Sporta medicīnas centrs, 2015). Rezultātu statistiskai apstrādei tests tika modificēts. Ja izmeklējamā persona zaudēja līdzsvaru 10 reizes, tika fiksēts laiks, ko summēja, dalībniekam atrodoties uz līdzsvara stieņa.

Posturālā līdzsvara parametru noteikšanai ar tiešo metodi tika izmantota BIOSWAY platforma ar integrēto Sensorās organizācijas līdzsvara pārbaudes standartizēto testu (m-CTSIB), kas paredz 4 stāvokļus.

m-CTSIB testā ir 4 sākuma stāvokļi, kuru ilgums ir 30 sekundes ar 10sek. intervālu. Uzdevums - saglabāt līdzsvaru ar minimālu svārstību amplitūdu. Ar testa palīdzību iespējams noteikt, cik lielā mērā un kādas sensomotorās sistēmas cilvēks izmanto līdzsvara saglabāšanai.

Sākuma stāvokļu raksturojums m-CTSIB testa laikā:

- 1) atvērtas acis, stabila virsma, sākumpozīcijas stāvoklis, kas iesaista visas trīs sistēmas (redzes, vestibulārajai un proprioreceptīvā);
- 2) aizvērtas acis, stabila virsma - darbojas vestibulārā un proprioreceptīvā sistēma;
- 3) nestabila virsma (sintētiska pildījuma līdzsvara spilvens), ar redzes kontroli – traucēta proprioreceptīvas informācijas saņemšana, galvenokārt darbojas redzes un vestibulārā sistēma;
- 4) aizvērtas acis, nestabila virsma, galvenokārt darbojas tikai vestibulārā sistēma.

## **Rezultāti**

### ***Results***

Analizējot pētījuma dalībnieku ķermeņa masas indeksu datus, statistiski ticamas atšķirības starp dzimumiem netika konstatētas ( $p=0.362$ ). Vidējie rādītāji zēniem bija 19.02 un meitenēm – 18.26, kas atbilstoši G.Selgas un līdzautoru pētījuma datiem ir mazāki par liekā svara robežvērtībām (85 procentiles) šajā vecumposmā (Selga, Lāriņš, Sauka, 2008). Tomēr 26.3% zēnu tika konstatēts liekais svars un aptaukošanās, bet meitenēm šis parametrs bija mazāks, t.i. - 16%.

Lai gan atsevišķos pētījumos ir norādīts, ka auguma parametri var ietekmēt līdzsvara saglabāšanas rezultātus (Greve et al., 2012), mūsu gadījumā tas netika konstatēts. Veicot pētījuma dalībnieku antropometrisko rādītāju un līdzsvara testu rezultātu savstarpējo salīdzināšanu, statistiski ticamas korelācijas netika atklātas. Spīrmena rangu korelācijas rezultāti bija robežās no 0.001 līdz -0.205.

Izvērtējot Eurofit Flamingo testa rezultātus, tika noskaidrots, ka tikai 6 bērni spēja noturēties uz līdzsvara stieņa 1 minūti ar mazāk kā 10 kļūdām. Vidēji 10 kļūdu robeža tika sasniegta 38.6 (SD=14.9) sekundēs. Gandrīz katrs trešais dalībnieks (35.4%) zaudēja līdzsvaru 10 reizes pirmajās 30 sekundēs. Tika

konstatēts, ka izpildīt testu ar labo kāju izvēlējās 56.7% dalībnieku. Lai gan ir pretrunīgi dati par statistiskā līdzsvara testu rezultātu ietekmi, veicot to uz vadošās (dominantās) kājas (McCurdy & Langford, 2006), tomēr A.Kļaviņas un I.Jēkabsones (2014) pētījumā tika noskaidrots, ka līdzsvara rezultāti uz labās kājas bija labāki. Salīdzinot rezultātus strap dzimumiem, statistiski būtiskas atšķirības netika konstatētas ( $p=0.978$ ).

BIOSWAY platformas m-CTSIB testa rezultātu analīzē tika konstatēts, ka svārtību indeksa (SI) vidējie rezultāti ir normatīvo datu robežās. Rezultātu statistiski būtiska atšķirība ( $p=0.034$ ) starp dzimumiem tika konstatēta vienā testa pozīcijā - uz cietas virsmas ar atvērtām acīm (tabula Nr.1).

**1.tabula. Svārtību indeksa vidējo rādītāju atšķirības starp dzimumiem un normatīvo datu robežvērtības**

*Table 1. The differences of average results of the sway index between gender and normative data limits*

Testa pozīcija	Normatīvie dati	Meitenes vidējie (SD)	Zēni vidējie (SD)	* $p<0.05$
Cieta virsma, acis atvērtas	0.21-0.48	0.33 (0.11)	0.38 (0.11)	0.034*
Cieta virsma, acis aizvērtas	0.48 – 0.99	0.73 (0.27)	0.77 (0.26)	0.440
Mīksta virsma, acis atvērtas	0.38-0.71	0.64 (0.13)	0.70 (0.18)	0.091
Mīksta virsma, acis aizvērtas	1.07 – 2.22	1.84 (0.33)	1.82 (0.33)	0.654

Tomēr, analizējot rezultātus, ir jāņem vērā, ka platformas izgatavotāji veica normatīvo datu analīzi, apsekojot 100 dalībniekus vecumā no 17 līdz 72 gadiem (Biosway Portable Balance System, Operation Manual), līdz ar to pētījuma iekļautajai vecuma grupai Latvijas populācijā iegūtie dati ir pirmatnējie rezultāti. Tādēļ turpmākai analīzei tika veikta iegūto rezultātu sadale procentilēs, lai noteiktu testa robežvērtības (tabula Nr.2)

**2.tabula. Svārtību indeksa procentiļu robežvērtības**

*Table 2. The data limits of sway index percentiles*

	Cieta virsma, acis atvērtas	Cieta virsma, acis aizvērtas	Mīksta virsma, acis atvērtas	Mīksta virsma, acis aizvērtas
Vidēji (SD)	0.35 (0.11)	0.75 (0.26)	0.67 (0.15)	1.83 (0.33)
Procentiles 25	0.27	0.55	0.56	1.58
50	0.33	0.74	0.64	1.80
75	0.43	0.89	0.76	2.08

Apkopojot rezultātus var secināt, ka testa pozīcijā uz cietas virsmas ar atvērtām acīm virs kritiskās SI vērtības-0.43 ir 22.9% dalībniekiem, t.i. 28 bērniem no 83 ir konstatētas negatīvas novirzes no vidējiem parametriem. Līdzīgi rezultāti iegūti arī citās pozīcijās. Uz cietas virsmas ar acīm ciet arī 22.9% dalībnieku rezultāti ir virs kritiskās robežvērtības. Savukārt uz mīkstas virsmas abos testos zem robežvērtības bija vēl lielāks skaits, t.i. 24.1%. Iegūtie

dati norāda, ka gandrīz katram ceturtajam bērnam līdzsvara testa parametri ir zem vidējiem rādītājiem.

Veicot Biosway platformas un Eurofit testu rezultātu salīdzinošo analīzi, statistiski ticamas korelācijas netika atklātas. Spīrmena rangu korelācijas rezultāti bija robežās no 0.2 līdz -0.14.

## **Diskusija** *Discussion*

Proprioceptīvās sistēmas pilnvērtīga darbība nodrošina cilvēkam iespēju veikt neapzinātās kustības, saglabāt pareizu stāju un veikt ikdienas aktivitātes. Mehāniskie muskuļu receptori nodrošina nervu sistēmu ar informāciju par muskuļa garumu un saraušanās ātrumu, tādējādi nodrošinot locītavu kustību un stāvokļa izjūtu (Shaffer, Harrison, 2007). Muskuļa sensorie receptori nodrošina aferento reakciju, kas pārveido dotos singālus attiecīgās reflektorās un apzinātās kustībās. Pētījumā iegūtie rezultāti norāda uz iespējamību, ka dalībniekiem ir nepietiekama proprioceptorās funkcijas attīstība.

Ir jāatzīmē, ka lielam procentuālajam skaitam pētījumā iesaistīto bērnu tika konstatēti sliktāki rezultāti par platformas izstrādātāju normatīvajiem rezultātiem (uz cietas virsmas ar atvērtām acīm - 11%, uz mīkstas virsmas ar aizvērtām acīm - 13%, uz cietas virsmas ar aizvērtām acīm - 18%, bet uz mīkstas virsmas ar atvērtām acīm - 37%). Kritisks rezultāts tika konstatēts testa pozīcijā uz mīkstas virsmas ar atvērtām acīm, t.i. vairāk kā trešdaļai bērnu rezultāti ir sliktāki par normatīvajiem datiem, kas tika iegūti pētījuma grupā, kur bija dalībnieki arī senioru vecumā. Mīkstās virsmas ietekmē CNS saņem izmainītu proprioceptoru informāciju un posturālais līdzsvars tiek saglabāts galvenokārt analizējot vestibulārās un redzes sistēmas informāciju. Iegūtie dati norāda, ka iespējams apsekotajiem bērniem nav pietiekami attīstītas proprioceptīvās, jeb muskuļu „dziļās jušanas” iemaņas, kas sāk veidoties kopš bērna dzimšanas. Tas var daļēji apstiprināt citu pētījumu datus par ierobežotu kustību apjomu agrīnā bērnībā un nepietiekamu bērnu fizisko aktivitāti pirmskolas vecumā (Johansson et al., 2015).

Arī Eurofit testa rezultāti uz sašaurinātas atbalsta virsmas, kas ietekmē proprioceptīvo uztveri, ir nepietiekami. Saskaņā ar Latvijā veiktajiem Eurofit testu baterijas pētījumiem, ko skolās organizēja Latvijas Sporta medicīnas valsts aģentūra laika posmā no 2004. līdz 2009.gadam, līdzsvara rezultāti bija robežās no 9.7 līdz 11.6, tas nozīmē, ka vidēji minūtes laikā dalībnieki zaudēja līdzsvaru 10 reizes (Sauka et al., 2011). Savukārt mūsu veiktajā pētījumā 10 kļūdu robeža tika sasniegta 38 sekundēs. Rezultātu atšķirība daļēji būtu izskaidrojama ar to, ka M.Saukas un līdzautoru pētījums tika veikts pirms vairāk kā pieciem gadiem, un šajā laika posmā ir mainījies arī bērnu brīvā laika pavadīšanas veids, kas kļuvis mazāk aktīvs. Lai gan tomēr tam būtu nepieciešami papildus pētījumi.

Vairāku autoru pētījumi norāda, ka ir novērojamas posturālā līdzsvara atšķirības starp dzimumiem, kas līdz ar laiku izmainās. Atsevišķos pētījumos ir noskaidrots, ka meitenēm 9-10 gadu vecumā ir mazākas svārstības, saglabājot līdzsvaru, nekā zēniem (Nolan et al., 2005; Geldhof et al., 2006; Lee & Lin, 2007). Odenriks un Sandstets noteica, ka meitenēm ir labāka līdzsvara kontrole, jo arī fiziskā sagatavotība šajā vecumposmā meitenēm attīstās ātrāk (Odenrick & Sandstedt 1984). Arī I.Liepiņš norādīja, ka meitenēm gan statiskā, gan dinamiskā līdzsvara spējas līdz pubertātes vecumam uzlabojas straujāk nekā zēniem (Liepiņš, 2000). Tomēr mūsu veiktajā pētījumā statistiski ticamas atšķirības tika konstatētas tikai vienā Biosway testa pozīcijā, bet citās pozīcijās un Eurofit testā zēnu un meiteņu līdzsvara parametri būtiski neatšķīrās. Iegūtie rezultāti tikai daļēji saskan ar M.Saukas un līdzautoru datiem, kur tika konstatētas statistiski ticamas atšķirības starp dzimumiem Eurofit līdzsvara testā tikai 8 un 12 gadu vecumā.

### **Secinājumi** *Conclusions*

Apkopojot pētījuma rezultātus var secināt, ka aptuveni vienai trešdaļai bērnu vecuma posmā no 11-14 gadiem ir novērojamas novirzes no vidējiem rādītājiem līdzsvara saglabāšanas testos. Statistiski ticami labāks rezultāts tika konstatēts meitenēm testā, kad līdzsvara saglabāšanā darbojas visas trīs motorās kontroles sistēmas (vestibulārais aparāts, redzes un proprioceptoru sistēma). Līdzsvaru testu rezultāti uz ierobežotas un mīksts virsmas norāda uz tendenci, ka lielai daļai bērnu nav pietiekami labi attīstīta proprioceptorās sajūtas. Tas norāda uz nepieciešamību lielāku uzmanību pievērst kustību pieredzes pilnveidošanai, iekļaujot gan ikdienas aktivitātēs, gan sporta nodarbībās papildus vingrinājumus un uzdevumus kustību koordinācijas, veiklības un līdzsvara izjūtas attīstīšanai.

Savstarpēji salīdzinot tiešās un netiešās līdzsvara parametru noteikšanas metodes, tika konstatēts, ka starp iegūtajiem rezultātiem nav statistiski ticamas korelācijas. Tas norāda, ka izmantojot Eurofit testu var noteikt tikai līdzsvara parametru izmaiņu tendenci, bet nevar precīzi diagnosticēt novirzes pakāpi. Līdz ar to ir jāturpina izstrādāt metodes, kas būtu pietiekami precīzas un izmantojamas ikdienas pedagoģiskajā darbā.

### **Summary**

The balance skill is one of the most important functional capabilities that are critical for the acquisition of the postural control and ability to move. Regardless of one's age, good balance control is significant ability in relation to participating in physical activities, dealing with daily activities, and avoiding injuries.

Vestibular disorders are most commonly found in the elderly population, but this problem has not been adequately studied in children and teenagers.



The motor strategies used to maintain a postural balance are associated with the ability to precisely perceive the environment through visual, vestibular, proprioceptive inputs and analysing it at the level of the central nervous system. The use of a digital force platform to assess postural balance control is commonly used in laboratory settings but not in field settings. Outcome measures obtained with a force platform are objective and previously considered a 'gold standard' for assessing postural balance but it has some limitations (costs, personal, and laboratory environment). Therefore functional tests as Eurofit can be carried out without the hardware are commonly used for postural balance assessment in field settings.

The aim of the study is to compare EUROFIT balancing test and digital platforms BIOSWAY results. Eighty-three 11–14(M=12.5) year-olds primary schools pupils performed both balance tests. The research data reveals significant problems of postural stability, but results of both methods do not correlate ( $r=-0.14$  to  $0.2$ ). Eurofit balance test reveals that pupils lost balance control over 10 times in 38.6s (SD=14.9). It was found that only 6 children to maintain balance for 1 minute with less than 10 mistakes. Almost every third of participant (35.4%) lost balance 10 times in the first 30 seconds. Summarizing the BIOSWAY data it can be concluded that a large percentage of the study participants were found the worse results than the critical normative data (on a firm surface with eyes open - 11%, on a soft surface with eyes closed -13% on a firm surface with eyes closed - 18% but on a soft surface with open eyes - 37%). But it should be taken in to account that the normative data are driven from a survey of 100 participants aged 17 to 72 years.

The study results indicate the necessity to continue to develop and approve methods for early diagnosis of balance disorders in children that could be available and usable.

### **Literatūra References**

- Bell, F. (1998). *Principles of Mechanics and Biomechanics*. Cheltenham: Stanley Thornes.
- Cromwell, R. L., Meyers, P. M., Meyers, P. E., & Newton, R. A. (2007). Tae Kwon Do: An Effective Exercise for Improving Balance and Walking Ability in Older Adults. *Journal of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences*, 62(6), 641-6.
- De Kegel A, Dhooge I, Peersman W, Rijckaert J, Baetens T, Cambier D, et al. (2010). Construct validity of the assessment of balance in children who are developing typically and in children with hearing impairments. *Phys Ther*;90(12):1783–94
- Fitzgerald, G.K., Axe, M.J., Snyder-Mackler, L. (2000). The efficacy of perturbation training in on operative anterior cruciate ligament rehabilitation programs for physically active individuals. *PhysTher*, 80(2): 128-140.
- Fong, S.S.M., Chung, J.W.Y., Chow, L.P.Y., Ma, A.W.W., Tsang, W.W.N. (2013). Differential effect of Taekwondo training on knee muscle strength and reactive and static balance control in children with developmental coordination disorder: A randomized controlled trial. *Research in Developmental Disabilities*, Vol. 34, Issues 5, 1446–1455.
- Geldhof, E., Cardon, G., De Bourdeauhuij, I., Danneels, L., Coorevits, P., Vanderstraeten, G., De Clercq, D. (2006). Static and dynamic standing balance: test-retest reliability and reference values in 9 to 10 year old children. *Eur J Pediatr*. 65 (11): 779-786
- Golriz, S., Hebert, J.J., Foreman, K.B., Walker, B.F. (2012). The validity of a portable clinical force plate in assessment of static postural control: concurrent validity study. *Chiropr Man Therap*. 20(1):15.
- Greve, J.M., Cuğ, M., Dülgeroğlu, D., Brech, G.C., Alonso, A.C. (2013). *Relationship between Anthropometric Factors, Gender, and Balance under Unstable Conditions in Young*

- Adults. BioMed Research International*. Pieejams <http://www.hindawi.com/journals/bmri/2013/850424/> (skatīts 03.01.2015)
- Huurnink, A., Fransz, D.P., Kingma, I., van Dieen, J.H. (2013). Comparison of a laboratory grade force platform with a Nintendo Wii Balance Board on measurement of postural control in single-leg stance balance tasks. *J Biomech*. 46(7):1392–1395.
- Jelsma, D., Geuze, R.H., Mombarg, R., Smits-Engelsman, B.C.M. (2014). The impact of Wii Fit intervention on dynamic balance control in children with probable Developmental Coordination Disorder and balance problems. *Human Movement Science*. Volume 33, 404–418.
- Johansson, E., Hagströmer, M., Svensson, V., Ek, A., Forssén, M., Nero, H., & Marcus, C. (2015). Objectively measured physical activity in two-year-old children – levels, patterns and correlates. *International Journal Of Behavioral Nutrition & Physical Activity*, 12(1), 1-15.
- Klavina, A., & Jekabsons, I. (2014). Static balance of persons with intellectual disabilities, visual impairment and without disabilities. *European Journal of Adapted Physical Activity*, 7(1).
- Lee, A.J, Lin, W.H. (2007). The influence of gender and somatotype on single-leg upright standing postural stability in children. *J Biomech*. 23(3): 173-179.
- Liaw, M. Y., Chen, C. L., Pei, Y. C., Leong, C. P., & Lau, Y. C. (2008). Comparison of the static and dynamic balance performance in young, middle-aged, and elderly healthy people. *Chang Gung Medical Journal*, 32(3), 297–304.
- Liepiņš, I. (2000). *Sports un treniņš*. Rīga.
- Ļubkina, V., Kaupužs, A., Ušča, S., Rižakova, L., Ciukmacis, A. (2013). *Neiromuskulārās sistēmas, līdzvara testēšanas un trenēšanas un vibromasāžas tehnoloģija un ieviešanas metodika*. Rēzekne, Rēzeknes Augstskola.
- Macnab, J. J., Miller, L. T., & Polatajko, H. J. (2001). The search of subtypes of DCD: Is cluster analysis the answer? *Human Movement Science*, 20, 49–72.
- McCurdy, K., & Langford, G. (2006). The relationship between maximum unilateral squat strength and balance in young adult men and women. *Journal of Sports Science and Medicine*, 5, 282–288.
- Nashner, L. (1993). Computerized dynamic posturography. In *Handbook of Balance Function and Testing*, G. Jacobson, C. Newman, and J. Kartush (Eds.). St. Louis, MO: Mosby Year Book, pp. 280-307.
- Nashner, L.M., Black, F.O., Wall, 3rd C. (2007). Adaptation to altered support and visual conditions during stance: patients with vestibular deficits. *J Neurosci*. 2(5):536–44.
- Niemensivu, R., Pykkö, I., Wiener-Vacher, S.R., Kentala, E. (2006). Vertigo and balance problems in children - an epidemiological study in Finland. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 70, 259-65
- Nolan, L., Grigorenko, A., Thorstensson, A. (2005). Balance control: sex and age differences in 9- to 16-year-olds. *Dev Med Child Neurol*. Jul; 47(7): 449-54
- Odenrick, P., Sandstedt, P. (1984). Development of postural sway in the normal child. *Hum Neurobiol*. 3(4): 241- 244
- Piirtola, M., Era, P. (2006). Force platform measurements as predictors of falls among older people - a review. *Gerontology*. 52(1):1–16.
- Ricci, N.A., Goncalves, D.F., Coimbra, A.M., & Coimbra, I.B. (2009). Sensory interaction balance: A comparison concerning the history of falls of community-dwelling elderly. *Geriatrics and Gerontology International*, 9, 165–171
- Rose, J., Wolff, D.R., Jones, V.K., Bloch, D.A., Oehlert, J.W., Gamble, J.G. (2002). Postural balance in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 44(1):58–63.
- Rothbart, J. (1994). *Control of Human Voluntary Movement*. London, Chapman & Hall.

- Sauka, M., Priedite, I. S., Artjuhova, L., Larins, V., Selga, G., Dahlström, O., & Timpka, T. (2011). Physical fitness in northern European youth: reference values from the Latvian Physical Health in Youth Study. *Scandinavian Journal Of Public Health*, 39(1), 35-43.
- Selga, G., Lāriņš, V., Sauka, M. (2008). Liekās ķermeņa masas un aptaukošanās problēma Latvijas skolēniem. *Doctus*; 7:20-24.
- Shaffer, S., & Harrison, A. (2007). Aging of the somatosensory system: A translation perspective. *Physical Therapy*, 87(2), 194–207.
- Shumway-Cook, A. (2007). *Motor Control. Translating research into clinical practice. In Motor Control. Translating Research into Clinical Practice*. 3rd edition. Baltimore, USA: Lippincott Williams & Wilkins.
- Ušča, S., Ļubkina, V. (2014). Līdzsvara problēmu identificēšanas pamatojums un iespējas skolā. *Education Reform in Comprehensive School: Education Content Research and Implementation Problem*,. 114-123.
- Wiener-Vacher, S.R. (2001). What is useful in vestibular testing. *Otorhinolaryngol Nova*, 11, 95-98.
- Wu, J., McKay, S., Angulo-Barroso, R. (2009). Center of mass control and multi-segment coordination in children during quiet stance. *Exp Brain Res*. 196(3):329–339.
- Akadēmiskā terminu datu bāze*. Pieejams <http://termini.lza.lv/term.php?term=1%C4%ABdzsvars&list=1%C4%ABdzsvars&lang=LV>. (skatīts 02.03.2015.)
- Biosway Portable Balance System*, Operation Manual. Pieejams: [http://www.biodes.com/sites/default/files/950460man\\_10202revd.pdf](http://www.biodes.com/sites/default/files/950460man_10202revd.pdf). (skatīts 02.03.2015.)
- Eurofit tests*. Pieejams: <http://www.vsmc.gov.lv/sporta-medicina/valsts-apmaksatie-veselibas-aprupes-pakalpojumi/eurofit-metode-skoleniem/> (skatīts 10.01.2015.)